مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

دومین همایش ملی پژوهش های کاربردی امنیت غذایی، ایمنی و سلامت



۲۵ مهرماه ۱۴۰۳

16 th , OCT, 2024

همزمان با روز جهانی غذا

ISC

Sponsored and Indexed by CIVILICA We Respect the Science


بسم الله الرحمن الرحيم

حامیان علمی همایش



دومین همایش ملی پژوهش‌های کاربردی
امنیت غذایی، ایمنی و سلامت

۲۵ مهر ماه ۱۴۰۳،
16th,Oct,2024
همزمان با روز جهانی غذا

آدرس: کیلومتر ۱۲ بزرگراه آسیایی مسیر جاده مشهد / قوچان، روبروی کارخانه شیر پگاه. کدپستی: ۹۱۸۵۱۷۶۹۳۳
آدرس محل برگزاری همایش : هتل خورشید تابان مشهد، خیابان امام خمینی، خیابان پاسداران، جنب فرماندارب
تلفن :۳۵۴۲۵۳۳۰ (۰۵۱)
صندوق پستی :۳۵۶/۱۵۷/۹۱۸۹۵
نمابر :۳۵۴۲۵۴۰۶ (۰۵۱)

معرفی مؤسسه

مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی یکی از مراکز اصلی تحقیقات حرفه‌ای و تخصصی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری است که بر اساس مصوبه شورای گسترش آموزش عالی و باهدف پاسخگویی به بخشی از نیازهای پژوهشی کشور درزمینه‌ی علوم و صنایع غذایی در سال ۱۳۸۵ تأسیس و فعالیت خود را آغاز نمود. سابقه فعالیت‌های این مؤسسه به سال ۱۳۵۹ و در قالب سازمان پژوهش های علمی و صنعتی ایران- مرکز خراسان –بر می گردد. این سازمان بر اساس مصوبه شورای انقلاب فرهنگی به‌عنوان یکی از مراکز استانی به‌منظور رشد و توسعه علوم و فناوری و جذب و پرورش استعدادهای گوناگون علمی و صنعتی، اجرای طرح‌های تحقیقاتی کاربردی و توسعه‌ای و حمایت از پژوهشگران، مخترعان، نوآوران و کارآفرینان تأسیس گردید. در سال ۱۳۸۱ با تبدیل مراکز استانی سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران به پارک‌های علم و فناوری، این مؤسسه پژوهشی بانام ((مؤسسه پژوهشی تحقیقات توسعه فناوری خراسان)) فعالیت خود را ادامه داد و با توجه به سیاست‌های نظام مقدس جمهوری اسلامی ایران مبنی بر تخصصی شدن علوم و فناوری در مراکز علمی- پژوهشی، در سال ۱۳۸۵ بانام پژوهشکده علوم و صنایع غذایی به‌عنوان یکی از مراکز پژوهشی تخصصی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری کشور فعالیت کرد. با توجه به سوابق درخشان فعالیت درزمینه علوم و صنایع غذایی و مزیت‌های منطقه‌ای از سال ۱۳۹۰ تاکنون به‌عنوان مرکز پژوهشی مستقل ملی و دارای مصوبه قطعی از شورای گسترش آموزش عالی به فعالیت خود ادامه داد. شایان‌ذکر است در آبان ماه ۱۳۹۶ این مرکز با اخذ مجوز از شورای گسترش آموزش عالی به مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی ارتقاء یافت و تاکنون در انجام وظایف محوله کوشاست.

سابقه طولانی و فعالیت‌های چشمگیر علمی و پژوهشی این مؤسسه به‌ویژه در سال‌های اخیر ازجمله پذیرش و تربیت دانشجویان دوره‌های دکتری پژوهش محور، تعاملات گسترده ملی و بین‌المللی با مراکز پژوهشی و صنعتی در حوزه‌های مرتبط، عهده‌داری مرجعیت مالکیت فکری و نوآوری در حوزه غذا و نمایندگی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در مراکز تصمیم گیر، جایگاه ممتازی در عرصه علمی و پژوهشی کشور برای این مرکز فراهم ساخته است. لازم به ذکر است با توجه به عملکرد ارزشمند این مؤسسه در سال‌های اخیر، هیأت امنای منطقه یک پژوهشی با ارتقای سازمانی این مرکز به مؤسسه پژوهشی موافقت و از سویی با توجه به نیاز مبرم صنعت غذای کشور به پژوهش‌های کاربردی، انتظار می‌رود، در آینده نزدیک سطح این مؤسسه با برخورداری از سه مؤسسه پژوهشی، به پژوهشگاه ارتقاء یابد.

نیاز روزافزون جامعه به غذا، رشد بی‌رویه جمعیت و کاهش منابع غذایی، از مهم‌ترین مسائلی است که توجه دولتمردان، اندیشمندان و محققان را به خود معطوف داشته است. ازاین‌رو با نگاه به ماموریت موسسه که عبارت است از انجام پژوهش‌های کاربردی و فناورانه با تأکید بر ارتقای ارزش‌افزوده، امنیت و ایمنی محصولات غذایی، ارائه خدمات علمی- تخصصی به مراکز صنعتی، علمی و پژوهشی و سایر سازمان‌ها و ایفای نقش مؤثر در سیاست‌های ملی و تربیت پژوهشگر کارآفرین؛ محور اصلی فعالیت‌های تحقیقاتی مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی دست‌یابی به امنیت و ایمنی غذایی به‌صورت ملی و فراملی است. و انجام تحقیقات کاربردی درزمینهٔ سلامت، ایمنی و امنیت غذایی به‌عنوان یکی از اساسی‌ترین سیاست‌های دولت، در دستور کار آن قرار دارد. علاوه بر این انجام پروژه‌های کاربردی به‌منظور تأمین غذای سالم برای جامعه و نیز ارتقای کیفیت مواد غذایی، بهره‌گیری از فناوری‌های نو و بومی‌سازی آن‌ها و نیز حصول دانش فنی تولید و فرآوری محصولات غذایی بومی با تأکید بر تأمین نیاز داخلی و افزایش صادرات از اهداف تخصصی تحقیقات کاربردی حوزه غذا در این مؤسسه است.

پیام رئیس همایش



به نام خدا

امنیت غذایی به صورت «دسترسی همه مردم در تمام اوقات، به غذای کافی برای داشتن یک زندگی سالم» تعریف می‌شود که چهار عنصر «فراهمی غذا»، «دسترسی به غذا» ، « سلامت و ایمنی غذا»، و «پایداری در دریافت غذا» محورهای اصلی این تعریف می‌باشند. نیل به امنیت غذایی توجه بیش از پیش ما را به اصلاح الگوی مصرف جلب می‌کند، حال آنکه حجم زیاد ضایعات نان، اتلاف زیاد منابع آبی به دلیل استفاده روش‌های نادرست آبیاری کشاورزی و از جهت دیگر عدم توجه به روش‌های نگهداری از مصادیق نگران‌کننده در این زمینه است. بدیهی است تحقیقات درخصوص تبیین وضعیت موجود، شناسایی تنگناها و ارائه طریق در پیشبرد امنیت غذایی جامعه جایگاه ویژه‌ای دارد. در این راستا موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی به منظور انجام مأموریت حرفه‌ای و نیل به اهداف عالی علمی و پژوهشی خود، با استعانت از خداوند بزرگ اقدام به برگزاری دومین همایش ملی پژوهش های کاربردی امیت غذایی، ایمنی غذایی همزمان با روز جهانی غذا نموده تا با عنایت به سند ملی امنیت غذایی، زمینه های تراوش افکار بارز و پویا را برای محققان فراهم آورده و در راستای تجلی یافتن این سند ارزشمند ملی در عرصه ظهور و اجرا، گام بردارد.

به پاس زحمات همکاران ارجمند و عنایت ویژه اساتید معزز، صاحبان صنعت و مدیران حوزه‌های مرتبط، بسیار خرسندیم که فرصت دوباره‌ای فراهم آمد تا با برگزاری این همایش، بسترساز تبادل اندیشه های علمی و انتقال تجربیات پژوهشی صاحبنظران و تلاشگران حوزه های مختلف علوم غذا و سلامت بوده و در خصوص تنگناها ، فرصت‌ها و دیدگاههای نوین امنیت غذایی گفتگوی اندیشمندانه‌ای صورت پذیرد.

حضور فعال پژوهشگران محترم در شکل گیری این همایش، پتانسیل گرانبهایی در تقویت دست اندرکاران حوزه امنیت غذا همچنین دلگرمی برگزارکنندگان این همایش بوده و مطمئناً سبب ارتقای غنای علمی این رویداد ارزشمند و تشریک مساعی هر چه بیشتر پژوهشگران علوم غذایی در جهت توسعه امنیت غذایی جامعه خواهد بود.

دکتر سید محمدعلی رضوی

رئیس همایش

پیام دبیر همایش



به نام نامی جانان
اهورا مهر جاویدان
خدای گندم رویان
زلال آب و عطر نان

خدای را سپاس و منت که از پس روزهای نفسگیر و هفته‌های پرفشار، توفیق برگزاری "دومین همایش ملی پژوهش های کاربردی در امنیت غذایی، ایمنی غذایی و سلامت" در بیست‌وپنجم مهر ۱۴۰۳ فراهم آمد. در تقویم جهانی ۱۶ اکتبر هرسال به‌عنوان روز جهانی غذا برجسته شده و یکی از پر استقبال‌ترین مناسبت‌ها در تقویم سازمان ملل متحد را به خود اختصاص داده است. این روز در هر سال فرصت ارزشمندی است برای توجه به مقوله امنیت غذایی با پرداختن به چالش‌های مرتبط با تولید، تامین، فراهمی و دسترسی به غذا. شعار این روز جهانی در سال ۲۰۲۴ عبارت است از «حقّ داشتن غذا برای زندگی حال و آینده‌ای بهتر[1]» که به درستی بر باور حقّ برخورداری از غذای سالم و کافی هم برای گذران زندگی کنونی و هم برای دستیابی به آتیه‌ای نیکو تصریح می‌ورزد. برگزاری این همایش ملی یکی از صدها رویداد هدفمندی است که در سرتاسر جهان به بزرگداشت روز جهانی غذا پرداخته و فرصتی است برای تجدید عهد اندیشمندان، متخصصین و دست اندرکاران حوزه‌های مرتبط در جهت نیل به امنیت غذایی پایدار و توسعه سیستم‌های کارآمد، فراگیر و مبتنی بر دانش که حق غذای خوب را برای همه، برای امروز و فردا تضمین می‌کند.

در این کلام کوتاه به نمایندگی از برگزارکنندگان دومین همایش ملی پژوهش های کاربردی در امنیت غذایی، ایمنی غذایی و سلامت، از حضور و همراهی یکایک سروران و شرکت کنندگان عزیز، بویژه اساتید گرانقدر، صاحبان صنعت و صاحبنظران ارجمندی که اندیشه های نو، تجربیات ارزنده و یافته‌های پژوهشی خود را در قالب سخنرانی و مقالات علمی به اشتراک می‌گذارند صمیمانه‌ترین سپاسگزاری خود را اظهار می‌دارم. دستمریزاد و خداقوت به همکاران پرتلاش، دانشجویان پرانرژی و همیاران پرانگیزه ای که از دل و جان مایه گذاشتند تا چنین رویدادی با صدها میهمان فرهیخته از راه دور و نزدیک، با غنای علمی وکیفیتی درخور توجه به انجام رسد. همچنین ارج و سپاس از تشریک مساعی و حس مسئولیت اجتماعی حامیان همایش که در برگزاری این رویداد "به دمی یا درمی یا قلمی یا قدمی" همراه ما بوده و طی این مسیر را میسر ساختند. بی تردید دستیابی به امنیت غذایی جز از مسیر دانش افزایی و فرهنگ سازی در جامعه میسر نخواهد بود و آنان که در این راه با حمایت مادی و معنوی خود قدم برمیدارند سزاوار قدردانی و ستایشند.

ما بدان مقصد عالی نتوانیم رسید　　هم مگر پیش نهد لطف شما گامی چند

به امید آینده‌ای سرشار و برخوردار از امنیت غذایی برای میهن عزیزمان.

دکتر مرضیه حسینی نژاد

دبیر علمی

[1] RIGHT TO FOODS for a Better Life and a Better Future.

اعضای شورایعالی کنفرانس

دکتر سید محمد علی رضوی	رئیس همایش	ریاست موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر مرضیه حسینی نژاد	دبیر علمی کنفرانس	استاد گروه زیست فناوری مواد غذایی،موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی
دکتر زهرا عبداللهی	عضو شورای عالی و سیاست گذاری	رئیس گروه هماهنگی سیاست‌های امنیت غذا، تغذیه دبیرخانه شورایعالی سلامت و امنیت غذا
دکتر اسکندر زند	عضو شورای عالی و سیاست گذاری	استاد پژوهشی،موسسه تحقیقات گیاهپزشکی
دکتر زهرا پیراوی ونک	عضو شورای عالی و سیاست گذاری	مدیرکل دفتر نظارت بر استاندارد صنایع غذایی
دکتر فرامرز خدایان	عضو شورای عالی و سیاست گذاری	مدیر کل امور فرآورده های غذایی و آشامیدنی، سازمان غذا و دارو
دکتر امیرمحمد مرتضویان	عضو شورای عالی و سیاست گذاری	رئیس انستیتو تحقیقات تغذیه ای و صنایع غذایی کشور، دانشکده علوم و تغذیه و صنایع غذایی
دکتر محمد علی لطیفی	عضو شورای عالی و سیاست گذاری	معاون سلامت سازمان پدافند غیرعامل کشور

اعضای کمیته علمی

دکتر مرضیه حسینی نژاد	دبیر علمی کنفرانس	استاد گروه زیست فناوری مواد غذایی،موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی
دکتر حمید آهنچیان	عضو کمیته علمی	فوق تخصص آلرژی، آسم و ایمنولوژی کودکان، دانشگاه علوم پزشکی مشهد
دکتر مریم اثنی عشری	عضو کمیته علمی	استادیار موسسه تحقیقات علوم دامی کشور
دکتر حمیدرضا اصغری	عضو کمیته علمی	استاد دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود
دکتر اسما افشاری	عضو کمیته علمی	استادیار گروه بهداشت مواد غذایی- گروه تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی مشهد
دکتر هادی الماسی	عضو کمیته علمی	استاد گروه صنایع غذایی، دانشگاه ارومیه
دکتر ساجد امجدی	عضو کمیته علمی	استادیار گروه نانو فناوری، موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی
دکتر شادی بلوریان	عضو کمیته علمی	معاون آموزشی و پژوهشی پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی، جهاد دانشگاهی خراسان رضوی
دکتر شهرام بیرقی	عضو کمیته علمی	عضو هیات علمی گروه پژوهشی فرآوری مواد غذایی، جهاد دانشگاهی خراسان رضوی
دکتر عادل بیگ بابایی	عضو کمیته علمی	استادیار گروه شیمی مواد غذایی، موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی
دکتر پرنیان پزشکی	عضو کمیته علمی	عضو هیات علمی گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه وارستگان
دکتر ابوالفضل پهلوانلو	عضو کمیته علمی	استادیار گروه زیست فناوری مواد غذایی، موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی
دکتر مریم تاج آبادی	عضو کمیته علمی	دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم و تحقیقات تهران
دکتر هما ترابی زاده	عضو کمیته علمی	دانشیار گروه صنایع غذایی و تبدیلی، سازمان پژوهش های علمی و صنعتی ایران
دکتر مسلم جهانی	عضو کمیته علمی	استادیار گروه شیمی مواد غذایی، موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی
دکتر مجید جوانمرد داخلی	عضو کمیته علمی	دانشیار گروه صنایع غذایی و تبدیلی، سازمان پژوهش های علمی و صنعتی ایران
دکتر حسین جوینده	عضو کمیته علمی	استاد دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی خوزستان
دکتر فرشته حسینی	عضو کمیته علمی	معاون آموزشی و پژوهشی، جهاد دانشگاهی مشهد
دکتر محمد علی حصاری نژاد	عضو کمیته علمی	استادیار گروه فناوری مواد غذایی، موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی
دکتر زهره حمیدی	عضو کمیته علمی	استاد دانشکده مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس
دکتر کیانوش خسروی	عضو کمیته علمی	استاد دانشکده تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تهران
دکتر مرتضی خمیری	عضو کمیته علمی	استادگروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
دکتر محمود دانشور کاخکی	عضو کمیته علمی	استاد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر حسن رشیدی	عضو کمیته علمی	رئیس گروه صنایع غذایی و تبدیلی، مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان رضوی
دکتر رضا رضانژاد	عضو کمیته علمی	استادیار گروه فناوری محصولات شیلاتی، دانشگاه تهران
دکتر میترا رضایی	عضو کمیته علمی	عضو هیات علمی گروه تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی مشهد
دکتر فاطمه رودی	عضو کمیته علمی	استادیار گروه تغذیه بالینی دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد
دکتر حسین زمانی خادملو	عضو کمیته علمی	دانشیار گروه طراحی ماشین آلات صنایع غذایی، موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی مشهد
دکتر سیدمهدی زیارت نیا	عضو کمیته علمی	استادیار گروه زیست فناوری مواد غذایی، موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی
دکتر سید رضا سبحانی	عضو کمیته علمی	استادیار گروه تغذیه دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد
دکتر صبیحه سلیمانیان زاد	عضو کمیته علمی	استاد دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
دکتر منیره سادات شاکری	عضو کمیته علمی	استادیار گروه زیست فناوری مواد غذایی، موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی
دکتر پروین شرایعی	عضو کمیته علمی	عضو هیات علمی بخش تحقیقات کشاورزی خراسان رضوی، مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان رضوی
مهندس علی شریعتی مقدم	عضو کمیته علمی	رئیس کمیسیون توسعه کسب و کارهای دانش بنیان و اقتصاد دیجیتال اتاق خراسان رضوی
دکتر دینا شهرام پور	عضو کمیته علمی	استادیار گروه ایمنی و کنترل کیفیت مواد غذایی، موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

دکتر مجتبی شوریان	عضو کمیته علمی	دانشیار دانشکده مهندسی عمران، آب و محیط زیست
دکتر فخری شهیدی	عضو کمیته علمی	استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی- دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر بهاره صحرائیان	عضو کمیته علمی	عضو هیات علمی گروه پژوهشی کیفیت و ایمنی مواد غذایی، جهاد دانشگاهی خراسان رضوی
دکتر عاطفه صرافان	عضو کمیته علمی	استادیار رشته بهداشت مواد غذایی، دانشگاه وارستگان
دکتر سودابه عین افشار	عضو کمیته علمی	استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، موسسه تحقیقات فنی ومهندسی کشاورزی مشهد
دکتر رضا فرهمندفر	عضو کمیته علمی	دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری
دکتر ابراهیم فولادی	عضو کمیته علمی	استاد یار گروه ایمنی و کنترل کیفیت مواد غذایی، موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی
دکتر جواد فیضی	عضو کمیته علمی	استادیار گروه ایمنی و کنترل کیفیت مواد غذایی، موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی
دکتر بابک قنبرزاده	عضو کمیته علمی	استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه تبریز
دکتر مرتضی کاشانی نژاد	عضو کمیته علمی	استادیار گروه فناوری های سبز مواد غذایی، موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی
دکتر علیرضا کرباسی	عضو کمیته علمی	استاد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر بهروز محمد زاده	عضو کمیته علمی	استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس
دکتر محبت محبی	عضو کمیته علمی	استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر مهران مرادی	عضو کمیته علمی	استاد بهداشت و کنترل مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه ارومیه
دکتر معصومه مهربان سنگ آتش	عضو کمیته علمی	مدیر گروه کیفیت و ایمنی موادغذایی،جهاد دانشگاهی خراسان رضوی
دکتر علی میری دیسفانی	عضو کمیته علمی	استادیار دانشگاه علوم پزشکی مشهد
دکتر سارا ناجی	عضو کمیته علمی	دانشیار گروه نانوفناوری مواد غذایی، موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی
دکتر راضیه نیازمند	عضو کمیته علمی	استاد گروه شیمی مواد غذایی، موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی
دکتر سمیرا یگانه زاد	عضو کمیته علمی	دانشیار گروه علوم شناختی و ارزیابی حسی، موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

اعضای کمیته اجرائی

مهندس فریبا امینی	عضو کمیته اجرایی	موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی مشهد
مهندس محبوبه باسی	عضو کمیته اجرایی	موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی مشهد
مهندس سروش بشرویی	عضو کمیته اجرایی	موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی مشهد
دکتر علی بهنام	عضو کمیته اجرایی	موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی مشهد
مهندس مهدی پاشاخانی	عضو کمیته اجرایی	موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی مشهد
مهندس فتانه پورشیرازی	عضو کمیته اجرایی	موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی مشهد
مهندس نورا توکلی ممتاز	عضو کمیته اجرایی	موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی مشهد
مهندس سعید جلالیان	عضو کمیته اجرایی	موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی مشهد
مهندس زهرا خدا بخشی	عضو کمیته اجرایی	موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی مشهد
مهندس علیرضا رحیمیان	عضو کمیته اجرایی	موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی مشهد
مهندس زهرا زهرایی	عضو کمیته اجرایی	موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی مشهد
مهندس طیبه شجاعی	عضو کمیته اجرایی	موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی مشهد
دکتر دینا شهرام پور	عضو کمیته اجرایی	موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی مشهد
دکتر سحر صالحی	عضو کمیته اجرایی	موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی مشهد
مهندس نرگس غفوری	عضو کمیته اجرایی	موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی مشهد
مهندس سمیه فهیمی	عضو کمیته اجرایی	موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی مشهد
دکتر جواد فیضی	عضو کمیته اجرایی	موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی مشهد
مهندس فهیمه محمودی	عضو کمیته اجرایی	موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی مشهد
مهندس نرگس السادات نجاتی	عضو کمیته اجرایی	موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی مشهد

فهرست مطالب

برنامه زمان‌بندی دومین همایش پژوهش‌های کاربردی ایمنی غذایی، امنیت غذایی و سلامت ۱۵
ارزیابی تأثیر پرتودهی بر ماندگاری ماهی ۲۱
چگونه توانستم بهره‌وری بوفه‌ی مدرسه ابتدایی دوره اول را با ارتقای سطح بهداشتی و خدمات تغذیه‌ای افزایش دهم؟ ۳۱
اثر پوشش کیتوزان حاوی اسانس کاکوتی کوهی بر ویژگی‌های میکروبی فیله مرغ در دمای ۸ درجه سانتیگراد ۴۰
اثرکودهای زیستی بر عملکرد سیاهدانه، زیره سبز و نعناع فلفلی با تأکید بر تولید پایدار و امنیت غذایی ۵۲

ارائه الگو ارتقا سواد غذایی در مدارس ۶۲
ارزیابی برخی از عناصر معدنی و ویتامین‌ها در شش رقم از گل‌های رز خوراکی ۷۴
ایجاد امنیت غذایی با غنی‌سازی پنیر پروسس بدون چربی ۸۳
بررسی اثر انواع شیرین کننده ها بر خصوصیات حسی و رئولوژیکی شکلات شیری ۹۴
بررسی اثر تنش های تکنولوژیکی بر میزان تولید اگزوپلی ساکارید های میکروبی و اثرات آن بر سلامتی ۱۰۶
بررسی اثر تیمار حرارتی پاستوریزاسیون بر خصوصیات نوشیدنی کامبوجا ۱۱۸
بررسی آلودگی برنج به مایکوتوکسین ها درمرحله شالیکوبی – مطالعه موردی ۱۲۸
بررسی بیوسورفکتانت‌های مشتق شده از باکتری‌های اسیدلاکتیک و کاربرد آن در بهینه‌سازی فرمولاسیون محصولات غذایی ۱۳۳
بررسی تاثیر سطوح مختلف ملاس در بهبود عملکرد خمیر ترش در نان های حجیم ۱۴۴
بررسی ژن های کدکننده ی باکتریوسین pln A و pln EF از باکتری های جداشده از ماست و پنیر سنتی شمال غرب ایران در سال ۱۴۰۱.۱۵۶
بررسی عصاره الکلی گیاه مینای نیشابوری و صمغ دانه چیا بر ترکیبات فنولی، pH و خصوصیات حسی ماست همزده ۱۶۸
بررسی عملکرد اسید آسکوربیک بر بهبود بافت و ویژگی‌های ظاهری کلوچه سنتی زابلی حاوی آرد گندم سن‌زده ۱۷۷
بررسی مفهوم امنیت غذایی از دیدگاه سازمان‌های بین‌المللی ۱۸۸
بررسی موردی الگوی مصرف غذایی در بزرگسالان با محوریت اولویت ها و معیارهای خرید موادغذایی ۱۹۹
بررسی و شناسایی معیارهای مؤثر بر تولید و بازاریابی محصولات کشاورزی سالم ۲۱۰
بررسی وضعیت امنیت غذایی با تأکید بر رکن پایداری غذا در ایران ۲۱۷
بررسی وضعیت امنیت غذایی با تأکید بر رکن سلامت و مصرف غذا در ایران ۲۲۹
به کارگیری روش AHP جهت انتخاب مناسب ترین منبع تامین برای تهیه مواد اولیه کارگاه شیرینی‌پزی کندو (بندرماهشهر ۲۴۱
پیوند تغییرات اقلیمی با ناامنی غذایی: بررسی سیستماتیک مطالعات اخیر ۲۵۱
تاثیر سقلمه بر تمایل به پرداخت برنج ارگانیک در میان شهروندان خراسان رضوی ۲۶۲
تأثیرات فیزیولوژیکی آنتی‌بیوتیک‌ها بر محصولات کشاورزی: مطالعه موردی گوجه‌فرنگی ۲۷۱
تحلیل نقش صنعت طیور در زمینه فراهمی غذا: چالش‌ها، راهکارها و اولویت‌های پژوهشی ۲۸۱
فناوری تولید گوشت کشت شده راه حلی نوآورانه برای امنیت غذایی و چالش‌های زیست‌محیطی ۲۸۸
فواید تغذیه ای یولاف و سویا در امنیت غذایی نیروهای نظامی ۳۰۰
کارایی حشره‌کشی اسانس پوست میوه پرتقال روی شپشه دندانه‌دار Oryzaephilus surinamensis (Coleoptera: Silvanidae) ۳۱۰
کاربرد ریز جلبک¬ها در غنی¬سازی محصولات غذایی بر پایه غلات ۳۲۱
کاربرد فناوری اینترنت اشیا و حسگرها برای افزایش امنیت غذایی و پایداری کشاورزی: مزایا و چالش‌ها ۳۳۰
کاهش آلرژی غذایی با استفاده از فناوری های غیرحرارتی اولتراسوند، پالس نوری و پلاسمای سرد ۳۴۵
کشاورزی عمودی راهکاری برای تامین امنیت غذایی ۳۵۷
مدیریت ضایعات در زنجیره‌تأمین مواد غذایی با نگاهی ویژه به زنجیره‌تأمین گوشت ۳۷۲
مروری بر راهکارهای کاهش آکریل آمید در محصولات نانوایی و سیب زمینی سرخ شده ۳۸۴
مروری بر امنیت غذایی، جامعه و دسترسی به غذا ۳۹۵
مروری بر راهکارهای بهبود پایداری حرارتی پروتئین سرمی شیر در نوشیدنی های لبنی استریل با پروتئین بالا ۴۱۱
مروری بر کاربرد طیف سنجی شکست ناشی از لیزر (LIBS) در صنایع غلات ۴۲۶
تضمین امنیت غذایی از طریق کشت پایدار هالوفیت ها ۴۴۱
پیوند تغییرات اقلیمی با ناامنی غذایی: بررسی سیستماتیک مطالعات اخیر ۴۵۷
تقلبات موادغذایی: خطرات سلامتی و روش¬های تشخیص آنها ۴۶۸
تهیه عصاره خارخاسک (T. terrestris) با استفاده از حلال‌های یوتکتیک ژرف و بررسی ترکیبات فنولی و خواص آنتی اکسیدانی آن ۴۴۷

خصوصیات و کاربردهای سلولز و کربوکسی متیل سلولز ۴۸۷
خصوصیات و کاربردهای صنعتی کیتین و کیتوزان ۴۹۳
خصوصیات، روش¬های تولید و کاربرد کاراگینان در صنایع غذایی ۵۰۰
دورریزهای غذایی: چالش جدی در امنیت غذایی ۵۰۹
راهکارها و چالش های مدیریت پسماند با رویکرد اقتصاد چرخشی ۵۱۷
راهکارهای آموزش اهمیت تغذیه سالم در میزان یادگیری به دانش آموزان دوره‌ی اول ابتدایی و تشویق و ترغیب آنان به‌استفاده از آن ۵۲۸
مروری بر راهکارهای کاهش آکریل آمید در محصولات نانوایی و سیب زمینی سرخ شده ۵۴۰
سیاست خودکفایی و امنیت غذایی در ایران: ارزیابی مطالعه موردی گندم ۵۵۱
سیاست‌های امنیت غذایی از منظر اسناد بالادستی در ایران ۵۶۵
شناسایی روند ارکان امنیت غذایی در ایران از منظر شاخص‌های سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد ۵۸۰
شناسایی عوامل جنگ زیستی در امنیت غذایی ۵۹۳
شناسایی وضعیت دسترسی اقتصادی به غذا ۶۰۱
غنی‌سازی شیرینی نخودچی بدون گلوتن با آرد کینوا: بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی ۶۱۵
فعالیت ضد باکتریایی عسل ۶۲۵
مقایسه تخمیر آب شلغم توسط مخمر ساکارومایسس سرویزیه با لاکتوباسیلوس پلانتاروم ۶۳۶
مطالعه ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی دانه کینوآ و مؤلفه‌های کیفی نان حاصل از آن با نگاه به مزیت‌های این دانه در اجرای راهبردهای امنیت غذایی ایران ۶۴۶
مروری برکاربرد مغناطیس در کشاورزی و صنعت غذا ۶۶۶
مروری بر نقش مواد اولیه، روش تولید و جایگزین چربی در سس مایونز ۶۷۴
مروری بر موادغذایی فراسودمند تهیه شده از کلاژن هیدرولیز شده ، منابع و کاربرد آن در صنایع غذایی ۶۸۲
مروری بر کاربرد حسگرها در ایمنی و سلامت غذا ۶۹۲
مروری بر قابلیتهای کاربرد هوش مصنوعی در صنایع غذایی ۷۰۴
مروری بر فواید و عوارض داروهای گیاهی و گیاهان دارویی ۷۱۳
مروری برظرفیت مخمرتورولا(cyberlindnera jadinii)درگسترش امنیت غذاییوافزایش تولیدات محصولات ارگانیک ۷۱۸
نقش خمیر ترش در بهبود کیفیت و سلامت نان ۷۲۴
نشاسته مقاوم به عنوان یک ترکیب پری¬بیوتیک در فراورده¬های غلات ۷۳۳
نقش بازارهای آنلاین در بهبود امنیت غذایی ۷۴۳
نقش سلامت تغذیه مدارس در افزایش انگیزه و بهبود عملکرد تحصیلی دانش آموزان ۷۵۲
نقش فناوری‌های نوین در پایداری زنجیره تأمین غذایی ۷۶۰
نقش منابع ازت در محیط کشت سلولی در افزایش توده سلولی به عنوان واحدهای تولید کننده متابولیت‌های ارزشمند زعفران ۷۷۱
اهمیت و جایگاه پرورش‌شترمرغ ۷۷۸

استاندارد ها ، ایمنی و صنایع غذایی ۷۹۵
القای اثر سیری زایی درمحصولات غذایی ۷۹۶
جیره‌های غذایی عملیاتی، چالش ها و راهکارهای هوشمند ۷۹۷
جایگاه هوش مصنوعی در ایجاد امنیت غذایی ۷۹۸
نقش پروبیوتیک ها در کاهش مقاومت آنتی بیوتیک‌ها ۷۹۹
امنیت و ایمنی غذایی و تاثیر آن بر شاخص های سلامت جامعه ۸۰۰
بررسی برخی روش های شناسایی تقلبات و اصالت سنجی روغن زیتون ۸۰۱
بررسی ویژگی های میکروبی سویه مخمر بومی جهت تخمیر نوشیدنی بر پایه مالت ۸۰۲
بسته بندی هوشمند مواد غذایی ۸۰۴
مزایای اقتصادی و اجتماعی سیستم‌های آکواپونیک برای تولید توامان پروتئین ماهی و سبزیجات ۸۰۵
مقایسه دو شیوه متداول ارزیابی پایداری تولید در نظام‌های آبزی‌پروری ۸۰۶
افزونه عصاره زیتون تلخ به استامپیرید در راستای کاهش غلظت مصرفی این آفتکش برای کنترل شته کلزا ۸۰۷
بررسی ارتباط بین شاخص توده بدنی (MBI) و سنگ کلیه در کودکان مراجعه کننده به کلینیک کوثر شهر اردبیل ۸۰۹
بررسی اثر محافظتی کورکومین در برابر مسمومیت با قلع خوراکی بر بافت استخوان¬ موش¬های نژاد BALB/c ۸۱۰

فناوری بیوفلاک یک رویکرد سبز دوستدار محیط زیست در افزایش تولیدات آبزی پروری: ۸۱۲
مقایسه اثر نانوفرمولاسیون عصاره اتانولی زیتون تلخ(Melia azedarach L.) با آفت کش سیانترانیلی پرول (Cyantraniliprole) در کنترل جمعیت سفید بالک گلخانه Trialeurodes vaporariorum Westwood ۸۱۳
Using active packaging to increase the shelf-life of food products ۸۱۴
Exploring the Interaction of Natural Pigments with Mattirolomyces terfezioides Honey Truffle Sweet Protein: Implications for Innovative Plant-Based Food Technologies ۸۲۷
What are the effects of acoustic and electromagnetic waves on water and health ۸۳۴
Aflatoxin, a fungal toxin that disrupts children's growth ۸۳۵
Fermentation technology ۸۳۶
Application of activated hybrid zein/inulin nanofibers for packaging of fresh beef ۸۳۷

برنامه زمان‌بندی دومین همایش پژوهش های کاربردی ایمنی غذایی، امنیت غذایی و سلامت



برنامه زمان‌بندی دومین همایش پژوهش‌های کاربردی ایمنی غذایی، امنیت غذایی و سلامت			
	عنوان برنامه	زمان	محل برگزاری
مراسم افتتاحیه همایش	پذیرش و ثبت نام	۷:۳۰ تا ۹	جنب سالن آمفی تئاتر
	تلاوت قرآن، سرود ملی، اعلام برنامه	۸:۳۰ تا ۸:۴۵	سالن اصلی(آمفی تئاتر)
	دکتر سیدمحمدعلی رضوی (ریاست موسسه و رئیس همایش): سخن آغازین	۸:۴۵ تا ۹	
	دکتر مرضیه حسینی نژاد (دبیر علمی): ارائه گزارش همایش	۹ تا ۹:۱۵	
	دکتر اسکندر زند (استاد موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور: دبیر کمیسیون تدوین سند ملی دانش بنیان کشاورزی و غذا و مشاور وزیر جهاد کشاورزی ایران): "چالش ها و کلان روند های امنیت غذایی"	۹:۱۵ تا ۹:۴۵	سالن اصلی (آمفی تئاتر)
سخنرانی‌های کلیدی	**دکتر کریم زاهدی**: (معاون فناوری، نوآوریو اقتصاد دانش بنیان شورای عالی انقلاب فرهنگی) " سیاستگذاری ملی در حوزه امنیت غذایی- اهمیت و چالش های پیش رو "	۹:۴۵ تا ۱۰:۱۵	
	مهندس عبدالله یزدان بخش (رئیس کمیسیون صنعت اتاق بازرگانی خراسان رضوی) " نقش امنیت غذایی در بهبود فضای اقتصادی و توسعه صنایع تبدیلی"	۱۰:۱۵ تا ۱۰:۴۵	
	پیام ریاست محترم مجلس شورای اسلامی، جناب دکتر محمدباقر قالیباف پخش کلیپ تصویری	۱۰:۴۵ تا ۱۱	
	پذیرایی و نماز، بازدید از سالن نمایشگاه پوستری و غرفه های نمایشگاهی	۱۱ تا ۱۱:۴۰	سالن پذیرایی

سخنرانی‌های محوری	**پانل تولید و فراوری غذا** **(رئیس پانل: دکتر کیانوش خسروی)** اعضای پانل: دکتر کیانوش خسروی، دکتر رضا فرهوش، دکتر مسعود نجفی، دکتر مرتضی کاشانی نژاد، دکتر عطیه رحیمی	۱۱:۴۰ تا ۱۳:۲۰	سالن اصلی (آمفی تئاتر)
	دکتر مرتضی کاشانی نژاد (عضو هیأت علمی گروه فناوری های سبز مواد غذایی مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی) " جایگاه هوش مصنوعی در ایجاد امنیت غذایی پایدار "	۱۱:۴۰ تا ۱۱:۵۵	
	دکتر رضا فرهوش (عضو هیأت علمی گروه صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد) " روغن ها و چربی های خوراکی: چالش های مزمن"	۱۲:۰۰ تا ۱۲:۱۵	
	دکتر مسعود نجف نجفی (عضو هیأت علمی گروه صنایع غذایی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی) " تلفات و دورریز مواد غذایی و نقش آن در امنیت غذایی"	۱۲:۲۰ تا ۱۲:۳۵	
	دکتر کیانوش خسروی (عضو هیأت علمی گروه صنایع غذایی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی) " القای اثر سیری زایی در محصولات غذایی با نگاه توسعه امنیت غذایی"	۱۲:۴۰ تا ۱۲:۵۵	
	دکتر عطیه رحیمی (مدیر تحقیق و توسعه شرکت جوانه خراسان) نقش تحقیق و توسعه پایدار درتولید محصولات دانش بنیان و فناور درزنجیره تامین	۱۳:۰۰ تا ۱۳:۱۵	
	جمع بندی پانل	۱۳:۱۵ تا ۱۳:۲۰	

سخنرانی‌های محوری	**پانل بهداشت، ایمنی و سلامت** رئیس پانل : دکتر مریم تاج آبادی ابراهیمی اعضای پانل: دکتر اسماء افشاری، دکتر مریم تاج آبادی، دکتر رامونا مسعود، دکتر هادی رفیعی، دکتر مسلم جهانی	۱۱:۴۰ تا ۱۳:۴۰	**سالن شماره ۱**
	دکتر مسلم جهانی(عضو هیأت علمی گروه شیمی مواد غذایی مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی) "آینده نانونقاط کربنی (سبز) در ایمنی مواد غذایی: توسعه ابزارهای تشخیصی و بسته بندی فعال"	۱۱:۴۰ تا ۱۱:۵۵	
	دکتر مریم تاج آبادی (عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد واحد تهران (رئیس انجمن پروبیوتیک و غذای فراسودمند) " کاربرد و نقش پروبیوتیک ها در کاهش مقاومت آنتی بیوتیکی "	۱۲:۰۰ تا ۱۲:۱۵	
	دکتر اسما افشاری (عضو هیأت علمی گروه تغذیه دانشگاه علوم پزشکی مشهد) "عوارض مزمن و طولانی مدت بیماری های منتقل شده از غذا"	۱۲:۲۰ تا ۱۲:۳۵	
	دکتر رامونا مسعود (رئیس اداره تدوین استانداردهای ملی و بین المللی، اداره کل استاندارد استان تهران) "استانداردها، ایمنی و صنایع غذایی"	۱۲:۴۰ تا ۱۲:۵۵	
	دکتر هادی رفیعی دارانی (عضو هیأت علمی جهاددانشگاهی - پژوهشکده گردشگری) " گردشگری و امنیت غذایی"	۱۳:۰۰ تا ۱۳:۱۵	
	جمع بندی پانل	۱۳:۱۵ تا ۱۳:۲۰	

سخنرانی‌های محوری	**پانل کشاورزی، اقتصاد، جامعه** **(رئیس پانل: دکتر محمود دانشور)** اعضای پانل: دکتر ناصر شاهنوشی، دکتر احمد محدث، دکتر علیرضا کرباسی، دکتر محمد امامی، دکتر امیر فتوت	۱۱:۴۰ تا ۱۳:۲۰	**سالن شماره ۲**
	دکتر علیرضا کرباسی (عضو هیأت علمی گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد) "سیاست های کشاورزی و غذا در ایران"	۱۱:۴۰ تا ۱۱:۵۵	
	دکتر ناصر شاهنوشی(عضو هیأت علمی گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه فردوسی) " چالش آب و امنیت غذایی "	۱۲:۰۰ تا ۱۲:۱۵	
	دکتر احمد محدث (عضو هیأت علمی گروه اقتصاد کشاورزی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی) "خودکفایی و امنیت غذایی در ایران"	۱۲:۲۰ تا ۱۲:۳۵	
	دکتر امیر فتوت (عضو هیأت علمی گروه خاک شناسی دانشگاه فردوسی مشهد) "آلودگی خاک و امنیت غذایی"	۱۲:۴۰ تا ۱۲:۵۵	
	دکتر محمد امامی (رئیس اندیشکده سیاست گذاری غذایی کشتبان) " نقش اندیشکده ها در توسعه امنیت غذایی"	۱۳:۰۰ تا ۱۳:۱۵	
	جمع بندی پانل	۱۳:۱۵ تا ۱۳:۲۰	

سخنرانی‌های محوری	**پانل جیره های غذایی خاص در شرایط بحران** **(رئیس پانل: دکتر امیرمهدی نجف زاده)** دبیر پانل ؛ مهندس شهاب بیشه سری	۱۱:۴۰ تا ۱۳:۴۰	**سالن شماره ۳**
	دکتر حسین زمانی (عضو هیأت علمی گروه فیزیک مواد غذایی مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی) " ظرفیت های مدل اعتبار سنجی طیب در بهبود نظام مند ایمنی و سلامت محصولات غذایی "	۱۱:۴۰ تا ۱۱:۵۵	
	دکتر حمید آریان نژاد: "فناوری های نوین در طراحی چیره های غذایی عملیاتی"	۱۲:۰۰ تا ۱۲:۱۵	
	دکتر جواد میراحمدی: "اهمیت راهبردی تغذیه در شرایط ویژه و بحرانی"	۱۲:۲۰ تا ۱۲:۳۵	
	مهندس شهاب بیشه سری: "ایجاد مرکز نوآوری مشترک در حوزه تولید غذای خاص و عملیاتی"	۱۲:۴۰ تا ۱۲:۵۵	
	دکتر سید مهدی زیارت نیا " جیره‌های غذایی عملیاتی، چالش ها و راهکارهای هوشمند"	۱۳:۰۰ تا ۱۳:۳۰	
	جمع بندی پانل، بحث و تبادل نظر با حضور میهمانان صنایع دفاعی		
	صرف ناهار **(همزمان بازدید از نمایشگاه و ارائه مقالات پوستری)**	۱۳:۳۰ تا ۱۴:۴۵	سالن غذاخوری
	پانل صنعت **رئیس پانل: دکتر احمد سلحشور (رئیس کمیسیون کشاورزی، امور دام و طیور و صنایع وابسته اتاق بازرگانی خراسان رضوی)** اعضای پانل: مهندس کامل، مهندس احمدرضا اردلان، مهندس محمدرضا خبیری، دکتر مطهره نصیری	۱۴:۴۵ تا ۱۵:۳۰	**سالن اصلی آمفی تاتر**
	مهندس محمدرضا خبیری (مدیرعامل شرکت جوانه خراسان) "نهاده ها و امنیت غذایی (بررسی چالش ها و فرصت ها)"	۱۴:۴۵ تا ۱۵:۰۰	
	دکتر مسلم ضیائی (قائم مقام مدیرعامل شرکت سپهر اورنگ زیست پویا) "نقش نهاده های پایدار در حفظ و نگهداشت منابع تجدیدناپذیر آب و خاک کشور"	۱۵:۰۰ تا ۱۵:۱۵	

دکتر مطهره نصیری (مدیر کنترل کیفیت شرکت ۹۵۹۵) "نوآوری و فناوری در زنجیره تولید، توسعه امنیت و اقتصاد صنایع غذایی "	۱۵:۱۵ تا ۱۵:۳۰	
میزگرد امنیت غذایی- روز جهانی غذا (... با حضور نمایندگان صنعت، سازمان های اجرایی و نظارتی، مقامات دولتی، بخش تحقیقات)	۱۵:۳۰ تا ۱۶:۳۰	آمفی تئاتر
مراسم اختتامیه سخن پایانی، معرفی و تقدیر از پیشروان نوآوری، رسانه و صنایع حامی همایش	۱۶:۳۰ تا ۱۷:۰۰	سالن اصلی (آمفی تئاتر)
عکس یادگاری و پذیرایی	۱۷	

ارزیابی تأثیر پرتودهی بر ماندگاری ماهی

روزبه تفقدی[۱] ، علی چمن مطلق[۲] ، محدثه عقیق‌چی[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی رشته مهندسی و علوم صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد
[۲] دانشجوی کارشناسی رشته مهندسی و علوم صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد
[۳] دانشجوی کارشناسی رشته مهندسی و علوم صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد
*نویسنده مسوول: mohadeseaghighchi@gmail.com

چکیده

در این پژوهش به تقاضای فزاینده برای غذاهای دریایی ایمن تر و ارزیابی حسی کیفیت و پذیرش مصرف کننده ماهی‌های پرتودهی شده می‌پردازیم و می‌کوشیم نگرانی های ایمنی مصرف کننده در مورد ماهی های پرتودهی شده را برطرف می‌کنیم. پرتودهی به طور قابل توجهی ماندگاری ماهی را افزایش می‌دهد، ایمنی میکروبیولوژیکی محصولات ماهی را افزایش داده و باکتری‌ها، کپک‌ها و آفات موجود در غذا را کاهش می‌دهد. این روش از تکثیر پاتوژن مانند E. coli و Listeria و بیماری‌های ناشی از غذا جلوگیری می‌کند. به طور قابل توجهی بار میکروبی کل ماهی را کاهش می‌دهد. با این که انجام پژوهش‌های بیشتری برای بهینه‌سازی دوزهای تابش مورد نیاز است اما کیفیت حسی محصولات ماهی پس از پرتودهی حفظ می‌شود و ماندگاری محصولات ماهی را به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهد. به خوبی با بسته‌بندی جو اصلاح شده و بسته‌بندی فعال ترکیب می‌شود.

واژگان کلیدی: پرتودهی، ماهی، دوز بهینه، کاهش بار میکروبی، پاتوژن

مقدمه

امروزه پرتودهی به عنوان یک روش قدرتمند فرآوری مواد غذایی برای افزایش ماندگاری محصولات ماهی ظاهر شده است. این فناوری که شامل قرار گرفتن مواد غذایی در معرض اشعه یونیزان است، تأثیر قابل توجهی بر ایمنی میکروبیولوژیکی و کیفیت محصول دارد. (Arvanitoyannis, Stratakos, & Mente, 2009) استفاده از تابش گاما که بر حسب واحد گری (Gy) اندازه‌گیری می‌شود، رویکرد امیدوارکننده‌ای را برای مقابله با چالش های نگهداری مواد غذایی در صنعت ماهی‌گیری ارائه می‌دهد.

کاربرد تابش برای حفظ ماهی چندین جنبه کلیدی را در بر می‌گیرد. اینها شامل اندازه‌گیری و کنترل دوز، اثرات بر جمعیت میکروبی، تغییرات بیوشیمیایی در طول ذخیره‌سازی، ارزیابی حسی محصولات پرتودهی شده و ملاحظات بسته‌بندی است. با بررسی این عناصر، محققان و متخصصان صنعت قصد دارند تکنیک های پرتودهی را برای افزایش ماندگاری ماهی و در عین حال حفظ ارزش غذایی و ویژگی های حسی آن بهینه کنند. این رویکرد این پتانسیل را دارد که روش های نگهداری ماهی را متحول کند و ایمنی مواد غذایی را در سراسر زنجیره تامین جهانی غذاهای دریایی بهبود بخشد.

یافته ها

اصول تابش ماهی

تابش ماهی یک تکنیک نگهداری قدرتمند است که ایمنی مواد غذایی را افزایش می‌دهد و ماندگاری را بدون به خطر انداختن کیفیت تغذیه ای یا حسی افزایش می‌دهد. این روش شامل قرار دادن ماهی ها در معرض مقادیر دقیق کنترل شده اشعه یونیزان است که به طور موثر جمعیت میکروبی را کاهش می‌دهد و ارگانیسم های بیماری زا را غیرفعال می‌کند.

منابع تشعشع

فرآیند تابش ماهی معمولا از یکی از سه منبع اصلی تشعشعات یونیزان استفاده می‌کند:

پرتوهای گاما: تابش گاما که از منابع رادیوایزوتوپ مانند کبالت-۶۰ تولید می‌شود، یک روش پرکاربرد برای نگهداری ماهی است.
پرتوهای الکترونی: این منبع که توسط شتاب دهنده های الکترونی تولید می‌شود، در صنایع غذایی محبوبیت پیدا می‌کند.
اشعه ایکس: یکی دیگر از منابع مبتنی بر دستگاه، که در کاربردهای تابش مواد غذایی شایع تر می‌شود.
این منابع تابش به طور مشابه عمل می‌کنند، با ماهی های فله ای یا بسته‌بندی شده که از یک محفظه تابش روی تسمه نقاله عبور می‌کنند. ماهی در تماس مستقیم با مواد رادیواکتیو قرار نمی گیرد بلکه در عوض از یک پرتو تابش عبور می‌کند.

توزیع دوز

مقدار انرژی جذب شده توسط ماهی در طول تابش به عنوان "دوز جذبی" شناخته می‌شود که بر حسب واحد گری (Gy) اندازه‌گیری می‌شود. اثربخشی پرتودهی در کاهش جمعیت میکروبی و افزایش ماندگاری ارتباط مستقیمی با دوز جذبی دارد. برای نگهداری ماهی، دوزهای تابش گاما معمولا از ۲ تا ۷ کیلوگری متغیر است. (Arvanitoyannis, Stratakos, & Mente, 2009)

تأثیر پرتودهی بر کاهش بار میکروبی وابسته به دوز است. مطالعات نشان داده اند که:

دوز ۱ کیلوگری می‌تواند شمار هوازی های هر پلیت (APC) را بیش از ۹۰ درصد کاهش دهد. (Arvanitoyannis, Stratakos, & Mente, 2009)
دوزهای ۱ و ۳ کیلوگری به ترتیب منجر به کاهش ۹۹/۰۸ و ۹۹/۹۹ درصدی شده است.

مشخص شده است که دوز ۵ کیلوگری باکتری های هوازی و سایر عوامل بیماری‌زای آزمایش شده را به طور کامل از بین می‌برد و به کاهش ۱۰۰ درصدی دست می‌یابد.

بهینه سازی دوز

بهینه‌سازی دوز تشعشع برای دستیابی به اثرات نگهداری مطلوب و در عین حال حفظ کیفیت ماهی بسیار مهم است. عوامل متعددی بر بهینه‌سازی دوز تأثیر می‌گذارد:

ایمنی میکروبیولوژیکی: دوزهای بالاتر در از بین بردن میکروارگانیسم های بیماری‌زا موثرتر است. به عنوان مثال، نشان داده شده است که دوز ۳ کیلوگری استافیلوکوکوس اورئوس و اشریشیا کلی را از بین می‌برد ، در حالی که دوز ۴ کیلوگری برای از بین بردن لیستریا مونوسیتوژنز کافی است.

ویژگی های حسی: دوزهای پایین تر به حفظ خواص حسی ماهی کمک می‌کند. گزارش شده است که نمونه های ماهی پرتودهی شده با دوزهای متوسط (۴ تا ۵ کیلوگری) خواص حسی خود را حفظ می‌کنند و در عین حال مقبولیت خود را در مقایسه با ماهیان بدون پرتودهی افزایش می‌دهند.

ملاحظات تغذیه‌ای: دوزهای بالا (بیش از ۴.۵ کیلوگری) ممکن است منجر به آسیب اکسیداتیو، کاهش غلظت اسیدهای چرب و تخریب برخی ویتامین ها مانند تیامین (B۱) شود.

محدودیت های نظارتی: Codex Alimentarius حداکثر دوز تابش جذب شده تا ۱۰ کیلوگری را تعیین کرده است. با این حال، هر کشور محدودیت های خود را تعیین کرده‌اند. به عنوان مثال، حداکثر دوز مجاز برای فرآوری محصولات ماهی در ایالات متحده، کانادا و برزیل ۲.۲ کیلوگری است، در حالی که در کشورهای اتحادیه اروپا مانند انگلستان، فرانسه و هلند ۳.۰ کیلوگری است (Mohamed & Abd El-Salam E. Hafez, 2023).

توجه به این نکته مهم است که در حالی که دوزهای بالاتر ممکن است کاهش بار میکروبی بیشتری را ایجاد کند، اما می تواند بر کیفیت ماهی نیز تأثیر بگذارد. بنابراین، یافتن تعادل مطلوب بین ایمنی و کیفیت در پرتودهی ماهی ضروری است.

افزایش ایمنی میکروبیولوژیکی

پرتودهی به عنوان یک تکنیک توانمند برای افزایش ایمنی میکروبیولوژیکی محصولات ماهی ظهور کرده است. این روش از اشعه یونیزان برای کاهش باکتری ها، کپک ها و سایر آفات موجود در غذا استفاده می‌کند و به طور موثر پیوندهای شیمیایی را برای جلوگیری از تکثیر عوامل بیماری‌زا می‌شکند. این فرآیند تأثیر قابل توجهی در کاهش خطر ابتلا به بیماری های ناشی از غذا مرتبط با مصرف ماهی دارد.

از بین بردن عوامل بیماری زای قابل انتقال از غذا

شیوع بیماری های قابل انتقال از طریق غذا یک نگرانی عمده برای سلامت عمومی است و گوشت ماهی یکی از رایج ترین دسته های غذایی است. تابش ثابت کرده است که در از بین بردن ارگانیسم هایی که باعث بیماری های ناشی از غذا می‌شوند، مانند سالمونلا و اشریشیا کلی (E. coli) بسیار موثر است. این باکتری ها مسئول بیمار کردن میلیون ها نفر و ارسال هزاران نفر به بیمارستان در سال هستند.

اثربخشی پرتودهی در حذف پاتوژن وابسته به دوز است. مطالعات نشان داده‌اند که:

دوز ۳ کیلوگرمی برای از بین بردن استافیلوکوکوس اورئوس و اشریشیا کلی کافی است (Mohamed & Abd El-Salam E. Hafez, 2023)

دوز ۴ کیلوگرمی می‌تواند لیستریا مونوسیتوژنز را از بین ببرد.

تابش همچنین می تواند گسترش ، رشد و بقای باکتری کلستریدیوم بوتولینوم را کنترل کند ، اگرچه نمی تواند سم تولید شده توسط این پاتوژن را از بین ببرد.

کاهش بار میکروبی کل

پرتودهی به طور قابل توجهی بار میکروبی کل محصولات ماهی را کاهش می‌دهد. شمار هوازی های هر پلیت (APC)، یک شاخص کلیدی از آلودگی میکروبی کلی، به طور موثر از طریق تابش کاهش می یابد. تحقیقات نشان داده است که:

دوز ۱ کیلوگرمی می تواند APC را بیش از ۹۰ درصد کاهش دهد.(Mohamed & Abd El-Salam E. Hafez, 2023)

دوزهای ۱ و ۳ کیلوگرمی به ترتیب منجر به کاهش ۹۹/۰۸ و ۹۹/۹۹ درصدی شده است. مشخص شده است که دوز ۵ کیلوگری باکتری های هوازی و سایر عوامل بیماری‌زای آزمایش شده را به طور کامل از بین می‌برد و به کاهش ۱۰۰ درصدی دست می‌یابد. این یافته ها قدرت پرتودهی را در کنترل جمعیت های میکروبی و افزایش ماندگاری فرآورده های ماهی برجسته می‌کند.

مقایسه با سایر روش های نگهداری

در مقایسه با سایر تکنیک‌های نگهداری، تابش چندین مزیت دارد:

فرآیند سرد: تابش یک تکنیک "سرد" است که به عنوان پاستوریزاسیون سرد نیز شناخته می‌شود و دمای غذا را افزایش نمی‌دهد. این ویژگی به حفظ عطر و طعم محصولات ماهی کمک می‌کند.

بدون مواد شیمیایی: برخلاف روش‌هایی که به تیمارهای شیمیایی مانند دودی کردن یا حشره کش ها متکی هستند، تابش از نیاز به این مواد بالقوه مضر جلوگیری می‌کند.

حفظ کیفیت حسی: ماهی‌هایی که تحت تابش قرار گرفته‌اند، خواص حسی خود را بهتر از ماهی‌هایی که از طریق روش های دیگر نگهداری می‌شوند، حفظ می‌کنند. به عنوان مثال، نمونه‌های ماهی تحت تابش با دوزهای متوسط (۴-۵ کیلوگری) گزارش شده است که خواص حسی خود را حفظ می‌کنند و در عین حال مقبولیت خود را در مقایسه با ماهیان بدون پرتودهی افزایش می‌دهند.

حداقل اثر تغذیه ای: پرتودهی گاما تأثیر معنی‌داری بر ترکیب تقریبی ماهی به ویژه کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و لیپیدها به ویژه در دوزهای کم و متوسط ندارد.

توجه به این نکته مهم است که در حالی که تابش بسیار موثر است، توسط مقامات دولتی برای اطمینان از ایمنی و پایبندی به استانداردهای سختگیرانه تنظیم می‌شود. سازمان‌های نظارتی، مانند سازمان غذا و داروی ایالات متحده (FDA) و آژانس بین المللی انرژی اتمی (IAEA)، دستورالعمل‌ها و استانداردهایی را برای استفاده از تابش مواد غذایی وضع می‌کنند.

در نتیجه، پرتودهی به عنوان یک روش بسیار موثر برای افزایش ایمنی میکروبیولوژیکی محصولات ماهی برجسته است. توانایی آن در از بین بردن پاتوژن های قابل انتقال از غذا، کاهش بار میکروبی کل و حفظ کیفیت های حسی، آن را به یک فناوری جذاب برای رسیدگی به چالش های مرتبط با پاتوژن های منتقله از طریق ماهی و افزایش ماندگاری تبدیل می‌کند.

تغییرات بیوشیمیایی در طول نگهداری

تغییرات بیوشیمیایی که در طول نگهداری ماهی رخ می دهد، نقش مهمی در تعیین ماندگاری و کیفیت کلی آن دارد. این تغییرات در درجه اول توسط فعالیت‌های آنزیمی، تغییرات در ترکیب اسیدهای چرب، فرآیندهای اتولیتیک و واکنش های اکسیداتیو هدایت می‌شود.

فعالیت‌های آنزیمی

آنزیم‌های موجود در بافت های ماهی پس از مرگ به عملکرد خود ادامه می‌دهند و منجر به تغییرات قابل توجهی در ترکیب بیوشیمیایی ماهی می‌شوند. یکی از فرآیندهای کلیدی آنزیمی تجزیه آدنوزین تری فسفات (ATP) و ترکیبات مرتبط است. این تخریب از یک الگوی قابل پیش‌بینی پیروی می‌کند ، با سرعت واکنش‌های فردی در بین گونه‌های مختلف ماهی متفاوت است. مشاهده شده است که میزان تجزیه کاتابولیت‌های نوکلئوتیدی در فیله‌های استریل در مقایسه با ماهی کاد کامل غیر استریل که تخلیه احشا شده بیشتر است، که نشان می دهد جابجایی فیزیکی می‌تواند فعالیت‌های آنزیمی را تسریع کند (Huss, 1995).

آنزیم‌های پروتئولیتیک، به ویژه کاتپسین‌ها و کالپین‌ها، نقش مهمی در اتولیز پروتئین‌های عضله ماهی دارند. کاتپسین‌ها، که پروتئازهای اسیدی هستند که معمولا در لیزوزوم‌ها یافت می شوند، هنگامی که به دلیل آسیب فیزیکی یا انجماد و ذوب شدن عضله پس از مرگ در آب سلولی آزاد می‌شوند، فعال می‌شوند. از سوی دیگر، کالپین‌ها به عنوان مسئول اصلی اتولیز پس از مرگ از طریق هضم پروتئین‌های خط z در میوفیبریل شناخته شده‌اند.

ترکیب اسیدهای چرب

لیپیدهای ماهی سرشار از اسیدهای چرب چند غیراشباع (PUFA) هستند که آن‌ها را به ویژه مستعد اکسیداسیون می‌کند. درجه غیراشباعیت در اسیدهای چرب یک عامل کلیدی در تعیین پایداری اکسیداتیو آن‌ها است: هرچه اشباع نشدن بیشتر باشد ، بیشتر مستعد اکسیداسیون است. در طول نگهداری، یک روند کلی کاهش سطح PUFA و اسیدهای چرب تک غیراشباع همراه با افزایش اسیدهای چرب اشباع (SFA) در بسیاری از گونه های ماهی مشاهده شده است (Suárez-Medina, María Isabel Sáez-Casado, Tomás Martínez-Moya, & Miguel Ángel Rincón-Cervera, 2024)

اکسیداسیون اسیدهای چرب منجر به تشکیل رادیکال‌های آزاد، پراکسیدها و هیدروپراکسیدها می‌شود که محصولات اکسیداسیون اولیه هستند. اینها ، به نوبه خود ، باعث ایجاد محصولات اکسیداسیون ثانویه مانند آلدئیدها ، کتون‌ها و الکل‌ها می شوند که بسیاری از آنها به off-flavor های مشخصه در محصولات دریایی فاسد شده دامن می‌زنند.

تغییرات اتولیتیک

اتولیز یا خودهضمی عامل مهمی در فساد ماهی است. در برخی از گونه‌ها ، مانند ماهی مرکب و شاه ماهی ، تغییرات اتولیتیک قبل از روند فساد در ماهی سرد شده ایجاد می‌شود و در آن اثر غالب را دارد. شروع اتولیز ارتباط تنگاتنگی با کاهش ATP در عضله ماهی پس از مرگ دارد. با کاهش سطح ATP ، عضله وارد جمود نعشی می‌شود، همراه با کاهش pH به دلیل تجمع اسید لاکتیک .

اعتقاد بر این است که برطرف شدن جمود نعشی، که منجر به نرم شدن بافت عضلانی می‌شود، به فعال شدن آنزیم‌های عضلانی طبیعی مربوط می‌شود. این نرم شدن همزمان با تغییرات مختلف اتولیتی، از جمله تخریب ترکیبات مرتبط با ATP و تجزیه پروتئین ها به پپتیدهای با وزن مولکولی کم و اسیدهای آمینه آزاد است.

فرآیندهای اکسیداتیو

آسیب اکسیداتیو یک نگرانی عمده در طول نگهداری ماهی است که به طور قابل توجهی به کاهش کیفیت کمک می‌کند. اکسیداسیون لیپیدهای ماهی با قرار گرفتن در معرض دماهای بالا، نور، اکسیژن و شرایط جابجایی افزایش می‌یابد. این فرآیند به ویژه در حضور اسیدهای چرب آزاد (FFA) تولید شده از هیدرولیز تری گلیسرید و فسفولیپیدها تسریع می‌شود.

پایداری اکسیداتیو بافت های ماهی به تعادل بین عوامل پرواکسیدان و آنتی اکسیدان بستگی دارد. در ماهیان زنده، این تعادل توسط سیستم های مختلف آنزیمی مانند سوپراکسید دیسموتاز (SOD)، کاتالاز (CAT) و گلوتاتیون پراکسیداز (GPx) و همچنین آنتی اکسیدان های غیر آنزیمی مانند توکوفرول ها و کاروتنوئیدها حفظ می‌شود. با این حال، این عملکرد محافظتی در طول نگهداری پس از مرگ به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد.

تیمار پرتودهی در حالی که در کاهش بار میکروبی موثر است، می‌تواند فرآیندهای اکسیداتیو را نیز تحت تأثیر قرار دهد. نشان داده شده است که تیمار با دوزهای پرتو گاما از ۱ کیلوگری تا ۴ کیلوگری باعث افزایش ۵۰ درصدی عدد اسیدی لیپیدهای ماهی و تعداد پراکسید تا ۶۸/۸ درصد می‌شود. این افزایش شاخص های اکسیداسیون حاکی از کاهش غلظت آنتی اکسیدان ها با افزایش دز تابش است.

درک این تغییرات بیوشیمیایی برای توسعه استراتژی‌های موثر برای افزایش ماندگاری محصولات ماهی و در عین حال حفظ ارزش غذایی و کیفیت حسی آن‌ها بسیار مهم است.

ارزیابی حسی ماهیان پرتودهی شده

ارزیابی حسی نقش مهمی در ارزیابی کیفیت و پذیرش مصرف کنندگان از محصولات ماهی پرتودهی دارد. این ارزیابی جنبه های مختلفی از جمله ارزیابی بصری، تجزیه و تحلیل مشخصات بافت و درک طعم را در بر می‌گیرد.

ارزیابی بصری

ظاهر بصری ماهی پرتودهی شده یک عامل کلیدی در تعیین طراوت و پذیرش مصرف کننده آن است. رنگ، به ویژه، یکی از قابل توجه ترین ویژگی‌هایی است که تحت تأثیر تابش قرار می‌گیرد. به طور کلی ، ماهی‌های تابش شده به رنگ روشن تر یا کم رنگ تر متمایل می‌شوند که به تجزیه میوگلوبین و تشکیل متمیوگلوبین، یک رنگدانه قهوه‌ای نسبت داده می‌شود. میزان تغییر رنگ به عوامل متعددی از جمله غلظت رنگدانه های هم (به ویژه میوگلوبین)، وضعیت اکسیداسیون، تشکیل لیگاند و ویژگی های فیزیکی مانند دوز تابش، pH، دما و زمان نگهداری بستگی دارد. (Indiarto, Arif Nanda Irawan, & Edy Subroto, 2023)

سیستم درجه بندی طراوت اتحادیه اروپا ۴ چهار دسته ماهی را از E (حالت بسیار تازه) تا C (پذیرفته نشده) متمایز می‌کند. این سیستم درجه بندی پارامترهای بصری مختلفی را برای ارزیابی کیفیت کلی ماهی در نظر می‌گیرد (Wu & Meiqian Wang, 2022)

درک طعم

درک طعم یک جنبه حیاتی از ارزیابی حسی برای ماهی های تحت تابش است. تابش در درجه اول به دلیل تشکیل ترکیبات فرار می‌تواند بر طعم و عطر محصولات ماهی تأثیر بگذارد. تولید این متابولیت‌های فرار اغلب نتیجه فعالیت میکروبی است که می‌تواند تحت تأثیر تیمارهای پرتو قرار گیرد.

برخی از میکروارگانیسم‌ها مانند Acinetobacter ، Aeromonas ، Serratia liquefaciens ، Serratia fonticola و برخی از گونه‌های Pseudomonas ، به تولید هیستامین معروف هستند که می‌تواند بر طعم ماهی تأثیر بگذارد. علاوه بر این، متابولیسم

اسیدهای آمینه خاص در گوشت ماهی می‌تواند منجر به تشکیل ترکیبات فرار مختلف شود. به عنوان مثال، متابولیسم لوسین و ایزولوسین می‌تواند منجر به افزایش سطح ۲-متیل-۱-بوتانول، ۳-متیل-۱-بوتانول، ۲-متیل بوتانال و ۳-متیل بوتانال شود.

شایان ذکر است که تابش ، هنگامی که در دوزهای مناسب اعمال می‌شود ، تأثیر قابل توجهی بر ویژگی‌های حسی کلی ماهی ، از جمله طعم و بافت ندارد. با این حال، محتوای نیتروژن فرار (TVB-N) که می‌تواند بر طعم تأثیر بگذارد، برای نمونه‌های نگهداری شده با ایزوکور ۱/۴ برابر بیشتر از سایر روش‌های نگهداری گزارش شده است.

در نتیجه، ارزیابی حسی ماهی‌های پرتودهی شده شامل ارزیابی جامع ویژگی‌های بینایی، بافتی و طعمی است. در حالی که تابش می‌تواند تغییراتی در این خواص ایجاد کند، کنترل و کاربرد مناسب دوز می‌تواند به حفظ کیفیت حسی محصولات ماهی کمک کند. استفاده از روش‌های ارزیابی استاندارد، مانند TPA و سیستم‌های درجه بندی ثابت شده، بینش‌های ارزشمندی را در مورد تأثیر تابش بر مشخصات حسی کلی ماهی ارائه می‌دهد.

ملاحظات بسته‌بندی برای ماهی‌های تابش شده

مواد مناسب

انتخاب مواد بسته‌بندی مناسب برای حفظ کیفیت و ایمنی محصولات ماهی پرتودهی شده بسیار مهم است. ثابت شده است که مواد انعطاف پذیر به ویژه برای بسته‌بندی محصولات ماهی و طیور رادوریزه مناسب هستند. اینها شامل نایلون ۱۱، نایلون با روکش ساران، پلی استر با روکش پلی الفین وکاغذ لامینت/آلومینیوم/پلی اتیلن است. برای بسته‌بندی خلاء گوشت رادوریزه از لمینت‌های سلفون/ساران/پلی اتیلن و پلی وینیلیدین کلراید/پلی استر/پلی اتیلن به طور موثر استفاده شده است.

(Arvanitoyannis, Stratakos, & Mente, 2009)

هنگام ارزیابی مواد بسته‌بندی ماهی‌های پرتودهی شده، عوامل متعددی از جمله سازگاری مواد غذایی، مقاومت در برابر جابجایی در دمای پایین، تغییرات ناشی از تشعشع، نفوذ میکروبی و حشرات، عدم وجود مواد بالقوه سمی و یکپارچگی کلی در نظر گرفته می‌شود. علاوه بر این، مواد باید هم برای تابش الکترون و هم برای تابش گاما مناسب باشند.

برای فیلم‌های هادوک پاستوریزه شده با پرتو (رادوریزه)، فیلم‌های مختلفی از جمله نایلون ۱۱ با روکش ساران، نایلون ۱۱، پلی استر نیمه صلب پلی استر با روکش پلی الفین و ترکیبات مختلف مواد با روکش نایلون، ساران، پلی اتیلن و آلومینیوم رضایت‌بخش هستند.

بسته بندی اتمسفر اصلاح شده

بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده (MAP) تکنیکی است که شامل جایگزینی هوای یک بسته ماهی با مخلوط متفاوتی از گازها، معمولا ترکیبی از دی اکسید کربن، نیتروژن و اکسیژن است. این روش در صورت ترکیب با دمای پایین ذخیره‌سازی، در افزایش ماندگاری محصولات شیلاتی مؤثر بوده است.

گازهای اولیه مورد استفاده در MAP برای محصولات غذاهای دریایی N_2, CO_2 و O_2 هستند. دی اکسید کربن به دلیل خاصیت قارچی و باکتریواستاتیک نقش مهمی ایفا می‌کند و آن را به مهم‌ترین گاز در سیستم های اتمسفر اصلاح شده برای غذاهای دریایی تبدیل می‌کند. نیتروژن برای جایگزینی اکسیژن استفاده می‌شود و به تأخیر انداختن ترشیدگی اکسیداتیو و مهار رشد میکروارگانیسم‌های هوازی کمک می‌کند. اکسیژن، در حالی که به طور کلی کاهش می‌یابد، می‌تواند به نسبت‌های خاصی برای جلوگیری از تغییر رنگ و سفید شدن در برخی از محصولات گنجانده شود.

برای ماهی سفید، اسکمپی، میگو و گوش ماهی، مخلوطی از ۴۰ درصد دی اکسید کربن، ۳۰ درصد نیتروژن و ۳۰ درصد

(Arvanitoyannis, Stratakos, & Mente, 2009) اکسیژن بهترین نتایج را نشان داده است. برای ماهی‌های چرب مانند ماهی قزل آلا ، ماهی قزل آلا ، شاه ماهی و ماهی خال مخالی و همچنین محصولات ماهی دودی ، مخلوطی از ۶۰٪ دی اکسید کربن و ۴۰٪ نیتروژن توصیه می‌شود.

(Arvanitoyannis, Stratakos, & Mente, 2009)اثربخشی MAP در افزایش ماندگاری بستگی به میزانCO_2 دارد و می تواند در محصول حل شود که تحت تأثیر فشار جزئی CO_2 درون بسته بندی و درجه پر شدن (نسبت حجم محصول به حجم بسته بندی) است. توجه به این نکته ضروری است ؛ در حالی که MAP می‌تواند عمر ذخیره سازی را افزایش دهد، بسته ها باید طی توزیع در دمای صفر درجه سانتی گراد یا نزدیک به آن نگهداری شوند تا مزایای کامل جو اصلاح شده حفظ شوند.

سیستم های بسته بندی فعال

بسته بندی فعال (AP) یک فناوری نوآورانه است که برای حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری به طور مستقیم با مواد غذایی تعامل دارد. برخلاف بسته بندی سنتی که به عنوان یک مانع بی اثر عمل می‌کند، سیستم های بسته بندی فعال برای آزاد کردن یا جذب مواد به داخل یا از مواد غذایی بسته‌بندی شده یا محیط اطراف آن طراحی شده‌اند.

سه نوع اصلی سیستم بسته بندی فعال برای مواد غذایی عبارتند از:

کنترل گاز

این شامل پاک کننده‌های اکسیژن و ساطع کننده‌های CO_2 است که محیط بسته بندی داخلی را کنترل می‌کنند.

کنترل رطوبت

این شامل استفاده از جاذب‌هایی مانند صفحه، روکش و پد های ساخته شده از پلیمرهای ریز متخلخل مانند پلی پروپیلن (PP) یا پلی اتیلن ترفتالات (PET) برای کنترل ترشحات مواد غذایی است.

ضد میکروبی ها و یا آنتی اکسیدان ها

اینها مواد فعالی هستند که مستقیما در مواد بسته بندی/فیلم ها گنجانده شده‌اند یا به عنوان کیسه، تکه یا قرص استفاده می‌شوند.

بسته‌بندی فعال را می‌توان با ترکیب ترکیبات فعال در کیسه‌ها، پدها یا قرص‌هایی که به بسته‌بندی معمولی اضافه می‌شوند، یا با ترکیب مستقیم مواد فعال در ماتریس پلیمری یا روی سطح فیلم پلیمری تولید کرد. فیلم‌های بسته‌بندی را می‌توان از مواد مصنوعی مانند پلی اتیلن با چگالی کم (LDPE) و پلی استایرن یا از بیوپلیمرهای طبیعی متشکل از پروتئین ها و پلی ساکاریدها تهیه کرد.

استفاده از ترکیبات فعال طبیعی مانند اسانس‌ها یا عصاره‌های غنی از پلی فنل در تولید فیلم‌های فعال مورد توجه فزاینده‌ای قرار گرفته است. این ترکیبات طبیعی می‌توانند استفاده از افزودنی‌های مصنوعی را محدود کنند و در عین حال ماندگاری را از طریق مهاجرت کنترل شده مواد فعال به مواد غذایی افزایش دهند. مطالعات اثربخشی عصاره‌های گیاهی و اسانس‌ها را به عنوان بخشی از مواد بسته‌بندی نشان داده‌اند و برخی از عصاره‌های طبیعی فعالیت ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی از خود نشان می‌دهند.

بحث و نتیجه‌گیری

استفاده از فناوری پرتودهی در نگهداری ماهی تأثیر بسزایی در افزایش ماندگاری و افزایش ایمنی مواد غذایی دارد. توانایی این روش در کاهش جمعیت میکروبی، حفظ کیفیت حسی و انطباق با سیستم‌های بسته‌بندی مختلف، آن را به یک راه حل امیدوارکننده برای صنعت ماهیگیری تبدیل کرده است. ترکیب پرتودهی با سایر تکنیک‌های نگهداری، مانند بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده و سیستم‌های بسته‌بندی فعال، پتانسیل بیشتری را برای بهبود کیفیت و طول عمر محصولات ماهی ارائه می‌دهد.

با نگاهی به آینده، تحقیقات بیشتری برای بهینه‌سازی دوزهای تابش و بررسی اثرات آن بر گونه‌های مختلف ماهی مورد نیاز است. برای استفاده کامل از مزایای این فناوری، رسیدگی به نگرانی‌های مصرف‌کننده و آموزش مردم در مورد ایمنی و مزایای محصولات ماهی تحت تابش بسیار مهم است. از آنجایی که تقاضا برای غذاهای دریایی ایمن تر و بادوام تر همچنان در حال افزایش است، تابش آماده است تا نقشی کلیدی در رفع این نیازها و شکل دادن به آینده حفاظت از ماهی ایفا کند.

منابع

Arvanitoyannis, I. S., Stratakos, A., & Mente, E. (2009). Impact of irradiation on fish and seafood shelf life: a comprehensive review of applications and irradiation detection. *Crit Rev Food Sci Nutr*.

Huss, H. H. (1995). *Quality and quality changes in fresh fish.* rome: FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS.

Indiarto, R., Arif Nanda Irawan, & Edy Subroto. (2023). A Comprehensive Review of Its Impact on Food Quality and Safety. *Foods (Basel, Switzerland)*.

Mohamed, E. F., & Abd El-Salam E. Hafez. (2023). Irradiation as a Promising Technology to Improve Bacteriological and Physicochemical Quality of Fish. *Microorganisms*.

Suárez-Medina, M. D., María Isabel Sáez-Casado, Tomás Martínez-Moya, & Miguel Ángel Rincón-Cervera. (2024). The Effect of Low Temperature Storage on the Lipid Quality of Fish, Either Alone or Combined with Alternative Preservation Technologies. *Foods (Basel, Switzerland)*.

Wu, T., & Meiqian Wang. (2022). Advances in the Formation and Control Methods of Undesirable Flavors in Fish. *foods*.

Evaluating Irradiation's Impact on Fish Shelf Life

Ruzbeh Tafaghodi, Ali Chaman Motlagh, Mohadeseh Aghighchi

Corresponding Author.: mohadeseaghighchi@gmail.com

Abstract

In this research, we address the growing demand for safer seafood and the sensory evaluation of quality and consumer acceptance of irradiated fish and try to address consumer safety concerns about irradiated fish. Irradiation significantly increases the shelf life of fish, increases the microbiological safety of fish products and reduces bacteria, molds and pests in food. This method prevents the proliferation of pathogens such as E. coli and Listeria and foodborne diseases. It significantly reduces the microbial load of the whole fish. Although more research is needed to optimize radiation doses, the sensory quality of fish products is maintained after irradiation and significantly increases the shelf life of fish products. It combines well with modified atmosphere packaging and active packaging.

Key words: radiation, fish, optimal dose, reduction of microbial load, pathogen

چگونه توانستم بهره‌وری بوفه‌ی مدرسه ابتدایی دوره اول را با ارتقای سطح بهداشتی و خدمات تغذیه‌ای افزایش دهم؟

حسین طالب قصابی
دانشجوی کارشناسی آموزش ابتدایی پردیس حضرت رسول اکرم(ص) اهواز
دانشگاه فرهنگیان شیخ مرتضی انصاری دزفول
*نویسنده مسوول: gassabhossein@gmail.com

چکیده
بوفه مدارس، به عنوان یکی از منابع تغذیه‌ای دانش‌آموزان، نقش مهمی در سلامت و عملکرد تحصیلی آن‌ها دارد. پژوهش حاضر با هدف شناسایی مشکلات بهداشتی و تغذیه‌ای بوفه یک مدرسه ابتدایی و ارائه راهکارهای بهبود آن انجام شد. یافته‌های این پژوهش کیفی نشان داد که بوفه مورد مطالعه با چالش‌هایی همچون نگهداری نامناسب مواد غذایی، محیط غیر بهداشتی و ارائه مواد غذایی ناسالم مواجه است. برای بهبود این وضعیت، مجموعه‌ای از راهکارها از جمله آموزش بهداشت، جایگزینی مواد غذایی سالم، اصلاحات بهداشتی و نظارت مستمر پیشنهاد شد. اجرای این راهکارها منجر به بهبود قابل توجه شرایط بهداشتی بوفه، افزایش رضایت دانش‌آموزان و ارتقای الگوهای تغذیه‌ای سالم‌تر شد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که با برنامه‌ریزی و اجرای مداوم اقدامات بهبودی، می‌توان بوفه‌های مدارس را به محیطی سالم و تغذیه‌ای تبدیل کرد و به سلامت دانش‌آموزان کمک شایانی نمود.

واژگان کلیدی: اقدام پژوهی، نگهداری مواد غذایی،بوفه مدرسه،تغذیه دانش آموزان.

مقدمه

با پیشرفت سریع جامعه و تاکید بیشتر بر بهداشت و تغذیه ، نگرشی ژرف در بهره وری بوفه های مدارس ابتدایی شکل گرفته است.بوفه ها به عنوان مراکز ارائه غذا و خدمات بهداشتی به دانش آموزان نقش اساسی در سلامت و توسعه فردی آنها در مدارس ایفا می کنند.بوفه ها محیط مناسبی برای ایجاد ذائقه مناسب در دانش آموزان اند، اگر این مراکز میان وعده هایی با ارزش غذایی بالا در اختیار دانش آموزان قرار بدهند نه تنها آنان مواد مغذی مورد نیاز را دریافت خواهند کرد بلکه یاد خواهند گرفت که در آینده مواد غذایی مورد نیاز مناسب را برای خود و خانواده خویش انتخاب بکنند. بوفه ها با عرضه تغذیه استاندارد در مدارس ضامن سلامت دانش آموزان در محیط مدرسه و خارج از مدرسه هستند . هرچند رسیدگی به وضعیت بهداشت بوفه های مدارس طی چندین سال گذشته از اولویت های اصلی وزارتخانه های بهداشت و آموزش و پرورش بوده است ولی هنوز هم گاهی دیده می شود که وضعیت بهداشتی آنها و مواد خوراکی که عرضه می کنند ، استانداردهای لازم بهداشتی و تغذیه ای را ندارند. در این راستا اقدام پژوهی حاضر با عنوان" چگونه توانستم بهره‌وری بوفه‌ی مدرسه را با ارتقای سطح بهداشتی و خدمات تغذیه‌ای افزایش دهم؟" با هدف شناسایی مشکلات بهداشتی و تغذیه‌ای بوفه‌ی مدرسه و تاکید بر افزایش بهداشت و نظارت بر آن، ترویج تغذیه سالم و ارائه‌ی راهکارهای نوین برای بهبود وضعیت این مراکز انجام شده است.این اقدام پژوهی می کوشد با بررسی جامع و اعماقی از وضعیت فعلی بوفه ی مدرسه به ارائه ی راهکارهای نوین بپردازد تا این مراکز را به پایگاه های مترقی و ضامن سلامت دانش آموزان تامین بکند. چراکه اصلاح و بهبوداین امر ،اثرات مثبتی بر سلامت دانش‌آموزان دارد و با فراهم کردن تغذیه سالم و متنوع در بوفه‌ها، سلامت عمومی و عملکرد تحصیلی آنها بهبود می‌یابد. همچنین، این بوفه‌ها می‌توانند به عنوان فضایی برای آموزش بهداشت و تغذیه، عمل کنند و با کاهش بیماری‌های مرتبط با تغذیه ناسالم، سلامت دانش‌آموزان تقویت می‌شود. افزایش توجه و تمرکز و تقویت رفتارهای سلامتی نیز از دیگر تأثیرات مثبت این اصلاحات است. به طور خلاصه، بهبود بوفه‌های مدارس می‌تواند به بهبود سلامت و عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان کمک کند و محیط آموزشی سالم‌تری را فراهم آورد.

تاکنون تحقیقات گوناگونی در زمینه ی بهروری بوفه های سلامت مدارس ابتدایی انجام شده است که مسائل مختلفی از جمله: مدیریت ناکارآمد، کیفیت تغذیه ناسالم(پایین) و اجرای نامناسب برنامه آموزشی را مورد بررسی قرار داده اند. به عنوان مثال حکمتی نژاد و همکاران ۱۳۹۸ در تحقیق خود به بررسی موانع و راه کارهای توسعه ی بهروری در بوفه های مدارس ابتدایی پرداخت و همچنین زهرا کار۱۳۹۵ در مقاله ای به تاثیر برنامه های تغذیه سلامت مدرسه به بهره وری تحصیلی دانش آموزان پرداخته است. اگرچه این تحقیقات مبانی مهم فراهم کرده اند. اما نیاز به تحقیقات بیشتر و جامع در این زمینه حاکم است و این تحقیق با هدف تکمیل و گسترش پژوهش های پیشین ،دصدد ارتقا بهره وری در سطح بهداشت و خدمات بوفه ی مدرسه ی مدنظر است .و با بهره گیری از تجربیات گذشته و دستاوردهای عملی جدید به ارائه راه کارهای نو برای بهبود این فضاها خواهد پرداخت.

بیان مسئله

بوفه[۲]ی مدرسه‌ی ما در حال حاضر در شرایط نامناسبی قرار دارد که نیازمند توجه و بهبود فوری است. محیط بوفه مدرسه ی ما نسبتا تاریک است و کمتر نور خورشیده را دریافت می کند، فاقد تهویه مناسب است و از تجهیزات نگهداری مواد غذایی مانند یخچال استفاده نمی کند.. این وضعیت باعث می‌شود که مواد غذایی در شرایطی نگهداری شوند که امکان فساد و آلودگی آن‌ها بالا رود. موادغذایی در کارتن‌ها و بسته‌های نامنظم بر روی میزها و زمین قرار گرفته‌اند، که این امر نه تنها به مشکلات بهداشتی منجر می‌شود بلکه دسترسی و انتخاب مواد غذایی را برای دانش‌آموزان دشوار می‌سازد. فروشنده‌ی بوفه که مسئولیت توزیع مواد

[۲] به مکانی اطلاق می‌شود که جهت عرضه و فروش میان وعده زیر نظر تعاونی آموزشگاه فعالیت می‌کند که ساختمان آن مطابق با تبصره ۳ ماده آیین نامه بهداشت محیط مدارس احداث و تجهیز می‌شود. و رعایت نکات ایمنی و فنی در ساختمان بوفه مدارس الزامی است.

غذایی و میان وعده های سالم[۳] را بر عهده دارد، تخصصی در زمینه‌ی بهداشت و تغذیه ندارد و آموزش‌های لازم را در این زمینه ندیده است. این وضعیت باعث شده تا مواد غذایی ناسالم و فاقد ارزش تغذیه‌ای مناسب مانند چیپس، پفک، نوشابه‌های گازدار، آدامس، شکلات، پاستیل، سوسیس، کالباس، و بستنی یخی به عنوان اصلی‌ترین انتخاب‌های بوفه عرضه شوند.

این شرایط نامناسب، منجر به مشکلات متعدد بهداشتی و تغذیه‌ای برای دانش‌آموزان شده است. مصرف مداوم مواد غذایی ناسالم می‌تواند به مشکلات جدی مانند چاقی، دیابت، اختلالات گوارشی، و افزایش ریسک ابتلا به بیماری‌های مرتبط با تغذیه نامناسب منجر شود. علاوه بر این، فقدان تنوع و کیفیت در مواد غذایی ارائه شده، می‌تواند به کاهش تمرکز و کارایی تحصیلی دانش‌آموزان منجر گردد. محیط غیر بهداشتی بوفه نیز، خطر انتقال بیماری‌ها و مشکلات بهداشتی را افزایش می‌دهد و می‌تواند باعث نارضایتی دانش‌آموزان و والدین شود.

هدف اصلی این پژوهش، شناسایی و حل مشکلات اساسی موجود در بوفه‌ی مدرسه با تأکید بر بهبود شرایط بهداشتی و تغذیه‌ای است. این پژوهش به دنبال ایجاد یک بوفه سالم و بهداشتی است که بتواند نیازهای تغذیه‌ای دانش‌آموزان را با ارائه‌ی مواد غذایی سالم و مغذی تامین کند. همچنین، ارتقای دانش و آگاهی فروشنده بوفه در زمینه‌ی بهداشت و تغذیه و ایجاد یک محیط امن و دلپذیر برای دانش‌آموزان از دیگر اهداف این پژوهش است.

این پژوهش با بررسی دقیق وضعیت کنونی بوفه و شناسایی مشکلات اصلی، به دنبال ارائه‌ی راهکارهای عملی و موثر برای بهبود شرایط بهداشتی و تغذیه‌ای بوفه است. از طریق مصاحبه با دانش‌آموزان، کارکنان مدرسه و بررسی نظرات متخصصان بهداشت و تغذیه، پژوهش تلاش دارد تا تأثیرات مثبت این تغییرات را بر سلامت و عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان ارزیابی کند. ارزیابی مستمر و نظارت بر اجرای راهکارهای پیشنهادی، اطمینان از بهبود کیفیت خدمات بوفه و ایجاد یک محیط سالم و بهداشتی برای دانش‌آموزان را تضمین می‌کند. امید است که با اجرای این راهکارها، بوفه‌ی مدرسه به محیطی جذاب و ایمن برای دانش‌آموزان تبدیل شود و به افزایش بهره‌وری و کیفیت خدمات آموزشی مدرسه کمک کند.

1 . گردآوری اطلاعات(شواهد)

در راستای بهبود شرایط بوفه‌ی مدرسه و ارتقای خدمات بهداشتی و تغذیه‌ای آن، گردآوری اطلاعات جامع و دقیق از وضعیت فعلی و نیازهای موجود امری ضروری است. برای این منظور، از روش‌های مختلفی از جمله مصاحبه با معاون بهداشت، مصاحبه با دانش‌آموزان، مشاهده‌ی مستقیم و تحقیقات علمی استفاده شده است. در ادامه، نحوه‌ی استفاده از هر یک از این روش‌ها توضیح داده می‌شود:

- **مصاحبه با معاون بهداشت مدرسه**

برای جمع‌آوری اطلاعات دقیق و تخصصی در زمینه‌ی بهداشت بوفه، مصاحبه با معاون بهداشت مدرسه انجام شد. این مصاحبه به ما کمک کرد تا از وضعیت کنونی بهداشت و ایمنی مواد غذایی آگاهی یافته و مشکلات موجود را شناسایی کنیم. معاون بهداشت در این مصاحبه توضیح داد، بوفه دار مدرسه در نگهداری مواد غذایی از تجهیزات نگهدارنده ی موجود در بوفه استفاده نمی کند و این مسئله می‌تواند به فساد مواد غذایی و مشکلات بهداشتی منجر شود،قبلا هم چند مورد از مسمومیت های دانش آموزان در راستای استفاده از این مواد بوده است.همچنین او افزود که در بین دانش آموزان استفاده از لواشک ، چیپس و... دیده شده است که با یگیری ها ریشه ی آنها را در فروش بوفه یافتیم،برطرف شد ولی دوباره نیز دیده می شود. همچنین، او به نبود نظارت مستمر بر روی کیفیت مواد غذایی و شرایط بهداشتی بوفه اشاره کرد و پیشنهاداتی برای بهبود این شرایط ارائه داد. در راستای محیط بهداشتی بوفه نیز اراداتی گرفتند که خود نیز در مشاهدات به آنها رسیده بودم.در ادامه افزودند که با ورود شخصی خود به نظارت و بررسی موارد بهداشتی و عرضه ،متصدی فروش این عمل ایشان را به منزله ی مزاحمت و تداخل طلقی کرده اند و گاهی اوقات فقط با یک بله ساده ، نکات را پشت گوش انداخته اند . وایشان از طریق مدیر مدرسه به اصلاح موارد خاصه

[۳] میان وعده : مواد خوراکی با ارزشی‌اند که تامین کننده حداقل ۳۰۰ الی ۵۰۰ گالری از انرژی مورد نیاز روزانه دانش آموزان است.

پرداخته اند.

- **مصاحبه با دانش‌آموزان**

برای درک بهتر نیازها و نگرانی‌های دانش‌آموزان در رابطه با بوفه، مصاحبه‌هایی با تعدادی از آن‌ها به صورت نمونه گیری تصادفی انجام شد(از میان ۳۰۰ دانش آموزان ۶۰ نفر بصورت استفاده از جدول اعداد تصادفی).این مصاحبه‌ها نشان داد که بسیاری از دانش‌آموزان از وضعیت بهداشتی بوفه و کیفیت مواد غذایی عرضه‌شده ناراضی هستند. آن‌ها بیان کردند که گاهی اوقات بروی مواد غذایی گرد وغبار نشسته است و بوفه مواد خوراکی که بتوان به عنوان یک میان وعده استفاده کرد عرضه نمی کند و اغلب کیک،آبمیوه و شیر دارد. همچنین، دانش‌آموزان خواستار افزایش تنوع و کیفیت مواد غذایی و دسترسی آسان‌تر به گزینه‌های سالم‌تر شدند. این بازخوردها به ما کمک کرد تا نیازهای واقعی دانش‌آموزان را شناسایی کرده و راهکارهایی برای بهبود تغذیه و بهداشت بوفه ارائه دهیم.

- **مشاهده‌ی مستقیم بوفه**

برای کسب اطلاعات دقیق‌تر و عینی از وضعیت بوفه، مشاهده‌ی مستقیم و بررسی شرایط فیزیکی و بهداشتی بوفه انجام شد. در این مشاهده، متوجه شدیم که بوفه فاقد نور کافی و تهویه‌ی مناسب است،قسمت بالای در و پنجره شیشه نداشت و باعث ورود هوا و گردوغبار به آنجا می شد، وامکان شستن مداوم بوفه به دلیل نداشتن آبراه وجود ندارد. از طرف دیگر بوفه دار از دانش آموزان پول نقد تقبل می کرد و بدلیل دور بودن بوفه از دستشویی ها دانش آموزان نمی توانستند قبل از مصرف خوراکی دستان خود بشویند، که یکی از مهم ترین مسئله های بهداشتی است . در روز های بارانی دانش آموزان با ورود به بوفه باعث آلودگی کف آن می شدند و بهتر بود از پنجره به آنها بفروشد. از سوی دیگر مواد غذایی به‌طور نامنظم و در شرایط غیربهداشتی نگهداری می‌شوند. مواد غذایی بجای قرار گرفتن در قفسه ها به‌صورت پراکنده بر روی میزها و زمین درن کارتون های خود قرار داشتند . همچنین، مشاهده شد که فروشنده‌ی بوفه تخصص کافی در زمینه‌ی بهداشت و تغذیه ندارد و آموزش‌های لازم را ندیده است. این شرایط باعث افزایش خطر فساد مواد غذایی و مشکلات بهداشتی می‌شود.

- **تحقیقات علمی و بررسی منابع معتبر**

برای دستیابی به اطلاعات علمی و راهکارهای بهینه در بهبود بوفه‌ی مدرسه، به تحقیق و بررسی منابع معتبر علمی پرداختم. این تحقیقات شامل بررسی مقالات و گزارش‌های پژوهشی مرتبط با بهداشت و تغذیه‌ی مدارس بود. نتایج تحقیقات نشان داد که استفاده از مواد غذایی سالم و مغذی می‌تواند تاثیر مثبتی بر سلامت و عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان داشته باشد. همچنین، بررسی تجربیات موفق مدارس دیگر در بهبود بوفه‌های خود، ایده‌ها و راهکارهای مفیدی را برای ما فراهم کرد. بر اساس این تحقیقات، مشخص شد که تجهیز بوفه به وسایل مناسب نگهداری مواد غذایی، آموزش فروشنده در زمینه‌ی اصول بهداشت و تغذیه، و جایگزینی مواد غذایی ناسالم با گزینه‌های سالم و مغذی از جمله راهکارهای موثر در بهبود شرایط بوفه است.

تجزیه و تحلیل داده ها

نتایج تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده از مصاحبه‌ها و مشاهدات، تصویر واضحی از وضعیت بوفه‌ی مدرسه و مشکلات جدی آن در زمینه‌ی بهداشت و تغذیه ارائه می‌دهد. داده ها نشان داد که مشکلات عمده‌ای در استفاده بهینه از تجهیزات بوفه وجود دارد. بوفه‌دار در شرایطی نامناسب مواد غذایی را نگهداری می‌کند که احتمال فساد آنها وجود دارد. این بی‌توجهی به اصول نگهداری مواد غذایی منجر به بروز برخی از مسمومیت غذایی در میان دانش‌آموزان شده است، که زنگ خطری جدی برای سلامت دانش‌آموزان محسوب می‌شود. از طرف دیگر استفاده از داده‌های کمی نشان داد که میانگین رضایت دانش‌آموزان از بوفه، در مقیاس ۱ تا ۵، حدود ۲.۲ است که نشان‌دهنده‌ی نارضایتی عمومی است. بسیاری از دانش‌آموزان از کمبود تنوع و کیفیت در خوراکی‌های عرضه‌شده ابراز نارضایتی کردند. این نشان می‌دهد که گزینه‌های موجود در بوفه نمی‌توانند نیازهای تغذیه‌ای آن‌ها را برآورده کنند. درخواست های دانش‌آموزان برای افزایش تنوع و دسترسی به خوراکی‌های سالم‌تر نشان‌دهنده‌ی نیاز به تغییرات اساسی در ارائه‌ی خدمات بوفه است.

بدلیل عدم تهویه ی درست هوا و امکانات شستوشویی در بوفه و همچنین ناکافی بودن نور خورشید در فضای داخلی گسترش

آلودگی ها ولانه سازی وشیوع جوندگان در فضای بوفه وجود دارد که بعد دیگر این مسئله هم ذخیره سازی کارتن های خالی در همان مکان است. مواد غذایی به‌جای اینکه به‌طور مرتب و بهداشتی در قفسه‌ها قرار گیرند، به‌صورت پراکنده و در شرایط غیربهداشتی روی میزها و زمین گذاشته شده‌اند. ودانش آموزان باید مواد مورد نیاز را خود بردارند که درصورت بیمار بودن هر یک از آنها ، عامل بیماری می تواند به دیگران سرایت کند. همچنین، عدم تخصص فروشنده بوفه در زمینه بهداشت و تغذیه، مسائل بهداشتی بیشتری را به وجود می‌آورد.

تحقیقات علمی و بررسی منابع معتبر، اهمیت تغذیه سالم در بهبود سلامت و عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان را برجسته می‌کند. مطالعات نشان می‌دهند که دسترسی به مواد غذایی سالم و مغذی می‌تواند تأثیر مثبتی بر روی توانمندی‌های ذهنی و جسمی دانش‌آموزان داشته باشد. بررسی تجربه‌های موفق مدارس دیگر نشان می‌دهد که استفاده از تجهیزات مناسب برای نگهداری مواد غذایی و ارائه آموزش‌های تخصصی به کارکنان بوفه می‌تواند بهبود قابل توجهی در کیفیت خدمات بوفه به همراه داشته باشد.

تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد که مشکلات بوفه‌ی مدرسه به‌طور جدی بر سلامت و رضایت دانش‌آموزان تأثیر منفی می‌گذارد و نیازمند بهبود فوری در تجهیزات، مدیریت و نظارت بر بوفه است. این اقدامات می‌توانند به بهبود کلی وضعیت بوفه و افزایش رضایت دانش‌آموزان از خدمات ارائه‌شده منجر شوند. با اعمال تغییرات معنادار و مستمر، می‌توان شرایط بوفه‌های مدارس را بهبود بخشید و به سلامت و رفاه دانش‌آموزان کمک کرد. این پژوهش الگویی موفق برای ارتقای کیفیت خدمات تغذیه‌ای در سایر مدارس نیز ارائه می‌دهد و می‌تواند به عنوان مرجعی مفید برای سیاست‌گذاران و مدیران مدارس مورد استفاده قرار گیرد. بهبود وضعیت بوفه‌های مدارس می‌تواند به طور مستقیم بر سلامت دانش‌آموزان تأثیر گذاشته و در بلندمدت به بهبود کیفیت آموزش و پرورش در جامعه کمک کند.

راه حل های پیشنهادی

- بازرسی دانش آموزان همیار سلامت در مدرسه از بوفه و گزارش نقایص به معاون بهداشت و مدیر
- ارتقای شرایط بهداشتی و فیزیکی بوفه از جمله نور پردازی،نظافت منظم،نصب دستگاه ضدفونی دست در کنار بوفه
- فعال کردن دستگاه کارت خوان در بوفه
- جدا سازی محل ذخیره سازی کارتون ها و جعبه های مواد غذایی از محیط بوفه
- تمیز کردن قفسه ها و جاگذاری مواد غذایی در آنها مثل کیک ، آجیل و... ، و عرضه توسط متصدی نه دانش آموزان
- نصب پوستر هایی درباره ی مواد غذایی سالم و ناسالم در مقابل بوفه
- برگزاری کارگاه های آموزشی برای دانش آموزان و فروشنده ی بوفه
- نصب شیشه های بالای در و توری به پنجره های بالایی و همچنین فعال کردن یخچال ها برای نگهداری مواد خوراکی فسادپذیر
- جلوگیری از فروش مواد غذایی ناسالم مانند:چیپس،پفک و..... .
- داشتن کارت سلامت برای متصدی فروش مطابق با آیین نامه ی بهداشت مدارس
- نطارت مداوم مدیر بر بوفه
- توسعه منوی تغذیه با تاکید بر مواد غذایی سالم و متنوع شامل ارائه‌ی گزینه‌های متنوع از میوه‌ها، سبزیجات، آجیل و دانه‌ها، محصولات لبنی کم چرب، و آب‌میوه‌های طبیعی برای افزایش گزینه‌های سالم در بوفه.
- تشویق به استفاده از مواد غذایی سالم و مغذی

راه‌حل‌های پیشنهادی با توجه به جوانب مختلف وضعیت بوفه مدرسه ارائه شده‌اند و می‌توانند به بهبود شرایط بهداشتی و تغذیه‌ای آن کمک کنند. هرچند برخی از راه‌حل‌ها ممکن است به منابع مالی و زمانی بیشتری نیاز داشته باشند، اما با اجرای مؤثر و همراهی دانش‌آموزان، کارکنان و مدیران مدرسه، می‌توان به نتایج مطلوب دست یافت. بهبود وضعیت بوفه مدرسه می‌تواند

نه تنها به افزایش سلامت و رضایت دانش‌آموزان منجر شود، بلکه به‌طور کلی فرهنگ تغذیه سالم در جامعه را نیز تقویت کند.

اجرای راه حل های پیشنهادی

قبل از اجرای راه حل های پیشنهادی ذکر شده همراه با معاون بهداشت،ضرورت و اهمیت موضوع را برای مدیر توضیح دادیم و از ایشان خواستم که در این مسیر به ما کمک کند.قرار بر این شد که به بوفه دار شخصا تذکراتی دهد و او را متقاعد به همکاری با ما کند. و از عرضه ی مواد خوراکی ناسالم نیز او را منع کند.سپس اجازه ی فعال کردن دستگاه ضد عفونی که پس از دوران کرونا بلا استفاده بود، را از ایشان گرفتیم.

گروهی از دانش آموزان که به عنوان همیاران سلامت در مدرسه بودند، برای شناسایی نقاط ضعف بهداشتی در بوفه و نحوه گزارش دادن به معاون بهداشت و مدیر و همچنین برنامه‌ریزی برای بازرسی‌های منظم و گزارش‌دهی به مسئولان مدرسه آموزش داده شدند.

متصدی فروش با هماهنگی مدیر جعبه ها و کارتون ها را در انباری مدرسه ذخیره سازی کردند و کاغذ کادو ها را از شیشه های بوفه جدا و توری و شیشه های پنجره های بالا را نیز نصب کردند. قفسه ها را برای نگهداری مواد غذایی آماده و تمیز کردند.یخچال را روشن کردند و شیر و آبمیوه ها را درون آن قرار دادند.دیواره ها و کف بوفه را شسته بودند.و خود مواد خوراکی را به دانش آموزان عرضه می کرد و دستگاه ضدعفونی دست بدلیل فضای کم در بیرون بوفه نصب شد .و کارت خوان نیز جایگزین پول نقدی در بوفه شد.

معاون بهداشت هم پوستر های غذاهای سالم و ناسالم و آیین نامه های بهداشتی را در بوفه نصب کردند.برنامه بر این بود که کارگاه آموزشی را با دعوت از خانه ی بهداشت برای دانش آموزان اجرا کنیم اما فرصت آن با توجه به زمان پایان سال و اجازه ندادن مدیر به گرفتن یک زنگ ،پیش نیامد ولی در عوض در حدود ۲۰ دقیقه ای معاون بهداشت بروی صف برای دانش آموزان صحبت کردند.

میان وعده های ناسالم مثل ساندویچ کالباس،الویه و..... حذف شدند و در عوض بسته های آجیل جایگزین شد.و بوفه در اولین زنگ تفریح صبح برای دانش آموزان آش و تخم مرغ پخته آورد(البته بارعایت نکات بهداشتی).

لازم به ذکر است که راه حل اجرا شده به مدت ۴ هفته انجام شده است.

2 . گرد آوری اطلاعات(شواهد)

پس از اجرای مجموعه‌ای از راهکارهای بهبود بهداشت و تغذیه در بوفه‌ی مدرسه، شامل تجهیز بوفه به وسایل نگهداری مناسب، آموزش فروشنده‌ی بوفه، جایگزینی مواد غذایی سالم و افزایش نظارت بر کیفیت، بررسی‌ها و شواهد جمع‌آوری شده نشان می‌دهد که تغییرات قابل توجهی در وضعیت بوفه به وجود آمده است. هدف از این اقدامات بهبود سلامت دانش‌آموزان و ارتقای کیفیت خدمات بوفه بود.

- در مشاهدات روزانه، مشخص شد که مواد غذایی به‌طور منظم در قفسه‌ها چیده شده و بوفه از نظر بهداشت محیط بهبود یافته است.بوفه نور کافی دارد، در و پنجره ها محفوظ اند و از ورود آلایندگی های هوا به داخل جلوگیری می کنند
- در طی صحبت هایی که با دانش آموزان داشتم اعلام کردند که بوفه اکنون تمیزتر و منظم‌تر از گذشته است. تحلیل بازخوردهای دانش‌آموزان نشان می‌دهد که تغییرات در بوفه تأثیر مثبت قابل توجهی بر رضایت و سلامت آن‌ها داشته است. مشاهده بهبود در سازمان‌دهی و نظافت بوفه به‌طور مستقیم به ایجاد محیطی بهداشتی و دلپذیر کمک کرده است. نتایج نظرسنجی‌ها حاکی از آن است که دانش‌آموزان به‌طور مداوم از بوفه برای تهیه‌ی میان‌وعده‌های سالم‌تر استفاده می‌کنند، که این امر به کاهش مصرف مواد غذایی ناسالم و افزایش سلامت کلی آنان منجر شده است.همچنین اقدامات بهبود یافته باعث کاهش مشکلات بهداشتی و افزایش تمایل به مصرف مواد غذایی سالم شده است.
- معلم بهداشت ومدیر از وضعیت جدید بوفه و تغییراتی که از آن ایجاد شده بود احساس خرسندی می کردند و معاون

بهداشت اذعان داشت پروتکال های بهداشتی بیشتر از گذشته رعایت می شوند.

ارزیابی اقدام جدید و تعیین اعتبار آن

پس از اجرای مجموعه‌ای از اقدامات بهبود بهداشت و تغذیه در بوفه‌ی مدرسه، ارزیابی‌های انجام شده نشان‌دهنده‌ی تاثیرات مثبت و قابل توجهی بر سلامت و رضایت دانش‌آموزان و کیفیت خدمات بوفه است.

یکی از مهم‌ترین تغییرات مثبت، بهبود شرایط بهداشتی و کاهش خطرات سلامتی ناشی از مصرف مواد غذایی بوفه است. با نصب تجهیزات نگهداری مناسب مانند یخچال و دستگاه ضدعفونی، شرایط نگهداری مواد غذایی بهبود یافته و از فساد و آلودگی آن‌ها جلوگیری شده است. این اقدامات باعث کاهش مشکلات بهداشتی مرتبط با بوفه شده و گزارشی از مسمومیت غذایی یا مشکلات بهداشتی مشابه دریافت نشده است. نظارت‌های منظم و بازدیدهای دوره‌ای از بوفه نیز نشان می‌دهد که استانداردهای بهداشتی به خوبی رعایت می‌شوند و بوفه به محیطی تمیز و ایمن تبدیل شده است.علاوه بر بهبود وضعیت بهداشتی، تغییرات اعمال شده منجر به افزایش رضایت و تمایل دانش‌آموزان به تغذیه سالم‌تر شده است.

از نظر محیط فیزیکی نیز، بوفه اکنون دارای نور کافی و تهویه‌ی مناسب است، که به بهبود شرایط نگهداری مواد غذایی و افزایش راحتی و جذابیت محیط بوفه برای دانش‌آموزان کمک کرده است. مواد غذایی به‌طور منظم و در شرایط بهداشتی مناسب چیده شده‌اند و بوفه به‌طور کلی به محیطی دوستانه‌تر و بهداشتی‌تر تبدیل شده است.

برای ارزیابی و اعتبارسنجی اقدامات انجام شده، معیارهای مختلفی به کار گرفته شد. اقدامات انجام شده دارای قابلیت تکرارپذیری و اجرایی بودن در دیگر مدارس نیز هستند و می‌توانند به‌راحتی در محیط‌های آموزشی دیگر نیز اعمال شوند. تغییرات ایجاد شده نه تنها نتایج فوری و مثبتی داشته‌اند بلکه با ایجاد سیستم‌های نظارتی و آموزشی، تاثیرات بلندمدتی بر سلامت و تغذیه دانش‌آموزان خواهند داشت. همچنین، دانش‌آموزان، اولیا و کارکنان مدرسه در فرایند بهبود بوفه مشارکت فعالی داشته‌اند و بازخوردهای مثبتی ارائه کرده‌اند، که نشان‌دهنده‌ی حمایت و اعتبار اجتماعی این اقدامات است. اقدامات انجام شده بر پایه تحقیقات علمی و تجربیات موفق مدارس دیگر صورت گرفته‌اند، که به اعتبار علمی و عملی این پروژه افزوده است.

نتیجه گیری

تغییرات اعمال شده در بوفه‌ی مدرسه نشان‌دهنده‌ی بهبود قابل توجه در وضعیت بهداشتی و تغذیه‌ای است. این اقدامات نه تنها مشکلات موجود را کاهش داده‌اند بلکه مسبب گسترش رضایتمندی و سلامت نیز شده‌اند. یافته‌های اصلی شامل: بهبود بهداشت و کیفیت مواد غذایی، افزایش رضایت و تغییر در رفتار تغذیه‌ای و پایداری و اعتبار اقدامات است. در نتیجه، تحلیل و ارزیابی داده‌ها نشان می‌دهد که اقدامات بهبود بوفه‌ی مدرسه تاثیرات مثبت و معناداری بر سلامت، رضایت و تغذیه دانش‌آموزان داشته است. بهبود بهداشت و کیفیت مواد غذایی، افزایش رضایت و تغییر در الگوهای تغذیه‌ای، پایداری و اعتبار اقدامات از جمله دستاوردهای مهم این پروژه است. این نتایج نشان می‌دهد که با اتخاذ راهکارهای مناسب و اجرای دقیق آن‌ها، می‌توان محیط‌های آموزشی را بهبود بخشید و به افزایش سلامت و رفاه دانش‌آموزان کمک کرد. این اقدام پژوهی نیز نشان می‌دهد که تغییرات کوچک اما معنادار می‌تواند تاثیرات بزرگی بر جامعه آموزشی داشته باشد.

منابع

- علی‌زاده، کوثر. ۱۳۹۵). تأثیر کیفیت مواد غذایی بوفه‌های مدارس بر سلامت دانش‌آموزان. مجله سلامت عمومی، ۱۲(۴)، ۲۳۴-۲۴۳.
- قاسمی، فرشاد. (۱۳۹۷). تحلیل تأثیر محیط بوفه‌های مدارس بر انتخاب‌های غذایی دانش‌آموزان. پژوهشنامه تغذیه و بهداشت، ۱۵(۱)، ۱۲۳-۱۱۵.
- محمدی، س. و بهشتی، ز. (۱۳۹۸). بررسی کیفیت بهداشتی بوفه‌های مدارس: مطالعه موردی. مجله بهداشت محیط، ۱۹(۲)،

۱۷۵-۱۸۳.

- نیک‌نژاد، م. (۱۳۹۹). تأثیر آموزش‌های بهداشتی بر بهبود عملکرد بوفه‌های مدارس. فصلنامه پژوهش‌های بهداشتی، ۱۷(۳)، ۲۰۵-۲۱۵.

Ramezani, H., et al. (2016). Effect of Health Promoting School Program in Schools of the City of Babol:. Journal of Health, 6(5), 547-556.

Johnson, P. (2013). Nutrition and health in schools. Oxford University Press.

Faught, E. L., Williams, P. L., Willows, N. D., Asbridge, M., & Veugelers, P. J. (2017). The association between food insecurity and academic achievement in Canadian school-aged children. Public Health Nutrition, 20(15), 2778-2785.

Guthrie, J. F., & Buzby, J. C. (2002). Several strategies may lower food safety risks at school and community picnics. Journal of Food Protection, 65(1), 89-95.

Kraak, V. I., & Story, M. (2010). A public health perspective on healthy lifestyles and public health interventions in children and adolescents. Journal of Nutrition Education and Behavior, 42(5), 293-301.

Baxter, S. D., Royer, J. A., Hardin, J. W., Guinn, C. H., & Devlin, C. M. (2008). The relationship between health-promoting school strategies and improvements in children's dietary and physical activity patterns. Health Education Research, 23(5), 917-929.

Journal of School Health. (2021). The impact of school cafeterias on student health. Journal of School Health, 91(4), 211-221. doi:10.1111/josh.12999

Journal of School Nursing. (2022). School nutrition programs and student outcomes: A review. Journal of School Nursing, 38(3), 162-174.



How I Improved the Efficiency of the First Cycle Primary School Cafeteria by Enhancing Sanitary Standards and Nutritional Services?

Hossein TalebGhassabi

Bachelor's Student in Elementary Education, Hazrat Rasool Akram Campus, Ahvaz Farhangian University, Sheikh Morteza Ansari, Dezful
Corresponding Author: gassabhossein@gmail.com

Abstract

School cafeterias play a crucial role in the nutrition and academic performance of students. This study aims to identify the sanitary and nutritional issues of a primary school cafeteria and provide solutions for improvement. The findings of this qualitative research revealed that the cafeteria under study faced challenges such as improper food storage, unsanitary conditions, and the provision of unhealthy food items. To address these issues, a set of solutions were proposed, including hygiene education, the replacement of unhealthy food with healthier options, sanitary improvements, and continuous monitoring. The implementation of these measures led to significant improvements in the cafeteria's sanitary conditions, increased student satisfaction, and the promotion of healthier dietary habits. The results of this study suggest that with proper planning and the continuous execution of improvement measures, school cafeterias can be transformed into healthy and nutritious environments, greatly benefiting student health.

Keywords: Action Research, Food Storage, School Cafeteria, Student Nutrition.

اثر پوشش کیتوزان حاوی اسانس کاکوتی کوهی بر ویژگی‌های میکروبی فیله مرغ در دمای ۸ درجه سانتیگراد

محمدرضا عفیفی[۱]، هانیه باقری کیا[۲*]، الهام زمانی[۳]

[۱] دکتری مهندسی علوم وصنایع غذایی،گروه مهندسی علوم وصنایع غذایی، دانشگاه آزاداسلامی واحدآیت الله آملی،آمل

[۲ و ۳] دانشجوی دکتری مهندسی علوم و صنایع غذایی،گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

*نویسنده مسئول: haniyeh.bagherikia1992@gmail.com

چکیده

در مطالعه حاضر اثر پوشش‌دهی فیله مرغ با کیتوزانِ حاوی عصاره کاکوتی بر خصوصیات میکروبی آن بررسی شد. نمونه‌ها در دمای نامناسب یخچالی (۸ درجه سانتیگراد) قرار داده شده و میزان کلی باکتری‌های سایکروتروف، مزوفیل هوازی به مدت ۱۲ روز (هر ۳ روز یکبار) تعیین گردید. تیمارهای مورد آزمون شامل نمونه کنترل (فیله مرغ فاقد پوشش کیتوزان)، CTZ (فیله مرغ بسته‌بندی‌شده با پوشش کیتوزان و فاقد عصاره کاکوتی)، CTZ-0.5%ZE (فیله مرغ بسته‌بندی‌شده با پوشش کیتوزان حاوی ۰/۵ درصد عصاره کاکوتی)، CTZ-0.5%ZE (فیله مرغ بسته‌بندی‌شده با پوشش کیتوزان حاوی ۱/۰ درصد عصاره کاکوتی)، CTZ-1.5%ZE (فیله مرغ بسته‌بندی‌شده با پوشش کیتوزان حاوی ۱/۰ درصد عصاره کاکوتی) بودند. به‌طورکلی نتایج شمارش باکتری‌ها حاکی از آن است که استفاده توامان از کیتوزان و عصاره طبیعی گیاه کاکوتی باعث کاهش نرخ باکتری‌های مزوفیل هوازی و سایکروتروف خواهد شد.

واژگان کلیدی :کیتوزان، عصاره کاکوتی، فیله مرغ، خصوصیات میکروبی

مقدمه

به دلیل استفاده وسیع از آنتی‌بیوتیک‌ها برای پیشگیری و درمان و عدم کنترل کافی در نحوه مصرف آنها خطرات ناشی از تجمع و باقی‌ماندن آنتی‌بیوتیک‌ها در بدن دام و طیور و فراورده‌های حاصل از آنها موجب پیدایش سویهٔ میکروبی مقاوم در برابر مواد آنتی‌بیوتیکی می‌شود (هاشمی زاده و همکاران،۱۳۸۹). مواد ضدمیکروبی در غذا به عنوان نگهدارنده‌ای شناخته شده‌اند که از فساد بیولوژیکی مواد غذایی جلوگیری می‌کند و آن را به تأخیر می‌اندازد (Davidson *et al*., 2007). میکروارگانیسم‌هایی که در دمای یخچال می‌توانند رشد کنند، تحت عنوان سرمادوست نامیده می‌شوند. اگرچه این اصطلاح این تصور را به وجود می‌آورد که درجه‌حرارت مطلوب برای رشد میکروارگانیسم‌ها درجات پائین‌تر حرارتی است، ولی نسبتاً تعداد کمی از میکروارگانیسم‌های سرمادوست از مواد غذایی جدا شده‌اند که درجه مطلوب برای رشد آن‌ها زیر ۲۰ درجه سانتی‌گراد باشد؛ لذا پیشنهاد شده است که اصطلاح سرماگرا به آن گونه از میکروارگانیسم‌ها گفته شود که اگرچه دمای بهینه رشد اکثر آن‌ها در محدوده مزوفیل است. ولی پس از ۷ تا ۱۰ روز به رشد و تکثیر در دمای یخچال قادر بوده و پرگنه‌های قابل رویت یا کدورت ایجاد می‌کنند. همچنین به طور وسیعی در مواد غذایی حضور داشته و در شرایط مناسب، سبب فساد آن‌ها با بیماری‌زایی می‌شوند.

کلمه اسانس از ریشه یونانی essentia به معنای ذاتی، اصلی یا ضروری گرفته شده است. از ویژگی‌های مهم اسانس‌ها و اجزای تشکیل‌دهنده آن‌ها خاصیت آب‌گریزی است که موجب نفوذ این مواد به لایه لیپیدهای غشای سلول باکتری و میتوکندری‌ها، اختلال در ساختار و نفوذپذیری بیشتر آنها می‌گردد. این مسئله موجب نشت یون‌ها و دیگر محتویات سلولی به خارج شده، روی قابلیت زیستی آن اثر گذاشته و با افزایش خروج محتویات سلولی یا یون‌ها و مولکول‌های حیاتی موجب مرگ سلول خواهد شد. هرچه مقادیر فنولی (کارواکرول اوژنول و تیمول) در اسانس بالاتر باشد، خواص ضدباکتریایی آن‌ها علیه پاتوژن‌های غذایی بیشتر خواهد بود (Nazar *et al*., 2005). گیاهان دارویی اسانس‌دار خانواده نعناعیان به دلیل انعطاف اکولوژیکی بسیار زیاد نسبت به اقلیم‌های متنوع به عنوان یکی از ذخایر ژنتیکی مهم گیاهی محسوب می‌شوند و به واسطه وجود ترکیبات معطر و بسیار متنوع موجود در آنها در صنایع آرایشی و بهداشتی نیز کاربرد فراوان دارند (امید بیگی، ۱۳۸۴). گیاه کاکوتی کوهی با نام علمی *ZizipHora L. clinopodioides* متعلق به جنس زیزیفورا و تیره نعناعیان است (رونده و همکاران، ۱۳۸۹). این گیاه برای معالجه تیفوس، تقویت معده و ناراحتی‌های معدی به کار می‌رود؛ خیسانده آن در آب جهت رفع ناراحتی‌های قلبی به‌صورت ناشتا به کار رفته است.گیاه کاکوتی کوهی دارای اثرات ضدمیکروبی و ضدعفونی‌کننده بوده و به‌صورت بخور در اختلالات مجاری تنفسی و رفع علائم سرماخوردگی مصرف می‌شود و به‌علاوه اثرات ضدقارچی برای آن گزارش شده است.

خواص ضدمیکروبی کیتوزان

کیتوزان خصوصیت ضدمیکروبی بسیار خوبی در برابر طیف وسیعی از میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا و عامل فساد مانند، باکتری‌های گرم مثبت، گرم منفی و قارچ‌ها دارد (حسن‌زاده و همکاران،۱۳۹۰). به تازگی آزمایش‌های انجام‌گرفته بر خصوصیات تغذیه ای نشان داده اند که کیتوزان غیر سمی و از نظر بیولوژیکی ایمن است. از طرفی کیتوزان اثر ضدمیکروبی بر انواع میکروارگانیسم‌ها دارد. مخمرها و کپک‌ها حساسیت زیادی به این ماده داشته و پس از آن‌ها باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی حساسیت کمتری دارند. کیتوزان به عنوان عامل باکتریوسید یا باکتریوستاتیک عمل می‌کند ولی تحقیقات اخیر نشان داده اند که اثر کیتوزان بیشتر به‌صورت عاملی باکتریوستاتیک است (صحرایی خوش گردش و همکاران،۱۳۹۳).

مهربان سنگ آتش و همکاران (۱۳۸۶) در پژوهشی خواص ضدمیکروبی عصاره کاکوتی کوهی بر باکتری‌های مولد فساد و بیماری‌زایی مواد غذایی به روش رقت لوله ای را مورد آزمایش قراردادند. عصاره کاکوتی کوهی بر باکتری گرم منفی و گرم مثبت مورد آزمایش شامل انترو باکتر آئروژنز، اشیرشیاکلی، کلبسیلا نومونیا، سالمونلا انتریتیدیس، شیگلا دیزنتری، باسیلوس سرئوس، استافیلوکوکوس اورئوس و لیستریا مونوسایتوژنز دارای اثر مهارکنندگی و میکروب‌کشی بود، ولی بر سودوموناس آئروژینوزا اثری نداشت.

حسن‌زاده و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعه خود به بررسی اثر پوشش خوراکی کیتوزان حاوی عصاره دانه انگور بر روی کیفیت و ماندگاری گوشت سینه مرغ در دمای یخچال پرداختند. نتایج بررسی باکتریایی دلالت بر این داشت که پوشش‌دهی اثر معنی‌داری ($P<0/05$) در کاهش شمارش باکتری‌های مزوفیل و سرمادوست با حداقل ۷ روز افزایش ماندگاری داشت. نمونه‌های با پوشش کیتوزان میزان TBA و PH کمتری از نمونه‌های بدون پوشش در مدت ۲۱ روز نگه‌داری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نشان دادند.

Kanattو همکاران (۲۰۰۸) اثر نگهدارندگی نعناع و کیتوزان را روی کوکتل سالامی بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که در طول ۳ هفته نگهداری در سرما، شمارش کلی باکتری‌ها در اثر وجود این دو ماده بطور معناداری کاهش یافت.

هدف از مطالعه حاضر اثر پوشش‌دهی فیله مرغ با کیتوزانِ حاوی عصاره کاکوتی بر خصوصیات میکروبی آن است.

مواد و روش‌ها:

تهیه اسانس

گیاه خشک شده را با دستگاه خردکن، آسیاب کرده، سپس روغن اسانسی به روش تقطیر با آب در دستگاه کلونجر به مدت ۳ ساعت و در سه نوبت استخراج گردید (در مجموع ۵ میلی‌لیتر). اسانس در شیشه‌های رنگی دربسته در یخچال برای استفاده نگهداری شد (شافعی و همکاران،۱۳۹۰).

تهیه پوشش بر پایه کیتوزان

۲ گرم از کیتوزان در ۱۰۰ سی‌سی محلول اسید استیک ۱ درصد حل و برای دستیابی به پخش شدن کیتوزان به‌صورت مناسب، کیتوزان به مدت ۳ ساعت در دمای اتاق بر روی همزن مغناطیسی به هم زده شد سپس گلیسرول به میزان ۰/۷۵ میلی‌لیتر به ازای هر گرم کیتوزان به عنوان پلاستیسایزر اضافه و به مدت ۱۰ دقیقه دیگر محلول به هم زده‌شده و محلول کیتوزان با استفاده از کاغذ واتمن شماره ۳ صاف شد تا مواد نامحلول جدا شود؛ سپس اسانس‌کاکوتی کوهی با غلظت‌های صفر و ۰/۵ و ۱/۰، ۱/۵ (درصد محلول کیتوزان) و توییین ۸۰ (۰/۲۵ درصد محلول کیتوزان) به محلول اضافه‌شد و درنهایت محلول نهایی به مدت یک دقیقه با هموژنایزر با دور ۲۱۶۰۰ بر دقیقه هموژن گردید (Ojagh *et al.* 2010).

تهیه تیمارهای فیله مرغ

لاشه ذبح‌شده مرغ کشتار روز از کشتارگاه بعد از شستشو با آب استریل، به قطعات ۱۰ گرمی تقسیم شد. برای هر پوشش قطعات فیله، به مدت دو دقیقه در ۵۰۰ سی‌سی محلول کیتوزان حاوی غلظت‌های مختلف اسانس غوطه‌ور خواهد شد و پس از آن فیله‌ها از داخل محلول خارج‌شده و بعد از آب‌چکانی، در کیسه‌های استریل، بسته‌بندی می‌گردند و در دمای ۸ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

جدول ۳-۱- تیمارهای مورد آزمون در پژوهش حاضر

Control	نمونه فیله مرغ فاقد پوشش کیتوزان
CTZ	فیله مرغ بسته‌بندی‌شده با پوشش کیتوزان و فاقد عصاره کاکوتی
CTZ-0.5%ZE	فیله مرغ بسته‌بندی‌شده با پوشش کیتوزان حاوی ۰/۵ درصد عصاره کاکوتی
CTZ-1.0%ZE	فیله مرغ بسته‌بندی‌شده با پوشش کیتوزان حاوی ۱/۰ درصد عصاره کاکوتی
CTZ-1.5%ZE	فیله مرغ بسته‌بندی‌شده با پوشش کیتوزان حاوی ۱/۵ درصد عصاره کاکوتی

آزمون‌های میکروبی

جهت بررسی اثر ضدمیکروبی پوشش‌ها کشت میکروبی نمونه‌ها در ۶ زمان مختلف یعنی روز صفر (ابتدای مطالعه)، روز ۱، روز ۳، روز ۶، روز ۹، روز ۱۲ (انتهای مطالعه) انجام گرفت. لازم به ذکر است نمونه‌ها در دمای نا مناسب یخچال (۸ درجه‌ی سانتی‌گراد) نگهداری شد. برای کشت میکروبی نمونه‌ها از محیط کشت پلیت کانت آگار استفاده و محیط کشت خود را با توجه به دستور ساخت آن که روی قوطی درج شده بود آماده شد و سپس در اتوکلاو قرار داده و در پلیت ها ریخته شده تا محیط کشت بسته شود. نمونه‌های ۱۰ گرمی از مرغ با ۹۰ میلی‌لیتر آب پپتونه ۰/۱ درصد داخل کیسه های استریل مخلوط و در دستگاه استوماکر به مدت ۱ دقیقه هموژن گردید سپس با استفاده از لوله‌های حاوی ۹ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژی، رقت مناسبی از تیمارها تهیه شد. از لوله‌های حاوی ۹ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژی، رقت مناسبی از تیمارها تهیه شد.

شمارش کلی باکتری‌های هوازی

از رقت‌های مختلف و مناسب، در پلیت‌های PCA کشت سطحی داده و در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت داخل انکوباتور گرم‌خانه‌گذاری کرده و باتوجه‌به فاکتور رقت تعداد آن‌ها به‌صورت log cfu/gr گزارش گردید.

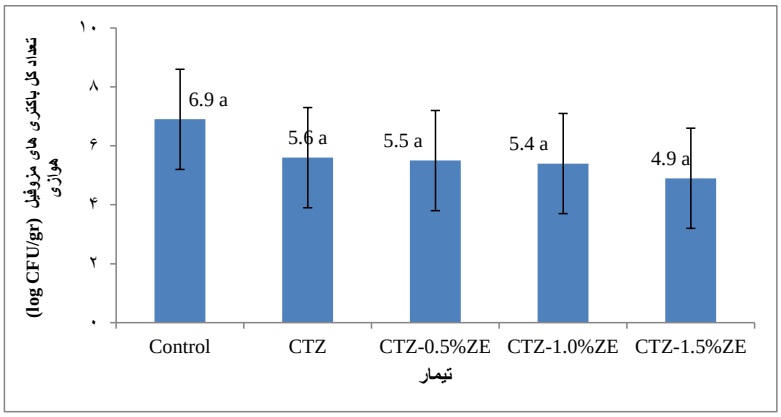
شمارش باکتری‌های سایکروتروف

همانند شمارش کلی انجام گرفت تنها تفاوت آن انکوباسیون در دمای ۷ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۱۰ روز است.

یافته‌ها:

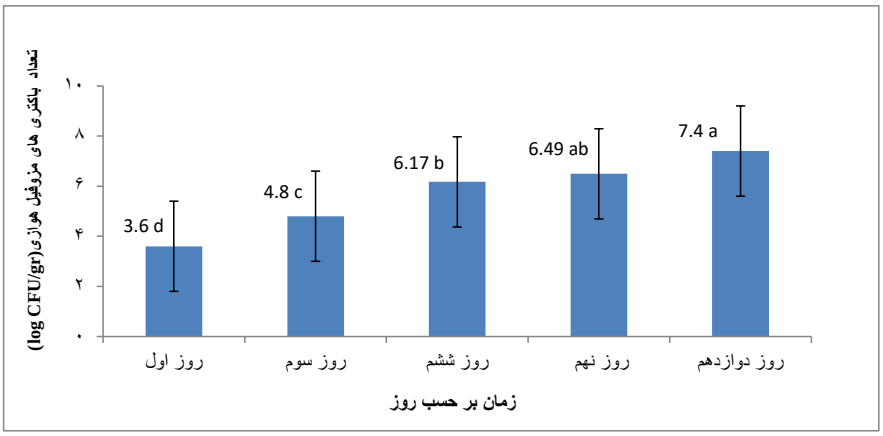
شمارش باکتری‌های مزوفیل هوازی

درجه‌حرارت مطلوب برای رشد چنین باکتری‌ها بین ۲۰ تا ۳۷ درجه سانتیگراد می باشد. اکثر باکتری‌های بیماری زا از نوع مزوفیل می باشند. چنین باکتری هایی اغلب در هنگام نگهداری محصول در خارج از یخچال و یا در حین انتقال محصول از محل تولید در صورتی که چرخه سرد مورد استفاده دارای اختلالاتی قابل توجه باشد، قادر به ایجاد فساد در محصول خواهند بود (شعبانی، ۱۳۹۲). در نمودار شماره۱ اثر تیمار بر شمارش میکروبی باکتری‌های مزوفیل هوازی نشان‌داده‌شده است. در بین تیمارهای مورد آزمون نمونه کنترل با ۶/۹ و نمونه بسته‌بندی‌شده با کیتوزان حاوی ۱/۵ درصد عصاره کاکوتی با ۴/۹ log CFU/gr به ترتیب دارای بیشترین و کمترین تعداد باکتری‌های مزوفیل هوازی بودند. نتایج نشان می دهد که اگرچه تعداد میکروب های هوازی در تیماری که از پوشش کیتوزان حاوی ۱/۵ درصد عصاره کاکوتی برای بسته‌بندی فیله مرغ استفاده شده بود دارای کمترین میزان در بین سایر تیمارها بود، اما از لحاظ آماری تفاوت معناداری مشاهده نگردید ($P> 0.05$).



نمودار ۱- اثر تیمار بر تعداد باکتری‌های مزوفیل هوازی بر حسب log CFU/gr. حروف یکسان نشان دهنده عدم معنی‌داری در سطح $p< 0.5$ می باشد. Control (فاقد پوشش کیتوزان)، CTZ (فیله مرغ بسته‌بندی‌شده با پوشش کیتوزان و فاقد عصاره کاکوتی)، CTZ-0.5%ZE (فیله مرغ بسته‌بندی‌شده با پوشش کیتوزان حاوی ۰/۵ درصد عصاره کاکوتی)، CTZ-0.5%ZE (فیله مرغ بسته‌بندی‌شده با پوشش کیتوزان حاوی ۱/۰ درصد عصاره کاکوتی)، CTZ-1.5%ZE (فیله مرغ بسته‌بندی‌شده با پوشش کیتوزان حاوی ۱/۵ درصد عصاره کاکوتی).

اثر زمان بر تعداد کل باکتری‌های مزوفیل هوازی در نمودار ۲ نمایش داده شده است. با توجه به نتایج به دست آمده تعداد کل باکتری‌های مزوفیل هوازی در روز اول با ۳/۶ دارای کمترین و روز دوازدهم با ۷/۴ log CFU/gr داری بیشترین میزان بودند. نتایج مقایسه آماری نشان می دهد که تفاوت معناداری میان تیمارهای مورد آزمون موجود است ($P< 0.05$). چنین نتایجی نشان می دهد که اگرچه میان روز اول و روز سوم و همچنین روز سوم و روز ششم تفاوت معناداری موجود می باشد ($P< 0.05$)، اما چنین اثری میان روز ششم و نهم و همچنین روز نهم و روز دوازدهم مشاهده نشد ($P> 0.05$).



نمودار ۲- اثر زمان بر تعداد باکتری‌های مزوفیل هوازی بر حسب log CFU/gr. حروف یکسان نشان دهنده عدم معنی‌داری در سطح $p< 0.5$ می باشد. Control (فاقد پوشش کیتوزان)، CTZ (فیله مرغ بسته‌بندی‌شده با پوشش کیتوزان و فاقد عصاره کاکوتی)، CTZ-0.5%ZE (فیله مرغ بسته‌بندی‌شده با پوشش کیتوزان حاوی ۰/۵ درصد عصاره کاکوتی)، CTZ-0.5%ZE (فیله مرغ بسته‌بندی‌شده با پوشش کیتوزان حاوی ۱/۰ درصد عصاره کاکوتی)، CTZ-1.5%ZE (فیله مرغ بسته‌بندی‌شده با پوشش کیتوزان حاوی ۱/۵ درصد عصاره کاکوتی).

در جدول ۱ تعداد باکتری‌های مزوفیل هوازی ظرف مدت ۱۲ روز نگه‌داری در دمای نامناسب یخچال ذکر گردیده است. نتایج به دست آمده نشان می دهد که با افزایش زمان، تعداد باکتری افزایش می‌یابد که البته این امر در نمونه‌های حاوی کیتوزان و عصاره کاکوتی روند افزایشی کمتری نشان داد

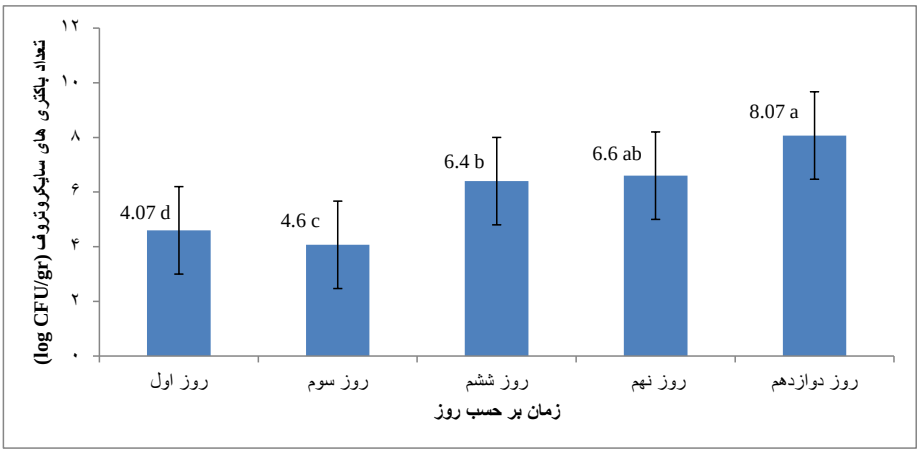
زمان / تیمار	Control	CTZ	CTZ-0.5%ZE	CTZ-1.0%ZE	CTZ-1.5%ZE
روز اول	۴/۸۷±۰/۳ ^{Ea}	۴/۲۸±۰/۳ ^{Da}	۳/۵۰±۰/۳ ^{Db}	۳/۶۱±۰/۳ ^{Db}	۳/۳۱±۰/۶ ^{Db}
روز سوم	۶/۱۴±۰/۶ ^{Da}	۵/۳۱±۰/۵ ^{Cb}	۵/۳۳±۰/۴ ^{Cb}	۴/۵۵±۰/۳ ^{Cc}	۴/۵۰±۰/۳ ^{Cc}
روز ششم	۷/۶۵±۰/۳ ^{Ca}	۶/۳۴±۰/۳ ^{Bb}	۶/۰۲±۰/۳ ^{Bb}	۶/۴۱±۰/۶ ^{Bb}	۵/۶۴±۰/۵ ^{Bc}
روز نهم	۸/۷۸±۰/۶ ^{Ba}	۶/۶۴±۰/۴ ^{Bb}	۶/۴۷±۰/۵ ^{Bb}	۶/۵۷±۰/۷ ^{Bb}	۵/۵۸±۰/۳ ^{Bc}
روز دوازدهم	۹/۳±۰/۳ ^{Aa}	۷/۱۷±۰/۳ ^{Ab}	۸/۰۵±۰/۳ ^{Aa}	۷/۱۲±۰/۴ ^{Ad}	۶/۹۲±۰/۴ ^{Ad}

جدول ۱- مقایسه میانگین باکتری‌های مزوفیل هوازی موجود در نمونه‌های فیله مرغ پوشش داده شده با کیتوزان و حاوی عصاره‌های مختلف کاکوتی

نتایج به‌صورت میانگین± انحراف معیار بیان شده است. حروف یکسان نشان‌دهنده عدم معنی‌داری در سطح $p< 0.5$ است. معنی‌داری در هر سطر و ستون به ترتیب با حروف کوچک و بزرگ نشان‌داده‌شده است. Control (فاقد پوشش کیتوزان)، CTZ (فیله مرغ بسته‌بندی‌شده با پوشش کیتوزان و فاقد عصاره

کاکوتی)، CTZ-0.5%ZE (فیله مرغ بسته‌بندی‌شده با پوشش کیتوزان حاوی ۰/۵ درصد عصاره کاکوتی)، CTZ-0.5%ZE (فیله مرغ بسته‌بندی‌شده با پوشش کیتوزان حاوی ۱/۰ درصد عصاره کاکوتی)، CTZ-1.5%ZE (فیله مرغ بسته‌بندی‌شده با پوشش کیتوزان حاوی ۱/۵ درصد عصاره کاکوتی).

در نمودار ۴ اثر زمان بر تعداد باکتری‌های سایکروتروف به نمایش در آمده است. روز اول با ۴/۰۷ دارای کمترین و روز دوازدهم با ۸/۰۷ log CFU/gr دارای بیشترین میزان تعداد باکتری‌های سایکروتروف بودند. این مطلب بدیهی است که با افزایش زمان شمار باکتری‌ها افزایش یابد. تجزیه و تحلیل آماری نمونه‌ها نشان می دهد که اثر زمان بر تعداد باکتری‌ها سایکروتروف معنی دار می باشد ($P< 0.05$). بررسی های دقیق تر حاکی از آن است که میان روز اول و روز سوم و همچنین روز سوم و روز ششم اثر معناداری مشاهده می گردد ($P< 0.05$)؛ اگرچه چنین اثری میان روزهای ششم ونهم و همچنین نهم و دوازدهم مشاهده نگردید ($P> 0.05$).



نمودار ۴- اثر زمان بر تعداد باکتری‌های سایکروتروف بر حسب log CFU/gr. حروف یکسان نشان دهنده عدم معنی‌داری در سطح $p< 0.5$ می باشد. Control (فاقد پوشش کیتوزان)، CTZ (فیله مرغ بسته‌بندی‌شده با پوشش کیتوزان و فاقد عصاره کاکوتی)، CTZ-0.5%ZE (فیله مرغ بسته‌بندی‌شده با پوشش کیتوزان حاوی ۰/۵ درصد عصاره کاکوتی)، CTZ-0.5%ZE (فیله مرغ بسته‌بندی‌شده با پوشش کیتوزان حاوی ۱/۰ درصد عصاره کاکوتی)، CTZ-1.5%ZE (فیله مرغ بسته‌بندی‌شده با پوشش کیتوزان حاوی ۱/۵ درصد عصاره کاکوتی).

در جدول ۲ تعداد باکتری‌های سایکروتروف ظرف مدت ۱۲ روز نگه‌داری در دمای نامناسب یخچال ذکر گردیده است. نتایج به دست آمده نشان می دهد که با افزایش زمان تعداد باکتری افزایش می‌یابد که الیته این امر در نمونه‌های حاوی کیتوزان و عصاره کاکوتی روند افزایشی کمتری نشان داد. به‌طورکلی این مطلب بدیهی است که با افزایش زمان نگهداری محصول فیله مرغ از روز اول تا روز دوازدهم، شمار میکروبی افزایش یابد، اما نتایج جدول ۲ به وضوح نشان می دهد که نرخ افزایش شمار باکتری‌ها در نمونه‌های پوشش یافته با کیتوزان حاوی عصاره کاکوتی روند ملایم تری نسبت به نمونه کنترل داراست.

جدول ۲- مقایسه میانگین باکتری‌های سایکروتروف موجود در نمونه‌های فیله مرغ پوشش داده شده با کیتوزان و حاوی عصاره‌های مختلف کاکوتی

زمان / تیمار	Control	CTZ	CTZ-0.5%ZE	CTZ-1.0%ZE	CTZ-1.5%ZE
روز اول	۴/۸۷±۰/۳ Ea	۴/۲۹±۰/۵ Ea	۴/۳۲±۰/۳ Dc	۳/۶۵±۰/۳ Ec	۳/۶۰±۰/۳ Dc
روز سوم	۶/۱۵±۰/۳ Da	۵/۵۷±۰/۳ Db	۴/۴۷±۰/۳ Dc	۴/۱۶±۰/۴ Dc	۳/۵۰±۰/۵ Dd
روز ششم	۸/۳۵±۰/۴ Ca	۶/۲۸±۰/۶ Cb	۶/۵۹±۰/۴ Cc	۵/۹۹±۰/۳ Cc	۵/۲۷±۰/۳ Cc
روز نهم	۹/۱۹±۰/۳ Ba	۷/۴۹±۰/۳ Bb	۷/۵۵±۰/۳ Bc	۶/۵۴±۰/۴ Bd	۶/۳۸±۰/۴ Bd
روز دوازدهم	۱۰/۲±۰/۳ Aa	۸/۳۸±۰/۴ Ab	۷/۹۶±۰/۳ Ac	۷/۵۹±۰/۳ Ac	۷/۳۶±۰/۳ Ac

نتایج به‌صورت میانگین± انحراف معیار بیان شده است. حروف یکسان نشان‌دهنده عدم معنی‌داری در سطح $p< 0.5$ است. معنی‌داری در هر سطر و ستون به ترتیب با حروف کوچک و بزرگ نشان‌داده‌شده است. Control (فاقد پوشش کیتوزان)، CTZ (فیله مرغ بسته‌بندی‌شده با پوشش کیتوزان و فاقد عصاره کاکوتی)، CTZ-0.5%ZE (فیله مرغ بسته‌بندی‌شده با پوشش کیتوزان حاوی ۰/۵ درصد عصاره کاکوتی)، CTZ-0.5%ZE (فیله مرغ بسته‌بندی‌شده با پوشش کیتوزان حاوی ۱/۰ درصد عصاره کاکوتی)، CTZ-1.5%ZE (فیله مرغ بسته‌بندی‌شده با پوشش کیتوزان حاوی ۱/۵ درصد عصاره کاکوتی).

همان‌طور که قبل‌تر برای باکتری‌های مزوفیل بیان گردید کاهش شمار میکروبی باکتری‌های سایکروتروف را می‌توان به اثر ضدمیکروبی کیتوزان و همچنین ترکیبات فعال موجود در عصاره کاکوتی نسبت داد. نتایج بررسی حاضر در تطابق با یافته‌های Fernandez و همکاران (۲۰۱۳) است چرا که یافته‌های بررسی آنان بر خصوصیات میکروبی فیله‌های ماهی بسته‌بندی‌شده در شرایط هوازی و خلأ با استفاده از فیلم‌های کیتوزان حاکی از کاهش شمار *لیستریا مونوسیتوژنز* و *سودوموناس‌ها* بود. از سوی دیگر مطالعه Khanjari و همکاران (۲۰۱۳) که بر بسته‌بندی گوشت فیله مرغ با استفاده از اُـاِن- کربوکسی‌متیل کیتوزان حاوی اسانس پونه کوهی نشان داد تعداد کل باکتری‌ها در نمونه‌های کنترل از روز ششم و نمونه‌های تیمار شده با اسانس پونه کوهی از روز ۱۰ به بعد از ۷ log CFU/gr تجاوز می‌نماید. چنین نتیجه‌ای در تطابق با بررسی حاضر بود چرا که استفاده از پوشش کیتوزان حاوی عصاره کاکوتی منجر به کاهش سرعت رشد و در نتیجه کاهش شمار میکروبی باکتری‌های سایکروتروف در نمونه‌های فیله مرغ گردید.

بحث و نتیجه‌گیری

کاهش در میزان تعداد این باکتری‌ها می‌تواند به اثر ضدمیکروبی کیتوزان و همچنین ترکیبات ضدمیکروبی فعال حاضر در عصاره کاکوتی شامل آلفا ترپینئول، اسپاتولنول، ژرماکرن و آلفا کوپائن نسبت داده شود (رونده و همکاران، ۱۳۸۹). در زمینه مکانیسم عمل عصاره‌ها در جلوگیری از رشد میکروارگانیسم‌ها اگرچه مطالعات زیادی روی خصوصیات ضدباکتریایی آن ها انجام گردیده است، اما جزئیات مکانیسم عمل آنها به طور کامل مورد بررسی قرار نگرفته است. ساختمان شیمیایی هریک از ترکیبات اسانس‌ها بر شیوه عمل و فعالیت ضدباکتریایی آنها تأثیر می‌گذارد. بسیاری از ترپن‌های فعال مانند اوژنول، تیمول و کارواکرول به طور طبیعی ساختمان فنلی دارند، بنابراین معقول به نظر می‌رسد که اثر ضدمیکروبی آنها مرتبط با ساختمان فنلی آنها باشد (Lambert *et al.*, 2001). به‌صورت کلی میزان بازدارندگی عصاره را می‌توان به حضور حلقه آروماتیک که متصل به یک گروه قطبی است، نسبت داد. دراین‌رابطه، بورنئول و توژن در مقایسه با تیمول اثر بازدارندگی کمتری دارند که ناشی از فقدان حلقه آروماتیک در این مواد است (Farag *et al.*, 1990).

تیمول فعالیت بازدارندگی بیشتری داشته که ناشی از حضور گروه هیدروکسی فنولیک می‌باشد. وجود گروه هیدروکسی فعال باعث شده است که این ماده بتواند به آسانی با جایگاه‌های فعال آنزیم‌ها، باندهای هیدروژنی تشکیل دهد. به‌طورکلی روش عمل اسانس‌های روغنی به غلظت آن ها وابسته است. غلظت‌های پایین از عمل آنزیم‌های مربوط به تولید انرژی ممانعت می‌کند درحالی‌که مقادیر بالای اسانس موجب رسوب پروتئین‌ها می‌گردد (Farag *et al.*, 1990). نقش دیگر ترکیبات ضدمیکروبی به خاصیت آب‌گریزی آنها نسبت داده می‌شود که آنها را قادر خواهد ساخت دیواره سلولی باکتری‌ها یا دیواره میتوکندری‌ها را تجزیه کرده و باعث تخریب سلولی و نفوذپذیری بیشتر سلول‌ها شود. در این زمینه نشت یون‌ها و دیگر محتویات سلولی نیز می‌تواند رخ دهد و درنتیجه تخلیه محتویات سلول باکتری و یا خروج مواد حساس و یون‌ها منجر به مرگ باکتری خواهد شد (Burt, 2004). اجزاء اسانس‌ها همچنین روی پروتئین‌های موجود در غشاء سیتوپلاسمی نیز اثر خواهند گذاشت (Farag *et al.*, 1990). نتیجه به دست آمده در پژوهش حاضر در تطابق با گزارش‌های حسن‌زاده و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعهٔ بررسی اثر پوشش خوراکی کیتوزان حاوی عصاره دانه انگور بر روی کیفیت و ماندگاری گوشت سینه مرغ در دمای یخچال بود. نتایج بررسی آنان نشان داد که پوشش‌دهی با کیتوزان باعث کاهش تعداد باکتری‌های مزوفیل هوازی خواهد شد. همچنین نتایج مشابهی توسط Abdalla و همکاران (۲۰۰۷) که به بررسی فیلم کیتوزان حاوی اسانس انبه پرداخته بودند گزارش گردید. آنان بیان نمودند که استفاده از پوشش کیتوزان باعث کاهش تعداد باکتری‌های کل، مهار رشد *کلیفرم ها* و کاهش قابل‌توجه باکتری *اشرشیا کلی* و افزایش مدت زمان ماندگاری گوشت چرخ‌کرده گاو در دمای یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد) خواهد شد. Fernandez و همکاران (۲۰۱۳) که خصوصیات میکروبی فیله‌های ماهی بسته‌بندی‌شده در شرایط هوازی و خلأ با استفاده از فیلم‌های کیتوزان را مورد بررسی قرار دادند نیز نتایج مشابهی با پژوهش حاضر گزارش نمودند. آنان بیان داشتند که پوشش کیتوزانی ماهی‌های فیله شده از طریق افزایش فاز تأخیری رشد باعث کاهش باکتری‌های مزوفیل‌های هوازی خواهد شد. به‌طورکلی نتایج شمارش باکتری‌ها حاکی از آن است که استفاده توأمان از کیتوزان و عصاره طبیعی گیاه کاکوتی باعث کاهش نرخ باکتری‌های مزوفیل هوازی و سایکروتروف خواهد شد.

منابع

حسن‌زاده، پ.، تاجیک، ح؛ و رضوی روحانی، س.م. (۱۳۹۰). کاربرد پوشش خوراکی کیتوزان حاوی عصاره دانه انگور بر روی کیفیت و ماندگاری گوشت مرغ در دمای یخچال. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی. جلد.۱۲ شماره ۴.

رونده، م.، ولیزاده، ج.و کاظمی‌پور، ن.(۱۳۸۹). بررسی اسانس و خواص آنتی‌اکسیدانی گیاه کاکوتی کوهی. همایش ملی گیاهان دارویی.

شافعی، م.، شریفان، ا.وآقازاده مشگی، م.(۱۳۹۰). شناسایی ترکیبات شیمیایی اسانس کاکوتی و بررسی اثر ضدمیکروبی آن بر روی مخمر کلویورومایسس مارکسیانوس. مجله علوم غذایی و تغذیه. سال نهم. شماره یک.

صحرایی خوش گردش، ع.، فوژان بدیعی، ف.و یاسینی اردکانی، س.ع. (۱۳۹۳). تأثیر پوشش نانوامولسیون حاوی کیتوزان بر افزایش ماندگاری سیب گلاب رقم گلاب کهنز در مدت انبارداری. مهندسی بیوسیستم ایران، دورهٔ ۴۵. شمارهٔ ۲. ۱۲۰-۱۱۳.

مهربان سنگ آتش، م.، کاراژیان، ر.و بیرقی طوسی، ش. (۱۳۸۶). مطالعه اثر ضدمیکروبی عصاره ZizipHora clinopodioides بر باکتری‌های مولد فساد و بیماری‌زای مواد غذایی. مجله گیاهان دارویی.۲۳. ۵۱-۴۶.

Abdalla, A. E., Darwish, S. M., Ayad, E. H., & El-Hamahmy, R. M. (2007). Egyptian mango by-product 2: Antioxidant and antimicrobial activities of extract and oil from mango seed kernel. *Food Chemistry*, *103*(4), 1141-1152.

Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International journal of food microbiology*, *94*(3), 223-253.

Davidson, K., Gilpin, L. C., Hart, M. C., Fouilland, E., Mitchell, E., Calleja, I. A., & Leakey, R. J. (2007). The influence of the balance of inorganic and organic nitrogen on the tropHic dynamics of microbial food webs. *Limnology and OceanograpHy*, *52*(5), 2147-2163.

Farag, R. S., Ali, M. N., & Taha, S. H. (1990). Use of some essential oils as natural preservatives for butter. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, *67*(3), 188-191.

Fernández-Saiz, P., Sánchez, G., Soler, C., Lagaron, J. M., & Ocio, M. J. (2013). Chitosan films for the microbiological preservation of refrigerated sole and hake fillets. *Food Control*, *34*(1), 61-68.

Kanatt, S. R., Chander, R., & Sharma, A. (2008). Chitosan and mint mixture: A new preservative for meat and meat products. *Food Chemistry*, *107*(2), 845-852.

Khanjari, A., Karabagias, I. K., & Kontominas, M. G. (2013). Combined effect of N, O-carboxymethyl chitosan and oregano essential oil to extend shelf life and control Listeria monocytogenes in raw chicken meat fillets. *LWT-Food Science and Technology*, *53*(1), 94-99.

Lambert, R. J. W., Skandamis, P. N., Coote, P. J., & Nychas, G. J. (2001). A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. *Journal of applied microbiology*, *91*(3), 453-462.

Nazer, A. I., Kobilinsky, A., Tholozan, J. L., & Dubois-Brissonnet, F. (2005). Combinations of food antimicrobials at low levels to inhibit the growth of Salmonella sv. TypHimurium: a synergistic effect?. *Food Microbiology*, *22*(5), 391-398.

Ojagh, S. M., Rezaei, M., Razavi, S. H., & Hosseini, S. M. H. (2010). Development and evaluation of a novel biodegradable film made from chitosan and cinnamon essential oil with low affinity toward water. *Food Chemistry*, *122*(1), 161-166.



Effect of chitosan coatings with *ZizipHora L. clinopodioides* essential oils on some microbial propertis of raw chicken fillets at 8 °C

Mohammad Reza Afifi,[1] **Haniyeh Bagherikia**,[2*] **Elham Zamani**[3]

[1]PhD. in Food Science and Industry Engineering, Department of Food Science and Industry Engineering, Islamic Azad University, Ayatollah Amoli Branch, Amol

[2] PhD Candidate of Food Technology, Department of Food Science and Technology, Tarbiat Modares University, Tehran

[3]PhD Candidate of Food Technology, Department of Food Science and Technology, Tarbiat Modares University, Tehran

•**Corresponding Author**: haniyeh.bagherikia1992@gmail.com

Abstract

In this study, the effect of coating chicken fillet with chitosan containing ZizipHora (*L. clinopodioides*) essential oils on its microbial properties was investigated. The samples were placed in an inappropriate refrigerator temperature (8 °C) and the total amount of psychrotrophic, aerobic mesophilic bacteria was determined for 12 days (every 3 days). The treatments tested include the control sample (chicken fillet without chitosan coating), CTZ (chicken fillet packaged with chitosan coating and without kakuti extract), CTZ-0.5%ZE (chicken fillet packaged with chitosan coating containing 0.5% zizipHora essential oil), CTZ ZE-0.5% (chicken fillet packed with chitosan coating containing 0.1% zizipHora essential oil), CTZ-1.5%ZE (chicken fillet packed with chitosan coating containing 0.1% zizipHora essential oil). Overall, the results of total microbial count indicated that the spontaneous use of chitosan and zizipHora essential oil led to the decrease in psychrotropHic and mesopHilic aerobic bacteria.

Key words: chitosan, zizipHora essential oil, chicken fillet, microbial properties

دومین همایش ملی پژوهش های کاربردی
امنیت غذایی، ایمنی غذایی و سلامت
«همزمان با روز جهانی غذا؛ ۲۵ مهرماه ۱۴۰۳»
مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

اثرکودهای زیستی بر عملکرد سیاهدانه، زیره سبز و نعناع فلفلی با تأکید بر تولید پایدار و امنیت غذایی

علیرضا شاه‌محمدی[۱]، مهناز سلاطین[۲]، هانیه رشید رستمی[۳]

[۱] دکتری کشاورزی اکولوژیک، دانشگاه شهید بهشتی تهران، ایران

[۲] مدیر تحقیقات هلدینگ کشاورزی و دام‌پروری سازمان اتکا، تهران، ایران

[۳] دانشجوی دکتری هواشناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران

*نویسنده مسئول: Ashahmohammadi.sbu@gmail.com

چکیده

کشاورزی فشرده مدرن با افزایش تولید مشکلات بسیاری را برای محیط‌زیست و سلامت انسان به وجود آورده است. بنابراین، چالش اصلی تولید کشاورزی پایدار برای مواجهه با تقاضای تولید مواد غذایی، پایداری اکوسیستم‌های کشاورزی و حفظ محیط‌زیست است. کودهای زیستی یکی از منابع کلیدی در تولید کشاورزی پایدار و کشاورزی ارگانیک برای برآورده کردن ترجیحات مصرف‌کنندگان و تولید محصول با کیفیت است. هدف از این مطالعه بررسی تأثیر کودهای زیستی بر عملکرد گیاهان دارویی و توسعه استفاده از کودهای زیستی به‌منظور حفظ پایداری اکوسیستم‌ها، سلامت انسان و محیط‌زیست با استفاده از روش فراتحلیل بود. انتخاب مقالات با استفاده از روش ROSES انجام گرفت. ۴۲ مقاله با توجه به شرایط وارد مطالعه شدند. نتایج نشان داد استفاده از کودهای زیستی سبب افزایش عملکرد دانه سیاهدانه و زیره سبز و وزن خشک نعناع فلفلی شد. بنابراین جایگزینی کودهای زیستی با کودهای شیمیایی در قالب کشاورزی ارگانیک و یا استفاده تلفیقی از کود زیستی-شیمیایی در برنامه‌های تولیدی شامل عملیات خوب کشاورزی، فشرده‌سازی پایدار و کشاورزی دقیق مورد تأکید است. به‌طورکلی، سیستم تولید کشاورزی مدرن نیاز به استفاده گسترده از کودهای زیستی و منابع قوی برای توسعه فراگیر و پایدار کشاورزی بدون آسیب رساندن به اکوسیستم دارد.

واژگان کلیدی: کود زیستی، فراتحلیل، عملیات خوب کشاورزی، کشاورزی پایدار، کشاورزی ارگانیک

مقدمه

تقاضای جهانی برای محصولات کشاورزی به دلیل افزایش جمعیت انسانی در حال افزایش است. برای مقابله با چالش‌های کمبود مواد غذایی ناشی از افزایش جمعیت، جایگزین‌های مختلف کشاورزی ازجمله استفاده از کودهای شیمیایی یا مصنوعی، آفت‌کش‌ها و حشره‌کش‌ها برای تولید محصولات با عملکرد بالا در کوتاه‌ترین زمان ممکن استفاده‌شده است (Batista et al., 2018). علاوه بر این، کودهای شیمیایی در صورت استفاده بیش‌ازحد ممکن است خطراتی از قبیل تضعیف ریشه گیاهان، میزان بالای بروز بیماری، اسیدی شدن خاک و آلودگی آب‌های زیرزمینی و سایر مشکلات مربوط به آب و خاک را به وجود بیاورند (Youssef et al., 2014). از این‌رو، نیاز به جایگزین‌هایی مانند کود زیستی در تضمین ایمنی و امنیت غذایی است (Egamberdieva et al., 2015). کودهای زیستی فراوردهایی حاوی میکروارگانیسم‌های زنده هستند که استفاده از آن ها بر روی بذرها، گیاهان و خاک سبب افزایش عرضه و دسترسی گیاه به مواد مغذی می شود (Bardi and Malusà ؛Vessey 2003). بنابراین استفاده از کودهای زیستی با تحریک میکروبیوتای طبیعی خاک و افزایش دسترسی به عناصر مغذی و تجزیه مواد آلی به رشد بهتر گیاه کمک می‌کند(Chaudhary et al., 2019).بنابراین توانایی کودهای زیستی برای ایجاد سطح بالایی از تنوع میکروبی در خاک منجر به تولید محصول سالم به‌منظور پیشبرد اهداف کشاورزی پایدار می‌شود (Agriet al., 2022). امنیت غذایی به‌عنوان در دسترس بودن و دسترسی به غذای ایمن و مغذی که با نیازهای رژیم غذایی یک سبک زندگی سالم و فعال مطابقت دارد، تعریف می‌شود. ناامنی غذایی زمانی اتفاق می‌افتد که افراد دسترسی کافی به مواد غذایی سالم و مغذی نداشته باشند. یکی دیگر از عواملی که ممکن است عامل ناامنی غذایی باشد ممکن است کاهش مواد مغذی خاک ناشی از خاک‌ورزی مداوم و استفاده از کودهای شیمیایی یا مصنوعی برای تولید مداوم کشاورزی باشد. این امر باعث شده است که خاک حاصل‌خیزی خود را از دست بدهد و بیشتر محصولات کشاورزی مصرفی به دلیل بقایای شیمیایی که در آن‌ها باقی می‌ماند، ایمن نباشند (Kumar et al., 2018). هدف از این مطالعه بررسی نقش کودهای زیستی در بهبود محصول و تولید غذای ایمن و مطمئن به‌منظور جایگزینی کودهای زیستی و یا استفاده تلفیقی از کودهای زیستی- شیمیایی است.

مواد و روش

فرایند ترکیب آماری نتایج پژوهش‌های مستقل و جداگانه، برای رسیدن به نتایج کلی درباره آنچه پیشینه پژوهشی نشان می‌دهد، فراتحلیل نامیده می‌شود (هومن، ۱۳۸۵). فراتحلیل از طریق فرآیندهای شفاف و قابل تکرار، به حداکثر رساندن عینیت و تلاش برای به حداقل رساندن سوگیری و ارزیابی اثربخشی مداخلات مدیریتی یا تأثیر یک عمل انسانی یا طبیعی استفاده می‌شود (Pullin and Knight., 2009). در حال حاضر ترکیب مطالعات کمی و کیفی در فراتحلیل، یک روش استاندارد است (Morgan et al., 2016). برای انجام این پژوهش از پروتکل ROSES کـه توسط Haddaway و همکاران (۲۰۱۸) توسعه داده‌شده استفاده شد. بررسی مطالعات سال‌های اخیر در رابطه با گیاه سیاهدانه، زیره سبز و نعناع فلفلی و تأثیر کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی بـر عملکرد آن‌ها از طریق پایگاه‌های علمـی معتبـر شامل محقق گوگل، سیویلیکا انجام شد. جستجو بر اساس نام گیاه و کودهای زیستی و کود شیمیایی انجـام گرفت. بنابراین، نوع تیمارهای آزمایشی، نوع و مقادیر کودها و مقادیر عملکردی مورداستفاده قرار گرفت. از میان مطالعات مرتبط با زیره سبز و سیاهدانه ۲۶ مطالعه و برای نعناع فلفلی ۱۶مطالعه انتخاب شدند. در حال حاضر یکی از اساسی‌ترین مفاهیم موجود در ادبیات فراتحلیل مفهوم اندازه اثر است. در یک تعریف فراگیر آماری، اندازه اثر عبارت است از نسبت آزمون معنی‌داری

به حجم مطالعه. این مفهوم در سال ۱۹۷۷ میلادی توسط کوهن[4] معرفی و بر اهمیت استفاده از آن تأکید گردید (قاضی طباطبایی، ۱۳۸۹). از سویی دیگر آزمون معنی‌داری مشخص می‌کند که علت وقوع یک پدیده تصادفی است یا از الگوی خاصی پیروی می‌کند. بنابراین لازم است همگام با نتیجه آزمون معنی‌داری به مقدار اندازه اثر توجه شود؛ این امر سبب افزایش توان و اعتبار آزمون در شرایط برابر بودن حجم نمونه و سطح معنی‌داری می‌شود. دسترسی به مقادیر میانگین، واریانس و یا انحراف معیار گروه‌ها محاسبات مرتبط با اندازه اثر حاصل می‌شود. این شاخص برای تعیین اندازه اثر هجس[5] مورداستفاده قرار می‌گیرد. همچنین در انجام یک فراتحلیل، ارزیابی سوگیری انتشار اهمیت ویژه‌ای دارد. در یک فراتحلیل امکان بررسی همه مطالعات انجام‌شده به دلایل مخالفی همچون عدم انتشار، سوگیری نتایج و غیره وجود دارد (Michael and Ghebremical., 2023). بنابراین در صورت وجود سوگیری، نتایج نهایی فراتحلیل دچار خطا و شکست خواهد شد. بنابراین، شناسایی و تصحیح سوگیری انتشار ضروری است (Macaskill et al., 2000). اطلاعات استخراج‌شده از مطالعات نهایی با استفاده از نرم‌افزار جامع فراتحلیل[6] تجزیه‌وتحلیل شد. آزمون‌های آماری استفاده‌شده در فرضیات پس از تبدیل‌شدن به اندازه اثر، مورد تحلیل قرار گرفتند. همچنین برای سنجش سوگیری انتشار از روش نمودار قیفی[7]، استفاده شد. در نمودار قیفی، تجمع مطالعات با خطاهای استاندارد بالا در پایین قیف نشان از وجود سوگیری انتشار است. بااین‌حال، همان‌طور که یک مطالعه به سمت بالا حرکت می‌کند، خطاهای استاندارد کاهش می‌یابد. این امر با داشتن رابطه عکس با خطای انتشار نشان از دقت بالای مطالعات دارد (Crowther et al., 2010).

نتایج و بحث

بر اساس شاخص‌های موردنظر، ۱۶ مطالعه در رابطه با اثر کودهای زیستی نیتروکسین (حاوی باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپریلیوم) بر وزن خشک گیاه نعناع فلفلی بود. همچنین ۲۶ مطالعه در زمینه اثر کودهای زیستی (حاوی باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپریلیوم) در رابطه با عملکرد دانه سیاهدانه و زیره سبز موردبررسی قرار گرفت. نتایج اندازه اثر کاربرد انواع کودهای زیستی بر گیاهان زیره سبز و سیاهدانه در جدول (۱) ارائه‌شده است.

[4] Cohen
[5] Hedges effect size
[6] Comprehensive Meta-Analysis
[7] Funnel Plot

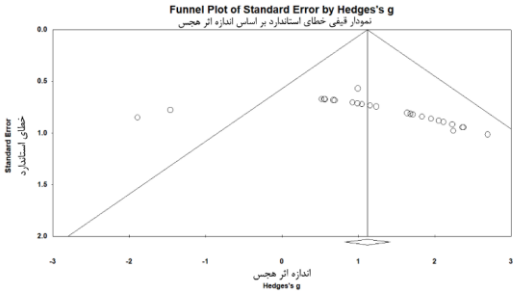
جدول ۱- اندازه اثر کودهای زیستی بر عملکرد کمی دانه گیاه سیاهدانه و زیره سبز با فاصله اطمینان ۹۵ درصد

کود زیستی	گیاه	اندازه اثر هجس	مقدار P- Value	خطای استاندارد
ازتوباکتر	سیاهدانه	۰/۵۹۰	۰/۴۳۸	۰/۶۷۰
ازتوباکتر	سیاهدانه	۰/۹۸۹	۰/۱۶۵	۰/۷۱۳
ازتوباکتر	سیاهدانه	۰/۶۷۴	۰/۳۲۳	۰/۶۸۲
ازتوباکتر	سیاهدانه	-۱/۴۶۱	۰/۰۶۰	۰/۷۷۸
ازتوباکتر	سیاهدانه	۱/۱۵۲	۰/۱۱۶	۰/۷۳۳
ازتوباکتر	سیاهدانه	۱/۶۸۳	۰/۰۳۹	۰/۸۱۴
ازتوباکتر	سیاهدانه	۲/۳۷۶	۰/۰۱۲	۰/۹۴۷
ازتوباکتر	سیاهدانه	۰/۹۹۴	۰/۰۸۱	/۵۷۰
ازتوباکتر	سیاهدانه	۰/۶۹۰	۰/۳۱۲	۰/۶۸۳
ازتوباکتر	زیره سبز	۰/۶۴۰	۰/۰۴۲	۰/۸۰۷
ازتوباکتر	زیره سبز	۰/۵۶۰	۰/۴۰۵	۰/۶۷۳
ازتوباکتر	زیره سبز	۱/۰۴۸	۰/۱۴۵	۰/۷۲۰
آزوسپریلیوم و ازتوباکتر	سیاهدانه	۱/۲۳۶	۰/۰۹۷	۰/۷۴۴
آزوسپریلیوم و ازتوباکتر	سیاهدانه	۱/۸۳۲	۰/۰۲۹	۰/۸۴۰
آزوسپریلیوم و ازتوباکتر	سیاهدانه	۲/۰۵۲	۰/۰۲۰	۰/۸۸۲
آزوسپریلیوم و ازتوباکتر	سیاهدانه	۲/۱۱۵	۰/۰۱۸	۰/۸۹۴
آزوسپریلیوم و ازتوباکتر	زیره سبز	۱/۸۳۲	۰/۰۲۹	۰/۸۴۰
آزوسپریلیوم و ازتوباکتر	زیره سبز	۱/۹۵۱	۰/۰۲۴	۰/۸۶۲
آزوسپریلیوم	سیاهدانه	۰/۹۲۴	۰/۱۹۰	۰/۷۰۶
آزوسپریلیوم	سیاهدانه	-۱/۸۸۹	۰/۰۲۶	۰/۸۵۱
آزوسپریلیوم	سیاهدانه	۲/۲۳۰	۰/۰۱۵	۰/۹۱۷
آزوسپریلیوم	زیره سبز	۲/۶۹۱	۰/۰۰۸	۱/۰۱۵
آزوسپریلیوم	زیره سبز	۰/۵۵۵	۰/۴۰۹	۰/۶۷۳
بارور ۱	سیاهدانه	۲/۲۴۵	۰/۰۲۲	۰/۹۷۸
بارور ۱	زیره سبز	۲/۳۶۵	۰/۰۱۲	۰/۹۴۵
بارور ۱	سیاهدانه	۱/۷۱۶	۰/۰۳۶	۰/۸۲۰
مجموع	-	۱/۱۱۰	۰/۰۰۰	۰/۱۵۲

بر اساس نتایج جدول (۱) و با اطمینـــان ۹۵ درصـــد کـــاربرد کودهای زیستی در گیاهان سیاهدانه با اطمینان بالایی سبب افزایش عملکرد دانه شده است. مقدار اندازه اثر تیمارهای بارور ۱ و آزوسپریلیوم در گیاه سیاهدانه و زیره سبز ترتیب معادل (g=۲/۳۷۶)، و (g=۲/۶۹۱) به دست آمد. در گیاه سیاهدانه دو موردمطالعه اثرات منفی بارور ۱(g=-۱/۸۸۹)، آزوسپریلیوم (g=-۱/۴۶۱) و یک مورد اثرات کمتر شامل آزوسپریلیوم (g=۰/۵۵۵) در گیاه زیره سبز ثبت شد. مجموع اندازه اثرها نیز معادل (g=۱/۱۱) به دست آمد که

نشان دهنده اثر مثب کودهای زیستی بر عملکرد دانه سیاهدانه و زیره سبز بود. محققان گزارش کردند که تلقیح لوبیا چشم‌بلبلی، لوبیا معمولی و یونجه با آزوسپیریلوم باعث افزایش رشد و توسعه ریشه می‌شود (Dardanelliet al., 2008). سلیمانی فر و سیادت (۲۰۱۱) گزارش کردند که تلقیح بذور گلرنگ با باکتری‌های آزوسپریلیوم و ازتوباکتر باعث افزایش ۳۵ و ۲۱ درصدی عملکرد و اجزاء عملکرد دانه این گیاه می‌شود. نتایج پژوهش‌های Shokrani و همکاران (۲۰۱۲) در مورد تأثیر کود زیستی بر رشد و عملکرد گیاه همیشه‌بهار (Calendula officinalis L.) نشان می‌دهد که کود زیستی نیتروکسین بر وزن ساقه و قطر کاپیتول تأثیر معنی‌داری داشت. در تحقیق دیگری Ghilavizadeh و همکاران (۲۰۱۳) در گیاه زنیان (Carum copticum Heirn) نشان دادند که بیشترین عملکرد بیولوژیک، عملکرد بذر، محتوای اسانس و عملکرد اسانس در تیمار تلقیح بذر و محلول‌پاشی حاصل شد. همچنین Mohammadpour Vashvaeiو همکاران (۲۰۱۵) نیز در تحقیقی بر روی آویشن (*Thymus vulgaris* .L) مشاهده کردند که مصرف نیتروکسین موجب افزایش میزان اسانس و درصد تیمول گردید. جایگزین کردن کودهای آلی و زیستی به‌جای کودهای شیمیایی از اهداف مهم سالم‌سازی و امنیت غذایی به شمار می‌رود (Gholami & Talaei, 2014). بنابراین، تأثیر کود زیستی بر برخی ترکیبات متابولیک ثانویه ازجمله فیتواسترول و نیز خواص آنتی‌اکسیدانی دارد. هادی نزاد و همکاران (۱۴۰۰) نشان دادند استفاده از کود زیستی (ازتوباکتر) سبب افزایش عملکردی و افزایش آنتی‌اکسیدانی و فیتواسترول دانه سیاهدانه گردید.

نمودار قیفی مطالعه، خطای استاندارد را در محور عمودی به‌عنوان تابعی از اندازه اثر در محور افقی نمایش می‌دهد. در این نمودار، مطالعات بزرگ در قسمت بالایی قرار دارند و معمولاً به میانگین اندازه اثر نزدیک می‌شوند. درحالی‌که مطالعات کوچک‌تر در قسمت پایین نمودار قرار می‌گیرند و مقادیر آن‌ها به‌طور پراکنده در یک طیف گسترده توزیع می‌شود. در صورت عدم وجود سوگیری انتشار، انتظار می‌رود که مطالعات به‌طور متقارن حول اندازه اثر ترکیبی توزیع شوند. اما در صورت وجود سوگیری، در قسمت پایین نمودار، تمرکز بیشتری از مطالعات در یک سمت میانگین نسبت به سمت دیگر مشاهده خواهد شد. این نشان‌دهنده این واقعیت است که مطالعات کوچک‌تر درصورتی‌که اثرات بزرگ‌تر از میانگین داشته باشند، احتمال بیشتری برای انتشار دارند. بنابراین اثـر مصرف کود زیستی بر عملکـرد دانـه سـیاهدانه و زیره سبز نسـبتاً متقارن بـود؛ اما خطـای انتشـار جزئی به سمت راست نمودار مشاهده گردید (شکل ۱).



شکل ۱- نمودار قیفی عملکرد دانه سیاهدانه و زیره سبز تحت تأثیر کودهای زیستی

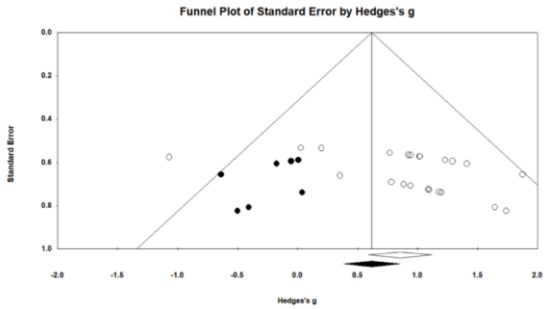
بر اساس نتایج جدول (۲) و با اطمینـــان ۹۵ درصـــد کـــاربرد کودهای زیستی در گیاه نعناع فلفلی سبب افزایش وزن خشک گیاه شده است. مقدار ۸ لیتر نیتروکسین در هکتار با مقدار اندازه اثر معادل (g=۱/۴۱۲) و (g=۱/۲۰۰) نشان داد کود زیستی نیتروکسین اثر مثبتی بر افزایش ماده خشک گیاه نعناع فلفلی دارد. اگرچه به‌طورکلی اندازه اثر کود زیستی نیتروکسین برای نعناع فلفلی مثبت بود اما در مقادیر بالای مصرف اندازه اثرِ قوی‌تری برای این گیاه به دست نیامد. در ارتباط با کود سوپر نیتروپلاس به‌عنوان یک کود دارای باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن در مقادیر ۸ کیلوگرم در هکتار اندازه اثر (g=۱/۷۳۸) و (g=۱/۲۹۱) ثبت گردید. همچنین در مقادیر ۴ کیلوگرم نیز مقادیر اندازه اثر معادل (g=۱/۱۸۰) به دست آمد. بنابراین این کود نیز با افزایش وزن خشک نعناع فلفلی در افزایش عملکرد و بهره‌وری اقتصادی نقش مهمی ایفا می‌کند. فلاحی (۲۰۰۹) با بررســی اثـر کودهـای آلـی و بیولوژیـک مختلـف بـر خصوصیات کمی و کیفی بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla*) گزارش کرد که نیتروکسین و باکتری‌های حل‌کننده فسفات باعث افزایش عملکرد اسانس شدند. نتایج یک آزمایش نشان داد که مصرف کودهای شیمیایی همراه با کود زیستی باعث بهبود رشد گیاه و افزایش عملکرد دانه و روغن و ترکیبات روغن دانه کاملینا (*Camelina sativa* L.) شد (Hasani et al., 2019). در آزمایشی اثر کودهای بیولـوژیکـی و شیمیـایی بر عملکـرد زعفران بررسی شد. بیشترین تعداد گل و عملکـرد کلاله در اثر استفاده از کود زیستی نیتـروکسین حاصـل شد (Koocheki et al., 2011). از سویی دیگر حکمتی و همکاران (۱۴۰۰) نشان دادند کاربرد کود زیستی فسفاتِ در مقایسه با شاهد در سطوح مختلف آرسنیک، سبب افزایش میزان پرولین، پلی‌فنل اکسیداز، پراکسیداز، کربوهیدرات، کلروفیل کل، کلروفیل a,b و کاهش آرسنیک ریشه و شاخه شد. بنابراین کود زیستی فسفاتِ تـا حدودی باعث بهبود رشد و افزایش مقاومت گیاهان نعناع سبز نسبت به تنش آرسنیک می‌شود.

نتایج نمودار قیفی اثـر مصرف کودهای زیستی بر وزن خشک نعناع فلفلی نسـبتاً متقارن و در میانه نمودار قیفی بـود (شکل ۲). به دلیل گرایش برخی مطالعات به سمت راست نمودار این نگرانی وجود داشت که برخی مطالعات در تحلیل وارد نشده باشند؛ بنابراین در این بخش از برازش دوال و توئیدی به‌منظور ارزیابی و تعدیل سوگیری انتشار استفاده شد. پیدایش مطالعات مفقود در یک سمت از خط میانگین اثر به کوچک بودن مطالعات دلالت دارد. با برآورد روش دوال و توئیدی مشخص گردید که باید ۷ مطالعه به مطالعات کود زیستی اضافه گردد تا تقارن کامل نمودار قیفی شکل بگیرد.

جدول ۲- مقادیر اندازه اثر کودهای زیستی بر وزن خشک نعناع فلفلی با فاصله اطمینان ۹۵ درصد

کود زیستی	اندازه اثر هجس	مقدارP-value	خطای استاندارد
نیتروکسین ۴ لیتر در هکتار	۰/۹۴۳	۰/۰۹۶	۰/۵۶۷
نیتروکسین ۴ لیتر در هکتار	۰/۷۸۲	۰/۲۵۸	۰/۶۹۱
نیتروکسین ۴ لیتر در هکتار	۱/۰۸۶	۰/۱۳۴	۰/۷۲۵
نیتروکسین ۸ لیتر در هکتار	۱/۴۱۲	۰/۰۲۰	۰/۶۰۶
نیتروکسین ۸ لیتر در هکتار	۱/۲۰۰	۰/۱۳۴	۰/۷۳۹
نیتروکسین ۸ لیتر در هکتار	۰/۹۴۲	۰/۱۸۳	۰/۷۰۸
نیتروکسین ۸ لیتر در هکتار	۰/۲۰۱	۰/۱۸۳	۰/۵۳۵

نیتروکسین ۸ لیتر در هکتار	۰/۰۲۷	۰/۹۵۹	۰/۵۳۳
سوپر نیترو پلاس ۴ کیلوگرم در هکتار	۱/۰۹۸	۰/۱۳۰	۰/۷۲۶
سوپر نیترو پلاس ۴ کیلوگرم در هکتار	۱/۱۸۰	۰/۱۰۹	۰/۷۳۷
سوپر نیترو پلاس ۴ کیلوگرم در هکتار	۰/۳۵۴	۰/۵۹۲	۰/۶۶۱
سوپر نیترو پلاس ۸ کیلوگرم در هکتار	۱/۷۳۸	۰/۰۳۵	۰/۸۲۴
سوپر نیترو پلاس ۸ کیلوگرم در هکتار	۰/۸۸۵	۰/۲۰۷	۰/۷۰۱
سوپر نیترو پلاس ۸ کیلوگرم در هکتار	۱/۲۹۱	۰/۰۳۰	۰/۵۹۵
ازتوباکتر	۰/۹۲۳	۰/۱۰۲	۰/۵۶۵
ازتوباکتر	۱/۰۱۹	۰/۰۷۵	۰/۵۷۲
مجموع	۰/۹۴۲	۰/۰۰۰	۰/۶۵۵



شکل ۲- نمودار قیفی وزن خشک نعناع فلفلی تحت تأثیر کودهای زیستی (سفید) در حالت برازش دوال و توئیدی (مشکی)

نتیجه‌گیری

به‌منظور تأمین غذای مردم در آینده، باید موارد ذیل موردتوجه باشد، ۱) الگوی متعادل تغذیه و صرفه‌جویی در مصرف مواد غذایی ۲) توسعه اقتصادی و اجتماعی کشاورزی، و ۳) کاهش اثرات تخریبی کشاورزی در جهان (یزدی صمدی، ۱۳۹۶). کودهای زیستی به دلیل صرفه اقتصادی و سازگاری با محیط‌زیست با افزایش محتوای پروتئین، اسیدهای آمینه ضروری و ویتامین‌ها و با تثبیت نیتروژن، عملکرد محصول را تا حدود ۱۰-۴۰ درصد افزایش می‌دهند (Daniel et al., 2022). نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از کودهای زیستی (نیتروکسین، ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم) سبب افزایش عملکرد دانه سیاهدانه و وزن خشک نعناع می‌شود. بنابراین می‌توان با تولید و معرفی کودهای زیستی و آلی جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی و یا پیاده‌سازی یک برنامه تلفیقی استفاده از کود زیستی- شیمیایی را در دستور کار قرارداد. این امر علاوه بر نیل به کشاورزی پایدار و حفظ محیط‌زیست به تضمین ایمنی و امنیت غذایی نیز کمک خواهد نمود. تجارب کشورها نیز نشان داده است که حرکت به سمت کشاورزی پایدار امکان‌پذیر است. سیاست مشترک کشاورزی اتحادیه اروپا استفاده از محصولات زیستی همراه با گسترش کشاورزی ارگانیک است. به‌طوری‌که ۳۰ درصد هزینه

به‌عنوان پرداخت مستقیم به کشاورزانی که از شیوه‌های کشاورزی پایدار پیروی می‌کنند ارائه می‌کند. همچنین تجارب دیگری در اقصی نقاط جهان برای توسعه کشاورزی پایدار و استفاده از کودهای زیستی وجود دارد. دولت هند یک ابتکار ملی را به‌عنوان بخشی از برنامه پنج‌ساله خود معرفی کرده است که هدف آن افزایش تولید و توزیع کود زیستی است (Singh et al., 2014). اروپا بیشترین رونق در بازار کودهای زیستی را به خود اختصاص داده است به‌طوری‌که درآمد آن در سال ۲۰۱۷ بالغبر ۴۵۰۰ میلیون دلار برآورد شد (خسروی، ۱۴۰۱).

منابع

حکمتی، ج. حمیداوغلی، ی. اسماعیل پور، ب. قاسم نژاد، م. اثر آرسنیک وکود زیستی فسفاته بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی توده بومی نعنا سبز (Mentha spicata L.)، ۱۴۰۰، پژوهش‌های تولید گیاهی، *شماره ۲، ص ۱۳۹-۱۲۷*.

خسروی، ه. کودهای زیستی: ترویج، توصیه و روش های مصرف در محصولات کشاورزی، ۱۴۰۱، ترویج علم، شماره ۲۲، ص، ۹۰-۱۱۱.

فلاحی، ج. کوچکی، ع. و رضوانی مقدم، پ. بررسی تأثیر کودهای بیولوژیک بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی بابونه آلمانی ،۱۳۸۸، مجله پژوهش های زراعی ایران. شماره ۷، ص، ۱۲۷-۱۳۵.

قاضی طباطبایی، م .(۱۳۸۶). فراتحلیل در پژوهشهای اجتماعی و رفتاری. ایران: انتشارات جامعه شناسان.

هومن، ح. ع. (۱۳۸۷). راهنمای عملی فراتحلیل در پژوهش علمی. ایران: سمت.

یزدی صمدی، ب. کاربرد فناوری های آینده نگر در تامین امنیت غذایی در ایران و جهان، ۱۳۹۶، پژوهش های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۲شماره ۲، ص، ۱۵-۲۸.

Agri, U., Chaudhary, P., Sharma, A.; Kukreti, B. (2022). Physiological response of maize plants and its rhizospheric microbiome under the influence of potential bioinoculants and nanochitosan. Plant Soil, 474, 451–468.

Batista, B.D., Lacava, P.T., Ferrari, A., Teixeira-Silva, N.S., Bonatelli, M.L., Tsui, S., Mondin, M., Kitajima, E.W., Pereira, J.O., Azevedo, J.L. (2018). Screening of tropically derived, multi-trait plant growth-promoting rhizobacteria and evaluation of corn and soybean colonization ability. Microbiological research, 206, 33–42.

Bardi, L., Malusà, E. (2012). Drought and nutritional stresses in plant: alleviating role of rhizospheric microorganisms. abiotic stress: new research. Nova Science Publishers Inc, Hauppauge, 1–57.

Chaudhary, P., Sharma, A. (2019). Response of nanogypsum on the performance of plant growth promotory bacteria recovered from nanocompound infested agriculture field. Environmental Ecology, *37*, 363–372.

Daniel, A.I., Fadaka, A.O., Gokul, A., Bakare, O.O., Aina, O., Fisher, S., & Klein, A. (2022). Biofertilizer: The Future of Food Security and Food Safety. Microorganisms, 10, 1220.

Egamberdieva, D., Shrivastava, S., Varma, A. (2015). Plant-Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) and Medicinal Plants; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany.

Ghilavizadeh, A., Darzi, M.T., & Haj Seyed Hadi, M. (2013). Effects of biofertilizer and plant density on essential oil content and yield traits of Ajowan raw grain and beverage quality. Crop Science, 58(3), 1360-1370.

Hassani, M., Tadayon, M.R., & Fadaei Tehrani, A.A. (2021). The effect of chemical and biological fertilizers on leaf characteristics, yield and nutrient uptake and consumption efficiency, phosphorus and sulfur in Camelina sativa L. Journal of Crop Production and Processing, 10(45),123-140. (In Persian).

Koocheki, A., Jahani, M., Tabrizi, L., Mohammadabadi, A.A. (2011). Investigation on the effect of biofertilizer, chemical fertilizer and plant density on yield and corm criteria of saffron (Crocus sativus L.). Journal Water Soil, 25(1), 196-206.

Kumar, S., Reddy, C., Phogat, M., Korav, S. (2018). Role of bio-fertilizers towards sustainable agricultural development: A review. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 7, 1915–1921.

Mohammadpour Vashvaei, R., Galavi, M., Ramroudi, M., & Fakheri, B.A. (2015). Effects of drought stress and biofertilizers inoculation on growth, essential oil yield and constituents of thyme (Thymus vulgaris L.). Journal of Agroecology, 7(2), 237-253.

Shokrani, F., Pirzad, A., Zardoshti, M.R. & Darvishzadeh, R. (2012). Effect of biological nitrogen on the yield of dried flower and essential oil of Calendula officinalis L. under end season water deficit condition. International Research Journal of Applied and Basic Science, 3(1), 24-34.

Singh, S., Singh, B.J., Yadav, S.M., & Gupta, A.K. (2014). Potential of biofertilizers in crop production in India agriculture. American Journal of Plant Nutrition and Fertilization Technology,4,33-40.

Youssef, M., Eissa, M. (2014). Biofertilizers and their role in management of plant parasitic nematodes. A review. Journal of Biotechnology and Pharmaceutical Research, 5, 1–6.

The effect of biofertilizers on the yield of medicinal plants with emphasis on sustainable production and food security

Alireza Shahmohammadi [1], Mahnaz Salatin [2], Haniyeh Rashid Rostami [3]

1- Ph. D in Agroecology, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

2- Research Department Manager of Agriculture and Animal husbandry Holding of Etka Organization, Tehran, Iran.

3- Ph. D student of Agrometeorology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University, Mashhad, Iran.

Corresponding Author E. mail: Ashahmohammadi.sbu@gmail.com

Abstract

Modern intensive agriculture has caused many problems for the environment and human health by increasing production. Therefore, the main challenge of sustainable agricultural production to meet the demand of food production is the sustainability of agricultural ecosystems and the preservation of the environment. Biofertilizers are one of the key resources in the production of sustainable agriculture and organic agriculture to meet consumer preferences and produce quality products. The purpose of this study was to investigate the effect of biofertilizers on the performance of medicinal plants and to develop the use of biofertilizers in order to maintain the stability of ecosystems, human health and the environment using the meta-analysis method. The selection of articles was done using the ROSES method. 42 articles were included in the study according to the conditions. The results showed that the use of biological fertilizers increased the yield of black seed and Cumin and the dry weight of mint. Therefore, the replacement of biological fertilizers with chemical fertilizers in the form of organic agriculture or the integrated use of biological-chemical fertilizers in production programs including good agricultural operations, sustainable compression and precision agriculture are emphasized. In general, the modern agricultural production system requires extensive use of biofertilizers and strong resources for inclusive and sustainable development of agriculture without harming the ecosystem.

Keywords: Biofertilizer, Meta-analysis, Good Agricultural Practice, Sustainable agriculture, Organic agriculture



ارائه الگو ارتقا سواد غذایی در مدارس

محمد امین عبدالعظیمی هریس*[۱] ، سعید عبدالعظیمی هریس[۲]، مینا کریمی هریس[۳]

۱ دانشجو کارشناسی آموزش فیزیک، دانشگاه فرهنگیان - پردیس شهید چمران تهران، تهران،ایران: پست الکترونیک نویسنده

[۲] دانشجو کارشناسی ارشد حسابداری ،دانشگاه آزاد واحد هریس ،هریس،ایران

[۳] دانش آموخته رشته فناوری اطلاعات،دانشگاه پیام نور واحد تهران،تهران،ایران

*نویسنده مسوول: fernandoredondo1380@gmail.com

چکیده

دانش‌آموزان به دلیل رشد جسمی و روانی در دوران مدرسه نیاز بیشتری به تغذیه مناسب دارند. کمبود مواد مغذی در این دوران می‌تواند بر توانایی‌های یادگیری و تحصیلی آن‌ها تأثیر منفی بگذارد. تحقیقات نشان داده است که تغذیه مناسب می‌تواند عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان را بهبود ببخشد و عادات غذایی سالم در دوران کودکی به سلامت بلندمدت آن‌ها کمک می‌کند. تغذیه سالم در دوران مدرسه نه تنها به بهبود سلامت جسمانی دانش‌آموزان کمک می‌کند، بلکه توانایی‌های یادگیری آن‌ها را نیز تقویت می‌کند و از بروز مشکلات تحصیلی و سلامتی در آینده جلوگیری می‌کند.پژوهش حاضر با اتکاء به داده‌های کیفی گردآوری‌شده، در صدد است تا مضامین ارتقا سواد غذایی را ارائه دهد. از میان جامعه آماری، ۷ نفر به عنوان نمونه انتخاب شده‌اند. این تعداد نمونه به گونه‌ای است که می‌تواند به اشباع نظری برسد و اطلاعات لازم برای تحلیل و نتیجه‌گیری فراهم کند.در این پژوهش، مضامین بدست آمده شامل ۶ مضمون سازمان دهنده و ۲۳ مضمون پایه است که منجر به ارائه الگو شده است. این سواد شامل اطلاعاتی است که به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا تفاوت بین مواد غذایی سالم و ناسالم را تشخیص دهند و به رفتارهای بهداشتی و تغذیه‌ای مناسب روی آورند. برای ارتقای سواد غذایی در بین دانش آموزان، می‌توان از روش‌های متنوعی استفاده کرد؛ از جمله همکاری و یادگیری تعاملی از طریق برگزاری جلسات آشپزی مشترک و تشکیل گروه‌های سفیر سلامت. همچنین، آموزش از طریق بازی‌های آموزشی و طراحی چالش‌های فکری برای تحریک تفکر انتقادی می‌تواند مؤثر باشد. ارائه مطالعات موردی و دسترسی به اطلاعات علمی معتبر، به درک بهتر مفاهیم کمک می‌کند. برگزاری جلسات آموزشی برای والدین و ایجاد ارتباط مستمر با خانواده‌ها نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. فعالیت‌های عملی مانند بازدیدهای میدانی و اجرای پروژه‌های گروهی، به یادگیری مشارکتی و عملی دانش‌آموزان کمک می‌کند. استفاده از رسانه‌ها برای ترویج تغذیه سالم و طراحی کلاس‌های آموزشی با پوسترهای غذای سالم، محیطی تقویت‌کننده ایجاد می‌کند. در نهایت، استفاده از داستان‌ها و معرفی غذاهای سنتی و محلی به حفظ هویت فرهنگی و ترویج عادات غذایی سالم کمک می‌کند.

واژگان کلیدی: سواد غذایی،تغذیه سالم،مدارس، دانش‌آموزان

مقدمه

نیاز به غذا یکی از اصلی‌ترین نیازهای انسان است و نقش آن در تأمین انرژی، رشد سلولی، و حفظ عملکردهای حیاتی بدن بی‌بدیل است. مواد مغذی شامل پروتئین‌ها، چربی‌ها، کربوهیدرات‌ها، مواد معدنی و ویتامین‌ها هستند که به حفظ و بهبود سلامت انسان کمک می‌کنند و به رشد جسمی و فکری، به‌ویژه در کودکان و نوجوانان، کمک می‌کنند. تغذیه نه‌تنها بر سلامت جسمانی بلکه بر توانایی‌های روانی و ذهنی افراد نیز تأثیر می‌گذارد و بر کیفیت زندگی و عملکرد روزمره، به‌ویژه در میان دانش‌آموزان، نقش مهمی دارد (Aldinger & Jones, 1998).

دانش‌آموزان به دلیل رشد جسمی و روانی در دوران مدرسه، به تغذیه مناسب‌تری نیاز دارند. کمبود مواد مغذی در این دوره می‌تواند تأثیرات منفی بر توانایی‌های یادگیری و تحصیلی آن‌ها داشته باشد. تحقیقات نشان می‌دهند که تغذیه مناسب می‌تواند به بهبود عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان کمک کند و عادات غذایی سالم در دوران کودکی به سلامت بلندمدت آن‌ها کمک می‌کند-Pérez) Rodrigo & Aranceta,2001)

نظریه شناختی اجتماعی (SCT)توضیح می‌دهد که رفتار غذایی تحت تأثیر تعامل میان عوامل محیطی و فردی قرار دارد. این نظریه تأکید می‌کند که برای ایجاد عادات غذایی سالم، تغییرات محیطی و ارتقای مهارت‌های فردی ضروری است (سازمان بهداشت جهانی، ۲۰۰۶). مطالعات مختلف نشان داده‌اند که تغذیه سالم تأثیر قابل‌توجهی در بهبود توانایی یادگیری کودکان دارد. پژوهش‌هایی که در انگلستان انجام شده است نشان می‌دهد کودکانی که از تغذیه سالم‌تری در مدرسه برخوردار هستند، در آزمون‌ها عملکرد بهتری داشته و رفتار اجتماعی بهتری از خود نشان می‌دهند (Lang, 2003).علاوه بر این، مصرف منظم صبحانه به بهبود تمرکز و یادگیری دانش‌آموزان کمک می‌کند. برخی تحقیقات نشان می‌دهند که حدود ۴۰ درصد از دانش‌آموزان تنها دو بار در هفته صبحانه می‌خورند، که این می‌تواند بر کارایی تحصیلی آن‌ها تأثیر منفی بگذارد (Saidi, 2015).همچنین، پژوهش‌های دیگر نشان می‌دهند که دانش‌آموزان اروپایی در زمان‌های تفریح تمایل به مصرف غذاهای کم‌ارزش مانند شکلات و ساندویچ دارند که این می‌تواند مشکلاتی نظیر چاقی یا کاهش تمرکز را به دنبال داشته باشد (Aldinger & Jones, 1998).بنابراین، بهبود وضعیت تغذیه دانش‌آموزان ضروری است، زیرا تغذیه نقش مهمی در رشد جسمی و روانی آن‌ها دارد. همچنین آموزش سواد غذایی، که به معنای توانایی انتخاب و مصرف غذاهای سالم است، باید در سنین مدرسه آغاز شود تا دانش‌آموزان بتوانند عادات غذایی سالمی ایجاد کنند و از بیماری‌های مزمن در بزرگسالی جلوگیری کنند(Frisch et al., 2012).همچنین، مدارس باید به‌عنوان منابع آموزشی تغذیه‌ای عمل کنند و محیط‌هایی فراهم آورند که ارتقای سواد غذایی دانش‌آموزان را تسهیل کند (سازمان بهداشت جهانی، ۲۰۰۶).

در نتیجه‌گیری، تغذیه سالم در دوران مدرسه نه تنها به بهبود سلامت جسمانی دانش‌آموزان کمک می‌کند، بلکه توانایی‌های یادگیری آن‌ها را نیز تقویت می‌کند و از بروز مشکلات تحصیلی و سلامتی در آینده جلوگیری می‌کند. ما در این مقاله به بررسی مضامین ارتقا سواد غذایی در بین دانش‌آموزان پرداخته‌ایم.

تعریف سواد غذایی

بر اساس تعریف کولاسا و همکاران (۲۰۰۱)، سواد غذایی به توانایی فرد در کسب، پردازش و درک اطلاعات پایه در مورد غذا و تغذیه اشاره دارد. همچنین شامل استفاده از این اطلاعات برای تصمیم‌گیری‌های صحیح بهداشتی و ارتقای سلامت است (مرعمی، ۲۰۱۳). سواد غذایی به عنوان یک مفهوم نوظهور توصیف می‌کند که چگونه جامعه درک خود از غذا و نحوه استفاده از آن برای تأمین نیازهای خود را گسترش می‌دهد، و به این ترتیب شهروندان را قادر می‌سازد تا انتخاب‌های غذایی سالم‌تری داشته باشند (Vidgen &

Gallegos, 2010).کالن و همکاران (۲۰۱۲) تعریف جامعی ارائه کرده‌اند که سواد غذایی را توانایی درک و برقراری ارتباط مثبت با غذا معرفی می‌کند، از جمله مهارت‌های غذایی در طول عمر برای شرکت در یک سیستم غذایی پیچیده. این مهارت‌ها شامل تصمیم‌گیری‌هایی است که به دستیابی به سلامت فردی و حمایت از یک سیستم غذایی پایدار از نظر محیطی، اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و سیاسی منجر می‌شود (Begoray, 2012).

طبق این تعاریف، سواد غذایی شامل موارد زیر است:
- توانایی افراد برای کسب، تفسیر و درک اطلاعات و خدمات غذایی و تغذیه‌ای پایه (Kolasa et al., 2001).
- توانایی استفاده از این اطلاعات به گونه‌ای که سلامت را تضمین و بهبود بخشد.
- توانایی مدیریت تغذیه روزانه به شکلی لذت‌بخش، مسئولانه و آزادانه (BIWPG,2004).

همچنین سواد غذایی به معنای دانستن اینکه غذا از کجا می‌آید، چه اتفاقی برای مواد غذایی می‌افتد، چگونه طبخ و آماده می‌شود و همچنین آگاهی و اطلاع از راهنمای تغذیه برای سلامتی و نیز مهارت در برنامه‌ریزی منوی غذایی، بودجه‌بندی، برچسب‌خوانی، انتخاب و خرید غذا، آماده‌سازی و طبخ غذا، سلامت غذا و تعیین میزان نسبت مناسب است (WHO,2004).سواد غذایی به عنوان نقطه تلاقی امنیت غذایی اجتماعی و مهارت‌های غذایی عمل می‌کند و در افزایش سلامت و رفاه عمومی مؤثر است. این سواد می‌تواند به عنوان یک دارایی و توانمندی برای تغذیه سالم شناخته شود و نه یک مانع (آقایی و همکاران، ۱۳۹۷).

چه هنگام سواد غذایی اهمیت دارد؟

در زندگی تغییرات کلیدی‌ای وجود دارد که باعث می‌شود اهمیت درک، دانش و سواد غذایی افزایش یابد. برای مثال، بیماری‌هایی که نیاز به رعایت رژیم غذایی خاص دارند، ممکن است مصرف برخی مواد غذایی را محدود یا حذف کنند. همچنین، تجربه‌هایی مانند زندگی به عنوان پناهنده در کشوری دیگر یا زندگی مستقل، افراد را مجبور به تغییر عادات غذایی می‌کند و نیاز به سواد غذایی را افزایش می‌دهد (Bisogni et al., 2005).ارتباط بین سواد غذایی و امنیت غذایی همچنان ناشناخته و پیچیده است، اما سواد غذایی ممکن است نقش مهمی در حفظ کیفیت تغذیه در دوره‌های انتقال ایفا کند. اهمیت بخش‌های مختلف سواد غذایی نیز ممکن است با توجه به زمینه‌های مختلف تغییر کند. سواد غذایی، مانند سواد بهداشتی، به عنوان یک دارایی شناخته می‌شود، نه یک عامل خطر (Nutbeam, 2008).

همچنین، سواد غذایی به عنوان ابزاری برای دستیابی به تغذیه سالم و نه مانعی برای آن در نظر گرفته می‌شود. توانایی انتخاب غذا به عنوان مکانیسمی برای بهبود تغذیه و نتیجه‌ای از استانداردها، شرایط و مهارت‌های مدیریت مواد غذایی شناخته شده است (Bisogni et al., 2005). مهارت‌های مدیریت مواد غذایی، که تحت عنوان "سواد غذایی" شناخته می‌شوند، به عنوان منبعی پایدار کمک می‌کنند تا کیفیت رژیم غذایی حتی در شرایط تغییرات حفظ شود. این تغییرات ممکن است در سطح فردی یا خانوادگی مانند تغییر در ساختار خانواده، درآمد یا سلامت و یا در سطح اجتماعی مانند عرضه مواد غذایی رخ دهد.

سواد غذایی می‌تواند به عنوان عامل اصلی یا حفاظتی عمل کند که به افراد و جوامع امکان می‌دهد با دید بهتری به تغذیه سالم بپردازند. در محیط غذایی کنونی که غذاهای فرآوری‌شده اغلب گران و ناسالم به‌راحتی در دسترس هستند، یادگیری سواد غذایی به عنوان یک مهارت زندگی به انعطاف‌پذیری افراد کمک می‌کند. از طریق آموزش سواد غذایی به جوانان و والدین جدید، می‌توان به نسل آینده تأثیر گذاشت و تغذیه سالم را ترویج کرد (Nutbeam, 2008).این آموزش شامل مجموعه‌ای از مهارت‌ها و ویژگی‌هایی

است که به افراد کمک می‌کند غذاهای سالم، خوشمزه و مقرون‌به‌صرفه را برای خود و خانواده‌هایشان تهیه کنند. این مهارت‌ها، از جمله دانش غذا، توانایی برنامه‌ریزی، اعتماد به نفس برای حل مشکلات و مهارت‌های دسترسی به اطلاعات و به اشتراک‌گذاری آن‌ها، انعطاف‌پذیری را تقویت می‌کنند.

سواد غذایی چه چیزی را بازنمایی می‌کند؟

با توجه به آنچه در مورد سواد غذایی گفته شد، این سؤال مطرح می‌شود که سواد غذایی توسط چه مؤلفه‌هایی سنجیده و بازنمایی می‌شود.سواد غذایی طی یک فرآیند چرخه‌ای شکل می‌گیرد که در گام اول متأثر از محیط اجتماعی و فرهنگی جامعه است. فرد در این مرحله به اجرای تجارب غذایی و برقراری رابطه عاطفی با غذاها می‌پردازد و مهارت‌ها را در خود درونی می‌سازد. این مهارت‌ها به صورت عاداتی در درون فرد در می‌آید و او احساس رضایت، خلاقیت، وابستگی اجتماعی (خوردن با هم، انتقال مهارت‌ها) و سلامت، انعطاف‌پذیری، خودکارآمدی، اعتماد به نفس و داشتن امنیت غذایی می‌کند. بر اساس این مدل، فرد در ادامه با مهارت‌ها و عادات کسب‌شده در دو مسیر پیش می‌رود. در یک مسیر، مهارت‌هایی نظیر توانایی استفاده از دستور العمل‌های آشپزی و مواد تشکیل‌دهنده غذا برای تهیه غذا و تسهیلات زیرساختی آشپزی به کار گرفته می‌شوند و از این طریق به بهبود کیفیت غذایی و زندگی جامعه و خود کمک می‌شود. در این مسیر، فرد به فن‌ها و قابلیت‌هایی نظیر برنامه‌ریزی، بودجه‌بندی، خرید و نگهداری مواد غذایی نیاز دارد. در مسیر دیگر، فرد این مهارت‌ها و عادات را که همراه با حس درونی، عاطفی و بار فرهنگی است، طی فرآیند آموزشی به دیگران و نسل‌های آینده منتقل می‌کند و از این طریق به بهبود شرایط زندگی جامعه کمک می‌کند. در این مسیر از روش‌های یادگیری مانند یادگیری مستقیم به‌صورت تجربی، یادگیری در مدرسه و برنامه‌های آشپزی بومی استفاده می‌شود تا افراد به کسب دانش در مورد غذا، تغذیه، ایمنی مواد غذایی، تفسیر برچسب‌های مواد غذایی و درک محل و منشأ غذا نائل آیند.

پیشینه تحقیق

محمد عظیمی در پروهشی با عنوان «ارزشیابی محتوای آموزشی سالمت محوردر حوزه تغذیه سالم در برنامه درسی دانش آموزان ابتدایی» بیان میکند که برنامه‌های آموزش بهداشت باید به گونه‌ای طراحی شوند که ارائه اطلاعات، بررسی ارزش‌ها و نگرش‌ها، ایجاد تصمیم‌گیری‌های صحیح در حوزه سلامت و کسب مهارت‌های لازم برای تغییر رفتار به منظور ارتقای زندگی سالم در میان همه دانش‌آموزان را شامل شوند. این پژوهش به ارزیابی محتوای آموزشی مرتبط با تغذیه سالم در برنامه درسی دانش‌آموزان ابتدایی پرداخته است. این مطالعه که در سال ۱۳۹۸ بر اساس الگوی تفسیری و با استفاده از روش پدیدارشناسی انجام شد، داده‌های خود را از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با ۱۵ متخصص تعلیم و تربیت و آموزش بهداشت جمع‌آوری کرد. برای تحلیل داده‌ها از روش کولایزی استفاده شد و در نهایت، یافته‌ها نشان داد که از مهم‌ترین عوامل ارتقای برنامه درسی مرتبط با تغذیه سالم، آشنایی کودکان با گروه‌های غذایی مختلف و تجدید نظر در محتوای کتاب‌های درسی است.

شربتیان و آذرنیادر پژوهشی با عنوان « بررسی مؤلفه های سواد سلامت شهروندان شهر مشهد مبتنی بر رویکرد سلامت محور»بیان این مطالعه به ارزیابی وضعیت سواد سلامت و مؤلفه‌های آن در شهر مشهد پرداخته است. با استفاده از رویکرد کمی و راهبرد پیمایش توصیفی، اطلاعات از ۸۰۰ نفر از شهروندان بالای ۱۸ سال مناطق شهری مشهد جمع‌آوری شد. نتایج نشان داد که میانگین سواد سلامت در بین پاسخ‌دهندگان در حد متوسط رو به بالا است. مؤلفه‌های سواد سلامت عملکردی، پایه، ارتباطی-تعاملی و انتقادی، از اهمیت بیشتری برخوردار بوده و تفاوت معناداری در سبک زندگی سلامت‌محور پاسخ‌دهندگان بر اساس این مؤلفه‌ها وجود دارد. در

نهایت، سواد سلامت به عنوان یک مؤلفه شناختی و متأثر از انتخاب‌ها و موقعیت‌های زندگی، به بهبود کیفیت زندگی، ارتقای سبک زندگی سالم، کاهش خطرات سلامتی و تقویت مهارت‌های خودمراقبتی کمک می‌کند.

شهبازی و همکاران (۱۳۹۲) در پژوهشی با عنوان «بررسی رفتارهای تغذیه‌ای و بهداشتی در دانش‌آموزان مقطع دبیرستان» به بررسی وضعیت تغذیه و بهداشت دانش‌آموزان دبیرستانی در شهر یزد پرداختند. در این مطالعه مقطعی که بر روی ۳۲۰ دانش‌آموز انجام شد، نتایج نشان داد که بیش از ۱۸٪ از دانش‌آموزان همیشه صبحانه نمی‌خورند و ۴۸٪ به صورت روزانه نوشابه‌های گازدار مصرف می‌کنند. همچنین، تنها ۱۴٪ از دانش‌آموزان همیشه قبل از غذا دست‌های خود را می‌شستند و کمتر از ۸٪ آموزش‌های بهداشت تغذیه و فردی دیده بودند. این نتایج ضرورت طراحی برنامه‌های آموزشی مناسب برای ترویج شیوه زندگی سالم و بهداشت فردی در میان دانش‌آموزان را نشان می‌دهد.

سعیدی گلوچه و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی با عنوان «بررسی ارتباط سواد سلامت با عملکرد تغذیه‌ای نوجوانان دبیرستان‌های شهر تهران» به تعیین ارتباط بین سواد سلامت و عملکرد تغذیه‌ای در ۲۴۴ نوجوان پرداختند. یافته‌ها نشان داد که ۱۲٪ از نوجوانان دارای سواد سلامت محدود و ۸۱٪ دارای عملکرد تغذیه‌ای متوسط بودند. همچنین، رابطه مثبت و معناداری بین افزایش سواد سلامت و بهبود عملکرد تغذیه‌ای مشاهده شد. این مطالعه نتیجه‌گیری می‌کند که اجرای مداخلات آموزشی جهت ارتقای سواد سلامت در این گروه سنی ضروری است.

سهیلی آزاد و همکاران (۱۳۸۴) در پژوهشی با عنوان «بررسی دریافت‌های غذایی دانش‌آموزان مدارس ابتدایی شهر تهران» به بررسی الگوی مصرف غذایی دانش‌آموزان پرداختند و نشان دادند که درصد قابل توجهی از دانش‌آموزان صبحانه یا میان‌وعده مصرف نمی‌کنند و برخی از آنان از غذاهای غیرمجاز استفاده می‌کنند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که برنامه غذایی مدارس نقش مهمی در بهبود وضعیت تغذیه‌ای و سلامتی کودکان دارد و نیاز به تأکید بیشتر بر اهمیت صبحانه و میان‌وعده‌های سالم وجود دارد.

خوشنواز و همکاران (۱۴۰۲) در پژوهشی با هدف بررسی جایگاه تغذیه و سلامت در یادگیری و عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان، تأکید کردند که دانش‌آموزان به انرژی زیادی برای یادگیری نیاز دارند و تغذیه مناسب نقش مهمی در رشد و سلامت آن‌ها دارد. این پژوهش نشان می‌دهد که معلمان می‌توانند با آموزش تغذیه سالم به دانش‌آموزان، عادات غذایی صحیح را در آن‌ها تثبیت کنند و بر موفقیت تحصیلی آن‌ها تأثیر مثبت بگذارند.

مختاری مالایی در پژوهشی با عنوان «ارتباط ترجیحات غذایی، سواد سلامت و شاخص توده بدنی در دانش‌آموزان دوره دوم ابتدایی شهرستان ملکان» به بررسی ارتباط بین این سه عامل پرداخت. نتایج نشان داد که سواد سلامت دانش‌آموزان در سطح نه چندان کافی قرار دارد و رابطه مثبت و معناداری بین سواد سلامت، ترجیحات غذایی و شاخص توده بدنی وجود دارد. این مطالعه پیشنهاد می‌کند که مداخلات آموزشی برای افزایش سواد سلامت و بهبود ترجیحات غذایی در میان دانش‌آموزان اجرا شود.

وایبرایت و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهشی با عنوان «نوجوانان به عنوان معلم: پیامدهای مثبت و توصیه‌هایی برای ترویج تغذیه سالم در نوجوانان» به شناسایی رویکردهای مؤثر برای ترویج تغذیه سالم پرداختند. این پژوهش نشان می‌دهد که نوجوانان می‌توانند به عنوان معلم در برنامه‌های آموزشی تغذیه برای همسالان خود عمل کنند و این رویکرد منجر به افزایش دانش و بهبود رفتارهای تغذیه‌ای در آن‌ها می‌شود. این یافته‌ها بر اهمیت استفاده از چارچوب‌های مبتنی بر شواهد برای اجرای برنامه‌های آموزشی تأکید دارد.

روش پژوهش

پژوهش حاضر با اتکاء به داده‌های کیفی گردآوری‌شده، در صدد است تا مضامین ارتقا سواد غذایی را ارائه دهد. این پژوهش به دنبال پر کردن خلأ نظری موجود در این زمینه است و تلاش دارد تا به درک بهتری از ارتقا بر سواد غذایی دست یابد.از نظر هدف، این پژوهش بنیادی محسوب می‌شود. پژوهش‌های بنیادی به دنبال گسترش دانش و فهم نظری در یک حوزه خاص هستند و معمولاً به بررسی مفاهیم و نظریه‌های جدید می‌پردازند.با توجه به اینکه این پژوهش به بررسی پدیده‌ها در بستر واقعی و بدون هیچ‌گونه دستکاری می‌پردازد، از نوع میدانی نیز محسوب می‌شود. مطالعات میدانی به پژوهشگران این امکان را می‌دهد که داده‌ها را در شرایط طبیعی و واقعی جمع‌آوری کنند و به تحلیل دقیق‌تری از پدیده‌های مورد بررسی دست یابند.

.در این پژوهش، ازروش نمونه‌گیری هدفمند استفاده شده است. این روش به پژوهشگر این امکان را می‌دهد که افرادی را انتخاب کند که به بهترین نحو می‌توانند به سوالات پژوهش پاسخ دهند و اطلاعات مفیدی را فراهم کنند. از میان جامعه آماری، ۷ به عنوان معلمان نمونه انتخاب شده‌اند. این تعداد نمونه به گونه‌ای است که می‌تواند به اشباع نظری برسد و اطلاعات لازم برای تحلیل و نتیجه‌گیری فراهم کند.در پژوهش‌های کیفی، تعیین حجم نمونه بر اساس اصل اشباع نظری صورت می‌گیرد. اشباع نظری به نقطه‌ای اطلاق می‌شود که پژوهشگر درمی‌یابد دیگر اطلاعات جدیدی از مصاحبه‌ها به دست نمی‌آید و مفاهیم و مقوله‌های نظری کامل شده‌اند.در مطالعه حاضر نیز حجم نمونه بر اساس اشباع نظری تعیین شده است. پس از انجام مصاحبه با۷ نفر، دیگر عامل جدیدی شناسایی نگردید و فرایند مصاحبه با نفر ۸ به پایان رسید. این بدان معناست که اشباع نظری در مصاحبه شماره۷ حاصل شده و ادامه مصاحبه‌ها دیگر نتیجه جدیدی در بر نداشته است.

ابزار گردآوری اطالعات در بخش کیفی پژوهش، مصاحبه نیمه‌ساختاریافته بوده است. روایی این ابزار با استفاده از ضریب CVR و پایایی آن با آزمون کاپای‌کوهن مورد تأیید قرار گرفته است که جزئیات آن در جدول۱ ارائه شده است.

جدول ۱. روایی و پایایی پژوهش

روایی		پایایی	
ابزار مورد استفاده	مقدار	ابزار مورد استفاده	مقدار
ضریب CVR	۰/۷۸	کاپای کوهن	۰/۶۲

یافته ها

باتوجه به مصاحبه‌های انجام شده ،کدگذاری مفاهیم اولیه انجام گرفت که برای دسته‌بندی این موارد، می‌توان آنها را به چند گروه اصلی تقسیم کرد. این دسته‌بندی به شما کمک می‌کند تا بهتر متوجه شوید که هر مورد چگونه به ارتقای سواد غذایی دانش‌آموزان کمک می‌کند و در کدام بخش از فرآیند آموزش قرار می‌گیرد.

جدول۲.مضامین ارتقا سوادسلامت غذایی دانش آموزان

مضمون فراگیر	مضمون سازمان دهنده	مضمون پایه
ارتقا سواد غذایی دانش آموزان	روش‌های آموزشی دانش آموزان	همکاری و یادگیری تعاملی
		تشویق به تحقیق در زمینه تغذیه سالم
		آموزش از طریق بازی
		آموزش تفاوت بین مواد غذایی سالم و ناسالم
		مطالعات موردی و تحلیل واقع‌گرایانه
		چالش‌های فکری وتحریک تفکر انتقادی
		دسترسی به اطلاعات علمی معتبر
	فعالیت‌های عملی و تجربی	جلسات آموزشی برای والدین
		بازدیدهای میدانی
		برگزاری جلسات آشپزی مشترک در مدرسه
		پروژه‌های گروهی
		ایجاد برنامه‌های تغذیه‌ای
		ارتباط مستمر با خانواده‌ها
	محتوا و مواد آموزشی	نمادها و پیام‌ها در زمینه تغذیه
		گزارش‌های سلامت
		دیزاین کلاس‌های آموزشی با پوستر های غذای سالم
	روش‌های تشویق و انگیزش	تشویق به خوردن صبحانه
		تشویق به رفتارهای خودمراقبتی
	رویکردهای فرهنگی و اجتماعی	استفاده از الگوهای مثبت
		تشکیل گروه‌های سفیر سلامت
		استفاده از داستان‌ها و اسطوره‌ها
		معرفی و ترویج غذاهای سنتی و محلی
		همکاری با رسانه‌های محلی

راهکارهای ارتقا سواد غذایی در بین دانش آموزان :

برای ارتقای سواد غذایی دانش‌آموزان، می‌توان از راهکارهای متنوعی استفاده کرد که شامل همکاری و یادگیری تعاملی، تشویق به تحقیق، و آموزش از طریق بازی است. آموزش تفاوت بین مواد غذایی سالم و ناسالم و استفاده از مطالعات موردی و تحلیل واقع‌گرایانه به درک بهتر مفاهیم کمک می‌کند. همچنین، طراحی چالش‌های فکری و تحریک تفکر انتقادی، دسترسی به اطلاعات علمی معتبر

و برگزاری جلسات آموزشی برای والدین از دیگر جنبه‌های مهم این برنامه‌ها هستند. این رویکردها با هدف ایجاد آگاهی و توانمندسازی دانش‌آموزان در اتخاذ تصمیمات آگاهانه در زمینه تغذیه و سلامت طراحی شده‌اند و می‌توانند به بهبود کیفیت زندگی و کاهش خطرات تهدیدکننده سلامت منجر شوند.

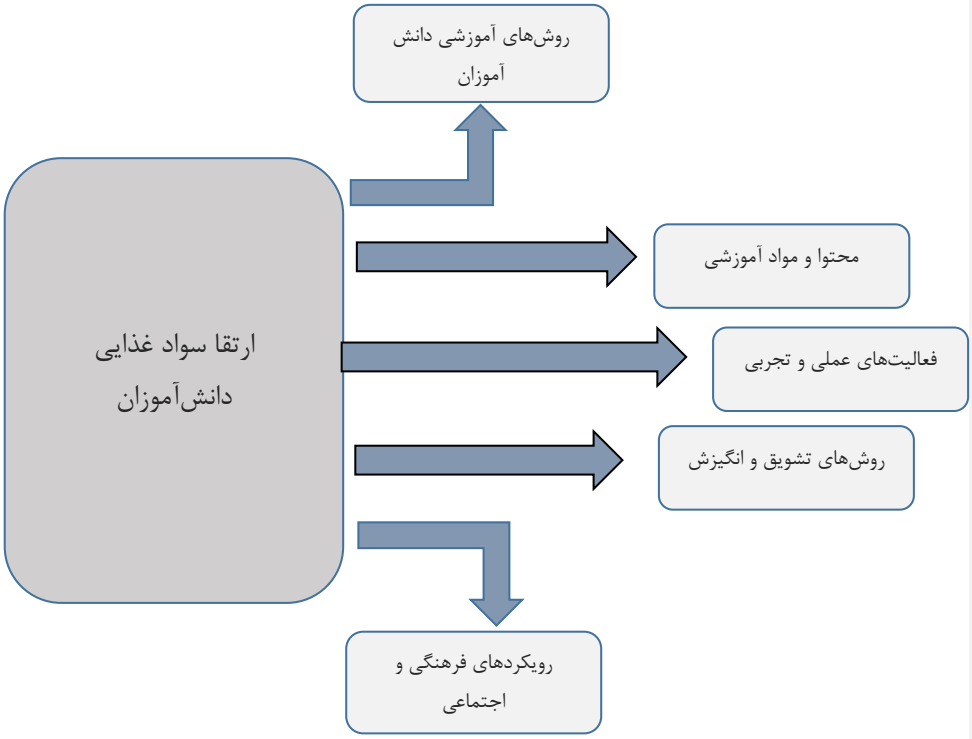
برای ارتقای سواد غذایی دانش‌آموزان، فعالیت‌های عملی و تجربی نقش مهمی دارند. بازدیدهای میدانی از مزارع، کارخانجات و بازارها به آشنایی دانش‌آموزان با فرآیند تولید مواد غذایی کمک می‌کند. برگزاری جلسات آموزشی برای والدین، جلسات آشپزی مشترک در مدرسه، و اجرای پروژه‌های گروهی، به افزایش آگاهی، یادگیری عملی و مشارکتی در زمینه تغذیه سالم منجر می‌شود. ایجاد برنامه‌های تغذیه‌ای سالم در مدرسه با همکاری متخصصان تغذیه و ایجاد ارتباط مستمر با خانواده‌ها برای ترویج عادات غذایی سالم در خانه، از دیگر راهکارهای مؤثر هستند. اجرای این فعالیت‌ها می‌تواند به طور مؤثری سواد غذایی دانش‌آموزان را ارتقا داده و رفتارهای تغذیه‌ای سالم را در جامعه ترویج کند.

برای ارتقای سواد غذایی دانش‌آموزان، استفاده از محتوای آموزشی مناسب و جذاب ضروری است. این محتوا می‌تواند شامل نمادها و پیام‌های آموزشی باشد که به ترویج عادات غذایی سالم کمک می‌کند. همچنین، طراحی کلاس‌های آموزشی با پوسترهای غذای سالم می‌تواند به یادگیری بصری و جذب بهتر اطلاعات کمک کند. گزارش‌های سلامت نیز به عنوان ابزاری برای اطلاع‌رسانی و آگاهی‌دهی در مورد وضعیت تغذیه و سلامت دانش‌آموزان اهمیت دارند. این گزارش‌ها می‌توانند به شناسایی نقاط قوت و ضعف در عادات غذایی دانش‌آموزان کمک کنند و زمینه‌ساز برنامه‌ریزی‌های بهبود تغذیه‌ای باشند. به طور کلی، ترکیب این عناصر می‌تواند به شکل‌گیری یک محیط آموزشی مؤثر و ارتقای سواد غذایی در بین دانش‌آموزان منجر شود.

برای تشویق و انگیزش دانش‌آموزان در زمینه سلامت غذایی، می‌توان به دو روش کلیدی اشاره کرد: تشویق به رفتارهای خودمراقبتی وتشویق به خوردن صبحانه. با ارتقای آگاهی دانش‌آموزان نسبت به اهمیت خودمراقبتی و فراهم کردن اطلاعات معتبر، می‌توان آنها را به اتخاذ تصمیمات آگاهانه در زمینه سلامت ترغیب کرد. همچنین، معرفی فواید صبحانه و برگزاری کارگاه‌های آموزشی برای تهیه صبحانه‌های سالم می‌تواند به تغییر رفتارهای غذایی کمک کند. ترکیب این دو رویکرد به بهبود عادات غذایی و سلامت کلی دانش‌آموزان منجر می‌شود.

برای ارتقای سواد غذایی، استفاده از رویکردهای فرهنگی و اجتماعی می‌تواند بسیار مؤثر باشد. تشکیل گروه‌های سفیر سلامت به دانش‌آموزان این امکان را می‌دهد که به آموزش همتایان خود بپردازند و از الگوهای مثبت برای ترویج عادات غذایی سالم استفاده کنند. همچنین، بهره‌گیری از داستان‌ها و اسطوره‌های بومی می‌تواند به آموزش مفاهیم تغذیه‌ای کمک کند و ارتباطی عمیق‌تر با فرهنگ محلی ایجاد کند. معرفی و ترویج غذاهای سنتی و محلی نیز به حفظ هویت فرهنگی و تشویق به مصرف مواد غذایی سالم کمک می‌کند. در نهایت، همکاری با رسانه‌های محلی برای پوشش برنامه‌های آموزشی و ترویج پیام‌های بهداشتی، می‌تواند به گسترش آگاهی و تغییر رفتارهای تغذیه‌ای در جامعه منجر شود.

در نهایت با توجه به یافته های تحقیق الگو زیر ارائه شد:



شکل ۱ - الگو ارتقا سواد غذایی در مدارس

بحث و نتیجه‌گیری

سواد غذایی به عنوان یک ضرورت در آموزش دانش‌آموزان، به افزایش آگاهی و تغییر رفتارهای تغذیه‌ای سالم کمک می‌کند. این سواد شامل اطلاعاتی است که به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا تفاوت بین مواد غذایی سالم و ناسالم را تشخیص دهند و به رفتارهای بهداشتی و تغذیه‌ای مناسب روی آورند. برای ارتقای این سواد، می‌توان از روش‌های متنوعی استفاده کرد؛ از جمله همکاری و یادگیری تعاملی از طریق برگزاری جلسات آشپزی مشترک و تشکیل گروه‌های سفیر سلامت. همچنین، آموزش از طریق بازی‌های آموزشی و طراحی چالش‌های فکری برای تحریک تفکر انتقادی می‌تواند مؤثر باشد. ارائه مطالعات موردی و دسترسی به اطلاعات علمی معتبر، به درک بهتر مفاهیم کمک می‌کند. برگزاری جلسات آموزشی برای والدین و ایجاد ارتباط مستمر با خانواده‌ها نیز از اهمیت ویژه‌ای

برخوردار است. فعالیت‌های عملی مانند بازدیدهای میدانی و اجرای پروژه‌های گروهی، به یادگیری مشارکتی و عملی دانش‌آموزان کمک می‌کند. استفاده از رسانه‌ها برای ترویج تغذیه سالم و طراحی کلاس‌های آموزشی با پوسترهای غذای سالم، محیطی تقویت‌کننده ایجاد می‌کند. در نهایت، استفاده از داستان‌ها و معرفی غذاهای سنتی و محلی به حفظ هویت فرهنگی و ترویج عادات غذایی سالم کمک می‌کند. با اجرای این راهکارها، می‌توان به طور مؤثری سواد غذایی دانش‌آموزان را ارتقا داد و تغییر رفتارهای تغذیه‌ای سالم را در جامعه تسهیل کرد.

منابع

آقایی، مینا و ویسی، هادی و عسکری فر، شهروز،۱۳۹۷،سواد غذایی: تعریف چهارچوب و اهمیت،دومین همایش بین المللی پژوهش های کاربردی در علوم کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست،همدان، https://civilica.com/doc/784326

خوشنواز، اسرا و ندیمی، شیوا و غلامی، رضوان و ازغ، سعدیه و جلالوند، فاطمه،۱۴۰۲،بررسی جایگاه تغذیه و سلامتی در یادگیری و عملکرد تحصیلی دانش آموزان،اولین همایش بین المللی جامعه شناسی، علوم اجتماعی و آموزش و پرورش با رویکرد نگاهی به آینده،بوشهر، https://civilica.com/doc/1781825

سعیدی گلوچه فریده، جلیلی زهرا، توکلی رضا، قنبری شهلا. بررسی ارتباط سواد سلامت با عملکرد تغذیه‌ای نوجوانان دبیرستان های شهرتهران. آموزش بهداشت و ارتقای سلامت. ۱۳۹۶; ۵ (۳) :۲۲۴-۲۳۰

سهیلی آزاد، علی اکبر، نورجاه، ناهید، و علمدار، الهه. (۱۳۸۴). بررسی دریافتهای غذایی دانش آموزان مدارس ابتدایی شهر تهران. پژوهش در پزشکی، ۲۹(۲)، ۱۶۵-۱۶۸. SID. https://sid.ir/paper/42024/fa

شربتیان, محمد حسن و آذرنیا, فهیمه. (۱۴۰۰). بررسی مؤلفه های سواد سلامت شهروندان شهر مشهد مبتنی بر رویکرد سلامت محور .مطالعات فرهنگی اجتماعی خراسان

شهبازی حسن، باقیانی مقدم محمد حسین، خواجه زهرا، اسماعیلی عباس، کریمی معصومه، علیان عجم شهناز. بررسی رفتارهای تغذیه ای و بهداشتی در دانش آموزان مقطع دبیرستان . آموزش بهداشت و ارتقای سلامت. ۱۳۹۲; ۱ (۴) :۶۹-۸۰

مختاری ملایی سمیه، صادقی رویا، طل آذر، صبوری مریم، سعادت قرین شهرزاد، رحیمی فروشانی عباس. ارتباط ترجیحات غذایی، سواد سلامت و شاخص توده بدنی در دانش آموزان دوره دوم ابتدایی شهرستان ملکان. مجله دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی. ۱۴۰۱; ۲۰ (۳) :۲۷۹-۲۹۴

Aldinger, C., & Jones, J. (1998). Nutritional habits in European schools. European Journal of Education, 33(3), 301-312.

Begoray, D. (2012). Food literacy: A vital skill for health and well-being. Health Education Journal, 71(4), 411-419.

Bisogni, C. A., Jastran, M., Sobal, J., & Devine, C. M. (2005). A biographical study of food choice capacity: Implications for diet quality and health. Appetite, 44(1), 125-138.

Cheng, C. (2011). Health literacy and its impact on health behavior and care utilization. International Journal of Health Education, 65(3), 200-209.

Cullen, T., Hatch, J., Martin, W., Higgins, J. W., & Sheppard, R. (2012). Food literacy: A framework for healthy eating. Canadian Journal of Dietetic Practice and Research, 73(3), 130-136.

Frisch, A., et al. (2012). Food literacy in childhood: An essential for healthy adulthood. International Journal of Public Health, 57(5), 839-847.

Ghanbari, S., Ramezankhani, A., Mehrabi, Y., & Montazeri, A. (2016). The Health Literacy Measure for Adolescents (HELMA): Development and psychometric evaluation. *Journal of Iran Institute of Health Sciences Research, 15*(4), 388–402.

Kolasa, K. M., Peery, A., Harris, N. G., & Shovelin, K. (2001). Food literacy: Relevance to nutrition and health education. Journal of Nutrition Education and Behavior, 33(5), 275-280.

Lang, T. (2003). Food, policy, and the quality of school lunches. Public Health Nutrition, 6(2), 175-182.

Manganello, J. A. (2008). Health literacy and adolescents: A framework and agenda for future research. *Health Education Research, 23*(5), 840–847.

Marami, S. (2013). Understanding nutritional literacy and its role in health promotion. Iranian Journal of Health Sciences, 7(3), 14-25.

Nutbeam, D. (2008). The evolving concept of health literacy. Social Science & Medicine, 67(12), 2072-2078.

Pérez-Rodrigo, C., & Aranceta, J. (2001). School-based nutrition education: lessons learned and new perspectives. Public health nutrition, 4(1a), 131-139.

Saidi, M. (2015). The impact of breakfast on students' academic performance. Iranian Journal of Health Education, 4(1), 22-29.

Vidgen, H. A., & Gallegos, D. (2010). Defining food literacy and its components. Appetite, 55(1), 58-68.

Weybright, E. H., Martinez, A. D., Varrella, G., Deen, M. K., & Wright, K. (2018). Teens as teachers: Positive outcomes and recommendations for promoting healthy nutrition in adolescents. Journal of Youth Development, 13(3), 43-60.

World Health Organization. (2006). *Food and nutrition policy for schools: A tool for the development of school nutrition programmes in the European Region*. Programme for Nutrition and Food Security. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.

Presenting a model for improving food literacy in schools

Mohammadamin Abdolazimi Heris[1],Saied Abdolazimi Heris[2],Mina Karimi Heris[3]

1 Bachelor student of physics education, Farhangian Shahid Chamran University, Tehran, Iran: Corresponding author's email (fernandoredondo1380@gmail.com)

2- Accounting master student, Heris Azad University, Heris, Iran

3-Graduate in Computer IT, Payam Noor University, Tehran, Iran

Abstract

Students need more proper nutrition during school due to their physical and mental growth. The lack of nutrients during this period can negatively affect their learning and academic abilities. Research has shown that proper nutrition can improve students' academic performance, and healthy eating habits in childhood contribute to their long-term health. Healthy eating during school not only helps to improve the physical health of students, but also strengthens their learning abilities and prevents the occurrence of academic and health problems in the future. Based on the collected qualitative data, the current research aims to improve the themes Provide food literacy. Among the statistical population, 7 people have been selected as samples. This number of samples is such that it can reach theoretical saturation and provide the necessary information for analysis and conclusions. In this research, the obtained themes include 6 organizing themes and 23 basic themes that lead to the presentation of the model. This literacy includes information that helps students distinguish between healthy and unhealthy foods and adopt healthy and nutritional behaviors. Various methods can be used to improve food literacy among students; including collaboration and interactive learning through holding joint cooking sessions and forming health ambassador groups. Also, teaching through educational games and designing intellectual challenges to stimulate critical thinking can be effective. Providing case studies and access to reliable scientific information helps to better understand the concepts. Holding training sessions for parents and establishing continuous communication with families is also of particular importance. Practical activities such as field visits and implementation of group projects contribute to cooperative and hands-on learning of students. Using media to promote healthy eating and designing classrooms with healthy food posters creates an empowering environment. Finally, the use of stories and the introduction of traditional and local foods help preserve cultural identity and promote healthy eating habits.

Key words: food literacy, healthy nutrition, schools, students

ارزیابی برخی از عناصر معدنی و ویتامین‌ها در شش رقم از گل‌های رز خوراکی

فیروزه پوررزنگار[۱]، داود هاشم‌آبادی[۱]، محمدصادق اللهیاری[۲]

[۱]گروه علوم باغبانی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

[۲]گروه مدیریت کشاورزی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

*نویسنده مسول: davoodhashemabadi@yahoo.com

چکیده

امنیت و ایمنی غذایی مرتبط با هدف تأمین غذای ایمن و موردنیاز مصرف‌کنندگان است. گل‌های رز به‌عنوان یک منبع غذایی جدید و غنی از ترکیبات مغذی با امنیت غذایی، ایمنی غذایی و سلامت استفاده می‌شود. با وجود محبوبیت گل رز در آشپزی، هنوز ارقام و گونه‌های زیادی از این گل از نظر امنیت غذایی و خوراکی‌بودن آزمایش نشده‌اند. پژوهش حاضر با هدف ارزیابی برخی از عناصر معدنی و ویتامین‌ها در شش رقم از گل‌های رز خوراکی انجام شده است. روش کار در قالب یک طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. ارقام موردنظر پس از تهیه در بسته‌بندی مناسب به آزمایشگاه منتقل شدند. از گلبرگ‌های ارقام گل‌های رز خوراکی (Hella, Crimson Siluetta, Rainbows End, Dolce Vita, Samurai, Avalanche) جهت تعیین فسفر، پروتئین، کلسیم، آهن، ویتامین آ و ویتامین ث در این پژوهش استفاده شد. نتایج پژوهش نشان داد که شش رقم گل رز موردمطالعه مقادیر مناسبی از فسفر، پروتئین، کلسیم، آهن و ویتامین آ و ث را دارا می‌باشند و می‌توانند امنیت، ایمنی و سلامت مصرف‌کنندگان را تأمین نمایند ($P<0.01$). به‌نظر می‌رسد که استفاده از نتایج این پژوهش و گل‌های ذکرشده در امنیت غذایی، ایمنی غذایی و سلامت مصرف‌کنندگان تأثیرات مثبتی داشته باشد.

واژگان کلیدی: عناصر معدنی، ویتامین، سلامت، گل رز خوراکی، تغذیه.

مقدمه

Commented [MH1]: سطربندی تنظیم شود

امروزه امنیت غذایی، ایمنی غذایی و سلامت از واژه‌هایی مهم و کاربردی هستند که در اسناد توسعه‌ای به آن پرداخته شده است و از سوی کارشناسان مربوطه به‌کار گرفته می‌شود. منظور از ایمنی غذایی بررسی، آماده سازی و ذخیره مواد غذایی است که حداقل خطر ابتلا به بیماری‌های ناشی از آلودگی‌های میکروبی، فیزیکی و شیمیایی را داشته باشد، در حالی‌که امنیت غذایی به تأمین غذای کافی، سالم و در دسترس برای تمامی افراد در سراسر کشور می‌پردازد. باید اذعان داشت که گل‌های خوراکی منبع مناسبی از عناصر معدنی، ویتامین‌ها، فیبر، کربوهیدرات‌ها، اسیدهای آمینه، اسانس‌ها و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی هستند و از فواید سلامتی بسیاری برخوردارند. گل‌های درختان میوه، سبزیجات و گیاهان دارویی و معطر سه گروه اصلی از گل‌های خوراکی هستند که به‌دلیل بافت

منحصر به‌فرد، رایحه و طعم‌دلپذیر و رنگ‌های جذاب و متنوع از زمان‌های قدیم جهت تزئین غذا و همچنین بهره‌مندی از خواص دارویی، تغذیه‌ای و بیوشیمیایی آن‌ها استفاده می‌شوند (Pires Jr et al., 2023). در دهه‌های اخیر با افزایش تمایل به مصرف غذاهای سالم، امن و طبیعی و در عین‌حال جذاب از نظر ظاهری، مصرف گل‌های خوراکی به‌صورت تازه یا فرآوری شده به‌طور چشم‌گیری افزایش یافته و این روند تحول عظیمی در بازارهای جهانی گل و ایمنی غذایی ایجاد نموده است (Kumari and Bhurgava, 2021; Jadhav et al., 2023). گل‌ها و گیاهان زینتی در بازارهای جهانی جایگاه ویژه‌ای دارند و توجه به پتانسیل خوراکی و خواص تغذیه‌ای آن‌ها علاوه بر بهره‌مندی از مزایای زیبایی‌بخشی و سلامت این منابع ارزشمند باغی، می‌تواند تحول چشم‌گیری در عرضه گل‌های خوراکی و همچنین جلوگیری از ضایعات گیاهان زینتی از جمله گل‌های شاخه بریده داشته باشد (Kumari and Bhargava, 2021). گل رز (*Rosa* sp.) از خانواده Rosaceae، مهم‌ترین گل زینتی در جهان است و از جنس رز در جهان ۲۰۰ گونه و ۲۵۰۰۰ رقم شناسایی شده است که همگی در آسیا، آمریکای شمالی و اروپا پراکنش دارند (D'angiolillo et al., 2018). براساس منشاء و کاربرد، رزها به سه گروه رزهای باغی مدرن، باغی قدیمی و وحشی طبقه‌بندی می‌شوند (Kalisz et al., 2023). بسیاری از گونه‌های شناسایی شده گل رز دارای ارزش غذایی و دارویی هستند. ترکیبات فنلی، فلاونوئیدها، آنتوسیانین‌ها، کاروتنوئیدها و ویتامین‌ها از جمله مواد فیتوشیمیایی شناسایی شده در گل رز هستند که عامل خاصیت آنتی‌اکسیدانی، ضد تومور، ضد میکروبی، ضد التهابی، ضد پیری و ضد افسردگی در این گل می‌باشند (Hegde et al., 2022; Kalisz et al., 2023). بررسی مروری تحقیق‌های انجام شده در خصوص موضوع این تحقیق نشان می‌دهد که، Kalisz et al. (۲۰۲۳): در پژوهشی ۲۳ رقم گل رز باغی را از نظر امنیت و سلامت غذایی بررسی و گزارش کردند که این گل‌ها به‌خصوص ارقامی با رنگ گل قرمز از نظر فنل، فلاونوئید و آنتوسیانین‌ها منابع غنی هستند. همچنین تمامی ارقام از ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مطلوبی برخوردار بودند. این محققان عنوان کردند که گلبرگ‌های گل رز به‌دلیل جذابیت ظاهری و برخورداری از ترکیبات فیتوشیمیایی متنوع، یک گل خوراکی موردپسند و پرطرفدار در آشپزی نوین، صنایع غذایی و دارویی است. Natasa et al (۲۰۲۳): در تحقیقی نشان دادند که گل رز از مهم‌ترین و با صرفه‌ترین گیاهان باغی است و علاوه بر زیبایی و رایحه قابل توجه آن‌ها، گل‌های رز منابعی غنی از ترکیبات فعال بیولوژیکی با مزایای بالقوه سلامتی هستند؛ بنابراین می‌توان از آن‌ها در غذا خوردن روزمره استفاده کرد. در پژوهش Hegde et al (۲۰۲۲): مشخص شد که، گلبرگ‌های رز دارای عناصر معدنی به‌ویژه پتاسیم، فسفر و کلسیم، پروتئین و کربوهیدرات‌ها با منبعی غنی می‌باشند. همچنین آن‌ها عنوان کردند که علاوه بر ارزش غذایی و دارویی، گل رز به‌دلیل رنگ و عطر منحصر به‌فرد، گیاهی عالی برای استفاده به‌عنوان گل خوراکی در آشپزی مدرن است. با توجه به این‌که گل رز به‌عنوان یک گل زینتی، دارویی و خوراکی قدمتی دیرینه دارد، اما تاکنون پژوهش جامع و کاملی درباره امنیت غذایی، ایمنی غذایی و سلامت آن در کشور انجام نگرفته است و هنوز اطلاعات کاملی در خصوص ارزش غذایی ارقام مختلف گل‌های رز خوراکی وجود ندارد. در این پژوهش، قلمرو در رابطه با سه بخش موضوعی، زمانی و مکانی بررسی شده است. قلمرو موضوعی این پژوهش درباره علوم باغبانی، صنایع غذایی و سلامت می‌باشد. قلمرو زمانی جمع‌آوری اطلاعات این پژوهش، در فاصله زمانی دی ماه سال ۱۴۰۲ تا خرداد ماه سال ۱۴۰۳ صورت گرفته است. قلمرو مکانی پژوهش حاضر در کشور ایران (استان‌گیلان) می‌باشد. این پژوهش با هدف ارزیابی برخی از عناصر معدنی و ویتامین‌ها در شش رقم از گل‌های رز خوراکی (Hella, Crimson Siluetta, Rainbows End, Dolce Vita, Samurai, Avalanche) اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

از جنبه‌های مهم یک پژوهش، بخش مواد و روش‌ها می‌باشد که توصیف تمامی روش‌های استفاده شده در یک پژوهش را نشان می‌دهد. در این پژوهش به‌منظور تعیین فسفر، پروتئین، کلسیم، آهن و ویتامین آ و ویتامین ث برای مصارف امن، ایمن و سلامت

خوراکی ارقام گل‌های رز (Hella, Crimson Siluetta, Rainbows End, Dolce Vita, Samurai, Avalanche)، آزمایشی در قالب یک طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد. هر شش رقم گل رز مورداستفاده از یک تولیدکننده معتبر گل رز خریداری گردید. گل‌ها در ساعات اولیه صبح و در مرحله گل کاملاً باز برداشت و در بسته‌بندی مناسب به محل آزمایش (دانشگاه آزاد اسلامی رشت) منتقل شدند. گل‌های تهیه شده به‌صورت دسته‌های ۱۰ عددی در ظرف دردار شیشه‌ای بسته‌بندی و در طول انجام آزمایش و ارزیابی صفات در یخچال با دمای ۲۰ - درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. تجزیه و تحلیل کلیه داده‌های پژوهش به کمک نرم‌افزارهای آماری SPSS 19 و Excel و مقایسه میانگین‌ها با استفاده آزمون LSD و در سطح معناداری ۵ و ۱ درصد انجام شد. در شکل (۱) گل‌های رز خوراکی مورد مطالعه نشان داده شده است.



گل رز ساناز: Crimson Siluetta — گل رز هفت‌رنگ: Rainbows End — گل رز نسترن سفید: Hella

گل رز سامورایی: Samurai — گل رز آوالانچ: Avalanche — گل رز دولسه‌ویتا: Dolce Vita

شکل ۱. گل‌های رز خوراکی مورد مطالعه

یافته‌ها

نگارش بخش یافته‌های پژوهش یکی از موضوعات اساسی در مقالات علمی - پژوهشی به شمار می‌رود. درک چگونگی نوشتن یافته‌های مقاله‌های پژوهشی اهمیت دارد و این یافته‌ها باید به شکلی توسط محققان توصیف گردد تا مخاطبین درک روشنی از نوع مطالعه انجام گرفته شده داشته باشند. یافته‌های این پژوهش امنیت، ایمنی غذایی و سلامت را از نظر فسفر، پروتئین، کلسیم، آهن، ویتامین آ و ویتامین ث نشان می‌دهد. برای اندازه‌گیری غلظت عنصر فسفر یک گرم گلبرگ خاکستر شده با ۳ میلی‌لیتر آب مقطر و ۵ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ۲ مولار مخلوط و به بن‌ماری با دمای $70\ ^0C$ منتقل شدند. پس از ۱۵ دقیقه نمونه‌ها از بن‌ماری خارج و در مجاورت دمای اتاق خنک شدند. نمونه‌ها با کاغذ صافی واتمن صاف و حجم آن با آب مقطر به ۵۰ میلی‌لیتر رسید. از نمونه گیاهی حاصل جهت تعیین غلظت عنصر فسفر با استفاده از جذب اتمی، فلیم فتومتری و اسپکتروفتومتری استفاده شد (Rengel and Romheld, 2000). برای اندازه‌گیری پروتئین، عصاره ۰/۵ گرم گلبرگ تازه به مدت ۲۴ ساعت توسط مخلوط اسیدها (۱۰۰ میلی‌لیتر

اسید سولفوریک + ۶ گرم اسید سالسیلیک + ۱۸ میلی‌لیتر آب اکسیژنه) استخراج شد. در مرحله بعد عمل هضم نمونه‌ها به کمک هیتر برقی تا زمان بی‌رنگ شدن نمونه‌ها انجام شد. نمونه‌های حاصل با کاغذ صافی واتمن صاف و سپس با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسیدند. پس از اتمام عمل (تغییر رنگ نمونه‌ها از ارغوانی به زرد) تیتر نمونه‌ها با اسید سولفوریک نیم نرمال آغاز و با ظهور رنگ ارغوانی به پایان رسید. در پایان مقدار پروتئین با استفاده از فرمول (۶/۲۵ × نیتروژن = پروتئین) محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری غلظت کلسیم و آهن یک گرم گلبرگ خاکستر شده با ۳ میلی‌لیتر آب مقطر و ۵ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ۲ مولار مخلوط و به بن‌ماری با دمای $70\ ^{0}C$ منتقل شدند. پس از ۱۵ دقیقه نمونه‌ها از بن‌ماری خارج و در مجاورت دمای اتاق خنک شدند. نمونه‌ها با کاغذ صافی واتمن صاف و حجم آن با آب مقطر به ۵۰ میلی‌لیتر رسید. از نمونه گیاهی حاصل جهت تعیین غلظت کلسیم و آهن با استفاده از جذب اتمی، فلیم فتومتری و اسپکتروفتومتری استفاده شد (Rengel and Romheld, 2000.). اندازه‌گیری ویتامین ث با استفاده از روش تیتراسیون با ۲ و ۶-دی کلروفنل ایندوفنل انجام شد. در این روش ابتدا ۲ گرم گلبرگ تازه رز با نیتروژن مایع آسیاب و به آن ۱۵ میلی‌لیتر اسید متافسفریک ۳ درصد اضافه و بخوبی مخلوط شد. در مرحله بعدی، نمونه‌ها با کاغذ صافی شماره ۲ واتمن صاف و با اسید متافسفریک به حجم ۱۰ میلی‌لیتر رسیدند. سپس، عمل تیتراسیون نمونه‌های حاصل با ۲ و ۶ – دی کلروفنل ایندوفنل آغاز و پس از ظهور رنگ صورتی کم‌رنگ به‌پایان رسید (Mazumdar and Majumder, 2003). نتایج تجزیه واریانس داده‌های پژوهش نشان می‌دهد که بین ارقام گل رز بررسی شده، از نظر پروتئین، ویتامین‌های آ و ویتامین ث اختلاف معناداری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد. همچنین بین ارقام مورد بررسی از نظر فسفر، کلسیم و آهن ($P<0.01$) اختلاف معناداری ثبت شد که در جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱. تجزیه واریانس اثر ارقام مختلف گل رز بر صفات مورد مطالعه

Source	df	Protein	Vitamin C	Vitamin A	P	Ca	Fe
Replication	2	0.00028^{ns}	0.308^{ns}	0.00126^{ns}	25.7^{**}	6.213ns	0.0079^{ns}
Cultivar	5	0.081^{**}	1.911^{**}	0.0471^{**}	174.9^{**}	69.4**	0.843^{**}
Error	5	0.01015	0.115	0.0021	3.06	5.64	0.00757
CV (%)	-	8.47	3.26	33.67	6.39	9.63	14.58

مقدار پروتئین ثبت شده در ارقام مختلف گل رز بین ۱/۴۳۳-۰/۹۸۳ درصد متغیر بود. کمترین مقدار پروتئین برای " Crimson Siluetta" ثبت شد. بیشترین درصد پروتئین متعلق به "Rainbows End" بود که از نظر آماری با "Dolce Vita" (۱/۲۹ درصد) اختلاف معناداری نداشت. "Hella" (۱/۱۹۶ درصد) و "Avalanche" (۱/۱۹۶ درصد) از نظر درصد پروتئین مشابه بودند. ارقام مختلف گل رز از نظر ویتامین آ (۰/۳۸-۰/۰۳ میکروگرم در ۱۰۰گرم وزن تر) و ویتامین ث (۱۱/۴۵-۹/۷۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) با هم متفاوت بودند. "Dolce Vita" و "Hella" به‌ترتیب بیشترین و کمترین ویتامین آ را داشتند و "Avalanche"، "Crimson Siluetta"، "Samurai" و"Rainbows End" نیز از نظر ویتامین آ تفاوت معناداری با هم نداشتند. " Crimson Siluetta" و "Samurai" به‌ترتیب با ۱۱/۴۵ و ۱۱/۴۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر غنی‌ترین ارقام از نظر ویتامین ث بودند. "Rainbows End"، "Dolce Vita"، "Avalanche" و "Hella" از نظر ویتامین ث اختلاف معناداری با هم نداشتند که در جدول (۲) آورده شده است.

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر ارقام مختلف گل رز بر صفات مورد مطالعه

	Protein (%)	Vitamin C (mg/100 g F.W.)	Vitamin a (µg/100 g F.W.)
Hella	1.196bc	10.08b	0.030c
Crimson Siluetta	0.983d	11.45a	0.090bc
Rainbows End	1.433a	9.74b	0.140b
Dolce Vita	1.290ab	9.86b	0.380a
Samurai	1.036cd	11.44a	0.100bc
Avalanche	1.196bc	9.973b	0.070bc

جدول (۳) نشان می‌دهد که مقدار فسفر (13.22-33.48 mg/100 g F.W)، کلسیم (19.74-32.7 mg/100 g F.W.) در ارقام مورد بررسی متغیر است. "Crimson Siluetta"، "Rainbows End" و "Hella" به‌ترتیب غنی‌ترین ارقام از نظر فسفر بودند و کمترین مقدار فسفر برای "Avalanche" ثبت شد. سه رقم "Hella"، "Crimson Siluetta" و "Dolce Vita" به‌ترتیب بیشترین مقدار کلسیم را داشتند و کمترین مقدار کلسیم به‌ترتیب برای "Samurai"،"Avalanche" و "Rainbows End" ثبت شد که از نظر آماری تفاوت معناداری با هم نداشتند. تفاوت ارقام از نظر مقدار آهن (0.116- 1.466 mg/ 100g F.W.)، نشان می‌دهد که "Hella" غنی‌ترین رقم از نظر آهن است و "Samurai" کمترین مقدار آهن را داشت.

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر امنیت غذای، ایمنی غذایی و سلامت ارقام مختلف گل رز

Rose cultivars	P	Ca	Fe
Hella	31.02ab	32.7a	1.466a
Crimson Siluetta	33.48a	26.73ab	0.960b
Rainbows End	32.39ab	22.09b	0.686c
Dolce Vita	29.78b	25.69ab	0.213d
Samurai	24.33c	20.92b	0.116d
Avalanche	13.22d	19.74b	0.216d

بحث و نتیجه گیری

امنیت غذایی به دسترسی همه افراد یک جامعه، در طول زندگی به غذای کافی و سالم برای داشتن زندگی سلامت و فعّال گفته می‌شود و ایمنی غذایی یعنی اطمینان از اینکه غذایی که مردم جامعه استفاده می‌کنند به‌طور کامل سالم و فاقد هرگونه آلودگی باشد. این پژوهش با هدف ارزیابی برخی از عناصر معدنی و ویتامین‌ها در شش رقم از گل‌های رز خوراکی انجام گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد که ارقام مختلف گل رز از زیبایی بصری و ارزش دارویی و خوراکی بی‌نظیری برخوردارند و پژوهش در مورد شناسایی مواد مغذی و معدنی آن‌ها به‌عنوان یک گل خوراکی پرطرفدار بسیار حائز اهمیت است (Hegde et al., 2022). Mlcek et al. (۲۰۲۱) مقدار پروتئین گل رز را ۲/۸۹ درصد گزارش کردند که بیشتر از مقدار پروتئین خام در ارقام مطالعه شده است. در

پژوهش Chensom et al. (۲۰۱۹) مقدار پروتئین خام در دو رقم "Purple Fragrance" و "Yves Piget" به‌ترتیب ۱/۴ و ۱/۳ گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر گزارش شد که تقریبا مشابه ارقام مطالعه شده است. Prate et al. (۲۰۱۷) گزارش کردند که "Avalanche" (۳۰/۶۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) نسبت به "Dolce Vita" (۳۰/۱۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) از نظر پروتئین غنی‌تر است در پژوهش حاضر نیز مقدار پروتئین "Dolce Vita" بیشتر از "Avalanche" بود. Mlcek et al. (۲۰۲۱) مقدار پروتئین در "Gloria Dei" *Rosa* را ۲/۸۹ درصد گزارش کردند که نسبت به ارقام مطالعه شده از نظر پروتئین منبع غنی‌تری است. بسیاری از گل‌های خوراکی از نظر ویتامین‌های مختلف از جمله ویتامین ث غنی هستند (Jadhav et al., 2023). در پژوهش حاضر بیشترین ویتامین آ برای "Dolce Vita" و سپس "Rainbows End"ثبت شد. غلظت ویتامین ث در "Avalanche" و "Dolce Vita" را به‌ترتیب ۶۴/۶۵ و ۵۷/۷۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر ثبت کردند که بیشتر از ویتامین ث ارقام مطالعه شده در پژوهش حاضر بود. Kalisz et al. (۲۰۲۳) با مطالعه ۲۳ رقم گل رز باغی عنوان کردند که تمامی ارقام از نظر ویتامین ث منابع غنی هستند. در گزارش‌های موجود فسفر و کلسیم عمده‌ترین مواد معدنی شناسایی شده در گلبرگ‌های گل رز هستند (Hegde et al., 2022; Pires et al., 2017). نتایج پژوهش Prata et al. (۲۰۱۷) نشان داد که رقم "Avalanche"از نظر فسفر غنی‌تر از "Dolce Vita" است در حالی‌که مقدار کلسیم و آهن ثبت شده برای "Dolce Vita" بیشتر از "Avalanche" بود. در بین شش رقم مطالعه شده "Hella" از نظر کلسیم، "Hella"، "Crimson Siluetta" و "Rainbows End" از نظر آهن غنی تر از رقم "Gloria Dei" *Rosa* بودند و در پایان نتایج پژوهش نشان داد که گل‌های موردمطالعه مقادیر مناسبی از فسفر، پروتئین، کلسیم، آهن و ویتامین آ و ث را دارا می‌باشند و می‌توانند امنیت، ایمنی و سلامت مصرف‌کنندگان را تأمین نمایند ($P<0.01$). به‌نظر می‌رسد که استفاده از نتایج این پژوهش و گل‌های ذکرشده در امنیت غذایی، ایمنی غذایی و سلامت تمامی مصرف‌کنندگان تأثیرات مثبتی داشته باشد.

منابع

- Araújo, S., Matos, C., Correia, E. and Antunes, M. C. 2019. Evaluation of phytochemicals content, antioxidant activity and mineral composition of selected edible flowers. Quality Assurance and Safety of Crops and Foods, 11(5): 471-478.
- Aryapak, S. and Ziarati, P. 2014. Nutritive value of Persian walnut (Juglans regia L.) orchards. American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Sciences, 14 (11): 1228-1235.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C. 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. Journal of Food Science and Technology, 28 (1): 25-30.
- Chensom, S., Okumura, H. and Mishima, T. 2019. Primary screening of antioxidant activity, total polyphenol content, carotenoid content, and nutritional composition of 13 edible flowers from Japan. Preventive Nutrition and Food Science, 24 (2):171-178.
- D'angiolillo, F., Mammano, M.M. and Fascella, G. 2018. Pigments, polyphenols and antioxidant activity of leaf extracts from four wild rose species grown in Sicily. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 46 (2): 402–409. https://doi.org/ 10.15835/nbha46211061
- de Lima Franzen, F., Rodríguez de Oliveira, M. S., Lidório, H. F., Farias Menegaes, J. and Martins Fries, L. L. 2019. Chemical composition of rose, sunflower and calendula flower petals for human food use. Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 20 (1): 149-168.

- Du, G., Li, M., Ma, F. and Liang, D. 2009. Antioxidant capacity and the relationship with polyphenol and vitamin C in Actinidia fruits. Food Chemistry, 113: 557-562.
- Hallmann, E. 2020. Quantitative and qualitative identification of bioactive compounds in edible flowers of black and bristly locust and their antioxidant activity. Biomolecules, 10 (12):1603. https://doi.org/10.3390/biom10121603
- Hegde, A. S., Gupta, S., Sharma, S., Srivatsan, V. and Kumari, P. 2022. Edible rose flowers: A doorway to gastronomic and nutraceutical research. Food Research International, 111977. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111977
- Jadhav, H. B., Badwaik, L. S., Annapure, U., Casonova, F. and Alaskar, K. 2023. A review on the journey of edible flowers from farm to consumer's plate. Applied Food Research, 100312. https://doi.org/10.1016/j.afres.2023.100312
- Kalisz, A., Włodarczyk, Z., Bieniasz, M., Smoleń, S., Neugebauerová, J., Szewczyk-Taranek, B. and Pawłowska, B. 2023. Petals of different ornamental rose cultivars as a rich source of bioactive compounds for functional foods. Scientia Horticulturae, 321: 112240.
- Kumari, P. and Bhargava, B. 2021. Phytochemicals from edible flowers: Opening a new arena for healthy lifestyle. Journal of Functional Foods, 78: 104375. https://doi.org/10.1016/j.jff.2021.104375
- Mazumdar, B.C. and Majumder, K. 2003. Methods on physicochemical analysis of fruits. University College of Agriculture, Calcutta University, 187 pages.
- Mlcek, J., Plaskova, A., Jurikova, T., Sochor, J., Baron, M. and Ercisli, S. 2021. Chemical, nutritional and sensory characteristics of six ornamental edible flowers species. Foods, 10: 2053. https://doi.org/10.3390/foods10092053
- Natasa, S. Lesjak, M. Živanovic, N. Božanic Tanjga, B. Orcic, D. & Ljubojevic, M. 2023. Morphological Characters, Phytochemical Profile and Biological Activities of Novel Garden Roses Edible Cultivars, Horticulturae, 9, 1082. https://doi.org/10.3390/horticulturae9101082. 2023
- Pires Jr, E. D. O., Di Gioia, F., Rouphael, Y., García-Caparrós, P., Tzortzakis, N., Ferreira, I. C. and Caleja, C. 2023. Edible flowers as an emerging horticultural product: A review on sensorial properties, mineral and aroma profile. Trends in Food Science and Technology, 137: 31-54. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.05.007
- Prata, G. G. B., Oliveira, D. S. K., Lopes, M. M. A., Oliveira, L. S., Aragao, F. A. S., Alves, R. E. and Silva, S. M. 2017. Nutritional characterization, bioactive compounds and antioxidant activity of Brazilian roses (Rosa spp). Journal of Agricultural Science and Technology, 19: 929 – 941.
- Rengel, Z. and Romheld, V. 2000. Root exudation and Fe uptake and transport in wheat genotypes differing in tolerance to Zn deficiency. Plant and Soil, 222: 25-34.
- Rop, O., Mlcek, J., Jurikova, T., Neugebauerova, J. and Vabkova, J. 2012. Edible flowers—a new promising source of mineral elements in human nutrition. Molecules, 17: 6672–6683.
- Sagdic, O., Ekici, L., Ozturk, I., Tekinay, T., Polat, B., Tastemur, B. and Senturk, B. 2013. Cytotoxic and bioactive properties of different color tulip flowers and degradation kinetic of tulip flower anthocyanins. Food and Chemical Toxicology, 58: 432–439
- Singleton, V.L., Orthofer, R. and Lamuela-Raventos, R.M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. Methods in Enzymology, 299: 152-178.

- Yang, H. and Shin, Y. 2017. Antioxidant compounds and activities of edible roses (Rosa hybrida spp.) from different cultivars grown in Korea. Applied Biological Chemistry, 60: 129–136. https://doi.org/10.1007/s13765-017-0261-4
- Zheng, J., Yu, X., Maninder, M. and Xu, B. 2018. Total phenolics and antioxidants profiles of commonly consumed edible flowers in China. International Journal of Food Properties, 21(1): 1524-1540.

Evaluation of some mineral elements and vitamins in six cultivars of edible roses



Firoozeh Pourzarnegar[1], Davood Hashemabadi[1], Mohammad Sadegh Allahyari [2]
[1] Department of Horticultural Science, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran
[2] Department of Agricultural Management, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran
Corresponding Author: davoodhashemabadi@yahoo.com

Abstract

Food security and safety is related to the goal of providing safe and needed food to consumers. Roses are used as new food source rich in nutritious compounds with food security, food safety and health. Despite the popularity of roses in cooking, many cultivars and varieties of this flower have not yet been tested in terms of food safety and edibleness. The present study was conducted with the aim of evaluating some mineral elements and vitamins in six varieties of edible roses. The method was implemented in the form of a completely random design in three repetitions. After preparation, the desired cultivars were transported to the laboratory in appropriate packaging. Petals of edible rose cultivars (Hella, Crimson Siluetta, Rainbows End, Dolce Vita, Samurai, Avalanche) were used to determine phosphorus, protein, calcium, iron, vitamin A and vitamin C in this research. The results of the research showed that the six varieties of roses under study have adequate amounts of phosphorus, protein, calcium, iron and vitamins A and C and can ensure the safety, security and health of consumers ($P<0.01$). It seems that the use of the results of this research and the mentioned flowers will have positive effects on food security, food safety and consumer health.

Keywords: Mineral elements, Vitamins ,Health ,Edible Rose, Nutrition.

ایجاد امنیت غذایی با غنی‌سازی پنیر پروسس بدون چربی

مطهره نصیری*[۱]، آتوسا نوروزیان[۲]
[۱] دکتری علوم و صنایع غذایی، مدیر مهندسی و تحقیق و توسعه شرکت دانش‌بنیان احیانان ایرانیان (۹۵۹۵)، مشهد، ایران.



[۲] دانشجوی دکتری علوم و صنایع غذایی، مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی، کارشناس تحقیق و توسعه شرکت دانش‌بنیان احیانان ایرانیان (۹۵۹۵)، مشهد، ایران.

*نویسنده مسئول: nasiri_m58@yahoo.com

چکیده

با افزایش چالش‌های جهانی مرتبط با امنیت غذایی، مانند کمبود منابع آبی و تغییرات اقلیمی، نیاز به تولید غذاهایی که علاوه بر تأمین نیازهای تغذیه‌ای افراد، اثرات مثبت بیشتری بر سلامت مصرف‌کنندگان داشته باشند، بیشتر احساس می‌شود. هدف اصلی این پژوهش، توسعه پنیر پیتزای پروبس بدون چربی عملگرا (فراسودمند) است که ویژگی‌های عملکردی خود را حفظ کند و در عین حال با افزودن ترکیبات مفیدی مانند اینولین و ویتامین D_3 ارزش تغذیه‌ای محصول افزایش یابد. اینولین به عنوان یک جایگزین چربی به بهبود بافت و افزایش اثرات سلامتی پنیر کمک می‌کند، در حالی که ویتامین D_3 نقش مهمی در بهبود جذب کلسیم و پیشگیری از برخی بیماری‌ها دارد. نتایج این پژوهش نشان داد که افزودن ویتامین D_3 و اینولین به فرمولاسیون، منجر به بهبود کیفیت بافت و افزایش ارزش غذایی محصول شده است، بدون این‌که تغییری در ویژگی‌های حسی ایجاد کند. همچنین نمونه حاوی ۵/۶ درصد اینولین و ۰/۰۰۳ درصد ویتامین D_3 به عنوان نمونه بهینه انتخاب شد. در نهایت، این پژوهش نشان می‌دهد که تولید غذاهای فراسودمند می‌تواند راه حلی مؤثر برای کاهش خطر بیماری‌های مزمن ناشی از مصرف غذاهای پرچرب و فرآوری‌شده باشد و گامی مهم در جهت ارتقاء امنیت غذایی جهانی و بهبود سلامت عمومی بردارد.

واژه‌های کلیدی: اینولین، پنیر پیتزای بدون چربی، فراسودمند، ویتامین D_3.

مقدمه

تأمین غذای کافی، مقرون به صرفه، مغذی و ایمن برای جمعیت رو به رشد جهانی همچنان چالشی برای جامعه بشری است. این وظیفه زمانی دشوارتر می‌شود که از دولت‌ها انتظار می‌رود که امنیت غذایی را بدون ایجاد تغییرات آب و هوایی، تخریب منابع آبی و زمین و فرسایش تنوع زیستی تأمین کنند (Abu & Oldewage-Theron, 2019). طبق تعریف اجلاس جهانی غذا در سال ۱۹۹۶،

امنیت غذایی زمانی حاصل می‌شود که همه مردم در همه زمان‌ها به غذای کافی، ایمن و مغذی دسترسی فیزیکی و اقتصادی داشته باشند تا نیازهای غذایی و ترجیحات غذایی خود را برای یک زندگی فعال و سالم برآورده کنند. این تعریف از سوی سازمان خواربار و کشاورزی، چهار بعد امنیت غذایی را پایه گذاری کرده است (FAO, 2006): فراهم بودن، در دسترس بودن، بهره‌وری و ثبات.

تحویل غذا و خوردن خارج از خانه یکی از مهم‌ترین پدیده‌هایی است که در دوره‌های گذشته به سرعت افزایش یافته است. رستوران‌های فست‌فود طیف گسترده‌ای از مواد غذایی را ارائه می‌دهند که تازه و بسیار خوشمزه هستند، عموما نیمه مغذی هستند و به سرعت و با قیمت مناسب در دسترس هستند. با این حال کیفیت و ایمنی این غذاها و تأثیر آن‌ها بر سلامت مصرف‌کننده می‌تواند نگران کننده باشد (Abughoush et al., 2023). پنیر یک فرآورده لبنی پر تقاضا و مهم است که می‌تواند به طور مستقیم مصرف شود یا به عنوان یک ماده در غذاهای فست فود مانند ساندویچ، پیتزا و سایر محصولات استفاده شود (Sebastian et al., 2024). پنیر پروسس یک امولسیون روغن در آب است که توسط شبکه ژلی و پروتئین‌های کازئین هیدراته شده، محافظت می‌گردد (Gulzar et al., 2020). پنیر پیتزا پروسس حاوی مقادیر زیادی از اسیدهای چرب اشباع و کلسترول می‌باشد که برای سلامتی افراد به ویژه بیماران قلبی-عروقی مضر است. همچنین نمک سدیم موجود در آن نیز منجر به تبدیل شدن آن به یک فراورده مضر برای افراد با فشار خون بالا می‌شود. لذا با توجه به ویژگی‌های تغذیه‌ای و سلامتی، اصلاح معایب آن امری ضروری به نظر می‌رسد (Nasiri et al., 2022). به دلیل گسترش بیماری‌های مرتبط با چربی اشباع، از جمله بیماری قلبی- عروقی و چاقی، امروزه تقاضای روز افزونی برای فرآورده‌های لبنی کم‌چرب یا حاوی ترکیبات چربی اصلاح شده و کم نمک ایجاد شده است. با این حال تولید پنیر کم‌چرب با ویژگی‌های مطلوب امری چالش برانگیز است و استفاده از جایگزین‌های چربی در پنیر با حفظ ویژگی‌های عملکردی و ارگانولپتیک پنیرها توجه بسیاری را به خود جلب نموده است (De Souza Paglarini et al., 2021). جایگزین‌های چربی ترکیباتی با ساختار پروتئینی یا کربوهیدراتی هستند که می‌توانند برخی از خواص عملکردی چربی را تقلید کرده و جایگزین تمام یا بخشی از آن شوند (Ruiz-Moyano et al., 2019).

اصطلاح "مواد غذایی عملگرا" را می‌توان به روش‌های مختلفی تعریف کرد. مواد غذایی عملگرا (فراسودمند) از نظر ظاهری با غذاهای معمولی یکسان هستند، به‌عنوان بخشی از یک رژیم غذایی عادی مصرف می‌شوند و مزایای فیزیولوژیکی دارند و خطر بیماری‌های مزمن را فراتر از عملکردهای تغذیه‌ای اساسی کاهش می‌دهند. شورای بین‌المللی اطلاعات غذایی، مواد غذایی عملگرا را به‌عنوان "مواد غذایی یا اجزای رژیمی که ممکن است مزایای سلامتی فراتر از تغذیه پایه ارائه دهند" تعریف می‌کند. روش‌های مختلفی وجود دارد که بر اساس آن‌ها مواد غذایی می‌توانند عملگرا یا فراسودمند در نظر گرفته شوند: (۱) به‌عنوان یک غذای طبیعی، (۲) به‌عنوان غذایی که به آن ماده‌ای اضافه یا از آن حذف شده است، (۳) به‌عنوان غذایی که یک یا چند جزء آن تغییر کرده باشد، (۴) به‌عنوان غذایی که زیست‌فراهمی آن تغییر یافته باشد یا (۵) به‌عنوان ترکیبی از این موارد (Çelekli et al., 2024).

اینولین که یک کربوهیدرات گیاهی است، دارای یک زنجیره خطی از مولکول‌های فروکتوز است که توسط پیوندهای (۱-۲) بتا-فروکتوزیل به هم متصل شده‌اند و به عنوان یک جایگزین چربی در صنایع غذایی کاربرد دارد (Ruiz-Moyano et al., 2019). زمانی که از اینولین در محصولات لبنی در محدوده بین ۲ تا ۱۰ درصد استفاده شود، نتایج قابل قبولی در خصوص بهبود بافت و ویژگی‌های ارگانولپتیکی بدست می‌آید (Karimi et al., 2015). اینولین مانند سایر نشاسته‌ها دارای قابلیت اتصال به آب فوق‌العاده‌ای است که از سینرزیس در پنیر جلوگیری می‌کند و خواص عملکردی آن را بهبود می‌بخشد (Ahmad et al., 2023).

کمبود ویتامین D_3 یک مشکل عمده بهداشت عمومی در جهان است. در مطالعات مختلف نشان داده شده است که کمبود آن با شدت مرگ و میر عفونت‌های حاد تنفسی مانند COVID-19 در ارتباط است. علاوه بر آن کمبود ویتامین D_3 با سایر مسائل مهم سلامتی، از جمله پوکی استخوان و شکستگی در سالمندان و بیماری‌های خود ایمنی (دیابت و روماتیسم مفصلی) نیز مرتبط است (Santanatoglia et al., 2023). غنی‌سازی مواد غذایی یک رویکرد مؤثر در کاهش کمبود ویتامین D_3 است که در مقیاس جهانی به اثبات رسیده است. ویتامین D_3 اغلب به عنوان یک عامل تقویت کننده در پنیر استفاده می‌شود (Abdou & Bronze, 2024). توسعه یک طرح غنی‌سازی ویتامین D_3 برای کاربرد در پنیر نیازمند تلفیق و توزیع یکنواخت ویتامین D_3 در بافت پنیر بدون تغییر در مراحل تولید پنیر است تا بازده و کیفیت آن حفظ شود. همچنین، موفقیت مدل غنی‌سازی به پایداری ماده وارد شده در محصول نهایی در طول عمر نگهداری آن بستگی دارد (Santanatoglia et al., 2023).

در مطالعه‌ی نزکوئه و همکاران (۲۰۲۱)، مناسب بودن پنیر ریکوتا به عنوان یک ماتریکس لبنی برای غنی سازی با ویتامین D_3 مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد که پنیر می‌تواند ماتریس غذایی مناسبی برای تقویت ویتامین D_3 باشد. همچنین این پنیر به دلیل داشتن مکمل ویتامین D_3 و محتوای بالای کلسیم و فسفر، می‌تواند به ویژه برای جلوگیری از پوکی استخوان مؤثر باشد (Nzekoue et al., 2021). رفیعی و همکاران (۲۰۲۴) در مطالعه‌ی خود بر روی غنی‌سازی فرمول پنیر موزارلای کم‌چرب با استفاده از ویتامین D_3 ریزپوشانی شده، دریافتند که غنی‌سازی با این ویتامین موجب توسعه غذاهای کاربردی و تقویت محصول می‌شود و راه حلی مؤثر جهت بهبود مسئله‌ی کمبود ویتامین D_3 که بر سلامت استخوان‌ها تأثیر می‌گذارد، است و ریزپوشانی کردن بر پایداری این ویتامین می‌افزاید (Rafiei et al., 2024).

میزان چربی و سدیم بالا در مواد غذایی موجب افزایش میزان استرول و کلسترول در بدن شده که عوارض ناشی از آن می‌تواند امنیت غذایی را به مخاطره اندازد. پنیر پیتزا یکی از عمده‌ترین مواد در تولید غذاهای فست‌فود می‌باشد. لذا در صورت استفاده از پنیر پیتزای بدون چربی و یا کم‌چرب می‌توانیم آسیب‌های وارده به امنیت غذایی را کاهش دهیم. حال اگر این پنیر پیتزا غنی‌سازی شود و به صورت غذای عملگرا (فراسودمند) در اختیار افراد قرار گیرد مسلما نه تنها قابل استفاده برای بیماران قلبی-عروقی و دارای فشار خون است بلکه می‌تواند از بروز این بیماری‌ها نیز جلوگیری کند. بنابراین هدف از این مطالعه غنی‌سازی پنیر پیتزای پروسس بدون چربی با افزودن فیبر رژیمی اینولین و ویتامین D_3 و تولید پنیر پیتزای پروسس بدون چربی فراسودمند شده می‌باشد.

مواد و روش ها

مواد

پنیر پیتزای پروسس بدون چربی تولید شده در شرکت احیانان ایرانیان برند ۹۵۹۵ (در حین فرآیند) که ترکیبات آن شامل شیر تازه گاو، آنزیم میکروبی رنین با فعالیت ۳۶۰۰ imcu/g (valiren-ترکیه)، مواد فرموله شده‌ی جایگزین چربی (Lyckeby- هلند)، پنیر سفید (شرکت ۹۵۹۵-ایران)، نمک دریایی (lo dalt -انگلستان)، تری سدیم سیترات (TTCA – چین)، کازئینات سدیم (Alinda - یونان) و سدیم تری‌پلی‌فسفات (MEGGLE – انگلستان) بود. همچنین در این پژوهش از ویتامین D_3 با ۱۱۰۰۰۰ IU/g (DSM- سوئیس) و اینولین (SENSUS- هلند) استفاده شد.

غنی‌سازی با ویتامین D_3 از پیش امولسیون شده

یک میلی‌لیتر از ویتامین D_3 در یک میلی‌لیتر روغن برای به دست آوردن غلظت نهایی ۱۰۵۰۰۰ IU/mL امولسیون شده مخلوط شد. سپس مخلوط برای همگن شدن ۵ دقیقه به میکسر با سرعت ۲۷۰۰۰ دور در دقیقه (Omni-Mixer Homogenizer, Scientific, London, Ont., Canada London) منتقل شد و ترکیب بدست آمده به شیری که برای تولید پنیر پروسس مورد نظر بود در سه سطح ۰/۰۰۱، ۰/۰۰۲ و ۰/۰۰۳ درصد، اضافه شد.

افزودن فیبر اینولین

در فرآیند تولید پنیر بدون چربی، اینولین هم‌زمان با سایر افزودنی‌ها در سه سطح ۴/۶، ۵/۶ و ۶/۶ درصد ابتدا در آب حل و سپس به ترکیب پنیر پروسس اضافه شد.

روش تولید پنیر

تولید ماده اصلی این محصول (پنیر اولیه) با استفاده از شیرتازه گاو می‌باشد. شیر از مخازن بعد از پیش گرم شدن وارد سپراتور شده و تمامی چربی از شیر جدا شد و سپس شیر بدون چربی جهت از بین بردن کلیه میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا پاستور شد. بعد از انجام فرآیند خنک‌سازی پس از پاستوریزاسیون، امولسیون ویتامین D_3 به شیر اضافه شد. سپس شیر با حرارتی پایین‌تر از دمای پاستور، به درون مخازن مخصوص انعقاد، جهت تولید پنیر اولیه انتقال یافت. پس از این که پنیر اولیه به pH و ماده خشک مورد نظر رسید، پنیر اولیه جهت تولید پنیر پیتزای پروسس بدون چربی خرد شده و به درون دیگ پخت انتقال یافت. مخازن دیگ پخت این شرکت از کشور ترکیه با ظرفیت ۵۰۰ کیلوگرم پخت در ۲۱ دقیقه و دمای ۶۹ درجه سانتی‌گراد، می‌باشد. در مخازن دیگ پخت، سایر ترکیبات فرمولاسیون شامل اینولین، مواد جایگزین چربی، نمک دریایی، پنیر سفید، تری سدیم سیترات، کازئینات سدیم و سدیم تری پلی فسفات جهت تولید پنیر پیتزای پروسس بدون چربی به پنیر اولیه خرد شده اضافه شد. محصولات خروجی از مرحله پخت، در تونل انجماد در بهترین زمان ممکن منجمد شدند که باعث می‌شود کمترین آسیب به بافت پنیر وارد شود.

اندازه‌گیری ویتامین‌ها و ریزمغذی‌ها

به منظور ارزیابی میزان ترکیبات موجود در پنیر غنی شده شامل ویتامین‌ها و املاح، نمونه‌های تولید شده به سه آزمایشگاه همکار ارسال شدند و نتایج مورد بررسی قرار گرفتند.

بافت

به منظور بررسی ویژگی‌های بافتی پنیر پیتزای پروسس آزمون TPA با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری بافت (Stable Micro System، مدل PLUS.XT.TA، ساخت انگلستان) انجام شد. قبل از انجام آزمایش، نمونه‌های پنیر به ابعاد مساوی ۳×۳×۲ سانتی‌متر برش داده شده و به مدت ۱ ساعت در دمای محیط (۲۰°C) برای رسیدن به دمای ثابت نگهداری شدند. در این آزمون پروب آلومینیومی استوانه‌ای با قطر ۵ میلی‌متر و سرعت پیشانی و حرکت آزمون ۱ میلی‌متر بر ثانیه مورد استفاده قرار گرفت. در تمامی نمونه‌ها پروب تا ۵۰ درصد از ارتفاع نمونه (۱ سانتی‌متر) پایین رفته و ویژگی‌های بافت نمونه‌های پنیر از جمله چسبندگی، سختی، صمغی بودن، انسجام، برگشت‌پذیری و قابلیت کشش مورد ارزیابی قرار گرفتند (Jooyandeh and Minhas, 2009).

ارزیابی حسی

برای ارزیابی حسی، نمونه‌ها به طور تصادفی رمزگذاری و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق قرار گرفتند تا به تعادل دمایی برسند و سپس ویژگی‌هایی نظیر بافت، رنگ و طعم (مزه و بو) توسط یک گروه ۱۰ نفره آموزش‌دیده ارزیابی شدند. نمونه‌ها از نظر پذیرش کلی به روش هدونیک ۵ نقطه‌ای (حداقل و حداکثر رضایتمندی به ترتیب با امتیاز ۱ تا ۵) بررسی شدند. این آزمون مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۴۹۳۸ انجام شد.

۸-۲- آنالیز آماری

تمامی آزمون‌ها در قالب طرح فاکتوریل با استفاده از آنالیز واریانس داده‌ها و مقایسه معنی‌داری تفاوت میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد توسط نرم افزار SPSS.22 انجام شد. همه آزمون‌ها در ۲ تکرار انجام شد.

نتایج و بحث

ویتامین‌ها و ریزمغذی‌ها

جدول ۱، مقدار ویتامین‌ها، املاح و ریزمغذی‌های نمونه‌های تولید شده را نشان می‌دهد. مقادیر بدست آمده برای همه ترکیبات در محدوده استاندارد است. هنگامی که اینولین به ماده غذایی در غلظت‌های کم اضافه می‌شود، به دلیل طعم و مزه‌ی خنثی و کمی شیری، خواص رئولوژیکی و کیفیت حسی، زیاد تحت تأثیر قرار نخواهند گرفت. همچنین اینولین اثر محدودی بر ویسکوزیته مواد دارد. با این حال به منظور تهیه فیبرهای رژیمی بر پایه اینولین، ادعا شده است که اینولین باید در مقادیر بین ۳ تا ۶ گرم به ازای هر سهم و محتوای ۳ تا ۸ گرم به ازای هر وعده استفاده شود تا از اثر بیفیدوژنیکی آن اطمینان حاصل گردد (Coussement, 1999). با توجه به نبود آزمایشگاه همکار در زمینه اندازه‌گیری اینولین، تعیین فیبر بسیار کار مشکلی بود. افزودن ۵/۶ درصد اینولین در فرمولاسیون پنیر، مقدار ۳ گرم در هر سهم را نشان داد. جدول ۲ نیز تأثیر افزودن درصدهای مختلف ویتامین D_3 بر مقدار ویتامین D_3 نهایی نمونه‌ها را نشان می‌دهد. طبق نتایج بدست آمده از این جدول، افزودن مقدار ۰/۰۰۳ درصد از این ویتامین، ۰/۰۸ میکروگرم در هر گرم یا مقداری معادل ۴/۵ میکروگرم ویتامین D_3 در هر سهم (معادل ۵۵ گرم پنیر) را نشان می‌دهد که بیانگر غنی بودن نمونه تولیدی از این ویتامین است. ذکر این نکته حائز اهمیت است که در حضور کلسیم جذب ویتامین D_3 افزایش می‌یابد. از طرفی با توجه به حضور مقدار زیاد کلسیم به طور طبیعی در پنیر پروسس و تطابق با نتایج بدست آمده، نیازی به افزودن کلسیم جهت افزایش جذب و ماندگاری ویتامین D_3 نیست.

جدول ۱- مقدار ویتامین‌ها، املاح و ریزمغذی‌های نمونه‌های تولید شده

ردیف	نام ترکیب	نتیجه آزمون	روش آزمون
۱	کلسیم (درصد)	۱/۰±۰۷۰/۰۷۰	استاندارد ۹۲۶۶
۲	منیزیم (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۳۹۴/۲۴±۵۰۰/۷۵۰	استاندارد ۹۲۶۷
۳	روی (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۳۱/۲±۴۰۰/۶۹۰	استاندارد ۹۲۶۸
۴	آهن (میلی‌گرم در کیلوگرم)	< ۱/۰±۲۵۰/۰۰۰	استاندارد ۹۲۶۹
۵	ویتامین A (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۰/۰±۲۰۰/۱۴۰	HPLC

۶	ویتامین E (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۳/۰±۴۵۰/۳۵۰	HPLC
۷	ویتامین D_3 (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۰/۰±۰۸۰/۰۴۰	HPLC
۸	ویتامین B_1 (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۳/۰±۳۵۰/۳۵۰	HPLC
۹	ویتامین B_6 (میلی‌گرم در کیلوگرم)	< ۲/۰±۰۰۰/۰۰۰	HPLC
۱۰	اینولین (گرم در هر سهم فراورده)	۳/۰±۰۰۰/۰۰۰	استاندارد ۲۱۵۴۴

جدول ۲- تأثیر افزودن درصدهای مختلف ویتامین D_3 بر مقدار ویتامین D_3 نهایی نمونه‌ها

شماره نمونه	درصد ویتامین D_3 افزوده شده	نتایج آزمون (میکروگرم در هر سهم)
۱	۰/۰۰۱	۰/۰۳۰
۲	۰/۰۰۲	۰/۰۵۰
۳	۰/۰۰۳	۰/۰۸۰

بافت

جدول ۳ مقایسه‌ای بین ویژگی‌های بافت نمونه بهینه‌ی غنی‌سازی شده پنیر پیتزای پروسس بدون چربی (نمونه بهینه حاوی ۵/۶ درصد اینولین و ۰/۰۰۳ درصد ویتامین D_3 بود) و نمونه‌ی پنیر پیتزای پروسس بدون چربی غنی‌سازی نشده را نشان می‌دهد. بافت نمونه پنیر پیتزای پروسس بدون چربی غنی‌سازی شده مشابه نمونه غنی‌سازی نشده بود. افزودن نمک KCl و فیبر می‌تواند بر بافت محصول تأثیر بگذارد. اینولین با اثر بر بافت ساختار محصول را بهبود می‌بخشد زیرا در سطوح بالاتر و به علت خواص فیزیکی و شیمیایی اینولین می‌تواند تعدیل‌کننده‌ی بافت محصولات لبنی باشد و حتی ممکن است تأثیر قابل توجهی بر کیفیت حسی محصول نهایی بگذارد. خواص فیزیکی و شیمیایی اینولین در ارتباط با درجه پلیمریزاسیون آن است (Cummings, 2001). به این ترتیب نتایج بدست آمده از آنالیز بافت نمونه بهینه‌ی پنیر پیتزای پروسس بدون چربی غنی‌سازی شده حاکی از آن بود که میزان چسبندگی، سختی، صمغی بودن و قابلیت کشش مشابه نمونه پنیر پیتزای پروسس بدون چربی غنی‌سازی نشده بود. از طرفی میزان انسجام و برگشت‌پذیری نمونه بهینه‌ی غنی‌سازی شده به ترتیب در مقایسه با نمونه‌ی غنی‌سازی نشده بیشتر و کمتر بودند با این حال طبق ارزیابی‌های حسی تفاوتی بین دو نمونه در هیچکدام از این ویژگی‌ها احساس نشد. ژوان و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه خود بر روی پنیر کم‌چرب حاوی جایگزین چربی به نتایج مشابهی دست یافتند و دریافتند که با افزایش جایگزین چربی در فرمولاسیون، میزان چسبندگی نمونه‌های پنیر افزایش یافت (Juan et al., 2013). در مطالعه‌ی نصر (۲۰۱۵) مشخص شد که انسجام پنیر با افزایش میزان KCl در نمونه‌های پنیر افزایش یافت (Nasr, 2015). برگشت‌پذیری براساس شدت بازگشت ماده‌ی غذایی به حالت اولیه بعد از اعمال فشار جزئی به آن در دهان تعریف می‌گردد. رومیه و همکاران (۲۰۰۲) گزارش نمودند که کاربرد جایگزین‌های چربی تجاری در فرمولاسیون پنیر سفید آب نمکی کم‌چرب موجب کاهش قابلیت ارتجاعی نمونه‌ها گردید (Romeih et al., 2002).

جدول ۳- مقایسه ویژگی‌های بافت نمونه بهینه‌ی غنی‌سازی شده پنیر پیتزای پروسس بدون چربی با نمونه‌ی پنیر پیتزای پروسس بدون چربی غنی‌سازی نشده

ویژگی بافت	نمونه بهینه غنی‌سازی شده	نمونه غنی‌سازی نشده
چسبندگی	۰/۰±۹۲۰/۰۲۰ ^{a}	۰/۰±۹۲۰/۰۱۵ ^{a}
سختی	۱۴/۰±۲۲۰/۰۱۰ ^{a}	۱۴/۰±۲۱۰/۰۱۰ ^{a}
صمغی بودن	۶/۰±۴۰۰/۰۶۰ ^{a}	۶/۰±۴۰۰/۰۵۰ ^{a}
انسجام	۰/۰±۳۷۰/۰۲۰ ^{a}	۰/۰±۳۶۰/۰۱۵ ^{b}
برگشت پذیری	۰/۰±۵۵۰/۰۰۱ ^{b}	۰/۰±۵۸۰/۰۰۷ ^{a}
قابلیت کشش	۶۰/۱±۰۰۰/۴۰۰ ^{a}	۶۰/۱±۰۰۰/۶۰۰ ^{a}

حروف مشابه در هر ردیف از نظر آماری در سطح $p < ۰/۰۵$ تفاوت معنی‌داری ندارند.

ویژگی‌های حسی

نتایج ویژگی‌های حسی نمونه‌ها شامل بافت، رنگ و طعم (مزه و بو) در جدول ۴ نشان داده شده است. بافت پنیر پیتزای پروسس بدون چربی غنی‌سازی شده، یکنواخت و عاری از حباب و آب انداختگی بود و مطابق نظر ارزیابان حسی، نمونه‌ها از بافت مناسبی برخوردار بودند. در مطالعه انجام شده توسط نصر (۲۰۱۵) نتایج نشان داد با افزایش میزان نمک KCl در فرمولاسیون پنیر، پانلیست‌ها امتیاز بیشتری به بافت نمونه‌ها دادند (Nasr, 2015). بررسی اثر غنی‌سازی بر روی پذیرش رنگ محصول نشان داد نمونه‌های غنی شده با ویتامین D_3 و حاوی اینولین، امتیاز یکسانی از لحاظ فاکتور رنگ از سوی ارزیاب‌ها دریافت کردند. طبق نتایج بدست آمده غنی‌سازی تأثیری بر رنگ نمونه‌ها نداشت. از سوی دیگر نتایج مربوط به امتیاز حسی فاکتور طعم (مزه و بو) نیز مشابه فاکتور رنگ بود که نشان‌دهنده عدم تأثیر غلظت‌های مختلف ویتامین D_3 و فیبر بر این ویژگی بود. نمونه‌های غنی‌سازی شده امتیازات یکسانی از ارزیابان حسی در خصوص طعم دریافت کردند. لازم به ذکر است که کلیه نمونه‌های فراسودمند شده از لحاظ طعم امتیاز کامل را دریافت نمودند. نتایج نصر (۲۰۱۵) نشان داد با جایگزینی نیمی از نمک NaCl با KCl در فرمول پنیر موزارلا، بالاترین امتیاز طعم بدست آمد (Nasr, 2015).

جدول ۴- ویژگی‌های حسی نمونه‌های نهایی

ردیف	ویژگی	واحد سنجش	نتیجه آزمون	روش آزمون
۱	بافت	بدون واحد	مطابق استاندارد	استاندارد ۱۳۵۲۶

۲	رنگ	بدون واحد	مطابق استاندارد	استاندارد ۱۳۵۲۶
۳	طعم (مزه و بو)	بدون واحد	مطابق استاندارد	استاندارد ۱۳۵۲۶

نتیجه‌گیری

با رشد روزافزون تمایل مصرف‌کنندگان به استفاده از غذاهای آماده و فست‌فود در سراسر جهان و با توجه به نگرانی‌هایی که در خصوص تأثیر مصرف آن‌ها بر سلامتی افراد در جوامع مختلف وجود دارد، نیاز به استفاده از غذاهای با ارزش غذایی بالا و عملگرا (فراسودمند) بیشتر احساس می‌شود. مطابق نتایج بدست آمده از این مطالعه مشخص شد که غنی‌سازی پنیر پیتزای پروسس بدون چربی با ویتامین D_3 و فیبر رژیمی اینولین نتایج امیدوارکننده‌ای نشان داد. افزودن ویتامین D_3 و اینولین موجب افزایش ارزش غذایی فرآورده نهایی شد ضمن این که ویژگی‌های حسی تغییر قابل توجهی نشان نداد و بافت، طعم و رنگ نمونه‌ها مورد پذیرش ارزیابان حسی قرار گرفتند. از طرفی با توجه به تأثیر اینولین بر بافت نمونه‌ها، ارزیابی دستگاهی بافت نشان داد غنی‌سازی موجب بهبود ویژگی‌های بافت می‌شود. به این ترتیب نمونه پنیر پیتزای پروسس بدون چربی غنی شده با ویتامین D_3 و اینولین به طور موفقیت آمیزی تولید شد و نتایج امیدوارکننده‌ای برای آینده‌ی محصولات فست‌فود حاوی پنیر پیتزای پروسس بدون چربی بدست آمد.

منابع

Abdou, A. M., & Bronze, M. R. (2024). Recent Trends on Cheese as Functional Food with Great Nutritive and Health Benefits. BoD–Books on Demand.

Abu, B., & Oldewage-Theron, W. (2019). Food insecurity among college students in West Texas. British Food Journal, 121(3), 738-754.

Abughoush, M., Olaimat, A. N., Al-Holy, M. A., Al-Dabbas, M., Alavi, S., Maghaydah, S., ... & Abu-Ghoush, L. (2023). Evaluation of food quality and safety parameters and food safety knowledge and practices of food handlers at fast foods restaurants at universities in Jordan during COVID-19. Heliyon, 9(8).

Ahmad, S., Murtaza, M. A., & Akram, K. (2023). Effect of Inulin and Resistant Starch on Quality and Functionality of Low Fat Mozzarella Cheese Made from Buffalo Milk. Punjab University Journal of Zoology, 38(1), 89-97.

Çelekli, A., Özbal, B., & Bozkurt, H. (2024). Challenges in functional food products with the incorporation of some microalgae. Foods, 13(5), 725.

Coussement, P. A. (1999). Inulin and oligofructose: safe intakes and legal status. The Journal of nutrition, 129(7), 1412S-1417S.

Cummings, J. H., Christie, S., & Cole, T. J. (2001). A study of fructo oligosaccharides in the prevention of travellers' diarrhoea. Alimentary pharmacology & therapeutics, 15(8), 1139-1145.

De Souza Paglarini, C., Vidal, V. A., Ribeiro, W., Badan Ribeiro, A. P., Bernardinelli, O. D., Herrero, A. M., ... & Rodrigues Pollonio, M. A. (2021). Using inulin-based emulsion gels as fat substitute in salt reduced Bologna sausage. Journal of the Science of Food and Agriculture, 101(2), 505-517.

FAO (2006). Food Security: FAO policy brief. http:// www.fao.org/ forestry/ 13128-0e6f3 6f27e 00910 55bec 28ebe 830f4 6b3. pdf. Accessed 25 Feb 2021.

Gulzar, N., Sameen, A., Muhammad Aadil, R., Sahar, A., Rafiq, S., Huma, N., ... & Muqadas Saleem, I. (2020). Descriptive sensory analysis of pizza cheese made from mozzarella and semi-ripened cheddar cheese under microwave and conventional cooking. Foods, 9(2), 214.

Juan, B., Zamora, A., Quintana, F., Guamis, B., & Trujillo, A. J. (2013). Effect of inulin addition on the sensorial properties of reduced-fat fresh cheese. International Journal of Dairy Technology, 66(4), 478-483.

Karimi, R., Azizi, M. H., Ghasemlou, M., & Vaziri, M. (2015). Application of inulin in cheese as prebiotic, fat replacer and texturizer: A review. Carbohydrate polymers, 119, 85-100.

Nasiri, M., Tavakolipour, H., Safaeian, S., & Nadushan, R. M. (2022). Exploring the potential of modified potato starch and seaweed salt as structuring agents to design processed cheeses with desirable properties. International Dairy Journal, 133, 105439.

Nasr, W. I. A. (2015). Effect of potassium chloride as a salt replaced on the quality of buffalo's mozzarella cheese. Journal of Food and Dairy Sciences, 6(12), 697-712.

Nzekoue, F. K., Alesi, A., Vittori, S., Sagratini, G., & Caprioli, G. (2021). Development of functional whey cheese enriched in vitamin D3: nutritional composition, fortification, analysis, and stability study during cheese processing and storage. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 72(6), 746-756.

Rafiei, R., Roozbeh Nasiraie, L., Emam Jumeh, Z., & Jafarian, S. (2024). Enriching the formulation of low-fat mozzarella cheese using micro-coated vitamin D3. Nutrition & Food Science, 54(6), 1009-1030.

Romeih, E. A., Michaelidou, A., Biliaderis, C. G., & Zerfiridis, G. K. (2002). Low-fat white-brined cheese made from bovine milk and two commercial fat mimetics: chemical, physical and sensory attributes. International Dairy Journal, 12(6), 525-540.

Ruiz-Moyano, S., dos Santos, M. T. P. G., Galván, A. I., Merchán, A. V., González, E., de Guía Córdoba, M., & Benito, M. J. (2019). Screening of autochthonous lactic acid bacteria strains from artisanal soft cheese: Probiotic characteristics and prebiotic metabolism. LWT, 114, 108388.

Santanatoglia, A., Nzekoue, F. K., Alesi, A., Ricciutelli, M., Sagratini, G., Suo, X., ... & Caprioli, G. (2023). Development of Innovative Vitamin D Enrichment Designs for Two Typical Italian Fresh Cheeses: Burrata and Giuncata. Molecules, 28(3), 1049.

Sebastian, R. S., Goldman, J. D., & Moshfegh, A. J. (2024). Cheese Consumption by US Adults. In FSRG Dietary Data Briefs [Internet]. United States Department of Agriculture (USDA).

Commented [MH2]: سطربندی تنظیم شود



Creating Food Security through Fortification of Fat-Free Processed cheese

Motahareh Nasiri[1], Atousa Nowrouzian[2]

[1]PhD in Food Science and Technology, Engineering and R&D Manager at Ehyanan Iranian Knowledge-Based Company (9595), Mashhad, Iran.

[2]PhD Candidate in Food Science and Technology, Research Institute of Food Science and Technology, R&D specialist at Ehyanan Iranian Knowledge-Based Company (9595), Mashhad, Iran.

*Corresponding author: nasiri_m58@yahoo.com

Abstract

With the increasing global challenges related to food security, such as water scarcity and climate change, the need for producing foods that not only meet the nutritional needs of individuals but also provide greater positive health effects for consumers has become more apparent. The aim of this study is to develop a functional fat-free processed pizza cheese that maintains its functional properties while enhancing its nutritional value through the addition of beneficial ingredients such as inulin and vitamin D_3. Inulin, as a fat substitute, helps improve the texture and enhances the health benefits of the cheese, while vitamin D_3 plays an important role in improving calcium absorption and preventing certain diseases.

The results of this study showed that the addition of vitamin D_3 and inulin to the formulation led to improved texture quality and increased nutritional value without altering the sensory properties. Additionally, the sample containing 6.5% inulin and 0.003% vitamin D_3 was selected as the optimal formulation.

Ultimately, this research demonstrates that the production of functional foods can be an effective solution to reduce the risk of chronic diseases associated with the consumption of high-fat and processed foods, while also representing a significant step towards improving global food security and public health.

Keywords: Inulin, Fat-Free Pizza Cheese, Functional, Vitamin D_3.



بررسی اثر انواع شیرین کننده ها بر خصوصیات حسی و رئولوژیکی شکلات شیری

محمدصالح همتی حسن پور[۱] ، مسعود تقی زاده*[۲]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲ دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد
*نویسنده مسوول: mtaghizadeh@um.ac.ir

چکیده

هدف از این بررسی، مروری بر انواع شیرین کننده های جایگزین شکر(ساکارز) در فرمولاسیون شکلات شیری می باشد، انواع شیرین کننده ها در ۵ دسته، پلی ال ها، شیرین کننده های قوی، پروتئین های شیرین، موادخام طبیعی و کربوهیدرات های غیرقابل هضم و همچنین ترکیب شیرین کننده ها و اثر آن ها بر خواص رئولوژیکی، بافتی و حسی شکلات نیز مورد بحث و بررسی قرار گرفت. تولید صنعتی شکلات‌های بدون قند شامل استفاده از فرمولاسیون متشکل از پلی‌ال‌ها، شیرین‌کننده‌های با قدرت بالا، کربوهیدرات‌های کم/بدون قابلیت هضم، پروتئین‌های شیرین و مواد خام طبیعی است. شکلات‌ها، جنبه‌های فیزیکی شیمیایی و حسی شکلات‌های با شیرین کننده های جایگزین، کمی با شکلات‌های معمولی متفاوت است. بیشتر متون بر روی فرمول‌بندی مجدد شکلات‌های تیره و شیر متمرکز شده‌اند، در حالی که استفاده از مواد بهینه کم کالری و تأثیر آنها بر ویژگی‌های نهایی شکلات‌های سفید، مرکب باید به طور عمیق مورد بررسی قرار گیرد.

واژگان کلیدی: شیرین کننده، ساکارز، شکلات، خواص حسی، خواص رئولوژیکی

مقدمه

چاقی همه گیر و دیابت تغییراتی را در سبک زندگی جمعیت و آگاهی مصرف کنندگان نسبت به محصولات غذایی ایجاد کرد، بنابراین صنایع غذایی با تولید تعدادی از محصولات با شکر کم تر به این نیاز پاسخ داده است.

مصرف بیش از حد قند منجر به بسیاری از مشکلات سلامتی طولانی مدت ناشی از افزایش وزن متعاقب آن می شود، مانند دیابت نوع دو(Hu and Malik., 2010) و بیماری های قلبی عروقی (Pacheco et al., 2020). در سال ۲۰۱۸، مرکز ملی آمار سلامت گزارش داد که بیماری های قلبی عروقی و دیابت، اولین و هفتمین علت مرگ و میر هستند(Murphy et al., 2020). بر اساس داده‌های سال ۲۰۱۷، میزان مرگ و میر تعدیل‌شده با سن منتسب به بیماری‌های قلبی عروقی ۲۱۹.۴ در ۱۰۰۰۰۰ (Virani et al., 2020). هم مصرف‌کنندگان و هم نهادهای دولتی خواستار ابتکاراتی برای کاهش قند در محصولات شده‌اند و مصرف‌کنندگان گزارش می‌دهند که محدود کردن مصرف شکر تغییر اصلی در رژیم غذایی آنها برای تغذیه سالم‌تر بوده است(IFIC., 2019). بسیاری از کشورها بر روی محصولات قندی بالا، مانند نوشیدنی های شیرین شده با شکر، مالیات بر شکر یا بهداشت اعمال کرده اند (Miller., 2019)به عنوان مثال، درگزارشی با جزئیات پیشرفت از سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۹، بهداشت عمومی انگلستان کاهش کلی ۳ درصدی در محتوای قند محصولات را با کاهش قابل توجه غلات صبحانه (۱۳.۳ درصد) و ماست (۱۲.۹ درصد) اعلام کرد(Public Health England., 2020). برای اینکه یک محصول در ایالات متحده به عنوان قند کاهش یافته برچسب گذاری شود، باید حداقل ۲۵ درصد قند کمتری نسبت به مقدار مرجع داشته باشد(FDA., 2020). کاهش قند به شدت به نوع محصول بستگی دارد، اما کاهش موفقیت آمیز شکر درصورتی است که محصولی نهایی یکپارچگی ساختاری، تعادل طعم و پذیرش حسی محصول اصلی را حفظ می کند.

ساده ترین روش کاهش قند، حذف شکر از محصول است. با این حال، پس از حذف شکر، فرمول محصول باید برای حفظ خواص عملکردی و حسی تنظیم شود، که یکی از چالش های اصلی کاهش قند باقی می ماند. شیرینی شکر به دلیل وجود جایگزین‌های اضافی، از جمله شیرین‌کننده‌های با شدت بالا، مصنوعی و طبیعی، الکل‌های شکر و قندهای کمیاب، جایگزین شیرینی شکر ساده است. این شیرین‌کننده‌های جایگزین از ۰.۵ تا ۷۰۰ برابر شیرینی ساکارز متغیر هستند، اما گاهی اوقات طعم متفاوتی، از جمله زمان شروع شیرینی متفاوت، حس اوج شیرینی و مشخصات طعم جانبی دارند(Tan et al., 2019).

البته جایگزینی سایر صفات شکر دشوارتر است، برای مثال، شیرینی را می‌توان در نوشابه‌های رژیمی حفظ کرد، اما تفاوت‌های ویسکوزیته ناشی از شیرین‌کننده‌های جایگزین به اندازه‌ای قابل توجه است که مصرف‌کنندگان بتوانند تفاوت‌های احساس دهان را در مقایسه با همتای قند کامل خود تشخیص دهند(Kappes et al., 2006). چالش بزرگتری در غذاهای جامد در مقایسه با غذاهای مایع مشاهده می شود، زیرا شکر نقش مهمی در بافت و خواص عملکردی محصولات دارد. شکر اثر حجمی و اثر تثبیت کننده ای دارد که به راحتی نمی توان آن را با شیرین کننده های جایگزین تکرار کرد (Shimizu and Matubayasi., 2014).

موادی که برای جایگزینی شکر استفاده می شوند، از جمله قندهای الکلی و الیگوساکاریدها، معمولاً شیرینی کمتری نسبت به ساکارز ارائه می دهند، اما به دلیل ماهیت غیرقابل هضم خود، می توانند مزایای عملکردی مانند فیبر رژیمی را اضافه کنند(Mitchell., 2007). شکر به عنوان یک حل شونده در بسیاری از غذاها در افزایش نقطه جوش و کاهش نقطه انجماد محصول نقش دارد که منجر به تغییر در ساختار و عملکرد می شود. همچنین می تواند از طریق کاهش فعالیت آب به عنوان یک نگهدارنده عمل کند و به ویسکوزیته یا قهوه ای شدن محصول کمک کند(Erickson and Carr., 2020). اغلب شیرین کننده های با شدت بالا، مانند

آسپارتام و سوکرالوز، دارای خواص شیمیایی و حرارتی متفاوتی نسبت به شکر هستند و به دلیل ناپایداری یا تجزیه آنها در دما و رطوبت بالا یا در pH پایین، نمی توانند در شرایط فرآوری یکسان مقاومت کنند(Bell and Hageman., 2014). بنا بر اهمیت کاهش شکر در محصولات شکلات و آثار تکنولوژیکی حذف ساکارز از فرمول، موجبات پژوهش های متعددی را در این زمینه فراهم آورده است که در این بررسی به آن ها پرداخته خواهد شد.

ترکیبات موجود در انواع شکلات

شکلات به عنوان محصولی بر پایه کاکائو تعریف می شود که حداقل ۱۸ درصد کره کاکائو، ۳۵ درصد کل جامدات خشک کاکائو و ۱۴ درصد کل مواد جامد کاکائو بدون چربی است(Martinez-Inchausti., 2009). به عبارت دیگر، شکلات ها را می توان به عنوان ترکیبی از پودر کاکائو، ساکارز و سایر مواد معلق در فاز چربی به خوبی پراکنده تعریف کرد که در درجه اول از کره کاکائو تشکیل شده است، با این حال، طیف مواد تشکیل دهنده در بین انواع مختلف شکلات ها متفاوت است. به عنوان مثال، شکلات های کوورتور باید حاوی کمتراز۳۵درصد از کل جامدات خشک کاکائو باشد که شامل ۲/۵درصد از کل کاکائو خشک بدون چربی است(Toker et al., 2020).

شکلات های کم شکر

سازمان بهداشت جهانی اکیداً توصیه کرد که مصرف شکر را به کمتر از ۱۰ درصد از کل قند مصرفی محدود کند و بنابراین تولیدکنندگان شکلات علاقه زیادی به تولید شکلات های کم قند یا بدون شکر دارند و به این نوع از شکلات ها شکلات های کم شکر می گویند. برای این منظور از شیرین کننده های با قدرت بالا، الکل های قند، کربوهیدرات های کم هضم، پروتئین های شیرین و مواد خام طبیعی استفاده می شود. انواع مختلفی از شیرین کننده های با قدرت بالا وجود دارد در حالی که تنها تعداد کمی از آنها توسط اتحادیه اروپا و همچنین اداره غذا و دارو آمریکا تایید شده است(Belˇsˇcak-Cvitanovi´c et al., 2015). آنها شامل نئوتام، آسپارتام، آسه سولفامK-، سوکرا لوس، ساخارین، استویا و آدوانتام هستند که بدون کالری هستند(Aidoo et al., 2013) در جدول ۱ مشخصات مقایسه ای شیرین کننده های با قدرت بالا را خلاصه می کند. ارزش کالری کمتر الکل های قندی به دلیل هضم ناقص و جذب ضعیف آنها است که به دلیل هضم ناقص، مصرف بیش از حد پلی اُول های قندی، ممکن است در تعداد کمی از افراد اثرات ملین ایجاد کند، الکل های قندی رایج برای فرمولاسیون شکلات شامل اریتریتول، مالتیتول، لاکتیتول، زایلیتول، مانیتول و ایزومالت هستند(Aidoo et al., 2015). در بخش دیگر، به تفصیل درباره جایگزین‌های ساکارز مختلف که برای فرموله کردن شکلات‌های کم‌شکر یا بدون قند استفاده می‌شوند، بحث می‌شود، همچنین در ادامه شکل (۱) انواع جانشین های مناسب برای ساکارز در شکلات را نمایش می دهد.

پلی اُل ها و شیرین کننده های مغذی

مالتیتول

مالتیتول یک پلی‌اُل دی ساکارید است که از پیوند گلیکوزیدی 4،α-1 بین بخش‌های برابر گلوکز و سوربیتول به دست می‌آید. این یکی از بزرگترین الکل های شکر تولید شده تجاری است و گران است زیرا بدست آوردن مالتیتول خالص بسیار چالش برانگیز است(Young and O’Sullivan., 2011). از شربت گلوکز-مالتوز بالا با ۹۵٪ شیرینی و ارزش کالری ۲.۷ کیلوکالری در گرم مشتق شده است(Chattopadhyay et al., 2014). مالتیتول ماهیتی غیرسرطان زا، با حلالیت ۶۲ درصد در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد و نقطه ذوب آن بین ۱۳۰ تا ۱۳۵ درجه سانتیگراد است. دارای خواص تثبیت کننده و رطوبت عالی است همچنین به طور گسترده به عنوان یک شیرین کننده فله جایگزین در تولید محصولات مختلف بدون قند، به ویژه آب نبات ها و شکلات ها استفاده می شود(Aidoo et al., 2013).

(Haniyeh et al., 2017)، نشان دادند که مالتیتول مناسب ترین جایگزین ساکارز برای گنجاندن در فرمولاسیون شکلات شیری بدون ساکارز است. (Son et al., 2018)، شکلات های تیره بدون ساکارز را با استفاده از مالتیتول فرموله کردند و خواص فیزیکی آنها را در مقایسه با شکلات های تهیه شده با ساکارز با القای پدیده شکوفایی تجزیه و تحلیل کردند. نویسندگان به این نتیجه رسیدند که پدیده شکوفایی در شکلات‌های حاوی ساکارز راحت‌تر از شکلات‌های فرموله‌شده با مالتیتول رخ می‌دهد.

زایلیتول

زایلیتول یک پلی‌اُل پنج کربنه است که از زایلوز در مقیاس تجاری به دست می‌آید. ۱۰۰درصد از نظر شیرینی با ساکارز برابر است، طبیعتاً رطوبت گیر است و خاصیت ملینی کمتری دارد. دارای نقطه ذوب پایین ۹۴درجه سانتی گراد و انحلال پذیری ۶۳درصد است. این ماده به عنوان یک شیرین کننده غذایی فله، در تنقلات غیر پوسیدگی زا از جمله شکلات، آدامس و آب نبات استفاده می شود (Mooradian et al., 2017). تحقیقات به ندرت بر روی زایلیتول برای استفاده به عنوان یک شیرین کننده غذایی فله در تولید شکلات های بدون ساکارز متمرکز شده است. توسط(Homayouni Rad et al., 2019)گزارش شده است، که شکلات‌های شیری فرموله‌شده با زایلیتول به دلیل وجود گروه‌های آزاد و فعال هیدروکسیل، که می‌توانند به راحتی با مولکول‌های آب تعامل داشته باشند و پیوندهای هیدروژنی تشکیل دهند، رطوبت بیشتری دارند. کریستال های شیرین کننده تا حدی در حضور آب حل می شوند و لایه نازکی از شربت را روی سطح آن تشکیل می دهند که اصطکاک داخلی بین ذرات شیرین کننده ها را افزایش می دهد و منجر به ویسکوزیته بالاتر می شود(Konar et al., 2018).

(Homayouni Rad et al., 2019)، تشریح کردند که فرمول حاوی ۱۰۰درصد زایلیتول به دلیل افزایش اصطکاک داخلی بین ذرات، ویسکوزیته کاسون را افزایش داد. محتوای رطوبت و ویسکوزیته کاسون مستقیماً مرتبط هستند زیرا افزایش یا کاهش محتوای رطوبت به ترتیب باعث افزایش یا کاهش ویسکوزیته می شود(Abbasi and Farzanmehr., 2009).

جدول۱- مشخصات مقایسه ای شیرین کننده های غیر مغذی

شیرین کننده های با قدرت بالا / شیرین کننده های غیر مغذی	شیرینی در مقایسه با ساکارز (٪)	مصرف روزانه قابل قبول (میلی گرم/کیلوگرم وزن بدن در روز)	تعداد بسته های شیرین کننده رومیزی معادل ADI	منابع
ادوانتام	×۲۰۰۰۰	۳۲.۸	۴۹۲۰	(Mooradian et al., 2017)
نئوتام	×۷۰۰۰تا۱۳۰۰۰	۰.۳	۲۳	(Dur´an et al., 2013)
سوکرالوز	×۶۰۰	۵	۲۳	(Chattopadhyay et al., 2014)
ساخارین	×۷۰۰تا۲۰۰	۱۵	۴۵	(Shankar et al., 2013)
استویل گلیکوزید	×۴۰۰تا۲۰۰	۴	۹	(Mooradian et al., 2017)

آسپارتام	×۲۰۰	۴۰	۷۵	(Choudhary and Pretorius., 2014)
آسه سولفام	×۲۰۰	۱۵	۲۳	(Chattopadhyay et al., 2014)

ایزومالت

ایزومالت از ساکارز با ۵۵ درصد شیرینی از ساکارز مشتق شده است. ماهیت آن غیر رطوبت گیر است و در رطوبت باقیمانده بالا تجمع می یابد. ۲۵ درصد حلالیت در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد و محدوده نقطه ذوب بین ۱۴۵ تا ۱۵۰ درجه سانتیگراد است. مزیت اصلی استفاده از ایزومالت ماهیت کمتر ویسکوزیته آن است که می تواند ویسکوزیته پلی اُل های دیگر را نیز کاهش دهد(Aidoo et al., 2013).

(Zyzlewicz et al., 2010)، گزارش کردند که شکلات های شیری فرموله شده با ایزومالت با وجود رطوبت بالا نسبت به شکلات های آماده شده با ساکارز مشخص می شوند. چگالی ساکارز (۱.۶ گرم بر سانتی متر مکعب) کمی بیشتر از ایزومالت (۱.۵ گرم بر سانتی متر مکعب) است و بنابراین شکلات های فرموله شده با ایزومالت از ذرات جامد بالا و سطح بزرگ تشکیل شده است که متعاقباً ویسکوزیته کاسون را افزایش می دهد.

با این حال، مقدار ویسکوزیته کاسون که برای شکلات های شیری بین ۲.۲ تا ۵.۵ Pa.sپیشنهاد می شود، در تمام فرمولاسیون های شکلات شیری حاوی غلظت بالاتر ایزومالت مشاهده شد. شکلات‌های حاوی ۱۰۰درصد ایزومالت ارزش روشنایی مشابه شکلات‌های حاوی ساکارز داشتند و تیره‌تر به نظر می‌رسیدند. فرمولاسیون بهینه حاوی ۱۲.۹۳ درصد ایزومالت بیشترین پذیرش را داشت. اما شکلات های حاوی ایزو مالت پذیرش به طور قابل توجهی کمتر از شکلات های شاهد حاوی ساکارز داشتند(Homayouni Rad et al., 2019).

سوربیتول

سوربیتول، رایج ترین شیرین کننده مغذی مورد استفاده است که از گلوکز با ۶۰ درصد شیرینی در مقایسه با ساکارز، به دست می آید. در دمای ۹۷.۲ درجه سانتیگراد ذوب می شود و ۷۰درصد حلالیت خوبی در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد نشان می دهد. سوربیتول به شکل کریستالی باعث ایجاد احساس خنکی در دهان می شود(Aidoo et al., 2013). در مقایسه با پلی‌ال‌های دیگر، استفاده از سوربیتول در تولید تخته‌های شکلات کم است، در حالی که از آنها برای تولید آب نبات‌های سخت بدون قند، آدامس، ژله، نوشیدنی‌های کاکائویی و غیره استفاده می‌شود(Mooradian et al., 2017).

مانیتول

مانیتول، یک پودر کریستالی سفید با خاصیت جریان آزاد از مانوز با ۷۰ درصد شیرینی مانند ساکاروز و شیرینی کمی کمتر از سوربیتول به دست می‌آید. وزن مولکولی آن ۱۸۲.۱۷۲ گرم بر مول وچگالی آن ۱.۴۸۹ در۶۸درجه فارنهایت و نقطه جوش ۵۶۳ درجه فارنهایت در ۳.۵ میلی متر جیوه است(Dai et al., 2017). این به ندرت در فرمولاسیون شکلات های کم یا بدون قند در ترکیب با سوربیتول و سایر شیرین کننده های با قدرت بالا استفاده می شود. به طور کلی، حلالیت بالا یا نقطه ذوب پایین شکر و شیرین کننده ها باعث ایجاد آگلومره های شنی در دماهای بالا می شود و خواص جریان نامطلوب شکلات های تولیدی را ایجاد می کند. در این مورد، مانیتول پیشنهاد می شود زیرا غیر رطوبت گیر، با حلالیت کم (۱۸درصد در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد)، نقطه ذوب بالا، بین ۱۶۵ تا ۱۶۹ درجه سانتیگراد نشان می دهد و در دمای ۱۶۰ درجه سانتی گراد تجزیه نمی شود(Aidoo et al., 2013).

شیرین کننده های قوی

آسپارتام

آسپارتام، یک شیرین کننده مصنوعی با قدرت بالا با ۲۰۰ × شیرینی در مقایسه با ساکارز (٪) است. شروع رهایش شیرینی، آهسته با شیرینی ماندگار با کمی یا بدون پس طعم را دارد. درpHپایین و دمای بالا، پایداری محدودی از خود نشان می دهد. هم افزایی خوبی با ساخارین و آسه سولفام پتاسیم دارد و میزان مصرف روزانه قابل قبول آن ۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز است (Mooradian et al., 2017).

(Zyzlewicz et al., 2010)، شکلات های شیری عملکردی شیرین شده با آسپارتام که حاوی ۴۰ گرم در ۱۰۰ گرم چربی و مکمل با سویه های زنده باکتری های پروبیوتیک (لاکتوباسیلوس پاراکازی و کازئی) بود، تولید کرد. اسیدیته حجمی شکلات های فرموله شده با آسپارتام ۲۶ تا ۵۱ درصد بیشتر از شکلات های مشابه حاوی ساکارز بود. با این حال، مطالعات بیشتر در مورد ترکیب آسپارتام در شکلات‌های مختلف و تأثیر آن بر ویژگی‌های رئولوژیکی و حسی باید به طور عمیق مورد بررسی قرار گیرد.

شکل۱- فهرست جایگزین های ساکارز مورد استفاده در فرمولاسیون شکلات های کم قند یا بدون ساکارز

جانشین های مناسب ساکارز				
شیرین کننده های قوی	**قند الکلی**	**پروتئین های شیرین**	**کربوهیدرات های غیر قابل هضم**	**مواد خام طبیعی**
آسپارتام، ادوانتام، آسه سولفام، نئوتام، ساخارین، سوکرالوز، استویا	اریترول، مالتیتول، مانیتول، زایلیتول، سوربیتول، ایزومالت، لاکتیتول	پروتئین های بدون لاکتوز شیر، تاماتین	اینولین، گالاکتولیگوساکارید، پلی دکستروز، مالتودکستروز	سیروپ برنج، سیروپ آگاو، پودر شیرین بیان، گیاه آکاسیا، هویج خشک شده، یاکون، برگ های استویا، نعناع تند، سیروپ خرما، پالپ کاکائو، لو هان گو

سوکرالوز

سوکرالوز، دارای ۶۰۰ × شیرینی نسبت به ساکارز(٪) با شروع آهسته، طعم شیرین و ماندگار است. در pH پایین و دمای بالا، پایداری عالی دارد. می توان آن را با موفقیت با ساخارین و آسه سولفام-K ترکیب کرد. مصرف روزانه قابل قبول سوکرالوز ۵ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز است(Aidoo et al., 2013).

(Palazzo et al., 2011)، شکلات های شیری فرموله شده با سوکرالوز را به عنوان یک شیرین کننده شدید مورد مطالعه قرار دادند. به دلیل قدرت شیرین کنندگی بالای آن، تنها غلظت کمی برای رفع نیاز شیرینی شکلات ها به آن اضافه شد. اخیراً مصرف شکلات‌های کم‌کالری افزایش یافته است، زیرا این شکلات‌ها عامل مهمی در برنامه غذایی به‌ویژه برای افراد مبتلا به دیابت هستند. شکلات‌های کم کالری که با استفاده از ۰/۰۷۵ درصد سوکرالوز تهیه شده‌اند، خواص مطلوبی مانند شکلات‌های سنتی حاوی ساکارز دارند.

استویا

استویا یک شیرین کننده طبیعی، با قدرت بالا است که از عصاره های گیاهی استویا رباودیانا به دست می آید و ترکیبات اصلی شیرین کننده موجود، گلیکوزیدهای استویول، هستند. شیرینی آن ۲۰۰ تا ۴۰۰ × در مقایسه با ساکارز (٪) با مصرف روزانه قابل قبول ۴ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز است(Mooradian et al., 2017). در سطح جهانی، از آن به عنوان یک شیرین کننده متداول در تولید محصولات شیرینی پزی با کالری کاهش یافته و بدون قند استفاده می شود(Aidoo et al., 2013).

(Shah et al., 2010)، شکلات های شیری بدون قند را با جایگزینی ساکارز با عصاره استویا رباودیانا (۰.۵ درصد وزنی) تولید کردند. در مقایسه با شکلات های شیرین شده با ساکارز، تفاوت قابل توجهی در مقدار سبکی که به تغییرات در زبری سطح نسبت داده می

شود، مشاهده شد. با این حال، طعم و مزه نامطلوب و تلخی به طور قابل توجهی طعم شیرین استویا را پنهان می کند. به عنوان مثال، یک فرمول بهینه متشکل از استویا برای جبران شدت شیرینی ساکارز، قابض بودن و طعم تلخ کمی را در شکلات‌های به دست آمده ارائه می‌کند(Homayouni Rad et al., 2019)، نشان دادند که شکلات های حاوی استویا بهترین ویژگی های حسی را از نظر عطر گیاهی، شیرینی و حس دهان ارائه می دهند. در مطالعه دیگری، ساکارز جزئی، طعم تلخ استویا را پنهان کرد و ترجیح بالقوه شکلات های کم کالری را افزایش داد(Cikrikci et al., 2017).

ساخارین

ساخارین دارای شیرینی ۲۰۰-۷۰۰ × نسبت به ساکارز(٪)با شروع سریع و بدون شیرینی ماندگار است. با این حال، عیب اصلی آن طعم فلزی و تلخ آن است. مانند سایر شیرین کننده های شدید، پایداری خوبی در pH پایین و دمای بالا دارد. گزینه های ترکیبی عالی با آسپارتام و سوکرالوز را طبق بررسی ها نشان داده شد. با توجه به وضعیت تنظیمی، مصرف روزانه قابل قبول ۱۵ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز است(Mooradian et al., 2017). ادبیات گزارش شده در مورد استفاده از ساخارین به عنوان یک جایگزین ساکارز در تولید شکلات بدون قند هنوز محدود است. با این حال، پتانسیل زیادی برای تولید صنعتی شکلات های کم قند یا بدون قند با کیفیت و جنبه های حسی مطلوب دارد(Aidoo et al., 2013).

آسه سولفام پتاسیم

آسه سولفام پتاسیم یک شیرین کننده شدید شیمیایی با ۲۰۰ × شیرینی در مقایسه با ساکارز(٪)است. مصرف روزانه قابل قبول آسه سولفام پتاسیم، ۱۵میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز است. شروع سریع بدون شیرینی قابل توجه و طعم تلخ دارد. مزیت اصلی استفاده از آسه سولفام-K در شکلات ها، پایداری آن در دمای بالاتر (مطلوب برای فرآیند تولید شکلات) و هم افزایی خوب با سایر شیرین کننده های شدید، به ویژه آسپارتام و سوکرالوز است(Mooradian et al. 2017).

(Petrova and Christova-Bagdassarian., 2020)، وجود آسه سولفام پتاسیم را در شکلات ها به عنوان شیرین کننده های با قدرت بالا تعیین کردند. با این حال، ویژگی‌های رئولوژیکی، کیفیت و ویژگی‌های حسی شکلات‌های حاوی آسه سولفام پتاسیم، به خوبی مورد مطالعه قرار نگرفته است.

کربوهیدرات های غیرقابل هضم

مالتودکسترین

مالتودکسترین یک پلیمر با کربوهیدرات کم هضم با ارزش کالری ۱تا۲ کیلو کالری در گرم است(Sarfarazi and Mohebbi., 2020). بسیار محلول بوده (۲۴۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب) و پتانسیل بالایی در تولید شکلات های عملکردی جدید و بدون قند دارد(Aidoo et al., 2013). مقدار معادل دکستروز(DE)مالتودکسترین که بین ۵ تا ۲۰ متغیر است برای تولید شکلات های کم قند/بدون قند قابل توجه است. این به دلیل این واقعیت است که درجه شیرینی و حلالیت مالتودکسترین با افزایش مقدار DE افزایش می یابد و با کاهش مقدار DE کاهش می یابد(BeMiller, 2019).

اینولین

اینولین در صنایع شکلات سازی به عنوان یک شیرین کننده مغذی فله ای کم کالری استفاده می شود. (Shah et al., 2010)، گزارش کردند که فرمولاسیون حاوی اینولین با درجه پلیمریزاسیون بالا برای تولید شکلات های شیری بدون ساکارز مناسب است که از نظر طعم، لطافت، سفتی و ظاهر شبیه به شکلات های شاهد بود. غلظت اینولین متعاقباً باعث افزایش رطوبت شکلات‌های تیره شد. این امر به وجود گروه های آبدوست بر روی ساختار شیمیایی اینولین نسبت داده می شود که مسئول افزایش و نگهداری رطوبت در شکلات است. شکلات‌های تیره با ۱۰۰ درصد اینولین نرم‌تر و تیره‌تر به نظر می‌رسند، اما از نظر سایر جنبه‌ها پذیرش حسی بسیار پایین بود(Shourideh et al., 2012). از آنجایی که اینولین یک فیبر رژیمی است و دارای خواص پری بیوتیکی است، برای گنجاندن

در فرمولاسیون شکلات های کاربردی و کم کالری بسیار مطلوب است(Konar et al., 2010). مقادیر ویسکوزیته کاسون شکلات های بدون ساکارز فرموله شده با کمتر از ۲۵ درصد اینولین در محدوده قابل قبول(۲.۱-۳.۹ Pa.s)بود. به طور مشابه، غلظت کمتر اینولین (۲۵درصد) منجر به حد رطوبت قابل قبول کمتر از ۱درصد در شکلات های تیره بدون قند شد(Aidoo et al., 2015).

پروتئین های شیرین

(Aaltonen et al., 2020)، برای اولین بار استفاده از پروتئین شیر بدون لاکتوز (لاکتوز هیدرولیز شده به گلوکز و گالاکتوز) را برای جایگزینی ساکارز در شکلات ها گزارش کردند و محصول توسعه یافته به عنوان قند کاهش یافته و منبع پروتئین ادعا شد. استفاده از ساکارز با تنش عملکرد همبستگی مثبت داشت در حالی که پروتئین و محتوای خاکستر آن همبستگی منفی داشتند که منجر به تنش عملکرد کمتر شد. از نظر ویسکوزیته، شکلات ها با ساکارز همبستگی منفی داشتند در حالی که پروتئین شیر با ویسکوزیته پلاستیک کاسون همبستگی مثبت داشت. افزایش نسبت خاکستر به پروتئین شیر باعث کاهش شنی و افزایش پذیرش شد. این امر به وجود نمک هایی نسبت داده می شود که پروتئین های شیر را تثبیت می کنند، به ویژه کازئین که حلالیت سایر مواد در مواد را بهبود می بخشد. این مطالعه یافته جالبی را گزارش کرد که استفاده از پروتئین شیر بر سختی شکلات‌ها تأثیر نمی‌گذارد زیرا سختی تنها در حضور همزمان آب افزایش می‌یابد(Mendenhall and Hartel., 2016). بنابراین، فرمول حاوی پروتئین شیر با محتوای مواد معدنی افزایش یافته برای تولید شکلات های قند کاهش یافته بسیار امیدوار کننده است. یافته‌های این مطالعه، صنایع شیرینی‌سازی را تشویق می‌کند تا پتانسیل پروتئین‌های مختلف و ترکیبات مبتنی بر شیر را به عنوان جایگزینی برای ساکارز ارزیابی کنند. (Afoakwa et al., 2007)، نشان دادند که پروتئین های شیر حالت خامه ای را به شکلات های شیری القا می کنند. در نسبت ۲۰ درصد آب پنیر و ۸۰ درصد پروتئین کازئین، اولی ویسکوزیته را افزایش می دهد در حالی که دومی به عنوان یک سورفکتانت عمل می کند و ویسکوزیته را کاهش می دهد.

مواد خام طبیعی

تحقیقات علمی یا صنعتی گزارش شده در مورد ساخت شکلات های کم قند/بدون قند و تجاری سازی آنها چیز جدیدی نیست زیرا بیشتر آنها بر جایگزینی ساکارز با شیرین کننده های فله ای مختلف، شیرین کننده های با قدرت بالا، پلی ال ها و ترکیبات آنها متمرکز شده اند. . علاوه بر این، فرمول‌بندی‌های جدید شکلات با ساکارز کاهش‌یافته/بدون ساکارز که به سرعت در حال ظهور هستند، شامل استفاده از مواد خام طبیعی است. در صنایع شیرینی پزی، محبوب ترین جایگزین های ساکارز طبیعی شامل عسل، میوه ها و قندهای سبزیجات مانند شکر خرما، هویج است. شربت های به دست آمده از غلات و شکر خام مانند شربت برنج قهوه ای، مالت جو، ملاس، شیره ها/شربت های گیاهی مانند شهد آگاو و شربت افرا. به عنوان مثال، (Bel˘s˘cak-Cvitanovi´c et al., 2015)با استفاده از شربت برنج، شربت آگاو، پودر شیرین بیان، گل اقاقیا، هویج خشک، یاکون، برگ استویا، نعناع فلفلی و لوکوما، شکلات های تیره نیمه شیرین کم کالری تولید کرد. شکلات های تهیه شده با برگ نعناع و استویا بهترین عطر گیاهی، شیرینی و حس دهانی مطلوب را ارائه می کردند. با این حال، بزرگترین اندازه ذرات برگ استویا و نعناع فلفلی با افزایش سختی و خاصیت ارتجاعی شکلات های مجدد فرموله شده، بر خواص بافتی تأثیر گذاشت. علاوه بر این، نویسندگان گزارش کردند که فروکتوز و به دنبال آن گلوکز و ساکارز قندهای رایج موجود در تمام شکلات های تیره فرموله شده بودند. فرمولاسیون های مبتنی بر شربت آگاو در مقایسه با شکلات های حاوی ساکارز، ۱۹ درصد ارزش کالری کمتری از خود نشان دادند. شکلات های فرموله شده با ملخ سیاه،

هویج و یاکون ۴۴ درصد ارزش کالری کمتری داشتند. علیرغم شیرینی بالای آنها نسبت به شکلات های معمولی، پذیرش کلی مصرف کننده از نظر تمام ویژگی های حسی ارزیابی شده بسیار پایین بود(Belˇsˇcak-Cvitanovi´c et al., 2015).

(Ibrahim et al., 2020)، با استفاده از ۵۷ درصد کره کاکائو، ۱۳ درصد پودر کاکائو و ۲۵ درصد شیره خرما/شکر خرما، شکلات های تیره با شکر کاهش یافته را فرموله کردند. رطوبت بالای ۴/۱۸ درصد و ۳/۹۶ درصد چهار برابر بیشتر از شاهد (۱/۲۴ درصد) در شکلات های حاوی شکر خرما و شربت خرما مشاهده شد. رابطه معکوس نسبت معکوس بین دمای ذوب و میزان رطوبت مشاهده شد. دمای ذوب شکلات‌های تیره حاوی شیره خرما و قندخرما ۴۲ درجه سانتی‌گراد و ۶۲ درجه سانتی‌گراد بود. به طور نسبی طعم شکلات‌های تیره با شکر نخل مورد نظر متخصصان حسی بود.

شیرین کننده های ترکیبی

بر اساس تحقیقات موجود، فرموله کردن شکلات های کم قند یا بدون قند با یک شیرین کننده در حالی که تمام نیازهای شکلات پایانی را برآورده می کند، بسیار سخت و چالش برانگیز است. منطقی ترین راه حل استفاده از تکنیک ترکیبی است که چندین شیرین کننده را با هم ترکیب می کند تا طعم مورد نیاز و همچنین خواص عملکردی شکلات ها را برآورده کند(Shourideh et al., 2012). شکلات های تیره را با استفاده از تاگاتوز و اینولین به عنوان جایگزین ساکارز فرموله شد و از آنجایی که تاگاتوز و اینولین شیرینی کمتری نسبت به ساکارز دارند، استویا برای افزایش بیشتر شیرینی اضافه شد. این مطالعه ثابت کرد که شکلات های تیره با نسبت ۲۵ تا ۷۵ درصد اینولین و تاگاتوز و ۱۰۰ درصد و اگاتوز مناسب ترین جایگزین برای ساکارز هستند(Shourideh et al., 2012).

میزان رطوبت با خواص بافتی شکلات ارتباط تنگاتنگی دارد و بنابراین باید در حد قابل قبولی، به خصوص در شکلات های بدون قند یا کم قند باشد. ترکیب مواد مناسب می تواند رطوبت شکلات ها را کاهش دهد. (Rad et al., 2018)، تاگاتوز و گالاکتولیگوساکارید را همراه با استویا مخلوط کردند و شکلات های شیری بدون ساکارز تولید کردند. میزان رطوبت شکلات ها در محدوده قابل قبول، بین ۰/۸۷ تا ۱/۱۸درصد بود. مقادیر ویسکوزیته کاسون بین ۲ تا۴/۵۱Pa.sتعیین شد که با مقدار ویسکوزیته مناسب مطابقت داشت. (Homayouni Rad and Rasouli Pirouzian., 2020)، نشان دادند که فرمولاسیون بهینه حاوی ترکیبی از پلی‌ال‌ها و پری‌بیوتیک‌ها را می‌توان با موفقیت برای تولید شکلات‌های شیری کم کالری استفاده کرد. فرمول مجدد بهینه شده حاوی ۵.۰۱۲ گرم گالاکتولیگوساکارید، ۷.۱۳۱ گرم زایلیتول و ۲۰.۸۵۷ گرم مالتیتول، ویژگی های فیزیکوشیمیایی شکلات ها را بهبود بخشید و تمایلات مصرف کننده را پوشش داد.

نتیجه‌گیری

با توجه به مضرات قند ساکارز در سلامتی و ایجاد شرایط بروز بیماری هایی از جمله دیابت، سکته قلبی و ...، تمایلات با زار مصرف به سمت و سوی محصولات کم کالری یا کم شکر رفته است، در همین جهت ساکارز را می توان تا حدی یا به طور کامل با استفاده از شیرین کننده های مختلف با قدرت بالا، الکل های قند، پروتئین های شیرین، کربوهیدرات های با قابلیت هضم کم/بدون هضم، ماده خام طبیعی و مخلوط آنها جایگزین کرد. با تجزیه و تحلیل پژوهش ها ، می‌توان نتیجه گرفت که اگرچه توسعه شکلات‌های کاهش‌یافته/بدون کالری جدید امکان‌پذیر است، ویژگی‌های فیزیکی، رئولوژیکی و حسی آن‌ها کمی متفاوت از همتایان خود با فرمول‌های سنتی هستند.

بزرگترین راهبردهای بالقوه برای کاهش مصرف قند با در نظر گرفتن امکان سنجی، هزینه، اثربخشی و احتمال مقبولیت مصرف کننده، استفاده از شیرین کننده های شدید و کاهش تدریجی مصرف مواد غذایی با قند بالا بود. سایر روش‌های پیشنهادی در سال‌های گذشته به‌طور مؤثر مورد استفاده قرار نگرفتند یا محدود بودند.

عرضه‌کنندگان و تولیدکنندگان می‌توانند از طریق تبلیغات مسئولانه، افزایش فعالیت‌های آموزش مصرف‌کننده، و با ارائه توصیه‌های واضح‌تر در مورد اندازه‌های معقول و تمرکز بر غذاها و رژیم‌های غذایی کامل به جای مواد مغذی فردی، مصرف‌کنندگان را تشویق به کاهش کل انرژی دریافتی خود کنند.

منابع

Aaltonen, T., Kyto, ¨ E., Ylisjunttila-Huusko, S., & Outinen, M. (2020). Effect of the milk based ash-protein ratio on the quality and acceptance of chocolate with a reduced sugar content. International Dairy Journal, 105.

Aidoo, R. P., Afoakwa, E. O., & Dewettinck, K. (2015). Rheological properties, melting behaviours and physical quality characteristics of sugar-free chocolates processed using inulin/polydextrose bulking mixtures sweetened with stevia and thaumatin extracts. Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie- Food Science and Technology, 62 (1), 592–597.

Belˇs ˇcak-Cvitanovi´c, A., Komes, D., Dujmovi´c, M., Karlovi´c, S., Biˇski´c, M., Brnˇci´c, M., et al. (2015). Physical, bioactive and sensory quality parameters of reduced sugar chocolates formulated with natural sweeteners as sucrose alternatives. Food Chemistry, 167, 61–70.

BeMiller, J. N. (2019). Carbohydrate and noncarbohydrate sweeteners. Carbohydrate Chemistry for Food Scientists, 371–399.

Cikrikci, S., Yucekutlu, M., Mert, B., & Oztop, M. H. (2017). Physical characterization of low-calorie chocolate formulations. Journal of Food Measurement and Characterization, 11(1), 41–49.

Dai, Y., Meng, Q., Mu, W., & Zhang, T. (2017). Recent advances in the applications and biotechnological production of mannitol. Journal of Functional Foods, 36, 404–409.

Erickson S, Carr J. The technological challenges of reducing the sugar content of foods. Nutrition Bulletin. 45: 309-14 (2020)

Homayouni Rad, A., & Rasouli Pirouzian, H. (2020). Optimization of prebiotic sucrosefree milk chocolate formulation by mixture design. Journal of Food Science & Technology, 58, 244–254.

Homayouni Rad, A., Pirouzian, H. R., Toker, O. S., & Konar, N. (2019). Application of simplex lattice mixture design for optimization of sucrose-free milk chocolate produced in a ball mill. Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie-Food Science and Technology, 115, Article 108435.

Ibrahim, S. F., Dalek, N. S. E. M., Raffie, Q. A. F. M., & Ain, M. R. F. (2020). Quantification of physicochemical and microstructure properties of dark chocolate incorporated with palm sugar and dates as alternative sweetener. Materials Today: Proceedings, 31, 366–371.

IFIC. 2019 Food & Health Survey. 1: 50 (2019)

Konar, N., Palabiyik, I., Toker, O. S., Polat, D. G., Kelleci, E., Pirouzian, H. R., et al. (2018). Conventional and sugar-free probiotic white chocolate: Effect of inulin DP on various quality properties and viability of probiotics. Journal of Functional Foods, 43, 206–213.

Mooradian, A. D., Smith, M., & Tokuda, M. (2017). The role of artificial and natural sweeteners in reducing the consumption of table sugar: A narrative review. Clinical Nutrition ESPEN, 18, 1–8.

Murphy SL, Xu J, Kochanek KD, Arias E. Mortality in the united states, 2017. NCHS Data Brief 328: 1-8 (2018)

Petrova, S., & Christova-Bagdassarian, V. (2020). Analytical difficulties for determination of acesulfame K in chocolate products. Pharmacia, 67(2), 105–110.

Rad, A. H., Azizi, A., Dargahi, R., Bakhtiari, O., Javadi, M., & Jafarzadeh, M. (2018). Development of synbiotic milk chocolate enriched with lactobacillus. Applied Food Biotechnology, 5(2), 59–68.

Shah, A. B., Jones, G. P., & Vasiljevic, T. (2010). Sucrose-free chocolate sweetened with stevia rebaudiana extract and containing different bulking agents - effects on physicochemical and sensory properties. International Journal of Food Science and Technology, 45(7), 1426–1435.

Son, Y. J., Choi, S. Y., Yoo, K. M., Lee, K. W., Lee, S. M., Hwang, I. K., et al. (2018). Anti blooming effect of maltitol and tagatose as sugar substitutes for chocolate making. Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie- Food Science and Technology, 88, 87–94.

Tan VWK, Wee MSM, Tomic O, Forde CG. Temporal sweetness and side tastes profiles of 16 sweeteners using temporal check-allthat-apply (TCATA). Food Research International. 121: 39-47 (2019)

Toker, O. S., Palabiyik, I., Pirouzian, H. R., Aktar, T., & Konar, N. (2020). Chocolate aroma: Factors, importance and analysis. Trends in Food Science & Technology, 99, 580–592.

Investigating the effect of various sweeteners on the sensory and rheological properties of milk chocolate

Mohammad Saleh Hemati Hasan poor[1], Masoud Taghizadeh[2*]
1- MSc Student, Dept. of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad
2- Associate Professor, Dept. of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad
(mtaghizadeh@um.ac.ir)

Abstract

The purpose of this study is to review the types of sugar substitute sweeteners (sucrose) in chocolate formulation. Different types of sweeteners in 5 categories, polyols, strong sweeteners, sweet proteins, natural raw materials and indigestible carbohydrates, as well as the composition of sweeteners and their effect on the rheological, textural and sensory properties of chocolate are also discussed and analyzed. The industrial production of sugar-free chocolates involves the use of formulations consisting of polyols, high-strength sweeteners, low/non-digestible carbohydrates, sweet proteins and natural raw materials. Chocolates, the physico-chemical and sensory aspects of chocolates with alternative sweeteners are slightly different from regular chocolates. Most of the literature is focused on the reformulation of dark and milk chocolates, while the use of optimal low-calorie ingredients and their effect on the final properties of white chocolates, compounds, should be investigated in depth.

Keywords: Sweetener, Sucrose, Chocolate, Sensory properties, Rheological properties



بررسی اثر تنش های تکنولوژیکی بر میزان تولید اگزوپلی ساکارید های میکروبی و اثرات آن بر سلامتی

فرزانه کرمانی*[۱]، محمدرضا عدالتیان دوم[۲]، مسعود یاورمنش[۳]، علی جوادمنش[۴]

[۱] .دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
[۲] .دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
[۳] . دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
[۴] دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
*نویسنده مسوول: Email: farzanekermani2@gmail.com

چکیده

یکی از متابولیت های ثانویه تولید شده توسط برخی از باکتری های اسید لاکتیک، پلی ساکارید های خارج سلولی هستند که به عنوان افزودنی در تولید محصولات غذایی استفاده می‌شوند. این متابولیت های میکروبی پلیمر های با وزن مولکولی بالا و حاوی قند های احیا کننده هستند. این ترکیبات دارای فواید سلامتی مختلفی از جمله کاهش التهاب، خواص ضد سرطانی، کاهش کلسترول، اثرات آنتی اکسیدانی، خواص ضد باکتریایی و اثرات پری بیوتیکی هستند. این متابولیت ها همچنین در صنایع غذایی کاربرد های متعددی مانند غلیظ کننده، امولسیفایر، تثبیت کننده و نگهدارنده دارند. اگزوپلی ساکارید ها در پاسخ به تنش های محیطی و با هدف محافظت از سلول در محیط آزاد می‌شوند. تنش های مختلف می توانند سطوح بیان ژن های مسئول تولید اگزوپلی ساکارید ها را تغییر دهند و بر ترکیب مونوساکارید ها تأثیر بگذارند که در این مقاله مورد بحث قرار خواهد گرفت.

واژگان کلیدی: باکتری های اسید لاکتیک، اگزوپلی ساکارید، تنش، بیان ژن

مقدمه

در سال های اخیر، یکی از بارزترین مسائل در صنایع غذایی، متابولیت های میکروبی تولید شده توسط میکروارگانیسم ها در میکروبیوتای غذاهای تخمیر شده است. یکی از این متابولیت های میکروبی، اگزوپلی ساکارید (EPS) است که ساختار پلیمری کربوهیدرات طبیعی با وزن مولکولی بالا دارد. میکروارگانیسم های تولید کننده اگزوپلی ساکارید در صنایع غذایی معمولاً به جنس ها و گونه های باکتری های اسید لاکتیک (LAB) تعلق دارند. اگزوپلی ساکارید های مشتق شده از باکتری های اسید لاکتیک، محصولات زیستی طبیعی، غیر سمی با ساختارهای شیمیایی و فعالیت های بیولوژیکی متنوع هستند (Özdemir, 2023).

اگزوپلی ساکارید ها جزء ساختاری مهم دیواره سلولی باکتری های اسید لاکتیک هستند. آن ها لایه ای را در اطراف سلول های باکتری تشکیل می دهند تا از آن ها در برابر شرایط نامطلوب محیطی مانند کم آبی، دمای شدید، شرایط اسیدی، تنش اسمزی، فاگوسیتوز، ماکروفاژ ها و آنتی بیوتیک ها محافظت کنند (P.-T. Nguyen et al., 2020).

ساختار های اگزوپلی ساکارید برای عملکرد های مختلف در بسیاری از زمینه ها مانند مواد غذایی، پزشکی و دارویی استفاده می‌شود. مشخص است زمانی که اگزوپلی ساکارید در صنایع غذایی استفاده می‌شود، می‌تواند بر ویژگی های تکنولوژیکی و عملکردی مواد غذایی تأثیر بگذارد. به عنوان مثال، برخی از ساختار های اگزوپلی ساکارید دارای خواص فیزیکوشیمیایی مانند غلیظ کننده، امولسیفایر و پایدارکننده هستند. ساختار های اگزوپلی ساکارید حتی بر ویژگی های حسی غذا تأثیر می‌گذارند. از سوی دیگر، برخی از اگزوپلی ساکارید ها دارای اثرات زیست فعالی مانند ویژگی های ضد باکتری، ضد ویروس، ضد دیابت، ضد تومور، آنتی اکسیدان، ضد التهاب، ضد هیپوگلیسمی، کاهش دهنده کلسترول، محافظت از سیستم دستگاه گوارش و خواص پری‌بیوتیک هستند (Özdemir, 2023).

تولید اگزوپلی ساکارید از میکروارگانیسم ها دارای مزایای زیر است: تولید در چند روز در مقایسه با ۳ تا ۶ ماه در گیاهان، صرفه جویی در مصرف انرژی، امکان استفاده از ضایعات صنعتی مانند گلیسرول، باقی‌مانده هیدروکربن و کربن دی اکسید به عنوان بستر های کربنی و عدم رقابت با زمین های زراعی. علاوه بر این، اگزوپلی ساکارید ها به طور طبیعی توسط اکثر میکروارگانیسم ها به محیط خارج سلولی تراوش می‌شوند و بازیابی آنها را تسهیل می‌کنند (Donot, Fontana, Baccou, & Schorr-Galindo, 2012). با این حال، بازده پایین و نرخ تخریب بالای اگزوپلی ساکارید تولید شده در محل، چالش های مهمی برای فرایند های صنعتی هستند (Aslim, Yüksekdag˘, Beyatli, & Mercan, 2005).

اصطلاح "تنش" اساساً به هر اختلالی که در شرایط حالت پایدار ایجاد می‌شود اشاره دارد. زمانی که در محیط، شرایط نامناسبی رخ می‌دهد، باکتری ها در معرض تنش قرار می‌گیرند و در نتیجه بر بقای آن ها تأثیر می‌گذارد. عوامل تنش زای بالقوه اغلب در محیط های *in vitro* و *in vivo* وجود دارند (X. Zhang et al., 2021).

فاکتور های فیزیکی که بیشترین اهمیت را دارند شامل دمای انکوباسیون، pH، سرعت هم زدن و زمان انکوباسیون می‌شوند. عوامل شیمیایی تعیین کننده بازده اگزوپلی ساکارید عبارتند از منبع کربوهیدرات، منبع نیتروژن، نسبت کربن به نیتروژن و حضور یا عدم حضور سایر اجزای محیط مثل املاح و ویتامین ها است (Aslim et al., 2005).

گرم کردن محصولات غذایی در دما های مختلف برای مصارف ایمنی و صنعتی یک روش معمول در صنایع غذایی است. بنابراین، باکتری های اسید لاکتیک اضافه شده در معرض سطوح مختلف تنش گرمایی قرار می‌گیرند. برخی از باکتری های اسید لاکتیک می‌توانند در دما های بالا بین ۴۵ تا ۸۰°C زنده بمانند. بنابراین، مطالعه بر روی مکانیسم های مولکولی سازگاری و بقای باکتری های اسید لاکتیک در دما های بالا، برای انتخاب آن ها به عنوان کشت های آغازگر و پروبیوتیک ها مهم است.

نگهداری محصولات غذایی در دما های پایین برای تعیین زمان رسیدن (به عنوان مثال در پنیر ها) یا ایمنی (مانند بستنی و ماست) باعث وارد آمدن تنش سرما به باکتری های اسید لاکتیک با ویژگی های پروبیوتیک می‌شود. برخی از این باکتری ها می توانند در دمای کمتر از ۱۵ ℃ رشد کنند و در محیط های سرد مختلف یافت می‌شوند. توانایی باکتری های اسید لاکتیک برای رشد در محیط سرد مهم است، زیرا بیشتر این سویه ها به‌صورت تجاری به عنوان پودرهای خشک یخ زده عرضه می‌شوند.

اسیدیته (pH پایین) یکی از موانع مهمی است که باکتری های اسید لاکتیک پروبیوتیک برای زنده ماندن در طول عبور از معده به روده باید با آن مقابله کند. علاوه بر این، وجود باکتری های اسید لاکتیک پروبیوتیک در محصولات غذایی با اسیدیته بالا مانند ماست اسیدی و ترشی، تنش جدی بر این باکتری ها وارد می‌کند. pH پایین همچنین ممکن است در طول تخمیر محصولات لبنی و نوشیدنی ها به باکتری های اسید لاکتیک تنش وارد کند.

باکتری های اسید لاکتیک پروبیوتیک معمولاً زمانی که غلظت املاح (مثلاً نمک) در محصول غذایی (مانند پنیر و ترشیجات) به دلیل فرآیند های تولید غذا تغییر می‌کند، تحت فشار اسمزی قرار می‌گیرد. از این رو، این تغییرات منجر به ایجاد فشار اسمزی بر روی سلول های باکتری می‌شود. تنش اسمزی رشد و میزان بقای پروبیوتیک ها را کاهش می‌دهد و ممکن است بر فعالیت های متابولیک تأثیر بگذارد (Mbye et al., 2020).

سنتز اگزوپلی ساکارید در باکتری های اسید لاکتیک یک فرآیند پیچیده است که با تنظیم بیان ژن های دخیل در سنتز آن مرتبط است و تغییر در شرایط محیطی می‌تواند سطح بیان این ژن ها را تغییر دهد (Le et al., 2021). بنابراین، هدف در این مطالعه، بررسی تاثیر شرایط مختلف کشت (دما، pH غلظت نمک و زمان انکوباسیون) بر سطوح بیان ژن های دخیل در سنتز اگزوپلی ساکارید و تغییر در مقدار تولید آن در سویه های مختلف باکتری های اسید لاکتیک است.

نقش فیزیولوژیکی اگزوپلی ساکارید

اگزوپلی ساکارید تولید شده توسط باکتری های اسید لاکتیک به دلیل فعالیت های بیولوژیکی فراوان از جمله فعالیت آنتی اکسیدانی، تنظیم سیستم ایمنی، اثر ضد باکتریایی، خواص هیپوگلیسمی، تنظیم فلور روده و خواص ضد توموری توجه زیادی را به خود جلب کرده است. این ویژگی ها باعث می‌شود اگزوپلی ساکارید های تولید شده توسط باکتری های اسید لاکتیک دارای چشم انداز کاربردی گسترده ای در زمینه محصولات مراقبت های بهداشتی، افزودنی های دارویی و درمانی باشند. علاوه بر این، اگزوپلی ساکارید نقش بیولوژیکی حیاتی را در بدن ایفا می‌کند و از سلول های باکتریایی در برابر آنتی بیوتیک ها و ترکیبات سمی محافظت می‌کند (Liang, Wang, Li, & Liu, 2024). همچنین هیچ گونه عوارض سمی و جانبی بر روی سلول های بافت بدن ندارد. این بیوپلیمر زیست سازگار و زیست تخریب پذیر است و با پایداری حرارتی مطلوب و توانایی حفظ آب، کاندید مناسبی برای کاربرد های زیست پزشکی است (Salimi & Farrokh, 2023). با تحقیقات بیشتر، ارزش کاربرد و اهمیت پزشکی اگزوپلی ساکارید تولید شده توسط باکتری های اسید لاکتیک بیشتر مورد بررسی و استفاده قرار خواهد گرفت.

Bouzaiene و همکاران (۲۰۲۴)، اگزوپلی ساکارید حاصل از *Lactiplantibacillus plantarum* C7 را بررسی کردند. نتایج نشان داد فعالیت مهار رادیکال های DPPH و ABTS به ترتیب ۳۰/۴ ٪ و ۶۸/۱۶ ٪ بود. علاوه بر این، اگزوپلی ساکارید اثرات ضد باکتریایی بر علیه پاتوژن های گرم منفی و گرم مثبت، از جمله *Escherichia coli* ATCC 10536 و *Bacillus cereus* ATCC 11778 نشان داد (Bouzaiene et al., 2024).

در مطالعه Zhang و همکاران (۲۰۲۳)، اگزوپلی ساکارید از *L. plantarum* YT013 استخراج و خالص‌سازی شد و بر روی سلول های سرطانی معده مورد بررسی قرار گرفت. اثر سمیت سلولی در رده های سلولی AGS، HCT116، HepG2، PANC-1، SGC-7901 و GES-1 بررسی شد. در غلظت ۱۰۰۰ µg/ml، مهم ترین اثر مهاری در سلول های AGS و به دنبال آن SGC-7901، PANC-1 و HCT116 و کمتر در سلول های HepG2 مهار شد. نتایج چرخه سلولی نشان داد که اگزوپلی ساکارید از

انتقال سلول های AGS از فاز S به فاز G2/M جلوگیری می‌کند. در نتیجه اگزوپلی ساکارید حاصل از *L. plantarum* YT013 فعالیت سلولی ضد سرطان معده و سمیت کم برای سلول‌های GES-1 مخاط معده را دارا است (R. Zhang et al., 2023).

Tarannum و همکاران (۲۰۲۳)، بر جداسازی سویه های باکتریایی جدید از شیر گاو که قادر به تولید اگزوپلی ساکارید هستند، متمرکز شدند. از ۶۳ جدایه، چهار سویه، *L. plantarum* ME2b، *Lactococcus* ME7 و *Lacticaseibacillus* ME17 و *Lactobacillus* ME27a، تولید اگزوپلی ساکارید بالایی را از g/L ۰/۹۸ تا g/L ۲/۶۸ نشان دادند. این اگزوپلی ساکارید ها فعالیت آنتی اکسیدانی قوی نشان دادند که با مهارراديکال DPPH (۸۹-۸۲٪) و رادیکال هیدروکسیل (۹۱-۸۸٪) نشان داده شد. آنها همچنین فعالیت ضد میکروبی قوی در برابر باکتری های بیماری زا گرم منفی و گرم مثبت از جمله *Bacillus cereus*، *Salmonella typhi*، *Escherichia coli* ، *Staphylococcus aureus* و *Pseudomonas aeruginosa* با مهار قوی تر در برابر سویه های گرم مثبت نشان دادند.

همچنین فعالیت ضد التهابی اگزوپلی ساکارید های استخراج شده بر اساس توانایی آنها در مهار دناتوراسیون آلبومین در شرایط آزمایشگاهی ارزیابی شد. نتایج نشان داد تمام نمونه های اگزوپلی ساکارید اثرات ضد التهابی بالایی را نشان دادند که بیش از ۸۰٪ مهار دناتوره شدن آلبومین بود. اگزوپلی ساکارید از ME7 با ۸۴٪ محافظت در برابر دناتوره شدن آلبومین، بالاترین اثربخشی را نشان داد و پس از آن ME17 (۸۲/۰۳٪)، ME27a (۸۱/۰۹٪)، ME2b (۸۰/۶۷٪) قرار گرفتند (Tarannum et al., 2023).

Xu و همکاران (۲۰۲۰) دریافتند اگزوپلی ساکارید استخراج شده از *Lactobacillus coryniformis* NA-3، یک هترو اگزوپلی ساکارید با خواص آنتی اکسیدانی و ضد بیوفیلم است. این اگزوپلی ساکارید فعالیت مهاری رادیکال های هیدروکسیل و سوپراکسید را از ۰/۲ تا mg/ml ۱/۲ نشان داد. علاوه بر این، نتایج نشان داد این اگزوپلی ساکارید قادر به کاهش تشکیل بیوفیلم تولید شده توسط *B. cereus* و *S. typhimurium* بود (Xu et al., 2020).

Yilmaz و همکاران (۲۰۲۰)، اگزوپلی ساکارید حاصل از سویه‌های *L. plantarum* PFC310 و PFC311 را بررسی کردند. در این مطالعه، عملکرد های زیستی اگزوپلی ساکارید تولید شده مورد آزمایش قرار گرفت. تحریک سایتوکین های IL-12 و TNF-alpha پیش التهابی در حضور اگزوپلی ساکارید مشاهده شد که نشان دهنده یک تنظیم ایمنی در شرایط آزمایشگاهی است. به طور مشابه، اگزوپلی ساکارید آزمایش شده نشان داد که باعث رشد سویه های پروبیوتیک در محیط تخمیر می‌شود. سطح متوسطی از فعالیت های مهار رادیکال اگزوپلی ساکارید مشاهده شد در حالی که فعالیت های مهار سوپراکسید و هیدروکسیل مؤثرتر بودند. اگزوپلی ساکارید ها همچنین، ویژگی های مهار آلفا گلوکوزیداز و حذف کلسترول را نشان دادند. این یافته ها عملکرد های بالقوه ارتقاء سلامتی اگزوپلی ساکارید حاصل از سویه های *L. plantarum* را نشان داد (Yılmaz & Şimşek, 2020).

در مطالعه Wei و همکاران (۲۰۱۹)، مهار رشد سلول های سرطان روده بزرگ HT-29 و Caco-2 ناشی از اگزوپلی ساکارید حاصل از *Lactobacillus fermentum* YL-11 با استفاده از غلظت های مختلف اگزوپلی ساکارید (از ۵۰ تا mg/ml ۸۰۰) در ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت ارزیابی شد. اثر ضد توموری اگزوپلی ساکارید روی سلول های HT-29 قوی‌تر از سلول های Caco-2 بود. پس از تیمار به مدت ۴۸ ساعت، اگزوپلی ساکارید در ۶۰۰ و mg/ml ۸۰۰ به ترتیب با نرخ های بازدارندگی حدودا ۴۶/۵ و ۴۵/۶ ٪ تفاوت معنی‌داری در مهار رشد سلول های HT-29 نشان داد. برای ارزیابی سمیت سلولی اگزوپلی ساکارید نسبت به سلول های طبیعی، میزان مهار سلول های NCM460 (یک رده سلولی کولون طبیعی انسان) تحت تیمار با اگزوپلی ساکارید بررسی شد. غلظت ۵۰ تا mg/ml ۶۰۰ از اگزوپلی ساکارید با نرخ مهار زیر ۱۰٪ در ۴۸ ساعت، سمیت کمی را نسبت به سلول های طبیعی نشان داد (Wei, Li, Li, Huang, & Li, 2019).

در مطالعه Sasikumar و همکاران (۲۰۱۷)، اگزوپلی ساکارید با وزن مولکولی بالا از *Lactobacillus plantarum* BR2 به دست آمد که فعالیت آنتی اکسیدانی قوی با ۲۹/۸٪ فعالیت مهار رادیکال و ۱۹٪ ظرفیت آنتی اکسیدانی کل را نشان داد. این اگزوپلی ساکارید توانست فعالیت آلفا آمیلاز را تا ۱۰٪ مهار کند و در غلظت ۳۰۰ µg/ml، فعالیت آلفا گلوکوزیداز را تا ۶۷ ٪ به شدت مهار کرد که نشان‌دهنده پتانسیل ضد دیابتی آن است. علاوه بر این، در سطح غلظت ۰/۱٪، سطح کلسترول را ۴۵٪ کاهش داد. این نمونه هیچ گونه سمیت علیه سلول های طبیعی نشان نداد که نشان دهنده پتانسیل آن برای استفاده ایمن به عنوان یک افزودنی غذایی است (Sasikumar, Vaikkath, Devendra, & Nampoothiri, 2017).

Li و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی فعالیت های آنتی اکسیدانی و ضد باکتریایی اگزوپلی ساکارید حاصل از *Bifidobacterium bifidum* WBIN03 و *Lactobacillus plantarum* R315 پرداختند. توانایی های مهار رادیکال DPPH، رادیکال هیدروکسیل و رادیکال سوپراکسید برای ارزیابی فعالیت آنتی اکسیدانی اندازه گیری شد. هر دو B-EPS و L-EPS توانایی مهار قوی در برابر DPPH و رادیکال‌های سوپراکسید در غلظت بالا داشتند.

فعالیت ضد باکتریایی هر دو اگزوپلی ساکارید در برابر پاتوژن‌های *Cronobacter sakazakii*، *Escherichia coli*، *Listeria monocytogenes*، *Staphyloccocus aureus*، *Candida albicans*، *Bacillus cereus*، *Salmonella typhimurium* و *Shigella* مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که هر دو اگزوپلی ساکارید توانایی فعالیت ضد باکتریایی قوی در برابر پاتوژن های آزمایش شده داشتند (Li et al., 2014).

در مطالعه Wang و همکاران (۲۰۱۵) اگزوپلی ساکارید تولید شده توسط *L. plantarum* YW32 خالص سازی شد، و فعالیت های زیستی آن در شرایط آزمایشگاهی مورد ارزیابی قرار گرفت. اگزوپلی ساکارید در غلظت ۵ mg/ml دارای توانایی مهار قوی نسبت به رادیکال های هیدروکسیل (۷۷/۵٪) و سوپراکسید (۶۶/۵٪) بود. اگزوپلی ساکارید یک اثر مهاری وابسته به غلظت بر روی تشکیل بیوفیلم ها توسط چندین باکتری بیماری‌زا، از جمله *Escherichia coli* O157 ، *Shigella flexneri* CMCC 1 AC، *Staphylococcus aureus* و *Salmonella typhimurium* S50333 نشان داد. همچنین سنجش ضد توموری آزمایشگاهی اگزوپلی ساکارید نشان داد که فعالیت مهاری خوبی در برابر سلول های HT-29 سرطان روده بزرگ دارد (Wang, Zhao, Yang, Zhao, & Yang, 2015).

تاثیر استرس های محیطی بر تولید اگزوپلی ساکارید

برای زنده ماندن در شرایط تنش محیطی، باکتری های اسید لاکتیک با سنتز اگزوپلی ساکارید ها واکنش نشان می‌دهند تا یک سد محافظ در اطراف سلول ها تشکیل دهند. این سنتز اگزوپلی ساکارید توسط آنزیم های کدگذاری شده توسط ژن ها در خوشه اگزوپلی ساکارید کاتالیز می‌شود و تاثیر تنش های محیطی می‌تواند بیان این ژن ها را تغییر دهد و منجر به افزایش تولید اگزوپلی ساکارید شود. بر این اساس، تنش محیطی ممکن است به عنوان یک عامل اصلی برای کنترل بیوسنتز اگزوپلی ساکارید باکتری های اسید لاکتیک در نظر گرفته شود (P.-T. Nguyen et al., 2020). تغییرات در شرایط محیطی ممکن است تولید پلی ساکارید خارج سلولی را تغییر دهد و باعث سنتز نوع جدیدی از اگزوپلی ساکارید در باکتری ها شود. علاوه بر این، بیان بیش از حد یک ژن خاص درگیر در سنتز اگزوپلی ساکارید می‌تواند سطح یک قند خاص را در اگزوپلی ساکارید ها افزایش یا کاهش دهد. بنابراین، تغییرات در سطح بیان ژن اگزوپلی ساکارید تحت تنش های محیطی منجر به تفاوت در عملکرد و ترکیب مونوساکارید در اگزوپلی ساکارید ها می‌شود (Le et al., 2021).

Le و همکاران (۲۰۲۱) به بررسی پاسخ *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* VAL6 به تنش های pH و کلرید سدیم پرداختند. در این مطالعه *L. plantarum* VAL6 با شرایط تنشpH ۳، pH ۸ و غلظت بالای کلرید سدیم تیمار شد.

مقدار اگزوپلی ساکارید تولید شده توسط *L. plantarum* VAL6 تحت تنش pH ۳ بیشتر از سایر شرایط تنش بود. بالاترین بازده اگزوپلی ساکارید تولید شده توسط آن ها پس از قرار گرفتن در معرض تنش در pH ۳ به مدت ۳ ساعت ۶/۴ برابر بیشتر از نمونه شاهد بود. در حالی که تحت تنش در pH ۸، بازده اگزوپلی ساکارید حدود ۲/۱ برابر بیشتر بود. این نتایج نشان داد که *L. plantarum* VAL6 سنتز اگزوپلی ساکارید را در شرایط تنش pH ۳ و pH ۸ افزایش می‌دهد.

اثر تنش کلرید سدیم بر تولید اگزوپلی ساکارید در *L. plantarum* VAL6 در حضور کلرید سدیم (۱۰٪) تعیین شد و افزایش اندکی در تولید اگزوپلی ساکارید نسبت به شرایط بدون تنش مشاهده شد.

شرایط محیطی تا حد زیادی بر عملکرد، ترکیب مونوساکارید و همچنین خواص عملکردی اگزوپلی ساکارید سنتز شده توسط باکتری ها تأثیر می‌گذارد. نسبت مونوساکارید ها در اگزوپلی ساکارید به طور متفاوتی بین شرایط بدون تنش و تنش متفاوت است.

بطور خلاصه، شرایط تنش نسبت مانوز را در اگزوپلی ساکارید کاهش داد و در مقابل باعث افزایش سطح گلوکز شد. نسبت گالاکتوز در مواجهه با تنش در pH ۸ به شدت افزایش یافت و تنها افزایش اندکی در pH ۳ نشان داد. همچنین نسبت گالاکتوز در معرض تنش کلرید سدیم کمی افزایش یافت. آرابینوز در شرایط بدون تنش شناسایی نشد، اما در شرایط تنش یافت شد. تحت تنش pH ۳، محتوای آرابینوز در اگزوپلی ساکارید به طور قابل‌توجهی بالاتر از شرایط تنش pH ۸ و کلرید سدیم بود. در مقابل، زایلوز در ترکیب اگزوپلی ساکارید نمونه های کنترل یافت شد اگرچه بسیار اندک بود. اما تحت شرایط تنش شناسایی نشد.

تغییرات در ترکیب مونوساکارید های تشکیل دهنده اگزوپلی ساکارید مربوط به بیان ژن های اگزوپلی ساکارید بود. ژن *epsD* آنزیم های دخیل در سیستم تنظیم کننده فسفر را کد، و مونتاژ پلی ساکارید را کنترل می‌کند. نتایج این مطالعه نشان داد که *epsD* در شرایط بدون تنش و تنش بیان می‌شود. با این حال، ژن *epsF* تنها در شرایط تنش pH ۸ بیان شد. علاوه بر این، تنش pH ۸ به شدت باعث افزایش محتوای گالاکتوز در اگزوپلی ساکارید شد. نتایج نشان داد که بیان ژن *epsF* با سنتز اگزوپلی ساکارید غنی از گالاکتوز در *L. plantarum* VAL6 مرتبط است. (Le et al., 2021).

Boubakeur و همکاران (۲۰۲۱) تولید اگزوپلی ساکارید های *Stretptococcus thermophilus* CNRZ 447 و *Enterococcus durans* NCBI 53345 را بررسی کردند.

در این مطالعه نشان داده شد که مقادیر دمای ۳۷ °C و ۴۵ °C ایده آل ترین شرایط برای رشد *E. durans* و *S. thermophilus* هستند. رشد *E. durans* در دمای ۱۵ °C کاهش یافت، با این حال، کاهش معنی داری برای *S. thermophilus* مشاهده نشد. حداقل نرخ رشد در ۵۰ °C برای هر دو سویه مشاهده شد و کاهش کوچک اما قابل توجه در نرخ رشد در ۶۰ و ۶۵ °C در طول ۲ ساعت انکوباسیون ثبت شد.

در شرایط ناشتا مقدار pH پذیرفته شده شیره معده در حدود ۲ است. بنابراین، این pH به عنوان استانداردی در آزمون های آزمایشگاهی، برای ارزیابی بقای کشت های پروبیوتیک در معده انسان استفاده شده است.

تغییرات pH به طور قابل توجهی بر رشد هر دو سویه تأثیر گذاشت، آنها توانستند در pH اسیدی زنده بمانند. اما کاهش جزئی نسبت به شاهد در pH ۲ پس از ۳ ساعت انکوباسیون مشاهده شد.

بر اساس این مطالعه، مقاومت برخی از سویه های اسید لاکتیک به شرایط تنش زا (pH اسیدی) را می‌توان با این واقعیت توضیح داد که این باکتری ها تولیدکننده اگزوپلی ساکارید هستند و این پلیمر ها می‌توانند نقش محافظتی داشته باشند (Boubakeur, Khadem, Drabo, Ali, & Meddah, 2021).

Nguyen و همکاران (۲۰۲۰) به مروری بر تاثیر تنش های محیطی موثر بر تولید اگزوپلی ساکارید توسط باکتری های اسید لاکتیک برای کاربردهای صنعتی پرداختند (P.-T. Nguyen et al., 2020).

Seesuriyachan و همکاران (۲۰۱۲) توضیح دادند سنتز اگزوپلی ساکارید توسط *L. confusus* TISTR 1498 تحت تنش غلظت بالای NaCl افزایش می‌یابد (Seesuriyachan et al., 2012). به طور مشابه، *Leuconostoc mesenteroides/pseudomesenteroides* 406 حداکثر بازده اگزوپلی ساکارید را در حضور ۵٪ NaCl به دست آوردند (Grosu-Tudor & Zamfir, 2014). در مقابل، مهار تولید اگزوپلی ساکارید توسط NaCl در *L. helveticus* ATCC 15807 مشاهده شد (Torino, Hebert, Mozzi, & Font de Valdez, 2005).

تنش دمای بالا نیز برای تأثیر بر تولید اگزوپلی ساکارید در باکتری های اسید لاکتیک ثبت شده است. Nguyen و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که تنش حرارتی زیر حد کشندگی تولید اگزوپلی ساکارید را افزایش می‌دهد و زنده ماندن *B. bifidum* را بهبود می‌بخشد (H. T. Nguyen et al., 2014).

pH پایین به طور قابل توجهی تشکیل بیوفیلم را در *L. rhamnosus* GG کاهش می‌دهد، در حالی که تشکیل بیوفیلم را در سویه های *Limosilactobacillus reuteri* افزایش می‌دهد. تولید اگزوپلی ساکارید در *Lactobacillus helveticus* ATCC 15807 تحت pH کنترل شده ۶/۲ کمتر از مقدار مشاهده شده در pH ۴/۵ بود (Torino et al., 2005).

همبستگی بین تنش و بیان ژن های دخیل در بیوسنتز اگزوپلی ساکارید در باکتری های اسید لاکتیک ثبت شده است. افزایش بیان ژن *gtf*01207، کد کننده برای یک گلیکوزیل ترانسفراز اولیه مربوط به سنتز اگزوپلی ساکارید، در *B. animalis* زیر گونه *لاکتیس* پس از قرار گرفتن در معرض تنش اسید، نمک های صفراوی و اسمز مشاهده شد (Amund, Ouoba, Sutherland, & Ghoddusi, 2014)، (Ruas-Madiedo, Gueimonde, Arigoni, de los Reyes-Gavilán, & Margolles, 2009).

بر اساس مطالعه دیگری، زمانی که pH محیط کشت از ۶/۵ به ۵/۵ کاهش یافت، سطح بیان ژن های اگزوپلی ساکارید در *Streptococus thermophilus* ASCC 1275 افزایش یافت. با این حال، بیان ژن های دخیل در سنتز نوکلئوتید های قند مانند dTDP-rhamnose و UDP-GlcNAc کاهش یافت. همچنین در این مطالعه، زمانی که دما از ۳۷ °C به ۴۰ °C افزایش می‌یابد، بیان ژن های *eps*-1c و *eps*-1d افزایش می‌یابد در حالی که بیان ژن های *eps*-2c و *eps*-2d کاهش می‌یابد (Wu & Shah, 2018).

بیان ژن *gtf* کد کننده آنزیم تولید کننده بتا گلوکان (آنزیم گلیکوزیل ترانسفراز مرتبط با غشاء) در *Lacticaseibacillus paracasei* باعث ۶۰ برابر تحمل گرما و ۲۰ برابر تحمل اسید بیشتر در مقایسه با سویه کنترل شد (Stack, Kearney, Stanton, Fitzgerald, & Ross, 2010).

به طور کلی، تنش محیطی می‌تواند بیان ژن های دخیل در بیوسنتز اگزوپلی ساکارید را تغییر دهد. نتیجه این پاسخ ممکن است تولید اگزوپلی ساکارید را در باکتری های اسید لاکتیک افزایش دهد (Guo et al., 2020).

Bengoa و همکاران (۲۰۱۸) تاثیر دمای رشد بر تولید اگزوپلی ساکارید سویه های *Lactobacillus paracasei* جدا شده از دانه های کفیر را مورد مطالعه قرار دادند.

سه سویه *L. paracasei* CIDCA 83123، CIDCA 83124 و CIDCA 8339 تولیدکننده اگزوپلی ساکارید روی MRS آگار کشت شدند و در دماهای ۲۰، ۳۰ و ۳۷ °C گرمخانه گذاری شدند.

نتایج به دست آمده نشان داد که دمای رشد بر میزان اگزوپلی ساکارید تولید شده تأثیر می‌گذارد. به طور کلی، این سه سویه اگزوپلی ساکارید بیشتری در دما های پایین‌تر تولید می‌کنند. *L. paracasei* CIDCA 8339 مقداری در حدود ۱۲۰۰ µg/1 ×۱۰^۸ CFU در دمای ۲۰ و ۳۰ °C سنتز کرد در حالی که در دمای ۳۷ °C (۶۳۰ µg/1 ×۱۰^۸ CFU) دو برابر کمتر اگزوپلی ساکارید تولید کرد.

مقدار اگزوپلی ساکارید تولید شده توسط *L. paracasei* CIDCA 83124 به ترتیب ۱۱۷۰، ۵۲۷ و ۳۷۳ CFU ×۱۰^۸ µg/1 در دمای ۲۰، ۳۰ و ۳۷ °C بود. *L. paracasei* CIDCA 83123 رفتاری مشابه با CIDCA 83124 نشان داد اما با تولید اگزوپلی ساکارید کمتر به ترتیب CFU ×۱۰^۸ µg/1 ۳۹۰، ۳۰۹ و ۲۷۰ در دمای ۲۰، ۳۰ و ۳۷ °C بود.

به نظر می‌رسد افزایش تولید اگزوپلی ساکارید در دمای پایین یک ویژگی مشترک برای باکتری های اسید لاکتیک مزوفیل تولید کننده اگزوپلی ساکارید باشد. این مسئله که دمای رشد بر هیچ یک از خواص پروبیوتیک مورد مطالعه تأثیر نمی‌گذارد، یک مزیت برای صنایع غذایی است زیرا امکان استفاده از این سویه های تولیدکننده اگزوپلی ساکارید را برای توسعه طیف وسیعی از غذا های کاربردی که نیاز به شرایط تولید متفاوتی دارند را می‌دهد (Bengoa et al., 2018).

Zhang و همکاران (۲۰۱۱) رشد و تولید اگزوپلی ساکارید توسط *S. thermophilus* ST1 در شیر بدون چربی را بررسی کردند. *S. thermophilus* ST1 یک الگوی رشد مشابه را در تمام سطوح pH آزمایش شده نشان داد، در طول ۸ ساعت اول به سرعت رشد کرد و سپس وارد فاز سکون شد. با این حال، در pH ۵، رشد باکتری ضعیف بود.

در pH ۶/۵، تولید اگزوپلی ساکارید به سرعت در طول ۱۶ ساعت اول رشد افزایش یافت و به حداکثر بازده ۴۵/۱۰ mg/L در ۲۴ ساعت رسید. در مقایسه، این سویه اگزوپلی ساکارید کمتری در pH ۵، ۶ و ۷ با حداکثر بازده به ترتیب در ۴۰ ساعت، mg/L ۱۱/۴۷، mg/L ۳۵/۵۸ و mg/L ۱۸/۵۳ تولید کرد. کاهش تولید اگزوپلی ساکارید، به عنوان مثال در pH ۵ توسط *S. thermophilus* ST1 را می‌توان با اسیدیته بالای محیط توضیح داد که ممکن است باعث استرس اسیدی به سلول ها شود.

اثر دما بر تولید اگزوپلی ساکارید توسط *S. thermophilus* ST1 در دمای ۳۰، ۳۷ و ۴۲ °C بررسی شد. نتایج نشان داد که در دمای بهینه (۴۲ °C) برای رشد، این سویه بیشترین مقدار اگزوپلی ساکارید را با حداکثر بازده mg/L ۵۹/۰۶ در ۳۲ ساعت تولید کرد.

این سویه اگزوپلی ساکارید بسیار کمتری در دمای ۳۰ و ۳۷ °C با حداکثر بازده mg/L ۲۱/۴۷ در ۲۴ ساعت و mg/L ۳۴/۳۵ در ۱۶ ساعت تولید کرد (T. Zhang, Zhang, Li, Zhang, & Yang, 2011).

Aslim و همکاران (۲۰۰۵) تولید اگزوپلی ساکارید توسط *Lactobacillus delbruckii* زیرگونه *بولگاریکوس* و *Streptococcus thermophilus* تحت شرایط مختلف رشد را مطالعه کردند.

تأثیر دما بر رشد باکتری و تولید اگزوپلی ساکارید در چهار دما آزمایش شد: ۳۰، ۳۷، ۴۲ و ۴۵ °C. در تمامی سویه ها بین تولید اگزوپلی ساکارید و دمای رشد رابطه مستقیم وجود داشت. حداکثر مقدار پلیمر (mg/L ۲۶۳، ۲۳۸، ۱۲۷) در دمای ۴۵ °C (بالاترین دمای انکوباسیون آزمایش شده) به دست آمد.

در سویه B3، حداکثر مقدار اگزوپلی ساکارید در دمای ۳۰، ۳۷ و ۴۲ °C به ترتیب ۶۱، ۵۰ و ۲۰ درصد کمتر از مقدار تولید شده در دمای ۴۵ °C بود. در سویه G12، حداکثر مقدار اگزوپلی ساکارید در دمای ۳۰، ۳۷ و ۴۲ °C به ترتیب ۴۹، ۴۱ و ۲۶ درصد بود که کمتر از مقدار تولید شده در دمای ۴۵ °C بود. در سویه W22، حداکثر مقدار اگزوپلی ساکارید در دمای ۳۰، ۳۷ و ۴۲ °C به ترتیب ۱۴، ۱۳ و ۱۰ درصد کمتر از مقدار تولید شده در دمای ۴۵ °C بود.

تأثیر pH نیز مورد مطالعه قرار گرفت و افزایش کلی در تولید اگزوپلی ساکارید و رشد همه سویه ها با افزایش pH وجود داشت. همه سویه ها حداکثر رشد را در pH ۷ نشان دادند.

L. delbruckii زیر گونه *بولگاریکوس* سویه های B3 و G12 حداکثر مقادیر اگزوپلی ساکارید را به ترتیب mg/L ۲۱۱ و ۱۷۵ در pH ۶/۲ تولید کردند.

سویه *S. thermophilus* W22 حداکثر مقدار اگزوپلی ساکارید ۱۱۴ mg/L را در pH ۶/۸ تولید کرد. هنگامی که pH روی ۴ تنظیم شد، تولید اگزوپلی ساکارید به طور چشمگیری به ۶۵ (سویه G12) ، ۶۲ (سویه B3) و ۵۸ (سویه W22) mg/L کاهش یافت. برای این سویه ها بهترین رشد در pH ۷ نشان داده شد.

با این حال، بهترین تولید اگزوپلی ساکارید برای این سویه ها در pH ۶/۲ برای *L. delbruckii* زیرگونه *بولگاریکوس* و pH ۶/۸ برای *S. thermophilus* بود.

در این مطالعه، تولید اگزوپلی ساکارید *L. delbruckii* زیرگونه *بولگاریکوس* سویه های B3 وG12 و W22 بین ۵ تا ۴۸ ساعت به ترتیب در محیط های MRS و M17 بررسی شد. مشخص شد که تولید اگزوپلی ساکارید این سویه ها (به ترتیب ۲۲۰، ۱۵۲، ۱۲۰ mg/L) تا ساعت ۱۸ افزایش یافت. در تمام سویه ها، حداکثر تولید اگزوپلی ساکارید در ۱۸ ساعت به دست آمد. پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون، تولید اگزوپلی ساکارید شروع به کاهش کرد. در تمام سویه ها، حداکثر تولید اگزوپلی ساکارید در مرحله نمایی رشد به دست آمد. تولید اگزوپلی ساکارید در مرحله رشد نمایی افزایش یافت و تولید بیشتری در فاز سکون رشد مشاهده نشد (Aslim et al., 2005).

نتیجه گیری

در سال های اخیر مطالعات زیادی بر روی تولید اگزوپلی ساکارید های میکروبی و تاثیرات و خواص آن ها انجام شده است. اگزوپلی ساکارید ها، پلیمرهای طبیعی هستند که توسط باکتری های مختلف و با ساختارهای گوناگون تولید می‌شوند. تغییر در شرایط اکوسیستم منجر به تغییر در سطوح بیان ژن های تولید کننده آن ها و در نتیجه تغییر و تنوع در ساختار و عملکرد شان می‌شود. در تولید اگزوپلی ساکارید ها، توجه به شرایط و عوامل کنترل کننده رشد از جمله درجه حرارت، pH، نوع و غلظت نمک های موجود در محیط، حائز اهمیت است. سنتز اگزوپلی ساکارید بوسیله آنزیم های کد شده توسط خوشه ژنی اگزوپلی ساکارید انجام می‌شود و تاثیر تنش های مختلف می‌تواند سطوح بیان این ژن ها را تغییر دهد. کنترل بیان یک ژن خاص درگیر در سنتز اگزوپلی ساکارید، باعث افزایش تولید آن ها شده و در نهایت منجر به کنترل ساختار و خواص اگزوپلی ساکارید ها خواهد شد. همانطور که در مطالعات مشخص شد اثر تنش های مختلف در گونه های مختلف باکتری ها تاثیرات متفاوتی خواهد داشت، بنابراین مطالعات بیشتر برای بهینه سازی شرایط رشد به منظور افزایش تولید اگزوپلی ساکارید ها ضروری است.

منابع

Amund, O., Ouoba, L., Sutherland, J., & Ghoddusi, H. (2014). Assessing the effects of exposure to environmental stress on some functional properties of Bifidobacterium animalis ssp. lactis. Beneficial Microbes, 5(4), 461-469.

Aslim, B., Yüksekdag˘, Z. N., Beyatli, Y., & Mercan, N. (2005). Exopolysaccharide production by Lactobacillus delbruckii subsp. bulgaricus and Streptococcus thermophilus strains under different growth conditions. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 21, 673-677.

Bengoa, A. A., Llamas, M. G., Iraporda, C., Dueñas, M. T., Abraham, A. G., & Garrote, G. L. (2018). Impact of growth temperature on exopolysaccharide production and probiotic properties of Lactobacillus paracasei strains isolated from kefir grains. Food microbiology, 69, 212-218.

Boubakeur, B., Khadem, H., Drabo, M. S., Ali, A., & Meddah, A. T. (2021). Probiotic properties and exopolysaccharides production of Stretptococcus thermophilus CNRZ 447 and Enterococcus durans NCBI 53345. Ukrainian Food Journal, 10(4).

Bouzaiene, T., Mohamedhen Vall, M., Ziadi, M., Ben Rejeb, I., Yangui, I., Aydi, A., . . . Moktar, H. (2024).

Exopolysaccharides from Lactiplantibacillus plantarum C7 Exhibited Antibacterial, Antioxidant, Anti-Enzymatic, and Prebiotic Activities. Fermentation, 10(7), 339.

Donot, F., Fontana, A., Baccou, J., & Schorr-Galindo, S. (2012). Microbial exopolysaccharides: main examples of synthesis, excretion, genetics and extraction. Carbohydrate Polymers, 87(2), 951-962.

Grosu-Tudor, S.-S., & Zamfir, M. (2014). Exopolysaccharide production by selected lactic acid bacteria isolated from fermented vegetables.

Guo, W., Gao, J., Wang, H.-J., Su, R.-Y., Sun, C.-Y., Gao, S.-H., . . . Chen, G.-Y. (2020). Phosphoglycerate kinase is involved in carbohydrate utilization, extracellular polysaccharide biosynthesis, and cell motility of

Xanthomonas axonopodis pv. glycines independent of Clp. Frontiers in Microbiology, 11, 91.

Le, T.-S., Nguyen, P.-T., Nguyen-Ho, S.-H., Nguyen, T.-P., Nguyen, T.-T., Thai, M.-N., . . . Nguyen, H.-T. (2021). Expression of genes involved in exopolysaccharide synthesis in Lactiplantibacillus plantarum VAL6 under environmental stresses. Archives of Microbiology, 203(8), 4941-4950.

Li, S., Huang, R., Shah, N. P., Tao, X., Xiong, Y., & Wei, H. (2014). Antioxidant and antibacterial activities of exopolysaccharides from Bifidobacterium bifidum WBIN03 and Lactobacillus plantarum R315. Journal of Dairy Science, 97(12), 7334-7343.

Liang, S., Wang, X., Li, C., & Liu, L. (2024). Biological Activity of Lactic Acid Bacteria Exopolysaccharides and Their Applications in the Food and Pharmaceutical Industries. Foods, 13(11), 1621.

Mbye, M., Baig, M. A., AbuQamar, S. F., El‐Tarabily, K. A., Obaid, R. S., Osaili, T. M., . . . Ayyash, M. M. (2020). Updates on understanding of probiotic lactic acid bacteria responses to environmental stresses and highlights on proteomic analyses. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 19(3), 1110-1124.

Nguyen, H. T., Razafindralambo, H., Blecker, C., N'Yapo, C., Thonart, P., & Delvigne, F. (2014). Stochastic exposure to sub-lethal high temperature enhances exopolysaccharides (EPS) excretion and improves

Bifidobacterium bifidum cell survival to freeze–drying. Biochemical Engineering Journal, 88, 85-94.

Nguyen, P.-T., Nguyen, T.-T., Bui, D.-C., Hong, P.-T., Hoang, Q.-K., & Nguyen, H.-T. (2020).

Exopolysaccharide production by lactic acid bacteria: The manipulation of environmental stresses for industrial applications. AIMS microbiology, 6(4), 451.
Özdemir, N. (2023). Gene expression, structural characterization, and functional properties of exopolysaccharide produced from potential probiotic enterococcus faecalis NOC219 strain. Applied Biochemistry and Biotechnology, 195(10), 6183-6202.

Ruas-Madiedo, P., Gueimonde, M., Arigoni, F., de los Reyes-Gavilán, C. G., & Margolles, A. (2009). Bile affects the synthesis of exopolysaccharides by Bifidobacterium animalis. Applied and Environmental Microbiology, 75(4), 1204-1207.

Salimi, F., & Farrokh, P. (2023). Recent advances in the biological activities of microbial exopolysaccharides. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 39(8), 213.

Sasikumar, K., Vaikkath, D. K., Devendra, L., & Nampoothiri, K. M. (2017). An exopolysaccharide (EPS) from a Lactobacillus plantarum BR2 with potential benefits for making functional foods. Bioresource technology, 241, 1152-1156.

Seesuriyachan, P., Kuntiya, A., Hanmoungjai, P., Techapun, C., Chaiyaso, T., & Leksawasdi, N. (2012). Optimization of exopolysaccharide overproduction by Lactobacillus confusus in solid state fermentation under high salinity stress. Bioscience, biotechnology, and biochemistry, 76(5), 912-917.

Stack, H. M., Kearney, N., Stanton, C., Fitzgerald, G. F., & Ross, R. P. (2010). Association of beta-glucan endogenous production with increased stress tolerance of intestinal lactobacilli. Applied and Environmental Microbiology, 76(2), 500-507.

Tarannum, N., Hossain, T. J., Ali, F., Das, T., Dhar, K., & Nafiz, I. H. (2023). Antioxidant, antimicrobial and emulsification properties of exopolysaccharides from lactic acid bacteria of bovine milk: Insights from biochemical and genomic analysis. LWT, 186, 115263.

Torino, M., Hebert, E., Mozzi, F., & Font de Valdez, G. (2005). Growth and exopolysaccharide production by Lactobacillus helveticus ATCC 15807 in an adenine ‐ supplemented chemically defined medium. Journal of applied microbiology, 99(5), 1123-1129.

Wang, J., Zhao, X., Yang, Y., Zhao, A., & Yang, Z. (2015). Characterization and bioactivities of an exopolysaccharide produced by Lactobacillus plantarum YW32. International journal of biological macromolecules, 74, 119-126.

Wei, Y., Li, F., Li, L., Huang, L., & Li, Q. (2019). Genetic and biochemical characterization of an exopolysaccharide with in vitro antitumoral activity produced by Lactobacillus fermentum YL-11. Frontiers in Microbiology, 10, 2898.

Wu, Q., & Shah, N. P. (2018). Comparative mRNA-Seq analysis reveals the improved EPS production machinery in Streptococcus thermophilus ASCC 1275 during optimized milk fermentation. Frontiers in Microbiology, 9, 445.

Xu, X., Peng, Q., Zhang, Y., Tian, D., Zhang, P., Huang, Y., . . . Shi, B. (2020). A novel exopolysaccharide produced by Lactobacillus coryniformis NA-3 exhibits antioxidant and biofilm-inhibiting properties in vitro. Food & Nutrition Research, 64.

Yılmaz, T., & Şimşek, Ö. (2020). Potential health benefits of ropy exopolysaccharides produced by Lactobacillus plantarum. Molecules, 25(14), 3293.

Zhang, R., Zhou, Z., Ma, Y., Du, K., Sun, M., Zhang, H., . . . Tu, L. (2023). Exopolysaccharide from Lactiplantibacillus plantarum YT013 and Its Apoptotic Activity on Gastric Cancer AGS Cells. Fermentation, 9(6), 539.

Zhang, T., Zhang, C., Li, S., Zhang, Y., & Yang, Z. (2011). Growth and exopolysaccharide production by Streptococcus thermophilus ST1 in skim milk. Brazilian Journal of Microbiology, 42, 1470-1478.

Zhang, X., Li, Z., Pang, S., Jiang, B., Yang, Y., Duan, Q., & Zhu, G. (2021). The impact of cell structure, metabolism and group behavior for the survival of bacteria under stress conditions. Archives of Microbiology, 203, 431-441.

Investigating the effect of technological stress on the production of microbial exopolysaccharides and its effects on health

Farzaneh Kermani[1], Mohammad reza Edalatian Dovom[2], Masoud yavarmanesh[3], Ali Javadmanesh[4]

1. Master's student, Department of Food Science and Industry, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
2. Associate Professor, Department of Food Science and Industry, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
3. Associate Professor, Department of Food Science and Industry, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
4. Associate Professor, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

Corresponding author: farzanekermani2@gmail.com

Abstract

One of the secondary metabolites produced by certain lactic acid bacteria is extracellular polysaccharides, which are used as additives in the production of food products. These microbial metabolites are high molecular weight polymers containing reducing sugars. These compounds have various health benefits, including reducing inflammation, anti-cancer properties, lowering cholesterol, antioxidant effects, antibacterial properties, and prebiotic effects. These metabolites also serve multiple purposes in the food industry, such as thickeners, emulsifiers, stabilizers, and preservatives. Exopolysaccharides are released into the environment in response to environmental stress to protect the cell. Various stresses can alter the gene expression levels responsible for producing exopolysaccharides and affect the composition of monosaccharides, which will be discussed in this article.

Key words: lactic acid bacteria, exopolysaccharide, stress, gene expression



بررسی اثر تیمار حرارتی پاستوریزاسیون بر خصوصیات نوشیدنی کامبوجا

محبوبه سرابی جماب[۱*]، آزاده خیابانی[۲]، ابوالفضل پهلوانلو[۳]، منیرالسادات شاکری[۳]

[۱]موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی، دانشیار

[۲]موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی، دانشجوی دکتری تخصصی

[۳]موسسه پژوهشی علوم وصنایع غذایی، استادیار

[*]نویسنده مسئول: m.sarabi@rifst.ac.ir

چکیده

نوشیدنی کامبوجا که حاصل فرایند تخمیری گروهی از میکروارگانیسم‌های مفید در بستر چای و شکر می‌باشد، به دلیل دارا بودن ترکیبات باارزش متعدد، نوشیدنی فراسودمند محسوب می‌شود؛ لذا حفظ ترکیبات مفید آن تا هنگام مصرف بسیار حائز اهمیت است. در این پژوهش اثر فرایند پاستوریزاسیون بر خصوصیات و ترکیبات زیست‌فعال نوشیدنی کامبوجا ارزیابی گردید. براساس نتایج بدست آمده، pH در نمونه پاستوریزه شده بیشتر از نمونه پاستوریزه نشده بود؛ درحالی که فرایند حرارتی تاحدودی سبب کاهش اسیدیته گردید. با توجه به نتایج آنالیز آماری، فرایند حرارتی پاستوریزاسیون به طور معنی‌داری سبب کاهش میزان ترکیبات فنولی در نوشیدنی کامبوجا شد ($P<۰/۰۵$). همچنین قدرت مهار رادیکال آزاد و میزان اسید گلوکورونیک نمونه نوشیدنی کامبوجای پاستوریزه کاهش یافت ($P<۰/۰۵$). با افزایش زمان نگهداری درصد مهار رادیکال آزاد DPPH کم شد؛ این درحالی است که زمان نگهداری، در سطح اطمینان ۹۵ درصد، اثرمعنی‌داری بر میزان اسید گلوکورونیک نداشت. نمونه‌های نوشیدنی اثرضدمیکروبی قوی‌تری بر باکتری گرم مثبت و گرم منفی در مقایسه با کپک و مخمر نشان دادند و در اکثر موارد، پاستوریزاسیون سبب کاهش فعالیت ضدمیکروبی شد. در مقایسه با آنتی‌بیوتیک جنتامایسین، نوشیدنی کامبوجا اثر کمتری در مهار *اشریشیا کلی* داشت؛ درحالی که قدرت نوشیدنی کامبوجا در مهار *استافیلوکوکوس ورئوس* مشابه آنتی‌بیوتیک جنتامایسین بود. کامبوجای پاستوریزه نشده در مقایسه با جنتامایسین اثر مهارکنندگی بیشتری بر کپک و مخمر مورد بررسی نشان داد.

واژگان کلیدی: ترکیبات زیست‌فعال، تیمار حرارتی، مهار میکروبی، نوشیدنی کامبوجا.

مقدمه

نوشیدنی کامبوجا[8]، یک نوع نوشیدنی تخمیری کمی شیرین، با طعم اسید استیک، حاصل همزیستی برخی از باکتری‌ها (عمدتاً باکتری‌های خانواده اسید استیک به‌ویژه دو جنس استوباکتر[9] و گلوکونوباکتر[10]) و مخمرها (نظیر جنس‌های ساکارومایسس[11]، زیگوساکارومایسس[12]، برتانومایسس[13]، کاندیدا[14] و غیره) می‌باشد. بستر سنتی تهیه کامبوجا چای سیاه به همراه ۵ تا ۱۵ درصد ساکارز است. تخمیر حداکثر تا ۱۴ روز و در دمای ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد در دو مرحله انجام می‌شود؛ در ابتدا مخمرها قند را به اتانول تخمیر می‌کنند و پس از آن الکل حاصل، توسط باکتری‌های اسید استیک به اسید استیک تبدیل شده که باعث کاهش pH محیط می‌شود (Marsh *et al.*, 2014 ؛Chen & Liu, 2000).

نوشیدنی کامبوجا به دلیل دارا بودن ترکیبات متعدد حاصل از فعالیت باکتری و قارچ‌های مفید آن، دارای ارزش غذایی بالایی بوده و به‌عنوان یک غذا-دارو جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص می‌دهد. باکتری‌ها و قارچ‌هایی که در تولید این نوشیدنی فراسودمند مهم‌ترین نقش را ایفا می‌کنند، به آن ارزش تغذیه ای بالایی می‌بخشد که سبب افزایش میزان سلامتی و جلوگیری از برخی بیماری‌ها می‌گردد (Dufresne & Farnworth, 2000).

بر اساس آنالیزهای شیمیایی، ترکیبات تشکیل‌دهنده کامبوجا شامل اسیدهای آلی مختلف نظیر اسیدهای استیک، گلوکونیک، گلوکورونیک، سیتریک، لاکتیک، مالیک، تارتاریک، اگزالیک، پیرووبک و نیز قندهایی همچون ساکارز، گلوکز و فروکتوز، ویتامین‌های گروه B (B1، B2، B6 و B12)، ویتامین C، برخی از اسیدهای آمینه، آمین‌های بیوژنیک، پورین‌ها، رنگ‌دانه‌ها، چربی‌ها، پروتئین‌ها، برخی از آنزیم‌های هیدرولیز کننده، اتانول، گلیسرول، مواد فعال ضدمیکروبی، دی‌اکسید کربن، برخی از پلی‌فنل‌های چای، مواد معدنی، یون‌ها و نیز برخی از ترکیبات ناشناخته حاصل از متابولیت مخمر و باکتری‌ها می‌باشد. غلظت و ترکیب متابولیکی به منبع و نوع آغازگر اولیه، سوبسترای مورد استفاده، دوره زمانی تخمیر و تغییرات دمایی و pH در زمان تخمیر بستگی دارد (Afsharmanesh & Sadaghi, 2014؛ Vitas *et al.*, 2013؛ Jayabalan *et al.*, 2014؛ Kumar & Joshi, 2016؛ Chen & Liu, 2000).

پاستوریزاسیون فرایند حرارتی است که به منظور افزایش زمان ماندگاری محصولات غذایی از جمله نوشیدنی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ با این وجود اثر متقابل دما و زمان فرایند حرارتی می‌تواند سبب تخریب برخی از ترکیبات فراسودمند حساس به حرارت موجود در محصولات غذایی شده، ارزش تغذیه‌ای آن را کاهش دهد.

با توجه به توضیحات فوق‌الذکر، در تحقیق حاضر اثر تیمار حرارتی پاستوریزاسیون بر برخی از خصوصیات شیمیایی و ترکیبات زیست‌فعال نوشیدنی کامبوجا بررسی و نیز قابلیت نوشیدنی پاستوریزه شده و نشده در مهار برخی از میکروارگانیسم‌های پاتوژن یا مولد فساد مقایسه گردید.

[8] Kombucha
[9] Acetobacter
[10] Gluconobacter
[11] Saccharomyces
[12] Zigosaccharomyces
[13] Brettanomyces
[14] Candida

روش پژوهش

مواد مورد استفاده

مواد مورد استفاده جهت آزمون‌های شیمیایی در این پژوهش شامل فولین سیو کالتیو[15]، کلرید سدیم، کلرید باریم، هیدروکسید سدیم، کربنات سدیم، متانول، معرف فنل‌فتالئین از شرکت مرک آلمان، ۲و ۲- دی فنیل ۱- پیکریل هیدرازیل[16]، استاندارد اسید گالیک[17] و استاندارد اسید گلوکورونیک[18] از شرکت سیگما آلمان تهیه شد. محیط کشت‌های Muller Hinton Agar/Broth و Yeast and Mold Agar/Broth از شرکت مرک آلمان خریداری گردید.

تولید نوشیدنی کامبوجا

۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر را به‌همراه ۶ گرم چای سیاه به مدت ۱۰ دقیقه جوشانده، سپس چای درون ظرف استریل شفاف شیشه‌ای با دهانه‌ای گشاد صاف شد و تفاله‌های آن جدا گردید. سپس ۱۰۰ گرم ساکارز (شکر معمولی) به آن اضافه شد. ساکارز در آب کاملاً حل شده و تحت تأثیر دمای بالای آب، استریل گردید. هنگامی که دمای محلول چای به دمای محیط رسید، به میزان ۲ درصد از باکتری اسید استیک و مخمر مورد نظر تلقیح گردید. نمونه‌ها در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۷ روز گرمخانه‌گذاری گردیدند. پس از آن نوشیدنی کامبوجای تولید شده به دو قسمت تقسیم شده و یک گروه تحت فرایند حرارتی ۶۸-۶۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه قرار گرفت. هر دو گروه نوشیدنی به مدت ۱۴ روز در دمای یخچال نگهداری شدند و آزمون‌های شیمیایی مختلف در روزهای اول، هفتم و چهاردهم نگهداری انجام شد. در نهایت، تجزیه و تحلیل نتایج براساس روش ANOVA و مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون‌های t-student و Duncan با استفاده از نرم افزار Minitab صورت گرفت.

اندازه‌گیری pH و اسیدیته محصول

پس از کالیبره کردن دستگاه pH متر با محلول های بافر با pH های ۴ و ۷، تغییرات pH نمونه‌ها در طول زمان با کمک الکترود pH متر اندازه‌گیری وقرائت pH در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد انجام شد (سازمان ملی استاندارد، ۱۳۸۶).

اسیدیته کل با استفاده از روش حجم‌سنجی با تیتراسیون به کمک محلول استاندارد هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال و فنل فتالئین ۱ درصد به عنوان شاخص بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۲۶۸۵، برحسب میزان تولید اسید استیک محاسبه گردید (سازمان ملی استاندارد، ۱۳۸۶).

$$\text{اسیدیته برحسب اسید استیک } (\%) = \left[\frac{\left(\text{حجم سود مصرفی} \times 0.006 \times 100\right)}{\text{حجم اولیه نمونه}}\right]$$

اندازه‌گیری ترکیبات فنولی کل

به منظور اندازه‌گیری مقدارترکیبات فنولی کل از روش رنگ سنجی با فولین - سیوکالتیو استفاده گردید. در این روش ۱۰۰ میکرولیتر نوشیدنی کامبوجا در ۷ میلی‌لیتر آب مقطر حل شده و سپس ۱ میلی‌لیتر محلول فولین ۱۰ بار رقیق شده به آن اضافه می‌گردد. پس از ۳ دقیقه، ۱ میلی‌لیتر کربنات سدیم اشباع (۷/۵ درصد وزنی- حجمی) اضافه گردیده و پس از به حجم رساندن به مدت ۱ ساعت

[15] Folin-Ciocalteu
[16] 2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl (DPPH)
[17] Gallic Acid
[18] Glucuronic Acid

در تاریکی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. سپس میزان جذب نمونه‌ها در طول موج ۷۶۰ نانومتر در مقابل شاهد قرائت شد. نتایج بر اساس منحنی استاندارد اسیدگالیک و بر حسب گرم اسیدگالیک بر لیتر نوشیدنی محاسبه گردید (Singleto, 1999).

۰/۰۷۳۹ X +۰/۰۱۹ = عدد جذب

بررسی خواص ضداکسایشی نوشیدنی کامبوجا

فعالیت ضداکسایشی نوشیدنی کامبوجا با استفاده از رادیکال‌های پایدار ۲و ۲- دی فنیل ۱- پیکریل هیدرازیل (DPPH) بررسی گردید. بدین منظور ۲ میلی‌لیتر از نمونه‌های کامبوجا که ۱۶۰ بار رقیق شده‌بود با ۲ میلی‌لیتر محلول متانولی ۰/۱ میلی‌مول بر لیتر DPPH مخلوط شده و به شدت همزده شد. سپس به مدت ۲۰ دقیقه در تاریکی قرار گرفته و در نهایت میزان جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد و خاصیت ضد اکسایشی نمونه‌ها بر حسب درصد اعلام گردید (Fu, *et al.*, 2014).

$$DPPH\ (\%) = \left[\frac{(\text{جذب نمونه} - \text{جذب بلانک})}{\text{جذب بلانک}}\right] \times 100$$

بررسی میزان تولید اسید گلوکورونیک

به منظور بررسی میزان اسید گلوکورونیک نوشیدنی کامبوجا از روش HPLC استفاده شد. بدین منظور نمونه‌های رقیق شده به نسبت (۱ به ۱۰)، از فیلتر سرنگی ۰/۴۵ میکرومتر عبود داده شده و حدود ۲۰ میکرولیتر از نمونه فیلتر شده به سیستم HPLC فاز معکوس که مجهز به شناساگر UV، و ستون C-18 بود، تزریق گردید. از فسفات دی هیدروژن سدیم به عنوان فاز متحرک استفاده گردید. عملیات در سرعت جریان ۱ میلی‌لیتر بر دقیقه و در دمای محیط، و در طول موج ۲۱۰ نانومتر انجام شد. برای رسم منحنی استاندارد از اسید گلوکورونیک استاندارد استفاده گردید (Jayabalan, *et al.*, 2007).

بررسی خواص ضد میکروبی محصول با استفاده از روش دیسک دیفیوژن

خاصیت ضد میکروبی نوشیدنی کامبوجا با استفاده از روش دیسک دیفیوژن بر روی *اشریشیا کلی* به عنوان شاخصی از باکتری‌های گرم منفی، *استافیلوکوکوس اورئوس* به عنوان شاخصی از باکتری‌های گرم مثبت، *کاندیدا آلبیکنس* و *آسپرژیلوس نایجر* به عنوان شاخصی از مخمر و کپک و در مقایسه با دیسک‌های آنتی‌بیوتیک استاندارد بررسی گردید. بدین منظور ابتدا از تمام سویه‌ها، سوسپانسون میکروبی معادل 10^6 cfu/mL بر اساس استاندارد نیم مک فارلند و دو بار رقیق‌سازی تهیه و سپس ۱۰۰ میکرولیتر از سوسپانسیون میکروبی تهیه شده بر سطح محیط کشت Muller Hinton Agar (باکتری‌ها) و Yeast and Mold Agar (کپک و مخمر) به طور یکنواخت پخش گردید. محلول نوشیدنی از فیلتر استریل ۰/۴۵ میکرومتر عبور داده شده و سپس دیسک با ۲۰ میکرولیتر از نوشیدنی آغشته گردید. دیسک حاوی آب مقطر به عنوان کنترل منفی و دیسک‌های آنتی‌بیوتیک نظیر جنتامایسین به عنوان کنترل مثبت مورد استفاده قرار گرفت. پس از گرمخانه‌گذاری در دمای مناسب، قطر هاله عدم رشد اندازه‌گیری شد (Iturriaga *et al.*, 2012).

یافته‌ها

بررسی pH و اسیدیته نوشیدنی کامبوجا پاستوریزه شده و نشده طی مدت ماندگاری

براساس نتایج بدست آمده (جدول ۱) به‌طور کلی با گذشت زمان نگهداری، pH سیر نزولی داشت. این‌درحالی است که تا روز هفتم، مقادیر pH نمونه پاستوریزه شده کمتر بود؛ هرچند در روز چهاردهم، مقدار pH در نمونه پاستوریزه شده بیشتر از نمونه پاستوریزه نشده بدست آمد. نتایج بررسی اسیدیته نمونه‌ها در طی زمان نشان داد فرایند حرارتی تاحدودی سبب کاهش مقادیر اسیدیته گردید؛ همچنین مقادیر اسیدیته در نمونه نوشیدنی کامبوجای پاستوریزه نشده در طی زمان سیری صعودی داشت.

جدول ۱- pH و اسیدیته نمونه‌های نوشیدنی کامبوجا پاستوریزه شده و نشده در طی مدت ماندگاری

نمونه	آزمون	روز اول	روز هفتم	روز چهاردهم
نوشیدنی پاستوریزه نشده	pH	۲/۰±۷۱۹/۰۰۵^{Ac}	۲/۰±۶۰۳/۰۰۶^{Bb}	۲/۰±۱۳۹/۰۰۸^{Cd}
نوشیدنی پاستوریزه		۲/۰±۵۷۴/۰۰۶^{Ad}	۲/۰±۵۱۶/۰۰۷^{Bc}	۲/۰±۵۲۰/۰۱۰^{Bb}
نوشیدنی پاستوریزه نشده	اسیدیته	۰/۰±۴۲/۰۳^{Bab}	۰/۰±۴۶/۰۱^{Aa}	۰/۰±۴۸/۰۲^{Aa}
نوشیدنی پاستوریزه	**(گرم در صد اسید استیک)**	**۰/۰±۴۲/۰۰^{Aa}**	**۰/۰±۴۳/۰۲^{Aab}**	**۰/۰±۴۳/۰۳^{Ab}**

*میانگین ± انحراف معیار

** حروف بزرگ متفاوت در هر ردیف و حروف کوچک متفاوت در هر ستون، برای هر آزمون به طور مستقل، نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری می‌باشد ($P < ۰/۰۵$).

بررسی میزان فنول کل، درصد DPPH و اسید گلوکورونیک در نوشیدنی کامبوجا پاستوریزه شده و نشده طی مدت ماندگاری

نتایج بدست آمده از اندازه‌گیری میزان ترکیبات فنولی کل، اسید گلوکورونیک و DPPH در جدول ۲ قابل مشاهده است. با توجه به نتایج آنالیز آماری، مقادیر ترکیبات فنولی در نمونه پاستوریزه شده کمتر از کامبوجای پاستوریزه نشده بود ($P <۰/۰۵$). در نمونه پاستوریزه نشده با افزایش زمان ماندگاری میزان ترکیبات فنولی روندی صعودی داشت؛ این درحالی است که در کامبوجای پاستوریزه گذشت زمان اثر معنی‌داری بر فنول کل نشان نداد. پاستوریزاسیون همچنین تاحدودی سبب کاهش قدرت مهار رادیکال آزاد گردید؛ با افزایش زمان نگهداری، درصد مهار رادیکال آزاد DPPH قدری کاهش یافت. براساس نتایج بدست آمد، فرایند پاستوریزاسیون سبب کاهش میزان اسید گلوکورونیک نمونه شد که در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار بود. زمان نگهداری اثرمعنی‌داری بر میزان اسید گلوکورونیک نداشت.

جدول ۲- میزان فنول کل، اسید گلوکورونیک و DPPH در نمونه‌های نوشیدنی کامبوجا پاستوریزه شده و نشده در طی مدت ماندگاری

نمونه	آزمون	روز اول	روز هفتم	روز چهاردهم
نوشیدنی پاستوریزه نشده	فنل کل	۱۱/۰±۴۰۵/۰۱۳^{Ca}	۱۱/۰±۴۳۱/۰۰۶^{Ba}	۱۱/۰±۵۰۲/۰۰۷^{Aa}
نوشیدنی پاستوریزه	(میلی‌گرم در میلی‌لیتر)	۱۱/۰±۳۴۶/۰۰۷^{Ab}	۱۱/۰±۳۴۲/۰۱۴^{Ab}	۱۱/۰±۳۴۰/۰۰۵^{Ab}
نوشیدنی پاستوریزه نشده	DPPH	۳۰/۰±۵۰۹/۰۱۵^{Ba}	۳۰/۰±۷۳۴/۰۱۱^{Aa}	۳۰/۰±۷۱۵/۰۰۱۶^{Aa}
نوشیدنی پاستوریزه	(درصد)	۳۰/۰±۴۸۶/۰۲۴^{Aa}	۳۰/۰±۱۱۲/۰۰۵^{Bb}	۲۹/۰±۸۱۰/۰۱۲^{Cb}
نوشیدنی پاستوریزه نشده	اسید گلوکورونیک	۱۰/۰±۸۵/۰۵^{Aa}	۱۰/۰±۸۱/۰۲^{Aa}	۱۰/۰±۸۴/۰۶^{Aa}
نوشیدنی پاستوریزه	(میلی‌گرم در لیتر)	۱۰/۰±۵۹/۰۲^{Ab}	۱۰/۰±۶۱/۰۴^{Ab}	۱۰/۰±۵۵/۰۲^{Ab}

*میانگین ± انحراف معیار

** حروف بزرگ متفاوت در هر ردیف و حروف کوچک متفاوت در هر ستون (برای هر آزمون به طور مستقل) نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری می‌باشد ($P <۰/۰۵$).

بررسی خاصیت ضدمیکروبی نوشیدنی کامبوجا پاستوریزه شده و نشده طی مدت ماندگاری

نتایج بررسی اثر ضدمیکروبی نمونه‌های نوشیدنی براساس قطر هاله عدم رشد ایجاد شده در مقابل *استافیلوکوکوس اورئوس*، *اشریشیا کلی*، *آسپرژیلوس نایجر* و *کاندیدا آلبیکنس* در جدول ۳ نشان داده شده است. براساس نتایج بدست آمده در روز اول نگهداری قطر

هاله عدم رشد علیه باکتری گرم مثبت بیش از باکتری گرم منفی بود؛ درحالی که در روزهای هفتم و چهاردهم نگهداری اثر ضدمیکروبی نوشیدنی بر *اشریشیا کلی* بیش از *استافیلوکوکوس اورئوس* بدست آمد. نمونه‌های نوشیدنی اثرضدمیکروبی کمتری علیه کپک و مخمر نشان دادند. در اکثر موارد، پاستوریزاسیون سبب کاهش در فعالیت ضدمیکروبی شد؛ با افزایش زمان نیز، اثر ضدمیکروبی کاهش یافت.

قطر هاله عدم رشد ایجاد شده علیه باکتری گرم مثبت *استافیلوکوکوس اورئوس* در حضور نوشیدنی کامبوجا، پاستوریزه شده یا نشده، مشابه با آنتی‌بیوتیک جنتامایسین بود؛ درحالی که در مورد *اشریشیا کلی*، اثر مهارکنندگی آنتی‌بیوتیک بیش از نمونه‌های نوشیدنی بدست آمد. با بررسی قطر هاله عدم رشد کپک *آسپرژیلوس نایجر*، مشخص گردید نمونه‌های نوشیدنی بهتر از آنتی‌بیوتیک عمل نمودند؛ همچنین اثر ضدمیکروبی نوشیدنی کامبوجای پاستوریزه نشده بر مخمر *کاندیدا آلبیکنس* بیش از آنتی‌بیوتیک جنتامایسین بود.

جدول ۳- قطر هاله عدم ایجاد شده توسط نمونه‌های نوشیدنی کامبوجا پاستوریزه شده، نشده و آنتی‌بیوتیک جنتامایسین علیه میکروارگانیسم‌های مورد بررسی

نمونه	میکروارگانیسم/ آنتی‌بیوتیک	روز اول	روز هفتم	روز چهاردهم
نوشیدنی پاستوریزه نشده	*استافیلوکوکوس اورئوس*	۱۶/۰±۶۷/۴۷^{Aa}	۱۶/۰±۰۰/۰۰^{Bb}	۱۶/۰±۶۷/۴۷^{Ab}
نوشیدنی پاستوریزه		۱۶/۰±۶۷/۴۷^{Ba}	۱۵/۰±۶۷/۴۷^{Bb}	۱۷/۰±۶۷/۴۷^{Aa}
جنتامایسین		۱۶/۰±۰۰/۰۰^{Bb}	۱۶/۰±۶۷/۴۷^{Aa}	۱۶/۰±۰۰/۰۰^{Bc}
نوشیدنی پاستوریزه نشده	*اشریشیا کلی*	۱۴/۰±۶۷/۴۷^{Cb}	۱۷/۰±۰۰/۰۰^{Bb}	۱۹/۰±۶۷/۴۷^{Ab}
نوشیدنی پاستوریزه		۱۴/۰±۰۰/۰۰^{Cc}	۱۷/۰±۰۰/۰۰^{Bb}	۱۹/۰±۰۰/۰۰^{Ac}
جنتامایسین		۲۳/۰±۶۷/۴۷^{Aa}	۲۲/۰±۶۷/۴۷^{Ba}	۲۲/۰±۶۷/۴۷^{Ba}
نوشیدنی پاستوریزه نشده	*آسپرژیلوس نایجر*	۱۰/۰±۶۷/۴۷^{Ba}	۱۰/۰±۶۷/۴۷^{Ba}	۱۲/۰±۰۰/۰۰^{Ab}
نوشیدنی پاستوریزه		۶/۰±۶۷/۴۷^{Bb}	۷/۰±۰۰/۰۰^{Bb}	۱۲/۰±۶۷۰/۴۷^{Aa}
جنتامایسین		۶/۰±۶۷/۴۷^{Ab}	۵/۰±۶۷/۴۷^{Bc}	۵/۰±۶۷/۴۷^{Bc}
نوشیدنی پاستوریزه نشده	*کاندیدا آلبیکنس*	۱۱/۰±۶۷/۴۷^{Aa}	۱۱/۰±۶۷/۴۷^{Aa}	۹/۰±۰۰/۰۰^{Ba}
نوشیدنی پاستوریزه		۷/۰±۰۰/۰۰^{Ac}	۷/۰±۰۰/۰۰^{Ac}	۷/۰±۰۰/۰۰^{Ac}
جنتامایسین		۷/۰±۶۷/۴۷^{Ab}	۸/۰±۰۰/۰۰^{Ab}	۷/۰±۶۷/۴۷^{Ab}

*میانگین ± انحراف معیار

** حروف بزرگ متفاوت در هر ردیف و حروف کوچک متفاوت در هر ستون (برای هر میکروارگانیسم به طور مستقل) نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری می‌باشد ($P < ۰/۰۵$).

بحث و نتیجه‌گیری

یکی از متابولیت‌های اصلی در فرایند تولید کامبوجا، اسید استیک است که توسط باکتری‌های خانواده اسید استیک تولید می‌شود. Chen و Liu (۲۰۰۰) روند تولید اسید استیک تولید شده در طی تخمیر کامبوجا را بررسی نمودند. بیشترین میزان اسید استیک، ۱۱ گرم بر لیتر، پس از گذشت ۳۰ روز از فرایند تخمیر حاصل گردید. میزان تولید اسید استیک به صورت آرام، با گذشت زمان افزایش پیدا کرد و به تدریج در انتهای زمان تخمیر (۶۰ روز) به ۸ گرم بر لیترکاهش یافت. این الگو توسط Jayabalan و همکاران (۲۰۰۷) نیز تأیید گردید. محققان مذکور از چای سبز به میزان ۱۲ گرم بر لیتر که با ۱۰ درصد ساکارز شیرین شده بود به منظور

تولید نوشیدنی کامبوجا در طی ۱۸ روز تخمیر استفاده کردند. براساس نتایج آزمایشات، بیشترین میزان تولید اسید استیک ۹/۵ گرم بر لیتر بدست آمد که در روز ۱۵ تخمیر گزارش شد.

ترکیبات فنولی یکی از مهم‌ترین ترکیبات زیست‌فعال تشکیل‌دهنده نوشیدنی کامبوجا می‌باشند. Chu و Chen (۲۰۰۶) نوشیدنی سنتی کامبوجا را (۴ گرم بر لیتر چای سیاه، ۱۰ درصد ساکارز ، ۱۵ روز دوره تخمیر) مورد آزمایش قرار دادند. آن‌ها اعلام نمودند میزان فنول کل در تمام نمونه های کامبوجا در مدت زمان تخمیر افزایش خطی یکنواختی را نشان می‌دهد. Jayabalan و همکاران (۲۰۰۷) گزارش نمودند ترکیبات فنولی عمده نوشیدنی کامبوجا شامل ایزومرهای اپی‌کاتچین[19] اپی‌کاتچین‌گالات[20] ، اپی‌گالو-کاتچین[21] و اپی‌گالوکاتچین‌گالات[22]، پایداری متغیری در مدت زمان فرایند تخمیر کامبوجا از خود نشان می‌دهند. میزان اپی‌کاتچین-گالات و اپی‌گالوکاتچین‌گالات زمانی که بستر چای سبز بود در مقایسه با حالتی که از چای سیاه یا ضایعات چای استفاده شد، کاهش یافت. بیشترین مقدار اپی‌کاتچین در روز ۱۲ تخمیر در کامبوجای حاصل از چای سبز حدود ۱۵۰ درصد و برای اپی‌گالوکاتچین در همان روز در کامبوجا با ضایعات چای حدود ۱۴۰ درصد و برای چای سیاه حدود ۱۱۵ درصد گزارش شد.

فعالیت ضداکسایشی چای کامبوجا به‌دلیل حضور پلی‌فنول‌های چای و اسید آسکوربیک می‌باشد. چای کامبوجا نسبت به چای تخمیر نشده خاصیت ضداکسایشی بالاتری دارد و این ممکن است به دلیل تولید ترکیبات با وزن مولکولی کم و تغییر ساختمان پلی‌فنول‌های چای به وسیله آنزیم‌های تولید شده توسط باکتری‌ها و مخمرها در مدت زمان تخمیر باشد. کامبوجا باعث افزایش خاصیت مهار رادیکال‌های آزاد در دوره تخمیر می‌شود. میزان این فعالیت به زمان تخمیر، نوع اجزای چای و نوع میکروارگانیسم‌های محیط کشت کامبوجا بستگی‌دارد (Jayabalan *et al*, 2007). Jayabalan و همکاران (۲۰۰۸) در مطالعه‌ای در مورد حفظ اثر ضداکسایشی چای کامبوجا دریافتند که عملیات حرارتی در دمای ۶۰، ۶۵ و ۶۸ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ دقیقه منجر به کاهش پلی‌فنل‌های چای و خواص مهار رادیکال‌های آزاد در طول نگهداری شد و بنابراین پیشنهاد کردند که عملیات حرارتی روش مناسبی برای نگهداری کامبوجا نیست. در تحقیق حاضر نیز فرایند پاستوریزاسیون سبب کاهش مقادیر فنل کل گردید؛ هرچند این کاهش چندان زیاد نبود. به گفته Chen و Liu (۲۰۰۰)، Lončar و همکاران (۲۰۰۰) و Jayabalan و همکاران. (۲۰۰۷)، اسیدهای استیک، گلوکورونیک و گلوکونیک محصولات سالم اصلی نوشیدنی کامبوجا هستند که از ساکارز و چای سیاه در یک فرایند تخمیر کنترل شده و بهینه تولید می‌شوند. مقدار اسید گلوکورونیک تولید شده بسیار وابسته به سویه باکتری اسید استیک و مخمرهای دخیل در فرایند تخمیر نوشیدنی کامبوجا است؛ به همین دلیل است که انتخاب میکروارگانیسم‌های مناسب و شرایط تخمیر چای کامبوجا بسیار حائز اهمیت است (Nguyen *et al*., 2015). در پژوهشی محققان اعلام کردند که اسید گلوکونیک تا روز ششم تخمیر تولید نگردیده و مقدار نهایی در کنسانتره نوشیدنی کامبوجا حدود ۳۹ گرم بر لیتر در روز ۶۰ گزارش شد (Chen & Liu, 2000). همچنین در تحقیقی دیگر، بیشترین مقدار اسید گلوکورونیک را بعد از ۱۲ روز از تخمیر، ۲/۳۳ گرم بر لیتر گزارش نمودند (Jayabalan *et al*., 2007). De Filippis و همکاران (۲۰۱۸) غلظت اسیدهای گلوکونیک و گلوکورونیک کامبوجای تهیه شده از چای سیاه و سبز را که در دو دمای ۲۰ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد تخمیر شده بود، بررسی نمودند. هر دو اسید غلظت‌های بالاتری را در نمونه‌های تخمیر شده در ۳۰ درجه سانتی گراد نشان دادند؛ به‌طوری که حداکثر مقدار اسید گلوکونیک و اسید گلوکورونیک در دمای ۲۰ درجه به ترتیب ۷۰ و ۴۴ میلی‌گرم بر لیتر و مقدار آن دو در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۲۳۰۰ و ۱۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر بدست آمد.

استفاده از مواد ضدمیکروبی طبیعی به‌طور فزاینده‌ای به‌عنوان یک روند جدید در نگهداری بیولوژیکی غذاها در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است (Kumar & Joshi, 2016). خاصیت ضدمیکروبی کامبوجا به‌طور گسترده‌ای به وجود اسیدهای آلی به ویژه

[19] Epicatechin (EC)
[20] Epicatechin gallate (ECG)
[21] Epigallocatechin (EGC)
[22] Epigallocatechin gallate (EGCG)

اسید استیک، پپتیدهای زیست‌فعال و کاتچین‌ها نسبت داده شده است (Sreeramulu *et al.*, 2000). در تحقیقی چای کامبوجا تولیدشده توانست از رشد میکروب‌های بیماری‌زای *سودوموناس آئروژینوسا*[23]، *باسیلوس سرئوس*، *اشریشیا کلی*، *آئروموناس هیدروفیلا*[24]، *سالمونلا تیفی‌موریوم*، *سالمونلا انتریتیدیس*[25]، *شیگلا سونئی*[26]، *استافیلوکوکوس اپیدرمیس*[27]، *استافیلوکوکوس اورئوس*، *کاندیدا آلبیکنس*، *کامپیلوباکتر ژژونی*[28]، *هلیکوباکتر پیلوری*[29] و *یرسینیا انتروکولیتیکا*[30] جلوگیری کند (Sreeramulu *et al.*, 2001).

چای کامبوجا در بسترهای مختلفی مانند چای شاه‌توت، چای ژاپنی، چای یاس، چای اولانگ و چای سیاه تولید شد و اثر آن بر باکتری‌های بیماری‌زای انسان آزمایش گردید. نتایج نشان داد کامبوجای تولیدشده توسط چای سیاه شیرین دارای بیشترین خاصیت ممانعت‌کنندگی است. *ویبریو پاراهمولیتیکوس*[31] بیشترین میزان حساسیت را به چای کامبوجای تخمیر شده نشان داد (Talawat *et al.*, 2006). در تحقیق دیگری پژوهشگران گزارش‌دادند کامبوجای تولید شده از هر دو نوع چای سیاه و سبز دارای خاصیت ضدمیکروبی در برابر میکروارگانیسم‌های بیماری‌زای انسان بجز *کاندیدا کروزئی*[32] می‌باشد. در تحقیق مذکور، کامبوجای چای سبز بیشترین میزان خاصیت ضد میکروبی را نشان داد (Battikh *et al.*, 2013).

براساس نتایج بدست آمده در تحقیق حاضر هرچند فرایند حرارتی پاستوریزاسیون سبب کاهش برخی از ترکیبات زیست‌فعال نوشیدنی کامبوجا نظیر ترکیبات فنولی و اسید گلوکورونیک گردید، همچنان در نوشیدنی کامبوجای پاستوریزه شده، مقادیر قابل‌قبولی از ترکیبات مذکور اندازه‌گیری گردید؛ به‌طوری که نوشیدنی کامبوجای پاستوریزه شده نیز به عنوان محصولی سلامت‌محور با زمان مدت ماندگاری بالا می‌تواند بخشی از سبد محصولات غذایی مصرف‌کنندگان را به خود اختصاص دهد.

منابع

- سازمان ملی استاندارد (۱۳۸۶). آبمیوه‌ها-روش‌های آزمون، استاندارد ملی ایران، شماره ۲۶۸۵.

Afsharmanesh, M., & Sadaghi, B. (2014). Effects of dietary alternatives (probiotic, green tea powder, and Kombucha tea) as antimicrobial growth promoters on growth, ileal nutrient digestibility, blood parameters, and immune response of broiler chickens. Comparative Clinical Pathology 23, 717–724.

Battikh, H., Chaieb, K., Bakhrouf, A., & Ammar, E. (2013). Antibacterial and antifungal activities of black and green kombucha teas. Journal of Food Biochemistry, 37(2), 231-236.

Chen, C., & Liu, B. (2000). Changes in major components of tea fungus metabolites during prolonged fermentation. Journal of applied microbiology, 89(5), 834-839.

Chu, S. C., & Chen, C. (2006). Effects of origins and fermentation time on the antioxidant activities of kombucha. Food Chemistry, 98(3), 502-507.

[23] *Pseudomonas aeruginosa*
[24] *Aeromonas hydrophila*
[25] *Salmonella enteritidis*
[26] *Shigella sonnei*
[27] *Staphylococcus epidermidis*
[28] *Campylobacter jejuni*
[29] *Helicobacter pylori*
[30] *Yersinia enterocolitica*
[31] *Vibrio parahaemolyticus*
[32] *Candida krusei*

De Filippis, F., Troise, A.D., Vitaglione, P., & Ercolini, D. (2018). Different temperatures select distinctive acetic acid bacteria species and promotes organic acids production during Kombucha tea fermentation, Food Microbiology, 73, 11-16.

Dufresne, C., & Farnworth, E. (2000). Tea, Kombucha, and health: a review. Food research international, 33(6), 409-421.

Fu, C., Yan, F., Cao, Z., Xie, F., & Lin, J. (2014). Antioxidant activities of kombucha prepared from three different substrates and changes in content of probiotics during storage. Food Science and Technology, 34(1), 123-126,

Iturriaga, L., Olabarrieta, I., & Martinez de Maranon, I. (2012). Antimicrobial assays of natural extracts and their inhibitory effect against Listeria innocua and fish spoilage bacteria, after incorporation into biopolymer edible films. International Journal of Food Microbiology, 158, 58–64.

Jayabalan, R., Malbaša, R. V., Lončar, E. S., Vitas, J. S., & Sathishkumar, M. (2014). A review on kombucha tea—microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity, and tea fungus. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 13(4), 538- 550.

Jayabalan, R., Marimuthu, S., & Swaminathan, K. (2007). Changes in content of organic acids and tea polyphenols during kombucha tea fermentation. Food Chemistry, 102(1), 392-398.

Jayabalan, R., Subathradevi, P., Marimuthu, S., Sathishkumar, M., & Swaminathan, K. (2008). Changes in free-radical scavenging ability of kombucha tea during fermentation. Food Chemistry109(1), 227-234.

Kumar, V., & Joshi, V. (2016). Kombucha: Technology, microbiology, production, composition and therapeutic value. International Journal of Food and Fermentation Technology, 6(1), 13.

Lončar, E. S., Petrović, S. E., Malbaša, R. V., & Verac, R. (2000). Biosynthesis of glucuronic acid by means of tea fungus. Nahrung, 44(2), 138-139.

Marsh, A. J., O'Sullivan, O., Hill, C., Ross, R. P., & Cotter, P. D. (2014). Sequence-based analysis of the bacterial and fungal compositions of multiple kombucha (tea fungus) samples. Food Microbiology, 38, 171-178.

Nguyen, N.K., Nguyen, P.B., Nguyen, H.T., & Le, P.H. (2015). Screening the optimal ratio of symbiosis between isolated yeast and acetic acid bacteria strain from traditional kombucha for high-level production of glucuronic acid. LWT-Food Science and Technology 64,1149–1155.

Singleton, V.L., Orthofer, R. & Lamuela-Raventos, R.M. (1999) Analysis of Total Phenols and Other Oxidation Substrates and Antioxidants by Means of Folin-Ciocalteu Reagent. Methods in Enzymology, 299, 152-178.

Sreeramulu, G., Zhu, Y., & Knol, W. (2000). Kombucha fermentation and its antimicrobial activity. Journal of Agricultural and Food Chemistry 48(6), 2589-94.

Sreeramulu, G., Zhu, Y., & Knol, W. (2001). Characterization of antimicrobial activity in Kombucha fermentation. Acta Biotechnologica, 21(1), 49-56.

Talawat, S., Ahantharik, P., Laohawiwattanakul, S., Premsuk, A., & Ratanapo, S. (2006). Efficacy of fermented teas in antibacterial activity. Kasetsart J Nat Sci, 40, 925-933.

Vitas, J. S., Malbaša, R. V., Grahovac, J. A., & Lončar, E. S. (2013). The antioxidant activity of kombucha fermented milk products with stinging nettle and winter savory. Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly/CICEQ, 19(1), 129-139.



Investigation of pasteurization effect on kombucha beverage properties

Mahboobe Sarabi-Jamab[1*], Azadeh Khiabani[2], Abolfazl Pahlevanlo[3], Monir-sadat Shakeri[3]
[1]Research Institute of Food Science and Technology, Associate Professor
[2]Research Institute of Food Science and Technology, PhD student
[3]Research Institute of Food Science and Technology, Assistant Professor
Corresponding Author: m.sarabi@rifst.ac.ir

Abstract

kombucha beverage, which is the result of the fermentation of sweetened black tea using a group of beneficial microorganisms, is a functional drink due to its many valuable compounds; therefore, it is very important to preserve its bioactive compounds until consumption. In this research, the effect of the pasteurization process on the characteristics and bioactive compounds of kombucha was evaluated. Based on the results, the pH in the pasteurized sample was higher than the unpasteurized; while the thermal process reduced the acidity to some extent. According to the statistical analysis, the pasteurization significantly reduced the amount of phenolic compounds in kombucha beverage ($P<0.05$). Also, free radical scavenger react, and glucuronic acid content of pasteurized kombucha decreased ($P<0.05$). With increasing storage time, the DPPH inhibition percentage decreased; while the storage time, at the 95% confidence level, had no significant effect on the amount of glucuronic acid. Beverage samples showed a stronger antimicrobial effect on gram-positive and gram-negative bacteria compared to mold and yeast, and in most cases, pasteurization reduced the antimicrobial activity of kombucha beverage. Compared to gentamicin, kombucha was less effective in *Escherichia coli* inhibition; while the power of kombucha at inhibition of *Staphylococcus aureus* was similar to the gentamicin. Compared to gentamicin, unpasteurized kombucha showed a greater inhibitory effect on mold and yeast.

Keywords: “Bioactive compounds” “Heat treatment” “kombucha beverage” “Microbial inhibition”.



بررسی آلودگی برنج به مایکوتوکسین ها درمرحله شالیکوبی – مطالعه موردی

روح الله کرمی اسبو

آزمایشگاه تحقیقات مایکوتوکسین ها- موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور- سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی – تهران- ایران
*نویسنده مسوول: karamiosboo@gmail.com

چکیده

مایکوتوکسین‌ها، متابولیت‌های ثانویه بعضی قارچ‌ها، می‌توانند محصولات غذایی را آلوده کرده و به دلیل خطرات بهداشتی، مصرف آن‌ها را غیرممکن سازند. آلودگی به این سموم یکی از چالش‌های اصلی در صنعت کشاورزی است و می‌تواند تهدیدات جدی برای سلامت انسان و حیوان به همراه داشته باشد. برنج، به عنوان کالای ضروری برای خانوارهای ایرانی، در شرایط مرطوب مستعد آلودگی به مایکوتوکسین‌ها، به ویژه آفلاتوکسین، قرار می‌گیرد. در این تحقیق، نمونه های برنج به طور تصادفی از یک شالیکوبی جمع آوری و مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج نشان داد که از بین ۴ مایکوتوکسین مهم در غلات تنها آفلاتوکسین در یک نمونه وجود داشت. این یافته‌ها بر اهمیت سریع خشک‌کردن برنج و عدم نگهداری آن به‌صورت مرطوب در مراکز خشک‌کنی تأکید می‌کند، چرا که شرایط مرطوب رشد قارچ‌ها را تسهیل می‌کند و برای کاهش خطر آلودگی، مراکز خشک‌کنی باید تمهیداتی برای تسریع در فرآیند خشک‌کردن برنج اتخاذ کنند. این مطالعه بر لزوم توجه به شرایط نگهداری و فرآوری برنج و سرعت خشک‌کردن برای جلوگیری از آلودگی به مایکوتوکسین‌ها تأکید دارد، بنابراین، پیشنهاد می‌شود که استانداردهای سخت‌گیرانه‌ای برای نگهداری و فرآوری برنج وضع و فرآیندهای تبدیل و بسته‌بندی در مراکز مختلف بهینه‌سازی شود تا خطرات ناشی از مایکوتوکسین‌ها کاهش یابد.

واژگان کلیدی: برنج، مایکوتوکسین، آفلاتوکسین، نگهداری مرطوب، فرآوری.

مقدمه

مایکوتوکسین ها ترکیبات شیمیایی حاصل از فعالیت قارچ های مختلفی هستند که در محصولات کشاورزی تولید می شوند. این ترکیبات با آلوده نمودن مواد غذایی، از یک سو سبب از بین رفتن ارزش غذایی و خسارات اقتصادی شده و از سوی دیگر باعث عوارض بهداشتی مانند بیماری های مزمن و حاد اولیه و یا اثرات ثانویه مانند سرطان زایی ،جهش ژنتیکی ،ناقص الخلقه زائی و سرکوب سیستم ایمنی می شوند. در این میان آفلاتوکسین ها از یک گروه متشکل از حدود۲۰ متابولیت قارچی می باشند (Babaee *et al.*, 2022) . آفلاتوکسین ها از مهم ترین مایکوتوکسین ها و از مشتقات بی فورانوکومارین و وابسته به وارفارین هستند ، که عمدتاً به وسیله ی گونه های مختلف قارچ آسپرژیلوس مانند *A. parasiticus, Aspergillus flavus*، و گونه های دیگر ازجمله پنی سیلیوم در شرایط ویژه ی زیستی، شیمیایی و محیطی تولید می گردند (Mirabolfathy et al., 2019) .از میان ۲۰ نوع آفلاتوکسین شناخته شده، شش نوعM2 و M1، G2 ، G1، B2، B1 و به ویژه انواع G1، M1 وB1 در صنایع غذایی و سلامت انسان بیش از بقیه حائز اهمیت است.(Mirabolfathy et al., 2019) . آفلاتوکسین ها در شرایط لازم از جمله رطوبت بیش از% ۱۵ ماده ی اولیه، حداقل دمای محیطی°C ۲۵ ، وجود هوای کافی و به طور ویژه در شرایط اقلیمی گرم و مرطوب، در گندم، جو، برنج ، سویا ، ذرت، بادام زمینی ، کنجاله پنبه ، بلوط، زردآلو، هلو، بادام، مواد ادویه ای، گردو، فندق، انجیر ، ارزن، کنجد ، پسته، تخمه ، آب میوه ها، مربا ، آرد گندم، ماکارونی، نان کپک زده، سیب زمینی، نخود، انواع لوبیا، سورگوم، کنجاله بادام زمینی، نارگیل، پنبه دانه ،کبد، ماهیچه، شیر و فرآورده های لبنی، تخم مرغ، کشمش، سوسیس های تخمیری، گوشت های عمل آوری شده، پودر ماهی، خور اک و علوفه های دامی و... رشد می کنند. آلودگی به آفلاتوکسین ها موجب بروز آسیب در بافت های کبد، کلیه، نای و بافت های زیرپوستی، غدد و معده می شود (Karami Osboo et al., 2012). در مورد آلودگی محصولات کشاورزی به آفلاتوکسین در ایران تحقیقات عمدتا بر روی آلودگی پسته صورت گرفته، ولی در مورد برنج گزارشات کمی وجود دارد که می‌توان به مقایسه میزان آفلاتوکسین در ارقام مختلف برنج‌های تولید داخل و وارداتی در فصول مختلف سال و تأثیر نحوه پخت بر مقدار سم اشاره کرد. نتایج نشان داد نمونه‌های داخلی نسبت به نمونه‌های وارداتی آلودگی کمتری داشتند، نمونه‌های جمع‌آوری شده در فصل تابستان نسبت به فصل زمستان آلودگی کمتری داشتند، همچنین در همه موارد برنج پخته نسبت به حالت خام همان برنج آلودگی کمتری داشت. این کاهش آلودگی ناشی از پخت، در حالت آبکشی بیش از حالت کته‌ای بود.(Najafian et al.2014)

با توجه به خطرات وجود مایکوتوکسین ها از جمله آفلاتوکسین و سایر مایکوتوکسین ها پایش مداوم این سموم در غلات مهمی از جمله برنج بسیار حایز اهمیت است تا با ردیابی بموقع و مشخص نمودن مراحل حساس در ایجاد مایکوتوکسین ها بتوان علاوه بر جلوگیری از مصرف محصول آلوده، میزان ریسک سلامتی برای مصرف کننده را محاسبه نمود و با تعیین حدود مجاز مناسب از ورود مقادیر خطرناک این سموم طبیعی به بدن جانداران جلوگیری نمود.

روش آزمون

نمونه برداری

نمونه برنج از کارگاه شالی کوبی در منطقه رود بنه استان گیلان جمع آوری شد و به موسسه تحقیقات گیاهپزشکی ارسال گردید. نمونه های برنج جمع آوری شده بلافاصله پس از جمع آوری در فریزر C ° ۵- نگهداری شد. تمامی محتوی هر کیسه نمونه با استفاده از آسیاب رومر (Romer) با درجه آرد نرم آسیاب خواهد شد و ۵۰۰ گرم نمونه از آرد خروجی مخصوص نمونه گیری برداشت شد (Karami Osboo et al., 2012).

آنالیز مایکوتوکسین ها در برنج

به این منظور از ستونهای ایمنوافینیتی که دارای آنتی بادی مونوکلونال علیه مایکوتوکسین مربوطه هستند، مطابق با استاندارد ملی مایکوتوکسین مورد آنالیز قرار گرفتند که با توجه به آلودگی آفلاتوکسین تنها به این روش اکتفا میگردد. در این روش ۲۰ گرم از آرد برنج بدست آمده با ۱۰۰ میلی لیتر حلال متانل-آب (۸۰٪)، به مدت ۳۰ دقیقه همزده شد سپس سه میلی لیتر از عصاره توسط ۲۱ میلی لیتر بافر نمکی فسفات رقیق شد و از ستون ایمینوافینیتی عبور داده شد، پس از آن ستون با ۱۵ میلی لیتر بافر فسفات (pH=7. 6) شستشو و با عبور جریان هوا خشک شد. نهایتاً جهت جمع آوری آفلاتوکسین های جذب شده در ستون به ستون ۱/۵ میلی لیتر متانل با درجه خلوص مخصوص HPLC (HPLC Grade) به ستون اضافه گردید و درون ویال تیره جمع آوری شده با استفاده از دستگاه خشک کننده در خلاء خشک گردید. نمونه خشک شده درون فاز متحرک رقیق شده و ۱۰۰ میکرولیتر از آن به دستگاه HPLC تزریق گردید. (کرمی اسبو و همکاران، ۲۰۲۰).

آنالیز دستگاهی (HPLC)

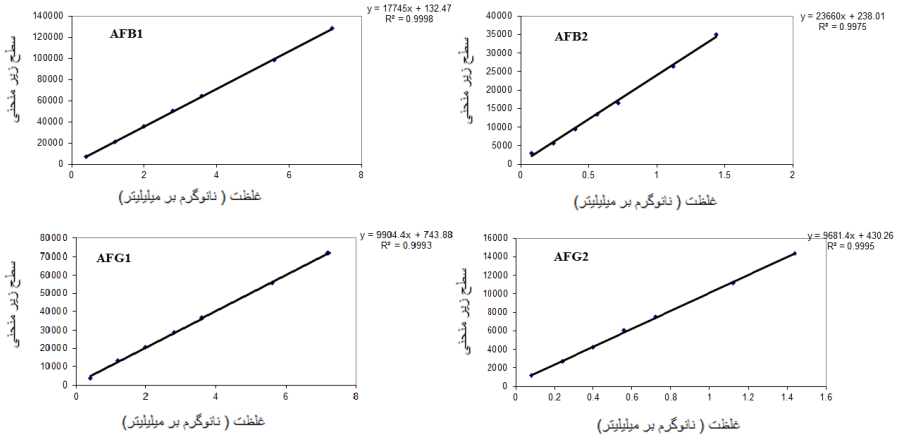
اندازه گیری کمی با کروماتوگرافی مایع فاز معکوس و مشتق سازی بعد از ستون با برم (Br) به روش الکترو شیمیایی و کبری سل انجام شد، آشکارسازی با آشکارگر فلورسنت طول موجهای تابش و بازتاب (exition, emission) ۳۶۰ و ۴۵۰ نانومتر انجام شد. در هر روز آزمایش ابتدا منحنی کالیبراسیون با استفاده از استانداردهای آفلاتوکسین تهیه شده ترسیم و ضریب همبستگی با رسم منحنی مربوطه محاسبه، و با استفاده از میزان سطح زیر منحنی برای هر نمونه، غلظت آفلاتوکسین موجود در نمونه ها محاسبه شد .یک فاز معکوس(Waters Nova-pak® C-18, 3.9×250 mm, 4 µm particle size) جهت جداسازی در دمای ۴۰°C مورد استفاده قرار گرفت. مطابق روش ارائه شده توسط استاندارد ملی ایران به شماره 6872 از سیستم شویش تک توانی[۳۳] حلال آب: متانول: استونیتریل (۲۰:۲۰:۶۰) به عنوان فاز متحرک استفاده شد. در طول مدت زمان آزمایش سرعت جریان به میزان یک میلی لیتر در دقیقه ثابت نگه داشته شد.

نتایج

منحنی استاندارد

منحنی استاندارد آفلاتوکسین ها، با استفاده از محلول های استاندارد و تحت شرایط بهینه استخراج به دست آمد. شکل 1 منحنی استاندارد برای آفلاتوکسین ها را نشان می دهد.

[33] Isocratic



شکل 1- منحنی های استاندارد آفلاتوکسین های گروه های B و G

ارزیابی روش

یک نمونه برنج غیر آلوده در دو سطح غلظتی اسپایک و تحت شرایط بهینه بدست آمده ، آنالیز شد. ریکاوریهای قابل قبول حاصل شده و همبستگی مناسبی بین مقادیر اضافه شده و اندازه گیری شده را نشان داد.

بحث و نتیجه گیری

برنج به عنوان یک منبع غذائی حیاتی، در تأمین امنیت غذایی و تنوع رژیم‌های غذایی در کشورهای در حال توسعه و بویژه ایران نقش مهمی دارد. با این حال، آلودگی به آفلاتوکسین B1، می‌تواند خطراتی جدی برای سلامت انسان ایجاد کند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که رطوبت بالا در مراحل خشک‌کردن و شالیکوبی برنج، موجب رشد قارچ و تولید مایکوتوکسین‌ها می‌شود؛ بنابراین، محصول برداشت شده، باید با سرعت بالا خشک شوند. نیاز به توسعه روش‌های مؤثر کنترل آلودگی و نظارت دائمی بر کیفیت برنج، به‌ویژه

در مناطق با رطوبت بالا، ضروری است. به طور کلی، اقدامات پیشگیرانه و نوآوری‌های در ارائه روش‌های جدید باید در زنجیره تأمین برنج مورد توجه قرار گیرد تا ایمنی محصولات حفظ شود.

جدول ۱. سطح آلودگی مایکوتوکسین ها

زیرالنون	اکراتوکسین A	داکسی نیوالنول	آفلاتوکسین کل	مایکوتوکسین
ND	ND	ND	۸/۲	سطح آلودگی (ng/g)

منابع

Babaee, R., Karami-Osboo, R., & Mirabolfathy, M. (2022). Evaluation of the use of Ozone, UV-C and Citric acid in reducing aflatoxins in pistachio nut. Journal of Food Composition and Analysis, 106, 104276.

Mirabolfathy, M., Osboo, R. K., & Rahjoo, V. (2019). Important mycotoxins, Iran status. Annu. Rev. Res., 5(1), 1-10.

Karami-Osboo, R., Mirabolfathy, M., Kamran, R., Shetab-Boushehri, M., & Sarkari, S. (2012). Aflatoxin B1 in maize harvested over 3 years in Iran. Food Control, 23(1), 271-274.

Najafian, M. 2014. Comparison the level of Aflatoxin in different varieties of internal and imported rice in different collection seasons and effect of cooking methods on the level of toxins. Journal of Microbial World, 6,4, 328-336.

Karami-Osboo, R., Maham, M., & Nasrollahzadeh, M. (2020). Synthesised magnetic nano-zeolite as a mycotoxins binder to reduce the toxicity of aflatoxins, zearalenone, ochratoxin A, and deoxynivalenol in barley. IET nanobiotechnology, 14(7), 623-627.

بررسی بیوسورفکتانت‌های مشتق شده از باکتری‌های اسیدلاکتیک و کاربرد آن در بهینه‌سازی فرمولاسیون محصولات غذایی

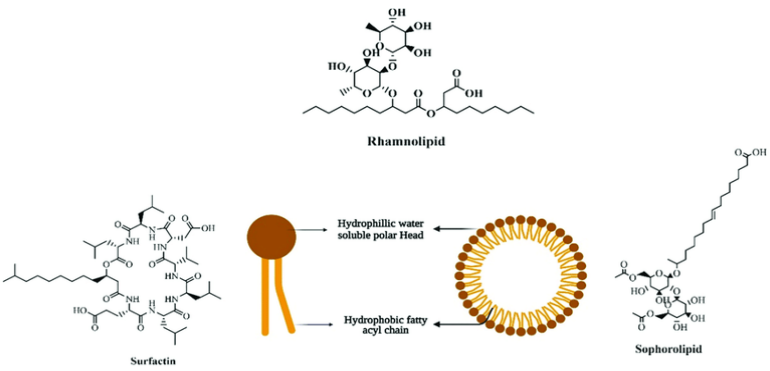
نازنین طاهری نسب*[1] ، محمدرضا عدالتیان دوم[2]
[1]دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
[2]دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
نویسنده مسوول: Nazanin.taherinasab79@gmail.com

چکیده
امروزه علاقه روزافزونی به تحقیق در زمینه تولید متابولیت‌های ثانویه مشتق شده از میکروارگانیسم‌ها وجود دارد. بیوسورفکتانت‌ها از جمله متابولیت‌های ثانویه، ترکیبات آمفی‌فیلیک و مولکول‌های فعال سطحی تولید شده توسط جنس‌های مختلف از باکتری، مخمر و قارچ هستند که به دلیل پایداری، عدم سمیت، مقاومت در برابر دما و pH و تجزیه‌پذیری زیستی در صنایع مختلف به ویژه صنایع غذایی کاربرد بسیاری دارند و به طور قابل توجهی ایمنی غذایی را از طریق مکانیسم‌های مختلف افزایش می‌دهند. علی‌رغم مزایای بسیار، به دلایل اقتصادی از جمله راندمان پایین و هزینه بالای تولید، استفاده تجاری از بیوسورفکتانت‌ها به‌ویژه در صنایع غذایی محدود است. بنابراین، امروزه محققین به دنبال روشی اقتصادی جهت بهبود عملکرد و افزایش بازده تولید هستند. در مطالعه حاضر بر بیوسورفکتانت‌های تولید شده از باکتری‌های اسیدلاکتیک تمرکز شده است. این مقاله تلاش می‌کند یک بررسی جامع از شناسایی باکتری‌های اسیدلاکتیک مولد بیوسورفکتانت، تولید بیوسورفکتانت‌ها، بهینه‌سازی عوامل مؤثر بر تولید، ویژگی‌های بیوسورفکتانت‌ها و کاربرد بالقوه آن‌ها در صنایع غذایی، نگرانی‌ها و چشم اندازهای آینده در این مسیر ارائه دهد. به‌طورکلی توجه به توسعه و بهبود کارایی بیوسورفکتانت‌ها جهت پیشرفت در حوزه‌های مختلف از جمله صنایع غذایی، کشاورزی، دارویی و بیوتکنولوژی حایز اهمیت می‌باشد.

واژگان کلیدی: صنایع غذایی، باکتری‌های اسیدلاکتیک، متابولیت‌های ثانویه، بیوسورفکتانت، ایمنی غذایی

مقدمه

در چشم‌انداز در حال تکامل ایمنی مواد غذایی، افزودنی‌های طبیعی به دلیل پتانسیل خود برای افزایش کیفیت غذا و حفظ سلامت عمومی توجه بسیاری را به خود جلب کرده‌اند. در این میان، بیوسورفکتانت‌ها به عنوان یک جایگزین امیدوارکننده برای افزودنی‌های مصنوعی ظاهر شده‌اند. بیوسورفکتانت‌ها محصولات طبیعی (عمدتا متابولیت‌های ثانویه) و مولکول‌های فعال سطحی با منشا بیولوژیکی هستند. این ترکیبات آمفی‌فیلیک که توسط میکروارگانیسم‌ها تولید می‌شوند، می‌توانند بر روی سطوح سلولی تجمع یابند و یا می‌توانند در محیط خارج سلولی رها شوند (Vallejo et al., 2021). ساختار شیمیایی بیوسورفکتانت‌ها مطابق شکل۱. شامل یک بخش هیدروفیل و یک بخش هیدروفوب می‌باشد. بخش هیدروفیل شامل یک اسیدآمینه، پپتیدهای کاتیونی یا آنیون‌ها و کربوهیدرات‌ها و بخش هیدروفوب شامل زنجیره‌های کربنی غیر اشباع یا اشباع و یا اسیدهای چرب هیدروکسیله است. بنابراین، باتوجه به این ساختار شیمیایی، بیوسورفکتانت‌ها توانایی کاهش کشش سطحی، تشکیل میسل‌ها و میکروامولسیون‌ها بین دو فاز مختلف را دارند (Rodrigues and Rodrigues., 2023).



شکل۱- ساختار شیمیایی بیوسورفکتانت‌ها

بیوسورفکتانت‌ها به دلیل زیست تخریب پذیری، سمیت پایین، مقاومت در شرایط دمایی و pH شدید، سازگاری با محیط زیست و ایمنی بیولوژیکی به عنوان جایگزین‌های امیدوارکننده‌ای برای سورفکتانت‌های شیمیایی و مصنوعی به شمار می‌آیند (Vallejo et al., 2021). اگرچه گونه‌های مختلف باکتریایی بیوسورفکتانت ترشح می‌کنند، اما *Pseudomonas spp*. و*Bacillus spp*. گونه‌هایی هستند که عمدتا جهت تولید بیوسورفکتانت استفاده می‌شوند (SATRIA., 2022). با این حال، بیوسورفکتانت‌های مشتق شده از باکتری‌های اسیدلاکتیک از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. چراکه این میکروارگانیسم‌ها اغلب GRAS[۳۴] در نظر گرفته می‌شوند و بیوسورفکتانت‌های تولید شده توسط آنها به علت خواص ضدمیکروبی، آنتی‌بیوفیلمی و امولسیون‌کنندگی کاربرد گسترده‌ای در صنعت

[34] Generally Recognized as Safe

دارند. بنابراین تولید بیوسورفکتانت توسط ارگانیسم‌های غیر بیماری‌زا و ایمن مانند باکتری‌های اسیدلاکتیک جهت جلوگیری از مشکلات ناشی از بیماری‌زایی اهمیت بسیاری دارند (Ghasemi et al., 2019).

بیوسورفکتانت‌های مشتق شده از باکتری‌های اسیدلاکتیک در صنایع مختلف اعم از دارویی، نفتی، آرایشی و به خصوص صنایع غذایی کاربرد گسترده‌ای دارند. این بیوسورفکتانت‌ها در صنایع غذایی جهت تثبیت سیستم‌های هوادهی، تشکیل امولسیون، اصلاح خواص رئولوژیکی و بافتی، بهبود قوام محصولات کاربرد دارند. همچنین به علت خواص آنتی‌اکسیدانی، آنتی‌بیوفیلمی و ضدمیکروبی می‌توانند رشد میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا را کنترل کنند. بیوسورفکتانت‌های تولیدی قبل از استفاده در محصولات غذایی باید به دلیل خواص ضد میکروبی و عدم وجود سمیت در شرایط آزمایشگاهی از منظر کاهش هزینه تولید ارزیابی شوند (Alkan et al., 2019).

در حال حاضر بیوسورفکتانت‌ها حدود ۱۰ درصد از کل تولید جهانی را به خود اختصاص داده‌اند. با این حال معایب بیوسورفکتانت‌ها در مقایسه با سورفکتانت‌های مصنوعی، بهره‌وری پایین و هزینه تولید بالا به علت روش‌های بازیابی ناکارامد و استفاده از بسترهای گران قیمت می‌باشد (Thakur et al., 2023). بنابراین تلاش‌های قابل توجهی جهت بهینه‌سازی فرایند تولید بیوسورفکتانت‌ها با استفاده از مواد اولیه ارزان قیمت، بسترهای ضایعاتی و پساب‌های صنعتی، میکروارگانیسم‌های نوترکیب و دستکاری ژنتیک به منظور کاهش هزینه‌های تولید صورت گرفته است (Alkan et al., 2019).

مطالعه حاضر توصیفی از مفاهیم، نحوه شناسایی باکتری‌های اسیدلاکتیک مولد بیوسورفکتانت، عوامل موثر بر تولید بهینه و اقتصادی، ویژگی‌های بیوسورفکتانت‌های مشتق شده از باکتری‌های اسیدلاکتیک و همچنین کاربرد آن‌ها در صنعت غذا ارائه می‌دهد.

طبقه بندی بیوسورفکتانت‌ها

میانگین جرم مولکولی یک بیوسورفکتانت از۵۰۰ Da تا ۱۵۰۰ Da است. بنابراین بیوسورفکتانت‌ها را می‌توان به دو دسته بیوسورفکتانت با وزن مولکولی پایین و بیوسورفکتانت با وزن مولکولی بالا طبقه بندی کرد. بیوسورفکتانت‌های با وزن مولکولی پایین شامل گلیکولیپیدها، لیپوپپتیدها و فسفولیپیدها هستند که در کاهش کشش سطحی اثر قابل توجهی دارند و بیوسورفکتانت‌های با وزن مولکولی بالا شامل پروتئین‌ها، لیپوپروتئین‌ها، لیپوپلی‌ساکاریدها و پلی‌پپتیدها هستند که به طور موثر جهت تثبیت امولسیون-های روغن در آب استفاده می‌شوند. این تنوع ساختاری و ویژگی‌های عملکردی بیوسورفکتانت‌ها موجب شده است که برای طیف وسیعی از کاربردهای صنعتی، زیست محیطی و بیوتکنولوژیکی مورداستفاده قرار گیرند (Vallejo et al., 2021).

شناسایی باکتری‌های اسیدلاکتیک مولد بیوسورفکتانت

بیوسورفکتانت‌ها توسط میکروارگانیسم‌هایی با خواص فعال سطحی تولید می‌شوند. در میان این میکروارگانیسم‌ها، باکتری‌های اسیدلاکتیک به دلیل توانایی خود در تولید بیوسورفکتانت با کاربردهای صنعتی متعدد، توجه بسیاری را به خود جلب کرده‌اند. بنابراین، غربالگری و شناسایی سویه‌های مولد بیوسورفکتانت به یک جنبه حیاتی از تحقیقات در این زمینه تبدیل شده است (Gudiña and Teixeira., 2022).

از مراحل اولیه در فرایند غربالگری، استفاده از تکنیک‌های غربالگری سنتی است. در این روش از آزمایش‌های مورفولوژیکی و بیوشیمیایی مختلف مانند واکنش گرم، مورفولوژی سلولی، تست کاتالاز، تشکیل اسپور، احیای نیترات، آزمایش ایندول، تولید گاز و تخمیر قندهایی مانند ساکارز، گالاکتوز، سوربیتول، مانیتول، رافینوز، آرابینوز، لاکتوز، سوربوز، زایلوز و فروکتوز استفاده می‌گردد. در ادامه از روش‌های دیگری مانند آزمایش فعالیت همولیتیکی سویه‌ها استفاده می‌گردد. در این روش از محیط کشت Blood Agar استفاده می‌شود؛ زیرا خون گوسفند موجود در محیط کشت به ایجاد سموم همولیتیک آزاد شده توسط باکتری حساس است و در

صورتی که همولیز یا تجزیه گلبول‌های قرمز خون رخ دهد، هاله یا مناطق همولیتیک در اطراف کلنی‌ها تشکیل می‌شود (Nataraj et al., 2021). از روش‌های مهم دیگر غربالگری باکتری‌های اسیدلاکتیک مولد بیوسورفکتانت، تکنیک سنجش فروپاشی قطره‌ای[35] و تست پخش روغن[36] می‌باشد. در تکنیک سنجش فروپاشی قطره ای روغن گیاهی را بر روی پلیت ریخته و سپس سوپرناتانت کشت مورد نظر را بر روی آن اضافه می‌کنند. در صورتی که قطره صاف تشکیل گردد، سویه مورد نظر توانایی تولید بیوسورفکتانت را دارد. در روش تست پخش روغن نیز آب مقطر را بر روی پتری ریخته و سپس روغن گیاهی را به آن اضافه کرده و بعد یک قطره از مایع رویی کشت آرام بر روی مرکز ریخته و در نهایت قطر هاله شفاف تشکیل شده را اندازه می‌گیرند (Kaur et al., 2015). تکنیک مهم دیگر تشخیص ظرفیت امولسیون سازی سویه مورد نظر می‌باشد. در این روش از شاخص E_{24} استفاده می‌شود. در واقع شاخص E_{24} روشی سریع برای تعیین توانایی امولسیون سازی و قدرت مواد فعال سطحی است. در این روش روغن گیاهی و مایع رویی کشت را با یکدیگر مخلوط کرده و در نهایت با استفاده از ورتکس به شدت مخلوط می‌کنند و بعد از ۲۴ ساعت امولسیون مورد نظر تشکیل شده و نسبت ارتفاع امولسیون تشکیل شده به ارتفاع کلی ستون مایع، شاخص E_{24} را نشان می‌دهد. جهت شناسایی دقیق‌تر سویه‌های مولد بیوسورفکتانت از روش‌های مولکولی مانند 16s rRNA استفاده می‌شود (Gudiña and Teixeira., 2022).

تولید بیوسورفکتانت‌ها توسط باکتری‌های اسیدلاکتیک

آنزیم‌های کلیدی دخیل در بیوسنتز بیوسورفکتانت 4-phosphopantetheinyl transferase و سیستم تخصصی سنتازهای پپتیدی غیر ریبوزومی (NRPSs) می‌باشند. این ژن ساختاری از چهار ژن بیوسنتزی *srfAA*، *srfAB*، *srfAC* و *srfAD* تشکیل شده است و ژن‌های جانبی خاصی مانند پروتئین‌های ناقل و تنظیم کننده نیز وجود دارند. به طور کلی سنتز بیوسورفکتانت با آنزیم 4-phosphopantetheinyl transferase شروع می‌شود (Rodrigues and Rodrigues., 2023).

بیوسورفکتانت‌های تولید شده توسط باکتری‌های اسیدلاکتیک در مقایسه با سایر بیوسورفکتانت‌های تولید شده توسط گونه‌هایی مانند باسیلوس‌ها یا سودوموناس‌ها محدودیت‌هایی را نشان می‌دهند. باتوجه به این که بیشتر بیوسورفکتانت‌های باکتری‌های اسیدلاکتیک به غشای سلولی مرتبط هستند، برای بازیابی آن‌ها به فرآیند استخراج نیاز است. سایر محدودیت‌ها شامل تولید مقادیر کم بیوسورفکتانت و اثر بخشی کمتر آن‌ها می‌باشد. همچنین ساختار پیچیده‌ای دارند و اطلاعات در مورد ساختار شیمیایی بیوسورفکتانت‌های باکتری‌های اسیدلاکتیک کمیاب است. با این حال، اگرچه باکتری‌های اسیدلاکتیک به تولید مقادیر کمتر بیوسورفکتانت در مقایسه با سایر باکتری‌ها معروف است، اما اکثر آن‌ها ایمن شناخته می‌شوند و معمولاً در صنایع غذایی استفاده می‌شوند (SATRIA., 2022). امروزه رویکردهایی جهت رفع مشکل تولید مقادیر کم بیوسورفکتانت‌ها توسط باکتری‌های اسیدلاکتیک مورد استفاده قرار گرفته‌اند. محققین استراتژی‌هایی مانند بهینه سازی شرایط رشد، انتخاب سوبسترا و بستر مناسب، تنش و مهندسی ژنتیک را به کار گرفته‌اند. استفاده از جهش‌زایی تصادفی یکی از روش‌هایی است که جهت بهبود تولید بیوسورفکتانت توسط باکتری‌های اسیدلاکتیک بسیار مفید می‌باشد. Bouassida و همکاران در سال ۲۰۱۸ از ترکیبی از تابش اشعه ماوراءبنفش و تیمار اسید-نیتروژن برای به دست آوردن یک جهش در میکروارگانیسم‌ها جهت تولید دو برابر بیوسورفکتانت‌ها استفاده کردند (Bouassida et al., 2018). همچنین تکنیک‌هایی مانند روش سطح پاسخ[37] (RSM) و طراحی مرکب مرکزی[38] (CCD) چارچوب‌های آماری را برای بهینه‌سازی پارامترهای فرآیند، کاهش آزمایش‌های تجربی و در عین حال به حداکثر رساندن کارایی

[35] Drop Collapse Assay
[36] Oil Spreading Test
[37] Response Surface Methodology
[38] Central Composite Designs

تولید ارائه می‌دهند. از سوی دیگر، شبکه های عصبی مصنوعی مدل‌سازی پیش‌بینی‌کننده قدرتمندی را ارائه می‌کنند که می‌توانند روابط غیرخطی بین متغیرها را مدیریت کنند و روشی پیچیده برای بهینه‌سازی فرآیند ارائه می‌دهند. علاوه بر این روش‌های طراحی و مدل‌سازی، معادله اصلاح‌شده گومپرتز برای مدل‌سازی رشد میکروبی و سینتیک‌های تولید بیوسورفکتانت استفاده می‌شود و بینش‌هایی را در مورد مقیاس‌بندی فرآیندهای زیستی در طول زمان ارائه می‌دهد. در همین حال، پیشرفت‌ها در فناوری DNA نوترکیب، راه‌های جدیدی را برای افزایش بازده بیوسورفکتانت با اصلاح ژنتیکی میکروارگانیسم‌ها برای تولید بیش از حد این ترکیبات ارزشمند باز کرده است. این رویکردهای جایگزین با هم یک ابزار جامع برای غلبه بر چالش‌های تولید بیوسورفکتانت در مقیاس بزرگ فراهم می‌کنند و کاربرد صنعتی این سورفکتانت‌های دوست‌دار محیط‌زیست را در مقیاس تجاری ممکن می‌سازند (Das and Rao., 2024).

عوامل موثر بر تولید بیوسورفکتانت‌ها توسط باکتری‌های اسیدلاکتیک

جهت تولید بهینه و باکیفیت بیوسورفکتانت از یک سویه انتخاب شده از میکروارگانیسم، تعیین شرایط کشت اهمیت بسیاری دارد. دما، pH، منبع نیتروژن، منبع کربن، زمان انکوباسیون، همزدن و هوادهی از جمله عوامل موثر بر تولید بیوسورفکتانت‌ها توسط باکتری‌های اسیدلاکتیک به شمار می‌آیند (Sarubbo et al., 2022).

دما

دما بر رشد و فعالیت‌های متابولیکی باکتری‌های اسیدلاکتیک از جمله تولید بیوسورفکتانت تاثیر می‌گذارد. جهت دستیابی به حداکثر بازده تولید بیوسورفکتانت، باید شرایط دمایی بهینه حفظ شود. محدوده دمایی مطلوب برای تولید بیوسورفکتانت‌ها از باکتری‌های اسیدلاکتیک°C ۳۵-۳۰ است (Gayathiri et al., 2023).

pH

pH نقش مهمی در تولید بیوسورفکتانت‌ها دارد. محدوده pH بهینه برای تولید ترکیبات بیوسورفکتانت توسط باکتری‌های اسیدلاکتیک ۷- ۶ است. انحرافات قابل توجه از این محدوده ممکن است منجر به کاهش بهره‌وری یا مهار کامل تولید بیوسورفکتانت شود (Gayathiri et al., 2023).

منبع نیتروژن

منبع نیتروژن تأثیر قابل توجهی بر رشد میکروارگانیسم‌ها و سنتز بیوسورفکتانت‌ها دارد. انتخاب منبع نیتروژن به ترکیب محیط و میکروارگانیسم تولیدکننده بستگی دارد. منبع نیتروژن می‌تواند منشأ غیرآلی مانند نیترات و سولفات آمونیوم یا منشأ آلی مانند اوره، اسیدهای آمینه، عصاره مخمر و عصاره گوشت داشته باشد (Sarubbo et al., 2022).

منبع کربن

میکروب‌هایی که برای تولید بیوسورفکتانت‌ها استفاده می‌شوند، از طیف وسیعی از منابع کربن و انرژی برای رشد استفاده می‌کنند. نوع و غلظت منبع کربن مستقیماً بر رشد میکروارگانیسم، ساختار و بازده مولکول بیوسورفکتانت هدف تأثیر می‌گذارد. منابع کربن مختلفی برای تولید سورفکتانت‌های زیستی استفاده شده است. این منابع شامل مالت، ملاس، چربی حیوانی، روغن‌های گیاهی، باقیمانده‌های روغن، فرآورده‌های نفتی، محصولات لبنی می‌باشد (Sarubbo et al., 2022). در بین موارد ذکر شده ملاس چغندر قند به دلیل داشتن مقادیر بالای عناصر مناسب به ویژه کلسیم و آهن، منبع کربن مناسبی جهت تولید بیوسورفکتانت از باکتری‌های اسیدلاکتیک محسوب می‌شود. همچنین ملاس چغندرقند منبع ارزشمندی از اسید پانتوتنیک، اینوزیتول، عناصر کمیاب و تا حدی بیوتین است. در نتیجه، به طور گسترده به عنوان یک بستر کم هزینه در فرآیندهای تخمیر استفاده می‌شود (Ghasemi et al.,

2019). علاوه بر منبع کربن و نیتروژن نسبت کربن به نیتروژن نیز در تولید بیوسورفکتانت‌ها از اهمیت بسیاری برخوردار است. نسبت بهینه جهت تولید بیوسورفکتانت توسط باکتری‌های اسیدلاکتیک ۱۰ به ۱۳ می‌باشد (Gayathiri et al., 2023).

زمان انکوباسیون

بسته به فاز ایده آل رشد میکروبی برای تولید بیوسورفکتانت‌ها (نمایی یا ثابت)، زمان انکوباسیون می‌تواند از چند ساعت تا چند روز برای به دست آوردن حداکثر بهره‌وری متغیر باشد. در اکثر موارد تولید بیوسورفکتانت بهینه از سویه باکتریایی بین ۲۴ تا ۷۸ ساعت رشد متفاوت است (Gayathiri et al., 2023).

همزدن و هوادهی

هوادهی بیشتر به نفع تولید بیوسورفکتانت‌هایی با بازده بالاتر است. همچنین مطالعات در مورد اثرات هم زدن نشان می‌دهد که افزایش نرخ همزدن از ۵۰rpm به ۲۰۰rpm ، نرخ رشد را از ۰/۲ به ۰/۷۲ در ساعت افزایش می‌دهد و در این حالت، حداکثر بازده بیوسورفکتانت می‌تواند به دست آید؛ زیرا سطح اکسیژن محلول سیستم به طور قابل توجهی با افزایش نرخ هم زدن از ۰/۱ به ۰/۵۵ mg/L تغییر کرده است؛ بنابراین، رشد سلولی به طور قابل توجهی تحت تأثیر سطوح بالاتر اکسیژن محلول قرار می‌گیرد که منجر به سنتز بیوسورفکتانت بالاتری می‌شود (Sarubbo et al., 2022).

ویژگی‌های بیوسورفکتانت‌های مشتق شده از باکتری‌های اسیدلاکتیک

به طورکلی بیوسورفکتانت‌ها توسط جنس‌های مختلف باکتریایی تولید می‌شوند. در این میان بیوسورفکتانت‌های مشتق شده از باکتری‌های اسید لاکتیک به دلیل کاربردهای بیوتکنولوژی بالقوه‌شان مورد توجه قرار گرفته‌اند. *Lactobacillus delbrueckii* ، *Lactiplantibacillus pentosus*، *Lactobacillus paracasei*، *Lactococcus lactis*، *Lactobacillus plantarum* و *Ligilactobacillus agilis*از جمله باکتری‌های اسیدلاکتیک پرکاربردی هستند که جهت تولید بیوسورفکتانت‌ها شناسایی شده‌اند (Rodrigues and Rodrigues., 2023). این بیوسورفکتانت‌های تولید شده دارای ویژگی‌های مشترکی با سورفکتانت‌های مصنوعی مانند کاهش کشش سطحی، ظرفیت کف کردن، امولسیون سازی، قابلیت تثبیت و حلالیت هستند. اما با این حال، بیوسورفکتانت های تولید شده توسط باکتری‌های اسیدلاکتیک دارای خواص اضافی‌ای نیز هستند که سبب برتری آن‌ها نسبت به سورفکتانت‌های مصنوعی گردیده است (Sarubbo et al., 2022).

از مهم ترین ویژگی‌های بیوسورفکتانت‌ها به ویژه بیوسورفکتانت‌های تولید شده توسط باکتری‌های اسیدلاکتیک می‌توان به سمیت پایین آن‌ها اشاره کرد. در واقع بر خلاف سورفکتانت‌های مصنوعی که با آب واکنش می‌دهند و سبب ایجاد تجمع زیستی در حیوانات و سایر موجودات زنده می‌شوند و سمیت بسیار زیادی دارند، بیوسورفکتانت‌ها به طور قابل توجهی برای گیاهان و جانوران سمیت پایینی دارند و به علت خاصیت زیست تخریب پذیری خود به راحتی توسط میکروارگانیسم‌های موجود در محیط‌های آبی و خاکی تجزیه می‌شوند. همچنین این بیوسورفکتانت‌ها به صورت قوی‌تر و موثرتر نسبت به سورفکتانت‌های شیمیایی به کاهش کشش سطحی و فشار سطحی کمک می‌کنند و بنابراین در مقایسه با سورفکتانت‌های شیمیایی جهت تاثیرگذاری، مقدار کمتری مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین این بیوسورفکتانت‌ها نسبت به بسیاری از پارامترهای محیطی مانند pH، دما، غلظت نمک و ... مقاومت بیشتری دارند در صورتی که سورفکتانت‌های مصنوعی تحت چنین شرایطی ممکن است غیر فعال شوند (Vallejo et al., 2021).

یکی دیگر از ویژگی های مهم بیوسورفکتانت‌های مشتق شده از میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک مانند باکتری‌های اسیدلاکتیک، خواص ضد میکروبی آن‌هاست. در واقع این بیوسورفکتانت‌ها فعالیت ضد میکروبی گسترده‌ای در برابر باکتری‌ها، قارچ‌ها و مخمرها دارند و این پتانسیل آنتی‌بیوتیکی به عنوان یک روش جدید جهت حذف پاتوژن‌ها دیده می‌شود و این ترکیبات به عنوان جایگزینی

برای آنتی‌بیوتیک‌های معمولی برای استفاده انسانی مورد استفاده قرار می‌گیرند. مکانیسم عمل این بیوسورفکتانت‌ها بدین صورت است که به دلیل طول کوتاه زنجیره به راحتی می‌توانند به دیواره سلولی باکتری‌ها نفوذ کرده و آن را مختل کنند. همچنین برخی از آن‌ها می‌توانند با ایجاد اختلال در ساختار غشای خارجی، ویروس‌ها را غیر فعال کنند (De Giani et al., 2021). همچنین این بیوسورفکتانت‌ها نقش ضد التهابی نیز دارند. بیوسورفکتانت‌هایی مانند گلیکولیپیدها و لیپوپپتیدها با کاهش جریان سیتوکین نقش دفاعی خود را در سرکوب التهاب با موفقیت ایجاد کرده‌اند. در واقع به دنبال هر گونه پاسخ التهابی در بدن، بیوسورفکتانت‌ها تولید گونه‌های فعال اکسیژن و پروتئین‌های کاتیونی را القا می‌کنند (Subramaniam et al., 2020).

کاربرد بیوسورفکتانت‌ها در صنعت غذا

در سال‌های اخیر استفاده از بیوسورفکتانت‌ها به عنوان یک عامل چند منظوره (امولسیفایر، پخش کننده، عوامل مرطوب کننده و حل کننده) در فرمولاسیون مواد غذایی به ویژه غذاهای لبنی، شورتنینگ‌ها و مارگارین، محصولات پخته شده، سس‌های سالاد و غیره بسیار مورد توجه قرار گرفته است. باتوجه به این که این ترکیبات طبیعی با سمیت پایین، احتمالا اثر نامطلوبی بر سلامت انسان ندارند و به طور کلی ایمن در نظر گرفته می‌شوند، می‌توان از آنها جهت بهبود فرمولاسیون مواد غذایی با تغییر ویسکوزیته یا تغییر جنبه‌های بافتی و هم چنین مهار رشد برخی از میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا به عنوان نگهدارنده استفاده کرد. همچنین به دلیل عملکرد آنتی‌اکسیدانی بیوسورفکتانت‌ها و پایداری در برابر تغییرات اسیدیته، قلیایی بودن، مقاومت در برابر فساد ناشی از اکسیداسیون را افزایش می‌دهند. در واقع این بیوسورفکتانت‌ها سبب افزایش ماندگاری، کیفیت و ایمنی مواد غذایی می‌شوند. در نتیجه بیوسورفکتانت‌ها می‌توانند جایگزین بسیار مناسب افزودنی‌هایی شوند که در صورت مصرف بیش از حد می‌توانند برای سلامتی مضر واقع شوند (Ribeiro et al., 2020).

به طور کلی بیوسورفکتانت‌ها کاربردهای متعددی در زمینه مواد غذایی دارند. بیوسورفکتانت‌های مشتق شده از باکتری‌های اسیدلاکتیک با توجه به GRAS بودن این میکروارگانیسم‌ها جایگزین ایمن‌تری محسوب می‌شوند. این بیوسورفکتانت‌ها به دلیل توانایی آن‌ها در کاهش کشش سطحی در فرمولاسیون مواد غذایی جایگزین می‌شوند تا به شکل گیری و تثبیت امولسیون کمک کنند و در نهایت موجب بهبود کیفیت، ظاهر و ماندگاری محصول می‌شوند. آن‌ها همچنین می‌توانند پراکندگی طعم‌ها، رنگ‌ها و مواد مغذی را در محصولات غذایی افزایش دهند. از جمله کاربردهای دیگر این نوع بیوسورفکتانت‌ها کنترل تراکم گلبول‌های چربی، تثبیت سیستم‌های هوادهی، بهبود بافت و ماندگاری محصولات حاوی نشاسته، اصلاح خواص رئولوژیکی خمیر گندم و بهبود قوام و بافت محصول مبتنی بر چربی است (Barbosa et al., 2023). بیوسورفکتانت‌ها به عنوان عوامل کف کننده نیز شناخته می‌شوند و در محصولاتی مانند بستنی و یا خامه فرم گرفته کاربرد بسیاری دارند و به ایجاد کف‌های پایدار کمک می‌کنند و ویژگی‌های حسی محصول را بهبود می‌بخشند. در واقع نقش مهمی در کنترل تجمع گلبول‌های چربی، تسهیل پیوند پروتئین-چربی، ایجاد بافت نرم‌تر در مخلوط، کاهش اندازه ذرات کریستال‌های یخ و سلول‌های هوا، کاهش زمان هم زدن ایفا می‌کنند و در نهایت باعث افزایش ماندگاری محصول و افزایش بافت می‌شوند. علاوه بر این، بیوسورفکتانت‌ها قوام و بافت محصولات لبنی را نیز بهبود می‌بخشند. بیوسورفکتانت‌ها در صنعت نانوایی نیز نقش مهمی دارند و استفاده از آن‌ها منجر به بهبود ترکیب همگن مواد، افزایش بافت حجم نان، افزایش ظرفیت حفظ رطوبت خمیر و در نهایت بهبود بافت محصول نهایی می‌شود (Jain et al., 2023). همچنین بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند که بیوسورفکتانت‌های تولید شده از میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک از رشد عفونت‌های اکتسابی بیمارستانی بر روی سطوح بی‌جان جلوگیری می‌کنند. علاوه بر این، کاربرد قابل توجهی از بیوسورفکتانت را می‌توان به عنوان عوامل ضد اتصال و چسبندگی برای مبارزه با کلونیزاسیون میکروارگانیسم‌های بیماری زا مشاهده کرد. استفاده از بیوسورفکتانت بر روی هر سطحی، آب

گریزی آن را اصلاح می‌کند و در چسبندگی میکروبی دخالت می‌کند. نقش بیوسورفکتانت‌ها در چسبندگی میکروبی به طور گسترده مشخص شده است و یک استراتژی بالقوه برای محدود کردن چسبندگی میکروبی توسط پاتوژن‌ها در بخش‌های مختلف، از جمله کاربردهای زیست پزشکی و صنایع فرآوری مواد غذایی ایجاد می‌کند (SATRIA., 2022).

نگرانی‌ها

بیوسورفکتانت‌ها دارای مزایای متعددی از جمله قابلیت تجزیه زیستی، سمیت کم و کاربردهای متنوع در صنایع مختلف هستند. با این حال، مانند هر فناوری نوظهور، نگرانی‌هایی در زمینه تولید، پیامدهای زیست محیطی و قابلیت تجاری آن‌ها باقی می‌ماند که نیاز به ارزیابی محتاطانه و استقرار مسئولانه را برانگیخته است.

یکی از نگرانی‌های اولیه پیرامون بیوسورفکتانت‌ها در راندمان تولید آن‌ها نهفته است. در واقع بهره‌وری پایین همراه با هزینه‌های تولید بالا، فرآیندهای پیچیده زیستی و تصفیه در نهایت تولید تجاری بیوسورفکتانت‌ها را خنثی می‌کند. بنابراین ایجاد تعادل بین روش‌های تولید مقرون به صرفه و منبع‌یابی پایدار مواد اولیه برای رسیدگی به این چالش‌ها بسیار مهم است (Thakur et al., 2023). یکی دیگر از نگرانی‌های عمده سمیت سطحی بیوسورفکتانت‌ها می‌باشد. بیوسورفکتانت‌ها به دلیل وجود ویژگی‌های مطلوب مختلف برای کاربردهای غذایی و درمانی در مطالعات مختلف پیشنهاد شده‌اند. با این حال، به دلیل سمیت سطحی، بیوسورفکتانت ها برای استفاده گسترده توصیه نمی‌شوند. همچنین اثر سمی این ترکیبات بر بدن انسان و اثرات سمی در مورد افراد آلرژیک هنوز مورد مطالعه قرار نگرفته است و غلظت بهینه جهت استفاده از آن‌ها مشخص نشده است (Decesaro et al., 2017). بنابراین مطابق با دستورالعمل‌های سازمان غذا و داروی ایالات متحده (FDA) مطالعات غیر بالینی جهت ارزیابی جنبه‌های ایمنی بیوسورفکتانت‌ها از اهمیت بسیاری برخوردار است. همچنین شورای بین المللی هماهنگ سازی (ICH) تاکید می‌کند مطالعات فارماکولوژی ایمنی مربوط به بیوسورفکتانت‌ها مانند مطالعات سم شناسی حاد و مزمن و پتانسیل سرطان زایی انجام شود. درواقع داروسازان اروپایی توصیه می‌کنند که برای هر بیوسورفکتانتی که مورد استفاده انسانی اعم از صنایع غذایی، دارویی و پزشکی قرار می‌گیرند، باید داده های مربوط به ساختار و سم شناسی بیوسورفکتانت مورد نظر به صراحت در دسترس باشد و مستندات مربوط به منشاء، پردازش زیستی، خالص‌سازی، ساختار و آزمایش‌های فیزیکوشیمیایی مطابق با دستورالعمل تهیه شود (Thakur et al., 2023).

چشم اندازهای آینده

شکاف بزرگی در مطالعاتی که بهبود بازده تولید بیوسورفکتانت را توسط باکتری‌های اسیدلاکتیک نشان می‌دهند، وجود دارد. مطالعات کمی روی استفاده از روش هایی جهت بهینه‌سازی محیط کشت و انتخاب بستر مناسب متمرکز شده‌اند، اما تلاش‌ها کافی نیست زیرا بازده تولید نمی‌تواند با تقاضاهای تجاری مطابقت داشته باشد (Thakur et al., 2023). به طور کلی موفقیت تجاری بیوسورفکتانت‌ها در حال حاضر به دلیل هزینه بالای تولید محدود شده است. بهینه‌سازی شرایط رشد و تولید با استفاده از بسترهای ارزان‌تر تجدیدپذیر و روش‌های جدید و کارآمد پردازش چند مرحله‌ای پایین‌دست می‌تواند تولید بیوسورفکتانت را سودآورتر و از نظر اقتصادی امکان‌پذیر کند. علاوه بر این، استفاده از سویه‌های میکروبی نوترکیب و جهش یافته، قادر به رشد بر روی طیف گسترده ای از بسترهای ارزان، می‌توانند بیوسورفکتانت‌هایی با عملکرد بالا تولید کنند و به طور بالقوه، پیشرفت مورد نیاز برای تولید اقتصادی خود را به ارمغان بیاورند. بنابراین، مطالعات آینده باید بر روی مطالعات نوترکیبی ژنتیکی و انتقال ژن برای توسعه باکتری‌های اسیدلاکتیک تولید کننده بیوسورفکتانت تمرکز کنند. همچنین مطالعات کمی در زمینه استفاده از ابزارهای آماری جهت بهبود تولید بیوسورفکتانت‌ها صورت گرفته است. بنابراین، ابزارهای آماری و طراحی آماری، مانند روش سطح پاسخ (RSM) و طرح‌های فاکتوریل، می‌توانند ابزار مفیدی جهت بهینه‌سازی و به حداکثر رساندن تولید بیوسورفکتانت‌ها و تعیین تأثیرگذارترین عوامل تولید

بیوسورفکتانت باشد که در نهایت منجر به استراتژی‌های بهبود برای تولید بیوسورفکتانت می‌شود (Das and Rao., 2024). یکی دیگر از زمینه‌های تحقیقاتی در آینده کاربرد بیوسورفکتانت‌ها در پاک سازی زیستی[39] به ویژه پاک سازی آلودگی‌های صنعت غذا خواهد بود (Banat et al., 2010). از دیگر زمینه‌های مطالعاتی آتی که پیرامون آن کمتر مطالعاتی صورت گرفته است، استفاده از مدلسازی ریاضی و هوش مصنوعی جهت پیش بینی توده سلولی و غلظت بیوسورفکتانت می‌باشد که به عنوان مثال معادلات ریاضی مانند معادله لجستیک اصلاح شده و شبکه‌های عصبی مصنوعی در این زمینه نتایج مناسبی خواهد داد (Vallejo et al., 2021).

نتیجه گیری

این مطالعه با هدف مرور مطالعات قبلی در زمینه شناسایی باکتری‌های اسیدلاکتیک مولد بیوسورفکتانت، عوامل موثر بر تولید آن‌ها و استفاده از بیوسورفکتانت‌های مشتق شده از باکتری‌های اسید لاکتیک در صنایع غذایی انجام شد. این بیومولکول‌ها باتوجه به خواص منحصربه فرد خود کاربردهای گسترده‌ای در صنایع مختلف به ویژه در صنعت غذا دارند. از نظر کاربرد در صنایع غذایی، بیوسورفکتانت‌ها را می‌توان برای امولسیون سازی و پراکندگی مواد غذایی، تثبیت امولسیون‌های غذایی و بهبود بافت غذا استفاده کرد. آن‌ها همچنین می‌توانند به عنوان عوامل ضد میکروبی عمل کنند و نیاز به نگهدارنده‌های مصنوعی را کاهش دهند. با این حال، نگرانی‌هایی وجود دارد که باید در مورد استفاده از بیوسورفکتانت‌ها در صنایع غذایی مورد توجه قرار گیرد. یکی از نگرانی‌های اصلی، تایید قانونی برای استفاده از آن‌ها به عنوان افزودنی‌های غذایی و همچنین حساسیت یا سمیت بالقوه این بیوسورفکتانت‌ها است و تحقیقات بیشتری برای اطمینان از ایمنی و کارایی کاربرد بیوسورفکتانت در صنایع غذایی مورد نیاز است. با وجود این نگرانی‌ها، چشم اندازهای آینده برای بیوسورفکتانت‌ها در صنایع غذایی امیدوار کننده است. تقاضای فزاینده‌ای برای جایگزین‌های طبیعی و پایدار در تولید مواد غذایی وجود دارد و بیوسورفکتانت‌های مشتق شده از باکتری‌های اسیدلاکتیک راه حل بالقوه‌ای را ارائه می‌دهند. با تحقیق و توسعه مداوم، این بیوسورفکتانت‌ها می‌توانند نقش مهمی در بهبود کیفیت و ایمنی محصولات غذایی در آینده داشته باشند.

منابع

Alkan, Z., Erginkaya, Z., Konuray, G., & TURHAN, E. Ü. (2019). Production of biosurfactant by lactic acid bacteria using whey as growth medium. Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences, 43(5), 676-683.

Banat, I. M., Franzetti, A., Gandolfi, I., Bestetti, G., Martinotti, M. G., Fracchia, L., ... & Marchant, R. (2010). Microbial biosurfactants production, applications and future potential. Applied microbiology and biotechnology, 87, 427-444.

Barbosa, J. R., da Silva Martins, L. H., da Silva, S. B., Santos Filho, A. F., Komesu, A., de Oliveira, J. A. R., & de Carvalho Junior, R. N. (2023). Application of biosurfactant as a stabilizer in aerated foods. In Applications of Next Generation Biosurfactants in the Food Sector (pp. 137-148). Academic Press.

Bouassida, M., Ghazala, I., Ellouze-Chaabouni, S., & Ghribi, D. (2018). Improved biosurfactant production by Bacillus subtilis SPB1 mutant obtained by random mutagenesis and its application in enhanced oil recovery in a sand system. Journal of microbiology and biotechnology, 28(1), 95-104.

Das, S., & Rao, K. B. (2024). A comprehensive review of biosurfactant production and its uses in the pharmaceutical industry. Archives of Microbiology, 206(2), 60.

[39] Bioremediation

De Giani, A., Zampolli, J., & Di Gennaro, P. (2021). Recent trends on biosurfactants with antimicrobial activity produced by bacteria associated with human health: different perspectives on their properties, challenges, and potential applications. Frontiers in microbiology, 12, 655150.

Decesaro, A., Machado, T. S., Cappellaro, Â. C., Reinehr, C. O., Thomé, A., & Colla, L. M. (2017). Biosurfactants during in situ bioremediation: factors that influence the production and challenges in evalution. Environmental Science and Pollution Research, 24, 20831-20843.

Gayathiri, E., Prakash, P., Pratheep, T., Ramasubburayan, R., Thirumalaivasan, N., Gaur, A., ... & Rengasamy, K. R. (2023). Bio surfactants from lactic acid bacteria: an in-depth analysis of therapeutic properties and food formulation. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 1-25.

Ghasemi, A., Moosavi-Nasab, M., Setoodeh, P., Mesbahi, G., & Yousefi, G. (2019). Biosurfactant production by lactic acid bacterium Pediococcus dextrinicus SHU1593 grown on different carbon sources: strain screening followed by product characterization. Scientific reports, 9(1), 5287.

Gudiña, E. J., & Teixeira, J. A. (2022). Bacillus licheniformis: the unexplored alternative for the anaerobic production of lipopeptide biosurfactants?. Biotechnology Advances, 60, 108013.

Jain, A., Khan, H. W., & Jain, P. (2023). Application of biosurfactant as versatile additives or ingredients of food processing. In Applications of Next Generation Biosurfactants in the Food Sector (pp. 111-135). Academic Press.

Kaur, S., Kaur, P., & Nagpal, R. (2015). In vitro biosurfactant production and biofilm inhibition by lactic acid bacteria isolated from fermented food products. International Journal of Probiotics & Prebiotics, 10(1), 17.

Nataraj, B. H., Ramesh, C., & Mallappa, R. H. (2021). Characterization of biosurfactants derived from probiotic lactic acid bacteria against methicillin-resistant and sensitive Staphylococcus aureus isolates. Lwt, 151, 112195.

Ribeiro, B. G., de Veras, B. O., dos Santos Aguiar, J., Guerra, J. M. C., & Sarubbo, L. A. (2020). Biosurfactant produced by Candida utilis UFPEDA1009 with potential application in cookie formulation. Electronic Journal of Biotechnology, 46, 14-21.

Rodrigues, J. L., & Rodrigues, L. R. (2023). Synthetic biology approaches for biosurfactants production by lactic acid bacteria. In Lactic Acid Bacteria as Cell Factories (pp. 311-334). Woodhead Publishing.

Sarubbo, L. A., Maria da Gloria, C. S., Durval, I. J. B., Bezerra, K. G. O., Ribeiro, B. G., Silva, I. A., ... & Banat, I. M. (2022). Biosurfactants: Production, properties, applications, trends, and general perspectives. Biochemical Engineering Journal, 181, 108377.

SATRIA, A. H. B. M. (2022). Isolation and characterization of biosurfactant-producing lactic acid bacteria from sauerkraut. Enhanced Knowledge in Sciences and Technology, 2(2), 060-069.

Subramaniam, M. D., Venkatesan, D., Iyer, M., Subbarayan, S., Govindasami, V., Roy, A., ... & Vellingiri, B. (2020). Biosurfactants and anti-inflammatory activity: A potential new approach towards COVID-19. Current opinion in environmental science & health, 17, 72-81.

Thakur, B., Kaur, S., Tripathi, M., & Upadhyay, S. K. (2023). Exploring the potential of lactic acid bacteria and its molecular mechanism of action in the development of biosurfactants: Current finding and future outlook. Biotechnology and Genetic Engineering Reviews, 1-32.

Vallejo, C. M., Restrepo, M. A. F., Duque, F. L. G., & Díaz, J. C. Q. (2021). Production, characterization and kinetic model of biosurfactant produced by lactic acid bacteria. Electronic Journal of Biotechnology, 53, 14-22.

Investigation of biosurfactants derived from lactic acid bacteria and its application in optimizing the formulation of food products

Nazanin Taheri Nasab, Mohammad Reza Edalatian Dovom

[1] MSc student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

[2] Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Corresponding Author: Nazanin.taherinasab79@gmail.com

Abstract

Today, there is an increasing interest in research on the production of secondary metabolites derived from microorganisms. Biosurfactants are secondary metabolites, amphiphilic compounds and surface active molecules produced by different species of bacteria, yeast and fungi, which are used in various industries, especially food industries, due to their stability, non-toxicity, resistance to temperature and pH and biodegradability. They have many uses and significantly increase food safety through different mechanisms. Despite many advantages, the commercial use of biosurfactants is limited, especially in the food industry, due to economic reasons including low efficiency and high production cost. Therefore, today researchers are looking for an economic method to improve performance and increase production efficiency. In the present study, biosurfactants produced from lactic acid bacteria are focused. This article tries to provide a comprehensive review of the identification of biosurfactant-producing lactic acid bacteria, production of biosurfactants, optimization of factors affecting production, characteristics of biosurfactants and their potential application in the food industry, concerns and future prospects in this direction. In general, it is important to pay attention to the development and improvement of the efficiency of biosurfactants in order to progress in various fields such as food, agriculture, pharmaceutical and biotechnology industries.

Keywords: Food industry, Lactic acid bacteria, Secondary metabolites, Biosurfactant, Food safety



بررسی تاثیر سطوح مختلف ملاس در بهبود عملکرد خمیر ترش در نان های حجیم

سید حسین رضوی زادگان جهرمی[1*]، ملیکا زمانی[2]

[1]استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[2]دانشجوی کارشناسی گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[*]نویسنده مسوول: sh.razavizadegan@iut.ac.ir

چکیده

خمیر ترش یکی از قدیمی ترین و ارزنده ترین روش های تخمیری می باشد که تا به امروز در محصولات نانوایی تخمیری به وفور استفاده می شود. در این تحقیق با استفاده از روش های سنتی تولید خمیر ترش، نان حجیم به روش سنتی تولید شد. بمنظور بهبود عملکرد خمیر ترش در تخمیر نان، از سطوح مختلف ملاس (۱/۵، ۳ و ۴/۵ درصد وزنی بر مبنای وزن آرد) در تلقیحات روزانه به خمیر ترش افزوده شد و ویژگی های کیفی و ماندگاری نان حجیم با استفاده از دستگاه بافت سنجی و تکنیک پردازش تصویر بررسی شد. نتایج نشان داد که نمونه های نان حجیم تهیه شده از خمیر ترش تیمار شده با ملاس بصورت معنی داری نسبت به نمونه های شاهد (نان تهیه شده از خمیر ترش فاقد ملاس) دارای بافتی نرمتر بوده و دیرتر بیات شدند که در این بین سطوح ۱/۵ و ۴/۵ درصد ملاس تاثیر بیشتری در تاخیر بیاتی داشتند. ارزیابی های رنگ و تخلخل بافت نان حجیم نشان داد که نمونه های تیمار شده بافتی سفیدتر و تخلخلی بیشتر از نمونه شاهد داشتند. همچنین نتایج نشان داد که حجم مخصوص نمونه های تیمار شده با شاهد تفاوت معنی داری نداشت. لذا استفاده از این روش برای ارتقاء ویژگی های کیفی و ماندگاری نان حجیم بر پایه خمیر ترش پیشنهاد می گردد.

واژگان کلیدی: نان حجیم، خمیر ترش، ملاس، تخمیر

مقدمه

نان یکی از محصولات غذایی و آردی است که قوت غالب افراد در سرتاسر جهان است. شدت مصرف نان در کشورهای مختلف متفاوت بوده اما در اغلب آنها بعنوان یک کالای استراتژیک جا افتاده است. در دنیا انواع مختلفی از نان یافت می شود که نان های حجیم بخش قابل توجهی از آنها را به خود اختصاص می دهند. در ایران، نان حجیم نان بومی و سنتی کشور نبوده و مصرف کمتری دارد اما کم و بیش در کشور تولید و مصرف می گردد. مشاهده شده است که اغلب اینگونه نان ها توسط خطوط اتوماتیک و نیمه اتوماتیک در کشور تولید و عرضه می گردند (Abedfar et al., 2019).

از منظری دیگر، نان ها را به دو نوع تخمیری و غیر تخمیری تقسیم بندی می کنند (Knez et al., 2014). تولید گاز و ورآمدن خمیر در نان های غیر تخمیری توسط ترکیبات شیمیایی تولید گننده گاز دی اکسید کربن نظیر بیکربنات سدیم یا جوش شیرین است. در نان های تخمیری معمولاً فرآیند تخمیر می تواند توسط مخمر ساکارومایسس سرویزیه و یا خمیر ترش صورت می گیرد.

خمیر ترش یکی از قدیمی ترین روش های بیوتکنولوژی در رسیدن و ورآمدن خمیر می باشد که در گذشته های بسیار دور مورد استفاده قرار گرفته است (Röcken & Voysey, 1995). منظور از خمیر ترش، مخلوط آرد و آب می باشد که در طی مدت زمان طولانی توسط میکروفلورهای طبیعی خود آرد، متابولیت های مختلفی از جمله اگزو پلی ساکارید ها واسید های آلی تولید شود و قابلیت تولید گاز در فرآورده های تخمیری آردی را داشته باشد. میکروفلورهای طبیعی آرد اغلب شامل مخمر و باکتری های اسید لاکتیک که به اختصار با عنوان LAB شناخته می شوند می باشد. معمولاً خمیر های ترش به انواع مختلفی طبقه بندی می شوند. دسته اول بدین صورت است که آرد و آب با نسبت برابر مخلوط شده و در فواصل معینی میزان آب و آرد با نسبت معین به آنها افزوده می شود تا یک دوره زمانی ۷ روزه را طی کنند. در انتهای دوره بوی ترشیدگی و بار میکروبی قابل توجه کاملاً ایجاد می شود. این نوع از خمیر ترش را بعنوان خمیر ترش های سنتی نیز می شناسند. دسته دوم، خمیر ترش هایی هستند که بعنوان خمیر ترش مایع می شناسند. درصورتی که خمیر ترش را از طریق تخمیر کنترل شده در یک بیوراکتور تحت سویه های میکروبی خاص و شرایط دمایی و زمانی و پارامترهای کنترل شده دیگر قرار دهیم در نهایت خمیر ترش مایع حاصل خواهد شد. دسته سوم خمیر ترش، خمیر ترش خشک یا پودر خمیر ترش می باشد که اغلب بیشترین استفاده و کاربرد خمیر ترش در صنعت این نوع خمیر ترش می باشد. در این نوع، در صورتی که خمیر ترش سنتی یا مایع که بصورت تخمیر خودبخودی یا کنترل شده تولید شده است را توسط دستگاه خشک کن پاششی پودر کنید این نوع خمیر ترش حاصل می شود. در مواقعی که میزان فلور میکروبی در اینگونه مواقع کاهش یابد، بصورت مستقیم فلور میکروبی را به حد مورد نظر خواهند رساند (Chavan & Chavan, 2011).

از مزیت های استفاده از خمیر ترش می توان به افزایش زمان ماندگاری میکروبی، کاهش بیاتی نان، تشدید میزان گاز تولیدی، افزایش حجم نان، بهبود طعم نان و افزایش ارزش غذایی نان اشاره کرد (Gobbetti et al., 2014). تخمیر توسط خمیر ترش دو ویژگی اولیه را در خمیر ایجاد می کند. اولین آن، تولید گاز دی اکسید کربن و دومین آن تولید اسید می باشد. نقش و وظیفه گاز تولیدی در جهت ایجاد حجم و تخلخل در نان کاملاً واضح است. اسید های تولیدی توسط خمیر ترش از طرق مختلفی سبب بهبود

و تاخیر در بیاتی بافت نان می شوند. اولین مکانسیم آنها، تولید اسید در خمیر سبب کاهش pH خمیر شده و شرایط را از جهت محیطی برای آنزیم های تولیدی نظیر پروتئیاز ها و انواع آمیلازهایی که توسط فلورهای طبیعی آرد تولید شده اند فراهم می کند تا فعالیت آنها تشدید و بواسطه آن زنجیره های نشاسته (زنجیره های آمیلوز و آمیلوپکتین) تجزیه شده و از رتروگراداسیون جلوگیری شود. همچنین تشدید فعالیت پروتئیاز بر روی گلوتن سبب تجزیه بیشتر گلوتن شده و تاثیر بهتری در انجام واکنش مایلارد و طعم و رنگ نان ایفا می کند. مکانیسم دوم اسید های تولیدی این است که در حضور اسیدهای تولیدی بدلیل حضور یون هیدروژن، پروتئین گلوتن در این شرایط بار مثبت داشته و بدلیل دافعه الکترواستایک بسیار بالا ساختارش باز شده (دناتوره شده) و گروههای آبگریز در معرض قرار می گیرند. بدلیل حضور بیشتر گروههای باردار در ساختار پروتئین در این حالت جذب آب پروتئین افزایش یافته و در ادامه بدلیل برهمکنش های آبگریز و تجمعات گلوتنی خمیر حاصل خاصیت الاستیک می گیرد. لذا در نتیجه جذب آب و نرمی خمیر افزایش و خمیر الاستیک تر می شود (Arendt et al., 2007; Schober et al., 2003; Wehrle et al., 1997). متابولیت دیگری که در خمیر ترش بسیار اهمیت دارد، تولید پلی ساکارید های خارج سلولی یا EPS ها می باشند که اغلب توسط باکتری های اسید لاکتیک تولید می شوند. این پلی ساکارید قابلیت جایگزینی با پلی ساکارید های صنعتی مورد استفاده در صنعت نانوایی داشته و اغلب از طریق جذب آب، اتصال به زنجیره های نشاسته و جلوگیری از اتصال مجدد آمیلوز ها بهم و از طریق برهمکنش با شبکه گلوتن و تقویت آن سبب حفظ بیشتر آب در ساختار خمیر و جلوگیری از بیاتی نان می شود (Arendt et al., 2007). ابزار دیگر فلورهای میکروبی موجود در خمیر ترش تولید انواع آنزیم های پروتئیاز، آمیلاز و دیگر آنزیم ها نظیر فیتاز می باشد. لذا در اثر فعالیت این آنزیم ها علاوه بر بهبود بافت و عطر و طعم نان، میزان اسید فیتیک موجود در آرد های سبوس دار بدلیل ترشح آنزیم فیتاز بطور معنی داری کاهش می یابد. لذا این طیف وسیع از متابولیت های میکروبی سبب شده تا ویژگی های فیزیکو شیمیایی نان تولید با خمیر ترش نسبت به مخمر به تنهایی ارتقاء یابد.

فاکتورهای متعددی بر روی عملکرد و بهبود فعالیت خمیر ترش موثر است مانند نسبت آب به آرد، دمای تخمیر خمیر ترش، نوع استارتر و فلور میکروبی، اسیدیته محیط، نوع محیط کشت طبیعی و سوبسترایی که خمیر ترش بر آن اساس تولید می گردد (Chavan & Chavan, 2011). در این پژوهش با توجه به ارزش غذایی بسیار بالا و غنی بودت ترکیبی بنام ملاس که اغلب در اکثر فرآیندهای بیوتکنولوژی بعنوان سوبسترا استفاده می شود، تصمیم گرفته شده تاثیر آن بر کیفیت و عملکرد خمیر ترش بررسی شود.

ملاس چغندر قند یکی از ضایعات کارخانه تولید قند و شکر از چغندر قند در جهان می باشد. ملاس حاوی ۴۸-۴۷ درصد کل قند می باشد که بیشترین آن ساکارز می باشد. برخی از ترکیبات غیر قنی نیز در ملاس وجود دارد که در حین تصفیه از آن خارج نشده است نظیر اسید لاکتیک، اسید های چرب کوتاه زنجیر، محصولات حاصل از واکنش مایلارد و تجزیه استرکر. بخش غیر قندی ملاس بیشتر شامل املاح مانند پتاسیم، سدیم، کلسیم، منیزیم، آهن، مس و طیف وسیعی از ترکیبات زیست فعال که شامل پروتئین های خام مختلف، سوبستراهای غیر نیتروژنی، انواع اسید های آمینه و ویتامین ها بخصوص کمپلکس ویتامین ب و بیوتین می باشد. میزان پتاسیم ملاس به حدود ۳/۶ درصد نیز می رسد (Mladenović et al., 2016; Mustafa et al., 2023). این ترکیبات سبب شده است تا ملاس بعنوان یک سوبسترای بسیار مقوی و ارزان برای هر کاربردی از بیوتکنولوژی به وفور پیشنهاد گردد.

هدف از این تحقیق، بررسی تاثیر سطوح مختلف ملاس در بهبود عملکرد خمیر ترش بر کیفیت و ماندگاری نان حجیم بود. با توجه به غنای غذایی سوبسترای ملاس برای فعالیت های میکروبی، انتظار می رود که بتوان تولید متابولیت های خمیر ترش که تاثیر مثبتی بر کیفیت نان تولیدی دارند را بطور معنی داری تشدید کرد.

مواد و روش ها

مواد

آرد مورد استفاده در این تحقیق آرد ستاره (نول یا قنادی) بود که از بازار محلی تهیه شد. ملاس از کارخانه قند اصفهان تهیه گردید. ارزن و دیگر مواد مورد استفاده از بازار محلی در اصفهان تهیه شد.

روش ها

نحوه تهیه خمیر ترش به روش سنتی

در این تحقیق، خمیر ترش به روش سنتی طبق روش (Abedfar et al., 2020) با اندکی اصلاح تهیه شد. برای این منظور، ابتدا مقدار ۳۰ گرم آرد نول در یک ظرف شیشه ای درب دار توزین شد. مقدار ۳۰ گرم آب شهری با نسبت ۱:۱ (آرد:آب) با هم مخلوط شدند و با یک قاشق بخوبی همزده شد تا باقتی یکدست حاصل شود. این خمیر تهیه شده به مدت ۲۴ ساعت در دمای محیط قرار گرفت. در روز دوم مجدداً نسبت ۱:۱ از آرد و آب با اوزانی که در روز اول ذکر شده به نمونه مذکور اضافه شده و مجددا همزده شد تا یک بافت یکدست حاصل شود. مجدداً خمیر حاصل در دمای محیط برای بار دوم به مدت ۲۴ ساعت نگهداری شد. این روند با نسبت ۱:۱ آب و آرد با اوزان ذکر شده ادامه یافت تا روز پنجم. در روز پنجم خمیر ترش آماده برای مصرف بود . در این تحقیق ۴ تیمار اصلی بررسی شد. تیمار اول که نمونه شاهد بود که فاقد هر گونه ملاس می باشد. تیمار دوم مقدار ۱/۵ درصد وزنی بر مبنای وزن آرد، ملاس را به نمونه های خمیر ترش در هر روز که آرد و آب به خمیر ترش اضافه می گردید، تا روز پنجم افزوده شد. تیمار سوم مقدار ۳ درصد وزنی بر مبنای وزن آرد مشابه فرمول ۲ ملاس را به نمونه های خمیر ترش در هر روز تا روز پنجم افزوده شد. تیمار چهارم نیز مقدار ۴/۵ درصد وزنی بر مبنای وزن آرد ملاس را مشابه فرمول های دیگر به خمیر ترش در هر روز آماده سازی به خمیر ترش افزوده شد.

نحوه تهیه نان بر روش خمیر ترش به روش سنتی

نان مورد بررسی در این تحقیق نان حجیم بود که به روش سنتی تهیه شد. برای این منظور، بر مبنای وزن آرد نول، اجزاء فرمولاسیون نان به شرح زیر بود. آرد نول ۱۰۰ درصد، خمیر ترش آماده مصرف (روز پنجم خمیر ترش) ۲۰ درصد وزن آرد، نمک ۱ درصد وزن آرد و آب ۷۱ درصد وزن آرد با هم مخلوط شدند بمدت ۱۰ دقیقه تا یک بافت یکدست حاصل شد. خمیر حاصل بدلیل اینکه خمیر های نان های تولیدی به روش خمیر ترش جذب آب بیشتری باید داشته باشند لذا نسبت به خمیر های معمولی کمی چسبنده تر بود. پس از تهیه خمیر، خمیر حاصل را در ظرفی قرار داده و با یک نایلون جهت جلوگیری از خشک شدن خمیر بر روی آن پوشیده شد. تخمیر اولیه خمیر بمدت ۱۶ ساعت در دمای محیط و رطوبت نسبی محیط به طول انجامید. پس از تخمیر اول خمیر بمدت ۱۰ دقیقه ورز داده شده و به چانه های ۶۵۰ گرمی تقسیم شد. چانه های در ظروفی پلاستیکی قرار گرفته و روی آنها با یک نایلون

پوشیده شد و بمدت ۴ ساعت در دمای محیط و رطوبت نسبی محیط قرار داده شدند. پس از طی تخمیر ثانویه چانه ها بمدت یک ساعت در یخچال قرار گرفتند تا خمیر کمی سفت شود و زمان خروج چانه خمیر از ظروف پلاستیکی به ظرف نچسبد و فرم خود را حفظ کند. چانه های خمیر در ظروف سرامیکی که از قبل گرم شده بودند قرار گرفتند و در درون فر در دمای ۲۶۰ درجه سانتی گراد بمدت ۴۵ دقیقه پخته شدند. نان های پخته شده بمدت ۱ ساعت در دمای محیط سرد شدند و سپس در نایلون های پلاستیکی قرار گرفته و برای آنالیز در روز های یکم و هفتم بعد از پخت آماده شدند.

آنالیز بافت نان

ارزیابی بافت نان با استفاده از دستگاه بافت سنج بر اساس روش (Pourfarzad et al., 2011) مورد ارزیابی قرار گرفت. ابتدا نمونه های نان با فواصل ۳ سانتی متری بصورت اسلایس های ۳ سانتی متری از عرض برش زده شد. از مقطع عرضی این برش ها توسط یک قالب قطعات ۲ سانتی متری دایره ای شکل بریده شد. برای ارزیابی سفتی بافت از آزمون فشرده سازی استفاده شد. حداکثر نیروی مورد نیاز برای نفوذ یک پروب سیلندری به قطر ۳ سانتیمتر و ارتفاع ۰/۵ سانتی متر با سرعت ۳۰ میلیمتر در دقیقه به داخل قطعه دایره ای شکل به قطر ۲ سانتی متر بریده شده از مرکز نان، به عنوان شاخص سفتی نان[40] محاسبه گردید. نقطه شروع[41] و نقطه هدف[42] به ترتیب ۰/۰۵ نیوتن و ۳۰ میلیمتر بود. خصوصیات بافت مغز نان در روزهای اول و هفتم بعد از پخت مورد ارزیابی قرار گرفت.

۴-۲-۲- آنالیز حجم مخصوص

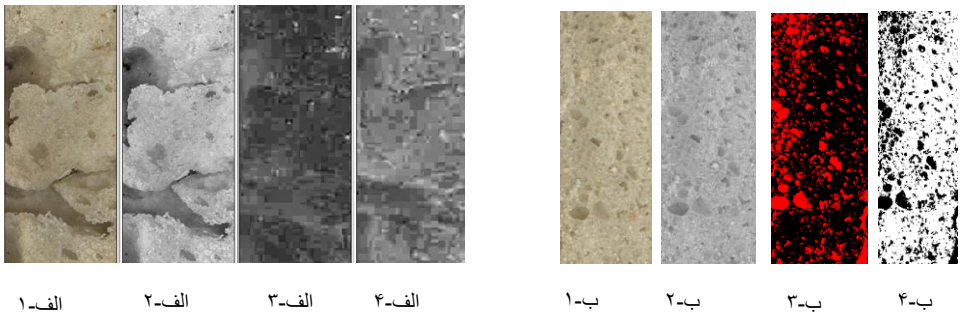
اندازه گیری حجم مخصوص نان های حجیم طبق روش (Pourfarzad et al., 2011) انجام شد. بدین منظور در فاصله زمانی یک روز پس از پخت، قطعاتی با ابعاد ۳ سانتی متر در ۳ سانتی متر از مرکز هندسی اسلایس های نان تهیه شده از مقطع عرضی نان های حجیم تهیه گردید و حجم آنها به روش جایگزینی دانه‌ی کلزا (یا ارزن) تعیین شد. ابتدا یک استوانه مدرج از دانه های ارزن پر شد. سپس قطعه نان بریده شده به ابعاد توضیح داده شده بدرون استوانه مدرج ریخته و با ارزن آن را پر می کنیم. قطعه نان را از استوانه مدرج خارج کرده و اختلاف حجم ارزن ها در استوانه مدرج قبل و بعد از خروج ارزن را اندازه گیری کرده و بعنوان حجم جایگزین نان در نظر می گیرم. وزن نان نیز اندازه گیری می شود و از تقسیم حجم بر وزن نان ویژگی حجم مخصوص اندازه گیری می شود.

آنالیز رنگ و تخلخل مغز نان

به منظور ارزیابی رنگ مغز نان، ابتدا اسلایس های نان از طریق برش مقطع عرضی آنها تهیه شد. اسلایش های نان بصورت عرضی بر روی اسکنر[43] قرار گرفتند و تصاویر آن اسکن و با فرمت JPEG ذخیره شدند. تصویرگیری با نرم افزار فوتو اسمارت۴۴ (نسخه ۳/۵) و رزولوشن ۱۸۰dpi انجام شد. سپس توسط نرم افزار ایمیج جی۴۵ (نسخه ۱/۴)، قطعات ۵۰۰ در ۵۰۰ پیکسلی از مرکز اسلایس های نان بریده شده و از فضای رنگی RGB به L, a, b تبدیل و در ادامه، فاکتورهای L* ، a* و b* محاسبه گردید .برای بررسی سایر خصوصیات مغز نان، فرآیند آستانه سازی در سطح ۲۰۰ و در حالت سیاه و سفید اعمال و زمینه حذف شد (شکل۱).

[40] Firmness
[41] - Trigger point
[42] - Target Value
[43] - HP Scanjet G4010 Photo Scanner, Japan.
[44] - HP Photosmart Essential 3.5.
[45] - ImageJ1.40g

پس از آنالیز اجزا، پارامتر تخلخل (نسبت سطح کل حفرات به سطح کل تصویر) بدست آمد (Razavizadegan Jahromi et al., 2014).



شکل ۱- نمونه تصویر تبدیل شده از مغز نان برای ارزیابی رنگ (الف)؛ نمونه عکس بریده شده (الف-۱)، مؤلفه *L تصویر (الف-۲)؛ مؤلفه *a تصویر (الف-۴) و مؤلفه *b تصویر (الف-۳). نمونه تصویر تبدیل شده از مغز نان برای ارزیابی تخلخل مغز نان (ب)؛ نمونه عکس بریده شده (ب-۱)، تصویر ۸ بیتی (ب-۲)، تصویر آستانه سازی شده (ب-۳) و تصویر آستانه سازی شده سیاه و سفید (ب-۴).

آنالیز آماری

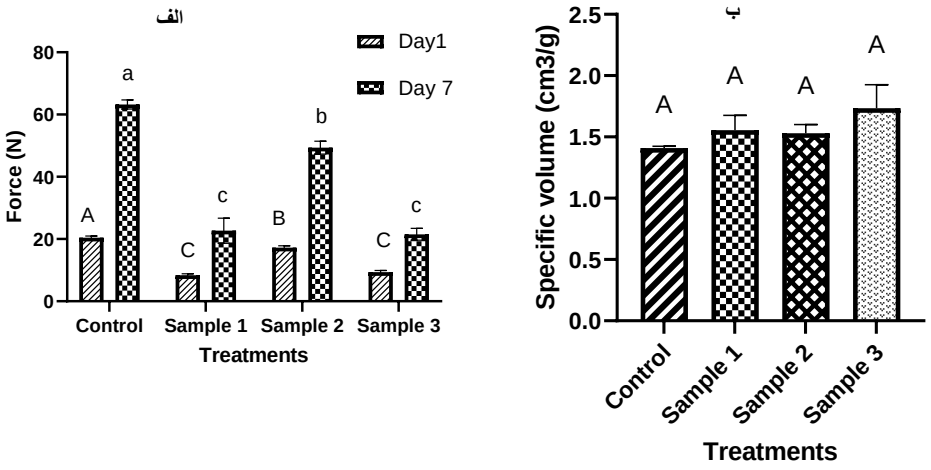
کلیه آزمون ها در سه تکرار انجام شد. نتایج در قالب طرح کاملاً تصادفی و آزمون فاکتوریل تک فاکتوره انجام شد. مقایسه میانگین ها به روش دانکن در فاصله اطمینان ۹۵ درصد ارزیابی شد. کلیه آنالیز ها با استفاده از نرم افزار SPSS 16 انجام شد.

نتایج

آنالیز بافت نان حجیم

روند تغییرات سفتی نان حجیم تهیه شده بر پایه خمیر ترش در شکل ۲- الف نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود، میزان سفتی بافت نان در رنج ۷/۵ الی ۲۰ نیوتن در روز اول و ۲۰ الی ۶۰ نیوتن در روز هفتم تغییر می کند. این اعداد نسبت به داده های آنالیز بافت نان های تهیه شده از خمیر ترش به روش غیر سنتی و یا غیر خمیر ترشی اندکی بالاتر است که علت آن ماهیت روش طولانی تخمیر آن و عدم استفاده از رطوبت نسبی بالا در روش تولید آن می باشد. همانطور که در شکل ۲-الف مشاهده می شود، نان های تهیه شده از خمیر ترش تیمار شده با ملاس (تیمارهای ۲ الی ۴) بطور معنی داری در روز های یکم و هفتم پس از تولید، بافت نرمتری نسبت به نمونه نان خمیر ترش بدون افزودن ملاس (شاهد) داشتند. همچنین مشاهده می گردد که در بین نان های تهیه شده از خمیر ترش های تیمار شده با ملاس، نمونه های ۲ و ۴ (سطوح ۱/۵ و ۴/۵ درصد ملاس) اختلاف معنی داری در

نرمی بافت نان ندارند اما با تیمار ۳ که سطح ۳ درصد افزودن ملاس است کاملاً اختلاف معنی دار است و تیمار ۳ بافت سفت تری داشت. بطور کلی ثابت شده است که خمیر ترش ها بدلیل تولید متابولیت های گوناگون نظیر اسید های الی و پلی ساکارید های بیرون سلولی یا EPS ها قادرند تا بیاتی نان را به تاخیر انداخته و بافت نان را نرم تر کنند (Gobbetti et al., 2014). مهمترین عامل در ایجاد پدیده بیاتی در نان تغییر در اتصال زنجیره های نشاسته بخصوص اتصال مجدد زنجیره های آمیلوز به یکدیگر و از بین رفتن اتصالات هیدروژنی آب با این شبکه و خروج آب می باشد (Parker & Ring, 2000). این آب از مغز نان به سطح نان مهارت کرده و از آنجا بافت نان را ترک می کند که منجر به بیاتی نان می شود. اسید های آلی از طریق تقویت شبکه گلوتنی و افزایش جذب آب گلوتن قادرند مهاجرت رطوبتی آب را کاهش دهند که به نوبه خود سبب کاهش بیاتی می شود. اما بیشترین عامل در تاخیر بیاتی نان خمیر ترش بدلیل تولید EPS ها و حضورشان در نان می باشد. با توجه به شکل ۲-الف، بنظر می رسد که این اختلاف معنی دار در نرمتر بودن نان های تهیه شده از خمیر ترش تیمار شده با ملاس نسبت به نمونه بدون ملاس (شاهد) می تواند بدلیل حضور مقدار بیشتر ترکیبات EPS و حتی اسیدهای آلی باشد نسبت به نمونه شاهد باشد. این میزان بیشتر EPS می تواند از طرق مختلف مانند اتصال به زنجیره های آمیلوز نشاسته (برهمکنش نشاسته-EPS)، برهمکنش با شبکه گلوتنی و تقویت آن و جذب آب بیشتر آن و همچنین بصورت مستقل مانند هیدروکلوئید ها از طریق جذب مقدار زیادی آب در بافت نان قادر به نگهداری طولانی مدت آب در بافت نان و تاخیر در خروج آب و بیاتی نان شود (Arendt et al., 2007).



شکل ۲- تغییرات سفتی بافت (الف) در روز اول و هفتم بعد از پخت نان و حجم مخصوص (ب) در روز اول بعد از پخت نان حجیم بر پایه خمیر ترش. Control نمونه شاهد، Sample 1 (خمیر ترش تهیه شده از آرد بهمراه ملاس ۱/۵ درصد بر پایه وزن آرد)، Sample 2 (خمیر ترش تهیه شده از آرد بهمراه ملاس ۳ درصد بر پایه وزن آرد)، Sample 3 (خمیر ترش تهیه شده از آرد بهمراه ملاس ۴/۵ درصد بر پایه وزن آرد).

با توجه به این استدلال، انتظار می رود که نمونه نان تهیه شده از خمیر ترش تیمار شده با ۳ درصد ملاس (فرمول ۳) نیز دارای بافت نرمی بوده و اختلاف معنی داری با نان های تیمار شده با سطوح دیگر ملاس (فرمول های ۲ و ۴) نداشته باشد. بنظر می رسد که این اختلاف در نرمی بافت نان ناشی از سطوح مختلف ملاس، به این دلیل باشد که درخمیر ترش تعداد قابل توجهی فلورمیکروبی متفاوتی حضور دارند که اغلب جزء مخمر ها و اسید لاکتیک باکتری ها می باشند. اگر یک نوع فلورمیکروبی حضور داشته باشد، انتظار می رود که یک نوع EPS نیز توسط آن سوش خاص میکروبی تولید گردد. لذا کاملاً انتظار منطقی است که با افزایش میزان EPS، میزان نرمی بافت نیز افزایش و بیاتی کاهش یابد. این روند متفاوت دیده شده در شکل ۲-الف، این استدلال را قوت می بخشد که EPS های تولید در خمیر ترش توسط یک سوش خاص تولید نشده است و توسط طیف وسیعی از باکتری های اسیدلاکتیک با قابلیت ها و حساسیت های مختلفی می تواند تولید شود. با توجه به چنین شرایطی، لذا با افزایش سطح ملاس در خمیر ترش (سطح ۳ درصد)، برخی از این فلور میکروبی ممکن است بواسطه مواد موجود در ملاس رشدشان و تولید متابولیتشان تشدید شود از طریق تغذیه بیشتر و برخیکه نسبت به تورژسانش، پتانسیل اکسیداسیون احیاء و وجود املاح حساسیت بیشتری دارند رشدشان متوقف شود. این روند باعث می شود که در سطوح مختلف ملاس در خمیر ترش، فلور میکروبی متفاوت شود لذا EPS های تولیدی نوعشان و خواصشان نیز متفاوت می باشد (EPS ها می توانند وزن مولکولی و ماهیت قندهای بکار رفته و ویسکوزیته و قدرت جذبشان با هم تفاوت کند). لذا کاناً منطقی است که با افزایش غلظت ملاس در سطح ۳ درصد نسبت به دو سطح دیگر (۱/۵ و ۴/۵ درصد) نوع EPS تفاوت داشته لذا قدرت جذب آب و میزان برهمکنششان با نشاسته و گبوتن تغیر کند و در نتیجه اثر متفاتی در بیاتی نان حجیم نشان دهند.

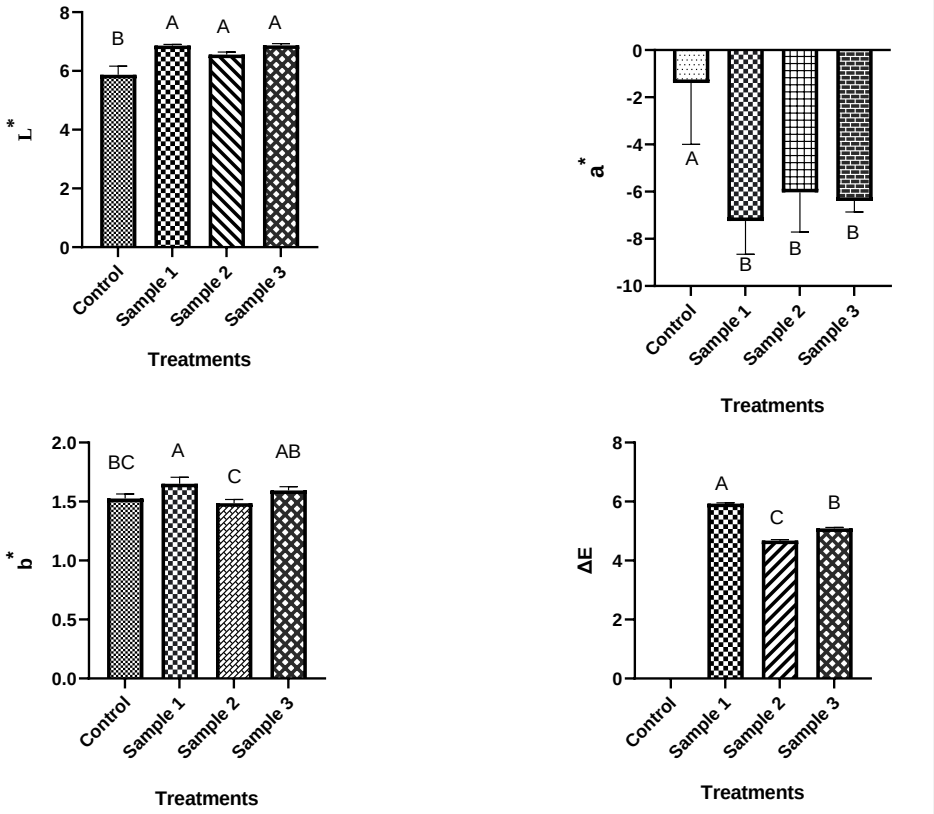
آنالیز حجم مخصوص نان حجیم

حجم مخصوص یکی از ویژگی های کیفی مهم برای بازارپسندی و مقبولیت نان های حجیم از منظر مشتری می باشد (Razavizadegan Jahromi et al., 2014). همانطور که در شکل ۲-ب دیده می شود، نان های تهیه شده با خمیر ترش تیمار شده با ملاس به نمونه بدون ملاس (نمونه شاهد) حجم مخصوص یکسانی دارند. یطور کلی هر چقدر تولید گاز بیشتر باشد و شبکه گلوتن بتواند این گاز را حفظ کند، حجم مخصوص نان افزایش می یابد. از طرفی دیگر هر چقدر شبکه گلوتنی تقویت شده باشد و از استحکام یا الاستیسیته بیشتری برخوردار (استحکام و الاستیسیته زیاد گلوتن مانع از افزایش حجم می شود. منظور استحکام گلوتن در حد متوسط می باشد) باشد انتظار می رود که نان تهیه شده از آن حجم مخصوص بیشتری داشته باشد (Mani et al., 1992). باتوجه به اینکه EPS ها می توانند با شبکه گلوتن برهمکنش دهند و قدرت شبکه گلوتن را تقویت کنند انتظار می رود که نمونه های تیمار شده با ملاس نسبت به بدون ملاس حجم بیشتری داشته باشند. این عدم معنی داری نمونه ها باهم نشان می دهد که سهم تقویت شبکه گلوتنی توسط متابولیت های فلور میکروبی خمیر ترش نظیر EPS و اسیدهای آلی زیاد چشمگیر نبوده و معنی دار نیست. لذا این عدم معنی داری اختلافات حجم مخصوص نان ها کاملاً منطقی به نظر می رسد.

آنالیز رنگ مغز نان

روند تغییرات رنگ مغز نان در شکل ۳ آورده شده است. همانطور که مشخص است، نمونه های نان تهیه شده از خمیر ترش تیمار شده با ملاس (نمونه ۲ الی ۴)، بافتشان روشن تر و سفیدتر است از نمونه شاهد (نمونه خمیر ترش بدون ملاس). این روند با سیاهی

رنگ ملاس که در خمیر ترش افزوده شده است هم خوانی ندارد. بطور کلی رنگ بافت نان به تعداد و اندازه سلول های گازی (حفرات ناشی از خروج گاز) بر می گردد. ثابت شده است که هر چقدر تعداد حفرات (تخلخل) ربز نمونه ها بیشتر باشد رنگ بافت نان سفید تر و در صورتی که اندازه حفرات بزرگتر (بدلیل ادغام سلول های گازی) و تعدادشان کمتر باشد بافت نان تیره

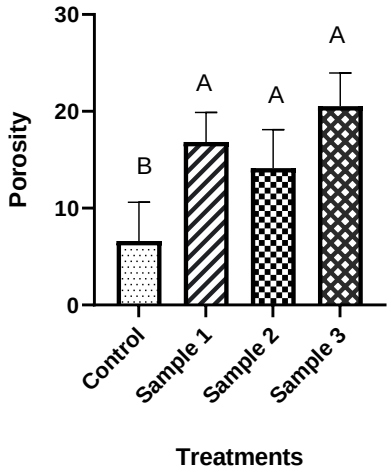


شکل ۳- روند تغییرات فضای رنگی Lab نان های تهیه شده با خمیر ترش تیمار شده با ملاس و بدون ملاس. Control نمونه شاهد، Sample 1 (خمیر ترش تهیه شده از آرد بهمراه ملاس ۱/۵ درصد بر پایه وزن آرد)، Sample 2 (خمیر ترش تهیه شده از آرد بهمراه ملاس ۳ درصد بر پایه وزن آرد)، Sample 3 (خمیر ترش تهیه شده از آرد بهمراه ملاس ۴/۵ درصد بر پایه وزن آرد).

تر بنظر می رسد (Razavizadegan Jahromi et al., 2014). با توجه به داده های تخلخل (شکل ۴)، کاملاً گویاست که این روشنی بافت در نمونه های نان تهیه شده از خمیر ترش تیمار شده با ملاس (فرمول های ۲ الی ۴) بدلیل تعداد بیشتر حفرات کوچکتر و تخلخل زیاد تر آنها نسبت به نمونه شاهد می باشد. علی رغم روشنی بیشتر بافت نان های تیمار شده، مشاهده شده است که پارامترهای رنگی دیگر متفاوت بوده و بصورت کلی به ترتیب نمونه های ۲ بیشترین اختلاف و بعد از آن نمونه ۴ و ۳ بیشترین اختلاف رنگی با نمونه شاهد داشتند.

آنالیز تخلخل بافت

روند تغییرات تخلخل تیمار ها در شکل ۴ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود، نمونه های نان تهیه شده از خمیر ترش تیمار شده با ملاس دارای تخلخل بیشتری نسبت به نمونه شاهد فاقد تیمار ملاس می باشند. بطور کلی تخلخل به مقاومت فیلم ها و لایه های نازکی که بین سلول ها ی گازی شکل در خمیر تشکیل می شود ارتباط تنگاتنگی دارد. هر چقدر این فیلم و لایه های مرزی مقاوم تر باشند، زمانی که دو سلول گازی در خمیر بهم نزدیک می شوند، با هم ادغام نشده و بصورت مجزا حضور دارند. این حضور مجزای سلول های گازی در نان پخته شده بصورت تعداد زیاد حفرات ریز دیده می شود (Zghal et al., 2002). بنظر می رسد که نمونه های تیمار شده با ملاس (فرمول های ۲ الی ۴)، بدلیل تقوت برهمکنش های پروتئین- نشاسته ناشی از متابولیت های خمیر ترش، فیلم مرزی سلول های گازی تقویت شده و از ادغام آنها جلوگیری کرده است.



شکل ۴- روند تغییرات تخلخل نان های تهیه شده با خمیر ترش تیمار شده با ملاس و بدون ملاس. Control نمونه شاهد، Sample 1 (خمیر ترش تهیه شده از آرد بهمراه ملاس ۱/۵ درصد بر پایه وزن آرد)، Sample 2 (خمیر ترش تهیه شده از آرد بهمراه ملاس ۳ درصد بر پایه وزن آرد)، Sample 3 (خمیر ترش تهیه شده از آرد بهمراه ملاس ۴/۵ درصد بر پایه وزن آرد).

منابع

Abedfar, A., Abbaszadeh, S., Hosseininezhad, M., & Taghdir, M. (2020). Physicochemical and biological characterization of the EPS produced by L. acidophilus isolated from rice bran sourdough. LWT-Food Science and Technology, 127, 9.

Abedfar, A., Hosseininezhad, M., & Corsetti, A. (2019). RETRACTED: Effect of wheat bran sourdough with exopolysaccharide producing Lactobacillus plantarum (NR_104573. 1) on quality of pan bread during shelf life. In: Elsevier.

Arendt, E. K., Ryan, L. A., & Dal Bello, F. (2007). Impact of sourdough on the texture of bread. Food microbiology, 24(2), 165-174.

Chavan, R. S., & Chavan, S. R. (2011). Sourdough technology—a traditional way for wholesome foods: a review. Comprehensive reviews in food science and food safety, 10(3), 169-182.

Gobbetti, M., Rizzello, C. G., Di Cagno, R., & De Angelis, M. (2014). How the sourdough may affect the functional features of leavened baked goods. Food microbiology, 37, 30-40.

Knez, M., Abbott, C., & Stangoulis, J. C. (2014). Changes in the content of fructans and arabinoxylans during baking processes of leavened and unleavened breads. European Food Research and Technology, 239, 803-811.

Mani, K., Eliasson, A., Lindahl, L., & Trägårdh, C. (1992). Rheological properties and breadmaking quality of wheat flour doughs. Cereal chem, 69(2), 222-225.

Mladenović, D. D., Djukić-Vuković, A. P., Kocić-Tanackov, S. D., Pejin, J. D., & Mojović, L. V. (2016). Lactic acid production on a combined distillery stillage and sugar beet molasses substrate. Journal of Chemical Technology & Biotechnology, 91(9), 2474-2479.

Mustafa, G., Arshad, M., Bano, I., & Abbas, M. (2023). Biotechnological applications of sugarcane bagasse and sugar beet molasses. Biomass Conversion and Biorefinery, 13(2), 1489-1501.

Parker, R., & Ring, S. G. (2000). Macromolecular aspects of bread staling. In Bread staling (pp. 73-86). CRC Press.

Pourfarzad, A., Khodaparast, M. H. H., Karimi, M., Mortazavi, S. A., Davoodi, M. G., Sourki, A. H., & RAZAVIZADEGAN JAHROMI, S. H. (2011). Effect of polyols on shelf-life and quality of flat bread fortified with soy flour. Journal of Food Process Engineering, 34(5), 1435-1448.

Razavizadegan Jahromi, S. H., Karimi, M., Tabatabaee Yazdi, F., & Mortazavi, S. A. (2014). Response surface optimization of Barbari bread-making process variables: interrelationship of texture, image and organoleptic characteristics; using image analysis for quality and shelf life prediction. Journal of Food Processing and Preservation, 38(4), 1608-1621.

Röcken, W., & Voysey, P. (1995). Sourdough fermentation in bread making. Journal of Applied Bacteriology, 79, 38-48.

Schober, T. J., Dockery, P., & Arendt, E. K. (2003). Model studies for wheat sourdough systems using gluten, lactate buffer and sodium chloride. European Food Research and Technology, 217, 235-243.

Wehrle, K., Grau, H., & Arendt, E. (1997). Effects of lactic acid, acetic acid, and table salt on fundamental rheological properties of wheat dough. Cereal chemistry, 74(6), 739-744.

Zghal, M., Scanlon, M., & Sapirstein, H. (2002). Cellular structure of bread crumb and its influence on mechanical properties. Journal of cereal science, 36(2), 167-176.

Effects of different levels of molasses on improving sourdough performance in pan bread.

Seyed Hossein Razavizadegan Jahromi[1], Melika Zamani[2]
[1]Assisstant professor, Department of Food Science and Technology, College of Agriculture, Isfahan University of Technology
[2]Undergraduate student, Department of Food Science and Technology, College of Agriculture, Isfahan University of Technology
Corresponding Author: sh.razavizadegan@iut.ac.ir

Abstract

Sourdough is one of the oldest and most valuable fermentation methods, which is still widely used in fermented bakery products. In this research, pan bread was produced using traditional methods of sour dough preparation. In order to improve the performance of sourdough in bread fermentation, different levels of molasses (1.5, 3 and 4.5% by weight based on the weight of flour) were added to sourdough in daily inoculations, and some quality and shelf life features of pan bread were evaluated using the texture analyzer and image processing techniques. The results showed that the pan bread samples made from sourdough treated with molasses had a softer texture rather than control sample (bread made from sourdough without molasses), while the1.5 and 4.5% molasses treated formulas had a greater effect on bread staling retardness. The color and porosity results show that the treated samples had a whiter texture and more porosity than the control sample. Also, the results showed that the specific volume of the treated samples was not significantly different from the control. Therefore, it is strongly suggested that this approach can be helpful for improving the quality and shelf life of pan bread.

Keywords: Pan bread, Sourdough, Molasses, and Fermentation.



بررسی ژن های کدکننده ی باکتریوسین pln A و pln EF از باکتری های جداشده از ماست و پنیر سنتی شمال غرب ایران در سال ۱۴۰۱

سینا دبیر[۱] ، زهرا حجتی بناب[۲]*، حسین سلطان زاده[۳و۲]

دانشجوی کارشناسی ارشد میکروبیولوژی، گروه میکروبیولوژی، واحد بناب ، دانشگاه آزاد اسلامی، بناب، ایران[۱]

گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، واحد بناب، دانشگاه آزاد اسلامی، بناب، ایران [۲]

مرکز تحقیقات گیاهان دارویی، دانشگاه علوم پزشکی مراغه، مراغه، ایران[۳]

***نویسنده مسوول:** Zahrahojjati93@gmail.com

چکیده

لاکتوباسیل‌ها باسیل‌های گرم مثبت و بلند هستند؛ صنایع غذایی به دلیل توانایی آنها در تولید ترکیبات ضد باکتری مانند باکتریوسین ها، به طور گسترده ای از باکتری های اسیدلاکتیک (LAB) به عنوان نگهدارنده طبیعی استفاده می کنند. هدف این مطالعه بررسی ژن ها و لاکتوباسیلوس های مفید از ماست و پنیر سنتی شمالغرب ایران در سال ۱۴۰۱ و تاثیر ضدمیکروبی آنها در مواد غذایی می باشد. به این منظور ۲۹ نمونه لبنیات سنتی، شامل ۱۸ نمونه ی پنیر و ۱۱ نمونه ی ماست، در شرایط استریل جمع آوری و در محیط کشت MRS تلقیح شد. آزمایشات تکمیلی به منظور شناسایی آنها و آزمایشات مولکولی PCR به منظور حضور ژن های plnA، plnEF در جدایه ها انجام شد. در این پژوهش پس از جداسازی لاکتوباسیلوس از نمونه های ماست و پنیر سنتی، حضور ژن کد کننده باکتریوسین plnEF در ۷ جدایه لاکتوباسیلوس و عدم حضور ژن plnA در جدایه ها تایید گردید.در مطالعه های پیشین که موفق به جداسازی سویه های لاکتوباسیلوس از لبنیات سنتی شده بودند پلانتاریسینEF ، در همه جایگاه‌های pln وجود دارد. لاکتوباسیل ها باکتری های مفید و مناسب برای سلامتی هستند که بدلیل داشتن خواص ضدمیکروبی در فرآیند تخمیر غذایی و سلامتی نقش موثر دارند.

واژگان کلیدی : پروبیوتیک، باکتریوسین، plnA، plnEF.

مقدمه

درسال‌های اخیر پروبیوتیک‌ها به یک رویکرد محبوب برای مدیریت سلامت دستگاه گوارش و ایمنی تبدیل شده‌اند و اغلب به‌عنوان مداخلات درمانی موثر توسط متخصصان پزشکی توصیه می‌شوند. علم پروبیوتیک‌ها که در اوایل قرن بیستم معرفی شد، به‌ویژه در دو دهه گذشته پیشرفت قابل توجهی داشته است.پروبیوتیک‌ها میکروارگانیسم‌های زنده‌ای هستند که وقتی به مقدارکافی تجویز شوند، برای میزبان مفید هستند. در بازارجهانی، پروبیوتیک‌ها عمدتاً در سه دسته اصلی یافت می‌شوند : غذاها، مکمل‌های غذایی و داروها (Allen SJ. et al; 2013). باور موجود در مورد اثرات مفید پروبیوتیک ها، بر پایه این واقعیت قرار دارد که فلور میکروبی روده نقـش محافظت کننده ای در برابر بیماری هـای مختلف از خود نشان می دهد؛ اثر اصلی پروبیوتیک ها با تثبیت فلورمیکروبی روده مشخص می شود. محصولات پروبیوتیک به عنوان یک روش درمان طبیعی و جایگزینی مناسب برای آنتی بیوتیک ها در سال های اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته اند (Salminen S. et al; 1998).

اهمیت این میکروارگانیسم‌ها و خواص سلامت بخش آنها منجر به افزایش محصولات جدید فراسودمند از جمله فـراورده‌هـای پروبیوتیک گردیده است. پروبیوتیک، به‌عنوان صفت موادغذایی حاوی این باکتری‌ها هم به‌کار می‌رود. سازوکارهای اصلی که پروبیوتیک‌ها منجر به ارتقاء سلامت میزبان می‌شوند مشخص نیست. به نظر میرسد سویه های خاصی از پروبیوتیک ها تأثیر مثبت بر سلامتی میزبان دارند و این تأثیر قابل تعمیم به سویه های دیگر نمی‌باشد (شیرین مال گنجی و همکاران، ۱۳۹۱).

پروبیوتیک ها برای قرن ها در محصولات لبنی تخمیر شده استفاده می گردند. در سال های اخیر علاقه به کاربردهای غذایی و کشاورزی پروبیوتیک افزایش یافته، انتخاب سویه های پروبیوتیک جدید و توسعه کاربردهای نوین اهمیت زیادی پیدا کرده است. هرچند محصولات لبنی اولین منابع مواد غذایی پروبیوتیک شناخته شده هستند (صابره نوری و همکاران، ۱۳۹۵).

پروبیوتیک‌ها مکمل غذایی از میکروارگانیسم‌های زنده ای هستند که وقتی در مقادیر مناسب در دستگاه‌گوارشی وجود داشته باشند، تاثیرات سودمندی بر میزبان برجای می‌گذارند. از میان باکتری‌ها، باکتری‌های اسیدلاکتیک، متداول‌ترین نوع باکتری‌هایی هستند که به‌عنوان پروبیوتیک معرفی شده‌اند. با توجه به گسترش فزاینده محصولات‌لبنی صنعتی به‌جای محصولات سنتی امکان از دست دادن بسیاری از باکتری های پروبیوتیک وجود دارد، بنابراین ضروری است این باکتری ها را از منابع سنتی جداسازی و شناسایی نموده و در تولید محصولات لبنی استفاده نمود.

باکتریوسین‌ها

متابولیت‌های پروتئینی و معمولاً با وزن مولکولی زیـر ۱۰ کیلودالتون هستند که توسط ریبوزوم ها سنتز می شوند و فعالیت ضدمیکروبی خود را بر علیه سویه های نزدیک بـه مولد باکتریوسین و یا سویه های دورتر نشان می دهند. باکتریوسین ها مواد ضد میکروبی غیر سمی طبیعی هستند (Mirzaei M. et al; 2015).

مطالعات نشان داده‌اند که سه مکانیسم اصلی وجود دارد که توسط آن باکتریوسین سلامت میزبان را تعدیل می‌کند: با محافظت از پروبیوتیک‌ها در روده، مهار رقابتی باکتری‌های مضر و تأثیرگذاری بر سیستم ایمنی میزبان (Xiaoxiang Gao. et al; 2022). تفاوت باکتریوسین‌ها با آنتی بیوتیک‌های معمول در طیف کشندگی محدود آن، است. باکتریوسین به وسیله ریبوزوم سنتز می‌شود. از ویژگی‌های بارز دیگر باکتریوسین‌ها قدرت زیاد مهارکنندگی است که آنها را بر آنتی‌بیوتیک ارجحیت می‌دهد (Balciunas EM. et al; 2013).

لاکتوباسیلوس‌ها

لاکتوباسیلوس‌ها، باکتری‌های گرم‌مثبت، بی‌حرکت، بدون اسپور، کاتالاز منفی، احیا نیترات منفی، سیتوکروم اکسیداز منفی هستند که قادر بـه ذوب ژلاتـین و تولیـد ایندول نیستند. در حال حاضر بیش از صد گونه از این جنس شناسایی شده است (Sanders ME. et al; 2001). باکتری‌های اسیدلاکتیک نقش مهمی در تخمیر غذاها بازی می‌کنند. آن‌ها اکثرا ترکیبات ضدمیکروبی مثل اسیدلاکتیک، اسیداستیک، پراکسید هیدروژن، آلدهید و باکتریوسین‌ها را تولید می‌کنند (علی پاکدین و شقایق نصر، ۱۳۹۷). باکتریوسین‌های تولید شده توسط باکتری‌های اسیدلاکتیک را می توان به عنوان ترکیبات سنتزشده ریبوزومی که از رشد سایر باکتری ها جلوگیری می‌کند تعریف کرد. در نتیجه، توانایی تولید باکتریوسین‌ها به تولیدکنندگان مزیت بزرگی در رقابت با سایر باکتری‌ها برای مواد مغذی مشابه می‌دهد. علاوه بر این، باکتریوسین‌ها همچنین ممکن است نقش محافظتی ایفا کنند و برای جلوگیری از هجوم سویه‌ها یا گونه‌های دیگر به یک نیچ اشغال شده یا محدود کردن استقرار سلول‌های مجاور عمل کنند. برخی لاکتوباسیلوس‌های دارای منشا انولوژیکی تولید کننده باکتریوسین معرفی شده‌اند (Knoll. et al; 2008). باکتریوسین‌های LAB طیف های بازدارنده‌ای برروی پاتوژن‌های مهم و باکتری‌های منتقله از غذا را نشان می‌دهند و بنابراین پتانسیل بالایی به عنوان آنتی بیوتیک‌های نسل دوم دارند که می توانند جایگزین یا در ترکیب با آنتی بیوتیک‌های سنتی استفاده شوند.

باکتریوسین لاکتوباسیلوس در صنایع غذایی

نگهدارنده های شیمیایی به طور سنتی در طول تولید محصولات فرآوری شده استفاده می شود. با این حال، علاقه رو به رشد مداوم مصرف‌کنندگان به محصولات تازه و طبیعی، جستجو برای ترکیبات جایگزین را ضروری می سازد. در این زمینه، صنایع غذایی به دلیل توانایی آنها در تولید ترکیبات ضد باکتری مانند باکتریوسین‌ها، به طور گسترده ای از باکتری های اسیدلاکتیک به عنوان نگهدارنده طبیعی استفاده می‌کنند. به طور مشابه، صنایع داروسازی استفاده از این پپتیدهای باکتریایی را با فعالیت ضد باکتریایی بهبود بخشیده‌اند و سعی در کاهش استفاده بی رویه از آنتی بیوتیک‌ها در محصولات غذایی برای مصرف انسان و حیوان دارند.

بررسی‌ها نشان می دهد که پنیر و ماست تولید شـده بـه روش سنتی حامل بهتـری بـرای باکتریهـای بـا پتانسـیل پروبیوتیکی می‌باشند. از اینرو افزودن این نـوع بـاکتری‌ها به عنوان استارتر به پنیر و ماست هـای صـنعتی ایـن امکان را فراهم می‌کند که محصولات لبنی با ویژگی‌های مطلوبی به بازار عرضه شود. در ضمن مصرف کننـدگان نیز این اجازه را می یابند که راه جدیدی برای

بهره مندی از سلامتی بیابند، زیرا مصرف این باکتریها می تواند سلامت دستگاه گوارش را بهبود بخشیده و سیستم ایمنی را تقویت کند.

روش پژوهش

جمع‌آوری نمونه:

به‌منظور این مطالعه ۲۹ نمونه لبنیات سنتی،شامل ۱۸ نمونه ی پنیر و ۱۱ نمونه‌ی ماست، از استان های آذربایجان‌شرقی و آذربایجان‌غربی در شرایط استریل جمع‌آوری و در فالکون‌های استریل به آزمایشگاه انتقال داده شد. جمع‌آوری نمونه‌ها طی یک دوره‌ی ۴ ماهه از مهر تا بهمن سال ۱۴۰۱ صورت گرفت.

کشت نمونه ها

محیط کشت لاکتوباسیلوس MRS آگار، برای کشت گونه‌های لاکتوباسیل‌جدا شده از منابع خوراکی، مدفوعی و سایر نمونه‌ها کاربرد دارد. این محیط کشت سبب رشد مناسب لاکتوباسیلوس می‌شود. به همین دلیل برای سویه‌هایی که در سایر محیط کشت‌ها رشد ضعیفی دارند مفید است. یک سی سی از هر یک از نمونه های ماست و یک گرم از هر یک از نمونه های پنیر در ۱۰ سی سی محیط کشت مایع MRS تلقیح شد و کاملا میکس گردید و در دمای ۳۷ درجه در شرایط بی هوازی انکوبه گردید. سپس به محیط MRSآگار منتقل شد.

جداسازی لاکتوباسیلوس‌ها براساس مورفولوژی و تست‌ها بیوشیمیایی

نمونه‌های رشد یافته‌ی لاکتوباسیلوس به وسیله رنگ آمیزی گرم و مشاهده زیر میکروسکوپ و انجام تست کاتالاز، آزمون تخمیر قند، آزمون همولیزین ، بررسی تولید اندول و حرکت SIM انجام شدند.

استخراج DNA از لاکتوباسیلوس های جدا شده

استخراج DNA از جدایه‌های لاکتوباسیلوس طبق پروتکل کیت استخراج DNA پویاژن آزما انجام شد.

۱) ۳ الی ۵ میلی لیتر از محیط کشت باکتریایی مایع در یک میکروتیوب جمع آوری و سپس در دور ۱۳۰۰۰ rpm به مدت ۱ دقیقه سانتریفیوژ شد.

۲) رسوب ته میکروتیوب در ۱۰۰ میکرولیتر بافرI حل شد .

Commented [MH3]: فاصله سطرها در کل متن یکنواخت باشد

۳) ۲۰۰ میکرولیتر بافر II به میکروتیوب اضافه گردید و ۵-۳ بار به آرامی سر و ته شد .

۴) ۱۵۰ میکرولیتر بافرIII به میکروتیوب اضافه گردید و ۳ بار به آرامی سروته شده، سپس ۴۵ دقیقه در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد قرار داده شد.

۵) ۱۸۰ میکرولیتر بافر X به میکروتیوب اضافه شده و سپس ۱۰ بار به آرامی معکوس شد. (رسوب های سفید باید دیده شود).

۶) به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۱۳۰۰۰ rpm میکروسانتریفیوژ شد.

۷) سوپرناتانت (محلول رویی) به یک میکروتیوب جدید انتقال دادهشد.

۸) اتانول ۱۰۰-۹۶ ٪ خنک (دو برابر حجم سوپرناتانت) به سوپرناتانت اضافه شده و ۵ بار به آرامی سر و ته شد.

۹) به مدت ۵ دقیقه با دور rpm ۱۳۰۰میکروسانتریفیوژ شد.

۱۰) اتانول با معکوس کردن آرام میکروتیوب دور ریخته و رسوب نگه داشته شد.

۱۱) ۷۰۰ میکرولیتر اتانول ۷۰٪ خنک به ر سوب ته میکروتیوب اضافه شده و ۳-۲ بار سرو ته شد.

۱۲) یک دقیقه با دور ۱۳۰۰rpm میکروسانتریفیوژ شد.

۱۳) اتانول بطور کامل دور ریخته و رسوب ته میکروتیوب به مدت ۳-۲ دقیقه در دمای اتاق خشک شد.

۱۴) با توجه به رسوب ایجاد شده ۵۰-۲۰ میکرولیتر بافر حلال به میکروتیوب اضافه شد.

برای DNA های استخراج شده طبق جدول زمان بندی ۱ PCR انجام شد.

جدول۱ : برنامه زمان بندی PCR

مرحله	دما	زمان	تعداد سیکل
Initial denaturation	94°C	5min	1
Denaturation	94°C	30s	35
Annealing	55°C	30s	35
Extension	72°C	30s	35
Final Extension	72°C	10min	1

توالی پرایمرها

پرایمرها قطعات الیگونوکلئوتیدی هستند که معمولاً اندازه آن‌ها بین ۱۸ تا ۲۴ نوکلئوتید است و یکی از مهم‌ترین اجزای واکنش PCR برای تکثیر قطعه موردنظر می‌باشند. در این پژوهش پرایمرها از مقاله ی Tai و همکاران گرفته شد (Tai H F. et al; 2015). جدول ۲ اطلاعات مرتبط با پرایمرهای مورداستفاده در این تحقیق را نشان می‌دهد.

پرایمرها به شرکت سینا کلون سفارش داده شد و پیش از استفاده طبق بروشور شرکت آماده سازی شد.

جدول۲: توالی پرایمرهای ژن PlnA و PlnEF

Target gene	Primer sequence	Annealing Temperature	Amplified product
PlnEF	F: GGCATAGTTAAAATTCCCCCC R: CAGGTTGCCGCAAAAAAAG	55 °C	428 bp
plnA	F: CAAATTAAAGGTATGAAGCAACT R: TTCTTTACCTGTTTAATTGCAG	55 °C	450 bp

بررسی کیفیت DNA استخراج شده و آشکار سازی محصولات PCR

برای بررسی کیفیت نمونه DNA استخراج‌شده و محصولات PCR از روش الکتروفورز ژل آگارز استفاده شد. فرایند الکتروفورز در واقع حرکت ذرات در بستر ژل تحت تاثیر میدان الکتریکی می‌باشد. با استفاده از این روش می‌توان اندازه قطعات DNA را مشخص کرد.

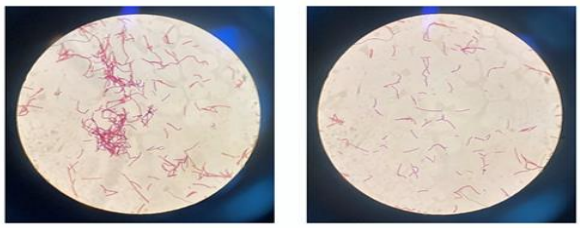
تجزیه وتحلیل داده ها

داده های بدست آمده با نرم افزار آماری SPSS ورژن ۲۷ مورد آنالیز قرار گرفت و نمودارهای مربوطه رسم گردید و آزمون واریانس یک طرفه بر روی داده ها انجام گرفت و ارزش معنی داری $P\ Value < 0.005$ در نظر گرفته شد.

یافته ها

نتایج رنگ‌آمیزی و تست های بیوشیمیایی در باکتری‌های لاکتوباسیلوس

نتایج رنگ آمیزی گرم و مشاهده نمونه ها با میکروسکوب طبق شکل ۱ و جدول۳ نشان داد که همه نمونه‌ها با رنگ‌آمیزی گرم، رنگ صورتی به خود گرفتند و در زیر میکروسکوب نوری به صورت میله‌ای شکل مشاهده شدند و کاتالاز منفی بودند.



شکل ۱: رنگ آمیزی گرم جدایه های لاکتوباسیلوس

جدول۳: نتایج تست های تشخیصی باکتری لاکتوباسیلوس

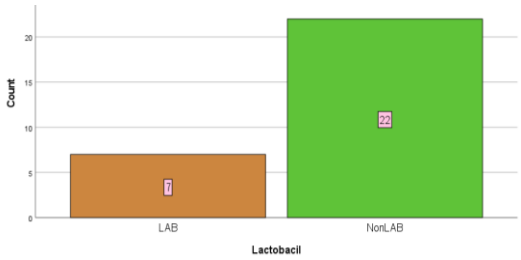
	سوربیتول و آرابینوز و گلوکز	رنگ آمیزی گرم و شکل باکتری	تست کاتالاز و همولیزین
ویژگی لاکتوباسیلوسهای جداسازی شده	مثبت	مثبت- باسیل	منفی- همولیزین بتا

گونه های باکتریایی مورد بررسی

از میان ۲۹ نمونه، ۶ نمونه ماست و ۱ نمونه پنیر حاوی باکتری لاکتوباسیلوس بودند که در شکل ۲ و جدول۴ آورده شده اند.

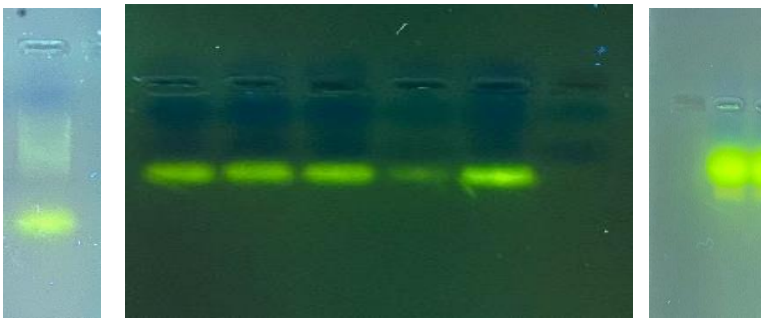
جدول۴: فراوانی گونه ی باکتریایی مورد بررسی

نوع نمونه	تعداد نمونه	نمونه لاکتوباسیلوس
ماست	۱۱	۶
پنیر	۱۸	۱



شکل۲: نمودار فراوانی گونه باکتریایی مورد بررسی

نتایج تایید شناسایی لاکتوباسیلوس ها به روش PCR



(ج) (ب) (الف)

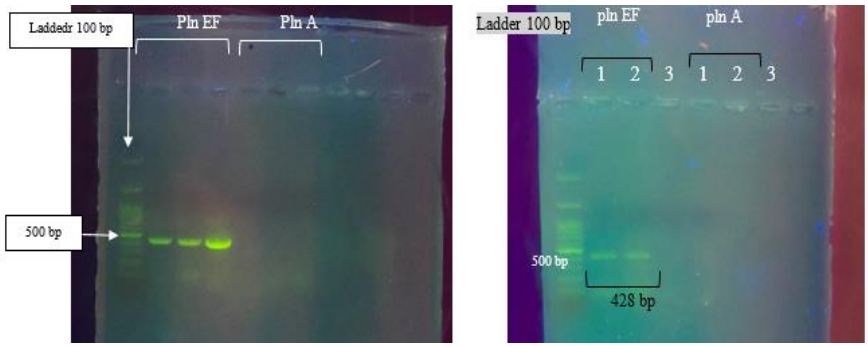
شکل ۳: الف) کیفیت DNA استخراج شده از لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس به عنوان نمونه استاندارد با کد PTCC1643 ب) بررسی کیفیت DNA استخراج شده از لاکتوباسیل های جدا شده از ماست ج) بررسی کیفیت DNA استخراج شده از لاکتوباسیل های جدا شده از پنیر

Commented [MH4]: سطربندی و فاصله ها در کل متن یکنواخت باشد

نتایج شناسایی ژن هایpln A و pln EF در نمونه های باکتری لاکتوباسیلوس

این آزمایش جهت بررسی شناسایی ژن های pln A و pln EF در نمونه های باکتری لاکتوباسیلوس انجام گرفت. به این منظور دو ژن به عنوان ژن های کدکننده ی باکتریوسین در نمونه های باکتری لاکتوباسیلوس، با روش PCR در نمونه ها بررسی شد. بنابراین،

فراوانی ژن pln EF در نمونه های مثبت باکتری ٪۱۰۰و فراوانی ژن pln A صفر درصد میباشد. این فراونی در شکل ۴و۵ قابل مشاهده می باشد.



(ب) (الف)

شکل۴ :الف) محصولات PCR لاکتوباسیلوس کنترل مثبت ، نمونه پنیر و کنترل منفی به ترتیب عدد برای ژن های PlnEF و PlnA

ب) مشاهده محصولات PCR ناشی از لاکتوباسیلوس های جدا شده از نمونه های ماست



شکل ۵ : نمودار میله ای و دایره ای فراوانی ژن های plnEF , pln A در نمونه های لاکتوباسیلو س

بحث و نتیجه گیری

در پژوهش حاضر تست های تشخیصی و بررسی PCR جدایه های ماست وپنیر سنتی نشان داد، ۷ نمونه از ۲۹ نمونه کشت داده شده حاوی لاکتوباسیلوس بودند که حضور دو ژن plnA و plnEF به عنوان ژن های کدکننده ی باکتریوسین در آن ها بررسی شد. بنابراین، فراوانی ژن pln EF در نمونه های مثبت باکتری 100% و فراوانی ژن pln A صفر درصد میباشد.

Kumar و همکاران (۲۰۲۲) ، در تحقیقات قبلی خود بر روی باکتری های کشک تهیه شده با استفاده از شیر جوشیده و شیر خام از مزارع لبنی آسام، هند، یک باکتری پروبیوتیک بالقوه جدا کردند و از نظر طبقه بندی به عنوان لاکتوباسیلوس پلانتاروم سویه *JBC5 (LPJBC5)*مشخص شد .در این پژوهش،نتیجه حاصل شد *LPJBC5* طول عمر و جنبه‌های مختلف پیری سالم را ارتقا می‌دهد، از جمله عملکردهای فیزیکی تاخیری مرتبط با افزایش سن، کاهش تجمع چربی، بهبود مقاومت در برابر استرس غیرزیستی و زیستی، یکپارچگی روده، عملکردهای شناختی، عملکرد میتوکندری و کاهش آپوپتوز . این مطالعه نشان می‌دهد که باکتری *LPJBC5*بر ویژگی‌های متنوع پیری سالم تأثیر می‌گذارد و آن را به یک کاندید ایده‌آل برای ارتقاء به عنوان پروبیوتیک‌های نسل بعدی تبدیل می‌کند. در این مطالعه موفق به جداسازی لاکتوباسیلوس از ماست و پنیر سنتی منطقه شمالغرب ایران شدیم که خاصیت بالقوه پروبیوتیکی دارند. بررسی خاصیت بالفعل این پروبیوتیک ها و تاثیر آن بر سلامت عمومی بدن و پیری سالم نیازمند مطالعات بیشتر در این منطقه است.Yolanda Sáenz و همکاران (2009) ، ۳۳ سویه لاکتوباسیلوس پلانتاروم به دست آمده از موش ها و شراب های انگور در طی تخمیرهای الکلی و مالولاکتیک را با تجزیه و تحلیل PCR با پرایمرهای اختصاصی به ۲۷ ژن جایگاه پلانتاریسین (pln) که قبلاً برای سویه های *L. Plantarum* معرفی شده بود،بررسی کردند .تعداد ژن‌هایی که شناسایی شدند بسته به سویه متفاوت بود، و تجزیه و تحلیل خوشه‌ای نتایج هفت گروه را ارائه کرد .ویژگی های مشترک برای اکثر سویه ها وجود سیستم تنظیم کنندهplnABCD ، ژن های باکتریوسین plnEF دو پپتیدی و ژن های یک سیستم انتقال ABC متصل به غشاء نشان داده شده است که جایگاه pln در میان سویه های بوم شناسی است، و همچنین دارای انعطاف پذیری قابل توجه و مناطق متغیر مربوط به تنظیم و تولید باکتریوسین است. در این پژوهش ما دو ژن کد کننده ی پلانتاریسین جایگاه های pln را بررسی کردیم. دو ژن مورد بررسی plnA و plnEF بودند که نتایج حاصل از PCR بیانگر حضور ژن plnEF در ۱۰۰٪ جدایه های مورد بررسی و حضور ژن plnA در ۰٪ جدایه های مورد بررسی بود که این ژن ها مسئول تنظیم و تولید باکتریوسین می‌باشند. محمد علی شبخیز و همکاران (۱۴۰۱) با هدف جداسازی و شناسایی لاکتوباسیل‌ها، از فلور موجود در پنیر سنتی مراغه و تعیین ویژگی‌های تکنولوژیکی، فعالیت لیپولیتیکی و پروتئولیتیکی آنها ، باکتری‌های لاکتیکی را توسط روش های متداول کشت و شناسایی بر اساس خواص بیوشیمیایی جداسازی کردند. سپس آزمایشات تکمیلی، به منظور شناسایی کامل ایزوله های موجود، از جمله رنگ آمیزی گرم، آزمون اکسیداز، کاتالاز و PCR انجام شد. نتایج نشان داد در همه نمونه‌ها اسیدیته با گذشت زمان افزایش و pH کاهش پیدا کرد. بنابراین پنیر سنتی مراغه، منبع با ارزشی از باکتری‌های لاکتوباسیل بوده که وجود این نوع باکتری‌ها به مصرف کنندگان، اجازه

می‌دهد که راه جدیدی برای بهره‌مندی از سلامتی بیابند.در این بررسی نیز ما با روش کشت و شناسایی بیوشیمیایی و جداسازی بر اساس PCR موفق به جداسازی و شناسایی لاکتوباسیل ها از ماست و پنیر سنتی ناحیه شمالغرب کشور شدیم.

منابع

۱) پاکدین، علی و نصر، شقایق .(۱۳۹۷)، جداسازی، شناسایی و توصیف باکتری‌های اسید لاکتیک از فرآورده‌های لبنی سنتی استان مازندران، گروه زیست فناوری میکروبی، دانشکده علوم پایه و فناوری‌های نوین زیستی،دانشگاه علم و فرهنگ، تهران، ایران

۲) شب خیز، محمد علی و میرزائی تاش، امید .(۱۴۰۱). بررسی لاکتوباسیل های جدا سازی شده از پنیر سنتی مراغه و بررسی قدرت تولید اسید توسط آنها در زمان و دماهای مختلف Journal of Food Microbiology. مقاله ۴، دوره ۹، شماره ۴

۳) مال گنجی، شیرین و ایوانی، محمدجواد و سهراب وندی، سارا .(۱۳۹۱)، پروبیوتیک ها و خواص سلامت بخش آنها، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، سال هفتم، شماره ۵ ،ویژهنامه زمستان ۱۳۹۱ ،صفحات ۵۹۰-۵۷۹

۴) نوری، صابره و ناظری، سنبل و حسینی، پرهام .(۱۳۹۷) شناسایی بیوشیمیایی و مولکولی باکتری پروبیوتیک لاکتوباسیلوس پلانتاروم جدا شده از سرکه سیب، مجله پژوهش های سلولی و مولکولی، مجله زیست شناسی ایران، جلد ۳۱ ،شماره ۱

Allen SJ, Wareham K, Wang D et al. Lactobacilli and bifidobacteria in the prevention of antibiotic-associated diarrhoea and Clostridium difficile diarrhoea in older inpatients (PLACIDE): a randomised, double-blind, placebo-controlled, multicentre trial. (2013) Lancet 382: 1249– 57.

Balciunas EM, Martinez FAC, Todorov SD, de Melo Franco BDG, Converti A, de Souza Oliveira RP. Novel biotechnological applications of bacteriocins: a review. Food Control. 2013; 32(1): 134-142.

Knoll, Caroline, Benoit Divol, and Maret Du Toit. "Genetic screening of lacticacid bacteria of oenological origin for bacteriocin-encoding genes." Food microbiology 25.8 (2008)

Kumar, V., Naik, B., Kumar, A., Khanduri, N., Rustagi, S., & Kumar, S. (2022). Probiotics media: Significance, challenges, and future perspective-a mini review. Food Production, Processing and Nutrition, 4(1), 17.

Mirzaei M, Mirdamadi S, Ehsani MR, Aminlari M, Hosseini E. Purification and identification of antioxidant and ACEinhibitory peptide from Saccharomyces cerevisiae protein hydrolysate. J Funct Foods 2015; 19: 259-68.

Salminen S, Bouley C, Bourtron-Ruault MC, et al. Functional food science and gastrointestinal physiology and function. Br J Nutr 1998; 80: 147-71.

Sanders ME, Klaenhammer TR. Invited Review: The scientific basis of Lactobacillus acidophilus NCFM functionality as a probiotic. JDS. 2001.

Tai, H. F., Foo, H. L., Abdul Rahim, R., Loh, T. C., Abdullah, M. P., & Yoshinobu, K. (2015). Molecular characterisation of new organisation of plnEF and plw loci of bacteriocin genes harbour concomitantly in Lactobacillus plantarum I-UL4. Microbial Cell Factories, 14, 1-13

Xiaoxiang Gao, Jianxin Zhao, Hao Zhang, Wei Chen, Qixiao Zhai, Modulation of gut health using probiotics: the role of probiotic effector molecules,2022, Journal of Future Foods,Volume 2, Issue 1

Yolanda Sáenz, Beatriz Rojo-Bezares, Laura Navarro, Lorena Díez, Sergio Somalo, Myriam Zarazaga, Fernanda Ruiz-Larrea, Carmen Torres,Genetic diversity of the pln locus among oenological Lactobacillus plantarum strains,International Journal of Food Microbiology,(2009)Volume 134, Issue 3,Pages 176-183



Investigating genes encoding pln A and pln EF bacteriocins from bacteria isolated from traditional yogurt and cheese of northwestern Iran in 1401

Sina Dabir[1], Zahra Hojjati Bonab [2,*], Hossein Soltanzadeh[2,3]
[1]M.Sc. of Microbiology, Department of Microbiology, Bonab Branch, Islamic Azad University, Bonab, Iran
[2]Department of Biology, Faculty of Basic Science, Bonab Branch, Islamic Azad University, Bonab, Iran
[3]Medical Plants Research Center, Maragheh University of Medical Sciences, Maragheh, Iran
Corresponding Author: Zahrahojjati93@gmail.com

Abstract

Lactobacilli are long, gram-positive bacilli. The food industry widely uses lactic acid bacteria (LAB) as natural preservatives due to their ability to produce antibacterial compounds such as bacteriocins. The purpose of this study is to investigate the genes and beneficial lactobacilli from traditional yogurt and cheese of northwestern Iran in 1401. For this purpose, 29 samples of traditional dairy products, including 18 samples of cheese and 11 samples of yogurt, were collected under sterile conditions and inoculated in MRS culture medium. Additional tests were performed to identify them and molecular PCR tests were performed to detect the presence of plnA, plnEF genes in the isolates. In this research, after isolating Lactobacillus from traditional yogurt and cheese samples, the presence of plnEF bacteriocin gene was confirmed in 7 Lactobacillus isolates and the absence of plnA gene in the isolates. In previous studies that succeeded in isolating Lactobacillus strains from traditional dairy products, plantaricin EF is present in all pln positions. Lactobacilli are useful and healthy bacteria that play an effective role in the process of food fermentation and health.

Key words: probiotic, bacteriocin, plnA, plnEF.



بررسی عصاره الکلی گیاه مینای نیشابوری و صمغ دانه چیا بر ترکیبات فنولی، pH و خصوصیات حسی ماست همزده

مریم وهابی[۱] ، احمد پدرام نیا[۲]*، مهدی جلالی[۲]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران

[۲] گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران

*نویسنده مسئول: Email: ahmadpedram@yahoo.com

چکیده

هدف این پژوهش بررسی اثر افزودن عصاره گیاه مینای نیشابوری به عنوان منبعی حاوی ترکیبات فنولی و صمغ دانه چیا به عنوان کاهش‌دهنده چربی در فرمولاسیون ماست همزده بر میزان ترکیبات فنولی، pH و خصوصیات حسی ظاهر و قوام بود. تیمارهای اعمال شده، شامل عصاره استخراجی گیاه مینای نیشابوری براساس روش ماسراسیون (۵ تا ۱۵ درصد) و صمغ دانه چیا (۰/۱ تا ۰/۳ درصد) به عنوان متغیرهای مستقل مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج نشان داد افزایش میزان عصاره تا حدود ۱۵ درصد و صمغ چیا تا ۰/۳ درصد می‌تواند تاثیری افزایشی بر پارامترهای ترکیبات فنولی و pH داشته باشند. اما با افزایش هر چه بیشتر دو متغیر مستقل بر ویژگی‌های حسی ظاهر و قوام محصول تولید شده، در ابتدا روندی افزایشی و سپس کاهشی حاصل شد. استفاده از مقادیر ۰/۲۲ درصد صمغ چیا و ۱۲ درصد عصاره استخراجی از گیاه مینای نیشابوری، توانست در فرمولاسیون نمونه بهینه ماست همزده، موثر واقع شوند.

واژگان کلیدی: گیاه مینای نیشابوری، صمغ دانه چیا، ماست همزده، ماسراسیون

مقدمه

در حال حاضر به دلیل تغییر در شیوه زندگی، مدرنیزه شدن و توسعه شهرنشینی، گذر تغذیه‌ای رخ داده است. مصرف غذاهای چرب و پرکربوهیدرات و در کنار آن کم‌تحرکی باعث شیوع چاقی به عنوان یکی از مهمترین مشکلات بهداشتی عمومی درکشورهای توسعه یافته و در حال توسعه شده است (Yahai et al., 2013). محصولات تخمیری شیر به دلیل خواص مطلوب تغذیه‌ای، ماندگاری بالا، عطر و طعم منحصر به فرد و خواص درمانی از دیرباز جایگاه به سزایی در سبد غذایی جامعه ایفا می‌کند. محصولی تخمیری مانند ماست، از لحاظ تغذیه‌ای به سادگی هضم می‌شود، ارزش غذایی بالایی دارد و منبع غنی از کربوهیدارت، پروتئین، چربی، ویتامین‌ها، کلسیم و فسفر می‌باشد. به دلیل ترکیبات پروتئین، چربی و لاکتوز که به طور جزئی طی فرآیند تخمیر تجزیه می‌شوند، ماست یک فرآورده سهل‌الهضم تر از شیر می‌باشد، زیرا ماست قادر است تا فلور میکروبی دستگاه گوارش را حفظ نماید و حالت ضدتومور و ضدکلسترول را دارا باشد (Orlajensen, 1993).

با کاهش چربی استحکام بافت محصول نیز کم می‌گردد. جهت جلوگیری از این مشکل می توان از صمغ، هیدروکلویید و یا مکمل پروتئین‌ها استفاده نمود. صمغ‌ها از منابع مختلفی بدست می‌آیند و شامل انواع ترشحی، میکروبی، جلبکی، دانه‌ای و مشتقات پلی‌ساکاریدی می‌باشند. چیا با نام علمی (*Salvia hispanica* L.) حاوی ۵ درصد موسیلاژ است که در کشورهای قاره آمریکا به صورت تجاری، کشت و به بازار عرضه می‌گردد. صمغ دانه چیا پلی‌ساکارید منشعب است که از گزیلوز، مانوز، آرابینوز، گلوکز، گالاکتورونیک اسید و گلوکورونیک اسید تشکیل شده است. صمغ دانه چیا حلالیت بسیار زیادی در آب دارد و تشکیل یک محلول بسیار ویسکوز در غلظت‌های پایین می‌دهد (Avila-de la Rosa et al., 2015).

امروزه از آنتی‌اکسیدان‌های شیمیایی در صنایع غذایی به طور گسترده‌ای استفاده می‌شود. تعداد زیادی از این ترکیب‌ها دارای اثرات مضری بر سلامت انسان می‌باشند. مطالعات نشان می‌دهد، آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی که عمدتا در گیاهان دارویی، میوه‌ها و سبزی‌ها وجود دارند، در میان مصرف‌کنندگان طرفداران زیادی پیدا نموده‌اند. گیاه مینای نیشابوری (*Sclerorhachis platyrachis* Boiss) گیاهی چند ساله و متعلق به خانواده (Anthemidae) است. تاکنون مطالعه‌های کمی بر روی خواص بیولوژیکی گیاه صورت گرفته است اما مشخص شده که این گیاه دارای ترکیب‌های فنلی و خاصیت آنتی‌اکسیدانی است (Akhlaghi et al., 2015). هدف از این مطالعه بررسی، افزودن عصاره گل مینای نیشابوری و صمغ دانه چیا بر میزان ترکیبات فنولی و pH و خصوصیات حسی ماست همزده است.

مواد و روش‌ها

مواد

در این پژوهش اندام هوایی گیاه مینای نیشابوری (*Sclerorhachis platyrachis*) تهیه شد. به منظور کاهش فعالیت‌های تنفسی و بیولوژیکی تا زمان آزمایش در یخچال، در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. سپس توسط آسیاب برقی پودر و از الکی با مش ۴۰ عبور داده و برای آزمایش‌های بعدی در محلی تاریک، سرد و خشک نگهداری گردید. صمغ دانه چیا (شرکت ریحان گام پارسیان) و سایر مواد شیمیایی مورد استفاده در این تحقیق از شرکت‌های معتبر تهیه شدند.

استخراج عصاره اندام هوایی گیاه مینای نیشابوری

عصاره اندام هوایی گیاه مینای نیشابوری به روش استخراج با حلال (روش ماسوراسیون) بدست آمد. ابتدا نمونه پودر شده (اندام هوایی ماده گیاهی خشک شده) با حلال به نسبت ۱ به ۸ با هم مخلوط شدند، حلال نیز (مخلوطی از اتانول ۷۰ درصد و اسیدکلریدریک ۱/۵ نرمال) به نسبت ۱۵ به ۸۵ سی‌سی آماده گردید. مخلوط به مدت ۴۸ ساعت با همزن مغناطیسی در دمای محیط هم زده و پس از آن تحت شرایط خلاء توسط قیف بوخنر با کاغذ صافی واتمن شماره ۱ صاف و در ادامه به وسیله تبخیرکننده چرخان دردمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد تغلیظ و در نهایت عصاره‌ها توسط خشک‌کن تخت خلاء در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد خشک و تا زمان استفاده در ظرف سربسته و غیرقابل نفوذ به هوا در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند (Munekata et al., 2020).

تولید ماست

جهت تهیه نمونه‌های ماست ابتدا شیرخشک بدون چربی جهت استانداردسازی ماده خشک شیر اولیه و رساندن آن به ۱۲ ٪ (به دلیل کسری ماده خشک شیر استفاده شده و رساندن آن به حد استاندارد) اضافه و سپس در دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۱۵ دقیقه پاستوریزه شد. شیر بعد از انطباق داده‌ها با استاندارد ملی شیر کم چرب جهت تهیه نمونه‌های ماست مصرف گردید. در ادامه بعد از عمل پاستوریزاسیون ترکیب مورد نظر تا دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد سرد کرده و سپس متغیرهای عصاره گیاه مینای نیشابوری (۱۵، ۱۰ و ۵ درصد) و صمغ چیا (۰/۳، ۰/۲ و ۰/۱ درصد) در شرایط کاملا سترون به شیر افزوده و استارترزنی به روش غیرمستقیم صورت گرفت. سپس بسته‌بندی و دربندی انجام و ماست‌ها به گرمخانه با دمای ۴۲ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند، با رسیدن اسیدیته ماست به ۷۰ درجه دورنیک نمونه‌ها به سردخانه ۴ درجه سانتی‌گراد منتقل و پس از ۲۴ ساعت نمونه‌های تولید شده، جهت آزمایش‌ها مورد نظر بررسی شدند (لطفی زاده دهکردی و همکاران، ۱۳۹۲).

اندازه‌گیری مقدار ترکیبات فنولی

بررسی میزان کل ترکیبات فنولی با روش فولین سیوکالتو انجام گرفت. جهت رسم منحنی استاندارد از اسید گالیک استفاده گردید. میزان کل ترکیبات فنلی موجود در محصول برحسب اسید گالیک و با استفاده از معادله به دست‌آمده از منحنی استاندارد محاسبه و نتایج برحسب میلی‌گرم اسید گالیک در هر گرم نمونه ماست تولیدی بیان شد (Stoilova et al., 2007).

اندازه گیری pH

سنجش pH نمونه‌های ماست براساس استاندارد ملی ایران و با استفاده از دستگاه pH متر، در ۲۵ درجه سانتی‌گراد صورت گرفت (استاندارد ملی استاندارد ایران، ۱۳۸۶).

ارزیابی خصوصیات حسی

به منظور ارزیابی کیفیت محصول تولیدی و رسیدن به بهترین فرمولاسیون نمونه‌های ماست حاوی عصاره و صمغ با غلظت‌های مختلف در معرض قضاوت داوران مربوط گذاشته شد و با استفاده از روش هدونیک (۵ نقطه‌ای) نمونه‌های ماست تهیه شده را از نظر ظاهر و قوام محصول ارزیابی کردند (Barrantes et al., 1994).

تجزیه و تحلیل آماری

در این پژوهش از طرح مرکب مرکزی جهت بررسی اثر متغیرهای آزمایش و از نرم افزار Design Expert 6.0.2 به منظور آنالیز آماری استفاده شد. این تکنیک اثر متغیرهای مستقل بر فرآیندها را به تنهایی یا در تلفیق با سایر متغیرها مشخص نمود.

نتایج و بحث

تاثیر عصاره گل مینای نیشابوری و صمغ دانه چیا بر میزان ترکیبات فنولی

نتایج تجزیه واریانس داده ها در جدول (۱) نشان داده شده است. در بین فاکتورهای مورد بررسی اثرات خطی و درجه دوم عصاره مینای نیشابوری و اثر درجه دوم صمغ دانه چیا بر میزان ترکیبات فنولی معنی‌دار بود ($P<0.05$). همچنین مدل به دست آمده با داده‌های واقعی همبستگی بالا دارد ($R^2 = 0.8990$). طبق بررسی‌ها با افزایش عصاره گیاهی و صمغ چیا روندی صعودی را طی نمود، به صورتی که با افزایش میزان عصاره از ۱۲ تا ۱۴ درصد و صمغ از ۰/۲۰ تا ۰/۲۲ درصد بیشترین میزان ترکیبات فنولی حاصل شد که قابل پیش‌بینی بود. بیشترین مقدار ترکیبات فنولی در حالت اثر تقابل دو متغیر (mg GAE/g) ۱۳/۵۸ و کمترین مقدار در نمونه شاهد (mg GAE/g) ۱۰/۲۶ حاصل گردید. همچنین با افزایش عصاره مینای نیشابوری تا ۱۵ درصد و صمغ دانه چیا تا ۰/۳ درصد، مقدار بهینه شاخص فنولی محصول ماست حدود (mg GAE/g) ۱۲/۸۶ مشاهده گردید.

جدول ۱- مقادیر بدست آمده برای اندازه‌گیری میزان ترکیبات فنولی ماست تولیدی

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	10.24	5	2.11	8.49	0.0042	significant
A- Sclerorhachis platyrachis	4	1	4	14.97	0.0045	
B- Salvia hispanica	5.61	1	5.61	19.4	0.0010	
AB	1.08	1	1.08	3.75	0.0567	
A^2	0.0541	1	0.0541	0.2258	0.6491	
B^2	0.0074	1	0.0074	0.0357	0.8555	
Residual	1.75	7	0.2500			
Lack of Fit	1.75	3	0.5801			
Pure Error	0	4	0			
Cor Total	12.64	11				
R^2	0.8990					
Adjusted R^2	0.8880					

در گیاهان ترکیبات فنولی گوناگونی وجود دارد و فلاونوئیدها از جمله مشتقات آن‌ها محسوب می‌شوند. وجود رابطه مستقیم میان ترکیبات فنلی و قدرت آنتی‌اکسیدانی در بسیاری از پژوهش‌های پیشین اثبات شده است. علت این امر را می‌توان به گروه‌های هیدروکسیل موجود در ساختار ترکیبات فنولی مرتبط دانست. گروه‌های هیدروکسیل به عنوان دهنده هیدروژن عمل کرده و موجب کنترل عوامل اکسیدکننده می‌شوند به این ترتیب از اکسیداسیون جلوگیری می‌کنند (Barzegar et al., 2019).

تاثیر عصاره گل مینای نیشابوری و صمغ دانه چیا بر میزان pH

مطابق با جدول آنالیز وایانس در جدول (۲) می‌توان دریافت عصاره گیاه مینای نیشابوری و صمغ دانه چیا اثر معنی‌داری بر روی میزان pH به دست آمده، دارند ($P<0.05$). با بررسی مقادیر بدست آمده می‌توان دریافت که اثر درجه دوم یا نمایی (A^2) عصاره مینای نیشابوری و اثر متقابل دو متغیر (AB) در فرآیند تولید ماست بر میزان pH تاثیر منفی و اثرات خطی هر دو متغیر (A) و (B) و اثر درجه دوم یا نمائی (B^2) صمغ دانه چیا تاثیر مثبت بر میزان pH داشتند. مقادیر به دست آمده نشان می‌دهد که مدل استفاده شده معنی‌دار است ($P<0.05$). همچنین با توجه به بالا بودن همبستگی میان داده‌ها، ضریب همبستگی ($R^2 = 0.9010$) می‌توان دریافت که مدل پیش‌بینی شده با نتایج مطابقت دارد. با افزایش غلظت عصاره گل مینای نیشابوری از صفر تا ۱۵ درصد و میزان صمغ دانه چیا از صفر تا ۰/۳ درصد میزان pH افزایش یافت که البته بیشترین تاثیر متقابل را افزایش مقدار صمغ دانه چیا از

خود در محصول ماست نشان داد. بیشترین میزان اندیس pH در مقدار ۰/۲۵ درصد صمغ دانه چیا با مقدار ۳/۸۸ و کمترین اندیس pH با میزان ۳/۲۶ مربوط به حداکثر مقادیر دو متغیر عصاره مینای نیشابوری و صمغ دانه چیا به دست آمد و همچنین مقدار بهینه این شاخص برابر ۳/۴۷ حاصل شد.

جدول ۲- مقادیر بدست آمده برای اندازه‌گیری میزان pH ماست تولیدی

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	0.0468	5	0.0087	9.66	0.003	significant
A- Sclerorhachis platyrachis	0.0110	1	0.0110	11.66	0.007	
B- Salvia hispanica	0.0325	1	0.0325	32.28	0.0059	
AB	0.0010	1	0.0010	1.02	0.2214	
A^2	0.0002	1	0.0002	0.1500	0.6110	
B^2	0.0012	1	0.0012	1.08	0.1998	
Residual	0.0066	7	0.0088			
Lack of Fit	0.0066	3	0.0018			
Pure Error	0	4	0			
Cor Total	0.0448	12				
R^2	0.9010					
Adjusted R^2	0.8977					

طبق استاندارد بیشینه pH ماست برابر ۴/۶ می‌باشد، اما همان‌طور که مشاهده می‌شود تغییر نسبت‌های عصاره گل مینای نیشابوری هیچ‌گونه تأثیری بر میزان pH نداشت. Guggisberg و همکاران (۲۰۰۹) نیز در پژوهشی که بر روی افزودن اینولین به ماست کم چرب انجام دادند، دریافتند که افزودن اینولین تأثیر معنی‌داری بر pH نداشت. Fiszman و همکاران (۱۹۹۹)، پژوهشی در خصوص اثر افزودن ژلاتین بر ماست انجام دادند. نتایج حاکی از ان بود که ژلاتین تأثیر معنی‌داری بر فعالیت باکتری‌ها و تغییر pH نداشت.

تاثیر عصاره گل مینای نیشابوری و صمغ دانه چیا بر میزان خصوصیات حسی

آنالیز واریانس مربوط به دو عامل ویژگی‌های حسی (ظاهر و قوام) نمونه‌های ماست تهیه شده در جداول (۳) و (۴) حاصل شدند که تمامی نتایج نشان داد که مقادیر (P-value) برای رگرسیون و (P-value) برای عدم برازش (Lack of fit) برای هر دو شاخص به ترتیب کمتر و بیشتر از ۰/۰۵ می‌باشد که بیانگر معنادار بودن مدل با سطح اطمینان ۹۵ ٪ می‌باشد و معنی‌دار بودن مدل‌های پیشنهادی می‌باشد.

مطابق با جدول آنالیز وایانس جدول (۳) می‌توان دریافت که استفاده از عصاره گیاه مینای نیشابوری و صمغ دانه چیا اثر معنی‌داری بر ویژگی حسی ظاهر محصول دارند ($P<0.05$). همچنین مشخص شد تمامی اثرات درجه دوم یا نمایی (A^2) عصاره گل مینای نیشابوری و (B^2) صمغ دانه چیا و اثر متقابل دو متغیر مستقل (AB) در فرآیند تولید ماست بر میزان شاخص ظاهر محصول تاثیر مثبت و اثرات خطی (A) و (B) تاثیر منفی بر این ویژگی حسی اندازه‌گیری شده، داشتند ($P<0.05$). اثر متقابل عصاره مینای نیشابوری و صمغ دانه چیا مشخص نمود با افزایش میزان این دو متغیر ویژگی حسی ظاهر روندی نزولی را نشان می‌دهد. به صورتی که با افزایش غلظت تا ۱۵ درصد عصاره استخراج شده ویژگی نامبرده روندی کاهشی را نشان داد. برای متغیر مستقل صمغ دانه چیا نیز همین روند رخ داد و از با افزایش مقدار صمغ تا ۰/۳ درصد کیفیت ظاهر محصول نسبت به نمونه‌های دیگر افت محسوسی مشاهده شد. مقدار بهینه ویژگی حسی ظاهر از نظر کمی برابر ۲/۴۸ در حالی حاصل شد که به ترتیب از مقادیر ۱۰ درصد عصاره استخراجی و ۰/۲ درصد صمغ دانه چیا استفاده شد.

جدول ۳- مقادیر بدست آمده برای اندازه‌گیری میزان ظاهر ماست تولیدی

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	3.98	5	0.7902	4.22	0.0199	significant
A- Sclerorhachis platyrachis	0.6968	1	0.6968	4.45	0.0695	
B- Salvia hispanica	1.5	1	1.5	9.36	0.012	
AB	1	1	1	5.99	0.0317	
A^2	0.7115	1	0.7115	4.99	0.0588	
B^2	0.0008	1	0.0008	0.0049	0.8547	
Residual	1.01	7	0.1399			
Lack of Fit	1.01	3	0.322			
Pure Error	0	4	0			
Cor Total	5.08	12				
R^2	0.8425					
Adjusted R^2	0.7955					

مطابق با جدول آنالیز وایانس جدول (۴) می‌توان دریافت که استفاده از عصاره مینای نیشابوری و صمغ دانه چیا اثر معنی‌داری بر ویژگی حسی قوام محصول نداشتند ($P>0.05$). نتایج نشان داد فقط اثر درجه دوم یا نمایی (A^2) عصاره استخراج شده بر میزان شاخص قوام محصول تاثیر مثبت داشته و بقیه ضرایب بی‌تاثیر یا تاثیر منفی بر این ویژگی حسی اندازه‌گیری شده، داشتند ($P<0.05$). باید توجه نمود، اثر متقابل عصاره مینای نیشابوری و صمغ دانه چیا مشخص نمود با افزایش میزان این دو متغیر ویژگی حسی قوام روندی نزولی را نشان می‌دهد. برای بهبود ویژگی قوام استفاده از غلظت عصاره (صفر تا ۱۰ درصد) و صمغ دانه چیا (صفر تا ۰/۲ درصد) مناسب بود. در واقع افزایش عصاره استخراج شده و کاهش میزان صمغ دانه چیا، نیز بر این فاکتور موثر و باعث کاهش آن شد. مقدار بهینه ویژگی حسی قوام از نظر کمی برابر ۲/۳۸ در حالی حاصل شد که به ترتیب از مقادیر ۱۰ درصد عصاره و ۰/۲ درصد صمغ دانه چیا در فرمولاسیون محصول استفاده شد.

جدول (۴) مقادیر بدست آمده برای اندازه‌گیری میزان قوام ماست تولیدی

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	4.36	5	0.8542	3.00	0.0698	not significant
A- Sclerorhachis platyrachis	0	1	0	0	1	
B- Salvia hispanica	3.88	1	3.88	14.77	0.0048	
AB	8.88E-16	1	8.88E-16	3.30E-15	1	
A^2	0.1198	1	0.1198	0.7544	0.3987	
B^2	0.1299	1	0.1299	0.4985	0.4899	
Residual	1.75	7	0.2588			
Lack of Fit	1.75	3	0.6105			
Pure Error	0	4	0			
Cor Total	6.31	12				
R^2	0.8843					
Adjusted R^2	0.8522					

باید در نظر داشت مینای نیشابوری گیاهی از خانواده کاسنی می‌باشد و دارای طعم و مزه کمی تلخ است بنابراین هرچه غلظت عصاره مینای نیشابوری در نمونه ماست‌ها افزایش یابد طعمی برخلاف ذائقه همیشگی مصرف‌کننده می‌تواند جلب توجه کند. پیرسا و همکاران (۱۳۹۸) نیز به منظور استفاده از مواد گیاهی طبیعی به همین نتیجه رسیده و اعلام کردند با توجه به اینکه تره‌کوهی گیاهی از خانواده آلیوم می‌باشد و دارای طعم تند است می‌تواند با افزایش غلظت تاثیر نامطلوبی در خصوصیات حسی به ویژه طعم داشته به

طوری‌که، بیشترین پذیرش کلی نمونه‌های ماست به نمونه‌های حاوی پودر تره‌کوهی ۱/۲۵ درصد بود و درصدهای بالاتر (۲٪) اثر نامطلوبی بر خواص حسی نشان داد.

نتیجه‌گیری

تولید ماست غنی شده می‌تواند راه حل مناسبی برای کاهش کالری دریافتی و جلوگیری از انواع بیماری‌ها از قبیل ناراحتی قلبی، دیابت، فشارخون بالا و بسیاری از سرطان‌ها باشد. در این تحقیق ارزیابی پارامترهای ثابت به روش سطح پاسخ (RSM) با متغیرهای مستقل، عصاره گیاه مینای نیشابوری (*Sclerorhachis platyrachis*) و صمغ دانه چیا بر محصول ماست همزده تولیدی انجام شد. با افزایش هر چه بیشتر سطوح عصاره مینای نیشابوری تا ۱۵ درصد و صمغ دانه چیا تا ۰/۳ درصد، مقادیر بهینه ترکیبات فنولی و pH به ترتیب (mg GAE/g) ۱۲/۸۶ و ۳/۴۷ برای ماست تولیدی، مشاهده شدند. همچنین با افزایش هر چه بیشتر سطوح متغیرهای مستقل، روند نزولی ویژگی‌های حسی ظاهر و قوام محصول تولید شده، حاصل شد.

منابع

پیرسا، س.، امینی، ر. و علیزاده، م. ۱۳۹۸. تولید ماست همزده فراسودمند حاوی پودر تره‌کوهی (Allium iranicum) و بررسی خواص فیزیکوشیمیایی، حسی و ماندگاری آن. شماره ۸۶ ، دوره ۱۵ ، ۳۱-۴۵.

سازمان ملی استاندارد ایران. ۱۳۸۶. شیر و فرآورده‌های آن - تعیین اسیدیته و pH – روش آزمون، چاپ اول، ۲۸۵۲.

لطفی زاده دهکردی، س.، شاکریان، ا. و محمدی نافچی، ع. ۱۳۹۲. تاثیر عصاره گیاه شنگ بر خواص حسی، ماندگاری و میزان ویسکوزیته ماست. فصل‌نامه داروهای گیاهی، سال ۴، شماره ۱، ۴۹-۵۷.

Akhlaghi, H., Akhlaghi, S.S., Mahdavi, B., Rezaei, H. 2015. Sclerorhachis Platyrachis (Boiss.) Podlech Ex Rech. F.: an indigenous medicinal plant from northeastern iran; essential oil composition, total flavonoid content and antioxidant activity. Journal of Chemical Health Risks, 5(2): 129-135.

Avila-de la Rosa, G., Alvarez-Ramirez, J., Vernon-Carter, E.J., Carrillo-Navas, H., and Pérez-Alonso, C. 2015. Viscoelasticity of chia (Salvia hispanica L.) seed mucilage dispersion in the vicinity of an oil-water interface. Food Hydrocolloids, 49: 200-207.

Barrantes, E., Tamime, A.Y., and Sword, A.M. 1994. Production of lowcalorie yogurt using skim milk powder and fat-substitute. Microbiological and organoleptic qualities. Milchwissenschaft, 49: 205-208.

Barzegar H, Alizadeh Behbahani B, Mehrnia MA. Identification of the chemical compounds andantibacterial activity of Ocimumbasilicum essential oil and the effects of its interactionwith tetracycline and chloramphenicol antibiotics on some pathogenic microorganisms causing infection and food poisoning. Food Science and Technology. 2019; 90(16): 113-125.

Fiszman, S. M., Lluch, M. A., & Salvador, A. 1999. Effect of addition of gelatin on microstructure of acidic milk gels and yoghurt and on their rheological properties of yoghurt. 21st National Congress of Food Science and Technology.

Guggisberg, D., Cuthbert-steven, J., Piccinali, P., Butikofor, U., & Eeberhand, P. 2009. Rheological, microstructural and sensory characterization of low-fat and whole milk Set yoghurt as influenced by inulin addition. Internation Dairy Journal , 19:107115.

Munekata, P.E.S., Alcántara, C., Žugčić, T., Abdelkebir, R., Collado, M.C., García-Pérez, J.V., Jambrak, A.R., Gavahian, M., Barba, F.J., and Lorenzoa, J.M. 2020. Impact of ultrasound-assisted extraction and solvent composition on bioactive compounds and in vitro biological activities of thyme and rosemary. Food Research International, 134: 109242.

Orlajensen, S. 1993. The Lactic Acid Bacteria. Ejnar Munskgarad. Complentary Volume. Copenhagen, Denmark.

Stoilova, I., Krastanov, A., Stoyanova, A., Denev, P., and Gargova, S. 2007. Antioxidant actirity of ginger extract (Zingiber officinale). Food Chemistry, 102(3): 764-770.

Yahai, M., Samadanian, F., Hosseini, M., and Azadbakht, L. 2013. Prevalence of Overweight, Obesity and Central Obesity among Students of School of Medicine in Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan. Iran Journal of Health System Research, 9(4):421-429.



Investigating the alcoholic extract of *Sclerorhachis platyrachis* plant and chia seed gum on phenolic compounds, pH and sensory properties of stirred yogurt

Maryam Vahabi[1], Ahmad Pedram Nia[2*], Mahdi Jalali[2]

[1]MSc Student of the Department of Food Science and Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran

[2]Department of Food Science and Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran

Corresponding Author: ahmadpedram@yahoo.com

Abstract

The purpose of this research was to investigate the effect of adding the extract of the *Sclerorhachis platyrachis* plant as a source containing phenolic compounds and and chia seed gum as a fat reducer in the formulation of stirred yogurt on the amount of phenolic compounds, pH and sensory properties of appearance and consistency. The applied treatments, including the extracted extract of *Sclerorhachis platyrachis* plant based on the maceration method (5 to 15%) and chia seed gum (0.1 to 0.3%) were used as independent variables. The results showed that increasing the amount of extract up to 15% and chia gum up to 0.3% can have an increasing effect on the parameters of phenolic compounds and pH. But with the increase of two independent variables on the sensory characteristics of the appearance and consistency of the produced product, at first there was an increasing trend and then a decreasing trend. The use of amounts of 0.22% of chia gum and 12% of the extract extracted from the *Sclerorhachis platyrachis* plant could be effective in the formulation of the optimal sample of stirred yogurt.

Keywords: "*Sclerorhachis platyrachis* plant", "Chia seed gum", "Stirred yoghurt", "Maceration"



بررسی عملکرد اسید آسکوربیک بر بهبود بافت و ویژگی‌های ظاهری کلوچه سنتی زابلی حاوی آرد گندم سن‌زده

نرگس میر[۱]، غلامحسین حقایق[۲]، محمد امین میری[۲]، بهاره صحرائیان[۳*]

[۱] **دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.**

[۲] **استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.**

[۳] **گروه پژوهشی کیفیت و ایمنی مواد غذایی، پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی، جهاددانشگاهی خراسان رضوی، مشهد، ایران.**

آدرس پست الکترونیک نویسنده مسئول: baharehsahraiyan@yahoo.com

چکیده

این تحقیق با هدف کاربرد اسید آسکوربیک به عنوان یکی از بهبوددهنده‌های فراورده‌های صنعت پخت در فرمولاسیون کلوچه سنتی زابلی حاوی ۳۰ درصد آرد گندم سن‌زده برای جبران خسارات ناشی از سن گندم (آفت‌زدگی) انجام شد. بدین منظور از اسید آسکوربیک در سطوح صفر، ۳۰ و ۶۰ پی‌پی‌ام در فرمولاسیون کلوچه استفاده شد و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و پذیرش کلی نمونه‌های تولیدی ارزیابی شد. نتایج نشان داد کلوچه‌های حاوی اسید آسکوربیک از رطوبت بیشتری در مقایسه با نمونه شاهد (فاقد اسید آسکوربیک) برخوردار بودند و افزایش سطح این افزودنی در فرمولاسیون منجر به حفظ بهتر رطوبت طی یک ماه نگهداری شد. براساس یافته‌ها هیچ گونه تغییر معنی‌داری ($P<0.05$) در حجم مخصوص نمونه‌ها و مولفه رنگی a* در نتیجه حضور اسید آسکوربیک در فرمولاسیون کلوچه‌های حاوی آرد گندم سن‌زده مشاهده نشد. از سوی دیگر نتایج حاکی از آن بود که نمونه‌های حاوی اسید آسکوربیک از بافت نرم‌تری در مقایسه با نمونه شاهد در بازه زمانی ۲ هفته و یک ماه پس از پخت برخوردار بودند. این در حالی بود که نمونه حاوی ۶۰ پی‌پی‌ام اسید آسکوربیک بافت سفت‌تری نسبت به نمونه شاهد در بازه زمانی ۲ ساعت پس از پخت داشت. همچنین حضور اسید آسکوربیک در فرمولاسیون کلوچه سنتی زابلی منجر به افزایش مولفه رنگی L* و کاهش مولفه رنگی b* شد. در نهایت ارزیابی حسی نمونه‌های تولیدی برتری کلوچه حاوی ۳۰ پی‌پی‌ام اسید آسکوربیک را در مقایسه با ۶۰ پی‌پی‌ام از این افزودنی تایید کرد.

واژگان کلیدی: اسید آسکوربیک، گندم سن‌زده، کلوچه سنتی، بافت، ظاهر.

مقدمه

در سیستان عموما سه نوع کلوچه وجود دارد: کلوچه ساده یا روغنی، کلوچه خرمایی و کلوچه قندی. کلوچه نوعی شیرینی است که مواد اولیه اصلی آن آرد گندم، روغن، شکر و تخم مرغ است. آرد گندمی که در تولید انواع کلوچه استفاده می‌شود در مقایسه با آرد نان ضعیف‌تر بوده و میزان پروتئین آن پایین‌تر است (Aziah et al, 2012). از این رو می‌توان از آرد گندم سن‌زده که یک آرد ضعیف است و از میزان گلوتن کمی برخوردارست، در مخلوط با آرد گندم برای تولید کلوچه با اهداف مختلف از جمله بازگشت ضایعات کشاورزی به چرخه انسانی، بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی فراورده نهایی و ... استفاده نمود (اکرامیان و همکاران، ۱۴۰۲). قدیمی‌ترین و مهم‌ترین آفتی که به گندم حمله می‌کند، حشره سن (*Eurygaster integriceps*) است. خسارات پروتئاز بزاق سن روی ویژگی‌های کیفی و ارزش نانوایی گندم به مراتب بیشتر از خسارات کمی ناشی از آن است. اثر تخریبی این آنزیم ناشی از تجزیه گلوتن است (Ozulku and Siviri Ozay, 2020). اسید آسکوربیک که جزو دسته اکسیدکننده‌ها می‌باشد از جمله افزودنی‌هایی است که برای تقویت آرد گندم ضعیف و تا حدودی جبران خسارات ناشی از سن‌زدگی استفاده می‌شود (Zeidvand et al, 2023). دهیدروآسکوربیک اسید اکسید شدن گروه‌های تیول (SH-) را کاتالیز کرده و موجب ایجاد پیوندهای عرضی در ساختار پروتئین و تقویت شبکه گلوتنی خمیر می‌شود (Faccio et al, 2012 ؛Every et al, 2008). Maforimbo و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند مهم‌ترین تاثیر اسید آسکوربیک اکسید کردن گروه‌های سولفیدریل موجود در خمیر است که در نتیجه‌ی آن شبکه گلوتنی تقویت می‌شود. با بهبود این شبکه کشش‌پذیری خمیر حاصل از آرد گندم سن‌زده را افزایش، سفتی بافت فراورده نانوایی حاصل از آن کاهش و حجم افزایش می‌یابد (Dizlek and Ozar, 2023). (Slideltsey & Kiyashko ;2022) با کاربرد اسید آسکوربیک در فرمولاسیون نان گزارش کردند افزودن اسید آسکوربیک منجر به بهبود ویژگی‌های رئولوژیگی خمیر و افزایش حجم و تخلخل شد. سطح پوسته نمونه‌های حاوی اسید یکنواخت و مسطح و بدون شکستگی، برآمدگی و فرورفتگی بود. رنگ این نمونه‌ها روشن‌تر و شیشه‌ای و بدون سوختگی بود. فرایند خمیرگیری و پخت بهبود یافت. چسبندگی خمیر کاهش یافت. نان حاوی اسید آسکوربیک از عطر و مزه بهتری برخوردار بود. مطالعات نشان می‌دهد اگر از اسید آسکوربیک بیشتر از مقدار مورد نیاز استفاده شود نه تنها اثرات مثبت فیزیکوشیمیایی و تکنولوژیکی مشاهده نمی‌شود بلکه خمیر بیش از اندازه چسبندگی دارد و بافت محصول نهایی سفت و غیریکنواخت خواهد بود (Sheikholeslami et al, 2018). هدف از این پژوهش استفاده آرد گندم سن‌زده در سطح ۳۰ درصد جهت بازگشت این نوع گندم به چرخه انسانی و اسید آسکوربیک در سطوح صفر، ۳۰ و ۶۰ پی‌پی‌ام در فرمولاسیون کلوچه سنتی زابل به منظور بهبود فراورده تولیدی حاصل از مخلوط آرد گندم سالم و سن‌زده بود.

مواد

گندم سن‌زده (حدود ۱۰ درصد سن‌زدگی) از اداره کل غله و خدمات بازرگانی استان همدان و آرد گندم با درجه استخراج ۷۵ درصد از کارخانه آرد رضا (قوچان-ایران) تهیه گردید. اسید آسکوربیک از شرکت توسعه صنایع غذایی دانشگرایان نوین دلسا (مشهد-ایران) و شکر ، نمک و روغن جامد از یک فروشگاه مواد قنادی در سطح شهر مشهد خریداری گردید. مخمر مورد استفاده *ساکارومایسس سرویزیه* (*Saccharomyces cerevisiae*) از شرکت خمیرمایه رضوی (مشهد، ایران) و مواد شیمیایی از شرکت مرک (آلمان) تهیه شد.

روش تهیه کلوچه

تهیه خمیر کلوچه سنتی زابلی (نمونه شاهد) با استفاده از ۷۰ درصد آرد گندم سالم و ۳۰ درصد آرد گندم سن‌زده، ۲۵ درصد روغن جامد، ۲ درصد پودر شکر، ۰/۵ درصد مخمر، ۰/۳ درصد نمک و ۲۰ درصد آب انجام شد. برای تهیه تیمارها اسید آسکوربیک در سطوح صفر، ۳۰ و ۶۰ پی‌پی‌ام استفاده شد. ابتدا پودر شکر، مخمر و آب ولرم در یک بشر ۲۵۰ سی‌سی با یکدیگر مخلوط شدند. سپس آرد، نمک، اسید آسکوربیک و روغن تا رسیدن به خمیری یکدست و یکنواخت در همزن آزمایشگاهی مخلوط شدند. در ادامه مخمر عمل آمده به آن‌ها اضافه و عمل ورز دادن به مدت ۵ دقیقه به صورت دستی انجام شد. سپس روی خمیر با لفاف‌های پلی‌اتیلینی پوشانده شد و خمیر به مدت ۱ ساعت و ۳۰ دقیقه در دمای محیط مرحله استراحت خود را طی نمود. سپس خمیر آماده شده با استفاده از یک وردنه روی یک صفحه سیلکونی پهن و آماده قالب‌زنی با کاتر گرد به قطر ۲ و ارتفاع ۰/۵ سانتی‌متر شد. در انتها خمیرهای کلوچه روی سینی چیده شدند و در فر آزمایشگاهی (با دمای ۱۸۰ درجه به مدت ۲۵ دقیقه قرار گرفتند.

رطوبت

مقدار رطوبت با روش AACC (۲۰۰۰) به شماره ۱۶-۴۴ (روش آون‌گذاری) در فاصله زمانی ۲ ساعت، ۲ هفته و یک ماه انجام شد.

حجم مخصوص

ابتدا با استفاده از یک ترازوی دیجیتالی وزن نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. سپس حجم نمونه با روش جایگزینی حجم با دانه کلزا مطابق با استاندارد (AACC 2000) به شماره ۱۰-۷۲ انجام شد. در نهایت از تقسیم حجم بر وزن نمونه، حجم مخصوص محاسبه گردید.

بافت

به منظور اندازه‌گیری سفتی بافت بافت نمونه‌های کلوچه در فاصله زمانی ۲ ساعت، ۲ هفته و یک ماه پس از پخت از دستگاه سنجش بافت استفاده شد. برای این منظور از پروب استوانه‌ای به قطر ۵ میلی‌متر استفاده گردید. سرعت قبل از آزمون ۱ میلی‌متر در ثانیه، سرعت آزمون ۰/۵ میلی‌متر در ثانیه، عمق نفوذ ۲ میلی‌متر و میزان بارگذاری ۵۰ کیلوگرم بود (Bassinello et al, 2011).

رنگ ($L^*a^*b^*$)

ارزیابی رنگ **($L^*a^*b^*$)** مطابق با روش (Saricoban 2010 و Yilmaz) انجام گرفت.

ویژگی‌های حسی

خصوصیات حسی شیرینی‌های بدون گلوتن از نظر فرم و شکل، سفتی و نرمی بافت، قابلیت جویدن و بو و مزه ارزیابی شدند. ضریب ارزیابی صفات براساس هدونیک پنج نقطه‌ای از بسیار بد (۱) تا بسیار خوب (۵) و ضریب رتبه هر یک از ویژگی‌ها به ترتیب ۴، ۲، ۲، ۳ و ۳ بود (Jalali et al, 2019). در انتها با داشتن این معلومات، امتیاز پذیرش کلی محاسبه شد.

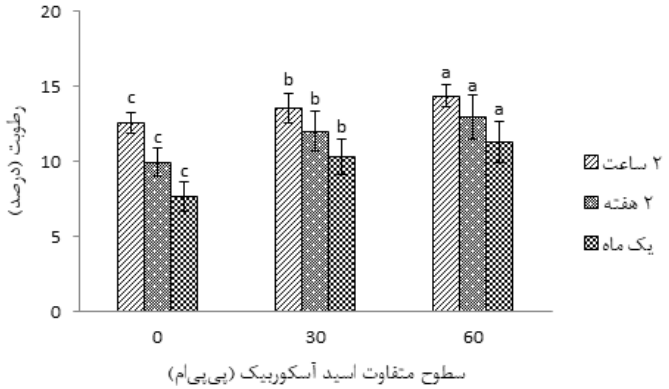
تجزیه و تحلیل آماری

به منظور تجزیه و تحلیل آماری از یک طرح کاملا تصادفی و نرم افزار Mini-Tab17 استفاده شد. مقایسه میانگین با آزمون توکی انجام گردید ($P<0.05$). کلیه آزمایشات با سه تکرار انجام گرفت. رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel بود.

نتایج و بحث

رطوبت

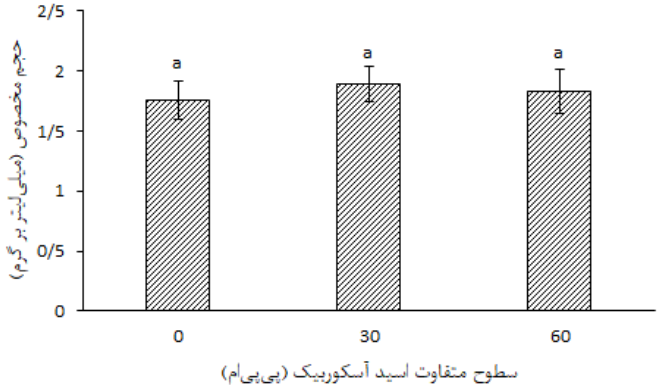
شکل ۱ نشان‌دهنده رطوبت نمونه‌های تولیدی حاوی سطوح متفاوت اسیدآسکوربیک (صفر، ۳۰ و ۶۰ پی‌پی‌ام) در فاصله زمانی ۲ ساعت، ۲ هفته و یک ماه پس از پخت است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد با افزایش اسید آسکوربیک در فرمولاسیون کلوچه حاوی آرد گندم سن‌زده بر میزان رطوبت نمونه‌های تولیدی افزوده شد ($P<0.05$). به طوری که بیشترین و کمترین میزان رطوبت در هر سه بازه زمانی (۲ ساعت، ۲ هفته و یک ماه) به ترتیب در نمونه حاوی ۶۰ پی‌پی‌ام اسید آسکوربیک و نمونه شاهد (فاقد اسید آسکوربیک) مشاهده شد. Shokraie و همکاران (۲۰۱۸) به بررسی خواص رئولوژیکی و کیفی پاستای تهیه شده از آرد گندم سن‌زده و اسید آسکوربیک پرداختند. نتایج نشان داد حضور اسید آسکوربیک در فرمولاسیون منجر به افزایش رطوبت شد. Sheikholeslami و همکاران (۲۰۱۸) به بررسی اثر مخلوط اسید آسکوربیک و صمغ گوار در بهبود آرد گندم ضعیف شده ناشی از مخلوط با آرد جو بدون پوشینه پرداختند. نتایج حاکی از آن بود حضور ۲ درصد آرد جو بدون پوشینه، ۱ درصد صمغ گوار و ۲۰۰ پی‌پی‌ام اسید آسکوربیک منجر به حفظ بهتر رطوبت طی مدت زمان نگهداری شد. میرزایی (۱۳۹۲) به ارزیابی تأثیر چند نوع بهبوددهنده بر کیفیت نان سنگک پرداخت. در این تحقیق فرمول بهینه بهبوددهنده حاوی ۷۰ پی‌پی‌ام اسید آسکوربیک، ۳۶ میلی‌گرم آنزیم زایلاناز و ۰/۶ درصد امولسیفایر سدیم استئاروئیل ۲-لاکتیلات بود که منجر به افزایش جذب آب و رطوبت نان شد. در واقع دهیدروآسکوربیک اسید با ایجاد پیوندهای عرضی در ساختار پروتئین و تقویت آن می‌شود که در نتیجه آن حفظ رطوبت بهبود می‌یابد (Faccio et al, 2012).



شکل ۱- اثر اسید آسکوربیک بر میزان رطوبت کلوچه طی یک ماه

حجم مخصوص

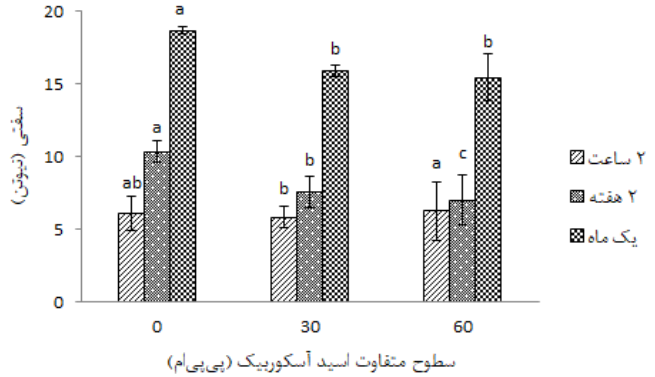
شکل ۲ نشان‌دهنده حجم مخصوص نمونه‌های تولیدی حاوی سطوح متفاوت اسیدآسکوربیک (صفر، ۳۰ و ۶۰ پی‌پی‌ام) است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد حضور اسید آسکوربیک در فرمولاسیون کلوچه زابلی اندکی سبب افزایش حجم مخصوص شد، اما این افزایش در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار نبود. Kiyashko و Slideltsey (۲۰۲۲) با کاربرد اسید آسکوربیک به عنوان یک بهبوددهنده با عملکرد اکسیدکنندگی بر ویژگی های رئولوژیکی خمیر و تکنولوژیکی و حسی نان گزارش کردند افزودن اسید آسکوربیک به فرمولاسیون نان منجر به بهبود ویژگی‌های رئولوژیگی خمیر و افزایش حجم و تخلخل نمونه‌های تولیدی شد. اثر نهایی اسید آسکوربیک افزایش قابلیت خمیر در نگهداری گاز، بهبود گسترش خمیر، افزایش میزان مقاومت خمیر و در نهایت افزایش حجم و تولید محصولی با ساختار سلولی ریز و یکنواخت است. از سویی، اسید آسکوربیک باید به مقدار لازم مصرف گردد و چنانچه بیش از حد مناسب استفاده شود، نه تنها اثر بهبوددهنگی ندارد، بلکه آثار زیان باری از خود نشان داده، و سبب سفت شدن خمیر، کاهش حجم و نامطلوب شدن بافت فراورده تولیدی می‌گردد. غیور اصلی و همکاران (۱۳۸۷) به بررسی تأثیر آنزیم آلفا آمیلاز و اسید آسکوربیک بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر و حجم مخصوص نان اشترودل پرداختند. نتایج نشان داد اسید آسکوربیک بر افزایش قدرت خمیر و قابلیت کشش خمیر و افزایش حجم مخصوص نان نقش مؤثری داشت و بهترین اثر در مقدار ۱۰۰ پی‌پی‌ام مشاهده شد.



شکل ۲- اثر اسید آسکوربیک بر میزان حجم مخصوص کلوچه

بافت

شکل ۳ نشان‌دهنده سفتی بافت نمونه‌های تولیدی حاوی سطوح متفاوت اسید آسکوربیک (صفر، ۳۰ و ۶۰ پی‌پی‌ام) در فاصله زمانی ۲ ساعت، ۲ هفته و یک ماه پس از پخت است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد نمونه حاوی ۳۰ پی‌پی‌ام اسید آسکوربیک در مقایسه با نمونه شاهد (فاقد آرد گندم سن‌زده) دارای کمترین میزان سفتی بافت در بازه زمانی ۲ ساعت پس از پخت بود. این در حالی بود که در همین بازه زمانی نمونه حاوی ۶۰ پی‌پی‌ام اسید آسکوربیک بافت سفت‌تری در مقایسه با نمونه شاهد (نمونه فاقد اسید آسکوربیک) داشت. نمونه های حاوی ۳۰ و۶۰ پی‌پی‌ام اسید آسکوربیک در بازه های زمانی ۲ هفته و یک ماه پس از پخت بافت نرم‌تری در مقایسه با نمونه شاهد برخوردار بودند. پورحاجی و صحرائیان (۱۳۹۷) از اسید آسکوربیک در سطوح متفاوت در فرمولاسیون دونات استفاده نمودند. اسید آسکوربیک در غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام به عنوان پرواکسیدان موجب تأثیرگذاری بر ویژگی‌های بافتی و ظاهری شد و در نهایت بازارپسندی محصول افزایش یافت. شیخ‌الاسلامی و همکاران (۱۳۸۸) از صمغ گوار و اسید آسکوربیک برای بهبود خواص رئولوژیک و ویژگی‌های پخت آرد گندم سن‌زده استفاده نمودند. نتایج نشان داد که افزودن گوار و اسید آسکوربیک به صورت مستقل و متقابل توانست خصوصیات رئولوژیکی خمیر و کیفیت بافت نان حاصل از گندم سن‌زده را بهبود بخشد و بهترین اثر در سطح ۰/۵ درصد صمغ گوار و ۲۰۰ پی‌پی‌ام اسید آسکوربیک مشاهده گردید.



شکل ۳-اثر اسیدآسکوربیک بر میزان سفتی بافت کلوچه طی یک ماه

رنگ ($L^*a^*b^*$)

جدول ۱ نشان‌دهنده رنگ ($L^*a^*b^*$) نمونه‌های تولیدی حاوی سطوح متفاوت اسید آسکوربیک (صفر، ۳۰ و ۶۰ پی‌پی‌ام) است. یافته‌ها حاکی از افزایش مولفه رنگی L* و کاهش مولفه رنگی b* در نتیجه حضور و افزایش سطح اسید آسکوربیک در فرمولاسیون کلوچه بود. این در حالی بود که بین مولفه رنگی a* نمونه‌های حاوی سطوح متفاوت اسید آسکوربیک و نمونه شاهد اختلاف معنی داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد مشاهده نگردید. Kiyashko و Slideltsey (۲۰۲۲) به مطالعه کاربرد اسید آسکوربیک به عنوان یک بهبوددهنده با عملکرد اکسیدکنندگی در نان پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد افزودن ۰/۰۳ درصد اسید آسکوربیک (براساس وزن آرد) سبب روشن‌تر و شیشه‌ای رنگ نمونه‌ها شد. پورحاجی و صحرائیان (۱۳۹۷) در نتیجه حضور اسید آسکوربیک در فرمولاسیون دونات افزایش مؤلفه رنگی L^* و به عبارتی میزان روشنایی محصول نهایی را گزارش کردند. میرزایی (۱۳۹۲) با فرموله نمودن و ارزیابی تأثیر چند نوع بهبوددهنده (ترکیبی از اسید آسکوربیک، آنزیم زایلاناز و امولسیفایر سدیم استئاروئیل ۲-لاکتیلات) بر کیفیت نان سنگک بیان نمودند نمونه نان حاوی بهبوددهنده روشن‌تر (کاهش مؤلفه قرمزی و زردی) از نمونه شاهد بود.

جدول ۱-اثر اسید آسکوربیک بر میزان مؤلفه‌های رنگی سطح کلوچه

تیمارها	اسید آسکوربیک (پی‌پی‌ام)	مولفه‌های رنگی سطح		
		L^*	a^{*ns}	b^*
۱ (شاهد)	-	۵۵/۳±۱۷/۵۷^c	۱/۰±۲۶/۳۶^a	۲۴/۱±۱۷/۸۹^a
۲	۳۰	۵۷/۳±۸۴/۸۱^b	۱/۰±۲۲/۳۴^a	۲۱/۱±۲۲/۳۱^b
۳	۶۰	۶۰/۳±۰۳/۹۸^a	۱/۰±۲۱/۳۳^a	۱۹/۱±۴۸/۵۶^c

حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری در سطح $P<0.05$ با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند.

ویژگی‌های حسی

جدول ۲ نشان‌دهنده امتیاز ویژگی‌های حسی نمونه‌های تولیدی حاوی سطوح متفاوت اسید آسکوربیک (صفر، ۳۰ و ۶۰ پی‌پی‌ام) است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد نمونه حاوی ۳۰ پی پی ام اسید آسکوربیک به لحاظ امتیاز خصوصیات سطح بالایی، سفتی و نرمی بافت، قابلیت جویدن، پوکی و تخلخل و پذیرش کلی نسبت به نمونه شاهد (فاقد اسید آسکوربیک) برتری داشت. این در حالی بود که امتیاز فرم و شکل، خصوصیات سطح پایینی و بو و مزه نمونه حاوی ۳۰ پی‌پی‌ام اسید آسکوربیک با نمونه شاهد مشابهت داشت. Dizlek و Ozar (۲۰۲۳) گزارش کردند استفاده از آرد گندم سن‌زده بدون حضور اکسیدکننده‌ها در فرمولاسیون فراورده‌های پخت سبب ایجاد بافت، قابلیت جویدن، فرم و شکل، رنگ، بو و مزه نامطلوب شد که در نتیجه آن کاهش کیفیت مشاهده گردید. اکرامیان و همکاران (۱۴۰۲) در تولید وافل از آرد گندم با ۱۰۰ درصد سن‌زدگی استفاده نمودند. نتایج این محققان نشان داد بالاترین امتیاز پذیرش کلی در ارزیابی حسی در نمونه حاوی ۰/۵ درصد آرد گندم سن‌زده (گندم با ۱۰۰ درصد سن‌زدگی) مشاهده شد. در این پژوهش گزارش شد حضور آرد گندم سن‌زده در فراورده‌های حاوی آرد گندم ضعیف عملکرد مثبت دارد و نه تنها کیفیت کاهش نمی‌یابد، بلکه ویژگی‌های حسی افزایش می‌یابد.

جدول ۲-اثر اسید آسکوربیک بر امتیاز ویژگی‌های حسی کلوچه

تیمارها	اسید آسکوربیک (پی‌پی‌ام)	ویژگی‌های حسی			
		فرم و شکل	خصوصیات سطح بالایی	خصوصیات سطح پایینی	سفتی و نرمی بافت
۱ (شاهد)	-	۲/۰±۸۳/۸۱^{b}	۳/۰±۲۵/۹۳^{b}	۳/۰±۵۰/۷۸^{a}	۳/۰±۱۵/۸۶^{b}
۲	۳۰	۳/۰±۳۵/۹۵^{a}	۳/۰±۷۰/۷۲^{a}	۳/۰±۵۵/۸۱^{a}	۳/۰±۵۰/۵۹^{a}
۳	۶۰	۳/۰±۴۳/۷۸^{a}	۳/۰±۳۵/۸۹^{b}	۳/۰±۶۰/۷۱^{a}	۳/۰±۳۵/۶۲^{ab}
تیمارها	اسید آسکوربیک (پی‌پی‌ام)	ویژگی‌های حسی			
		بو و مزه	قابلیت جویدن	پوکی و تخلخل	پذیرش کلی
۱ (شاهد)	-	۲/۰±۳۸/۹۵^{a}	۲/۰±۷۸/۷۷^{b}	۲/۰±۶۳/۸۱^{ab}	۲/۰±۸۶/۶۹^{b}
۲	۳۰	۲/۰±۵۳/۷۸^{a}	۳/۰±۱۸/۷۵^{a}	۲/۰±۸۵/۷۷^{a}	۳/۰±۱۷/۶۰^{a}
۳	۶۰	۲/۰±۰۸/۷۳^{b}	۲/۰±۸۳/۵۵^{b}	۲/۰±۵۵/۷۱^{b}	۲/۰±۹۵/۴۹^{b}

حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری در سطح $P<0.05$ با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج مشخص شد اسید آسکوربیک در حفظ رطوبت نمونه‌های تولیدی طی فرایند پخت موفق عمل نمود. همچنین نتایج نشان داد نمونه حاوی و ۳۰ پی‌پی‌ام اسید آسکوربیک دارای کمترین میزان سفتی بافت (طی یک ماه نگهداری) در مقایسه با سایر کلوچه‌های تولیدی بود. همچنین یافته‌ها حاکی از روشن‌تر شدن رنگ نمونه‌های تولیدی در نتیجه حضور اسید آسکوربیک و افزایش سطح مصرف آن در فرمولاسیون کلوچه بود. در نهایت براساس نتایج ارزیابی حسی و تمام پارامترهای مورد بررسی (فرم و شکل، خصوصیات سطح بالایی و پایینی، سفتی و نرمی بافت، پوکی و تخلخل و قابلیت جویدن، بو و مزه) و امتیاز پذیرش کلی برتری نمونه حاوی ۳۰ پی‌پی‌ام اسید آسکوربیک در مقایسه با سایر نمونه‌ها مشخص شد.

منابع

اکرامیان، ح.، سعیدی اصل، م. ر.، کریمی، م.، شیخ الاسلامی، ز. و پدرام نیا، الف. ر. ۱۴۰۲. مقایسه‌ی اثر استفاده از آرد گندم سن‌زده با آنزیم پروتئاز میکروبی در تولید وافل. نشریه‌ی نوآوری در علوم و فناوری مواد غذایی، شماره ۱۵، دوره ۲، ص. ۱۶۲-۱۵۱.

پورحاجی، ف و صحرائیان، ب. ۱۳۹۷. بررسی پایداری اکسیداتیو دونات حاوی اسید آسکوربیک و عصاره چای سبز طی دوره نگهداری با استفاده از روش تحلیل مؤلفه اصلی (PCA). مجله تحقیقات مهندسی صنایع غذایی، دوره ۱۷، شماره ۶۴، ص: ۵۶-۴۱.

شیخ‌الاسلامی، ز.، پورآذرنگ، ه.، مرتضوی، س.ع. و نصیری محلاتی، م. ۱۳۸۸. تأثیر صمغ گوار و اسید آسکوربیک بر خواص رئولوژیک و پخت آرد گندم سن‌زده. مجله الکترونیک و نگهداری مواد غذایی، دوره ۱، شماره ۳، ص: ۸۲-۶۵.

غیوراصلی، م. ع.، حدادخداپرست، م. ح. و کریمی، م. ۱۳۸۷. تأثیر آنزیم آلفاآمیلاز و اسیداسکوربیک بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر و حجم مخصوص نان اشترودل. مجله پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، دوره ۴، شماره ۲، ص: ۵۵-۴۷.

میرزایی، م. ۱۳۹۲. فرموله نمودن و ارزیابی تأثیر چند نوع بهبوددهنده بر کیفیت نان سنگک. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed., Vol. 2. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.

Aziah, A. A., Noor, A. Y. and Ho, L. H. 2012. Physicochemical and organoleptic properties of cookies incorporated with legume flour. International Food Research Journal, 19(4): 1539-1543.

Bassinello, P. Z., Freitasb, D. D. G. C., Ascherib, J. L. R., Takeitib, C. Y., Carvalhoa, R. N., Koakuzua, S. N., and Carvalhoc, A. V. 2011. Characterization of cookies formulated with rice and black bean extruded flours. Procedia Food Science, 1: 1645 – 1652.

Dizlek, H. and Ozar, M. S. 2023. Comparison of transglutaminase and L-ascorbic acid additives in improving the quality of bread made from sunn pest (Eurygaste integriceps) damaged wheat. International Journal of Food Science and Technology, 58(3): 1275-1283.

Every, D., Motoi, L. S. C. and Simmons, L. D. 2008. Predicting wheat quality consequences of the ascorbic acid improver effect. Journal of Cereal Science, 48: 339-348.

Faccio, G., Flander, L., Buchert, J., Saloheimo, M. and Nordlund, E. 2012. Sulfhydryl oxidase enhances the effects of ascorbic acid in wheat dough. Journal of Cereal Science, 55: 37-43.

Jalali, M., Sheikholeslami, Z., Elhamirad, A. H., Haddad Khodaparast, M. H. and Karimi, M. 2019. The effect of Balangu Shirazi (Lallemantia Royleana) gum on the quality of gluten-free pan bread containing pre-gelatinization simple corn flour with microeave. Carpathain Journal of Food Science and Technology, 11(2): 68-83.

Kiyashko, N. and Slideltsey, O. 2022. The use of ascorbic acid as an improver of oxidative action in production of wheat bread. International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry "INTERAGROMASH 2022", 574: 2544-2549.

Maforimbo, E., Nguyen, M. and Skurray, G. R. 2006. The effect l-ascorbic acid on the rheological properties of soy–wheat dough: a comparison of raw and physically modified soy flours. Journal of Food Engineering. 72: 339-345.

Ozulku, G. and Siviri Ozay, D. 2020. Improving the bread quality of suni-bug damaged wheat flours by sourdough bread making and liquid rye sour. Acta Alimentaria, 49(2): 170-180.

Saricoban, C. and Yilmaz, M. T. 2010. Modelling the effects of processing factors on the changes in color parameters of cooked meatballs using response surface methodology. World Applied Sciences Journal, 9(1): 14-22.

Sheikholeslami, Z., Karimi, m., Komeili, H. R. and Mahfouzi, M. 2018. A new mixed bread formula with improved physicochemical properties by using hull-less barley flour at the presence of guar gum and ascorbic acid. LWT, 93: 628-633.

Shokraie, M., Salehifar, M. and Afshin Pazhooh, R. 2018. Rheological and quality characteristics of pasta produced from sunn pest damaged wheat flour and ascorbic Acid. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 20: 935-963.

Zeidvand, S., Movahhed, S. and Rajaei, P. 2023. Effect of lactic acid, acid ascorbic and azodicarbonamid on microstructure and organoleptic properties of Sangak bread. *Journal of Food Biosciences and Technology*, 13(2): 61-69.



Investigating the effect of ascorbic acid on the improvement of the texture and appearance of traditional Zaboli cookies containing bug-damaged wheat flour

Narges Mir[1], Gholamhossein Haghayegh[2*], Mohammad Amin Miri[2], Bahareh Sahraiyan[3]
[1]Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Zabol ,Zabol, Iran
[2] Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran.
[3] Department of Food Quality and Safety, Food Science and Technology Research Institute, ACECR Khorasan Razavi Branch, Mashhad, Iran.
Corresponding Author: Baharehsahraiyan@yahoo.com

Abstract

This research used ascorbic acid as one of the improvers of baking industry products in the formulation of traditional Zaboli cookies containing 30% bug-damaged wheat flour to compensate for the damages caused by the bug-damaged of wheat (pests). For this purpose, ascorbic acid was used at zero, 30, and 60 ppm levels in the cookie formulation, and the physicochemical characteristics and overall acceptance of the production samples were evaluated. The results showed that cookies containing ascorbic acid had more moisture than the control sample (without ascorbic acid). Increasing the level of this additive in the formulation led to better moisture retention during one month of storage. Based on the findings, there was no significant change ($P<0.05$) in the specific volume of the samples and the color component a* as a result of the presence of ascorbic acid in the formulation of cookies containing bug-damaged wheat flour. On the other hand, the results indicated that the samples containing ascorbic acid had a softer texture compared to the control sample in 2 weeks and one month after baking. This was even though the sample containing 60 ppm of ascorbic acid had a firmer texture than the control sample within 2 hours after baking. Also, the presence of ascorbic acid in the formulation of traditional Zaboli cookies led to an increase in the color component L^* and a decrease in the color component b^*. Finally, sensory evaluation of production samples confirmed the superiority of cookies containing 30 ppm of ascorbic acid compared to 60 ppm of this additive.

Keywords: Ascorbic acid, Bug-damaged wheat, Traditional cookie, Texture, Appearance.

بررسی مفهوم امنیت غذایی از دیدگاه سازمان‌های بین‌المللی

زری سرابی*[۱] ، فاطمه سخی[۲]، احمد فتاحی اردکانی[۳]



۱ دانش‌آموخته دکتری اقتصاد کشاورزی، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
۲ دانش‌آموخته دکتری اقتصاد کشاورزی، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
۳ دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اردکان، یزد، ایران
* نویسنده مسئول:Sarabi. Zari @yahoo.com

چکیده

امنیت غذایی زمانی به دست می‌آید که همه مردم همواره به غذای کافی، سالم، مغذی و حلال دسترسی فیزیکی و اقتصادی داشته باشند و این غذا نیازهای فرد برای یک زندگی سالم و فعال را فراهم سازد. اجزاء و عوامل متنوعی بر عملکرد مناسب ارکان امنیت غذایی موثر است. چهار رکن شناسایی شده امنیت غذایی شامل: ۱) فراهمی غذا در سطح ملی، ۲) در دسترس بودن در خانوارها، ۳) بهره‌مندی، و ۴) ثبات عوامل مذکور در طول زمان است. در این راستا در تعریف جامع امنیت غذایی، هر چهار رکن مذکور در نظر گرفته شده است. مفهوم امنیت غذایی و ارکان آن در طی زمان دچار تحولات شگرفی شده که به تغییر مفهوم عملیاتی امنیت غذایی و نوع شاخص‌ها و روش‌های مورد استفاده برای سنجش آن نیز انجامیده است. لذا در پژوهش حاضر، به بررسی تاریخی مفهوم امنیت غذایی و شاخص‌های اندازه‌گیری آن پرداخته شد. یافته‌های این بررسی بیانگر آن است که علاوه بر تکامل مفهوم امنیت غذایی، ارکان آن نیز در طی زمان تکامل یافته و در سال‌های اخیر بر رکن پایداری آن تأکید ویژه شده است. همچنین بر اساس شاخص‌های سازمان فائو در سال‌های ۲۰۱۳ و ۲۰۲۳ برای اندازه‌گیری امنیت غذایی، شاهد تکامل و تعدد این شاخص‌ها به ویژه در رکن دسترسی به غذا هستیم. بر اساس بررسی حاضر، پیشنهاد می‌شود برای دستیابی به امنیت غذایی پایدار با حفظ ارزش‌های کشور، افزون‌بر اندازه‌گیری امنیت غذایی بر مبنای شاخص‌های ارائه شده توسط سازمان فائو، می‌بایست به شناسایی و تدوین شاخص‌هایی متناسب و سازگار با شرایط اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی که در برگیرنده تفاوت‌های جغرافیایی و منطقه‌ای در سطوح خانوار و فردی باشد و دهک‌های درآمدی مختلف را نیز در برگیرد، اقدامات لازم و کافی توسط مسئولین ذیربط و سیاست‌گذاران صورت گیرد.

واژگان کلیدی: امنیت غذایی، فراهمی غذا، دسترسی، بهره‌مندی، ثبات

مقدمه

مفهوم امنیت غذایی پیشینه‌ای به نسبت طولانی دارد و تحولاتی در سال‌های اخیر در رابطه با تعاریف و مبانی نظری آن وجود دارد. سرچشمه فکری امنیت غذایی به بحران غذا در جهان در اوایل دهه ۱۹۷۰ و یا قبل از آن به اعلامیه حقوق بشر سازمان ملل متحد در سال ۱۹۴۸ بر می‌گردد. در آغاز دهه ۱۹۷۰ جهان با بحران غذایی مواجه شد و تولید مواد غذایی به خصوص در کشورهای در حال توسعه دستخوش بی‌ثباتی و کاهش شدید شد. به منظور پیشگیری از عواقب وخیم این بحران، کنفرانس جهانی غذا در سال

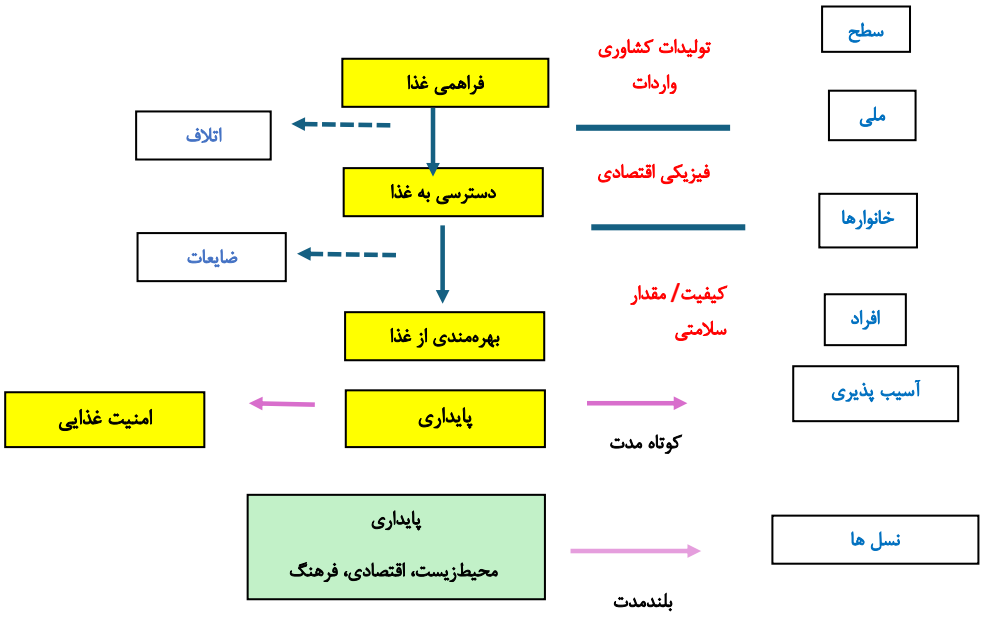
۱۹۷۴ توسط سازمان ملل متحد برای حل مسئله بحران امنیت غذایی تشکیل گردید. پس از آن، تلاش‌های دیگری برای تعریف و تحلیل امنیت غذایی در سطوح کشوری تا منطقه، خانوار و فرد صورت گرفت و در آثار محققان نیز مورد تأکید و بررسی قرار گرفت. برای مثال؛ سن (۱۹۸۱)، در تعریف امنیت غذایی، دسترسی به مواد غذایی را مورد تأکید قرار داد؛ اندرسن و اسکاندزو (۱۹۸۴)، مسئله ریسک و آسیب‌پذیری، و چمبرز (۱۹۸۸)، پایداری را در تعریف امنیت غذایی لحاظ نمودند. فست (۱۹۹۲)، نیز امنیت غذایی را در سطح خانوار، منطقه و ملی مطرح کرد. امنیت غذایی در دهه ۱۹۷۰ بیشتر در زمینه خودکفایی خلاصه می‌شد. در انتهای دهه ۱۹۷۰ دیدگاه‌های امنیت غذایی گسترده‌تر شد و مسئله عرضه غذا و تناسب آن با نیازهای غذایی مردم مطرح شد. با پیشرفت‌های کشاورزی امکان عرضه غذا برای تأمین تقاضای رو به رشد جهان فراهم شد. با این حال صدها میلیون نفر در سراسر جهان هنوز کالری مورد نیاز روزانه را دریافت نمی‌کردند. اقتصاددانان کشاورزی و کارشناسان تغذیه‌ای به این مسئله پی بردند که مشکل نه تنها در تولید، که در توزیع نیز وجود دارد. با وجود این، نمی‌توان فقط روی توزیع درست غذا تکیه کرد؛ بایستی تلاش‌ها در جهت تولید بیشتر غذا برای برآوردن نیاز جمعیت رو به رشد و ایجاد درآمد برای فقرا باشد تا بتوانند نیازهای خود را برآورده و به غذای کافی دسترسی داشته باشند. تعریف پذیرفته‌شده کنونی تعریفی است که در سال ۱۹۸۶ پس از کنفرانس جهانی غذا از طرف بانک جهانی مطرح شد: امنیت غذایی عبارت است از دسترسی همه مردم به غذای کافی در همه اوقات به منظور زندگی سالم و فعال. این تعریف در سال ۱۹۹۲ مورد تأیید کنفرانس جهانی تغذیه نیز قرار گرفت. اصطلاح پایداری در سال ۱۹۸۸ توسط چمبرز وارد مقوله امنیت غذایی شد. در این دیدگاه آنچه اهمیت دارد، توجه به مردم و طبیعت به عنوان اهداف اساسی است. تعمیق رابطه انسانی میان افراد جامعه از یک سو، و میان افراد و طبیعت از سوی دیگر دورنمای اصلی این دیدگاه را تشکیل می‌دهد. از این‌رو، توجه به نیازهای اساسی بخش قابل توجهی از مردم و همین‌طور نسل‌های آینده اجتناب‌ناپذیر است. یکی از شاخص‌های سنجش تأمین نیازهای اساسی مردم، کیفیت زندگی، وضع تغذیه و دسترسی به مواد غذایی است. در دهه ۱۹۷۰ امنیت غذایی بیشتر بر روی عرضه غذا در سطح ملی و بین‌المللی تأکید داشت. تعاریف اولیه به طور انحصاری بر توانایی منطقه یا کشور در تضمین عرضه کافی غذا برای جمعیت تأکید داشتند و متأثر از بحران‌های غذایی در جهان بودند، بدین ترتیب، دسترسی مطمئن به غذا اهمیتی بیشتر از ارزش تغذیه‌ای آن داشت. بنابراین در دهه ۱۹۷۰ مبحث جدی از موضوع امنیت غذایی مطرح شد. بدین صورت که به دنبال بحران جهانی غذا و به منظور جلوگیری از تعادل شکننده میان جمعیت و غذا در جهان، کنفرانس جهانی غذا در سال ۱۹۷۴توسط سازمان ملل متحد تشکیل شد. در این کنفرانس امنیت غذایی با تأکید بر میزان و پایداری عرضه غذا به صورت «دسترسی مستمر به کالاهای اصلی غذایی در سطح جهانی به منظور بهبود مستمر مصرف غذا و خنثی کردن اثرات ناشی از نوسانات تولید و قیمت آن» تعریف شد. در دهه۱۹۸۰ نقطه عطفی در تفکر، تعریف و سطح تحلیل امنیت غذایی ایجاد شد. بدین صورت که در سال۱۹۸۳ فائو با بسط مفهوم امنیت غذایی به «تضمین دسترسی به عرضه فراهم‌شده برای افراد آسیب‌پذیر» نشان داد که توجه در معادله امنیت غذایی باید بین طرف عرضه و تقاضا از تعادل برخوردار باشد و تعریف زیر را ارائه کرد: «اطمینان از این که تمام مردم در تمام اوقات دسترسی فیزیکی و اقتصادی به غذاهای اصلی مورد نیاز خود دارند.». در مجموع مسائل این دهه از قبیل قحطی در آفریقا، مشکلات تأمین حداقل معیشت در بسیاری از کشورهای جهان در رابطه با تعدیل ساختاری، سیر اندیشه و تجربه در زمینه برنامه‌ریزی چندبخشی تغذیه‌ای، و همچنین نظریه آمارتیاسن مبنی بر توجه به توزیع عادلانه غذا و تأمین دسترسی خانوارها به مواد غذایی و ارائه مفهوم حق غذا به تدوین و ارائه مفاهیم امنیت غذایی خانوار کمک کرد. در دهه۱۹۹۰، ارائه نظریه روشن و مدون امنیت غذایی

صورت گرفت. به عبارت دیگر امنیت غذایی به صورت یک نظریه و روش مدون برای اولین بار در کنفرانس بین‌المللی تغذیه در سال۱۹۹۲ مطرح شد و تعریف بانک جهانی به عنوان یکی از راهبردهای مهم در مقابله با سوءتغذیه و گرسنگی و امنیت غذایی خانوار مورد تصویب قرار گرفت: «امنیت غذایی عبارت است از دسترسی همه مردم به غذای کافی در تمام زمان‌ها به منظور یک زندگی سالم و فعال». در سال ۱۹۹۴ گزارش توسعه انسانی با طرح موضوع امنیت انسانی، امنیت غذایی را به عنوان یکی از ابعاد آن مطرح کرد. طرح این موضوع تأکید بیشتری بر امنیت اجتماعی گذارد که اجزای معینی مانند سلامت و تغذیه دارد. از طرفی اجلاس جهانی غذا در سال۱۹۹۶ تعریفی چند وجهی را به صورت زیر مطرح کرد: «امنیت غذایی در سطح فرد، خانوار، کشور، منطقه و جهان زمانی به دست می‌آید که همه مردم، در تمام اوقات دسترسی فیزیکی و اقتصادی به غذای کافی، سالم و مغذی برای تأمین نیازهای غذایی و ترجیحات غذایی برای یک زندگی سالم و فعال را داشته باشند.». این تعریف حوزه جامع‌تری را با تلفیق ایمنی غذایی و تعادل تغذیه‌ای پوشش می‌دهد و نشانگر اهمیت ترکیب غذایی و نیاز به ریزمغذی‌ها برای یک زندگی سالم و فعال است. ترجیحات غذایی نیز به لحاظ اجتماعی و فرهنگی مورد توجه قرار گرفته‌اند. این تعریف مجدداً درگزارش«وضعیت ناامنی غذایی در سال ۲۰۰۱» بدین صورت اصلاح شد: «وضعیت امنیت غذایی زمانی وجود دارد که تمام مردم در تمام زمان‌ها دسترسی فیزیکی، اجتماعی و اقتصادی به غذای کافی، سالم و مغذی برای تأمین نیازهای غذایی و ترجیحات غذایی برای یک زندگی سالم و فعال داشته باشند.». در گزارش انجمن سیاست غذا در تورنتو، عبارت «تضمین پایدار و کارآمد سیستم تولید غذا» در تعریف پیشنهاد شده است. این تعریف دیدگاه وسیع‌تری از مفهوم امنیت غذایی ارائه می‌دهد، مفاهیمی چون کمیت، کیفیت، جامعیت، پایداری و شأن را پوشش می‌دهد و به ویژه بر ارتقای سیستم‌های پایدار غذایی، و خوداتکایی غذایی تأکید می‌کند. امنیت غذایی بخشی از یک مفهوم گسترده‌تر به نام امنیت تغذیه‌ای است. امنیت غذایی و امنیت تغذیه‌ای دو واژه متفاوت، ولی مکمل یکدیگر هستند و از عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت محسوب می‌شوند. امنیت تغذیه عبارت است از دسترسی فیزیکی، اجتماعی و اقتصادی همه افراد در تمام اوقات به غذای کافی، ایمن، مغذی با جذب و بهره‌مندی مؤثر سلولی. غذاهایی که رجحان غذایی و نیازهای مربوط به رژیم غذایی افراد را برای یک زندگی سالم، فعال و شاد برآورده می‌سازند. تغذیه با مسائلی نظیر کمبود مواد مغذی نظیر انرژی، پروتئین، ویتامین‌ها و مواد معدنی ارتباط دارد، اما غذا تحت تأثیرعوامل بیرونی مثل عوامل سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، فناوری، بین‌المللی و اکوسیستم قرار دارد. به همین دلیل امروزه بر نقش همکاری‌های بین بخشی در برنامه‌های ارتقای امنیت غذا و تغذیه تأکید می‌شود و روش‌های رایج برنامه‌ریزی بخشی جوابگوی معضلات به هم تنیده تغذیه و غذا نیست. در مجموع هدف از تعاریف متعدد امنیت غذایی پاسخ به پنج پرسش کلیدی است:

۱-چه کسانی باید غذا دریافت کنند؟ هرکس/ همه مردم (عمومی)، ۲- در چه زمان‌هایی؟ در همه زمان‌ها/ دسترسی پایدار (پایداری)، ۳-چگونه؟ از طریق مجاری طبیعی غذایی (غذا از طریق برنامه‌های کمک فوری غذایی با حفظ منزلت)، ۴- به چه مقدار؟ کافی/ کافی برای یک زندگی سالم و فعال (کمیت)، و ۵- چه نوع غذایی؟ سالم و مغذی (کیفیت)، متناسب با فرهنگ (کیفیت)، تولید شده به روش پایدار به لحاظ زیست‌محیطی تا قادر به افزایش توان جوامع شود (کیفیت).

از مطالب بالا می‌توان اینگونه استنباط نمود که ارکان امنیت غذایی شامل زنجیره به هم پیوسته‌ای از "فراهمی غذا "، "دسترسی به غذا"،" بهره‌مندی از غذا" و "پایداری" است (بری و پنگ، ۲۰۱۸). در سند امنیت غذایی دانش‌بنیان فراهمی شامل تولید داخلی، تجارت، ذخیره‌سازی و کشت فراسرزمینی است. دسترسی نیز شامل دسترسی فیزیکی و اقتصادی به غذا می‌باشد. مصرف و سلامت غذا شامل الگوی مصرف، سلامت غذا، تنوع رژیم غذایی، سواد تغذیه‌ای، و آب آشامیدنی سالم می‌باشد. ثبات و پایداری (تاب‌آوری)

شامل تاب‌آوری در شرایط نامساعد اقلیمی، سیاسی، اقتصادی و اجتماعی و همچنین پایداری منابع پایه تولید می‌باشد (شورای عالی انقلاب فرهنگی، ۱۴۰۲). مسیر ارکان امنیت غذایی در شکل (۱) ارائه شده است. یکی از تغییرات مهم تغییر پارادایم " از جهانی و ملی به خانواده و فردی، از دیدگاه اول غذا به دیدگاه معیشتی و از شاخص‌های عینی به ادراک ذهنی" است. بر اساس شکل (۱) امنیت غذایی بهتر است به جای چهار رکن، به صورت سیستمی، یک مسیر علّی و مرتبط از تولید به مصرف، از توزیع تا فرآوری در نظر گرفته شود.



شکل ۱- مسیر ارکان امنیت غذایی (بررسی و همکاران، ۲۰۱۵).

بنابراین همانگونه که قبلاً اشاره شد، تعریف و مفهوم عملیاتی امنیت غذایی در تحقیقات مختلف محققان در طی زمان دچار تغییراتی شده است؛ و در نتیجه شاخص‌ها و روش‌های اندازه‌گیری آن نیز تغییر کرده است. لذا این پژوهش با مطالعه و ارائه شاخص‌های مختلف امنیت غذایی به بررسی کمبودها و ضعف‌های ممکن در این حوزه پرداخته است که این امر افزون‌بر تحلیل دقیق‌تر مفهوم امنیت غذایی در رفع چالش‌های احتمالی آن نیز موثر واقع خواهد شد.

روش پژوهش

تحقیق حاضر از نظر هدف در زمره تحقیقات کاربردی طبقه‌بندی می‌شود. در این تحقیق، با استفاده از رویکردی توصیفی-تحلیلی و به اسناد مطالعات تجربی و شاخص‌های ارائه شده توسط سازمان فائو برای اندازه‌گیری امنیت غذایی به بررسی و مقایسه مفهوم امنیت غذایی و ارکان آن در سال‌های ۲۰۱۳ و ۲۰۲۳ پرداخته شده است.

شاخص‌های امنیت غذایی در سال‌های ۲۰۱۳ و ۲۰۲۳، در جداول زیر در ارکان چهارگانه آن شامل موجود بودن، دسترسی فیزیکی و اقتصادی، استفاده و آسیب پیری/تکانه آمده است.

جدول۱- شاخص‌های امنیت غذایی سازمان فائو در سال ۲۰۱۳

مجموعه شاخص‌های امنیت غذایی		
	بعد	معرف‌های امنیت غذایی
عوامل تعیین‌کنندهٔ ایستا و پویا	موجود بودن	کفایت میانگین عرضه انرژی رژیم غذایی میانگین ارزش تولید غذا سهم ارزش انرژی رژیم غذایی حاصل ازغلات، ریشه‌ها و ریشه‌های خوراکی میانگین عرضهٔ پروتئین میانگین عرضهٔ پروتئین با منشأ حیوانی
	دسترسی فیزیکی	درصد جاده‌های آسفالته نسبت به کل جاده‌ها تراکم جاده‌ها/تراکم خطوط ریلی درصد مرگ و میر کودکان زیر ۵ سال (درصد) درصد کودکان زیر ۵ سال که دچار اختلال در رشد شدند (درصد) درصد کودکان زیر ۵ سال که کمبود وزن دارند (درصد) درصد بزرگسالانی که کمبود وزن دارند (درصد)
	دسترسی اقتصادی	شاخص قیمت غذا در داخل کشور
	استفاده	دسترسی به منابع آب سالم دسترسی به امکانات بهداشتی سالم
	آسیب‌پذیری	نسبت وابستگی واردات غلات درصد زمین‌های قابل کشت تجهیزشده برای آبیاری ارزش واردات مواد غذایی نسبت به کل صادرات کالا
	تکانه‌ها	ثبات سیاسی و نبود خشونت/تروریسم نوسانات پیش‌بینی‌نشدهٔ قیمت مواد غذایی داخلی متغیر بودن سرانهٔ تولید غذا/متغیر بودن سرانهٔ عرضهٔ غذا

فائو (۲۰۱۳)

جدول۲- شاخص‌های امنیت غذایی سازمان فائو در سال ۲۰۲۳

مجموعه شاخص‌های امنیت غذایی

	بعد	شاخص های امنیت غذایی
عوامل تعیین‌کنندهٔ ایستا و پویا	موجود بودن	کفایت میانگین عرضه انرژی رژیم غذایی عرضه انرژی رژیم غذایی مورد استفاده در تخمین شیوع سوء تغذیه (کیلو کالری/کلاه/روز) سهم ارزش انرژی رژیم غذایی حاصل ازغلات، ریشه‌ها و ریشه‌های خوراکی میانگین عرضهٔ پروتئین میانگین عرضهٔ پروتئین با منشأ حیوانی
	دسترسی فیزیکی	تراکم خطوط ریلی شیوع سوء تغذیه (درصد) (متوسط ۳ سال) تعداد افراد مبتلا به سوء تغذیه (میلیون نفر) (متوسط ۳ سال) شیوع ناامنی شدید غذایی در کل جمعیت (درصد) (میانگین ۳ ساله) شیوع ناامنی غذایی شدید در جمعیت بزرگسال مرد (درصد) (متوسط ۳ سال) شیوع ناامنی غذایی متوسط یا شدید در کل جمعیت (درصد) (متوسط ۳ سال) شیوع ناامنی غذایی متوسط یا شدید در جمعیت بزرگسال مرد (درصد) (متوسط ۳ سال) تعداد افراد شدیداً ناامن غذایی (میلیون نفر) (میانگین ۳ ساله) تعداد بزرگسالان مرد به شدت ناامن غذایی (میلیون) (متوسط ۳ سال) تعداد افراد ناامن غذایی متوسط یا شدید (میلیون نفر) (متوسط ۳ سال) تعداد بزرگسالان مرد با ناامنی غذایی متوسط یا شدید (میلیون نفر) (متوسط ۳ سال)
	دسترسی اقتصادی	تولید ناخالص داخلی سرانه، PPP، (دلار بین المللی ۲۰۱۷ ثابت)

ادامه جدول۲- شاخص‌های امنیت غذایی سازمان فائو در سال ۲۰۲۳

	استفاده	درصد جمعیتی که از خدمات آب آشامیدنی با مدیریت ایمن استفاده می کنند (درصد) درصد جمعیتی که از حداقل خدمات اولیه آب آشامیدنی استفاده می کنند (درصد) درصد جمعیتی که از حداقل خدمات اولیه بهداشتی استفاده می کنند (درصد)

		درصد مرگ و میر کودکان زیر ۵ سال (درصد) تعداد مرگ و میرکودکان زیر ۵ سال (میلیون) درصد کودکان زیر ۵ سال که دچار اختلال در رشد شدند (براوردهای مدل شده) (درصد) تعداد کودکان زیر ۵ سال که دچار اختلال در رشد شدند (تخمین مدل شده) (میلیون) درصد کودکان زیر ۵ سال که اضافه وزن دارند (تخمین مدل شده) (درصد) تعداد کودکان زیر ۵ سال که اضافه وزن دارند (تخمین مدل شده) (میلیون) شیوع چاقی در جمعیت بزرگسال (۱۸ سال و بالاتر) (درصد) تعداد بزرگسالان چاق (۱۸ سال و بالاتر) (میلیون) شیوع کم خونی در زنان در سنین باروری (۴۹-۱۵ سال) (درصد) تعداد زنان در سنین باروری (۱۵-۴۹ سال) مبتلا به کم خونی (میلیون نفر) شیوع تغذیه انحصاری با شیر مادر در نوزادان ۵-۰ ماهه (درصد) شیوع وزن کم هنگام تولد (درصد) تعداد نوزادان با وزن کم هنگام تولد (میلیون) حداقل انرژی مورد نیاز رژیم غذایی (کیلو کالری/کلپ/روز) متوسط انرژی مورد نیاز رژیم غذایی (کیلو کالری/کلپ/روز) ضریب تغییرات توزیع کالری معمولی (عدد واقعی) بروز از دست دادن کالری در سطح توزیع خرده فروشی (درصد) میانگین عرضه چربی (گرم/کلپ/روز) (متوسط ۳ سال)
	آسیب‌پذیری	نسبت وابستگی واردات غلات درصد زمین‌های قابل کشت تجهیزشده برای آبیاری ارزش واردات مواد غذایی نسبت به کل صادرات کالا
	تکانه‌ها	ثبات سیاسی و نبود خشونت/تروریسم متغیر بودن سرانهٔ عرضهٔ غذا

فائو (۲۰۲۳)

یافته‌های تحقیق

مقایسه‌ای بین شاخص‌های امنیت غذایی در سال‌های ۲۰۱۳ و ۲۰۲۲ که توسط سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد تهیه شده است صورت گرفت. شاخص‌هایی نظیر سوءتغذیه، ناامنی غذایی بر اساس سن و جنسیت، در بعد دسترسی فیزیکی اضافه شده است. همچنین شاخص اضافه وزن به جای کمبود وزن، چاقی، کم‌خونی، کمبود وزن کودکان تازه متولد شده و انرژی مورد نیاز رژیم غذایی در بعد استفاده اضافه شده است. از طرفی شاخص‌های، میانگین ارزش تولید غذا، درصد جاده‌های آسفالته نسبت به کل جاده‌ها، تراکم جاده‌ها و تراکم خطوط ریلی در بعد دسترسی فیزیکی و شاخص قیمت غذا در بعد دسترسی اقتصادی غذا حذف شده‌اند.

بر اساس گزارش سازمان ملل متحد، تعداد افرادی که در سراسر جهان از گرسنگی متاثر شده‌اند در سال ۲۰۲۱ به ۸۲۸ میلیون نفر رسید که از سال ۲۰۲۰ حدود ۴۶ میلیون نفر و از زمان شیوع همه‌گیری کووید ۱۵۰ میلیون نفر افزایش یافته است. شواهد بیانگر آن است که جهان در حال دور شدن از هدف خود برای پایان دادن به گرسنگی، ناامنی غذایی و سوء تغذیه در تمام اشکال آن تا سال ۲۰۳۰ است. در سال ۲۰۲۱، ۸۲۸ میلیون نفر تحت تاثیر گرسنگی قرار گرفتند که ۴۶ میلیون نفر بیشتر از سال قبل و ۱۵۰ میلیون نفر بیشتر از سال ۲۰۱۹ است. این ورند از سال ۲۰۱۵، بدون تغییر باقی ماند، اما نسبت افراد مبتلا به گرسنگی در سال‌هاس

۲۰۲۰ و ۲۰۲۱ رو به افزایش گذاشت و به رقم ۹/۸ درصد از جمعیت کل جهان رسید که در مقایسه با ۸ درصد در سال ۲۰۱۹ و ۹/۳ درصد در سال ۲۰۲۰ بوده است.

حدود ۳/۲ میلیارد نفر در جهان (۲۹/۳ درصد) در سال ۲۰۲۱ به طور متوسط یا شدید دچار ناامنی غذایی بودند و۳۵۰ میلیون نفر بیشتر از قبل از شیوع اپیدمی کرونا است که در آن دوره تقریب به ۹۲۴ میلیون نفر (۱۱/۷ درصد از جمعیت جهان) با ناامنی غذایی در سطوح شدید مواجه بودند و در طی دو سال ۲۰۷ میلیون نفر افزایش یافته است.

شکاف جنسیتی در ناامنی غذایی در سال ۲۰۲۱ همچنان در حال افزایش است. ناامنی غذایی متوسط یا شدید ۳۱/۹ درصد از زنان در جهان در مقایسه با ۲۷/۶ درصد از مردان، نشان‌دهندهٔ شکاف بیش از ۴ درصد در مقایسه با ۳ درصد در سال ۲۰۲۰ می‌باشد.

تقریباً ۳/۱ میلیارد نفر در سال ۲۰۲۰ قادر به پرداخت برای یک رژیم غذایی سالم نبودند که ۱۱۲ میلیون نفر نسبت به سال ۲۰۱۹ افزایش یافته است که منعکس‌کننده اثرات تورم بر قیمت مواد غذایی مصرفی ناشی از تأثیرات اقتصادی اپیدمی کرونا و اقدامات انجام شده برای مهار آن است.

۴۵ میلیون کودک زیر پنج سال از کشندترین شکل سوء تغذیه رنج می‌برند که خطر مرگ کودکان را تا ۱۲ برابر افزایش می‌دهد. علاوه بر این، ۱۴۹ میلیون کودک زیر پنج سال به دلیل کمبود مزمن مواد مغذی ضروری در رژیم غذایی خود، رشد و تکامل شان متوقف شده است، در حالی‌که ۳۹ میلیون نفر اضافه وزن دارند.

پیشرفت‌هایی در زمینه تغذیه انحصاری با شیر مادر انجام شده است، به طوری که تقریباً ۴۴ درصد از نوزادان زیر شش ماه در سراسر جهان در سال ۲۰۲۰ به طور انحصاری با شیر مادر تغذیه شدند. حداقل رژیم غذایی متنوعی که آن‌ها برای رشد و توسعه با پتانسیل کامل خود نیاز دارند.

با نگاهی به آینده، پیش‌بینی‌ها حاکی از آن است که نزدیک به ۶۷۰ میلیون نفر (۸ درصد از جمعیت جهان) همچنان در سال ۲۰۳۰ با گرسنگی روبه‌رو خواهند بود - حتی اگر بهبود اقتصاد جهانی در نظر گرفته شود. این رقم مشابه سال ۲۰۱۵ است، زمانی‌که هدف پایان دادن به گرسنگی، ناامنی غذایی و سوءتغذیه تا پایان این دهه تحت برنامه ۲۰۳۰ برای توسعه پایدار آغاز شد.

همانطور که این گزارش منتشر می‌شود، جنگ جاری در اوکراین که شامل دو تن از بزرگترین تولیدکنندگان جهانی غلات اصلی، دانه‌های روغنی و کود می‌شود، زنجیره تامین بین‌المللی را مختل کرده و قیمت غلات، کود، انرژی و همچنین محصولات آماده را بالا می‌برد. این امر در حالی رخ می‌دهد که زنجیره‌های تامین در حال حاضر تحت تأثیر رویدادهای شدید آب و هوایی مکرر، به ویژه در کشورهای کم درآمد قرار گرفته اند و پیامدهای بالقوه نگران‌کننده‌ای برای امنیت غذایی و تغذیه جهانی دارد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

با نگاهی به شاخص‌های اندازه‌گیری امنیت غذایی در سازمان فائو در گذر زمان به پیشرفت‌های دست یافته در حوزه امنیت غذایی پی خواهیم برد، با این وجود همچنان مشکلاتی در این حوزه به قوت خود باقی‌ست. ارکان و شاخص‌های امنیت غذایی ارزیابی‌شده

در گذر زمان بسیار متفاوت است. برای مثال، شاخص‌هایی که فقط یک بعد یا جزء خاص را ارزیابی می‌کنند، نتایج را بیش از حد ساده می‌کنند و به عنوان مثال، میزان کامل ناامنی غذایی را آشکار نمی‌کنند. اگرچه این شاخص‌های بسیار خاص به مفهوم‌سازی و آشکارسازی ناامنی غذایی کمک می‌کنند، اما هنوز نمی‌توانند به طور دقیق مبادلات بین ارکان، اجزا و استراتژی‌های مختلف را نشان دهند و در نهایت امکان انتقال مشکل ناامنی غذایی از یک رکن به رکن دیگر وجود دارد. همزمان با اپیدمی کرونا در سال ۲۰۱۹، بار دیگر محدودیت‌های عملی اندازه‌گیری امنیت غذایی در اجلاس سیستم‌های غذایی سازمان ملل متحد آشکار شد. جهان منبع اطلاعاتی منحصربه‌فردی برای ارزیابی فوری امنیت غذایی افراد ندارد که محدوده جغرافیایی تمام کشورهای نگران‌کننده را شامل شود و قابلیت به‌روزرسانی مستمر و مداوم پیش‌بینی‌ها را هر زمان داشته باشد. سامانه‌های هشدار امنیت غذایی فعلی، فاقد شاخص‌های مناسبی برای ارزیابی و هشدار فوری در مورد تخریب سیستم‌های مواد غذایی در مراحل اولیه هستند. استاندارد نبودن شاخص‌های اندازه‌گیری نیز دشواری مقایسه شاخص‌ها از نظر مکان و زمان را تشدید می‌کند. برای نمونه، برخی از شاخص‌ها ترکیبی از چند بعد امنیت غذایی را اندازه‌گیری می‌کنند در حالی‌که برخی دیگر تنها یک رکن امنیت غذایی را اندازه‌گیری می‌کنند، یا برخی از شاخص‌ها بر عوامل موثر در امنیت غذایی تمرکز دارند تا بر نتایج امنیت غذایی. برخی از شاخص‌ها کمّی هستند، در حالی‌که برخی دیگر معیارهای کیفی و مبتنی بر ادراک افراد را مورد ارزیابی قرار می‌دهند. سطوح تجزیه‌وتحلیل نیز بسیار متفاوت است، برخی شاخص‌ها معیارهایی جهانی و ملی دارند در حالی‌که برخی دیگر از شاخص‌ها در سطح خانوار و فردی هستند؛ و در نهایت، شاخص‌های امنیت غذایی اهداف متفاوتی را از «استفاده از ابزارهای حمایتی» تا «نظارت و ارزیابی پیشرفت سیاست‌های هدف» شامل می‌شوند.

بر اساس بررسی حاضر، پیشنهاد می‌شود برای دستیابی به امنیت غذایی پایدار با حفظ ارزش‌های کشور، افزون‌بر اندازه‌گیری امنیت غذایی بر مبنای شاخص‌های ارائه شده توسط سازمان فائو، می‌بایست به شناسایی و تدوین شاخص‌هایی متناسب و سازگار با شرایط اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی که در برگیرنده تفاوت‌های جغرافیایی و منطقه‌ای در سطوح، خانوار و فردی باشد و دهک‌های درآمدی مختلف را نیز در برگیرد، اقدامات لازم و کافی توسط مسئولین ذیربط و سیاست‌گذاران صورت گیرد.

منابع

شورای عالی انقلاب فرهنگی. (۱۴۰۲). سند ملی دانش بنیان امنیت غذایی. تهران. ایران.

وزارت جهاد کشاورزی. (۱۳۸۸). بسته پیشنهادی امنیت غذایی.

موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی، تهران، ایران.

مرکز آمار ایران. داده‌های هزینه و درآمد خانوار. قابل دسترسی در سایت https://amar.org.ir/cost-and-income

https://www.fao.org/faostat/en/#data/FS/metadata

https://data.worldbank.org/

Berry, E.M., Dernini, S., Burlingame, B., Meybeck, A., Conforti, P. (2015). Food security and sustainability: can one exist without the other? Public Health Nutr. 18, 2293–2302.

FAO.(2013). The state of food insecurity in the world, the multiple dimensions of food security. P., 15-17.

FAO.(2023). Sustainable Diets and Biodiversity. FAO, Rome. Available at: http://www.fao.org/docrep/016/i3004e/i3004e.pdf.

Peng, W., Berry, E.M. (2018). Global Nutrition 1990–2015: a shrinking hungry and expanding fat world.

Sen, A. (1981). Poverty and Famines: An Essay on Entitlement and Deprivation. Oxford Clarendon Press.

Examining the concept of food security from the perspective of international organizations

Zari Sarabi[1] *, Fatmeh Sakhi[2], Ahmad Fatahi ardakani[3]

1-PhD candidate in Agricultural Economics, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, School of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

2- PhD candidate in Agricultural Economics, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, School of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

3-Associate Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Ardakan, Yazd, Iran



Corresponding Author E. mail: **Sarabi. Zari @yahoo.com**

Abstract

Food security always exists when all people have physical, social, and economic access to sufficient, healthy, and nutritious food to provide their dietary needs and food preferences for a healthy and active life. Four pillars of food security have been identified at different levels:1) Availability-National. 2) Accessibility-Household. 3) Utilization- Individual. 4) Stability–may be considered as a time dimension that affects all the levels. All four of these dimensions must be intact for full food security. More recent developments emphasize the importance of sustainability, which may be considered as the long-term time (fifth) dimension to food security. Global indicators are challenging to measure security. Different indicators may be applied to different levels of security. To achieve sustainable food security while maintaining the values of our country, we should not only rely on the food security indicators provided by FAO. Therefore, based on the pillars of food security presented in the "Knowledge Enterprise Document", it is suggested that indicators suitable and compatible with the economic, social, and cultural conditions of the country can be considered to provide a more accurate assessment of food security and its pillars.

Keyword: Food security, Food availability at the national level, availability in households. Utilization for people. Stability over time

بررسی موردی الگوی مصرف غذایی در بزرگسالان با محوریت اولویت ها و معیارهای خرید موادغذایی

راضیه کاشی ، سید محمدعلی رضوی[1]

[1] گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

*نویسنده مسوول: s.razavi@um.ac.ir

چکیده

مصرف و سلامت غذا یکی از ارکان مهم امنیت غذایی است و داشتن الگوی مصرف متناسب با نیازهای تغذیه ای، شرایط اقتصادی، اجتماعی، اقلیمی و ذائقه‌ی افراد می‌تواند به افزایش سلامت نیروی انسانی و بهبود امنیت غذایی در کشور کمک نماید. هدف این مطالعه بررسی الگوی خرید، اولویت ها و معیارهای خرید مواد غذایی در افراد بزرگسال بود. نتایج نشان دهنده‌ی وجود ارتباط معنی دار میان سطح درآمد، سن، جنس و اولویت و معیار خرید مواد غذایی بود. بیشتر افراد قیمت مواد غذایی را اولین معیار و خرید گوشت و فرآورده های پروتئینی را اولین اولویت رژیم غذایی خود دانسته‌اند. یافته ها نشان می‌دهد احتمال بروز بیماری های ناشی از مصرف ترکیبات غذایی شیرین و چرب مانند دیابت، تصلب شرائین، چاقی و سندروم های متابولیسیم در جامعه بیشتر بوده و متناسب با انتخاب های ثبت شده در پرسشنامه ها کمبود ویتامین ها و مواد معدنی در آحاد جامعه محتمل است. هم‌چنین افزایش سطح درآمد با افزایش نسبت خرید مواد غذایی همراه بوده و آگاهی جامعه در خصوص رژیم غذایی سالم و انتخاب آنها به قدرت خرید و شرایط موجود در جامعه وابسته بوده است.

واژگان کلیدی: امنیت غذایی، الگوی مصرف غذایی، اولویت غذایی، ارزش تغذیه‌ای

مقدمه

الگوی مصرف غذا شامل فرایند بررسی، خرید و مصرف موادغذایی است؛ به نحوی که بتواند علاوه بر برآورده نمودن خواسته‌های غذایی انسان ها متناسب با بوم و اقلیم، مزاج و نیازهای کلی انسان باشد. همان‌طور که در سند دانش بنیان امنیت غذایی مطرح شده است، مصرف و سلامت غذا که به عنوان رکن سوم امنیت غذایی شناخته می‌شود، به این الگوی مصرف و ویژگی های آن وابسته است. توجه به اصول علمی در تأمین مایحتاج تغذیه‌ای افراد و انطباق با خصوصیات فرهنگی و اقتصادی جامعه می‌تواند منجر به بهبود سلامت و ترکیب جمعیتی شود (سند ملی دانش بنیان امنیت غذایی ۱۴۰۲). اگرچه ایران کشوری غنی از نظر کشاورزی، تولید و فراهم آوری محصولات غذایی متنوع است اما آمارهای جهانی در سال ۲۰۱۶ نشان دهنده‌ی وجود سوء تغذیه در بیش از ۶ درصد جمعیت کشور و پیش بینی افزایش این آمار در سالهای بعد است. این امر می‌تواند به تدریج منجر به کاهش سطح امنیت غذایی و درنتیجه به خطر افتادن منافع ملی به جهت تضعیف نیروی انسانی جامعه شود (شعبانزاده و همکاران ۲۰۲۲). بر همین اساس توجه

عمیق به هر دو بعد امنیت غذایی شامل بعد کمی و سرانه مصرف و بعد کیفی و توزیع مواد غذایی می‌تواند به بهبود روند تولیدات غذایی، طراحی محصولات غذایی جدید، شناخت مصرف کننده و تغییر الگوهای مصرف به رفتار سالم‌تر کمک کند (ایسنا ۱۳۹۳). از آن‌جایی که مواد غذایی و خوراک از ضروری ترین نیازهای یک جامعه بوده و بخش کشاورزی به عنوان پایه تأمین این نیاز شناخته می‌شود، مطالعه‌ی رفتار هزینه‌ی غذایی و اولویت های مردم در تهیه محصولات غذایی می‌تواند به شناسایی و رفع نیازهای گروه های آسیب پذیر، پیش بینی احتمال بروز بیماری ها، تغییرات سبک زندگی و پیامدهای حاصله کمک کرده و بر سیاست گذاری ها، سرمایه گذاری ها و پژوهش های آتی کمک نماید (شیبانی و کرباسی ۲۰۲۰).

داشتن رژیم غذایی سالم و اولویت بندی صحیح در خرید محصولات غذایی، سلامت افراد را مستقیماً تحت تأثیر قرار می‌دهد. استفاده از میان وعده های پر چرب، شور، شیرین یا مصرف تنقلات و غذاهای فرآوری شده و آماده اگرچه در جهان امروز غیر قابل امتناع است، می‌تواند آسیب های جدی به سلامت مصرف کننده وارد نماید. سوء تغذیه پروتئین-انرژی، افزایش احتمال ابتلا به بیماری های قلبی-عروقی، چاقی مزمن و سندروم های متابولیسمی تنها بخشی از بیماری هایی هستند که در اثر انتخاب اشتباه مواد غذایی در رژیم غذایی روزانه ایجاد می شوند. کاهش مصرف میوه و سبزیجات و افزایش مصرف چربی های اشباع و سدیم یکی از مواردی است که می تواند نرخ ابتلا به بیماری های مذکور را افزایش دهد (ایلس و همکاران ۲۰۱۲). به طور کلی انتخاب مواد غذایی فرایند پیچیده‌ای است که در هر فرد متفاوت بوده و به عوامل فرهنگی، اجتماعی، فیزیولوژیکی، گروه سنی و خصوصیات مرتبط با ماده غذایی مورد نظر از جمله خصوصیات ظاهری، حسی و بافتی وابسته است (وینتر و همکاران ۱۹۹۶). پروفایل انتخاب محصولات غذایی در افراد بر اساس انگیزه آن‌ها، رژیم های غذایی ویژه و سلامت تغییر می‌کند و در بیشتر مطالعات اخیر، محور سالم بودن ماده غذایی به عنوان مهم ترین عامل در انتخاب محصولات غذایی برای تمامی گروه های مورد مطالعه شناخته شده است (کلارک و بست ۲۰۱۹). بر این اساس هدف از مطالعه‌ی پیش رو، بررسی برخی از مهم ترین پارامترهای اثرگذار بر اولویت های خرید مواد غذایی و الگوی مصرف آن‌ها در کشور ایران و تحلیل ارتباط میان این پارامتر ها و اولویت ها با سلامت جامعه بوده است.

روش پژوهش

مطالعه حاضر به صورت مقایسه‌ی افراد جامعه‌ی نمونه و در قالب سه مرحله شامل دسته بندی پارامترهای مورد مطالعه، جمع آوری داده ها بر اساس پرسشنامه آنلاین و تحلیل و طبقه بندی نتایج به دست آمده انجام گرفت. پرسشنامه با ۹۶ نفر مشارکت کننده شامل ۴۷ مرد و ۴۹ زن و با نرخ پاسخگویی ۷۶٪ بر اساس پارامترهای سن، جنس، وضعیت تأهل، میزان درآمد، نسبت خرید مواد غذایی به درآمد و انتخاب های اولویت بندی شده در خرید محصولات غذایی، منتشر شده و اطلاعات مورد نظر جمع آوری گردید. شاخص‌های دموگرافیک موجود در بررسی شامل وضعیت تأهل، شغل و بازه سنی بود که برای بررسی ارتباط با پارامتر های مورد نظر گزارش شد. جدول ۱ دسته‌بندی شاخص‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد. علاوه بر پارامتر های ذکر شده در جدول ۱، داشتن رژیم غذایی خاص و میانگین قیمت سبد غذایی ماهانه افراد نیز مورد پرسش قرار گرفت.

جدول ۱- گروه بندی پارامتر های مورد مطالعه در بررسی الگوی مصرف موادغذایی افراد بزرگسال

پارامتر مورد مطالعه	گروه بندی پارامتر ها					
گروه های سنی	کمتر از ۱۸	۱۹ تا ۲۳	۲۴ تا ۲۹	۳۰ تا ۳۵	۳۶ تا ۴۰	۴۱ تا ۵۰	بالاتر از ۵۰
درآمد	۲ تا ۵ میلیون	۵ تا ۱۰ میلیون	۱۰ تا ۱۵ میلیون	۱۵ تا ۲۰ میلیون	بیش از ۲۰ میلیون		
اولویت های غذایی	لبنیات	غلات	میوه و سبزیجات	گوشت و فرآورده‌های پروتئینی	تنقلات	نوشیدنی‌ها	

معیار های انتخاب مواد غذایی	قیمت مواد غذایی		ارزش غذایی	برند تجاری	علاقه و تمایل به مصرف		
تعداد وعده های غذایی در روز	۱ وعده	۲ وعده	۳ وعده	۴ وعده (یک میان وعده)	۵ وعده (۲ میان وعده)	۶ وعده (۳ میان وعده)	۷ وعده (۴ میان وعده)
تداوم ورزش در هفته	نداشتن برنامه ورزشی منظم		۱ تا ۲ بار	۳ تا ۵ بار	هر روز		
تنقلات مصرفی	شور	شیرین	تند	چرب	ترش	نوشیدنی های گازدار	
فاصله اصلی ترین خریدهای غذایی	روزانه		هفتگی	ماهانه	برنامه خرید منظمی ندارند		
درصد خرید به ازای درآمد	کمتر از ۱۰٪	۱۰ الی ۲۵٪	۲۵ الی ۴۰ ٪		۴۰ الی ۵۵٪	۵۵ الی ۷۰٪	

برای تحلیل داده های جمع آوری شده، مقایسه‌ی میانگین های عوامل در نرم افزار SPSS-27 انجام گرفت. هم چنین جهت به دست آوردن الگوهای غذایی و انتخاب های اولویت بندی شده افراد بر اساس پارامتر های مورد آزمون از تحلیل مؤلفه های اصلی بدون چرخش در آزمون همبستگی و روش تحلیل عاملی (PCA) استفاده شد. نمودارهای مرتبط نیز با نرم افزار Microsoft Excel2019 رسم گردید.

یافته ها

بررسی الگوهای غذایی و توجه به اولویت های غذایی افراد جامعه در خرید یکی از روش های مطالعاتی است که می‌تواند نگرش مناسبی در خصوص عادت های تغذیه ای افراد و ارتباط آن با بیماری ها ارائه دهد. این یافته ها می‌تواند به پیش بینی و غربالگری افراد در معرض خطر بیماری های مزمن و تهیه محتوای غذایی و مغذی متناسب با نیازهای جامعه برای بهبود امنیت غذایی کمک کند (حسینی اصفهانی و همکاران ۱۳۸۷). با توجه به اینکه عوامل بسیاری می تواند در این خصوص مؤثر باشد، استفاده از روش مقایسه نسبی افراد بر اساس عوامل مؤثر انتخابی انجام گرفته است.

گروه سنی ۲۴ تا ۲۹ سال و سپس ۳۰ تا ۳۵ سال بیشترین مشارکت را در بررسی انجام شده داشته و به ترتیب ۲۷ و ۲۶ درصد از جامعه ی مورد مطالعه را تشکیل دادند. افراد میانسال با گروه سنی ۴۱ تا ۵۰ سال نیز در رتبه ی سوم مشارکت (۱۹/۷٪) قرار گرفتند. از نظر میانگین درآمد ماهانه، ۳۲/۲۰٪ از جامعه‌ی نمونه مورد مطالعه در دسته درآمدی بین ۱۰ تا ۱۵ میلیون تومان قرار گرفتند که معادل بیشترین فراوانی در این جامعه بود. جدول ۲ میانگین درآمد افراد مشارکت کننده را نشان می دهد.

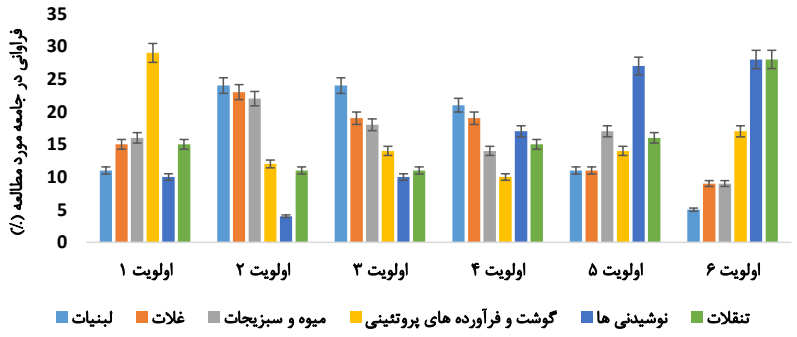
جدول۲- میانگین درآمد ماهانه ی افراد مشارکت کننده بر اساس فراوانی پاسخ و درصد

گروه درآمدی	درصد فراوانی
۲ تا ۵ میلیون تومان	۲۲.۹۰٪
۵ تا ۱۰ میلیون تومان	۱۵.۶۰٪
۱۰ تا ۱۵ میلیون تومان	۳۲.۲۰٪
۱۵ تا ۲۰ میلیون تومان	۹.۳۰٪

بیش از ۲۰ میلیون تومان	۱۹.۷۰٪

از این طیف درآمدی مشخص شده در جامعه، ۴۱/۶۰٪ از افراد حدود ۲۵ الی ۴۰ درصد درآمد خود را به خرید های مرتبط با موادغذایی اختصاص داده اند و ۲۹/۱۰٪ آن‌ها ۴۰ تا ۵۵٪ از درآمد خود را صرف خرید موادغذایی نموده اند. در مصرف مواد غذایی آماده یا نیمه آماده، بیش از ۵۰ درصد جامعه مصرف محصولات غذایی آماده را ترجیح می دهند که از میان این افراد، ۵۴/۱۰٪ حداکثر دوبار در ماه مواد غذایی آماده یا وعده های غذایی رستورانی تهیه می نمایند و ۱۸/۷۰٪، ۱۹/۷۰٪ و ۷/۲۰٪ به ترتیب ۳ تا ۵، ۶ تا ۸ و بیش از ۸ بار از این نوع مواد غذایی استفاده می‌کنند. در خصوص پراکندگی فواصل زمانی خرید موادغذایی، فواصل نسبتاً مشابه بوده و به ترتیب ۲۷٪، ۲۹/۱۰٪ و ۲۸/۱۰٪ افراد به صورت روزانه، هفتگی و ماهانه خرید می‌کردند. هم‌چنین برای ۱۵/۶۰٪ افراد برنامه زمانی مدون و مشخصی برای خرید مواد غذایی وجود نداشت.

اولویت بندی افراد برای انتخاب گروه های غذایی مختلف تعریف شده در مطالعه‌ی حاضر متفاوت بود. شکل ۱ یافته‌های حاصل از این اولویت بندی را نشان می دهد.



شکل ۱- مقایسه ی اولویت بندی گروه های غذایی انتخابی افراد در خرید مواد غذایی

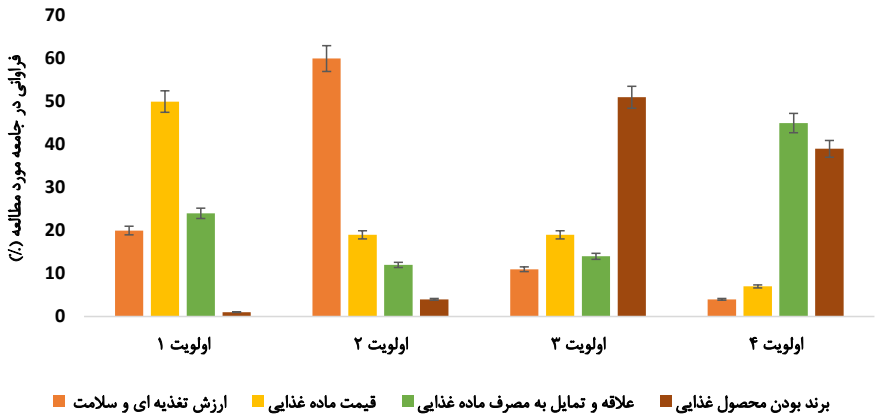
با توجه به اینکه مصرف بیش از حد و مداوم تنقلات می تواند پیامدهای متفاوتی داشته باشد، بیشترین نوع تنقلات مورد استفاده نیز به صورت جداگانه مورد پرسش قرار گرفت. بر این اساس، مصرف شیرینی جات در جامعه‌ی مورد ارزیابی با ۴۱/۶۰٪ در جایگاه اول بود. تنقلات ترش با ۲۱/۸۰٪، شور با ۱۶/۶۰٪، نوشیدنی های گازدار با ۱۳/۵۰٪ و تنقلات بسیار چرب با ۶/۲۰٪ در جایگاه های بعدی قرار گرفتند. علاوه بر این بیش از ۸۰ درصد جامعه رژیم غذایی خاص درمانی را دنبال نمی‌کردند.

تعداد وعده های رژیم غذایی افراد متفاوت بود. ۳۶/۴۰ ٪ افراد تنها سه وعده ی اصلی را در روز دریافت می‌کنند. مجموعاً ۱۱/۴۰٪ افراد یک یا دو وعده‌ی غذایی اصلی روزانه را از رژیم غذایی خود حذف کرده اند و سایر افراد بین ۱ تا ۳ میان وعده در کنار وعده های اصلی خود مصرف می کنند (مجموعاً ۴ تا ۶ وعده در روز) که در این بین داشتن یک تا دو میان وعده بیشترین درصدها را داشته و به ترتیب معادل ۳۱/۲۰ و ۱۵/۶۰ درصد بوده است.

از منظر توجه به سلامت و داشتن برنامه‌ی ورزشی حدود ۳۶٪ برنامه ی ورزشی منظمی نداشتند. در حالیکه ۲۹٪ افراد مشارکت‌کننده حداکثر ۲ بار و ۲۹٪ دیگر حداکثر ۵ بار در هفته به صورت مداوم ورزش می‌کنند. تعداد افرادی که ساعات مشخصی از هر روز خود

را به ورزش اختصاص دهند، معادل ۵٪ بوده است.

معیارهای افراد مشارکت کننده برای خرید هر یک از اولویت های غذایی مطرح شده نیز اختلاف قابل توجهی داشت. شکل ۲ یافته‌های حاصل از بررسی معیارهای انتخاب و خرید موادغذایی را در جامعه ی مورد مطالعه نشان می‌دهد.



شکل ۲- مقایسه و اولویت بندی معیارهای چهارگانه در انتخاب و خرید مواد غذایی در افراد مشارکت کننده

بحث و نتیجه‌گیری

بیشتر افراد مشارکت کننده رژیم غذایی خاصی ندارند؛ بنابراین انتخاب و اولویت بندی های انجام شده آنها بر اساس خواسته ها و شرایط زندگی این افراد بوده است. ۱۹٪ از افراد دارای رژیم های مشخصی مانند فستینگ، کم پروتئین، کم کربوهیدرات یا بدون چربی و قند بوده اند. علاوه بر بیماری، عوامل روانشناختی و اجتماعی مختلف می تواند در انتخاب این رژیم ها مؤثر باشد (بندتی و همکاران ۲۰۱۸).

رژیم غذایی سالم شامل ۳ وعده ی اصلی و ۲ میان وعده است. در جامعه ی مورد مطالعه، اکثر مردم تنها وعده های اصلی را دنبال می کنند. به همین جهت احتمال سوءتغذیه ی ناشی از کمبود ویتامین ها و مواد معدنی در این افراد یعنی ۴۸٪ از جامعه مورد مطالعه بسیار زیاد و در ۳۱٪ جامعه مورد مطالعه زیاد است. هرچه مقدار وعده ی غذایی و تعداد آن نسبت به مقدار استاندارد تعیین شده که با کالری و ارزش های غذایی مورد نیاز افراد متناسب است، کمتر باشد احتمال بروز سوءتغذیه در آنها بیشتر است (سیویدین و کابررا ۲۰۱۵). در بسیاری از موارد برنامه کاری افراد و وجود شیفت های طولانی در مشاغلی مانند مسئولین فنی و مدیران کیفی، معلمی، مشاغل بیمارستانی و موارد مشابه منجر به کاهش تعداد وعده های غذایی و در نتیجه ناهمگونی مقدار غذای مصرفی، کالری دریافتی و مواد مغذی مصرفی در وعده های باقیمانده می شود.

از آن جایی که بیش از ۴۰٪ افراد در جامعه تنقلات شیرین را بیشتر استفاده می‌کنند، احتمال بروز بیماری هایی مانند دیابت نوع دو، هیپوگلیسمی، اختلال انسولینی، مشکلات مرتبط با پانکراس و سایر بخش های سیستم گوارشی در آن‌ها بسیار زیاد است. با توجه به اینکه اکثر تنقلات شیرین، چربی بالایی هم دارند؛ می توان گفت نزدیک به ۴۸٪ جامعه احتمال ابتلا به بیماری های قلبی

و عروقی، چاقی و سندروم متابولیسم را دارند که می‌تواند به تدریج و با افزایش اختلالات، بر عملکرد سایر ارگان ها نیز اثر گذارد (پرادا و همکاران ۲۰۲۲). بنابراین، توسعه‌ی محصولات دارای قند کمتر یا تنظیم کننده‌ی فرایند هضم و جذب قند ها در بدن با چربی کاهش یافته می تواند به افزایش سلامت جامعه کمک نماید (گارسیا کوردرو و همکاران ۲۰۲۴).

علاوه بر این، نرخ بالای کم تحرکی و نداشتن برنامه ورزشی منظم در افراد مورد مطالعه می‌تواند با افزایش احتمال بروز بیماری های ذکر شده همراه باشد. تجمع چربی ها و سموم تولید شده در اثر متابولیسم بدن در کنار کافی یا مناسب نبودن وعده های رژیم غذایی افراد می تواند باعث اختلال در تقسیم سلولی شده و رشد سلول های سرطانی را به همراه داشته باشد. در حالیکه افزایش تحرک و ورزش کردن می‌تواند اثرات ناشی از بی‌خوابی، استرس، ضعف عضلانی، افسردگی را از بین برده و از بروز سرطان جلوگیری نماید (موستین و همکاران ۲۰۱۷). بنابراین، عامل اصلی بازدارنده این روند و جلوگیری از شیوع بیش از پیش انواع مختلف سرطان در جامعه، توجه به اولویت های غذایی و تداوم سبک غذایی سالم و افزایش تمایل مردم به داشتن برنامه ورزشی منظم است که با کاهش مصرف مواد آماده و نیمه آماده، ترکیبات شیمیایی نگهدارنده ها، افزایش مصرف فیبر، مواد معدنی و ویتامین ها، آگاهی بخشی بیشتر در خصوص اهمیت ورزش، توسعه‌ی امکانات مرتبط و کنترل جنبه های اقتصادی، اجتماعی، شغلی و فرهنگی مربوط به آن رخ می‌دهد.

در تحلیل معیارهای خرید مواد غذایی در پژوهش حاضر، ۶۰٪ افراد ارزش تغذیه ای محصولات غذایی را در اولویت دوم خود قرار داده‌اند و ۲۰٪ آن‌ها بدون توجه به سایر معیار های موجود، ارزش غذایی را اصلی ترین عامل انتخاب و خرید دانسته اند. از آن‌جایی که ۵۰٪ جامعه‌ی مورد مطالعه قیمت تمام شده محصولات غذایی را عامل اول انتخاب خود دانسته اند، می توان گفت علی رغم داشتن علم و آگاهی نسبت به اهمیت ارزش تغذیه ای محصولات، شرایط اقتصادی و وضعیت درآمدی افراد منجر به بروز نگرانی در هنگام خرید مواد غذایی شده است (زین العابدینی و همکاران ۲۰۲۳). بنابراین بیشتر افراد برای حفظ تعادل در خرج کرد ماهیانه خود نیازمند کاهش هزینه های جاری به ویژه در بخش محصولات غذایی بوده اند و این عامل بایستی مورد توجه بیشتر فعالان عرصه ی صنایع غذایی قرار گیرد. هر چه درآمد افراد بیشتر و امنیت شغلی و اقتصادی آن‌ها قوی تر باشد، درصد بالاتری از درآمد به خرید محصولات غذایی و به ویژه انتخاب محصولات غذایی طبیعی و سالم تر اختصاص می یابد (گربنز لینز و همکاران ۲۰۱۰). بیشتر افراد مشارکت کننده بین ۲۵ الی ۴۰ درصد از درآمد هر ماه خود را صرف خرید مواد غذایی می کنند (۴۱/۶٪) و حدود ۲۹٪ افراد حداکثر ۵۵٪ از درآمد خود را به محصولات غذایی اختصاص می دهند. این در حالی است که قریب ۳۲٪ مردم مورد مطالعه دارای درآمد بین ۱۰ تا ۱۵ میلیون تومان هستند. بر همین اساس، افزایش قیمت تمام شده‌ی محصولات غذایی به صورت مستقیم بر شاخص های خرید و اولویت بندی افراد متناسب با گروه سنی و شغل آن‌ها اثرگذار است. بررسی های اندریوا و همکاران (۲۰۱۰) نشان می دهد، در دهک های پایین تر درآمدی، به دلیل مصرف محصولات غذایی ارزان تر که عموماً شامل غلات و تنقلات می‌شود، احتمال بروز چاقی و اضافه وزن بیشتر است و افزایش قیمت جانبدارانه‌ی محصولات غذایی با هدف کنترل رژیم غذایی افراد (کاهش قیمت محصولات مغذی و افزایش قیمت محصولات مضر) می‌تواند امنیت غذایی و سلامت بهتری را تأمین کند که لازم است از سوی سیاست‌گذاران و در سطح کلان انجام گیرد. بیشتر افراد دانشجو و مجرد با گروه سنی ۲۰ تا ۲۹ سال، درصد بیشتری از درآمد خود را به خرید های غذایی اختصاص می‌دهند که قابل پیش بینی بوده است؛ زیرا در اکثر افراد این گروه، توان و تمایل خرید به سمت محصولات با تنوع بالا، ارزان تر، آماده به مصرف و با خصوصیات حسی بهتر و خرید مداوم و روزانه سوق یافته است.

خرید محصولات غذایی آماده در نیمی از افراد حداکثر دو بار در ماه بوده و حدود ۳۸٪ افراد حداکثر ۸ بار در ماه خرید وعده های غذایی آماده دارند. مطالعه‌ی باندرا و همکاران (۲۰۲۱) نشان می دهد دلیل اصلی افزایش مصرف مواد غذایی آماده، توسعه‌ی شهری و افزایش جهانی شدن زنجیره‌ی غذایی، اثرپذیری بیش از حد آحاد جامعه از تغییرات جهانی سبک غذایی و تمایل به صرف زمان کمتر برای آماده سازی خوراک است که رابطه‌ی مستقیمی با افزایش سطح درآمد افراد دارد. این امر می تواند با افزایش مصرف بیش

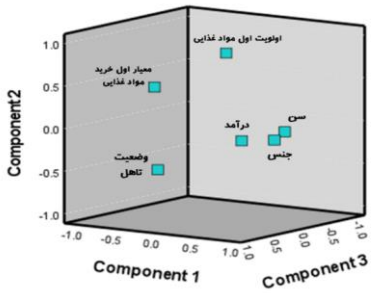
از RDA[46] تعیین شده هر ماده همراه شود. وجود آکریل آمیدها، مهاجرت های صورت گرفته از طریق بسته بندی وعده های غذایی آماده پلیمری به درون ماده غذایی، افزایش احتمال انتقال میکروارگانیسم های غذازاد، آسیب به دستگاه گوارشی، افزایش احتمال ابتلا به آسم و مشکلات تنفسی، پوکی استخوان، افزایش LDL[47] و کلسترول و مواردی از این قبیل بخشی از چالش های قابل پیشگیری در اثر مصرف مواد غذایی آماده و نیمه آماده است (الخطیب و الشماری ۲۰۱۷).

فاصله ی زمانی خریدهای غذایی برای افراد در برنامه های روزانه، هفتگی و ماهانه به ترتیب برابر ۲۷، ۲۹ و ۲۸ درصد بوده است که نشان دهنده‌ی وابستگی فاصله زمانی خرید به نوع ماده غذایی مصرفی، سبک زندگی و شرایط درآمدی است. بنابراین افزایش زمان نگهداری، حفظ تازگی و خصوصیات مطلوب تغذیه ای، فیزیکوشیمیایی و حسی محصولات غذایی با تمرکز بر افزایش بهترین زمان مصرف و عدم استفاده از نگهدارنده های شیمیایی مضر یکی دیگر از موارد مهم برای حفظ سلامتی مصرف کنندگان و اصلاح الگوی مصرف غذایی افراد محسوب می شود.

بررسی همبستگی میان درآمد، سن، وضعیت تأهل، جنس، اولویت و معیار اول خرید مواد غذایی نشان دهنده‌ی وجود همبستگی قابل توجه میان پارامترهای مورد مطالعه بود. داده ها با واریانس ۷۱٪ بدون اعمال چرخش استخراج شدند و ارتباط متوسط تا زیادی از خود نشان دادند. ارتباط میان پارامترهای سطح درآمد، سن و جنس قوی تر و مثبت بوده و دو پارامتر وضعیت تأهل و معیار اول خرید ارتباط عکس داشتند. بیشتر این پارامتر ها با مؤلفه اول همبستگی قوی داشتند و اولویت اصلی خرید با مؤلفه دوم و معیار اصلی خرید با مؤلفه ی سوم به دست آمده در آزمون ارتباط مثبت و قوی داشت و به ترتیب ضریب همبستگی ۸۲/۸٪ و ۷۲/۹٪ را نشان دادند. شکل ۳ موقعیت فضایی و ارتباط سه بعدی میان پارامترهای مطرح شده را در خصوص الگوی خرید و اولویت بندی غذایی افراد مورد مطالعه نشان می دهد.

شکل ۳- همبستگی و ارتباط میان پارامتر های اصلی مورد مطالعه با مؤلفه های آزمون همبستگی

به بیان دیگر، جامعه ی مورد مطالعه بر اساس آگاهی های تغذیه ای و اولویت های غذایی، الگوی مصرف پیش فرض خود را ایجاد



کرده و بر اساس معیارهای ذکر شده و شرایط موجود در جامعه از نظر اقتصادی، اجتماعی، کشاورزی، شاخص های فرهنگی و سلامت فردی خرید می کنند. بنابراین کنترل و شناخت دقیق معیارهای چهارگانه قیمت و ارزش غذایی محصولات، دانش و توسعه ی

[46] Recommended Dietary Allowance
[47] Low-density Lipoprotein

برندهای صنعت غذایی و ذائقه و تمایل مصرف کنندگان می تواند الگوی مصرف غذایی افراد را تا حد زیادی تغییر داده و به بهبود امنیت غذایی کمک نماید.

ارزیابی و تحلیل دقیق الگوی خرید مواد غذایی به عنوان یکی از بخش های الگوی مصرف موادغذایی که در سند دانش بنیان امنیت غذایی مطرح شده است و توسعه مطالعات مشابه در جامعه آماری گسترده تر می تواند به شناخت مسائل و چالش های پیش رو کمک نموده و به تحقیقات علمی و صنعتی برای توسعه ی محصولات غذایی جدید متناسب با شرایط تغذیه ای، فیزیولوژیکی، اقلیمی، اجتماعی و اقتصادی موجود سمت و سوی مطلوب تری دهد. آنچه مشخص است وجود ارتباط معنی دار میان سطح درآمد، سن، وضعیت تأهل، اولویت بندی و معیار انتخاب محصولات غذایی است که می تواند به پیش بینی های تغذیه ای و بررسی احتمال شیوع بیماری های مختلف در جامعه و در نتیجه افزایش ایمنی و امنیت غذایی با تغییر هدفمند سیاست گذاری ها و سرمایه گذاری های کلان کمک کند.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله مراتب تشکر و قدردانی را از تمامی افراد مشارکت کننده در تکمیل پرسشنامه ها و همکاری در ارائه این پژوهش اعلام می نمایند.

منابع

العابدینی، ز.، مبینا، زارع، ب. لنکرانی، کامران و آزادبخت (۲۰۲۳). "تحلیل چالش‌ها و شناسایی راهکارها برای ارتقای امنیت غذا و تغذیه در ایران." نشریه فرهنگ و ارتقاء سلامت ۷(۲): ۲۴۳-۲۵۱.

ایسنا (۱۳۹۳). مروری بر " امنیت غذایی در ایران". خانواده. خبرگزاری ایسنا: ۲.

خوشرودی، ش. ز.، جاودان، ابراهیم و ا. کناری (۲۰۲۲). "ارزیابی اثر سطوح درآمدی بر امنیت غذایی خانوارها در استان تهران." اقتصاد کشاورزی و توسعه ۳۰(۱): ۱۵۵-۱۸۶.

شیبانی و کرباسی (۲۰۲۰). "بررسی تغییرات الگوی مصرف مواد خوراکی خانوارهای روستایی خراسان‌رضوی." راهبردهای توسعه روستایی ۷(۳): ۲۳۹-۲۵۲.

فرهنگی، ش. ع. ا. (۱۴۰۲). سند ملی دانش بنیان امنیت غذایی. س. ر .ن. ج. ع. کشور، شورای انقلاب فرهنگی: ۶۸.

فیروزه، ح. ا.، ج. سیدابوالقاسم، م. پروین، م. یداله و ع. فریدون (۱۳۸۷). "الگوهای غذایی در بزرگسالان و ارتباط آن با عوامل اجتماعی–جمعیت شناختی و شیوه زندگی، مطالعه قند و لیپید تهران".

Andreyeva, T., M. W. Long and K. D. Brownell (2010). "The impact of food prices on consumption: a systematic review of research on the price elasticity of demand for food." American journal of public health 100(2): 216-222.

Bandara, S., T. Kumara, S. Dharmadasa and R. Samaraweera (2021). "Changes in food consumption patterns in Sri Lanka: food security and sustainability: a review of literature." Open journal of social sciences 9(10): 213-237.

Benedetti, I., T. Laureti and L. Secondi (2018). "Choosing a healthy and sustainable diet: A three-level approach for understanding the drivers of the Italians' dietary regime over time." Appetite 123: 357-366.

Cividin, T. and E. Cabrera (2015). "Raising awareness of malnutrition--protected meal times to improve patient care." Canadian Journal of Dietetic Practice & Research 76(3).

Clarke, C. and T. Best (2019). "Food choice motivations: Profiling low-carbohydrate, high-fat dieters." Appetite 141: 104324.

Elkhateeb, Y. A. and M. R. Alshammary (2017). "Effects of fast foods in relation to free radicals and antioxidants." American Journal of Laboratory Medicine 2(6): 156-162.

Eyles, H., C. Ni Mhurchu, N. Nghiem and T. Blakely (2012). "Food Pricing Strategies, Population Diets, and Non-Communicable Disease: A Systematic Review of Simulation Studies." PLOS Medicine 9(12): e1001353.

García-Cordero, A. L., I. S. Ibarra, A. Ferreira, J. A. Rodriguez, M. Pateiro and E. M. Santos (2024). Chapter 4 - Sugar reduction and sweeteners to improve foods. Strategies to Improve the Quality of Foods. J. M. Lorenzo, Academic Press: 87-120.

Gerbens-Leenes, P., S. Nonhebel and M. S. Krol (2010). "Food consumption patterns and economic growth. Increasing affluence and the use of natural resources." Appetite 55(3): 597-608.

Mustian, K. M., C. M. Alfano, C. Heckler, A. S. Kleckner, I. R. Kleckner, C. R. Leach, D. Mohr, O. G. Palesh, L. J. Peppone and B. F. Piper (2017). "Comparison of pharmaceutical, psychological, and exercise treatments for cancer-related fatigue: a meta-analysis." JAMA oncology 3(7): 961-968.

Prada, M., M. Saraiva, M. V. Garrido, A. Sério, A. Teixeira, D. Lopes, D. A. Silva and D. L. Rodrigues (2022). "Perceived Associations between Excessive Sugar Intake and Health Conditions." Nutrients 14(3): 640.

Winter Falk, L., C. A. Bisogni and J. Sobal (1996). "Food Choice Processes of Older Adults: A Qualitative Investigation." Journal of Nutrition Education 28(5): 257-265.

A case study of food consumption patterns in adults, focusing on priorities and criteria for purchasing food

Razieh Kashi, Seyed Mohammad Ali Razavi[1]
Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran[1]
Corresponding Author: s.razavi@um.ac.ir

Abstract

It is important to consider food consumption and its impact on health as a key component of food security. Aligning consumption patterns with nutritional needs, economic, social, climatic conditions, and personal preferences can enhance the health of the population and improve food security. This study aimed to explore the purchasing patterns, priorities, and criteria of food purchases among adults. The results indicated a significant correlation between income level, age, gender, and food purchasing priorities and criteria. Most individuals prioritize the price of food and

prioritize purchasing meat and protein products. The findings suggest a higher probability of diseases such as diabetes, arteriosclerosis, obesity, and metabolic syndromes due to the consumption of sugary and fatty foods. Additionally, based on questionnaire responses, it is likely that vitamins and minerals are deficient in society. Moreover, an increase in income levels is linked to higher food purchasing rates, indicating that dietary choices are influenced by purchasing power and societal conditions.

Keywords: Food Security, Food Consumption Pattern, Food Preference, Nutritional Value

بررسی و شناسایی معیارهای مؤثر بر تولید و بازاریابی محصولات کشاورزی سالم

مونس فرح بخش[۱]، سمیه امیرتیموری[۲]، صدیقه نبی‌ئیان[۳]، محمدرضا زارع مهرجردی[۴]،حمیدرضا میرزایی خلیل‌آبادی[۵]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران
[۲] دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران
[۳] استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنرکرمان، ایران
[۴] استاد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران
[۵] دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران
*نویسنده مسئول Mones@agr.uk.ac.ir

چکیده

امروزه تأمین امنیت غذایی یکی از اهداف مهم کشورها می‌باشد که با توجه به مسائل و مشکلات زیست محیطی به‌وجود آمده هر دو بعد کمی و کیفی آن مورد توجه برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران قرار گرفته است. بخش مهمی از غذای افراد جامعه را محصولات کشاورزی تشکیل می‌دهند. سالم بودن محصولات کشاورزی بر سلامت کلیه افراد جامعه و حفظ محیط زیست تأثیرگذار است. لذا، در این تحقیق به بررسی و شناسایی معیارها و زیرمعیارهای مؤثر تولید و بازاریابی محصولات کشاورزی سالم پرداخته شده است. با بررسی ادبیات موضوع سه معیار زیست محیطی، اقتصادی و بازاریابی در نظر گرفته شد. برای معیار زیست محیطی، ۶ زیر معیار؛ برای معیار اقتصادی، ۵ زیرمعیار و برای معیار بازاریابی، ۱۰ زیرمعیار شناسایی شد که می‌تواند در برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌گذاری‌ها راهگشا باشد.

واژگان کلیدی: تولید، محصولات کشاورزی سالم، اقتصادی، زیست محیطی، بازاریابی.

مقدمه

امروزه، هدف اصلی کشاورزی تأمین امنیت غذایی می‌باشد. امنیت غذایی دسترسی فیزیکی، اجتماعی و اقتصادی همه افراد به غذای سالم، کافی و مغذی می‌باشد که با نیازهای غذایی برای یک زندگی سالم تطابق دارد. در دهه‌های اخیر با گسترش فناوری و افزایش مصرف افزودنی‌ها، آنتی بیوتیک و هورمون‌ها در تولید مواد غذایی در کشورهای در حال پیشرفت، اثرات انکارناپذیری بر سلامت انسان‌ها به‌وجود آمده است (دل انگیزان و همکاران، ۱۳۹۸). سلامت محصولات کشاورزی در زنجیره تأمین نه تنها به سلامت جامعه بلکه به تجارت جهانی گره خورده است. گاهی اوقات، مخاطراتی در این زنجیره در هر مرحله از تولید تا برداشت ممکن است به‌وجود آید. بنابراین مدیریت و نظارت مناسب در سرتاسر زنجیره تولید تا عرضه و مصرف محصولات، یک امر ضروری محسوب می‌شود. این مسئله نه تنها برای سلامت عمومی و زندگی روزانه مردم اهمیت زیادی دارد بلکه در توسعه اقتصادی و پویایی اجتماعی نیز نقش مهمی را ایفا می‌کند (دستورالعمل نظارت بر تولید و ارتقاء سلامت محصولات، ۱۴۰۰). از آن‌جاکه بیشتر کشاورزان حداکثر سود و تولید را مدنظر قرار داده‌اند، در امتداد این اهداف شاهد استفاده بی رویه از سموم، کودهای شیمیایی و مواد آلاینده می‌باشیم که باعث تخریب خاک‌ها و آلودگی محیط زیست شده است. در چنین شرایطی، ارزش و اهمیت تولید و مصرف محصولات سالم غذایی بیش از پیش مشخص می‌شود (کرباسی و اصغرنژاد، ۱۳۹۱). محصول سالم محصولی است که با حداقل استفاده از نهاده‌های شیمیایی

تولید می‌شود، به‌طوری‌که خطری مصرف کننده این مواد غذایی را تهدید نمی‌کند (آجیلی و همکاران، ۱۳۹۴). نیاز به محصولات سالم باید از طریق مصرف کنندگان به تولید کنندگان منتقل شود؛ در این شرایط است که تولیدکنندگان برای پاسخگویی به نیاز بازار و در نتیجه درآمد بیشتر و مطمئن‌تر به‌دنبال تولید محصول سالم و دریافت گواهی‌های لازم خواهند بود (ارده و نوروزی، ۱۳۹۷). در طول دهه گذشته آگاهی از سلامت مصرف کنندگان به عامل مهمی در بازار مواد غذایی تبدیل شده است. محصولات غذایی سالم‌تر در سال‌های گذشته با قدرت وارد بازارهای جهانی شده و به سرعت سهم بازار را به‌دست آورده‌اند و در حال حاضر بازار محصولات سالم از نظر نوآوری و نفوذ عملکرد خوبی دارد (آزورا و پائولا، ۲۰۰۹). درکل آن‌چه مصرف کنندگان عمده را برای خرید تحریک می‌کند بسیار مهم است؛ چون بازار محصولات سالم اتکای زیادی به عواملی همچون؛ افزایش درآمد، کاهش مصرف محصولات معمولی، نگرانی از تهدیدات مواد غذایی (همچون جنون گاوی، تب واگیردار، آنفولانزای پرندگان و...) و نگرانی از وجود آفت‌کش‌ها دارند. بازاریابی و تجارت محصولات غذایی با کیفیت، هم در کشورهای پیشرفته و هم در کشورهای در حال توسعه دارای اهمیت می‌باشد (بریم نژاد، ۱۳۹۳). در این زمینه بدون تردید یکی از پیش زمینه‌های دستیابی به امنیت غذایی، قانون‌های حاکم بر تولید و عرضه محصولات کشاورزی می‌باشد زیرا اگر ساختار و قانون‌های حاکم در این حوزه کامل و اصولی نباشد، به دلیل ورودی ناسالم محصولات به زنجیره تولید غذا تضمین سلامت محصولات کشاورزی به سختی امکان پذیر است. بنابراین نه تنها تولیدکنندگان باید شرایط مناسب را به منظور دسترسی آسان به محصولات کشاورزی سالم فراهم نمایند بلکه باید مانع فروش و عرضه محصولات ناسالم شوند (عابدی و ملبوبی، ۱۳۹۷). با توجه به اهمیت تولید و بازاریابی محصولات کشاورزی سالم مطالعاتی در داخل و خارج از کشور انجام شده است که در قسمت ذیل به برخی از آن‌ها اشاره می‌کنیم.

نخعی و خیری (۱۳۹۱)، در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر عوامل منتخب بر قصد خرید محصولات سبز در شهر قزوین با استفاده از معادلات ساختاری پرداختند. نتایج نشان داد که عواملی چون برندهای سبز، فعالیت‌های ارتباطات بازاریابی، نگرش مبنی بر ارتباطات بازاریابی بیشتر، دانش زیست محیطی و اثربخشی ادراک شده ی مصرف کننده بر قصد خرید سبز او تأثیرگذار می‌باشد. عزیزی و همکاران (۱۳۹۲)، در مطالعه‌ای به بررسی راهبردهای توسعه بازار محصولات غذایی سالم در شهر همدان پرداختند. داده‌ها از طریق مطالعه پیمایشی، با طراحی و تکمیل پرسشنامه جمع آوری شده است. نتایج نشان داد که راهبردهایی چون شاخص شناخت، دوستدارمحیط زیست، آموزش و ترویج، تبلیغات و اطلاع رسانی، تسهیلات حمایتی-نظارتی، تسهیلات ساختاری-خدماتی و شاخص اقتصادی به‌عنوان راهبردهای توسعه بازار محصولات غذایی سالم می‌باشند. ون رایسویک و فرور (۲۰۰۸)، در مطالعه‌ای به بررسی درک مصرف کنندگان از کیفیت و ایمنی موادغذایی و ارتباط آن‌ها با قابلیت ردیابی پرداختند. نتایج نشان داد که اکثر مصرف کنندگان کیفیت غذا و ایمنی موادغذایی را به هم مرتبط می‌دانند. شمرایز و کوان (۲۰۱۹)، در مطالعه‌ای به توسعه شاخص های پایداری سه‌گانه برای صنعت تولید مواد غذایی مالزی با استفاده از روش دلفی پرداختند. نتایج نشان داد که به‌ترتیب معیار اجتماعی و سپس معیارهای زیست محیطی و اقتصادی برای صنعت تولید موادغذایی مالزی دارای ارجحیت هستند. در مطالعه‌ای دیگر سانچز براوو و همکاران (۲۰۲۱)، به بررسی درک مصرف کننده از مفهوم پایداری در محصولات کشاورزی پرداختند. نتایج نشان داد که مصرف کنندگان محصولات پایدار را، دوستدار محیط زیست و سالم‌تر می‌دانند که با استفاده از مواد شیمیایی کم و کیفیت بهتر رشد کرده‌اند. لذا با توجه به اهمیت محصولات کشاورزی سالم برای مصرف کنندگان و همچنین اهمیت این محصولات برای پایداری و حفاظت از محیط زیست، پرداختن به مسئله تولید و بازاریابی این محصولات حائز اهمیت می‌باشد. در این مطالعه به بررسی و شناسایی معیارها و زیر معیارهای مؤثر بر تولید و بازاریابی محصولات کشاورزی سالم پرداخته شده است.

روش پژوهش

با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و نظر خبرگان، معیارها و زیرمعیارهای مؤثر بر تولید و بازاریابی محصولات کشاورزی سالم شناسایی شد. به این منظور سه معیار زیست محیطی، بازاریابی و اقتصادی و برای هر معیار نیز زیرمعیارهایی در نظر گرفته شد که در قسمت نتایج آورده شده‌اند.

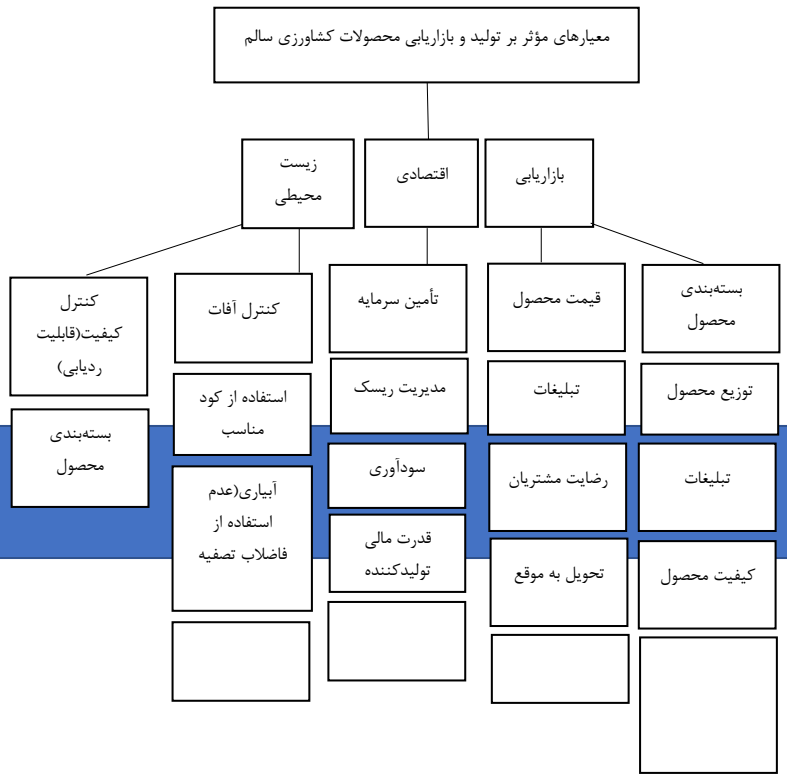
یافته ها

معیارها و زیر معیارهای مؤثر بر تولید و بازاریابی محصولات کشاورزی سالم با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی ادبیات موضوع شناسایی و با استفاده از نظر ۱۶ خبره تأیید شد. این معیارها و زیرمعیارها در شکل شماره (۱) آورده شده است.

برای معیار زیست محیطی شش زیرمعیار در نظر گرفته شد که عبارتند از: ۱. کنترل آفات ۲. استفاده از کود مناسب ۳. آبیاری (عدم استفاده از فاضلاب تصفیه نشده) ۴. برداشت محصول ۵. کنترل کیفیت (قابلیت ردیابی) ۶. بسته‌بندی محصول.

برای معیار اقتصادی پنج زیرمعیار در نظر گرفته شد که عبارتند از: ۱. تأمین سرمایه ۲. مدیریت ریسک ۳. سودآوری ۴. قدرت مالی تولیدکننده ۵. توان مالی مصرف کننده.

برای معیار بازاریابی ده زیرمعیار در نظر گرفته شد که عبارتند از: ۱. قیمت محصول ۲. بسته‌بندی محصول ۳. تبلیغات ۴. توزیع محصول ۵. رضایت مشتریان ۶. تبلیغات ۷. تحویل به موقع ۸. کیفیت محصول ۹. انبارداری ۱۰. میزان اعتماد میان زنجیره‌های تأمین.



شکل شماره (۱): معیارها و زیرمعیارهای مؤثر بر تولید و بازاریابی محصولات کشاورزی سالم

بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه به بررسی و شناسایی معیارهای مؤثر بر تولید و بازاریابی محصولات کشاورزی سالم پرداخته شده است و بدین منظور سه معیار زیست محیطی، اقتصادی و بازاریابی که هر کدام دارای زیرمعیارهای مربوط به حوزه خود هستند با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و نظر خبرگان در نظر گرفته شد. برای موفقیت در فروش محصولات و خدمات به بازاریابی نیاز است که به نوعی ابزار حیاتی صاحبان مشاغل برای رسیدن به موفقیت می‌باشد. علاوه بر توجه به معیار بازاریابی، توجه به معیار زیست محیطی و حفظ محیط زیست در تولید و بازاریابی محصولات کشاورزی سالم نیز حائز اهمیت می‌باشد زیرا هرچه مصرف کنندگان به معیارهای زیست محیطی در تولید محصولات کشاورزی سالم اهمیت بیشتری دهند، قصد و نیات آن‌ها برای اجتناب از خرید محصولات آلوده کننده محیط زیست قوی‌تر خواهد شد و گروهی از مصرف‌کنندگان به قیمت بالای محصولات کشاورزی سالم اهمیت چندانی نخواهند داد و حاضر به پرداخت مبلغ اضافی برای دستیابی به این‌گونه از محصولات می‌باشند و در نهایت از تولید این‌گونه محصولات حمایت می‌کنند. تولیدکنندگان محصولات کشاورزی سالم باید درک خود را نسبت به عواملی که مصرف کنندگان را برای خرید محصولات سالم تحریک می‌کند، افزایش دهند. بعضی از عوامل که مصرف کنندگان را از خرید محصولات سالم باز می‌دارند عبارتند از: گران بودن، نبودن محصولاتی با نام محصولات سالم، عدم وجود تفاوت در طعم و ارزش غذایی و تازگی محصولات در مقایسه با محصولات معمولی. همچنین عواملی نیز هستند که موجب تغییر ذهنیت مصرف کنندگان برای خرید محصولات سالم می‌گردد که عبارتند از: قیمت ارزان‌تر، درآمد بیشتر، دسترسی آسان‌تر به محصولات سالم، کیفیت بهتر محصولات، برچسب گذاری روشن‌تر و اطلاع رسانی شفاف‌تر که عوامل مهم و تأثیرگذار بر تغیر ذهنیت مصرف کنندگان می‌باشند. مصرف کنندگان محصولات کشاورزی سالم دریافته‌اند که وجود باقی مانده سموم و آفت کش‌ها، فلزات سنگین در سبزیجات و سایر محصولات کشاورزی می‌توانند موجب بروز مسمومیت‌هایی منجر به مرگ، بیماری پوستی، سرطان و عوارض عصبی گردد. استفاده از روش‌های کشاورزی پایدار نه تنها منجر به تولید محصولات کشاورزی سالم خواهد شد بلکه از لحاظ معیار اقتصادی نیز منجر به افزایش سودآوری در تولید این‌گونه محصولات می‌شود، زیرا هدف اصلی هر کسب و کار کسب سود است و به‌طور کلی حفاظت محیط زیست و بهبود رفاه مصرف کنندگان را نیز

به‌همراه دارد. ویژگی‌های زیست محیطی این محصولات کمک قابل توجهی در تولید و بازاریابی محصولات کشاورزی سالم خواهد داشت و هرچه آگاهی مصرف کنندگان در خصوص ویژگی‌های این محصولات بیشتر باشد، تمایل بیشتری نسبت به مصرف آن‌ها پیدا خواهند کرد. تولیدکنندگان با قدرت مالی بالاتر قادر به سرمایه‌گذاری در تکنولوژی‌های پیشرفته، مدیریت بهتر منابع و اجرای برنامه‌های کنترل کیفیت هستند و این امر به نوبه خود به بهبود کیفیت محصولات و افزایش رقابت‌پذیری آن‌ها در بازار کمک خواهد کرد. برای مدیریت کیفیت و ایمنی مواد غذایی استفاده از سیستم قابلیت ردیابی محصولات یک رویکرد پیشگیرانه است تا از خطرات جدید و بالقوه مضر برای زنجیره تأمین پیشگیری کند. در نظر گرفتن توان مالی مصرف کنندگان برای تولید و بازاریابی محصولات کشاورزی سالم از اهمیت بالایی برخوردار است زیرا سطح درآمد افراد رابطه مستقیمی با تمایل به پرداخت آن‌ها برای محصولات غذایی سالم دارد و این عامل به‌طور مستقیم بر تقاضا و بازار محصولات کشاورزی سالم تأثیر می‌گذارد. مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی باعث کاهش بازده محصولات کشاورزی و به خطر افتادن سلامت انسان‌ها و دیگر موجودات زنده خواهد شد، کنترل نکردن آفات محصولات کشاورزی می‌تواند موجب خسارت‌های زیاد با سابقه طولانی شود و با افزایش سموم شیمیایی در جهت مهار کردن این آفات نه تنها این خسارت جبران نمی‌شود بلکه سطح مزارع را نیز آلوده می‌کند که آثار زیان‌بار و مخربی را برای محیط زیست به‌همراه دارد. لذا جهت کنترل این شرایط و حفاظت از محیط زیست استفاده از کودهای زیستی مناسب در جهت تولید محصولات کشاورزی سالم یک راهکار اساسی می‌باشد. پیشنهاد می‌شود در جهت اهمیت دادن بیشتر به معیارهای مؤثر تولید و بازاریابی محصولات کشاورزی سالم این اقدامات، می‌تواند صورت گیرد: ۱. اطلاع رسانی به مصرف کنندگان درباره مزایای محصولات کشاورزی سالم از طریق کمپین‌های تبلیغات ۲. استفاده از کودهای مناسب و طبیعی و جلوگیری از سموم شیمیایی به‌منظور حفاظت از محیط زیست ۳. استفاده از تکنولوژی های نوین و سنسورها به‌منظور استفاده بهینه کود و سموم ۴. ایجاد کارگاه‌های آموزشی برای کشاورزان در مورد مزایای استفاده از کودهای طبیعی و آگاهی بخشی به آن‌ها.

منابع

ارده، م. ج. و نوروزی، ع. ضرورت و اهمیت اولید محصولات سالم گلخانه‌ای در ایران، ۱۳۹۷، مقالات ترویجی، دوره۱، شماره۱، ص. ۱۶-۹.
آجیلی، ع. علیقلی، ف. یزدان پناه، م. و فروزانی، م. بررسی عوامل مؤثر بر پذیرش و عدم پذیرش کشت محصولات سالم در استان خوزستان، ۱۳۹۵، مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، دوره۴۷-۲، شماره ۱، ص. ۱۸۰-۱۶۹.
بریم نژاد، و. شناسایی عوامل موثر بر بازاریابی محصولات سالم و ارگانیک، اقتصاد کشاورزی،۱۳۹۳، دوره ۸ ، ویژه نامه، ص. ۲۳۲-۲۱۷.
دل انگیزان، س. پاپ زن، ع. و آرمند، ش. واکاوی چالش‌های تجاری سازی محصولات ارگانیک و سالم براساس تئوری بنیادی (مطالعه موردی: شهر کرمانشاه)، ۱۳۹۹، تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران (علوم کشاورزی ایران)، دوره ۵۱، شماره۲، ص. ۳۲۵-۳۱۵.
عابدی، س. و ملبویی، م. ارزیابی سودمندی‌های اقتصادی رتبه بندی محصول‌های کشاورزی بر پایه سلامت و کیفیت، ۱۳۹۷، مجله پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دوره ۴، شماره۲، ص. ۱۳۸-۱۲۳.
عزیزی، و. نیکوی، م. و خالدی، م. راهبردهای توسعه بازار محصولات غذایی سالم در شهر همدان،۱۳۹۲، نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی، دوره ۲۷، شماره ۴، ص. ۳۳۷-۳۲۸.

کرباسی، ع. و اصغرنژاد، ا. تعیین الگوی تولید چند دوره ای محصول سالم در راستای امنیت غذایی، ۱۳۹۲، سومین همایش ملی امنیت غذایی، سواد کوه.

نخعی، ا. و خیری، ب. بررسی عوامل منتخب برقصد خرید محصولات سبز، ۱۳۹۱، مدیریت بازاریابی ، دوره ۷، شماره ۱۵،ص. ۱۳۰-۱۰۵.

وزارت جهاد کشاورزی. دستورالعمل نظارت بر تولید و ارتقاء سلامت محصولات گیاهی، ۱۴۰۰، سازمان حفظ نباتات کشور.

Azzurra, A., & Paola, P. (2009). Consumers Behaviours and Attitudes Toward Healthy Food Products: The Case of Organic and Functional Foods, In 113th EAAE Seminar: A resilient European food industry and food chain in a challenging world, Chania, Greece, pp. 111-124.

Sanchez Bravo, P., Chambers V, E., Noguera- Artiaga, L., Sendra, E., Chambers IV, E., & Carbonell- Brrachina, A. (2021). Consumer understanding of sustainability concept in agricultural products. Food Quality and Preference, 89, 104-136.

Shamraiz, A., & Kuan, Y. (2019). Development of weighted triple- bottom line sustainability indicators for the Malaysian food manufacturing industry using the Delphi method. Journal of Cleaner Production, 229, 1167-1182.

VanRijswijk, W., & Frewer. L. (2008). Consumer perceptions of food quality and safety and their relation to traceability. British Food Journal, 110(10), 1034-1046.

Investigating and Identifying Effective Criteria on the Production and Marketing of Healthy Agricultural Products

Mones Farahbakhsh[1], Somayeh Amirtaimoori •[2], Sedighe Nabieiyan[3], Mohammad Reza Zare Mehrjerdi[4], Hamid Reza Mirzaei Khalil Abadi[5]

Master's student in Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran [1]

Associate Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran [2]
Assistant Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran [3]
Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran [4]
Associate Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran [5]
Corresponding Author: Mones@agr.uk.ac.ir

Abstract

Today, ensuring food security is one of the important goals of countries, which has been the focus of planners and policymakers, both quantitatively and qualitatively, due to environmental issues and problems. An important part of the food of the people of the society is agricultural products. The healthiness of agricultural products affects the health of all members of the society and the preservation of the environment. Therefore, in this research, the effective criteria and sub-criteria for the production and marketing of healthy agricultural products have been examined and identified. By reviewing the literature, three environmental, economic and marketing criteria were considered. For the environmental criteria, 6 sub-criteria; For the economic criteria, 5 sub-criteria and for the marketing criterion, 10 sub-criteria were identified, which can be helpful in planning and making policies.

Keywords: Production, Healthy Agricultural Products, Economic, Environmental, Marketing.

بررسی وضعیت امنیت غذایی با تأکید بر رکن پایداری غذا در ایران

زری سرابی*[۱]، مصطفی مردانی نجف آبادی[۲]

[۱] دانش‌آموخته دکتری اقتصاد کشاورزی، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
[۲] دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان.
* نویسنده مسئول: Email: Sarabi.Zari@yahoo.com

چکیده

غذا و داشتن امنیت غذایی یکی از نیازهای اساسی بشر و یک ضرورت برای بقا است. با این وجود تعداد فزاینده ای از مردم جهان در وضعیت ناامنی غذایی زندگی می‌کنند. از این رو این مقاله سعی دارد با مطالعه و به کارگیری شاخص های امنیت غذایی در رکن پایداری که توسط سازمان های بین المللی ارائه شده است، به تجزیه و تحلیل وضعیت پایداری در کشور ایران از منظر این شاخص‌ها بپردازد و تعیین کند که آیا این شاخص‌ها به خوبی وضعیت پایداری امنیت غذایی در کشور ایران را منعکس می‌کنند؟ و یا اینکه آیا این شاخص‌ها ارزیابی دقیق و کاملی برای بررسی پایداری امنیت غذایی در کشور ایران هستند؟. بنابراین این پژوهش با پاسخگویی به این سوالات می‌تواند کمک بزرگی به رفع چالش های مطرح شده نماید که این امر ضرورت و اهمیت این تحقیق را نشان می‌دهد. شاخص های کلیدی انتخاب شده عبارتند از: "نسبت وابستگی به واردات غلات"، "درصد زمین های زراعی مجهز به آبیاری"، "ارزش واردات مواد غذایی نسبت به کل صادرات کالا" و "تغییرات سرانه عرضه غذا". نتایج نشان داد که ایران نسبت به زمین‌های زراعی مجهز به آبیاری، ارزش واردات مواد غذایی نسبت به کل صادرات کالا و نسبت وابستگی به واردات غلات آسیب‌پذیر است، در حالی که نسبت به تغییرات سرانه عرضه غذا انعطاف‌پذیر است.

واژگان گلیدی: ثبات، امنیت غذایی، شاخص های پایداری، ایران

مقدمه

بر اساس تعریف سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد[48]، امنیت غذایی به معنای دسترسی فیزیکی، اقتصادی و عادلانه همه مردم در طول زندگی به غذای کافی، سالم، مغذی در جهت رفع نیازهای یک رژیم تغذیه‌ای سازگار با سلیقه‌ها و ترجیحات آنها برای برخورداری از یک زندگی سالم و فعال است (FAO ،2023). چهار رکن امنیت غذایی در راستای سطوح مختلف شناسایی شده است: ۱) موجود بودن غذا در سطح ملی. ۲) در دسترس بودن در خانوارها. ۳) بهره مندی برای افراد ۴) ثبات عوامل مذکور در طول

[48] FAO

زمان که بر همه سطوح تأثیر می‌گذارد. طبق این تعریف در امنیت غذایی علاوه بر دسترسی فیزیکی و اقتصادی به غذای سالم و مغذی، ثبات و پایداری شرایط نیز اهمیت خاصی دارد. ثبات و پایداری به معنای به حداقل رساندن نوسانات در سایر ارکان امنیت غذایی در کوتاه مدت و توجه به تأمین رفاه نسل کنونی بدون آسیب به رفاه نسل های آتی است (باغستانی،۱۴۰۲).

امنیت غذایی وضعیتی است که در یک لحظه، یکروز، یا یک فصل اغفاق نمی افتد، بلکه وضعیتی دائمی است و برمبنای پایداری است. زمانی سیستم غذا دارای ثبات خواهد بود که نوسانات آن در کوتا ه مدت در حداقل ممکن بوده و زمانی پایدار است که رفاه نسل های آتی را تحت تاثیر قرار نداده و تخریب منابع پایه مانند آب، خاک و تنوع زیستی را نداشته باشد. به طور کلی امنیت غذایی زمانی تاب‌آور خواهد بود که دارای ثبات و پایداری باشد. در اصل پنجاهم قانون اساسی نیز به بحث پایداری در امنیت غذایی اشاره شده است. در این اصل بیان شده که در جمهوری اسلامی، حفاظت محیط‌زیست که نسل امروز و نسل‌های بعد باید در آن حیات اجتماعی رو به رشدی داشته باشند، وظیفه عمومی تلقی می‌گردد. از این‌رو فعالیت‌های اقتصادی و غیر آن که با آلودگی محیط‌زیست یا تخریب غیرقابل جبران آن ملازمه پیدا کند، ممنوع است. در کشور ایران چالش‌های بسیاری در رکن پایداری امنیت غذایی دیده شده است.

بهره برداری غیراصولی و خارج از توان اکولوژیک منابع پایه و طبیعی بخصوص آب و خاک یکی از مشکلات مطرح در کشور ایران می‌باشد که سبب ناپایداری منابع می‌گردد. به عنوان مثال تعداد چاه های عمیق و نیمه عمیق از سال ۱۳۵۰ نسبت به ۱۴۰۰، ۲۱ برابر شده است. از طرفی از یک میلیون چاه، تنها ۶۰۰ تا ۷۰۰ چاه مجاز می باشد و بقیه آن ها غیر مجاز می باشد[۴۹]. از دیگر مشکلات حوزه آب و خاک می توان به پایین بودن راندمان آبیاری (حدود ۴۵٪) و بهره‌وری آب (۱.۴۵کیلوگرم بر مترمکعب [۵۰])، فرونشت سطح آبخوان های کشور (۱۲ تا ۳۰ سانتی متر)، پایین بودن سهم خاک‌های کلاس ۱، ۲ و ۳ به ترتیب ۶٪، ۲۱٪ و ۲۷٪، متعادل نبودن عناصر غذایی و پایین بودن حاصلخیزی خاک (خلاء نیتروژن، فسفر و پتاسیم به ترتیب ۴ ٪ ۵۰ ٪ و۹۰ ٪)، میزان بالای فلزات سنگین در خاک (سرب، نیکل، کادمیوم)، وجود درجات مختلف شوری خاک در ۶/۵ میلیون هکتار از اراضی کشاورزی کشور (کل اراضی کشاوری ۱۸/۶ میلیون هکتار[۵۱]) و بالا بودن میزان فرسایش خاک (به طور متوسط حدود ۱۶/۷ تن در هکتار)[۵۲] اشاره کرد.

از دیگر مشکلات رکن پایداری، تغییر کاربری اراضی کشاورزی، مشکل تغییر اقلیم و پیامدهای ناشی از آن (نظیر کاهش بارش (۰/۵۹ میلی متر در سال)، افزایش تبخیر و تعرق (۵/۶ میلی متر در سال)، افزایش دما (۰/۰۴ درجه سانتیگراد در سال[۵۳])، بلایای طبیعی، مخاطرات بیولوژیک و تکانه های سیاسی است که تأثیر مخربی بر وضعیت پایداری امنیت غذایی دارد.

با توجه به مشکلات موجود در رکن پایداری امنیت غذایی در کشور ایران، این مقاله سعی دارد با مطالعه و به کارگیری شاخص های امنیت غذایی ارائه شده توسط سازمان های بین المللی (در رکن پایداری)، به تجزیه و تحلیل وضعیت پایداری در کشور ایران از منظر

[۴۹] گزارش شرکت مدیریت منابع آب ایران
[۵۰] گزارش شرکت مدیریت منابع آب ایران
[۵۱] وزارت جهاد کشاورزی
[۵۲] گزارش سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور
[۵۳] سازمان هواشناسی کشور

این شاخص‌ها بپردازد و تعیین کند که آیا این شاخص‌ها به خوبی وضعیت پایداری امنیت غذایی در کشور ایران را منعکس می‌کنند؟ و یا اینکه آیا این شاخص‌ها ارزیابی دقیق و کاملی برای بررسی پایداری امنیت غذایی در کشور ایران هستند؟

لذا این پژوهش با پاسخگویی به این سوالات می تواند کمک بزرگی به رفع چالش های مطرح شده نماید که این امر ضرورت و اهمیت این تحقیق را نشان می‌دهد. در ادامه ابتدا مروری بر مطالعات انجام شده در خارج از کشور و سپس مطالعات داخل کشور در این زمینه صورت گرفت.

(Subramaniam et al 2023) اثر واردات بر امنیت غذایی در ۵۶ کشور با درآمد متوسط پایین را با استفاده از روش تعمیم‌یافته گشتاورها از سال ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۶ بررسی کردند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که واردات بر امنیت غذایی اثر منفی دارد. در این تحقیق، تجزیه و تحلیل در هر رکن انجام شد و نتایج نشان داد که واردات بر رکن "فراهمی مواد غذایی" اثر مثبت دارد ولی بر سه رکن دیگر نظیر "دسترسی به غذا"، "بهره برداری" و "ثبات" تأثیر منفی دارد. بنابراین در مجموع می توان بیان کرد که واردات اثر منفی بر امنیت غذایی دارد زیرا تأثیرات منفی آن بیشتر از تأثیرات مثبت آن است.

(Luo and Tanaka 2021) در پژوهش خود وابستگی به واردات مواد غذایی و امنیت غذایی ملی را با استفاده از روش مدل همبستگی شرطی پویا (DCC)-تعمیم یافته بررسی کردند. آنها به این سوال که آیا وابستگی به واردات گندم می‌تواند کشوری را در برابر شوک‌های خارج از کشور آسیب‌پذیر کند یا خیر پاسخ دادند. نتایج آنها نشان داد که کاهش وابستگی گندم به بازارهای خارجی «ثبات» و «فراهمی» امنیت غذایی را بدون به خطر انداختن «استفاده» بهبود می‌بخشد، اما ممکن است «در دسترس بودن غذا» را تشدید کند.

زارعشاهی(۱۳۷۹) به بررسی رابطه بین ثبات سیاسی و امنیت اقتصادی پرداخته است. در این پژوهش برای تبیین این ارتباط و کاربردی نمودن آن، از اصطلاح"ریسک ملی" استفاده می نماید که چهار گونه ریسک (سیاسی، سیاستگذاری اقتصادی، ساختار اقتصادی و نقدینگی) را شامل می‌شود. تحلیل آمارهای مربوط به شاخص های چهارگانه فوق در گستره جهانی حکایت از بالا بودن رقم ریسک ملی در جمهوری اسلامی ایران دارد که این به نوبه خود دلالت بر کاهش ضریب امنیت اقتصادی دارد. در این تحقیق راهکارهایی که در کاهش ریسک ملی مؤثر باشند، ارائه شده است. محور اصلی این راهکارها را که ریشه در بحث "ریسک ملی" دارند، اتخاذ سیاست هایی در حوزه سیاست و اقتصاد می‌باشند که به نحوی به حاکمیت قانون، اصلاح نظام نقدینگی و گردش سرمایه در کشور و بالاخره نوع اعمال حاکمیت، منجر می‌شود.

سالم و مجاوریان (۱۳۹۲) با بهره گیری از شاخص ظرفیت واردات مواد غذایی و شاخص کلی امنیت غذایی خانوار در دورهٔ زمانی۱۳۸۷-۱۳۶۲ به بررسی اثر ظرفیت واردات مواد غذایی بر امنیت غذایی خانوارهای روستایی با استفاده از روش تصحیح خطای برداری پرداختند. نتایج آنها نشان می‌دهد که شاخص امنیت غذایی از ۴۵/۷۷ درصد درسال ۱۳۶۲ به ۵۶/۹۱ درصد در سال ۱۳۸۷ افزایش یافته است. همچنین در این پژوهش تأثیر شاخص ظرفیت واردات مواد غذایی بر امنیت غذایی در سطح ملی مثبت بوده و برآورد الگو حاکی از اثر منفی شاخص ظرفیت واردات مواد غذایی بر امنیت غذایی خانوارهای روستایی در کوتاه مدت و نشان دهندهٔ اثر مثبت آن در بلندمدت است.

کرباسی و همکاران (۱۴۰۱) نقش جنگ بر امنیت غذایی در کشورهای منتخب جهان را با استفاده از روش هم انباشتگی پدرونی بررسی کردند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که تولید ناخالص داخلی سرانه و سهم جمعیت روستایی تأثیر مثبت و معنی داری بر امنیت غذایی دارد. همچنین رشد جمعیت و درگیریهای داخلی تأثیر منفی و معناداری بر امنیت غذایی دارد. بنابراین هرگونه تلاش برای کاهش جنگ، کنترل رشد جمعیت و بهبود متغیرهای فوق به معنای ارتقای امنیت غذایی، رشد و توسعه خواهد بود.

کاویانی و همکاران (۱۴۰۱) به تبین نسبت امنیت غذایی و امنیت زیست محیطی با تغییر اقلیم پرداختند. در این پژوهش بیان می‌شود که تغییر اقلیم در آن دست از مناطقی که در نواحی بیابانی و نیمه بیابانی کره زمین قرار گرفته اند، بیشترین پیامد را بر امنیت غذایی و امنیت زیست محیطی داشته است. روش به کار گرفته شده در این تحقیق توصیفی- تحلیلی است که شهرستان جیرفت کانون این پژوهش است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد تغییر اقلیم بر امنیت غذایی و امنیت زیست محیطی این شهرستان تأثیر مثبت و معناداری دارد.

با جمع بندی مطالعات فوق می‌توان دریافت که معیارهای بکار رفته در این مطالعات برای تحلیل و بررسی وضعیت پایداری امنیت غذایی، "تغییرات اقلیمی"، "بی ثباتی سیاسی و جنگ" و "بالا بودن نسبت واردات به صادرات" می‌باشد که تماما" سبب ایجاد ناپایداری در حوزه امنیت غذایی می‌شوند.

روش پژوهش

چهار رکن مهم امنیت غذایی شامل فراهم بودن، در دسترس بودن، بهره مندی و پایداری غذاست و برای تحقق امنیت غذایی، هر چهار اصل باید به طور همزمان برآورده شوند. در این پژوهش تأکید بر رکن چهارم امنیت غذایی یعنی رکن پایداری است. جدول (۱) به معرفی شاخص‌های امنیت غذایی در رکن پایداری پرداخته است.

جدول۱- شاخص‌های امنیت غذایی در رکن پایداری غذا

	بعد	شاخص های امنیت غذایی
عوامل تعیین¬کنندهٔ ایستا و پویا	آسیب پذیري	نسبت وابستگی به واردات غلات درصد زمین‌های قابل کشت تجهیزشده برای آبیاری ارزش واردات مواد غذایی نسبت به کل صادرات کالا
	تکانه ها	ثبات سیاسی و فقدان خشونت/تروریسم تغییرات سرانهٔ عرضهٔ غذا

منبع: (FAO,2023)

در ادامه به توضیح بیشتر هر یک از شاخص ها پرداخته شد.

۱-شاخص نسبت وابستگی به واردات غلات نشان می‌دهد که چه مقدار از موجودی داخلی غلات از طریق واردات و چه مقدار از تولیدات خود کشور تأمین می‌شود.

$$\text{نسبت وابستگی به واردات غلات} = \frac{(\text{صادرات غلات} - \text{واردات غلات})}{(\text{صادرات غلات} - \text{واردات غلات} + \text{تولید غلات})} * 100$$

با توجه به این فرمول، این شاخص فقط مقادیر کوچکتر مساوی (۱۰۰ ≤) را در نظر می‌گیرد. هر چه این شاخص بیشتر باشد، وابستگی بیشتر است. مقادیر منفی نشان می‌دهد که کشور صادرکننده خالص غلات است. غلات که هم نقش کمی و مهمی در سبد غذایی انسان دارند و هم از نظر کیفی نقش کلیدی در سلامت عمومی جامعه دارند، باید دسترسی مردم را در همه زمان‌ها و مکان‌ها تضمین کرد. با این تفاسیر، عدم نیاز به واردات غلات از خارج، نقش مثبتی در حفظ ثبات امنیت غذایی کشورها دارد و در مقابل، وابستگی به واردات غلات از خارج، ثبات امنیت غذایی کشورها را به چالش می‌کشد.

۲-معیار بعدی درصد زمین‌های قابل کشت تجهیزشده برای آبیاری است. این شاخص مجموع زمین های زراعی را نشان می‌دهد که برای تأمین آب محصولات زراعی، به سیستم آبیاری مجهز شده اند. زمین های زراعی در نظرگرفته شده شامل مناطق مجهز برای آبیاری کنترل کامل و جزئی، مناطق دشت مجهز، مراتع و مناطق مجهز به آبیاری سیلابی است. این شاخص معیاری از وابستگی کشاورزی یک کشور یا منطقه به آبیاری را نشان می‌دهد. در واقع این شاخص نشان دهنده آسیب پذیری بخش کشاورزی در برابر تنش آبی و شوک‌های اقلیمی (مانند خشکسالی) است که بسته به الگوهای تولید و تجارت پیامدهایی برای امنیت غذایی ملی دارد.

۳- شاخص ارزش واردات مواد غذایی نسبت به کل صادرات کالا معیاری از آسیب پذیری را ارائه می‌دهد که بسته به الگوهای تولید و تجارت پیامدهایی برای امنیت غذایی ملی دارد.

۴-شاخص ثبات سیاسی و فقدان خشونت نیز به عنوان یکی از معیارهای رکن ناپایداری است. در واقع بی‌ثباتی سیاسی بر مبنای آشوب شامل اعتراضات گسترده، اعتصابات عمومی، تظاهرات‌ها، شورش‌ها، تروریسم، جنگ چریکی، جنگ داخلی و جنگ مرزی است. همچنین شامل اشفتگی به دلیل واکنش دولت نسبت به نا آرامی‌ها نیز می‌شود. در مجموع این شاخص معیاری از شوک های سیاسی را ارائه می‌دهد که ممکن است پیامدهایی برای امنیت غذایی ملی داشته باشد.

۵-آخرین شاخص پایداری، شاخص تغییرات سرانه عرضه غذا است که مطابق با تغییر"عرضه غذا بر حسب کیلوکالری/ ظرفیت/روز" است.

یافته‌های پژوهش

در این بخش از پژوهش حاضر به بررسی شاخص‌های پایداری غذا بر اساس آمار منتشر شده فائو برای ایران پرداخته شد. در نمودار (۱) نسبت وابستگی به واردات غلات (بر حسب درصد) ارائه شده است. این نمودار گویای آن است که در دوره ی (۲۰۰۲-۲۰۰۰) تا (۲۰۰۷-۲۰۰۵) وابستگی به واردات غلات روند کاهشی داشته است ولی از دوره ی (۲۰۰۸-۲۰۰۶) تا (۲۰۲۲-۲۰۲۰) روند افزایشی را طی نموده است. درصد وابستگی به غلات از بازه زمانی ۲۰۰۵ تا ۲۰۲۰ میلادی از ۱۸/۱ درصد به ۴۳/۱ درصد[۵۴] رسیده است و

[۵۴] آمارنامه مرکز آمار ایران

به بیانی دیگر ۲/۴ برابر شده است. از جمله دلایل این وابستگی پایین بودن سطح تولید و بهروری، خشکسالی وکمبود منابع آبی، ناهماهنگی های فرابخشی و سیاست های اقتصادی و ضعف فناوری های بخش کشاورزی است.

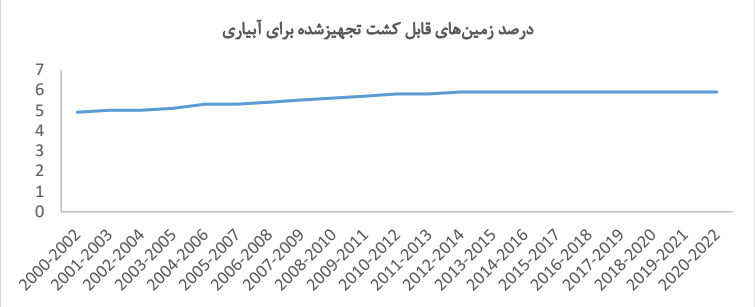
پیش بینی می‌شود با توجه به تأثیر تغییرات آب و هوایی مانند کاهش بارندگی و افزایش دما بر تولید غلات، افزایش جمعیت و رشد مصرف غلات و افزایش ضایعات غلات، روند واردات غلات در ایران در سال‌های آینده ادامه خواهد داشت. همچنین کاهش بارندگی به دلیل خشکسالی‌های اخیر و کاهش راندمان مصرف آب در غلات، نیاز به واردات غلات در ایران را تشدید می‌کند و این امر با اهداف برنامه های توسعه که تاکید ویژه ای بر خودکفایی دارند سازگاری ندارد.



نمودار ۱- نسبت وابستگی به واردات غلات-درصد- منبع:(FAO,2023)

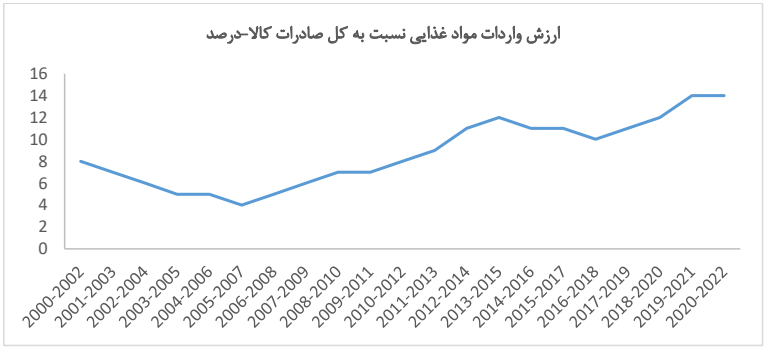
نمودار (۲) درصد زمین‌های قابل کشت تجهیزشده برای آبیاری را نشان می‌دهد. طبق این نمودار درصد زمین های مجهز به آبیاری طی دوره ی (۲۰۰۲-۲۰۰۰) تا (۲۰۱۱-۲۰۱۳) روند افزایشی داشته است و سپس در دوره ی (۲۰۱۴-۲۰۱۲) و (۲۰۲۲-۲۰۲۰) روند ثابتی را طی نموده است هر چند که همچنان در سطح بالایی قرار دارد . این رقم بالا نشان دهنده آسیب پذیری بخش کشاورزی در برابر تنش آبی و شوک های اقلیمی (مانند خشکسالی) است که این موضوع بسته به الگوهای تولید و تجارت پیامدهایی برای امنیت غذایی ملی دارد. بر اساس گزارش فائو، نسبت اراضی آبی ایران نسبت به کل اراضی قابل کشت کشور بر اساس آخرین آمار موجود (۲۰۱۷–۲۰۱۵) ۵۰/۱ درصد بوده است. در سال ۱۳۵۹ مساحت کل اراضی مجهز به سیستم های آبیاری در ایران ۵۲۰۰ هزار هکتار بود که با رشد سالانه ۱/۳۲ درصد در سال ۱۳۹۸ به ۹۶۰۰ هزار هکتار[۵۵] رسید. از سوی دیگر، به دلیل کیفیت پایین و ناپایدار نزدیک به ۵۰ درصد از اراضی کشاورزی ایران، توسعه اراضی کشاورزی از منظر کمی با چالش جدی مواجه است که نقش اساسی در بی ثباتی امنیت غذایی ایران دارد .

[۵۵] آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی



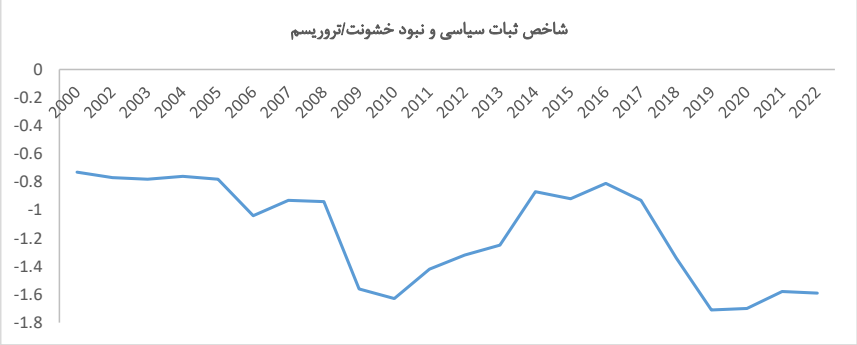
نمودار۲- درصد زمین‌های قابل کشت تجهیزشده برای آبیاری- منبع:(FAO,2023)

نمودار (۳) درصد ارزش واردات مواد غذایی نسبت به کل صادرات کالا را نشان می‌دهد. طی دوره (۲۰۰۲-۲۰۰۰) تا (۲۰۰۷-۲۰۰۵) نسبت ارزش واردات به صادرات روند کاهشی داشته است که رویکرد مثبت در تراز تجاری را نشان می‌دهد. همچنین از دوره (۲۰۰۸-۲۰۰۶) تا (۲۰۱۵-۲۰۱۳) روند افزایشی داشته است که ناشی از دو عامل می باشد: طی دوره (۲۰۰۸-۲۰۰۶) تا (۲۰۱۱-۲۰۰۹) بالا بودن حجم وزنی واردات نسبت به صادرات سبب افزایش ارزش دلاری واردات گردید و طی دوره (۲۰۱۳-۲۰۱۱) تا دوره (۲۰۱۵-۲۰۱۳) تحریم های بین المللی و متعاقبا" جهش ارزی سبب شد تقاضا برای کالای تولید داخل کاهش یابد و هزینه وارد کردن کالای خارجی به کشور بیشتر شود، این اتفاقات منجر شد تا قیمت کالاهای وارداتی بسیار بیشتر از کالاهای صادراتی رشد کنند که در نهایت افزایش ارزش دلاری واردات نسبت به صادرات را موجب شد. در دوره (۲۰۱۸-۲۰۱۶) روند کاهشی را شاهد بودیم(اتاق بازرگانی صنایع، معادن و کشاورزی تهران،۱۴۰۱). دلیل این امر ورود به توافقنامه برجام می باشد که باعث کاهش تورم (ارزش دلاری) واردات و صادرت شد. از دوره (۲۰۲۰-۲۰۱۸) تا (۲۰۲۲-۲۰۲۰) روند افزایشی ارزش واردات نسبت به صادرات را تجربه کردیم که دلیل آن خروج از برجام و در پی آن افزایش نرخ ارز می باشد.



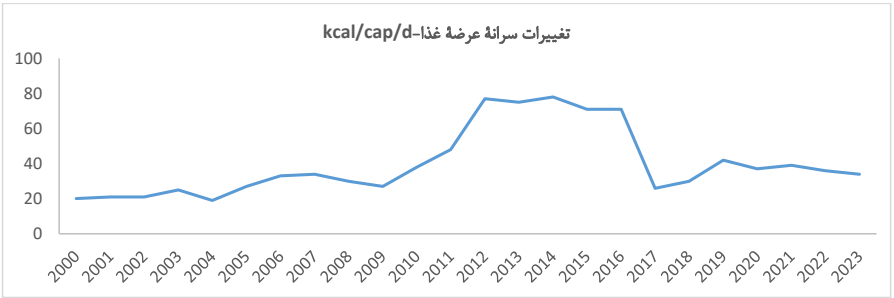
نمودار (۳) ارزش واردات مواد غذایی نسبت به کل صادرات کالا- منبع:(FAO,2023)

در نمودار (۴) شاخص ثبات سیاسی و نبود خشونت/تروریسم ارائه شده است. طبق این نمودار در تمامی دوره ها اعداد شاخص منفی بوده است. طبق این نمودار سالهای ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ و سال‌های ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۰ به عنوان بحرانی ترین سال‌ها دیده می‌شود. از طرفی سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۶ ثبات سیاسی بهتری نسبت به سایر سال‌ها داشته‌اند. همچنین سال ۲۰۱۰ و ۲۰۱۹ به ترتیب با میزان (۱/۶۳-) و (۱/۷۱-) نقاط حداقل را به خود اختصاص می‌دهندکه به دلیل نافرمانی های اجتماعی می باشد. نبود ثبات سیاسی ناشی از عواملی مثل جنگ و درگیری های داخلی و خارجی اثر منفی بر امنیت غذایی دارد (Leal et al, 2023; کرباسی و همکاران، ۱۴۰۱; زارعشاهی،۱۳۷۹).



نمودار۴- شاخص ثبات سیاسی و نبود خشونت/تروریسم- منبع:(FAO,2023)

نمودار (۵) تغییرات سرانهٔ عرضهٔ غذا به ازای هر کیلو کالری در روز را نشان می دهد. طبق این نمودار روند تغییرات این شاخص برای ایران روندی نوسانی و سینوسی بوده است که نشانه خوبی برای ثبات امنیت غذایی در ایران نیست. تغییرات سرانه عرضه غذا در حداقل سطح در سال ۲۰۰۴ (۱۹ کیلو کالری در روز) بود و حداکثر سطح در سال ۲۰۱۴ (۷۸ کیلوکالری در روز) می‌باشد. تغییر عرضه مواد غذایی ناشی از ترکیبی از بی‌ثباتی و واکنش‌ها در تولید، تجارت، مصرف و ذخیره‌سازی، تغییرات در سیاست‌های دولت مانند محدودیت‌های تجاری، مالیات‌ها و یارانه‌ها است (Lele et al, 2016).



نمودار ۵- تغییرات سرانه عرضه غذا - منبع:(FAO,2023)

نتیجه گیری و پیشنهادات

در این پژوهش به بررسی رکن پایداری در امنیت غذایی پرداخته شد. ابتدا مطالعه ای در خصوص شاخص های امنیت غذایی در رکن مذکور که توسط سازمان خوار و بار کشاورزی ارائه شده است، صورت گرفت و سپس به تجزیه و تحلیل وضعیت پایداری در امنیت غذایی کشور ایران با استفاده از شاخص هایی نظیر" نسبت وابستگی به واردات غلات"، "درصد زمین‌های قابل کشت تجهیزشده برای آبیاری"، "درصد ارزش واردات مواد غذایی نسبت به کل صادرات کالا"، "شاخص ثبات سیاسی و نبود خشونت/تروریسم" و" تغییرات سرانهٔ عرضهٔ غذا" پرداخته شد. نتایج نشان داد که نسبت وابستگی به واردات غلات و ارزش واردات به صادرات میزان بالایی را به خود اختصاص داده اند که این امر سبب کاهش ضریب خودکفایی می گردد. از طرفی درصد زمین‌های قابل کشت تجهیزشده برای آبیاری به نسبت بالا بوده که این به منزله ی آسیب پذیری بخش کشاورزی در برابر تنش آبی و شوک های اقلیمی مانند خشکسالی است. همچنین با نگاهی به روند شاخص ثبات سیاسی می توان دریافت که در بیشتر سالها بی ثباتی سیاسی به وضوح قابل مشاهده است که این عامل بر وضعیت پایداری امنیت غذایی تاثیر منفی می گذارد. روند تغییرات سرانه عرضه غذا نیز به شکل نوسانی می‌باشد. در ادامه برای ارزیابی کامل و دقیقتر وضعیت پایداری در امنیت غذایی کشور پیشنهاداتی ارائه شد:

همانگونه که ذکر شد یکی از شاخص های ارئه شده توسط سازمان خوارو بارکشاورزی در رکن پایداری، نسبت وابستگی به واردات غلات می‌باشد، از آنجاییکه در کشور ایران علاوه بر محصول گندم سایر کالاهای اساسی نظیر روغن، دانه‌های روغنی و نهاده‌های خوراک دام و طیور نظیر بویژه ذرت (عمده ترین محصول وارداتی) نیز میزان واردات بالایی دارد، بهتر است برای سنجش میزان پایداری در امنیت غذایی علاوه بر شاخص واردات گندم، واردات سایر محصولات اساسی که سهم بالایی از واردات کل را به خود اختصاص می‌دهند را نیز به عنوان معیار پایداری در نظر بگیریم. به بیانی دیگر پیشنهاد می شود برای بررسی دقیق تر امنیت غذایی، شاخص‌ها را متناسب و سازگار با شرایط اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور انتخاب کنیم و فقط به شاخص های FAO، اکتفا نکنیم. همچنین توصیه می‌شود شاخص‌هایی نظیر "تغییر کاربری اراضی"، "میزان احداث چاه های غیرمجاز"، "درصد فرسایش خاک"، "درصد خاک های دارای کمتر از یک درصد ماده آلی"، "راندمان و بهره وری آب"، "نسبت حجمی آفت کش های پرخطر مصرف شده به کل آفت کش ها" و "استحصال آب از منابع نامتعارف" نیز به عنوان دیگر شاخص های سنجش پایداری در نظر گرفته شوند. دیگر پیشنهادات این پژوهش شامل حکمرانی کارآمد در حوزه آب، مدیریت جامع حوضه های آبخیز، تعادل بخشی به سفره های آب زیرزمینی و منابع آب سطحی، ساماندهی چاه های غیر مجاز، توسعه عملیات آبخیزداری و آبخوان داری می‌باشد. در حوزه خاک نیز حکمرانی مناسب و مدیریت جامع خاک به منظور ارتقاء ماده آلی و بهبود حاصلخیزی خاک و کاهش فرسایش خاک رویکرد موثری است. همچنین حفظ توان اکولوژیک و جلوگیری از تغییر کاربری زمین های کشاورزی، جنگل‌ها، مراتع و جلوگیری از گسترش پدیده بیابان زایی نیز باید در دستور کار قرار گیرد.

منابع

اتاق بازرگاتی صنایع، معادن و کشاورزی تهران، آمار واردات و صادرات.۱۴۰۱.

آمارنامه مرکز آمار ایران

باغستانی، ع.ا. بررسی وضعیت دسترسی اقتصادی به غذا طی سالهای ۱۴۰۰-۱۳۹۹. (۱۴۰۲). اولین همایش ملی امنیت غذایی، ایمنی غذایی و سلامت.

زارعشاهی، ع. بی ثباتی سیاسی و امنیت اقتصادی؛ و تاثیر آن بر عوامل تولید در ایران. (۱۳۷۹). مطالعات راهبردی، شماره ۷ و ۸.

سالم، چ.، مجاوریان، م. (۱۳۹۲). بررسی اثر ظرفیت واردات مواد غذایی بر امنیت غذایی خانوارهای روستایی در ایران . تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، شماره ۳ . ص (۳۷۹-۳۸۸)

سازمان مدیریت منابع آب.

سازمان هواشناسی کشور.

شورای عالی انقلاب فرهنگی. (۱۴۰۲). سند ملی دانش بنیان امنیت غذایی. تهران. ایران.

کرباسی، ع.، زندی دره غریبی، ب.، و هندی زاده، ه. تحلیل نقش جنگ بر امنیت غذایی در کشورهای منتخب جهان. (۱۴۰۱). فصلنامه اقتصاد دفاع و توسعه پایدار، شماره بیست و ششم، ص (۲۷-۹)

کاویانی، م.، آفتابی، ز.، ولی زاده، ح. تبیین نسبت امنیت غذایی و امنیت زیست محیطی با تغییر اقلیم نمونه پژوهشی: شهرستان جیرفت. (۱۴۰۱). مجله دگرگونی ها و مخاطرات آب و هوایی دانشگاه زنجان. شماره ۲. ص (۴۶-۲۴)

وزارت جهاد کشاورزی، (۱۳۸۸)، بسته پیشنهادی امنیت غذایی.

FAO.(2023). Sustainable Diets and Biodiversity. FAO, Rome. Available at: http://www.fao.org/docrep/016/i3004e/i3004e.pdf.

Lele U, Masters WA, Kinabo J,. Meas-uring food and nutrition security: An Inde-pendent technical assessment and user's guide for existing indicators. (2016). Rome: FSIN, Measuring Food and Nutrition Security Technical Working Group, 1-134.

Luo, P,. and Tanaka, T,. Food Import Dependency and National Food Security: A Price Transmission Analysis for the Wheat Sector. (2021). Journal of Food. 10.

Leal Filho, W,. Fedoruk , M,. Henrique Paulino Pires Eustachio, J,. Barbir, J,. Lisovska, T,. Lingos , A,. Baars, C,. How the War in Ukraine Affects Food Security. (2023). Journal of Food. 12. pp 1-21

Subramaniam, Y,. Ariffin Masron, T,. Loganathan, N,. Imports and Food Security. (2023). Jornal indexing and metrics. 16.



The Study of Food Security Status with Emphasis on Stability in Iran

Zari Sarabi*[1], Mostafa Mardani najafabadi [2]

PhD candidate in Agricultural Economics, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, School of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran[1].
Associate Professor, Department of Agricultural Economics, Khuzestan Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources[2].
Corresponding Author: Sarabi.zari@yahoo.com

Abstract



Food and having food security is one of the basic human needs and a necessity for survival. However, an increasing number of people in the world live in a state of food insecurity. Therefore, this article, by studying and applying food security indicators in the sustainability pillar provided by international organizations, analyzes the sustainability situation in Iran from the perspective of these indicators. Moreover, we determine whether these indicators reflect the stability situation of food security in Iran? Or are these indicated an accurate and complete assessment to investigate the sustainability of food security in Iran? Thus, by answering these questions, we can help solve the challenges, which shows the necessity and importance of this research. The selected key indicators are:“the cereal imports dependency ratio”, “the percent of arable land equipped for irrigation”, “the value of food imports over total merchandise exports” and “per capita food supply variability”. The results indicate that Iran is vulnerable to "the cereal imports dependency ratio", "the arable land equipped for irrigation" and "food imports over total merchandise exports", while being resilient per capita food supply variability.

Keywords: stability, food security, sustainability indicators, Iran

بررسی وضعیت امنیت غذایی با تأکید بر رکن سلامت و مصرف غذا در ایران

سارا علی رحیمی[۱]، مصطفی مردانی نجف آبادی[۲]، فاطمه سخی*[۳]، زری سرابی[۴]

[۱] دانش‌آموخته دکتری اقتصاد کشاورزی، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

[۲] دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

[۳] دانش‌آموخته دکتری اقتصاد کشاورزی، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

[۴] دانش‌آموخته دکتری اقتصاد کشاورزی، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

* نویسنده مسئول: Email: fatemesakhi@yahoo.com

چکیده

امنیت غذایی یکی از وجوه مهم امنیت ملی بوده و توجه به برآورده شدن تمام ارکان آن شامل فراهم بودن، دسترسی فیزیکی، اقتصادی و مصرف و سلامت غذا حائز اهمیت می‌باشد. هدف پژوهش حاضر، بررسی شاخص‌های مصرف و سلامت غذا از دیدگاه فائو با نگاه آینده پژوهانه به علائم هشداردهنده در امنیت غذایی ایران می‌باشد. نتایج پژوهش در دو دهه اخیر نشان داد کوتاه‌قدی ناشی از تغذیه ناکافی و شاخص اضافه وزن در کودکان زیر پنج سال در ایران روند کاهشی و شاخص‌های آب آشامیدنی سالم، خدمات اولیه آب آشامیدنی و همچنین خدمات اولیه بهداشتی روند افزایشی داشته است. با توجه به اینکه شاخص‌های فائو، به علت مشکل در دسترسی مربوط به سلامت و مغذی بودن غذا، الگوهای تغذیه‌ای و سواد تغذیه‌ای به خوبی قادر به پوشش دادن معیارهای این رکن از امنیت غذایی نمی‌باشند، تعریف شاخص‌های ملی و تلاش جهت انجام اقدامات لازم مانند پایش مستمر وضعیت غذا و تغذیه در جامعه و تعیین سالانه خط فقر غذایی در ایران اهمیت بیشتری خواهد داشت.

واژگان کلیدی: امنیت غذایی، مصرف و سلامت غذا، ایران

مقدمه

امنیت غذایی یکی از وجوه مهم امنیت ملی است و تأمین امنیت ملی یکی از اصلی‌ترین اهداف و تکالیف حاکمیت‌های سیاسی محسوب می‌شود. بنا به تعریف سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO)، امنیت غذایی به معنی اطمینان از دسترسی فیزیکی و اقتصادی همه مردم به غذای کافی، مغذی و سالم در تمام اوقات برای داشتن فعالیت و زندگی سالم است. طبق این تعریف در امنیت غذایی علاوه بر دسترسی فیزیکی و اقتصادی به غذا، سالم و مغذی بودن غذا نیز اهمیت ویژه ای دارد. در قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران در اصل سوم (بندهای ۱۲ و ۱۳) و در اصل چهل وسوم (بندهای ۱ و ۹) بر ضرورت ایجاد رفاه و رفع فقر و برطرف ساختن هر نوع محرومیت در زمینه تغذیه و تأمین نیازهای اساسی انسان از جمله خوراک و افزایش محصولات کشاورزی و دامی تا مرحله خودکفایی تأکید شده است و به تبع آن در سیاست‌های کلی نظام[۵۶] (بند ۲ بخش کشاورزی) و چشم‌انداز جمهوری

[56] سیاست‌های کلی نظام-چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴.

اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ و سیاست‌ها و قوانین برنامه‌های پنج‌ساله توسعه بر تامین امنیت غذایی و نیل به خودکفائی در محصولات کشاورزی تاکید گردیده و برای مثال؛ در برنامه ششم توسعه برای محصولات اساسی زراعی، دامی و آبزی خودکفائی به میزان ۹۵ درصد هدف‌گذاری شده است.

رکن مصرف و سلامت غذا در امنیت غذایی دربرگیرنده الگوی مصرف و سلامت غذا می‌باشد. الگوی مصرف شامل فرآیند بررسی، خرید و مصرف مواد غذایی برای رفع نیازها یا برآوردن خواسته‌های غذایی متناسب با بوم، مزاج و نیازهای انسان می‌باشد. سلامت غذا نیز اصول و اقدامات لازم برای تولید، فرآوری، نگهداری، انبارداری، حمل و نقل، تبادل و مصرف موادغذایی برای حفظ سلامت آنها می‌باشد.

در برنامه چهارم تا هفتم پنجساله توسعه و همچنین در سیاست سلامت نیز، به رکن سالم و مغذی بودن غذا اشاره شده است. به بیانی دقیق‌تر سیاست سلامت تاکید ویژه‌ای بر تأمین امنیت غذایی و بهره‌مندی عادلانه آحاد مردم از سبد غذایی سالم، مطلوب و کافی، آب و هوای پاک، امکانات ورزشی همگانی و فرآورده‌های بهداشتی ایمن همراه با رعایت استانداردهای ملی و معیارهای منطقه‌ای و جهانی دارد. در حالی‌که بهینه نبودن الگوی مصرف، شیوع بالای انواع سوءتغذیه و بیماری‌های غیرواگیر مرتبط با تغذیه، پایین بودن سطح فرهنگ و سواد تغذیه‌ای و کم‌تحرکی از جمله چالش‌های امنیت غذایی در کشور ایران می‌باشد.

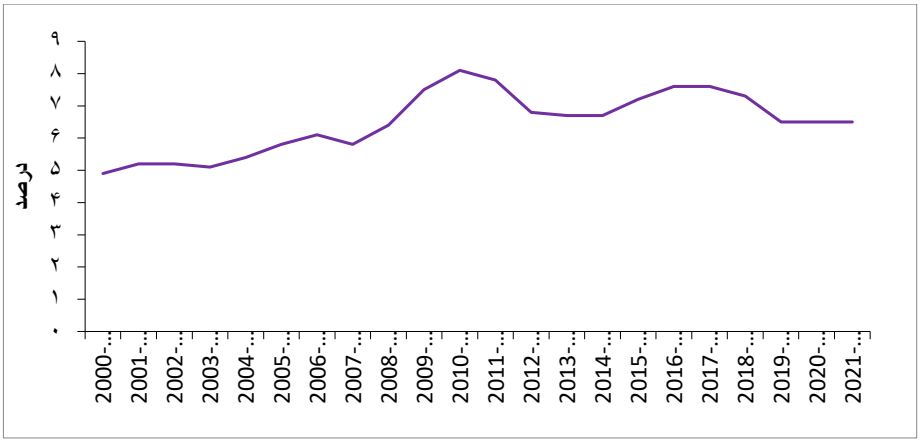
بر اساس سبد غذایی مطلوب وزارت بهداشت در سال ۱۴۰۰، می‌توان بیان نمود در حدود ۳۰ درصد جامعه ایران از لحاظ انرژی دچار سوءتغذیه، ۲۰ درصد در حد متعادل، ۵۰ درصد دچار مصرف زیاد انرژی هستند، که مصرف ۳۰ درصد آنان بسیار ناهنجار و غیرمتعادل بوده است. میزان توصیه بهداشتی۲۵۷۳ کیلوکالری برای هر نفر در روز است.

نظام عرضه غذا و تحقق امنیت غذایی یک مقوله فرابخشی بوده و در حیطه مسئولیت سازمان‌ها و بخش های مختلف کشور به طور هماهنگ و مرتبط با هم قرار دارد؛ در واقع امنیت غذایی مصداق عینی موضوع راهبردی است که تحت تأثیر عوامل اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، سیاسی، فناوری و بین‌المللی قرار دارد.

از تعهد کشورهای دنیا برای پایان دادن به گرسنگی تا سال ۲۰۳۰ در قالب مجموعه اهداف توسعه پایدار هشت سال می‌گذرد، اما هنوز گام مهمی برای تحقق آن برداشته نشده است. روند رو به رشد تعداد گرسنگان که از سال ۲۰۱۷ آغاز شده، همچنان ادامه دارد. طبق گزارش سال ۲۰۲۳ «وضعیت امنیت غذا و تغذیه در جهان» که فائو منتشر کرده است[57]، ۷۳۵ میلیون نفر در جهان در سال ۲۰۲۲ با گرسنگی مواجه بوده‌اند – تقریبا یک نفر از هر ۱۰ نفر – که افزایش ۱۲۲ میلیون نفری را نسبت به سال ۲۰۱۹ (قبل از همه‌گیری کرونا) نشان می‌دهد. از سال ۲۰۱۷ شیوع گرسنگی در جهان افزایش یافته و این روند از سال ۲۰۱۹ و با آغاز پاندمی کووید-۱۹ تشدید شده است. برآوردها حاکی از آن است که اگر این روند همچنان ادامه یابد، تعداد گرسنگان در سال ۲۰۳۰ به بیش از ۸۴۰ میلیون نفر خواهد رسید. در چنین شرایطی سازوکار پاسخ به بحران های غذایی باید بهتر درک شوند. این امر نیز با شناخت آسیب‌پذیری‌ها و تهدیدات پیش روی امنیت غذایی در گام اول و آینده‌پژوهی و مطالعه آینده این حوزه در گام دوم میسر خواهد شد.

درصد شیوع سوء تغذیه در ایران در نمودار (۱) آمده است. بر اساس گزارش سازمان خوارو و بار کشاورزی و ملل متحد (FAO)، روند سوء تغذیه در ایران که به صورت میانگین سه سال متوالی محاسبه شده است، از دوره ۲۰۰۲-۲۰۰۰ الی ۲۰۱۲-۲۰۱۰، صعودی بوده است و پس از آن با نوسان‌هایی همراه بوده تا اینکه از دوره‌های ۲۰۲۱-۲۰۱۹،۲۰۲۲-۲۰۲۰، و ۲۰۲۳-۲۰۲۱ درصد سوء تغذیه در ایران بدون تغییر مانده است.

[57])، صندوق کودکان سازمان IFAD)، صندوق بین‌المللی توسعه کشاورزی (FAO این گزارش به طور مشترک توسط سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (
) منتشر شد.WHO) و سازمان بهداشت جهانی (WFPملل متحد (یونیسف)، برنامه جهانی غذای سازمان ملل (

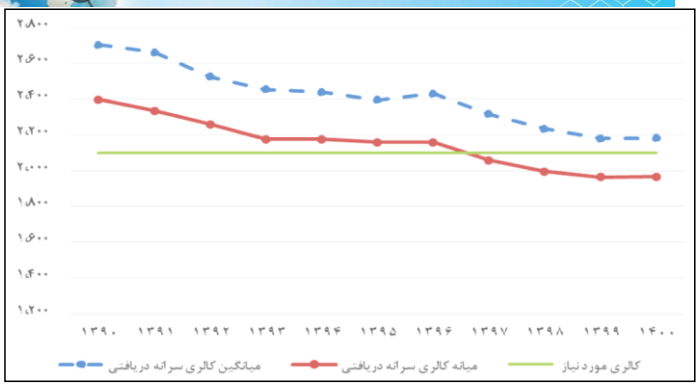


نمودار (۱) درصد افراد دچار سوءتغذیه در ایران منبع: (FAO,2023)

رؤسای پنج آژانس سازمان ملل متحد در پیشگفتار گزارش فائو (۲۰۲۳) نوشتند: «این گزارش مکرراً تشدید این محرک‌های اصلی ناامنی غذایی و سوءتغذیه را نشان می‌دهد: درگیری‌ها، تغییرات آب و هوایی و شوک‌های اقتصادی، همراه با نابرابری‌های فزاینده». موضوع مورد بحث این نیست که آیا مصیبت ها ادامه خواهند داشت یا خیر، بلکه این است که چگونه باید اقدامات جسورانه تری برای ایجاد انعطاف پذیری در برابر شوک های آینده انجام داد.

تاکنون تلاش زیادی برای اصلاح سبک زندگی در عرصه تغذیه صورت گرفته است. این مسئله همواره از توصیه‌های رهبرمعظم انقلاب بوده و ایشان هنگام ابلاغ سیاست‌های کلی سلامت در بخش مربوط به «بازشناسی، تبیین، ترویج، توسعه و نهادینه نمودن طب سنتی ایران» موضوع توجه به تغذیه در عرصه اصلاح سبک زندگی را مورد تاکید قرار دادند. مقام معظم رهبری، سبک زندگی سالم را بخش حقیقی و اصلی تمدن اسلامی دانسته و نوع خوراک مصرفی را در کنار موضوعاتی مثل کسب و کار، خط و زبان، مسکن و تفریحات از جمله بخش‌های اصلی این تمدن می‌دانند که در متن زندگی انسان ساری و جاری است.

یکی از معیارهای سنجش میزان خوراک هر فرد، کالری دریافتی سرانه است. در نمودار (۲) میانه و میانگین کالری دریافتی خانوار طی دهه۹۰ به همراه مقدار کالری مورد نیاز، نشان داده شده است. نگاهی به مصارف خوراکی خانوار نشان می‌دهد که خانوارهای ایرانی طی دهه ۱۳۹۰ به جز اندکی افزایش در سال ۱۳۹۶، به طور پیوسته با کاهش کالری دریافتی مواجه بوده‌اند. و مهمتر آنکه از سال ۱۳۹۷ به بعد میانه جمعیت نیز کمتر از حداقل کالری مورد نیاز روزانه مصرف می‌کند. روند نزولی کالری دریافتی از سال ۱۳۹۷ به بعد در سال ۱۴۰۰ متوقف شده و کالری دریافتی در دو سال ۱۴۰۰ و ۱۳۹۹ تقریباً با یکدیگر برابر هستند. کاهش کالری دریافتی، می‌تواند مشکلات سوءتغذیه به ویژه در قشر آسیب‌پذیر جامعه مانند زنان و کودکان را در پی داشته باشد که می‌تواند پیامدهای جبران‌ناپذیری برای آینده برای نسل حاضر و نسل‌های بعدی نیز در پی داشته باشد.



نمودار (۲) سرانه کالری دریافتی در روز (کیلو کالری)منبع: (محاسبات بر اساس داده‌های هزینه و درآمد خانوار، مرکز آمار ایران)

ارکان امنیت غذایی در سند ملی دانش بنیان امنیت غذایی جمهوری اسلامی ایران، شامل زنجیره به هم پیوسته‌ای از «فراهمی غذا»، «دسترسی به غذا»، «مصرف و سلامت غذا» و«تاب‌آوری (ثبات و پایداری)» است. رکن سوم امنیت غذایی «مصرف و سلامت غذا» به الگوی مصرف و ویژگی‌های این الگو وابسته می‌باشد. علائم هشداری که در این رکن مورد توجه قرار گرفته است عبارتند از: «کمبود کیفیت تغذیه خانوار ایرانی»، «الگوی مصرف نادرست خانوار ایرانی»، «چالش در ایمنی مواد غذایی» و «تهدیدات زیستی و بیولوژیکی دشمن». اهداف سند ملی دانش بنیان امنیت غذایی در رکن «مصرف و سلامت غذا» به شرح جدول (۱) است.

جدول (۱) اهداف رکن «مصرف و سلامت غذا» در سند ملی دانش بنیان امنیت غذایی

شاخص (واحد)	وضعیت موجود (سال ۱۳۹۸)	وضعیت مطلوب (سال ۱۴۱۱)
نسبت افراد جامعه دارای اعتماد به ایمن بودن مواد غذایی	۳۰	۶۰
سهم پروتئین حیوانی و گیاهی از کل پروتئین مصرفی	۳۸ و۶۲	۴۳ و ۵۷
شیوع سوءتغذیه در ایران (درصد)	۴/۷	۲/۵
مصرف سرانه غذایی شکر (گرم در روز)	۶۶ (سال ۹۲)	۴۰
مصرف سرانه غذایی روغن (گرم در روز)	۴۶ (سال ۹۲)	۳۵
نسبت مواد غذایی دارای باقیمانده سموم دفع آفات نباتی، کودهای شیمیایی و فلزات سنگین بالاتر از حد تعیین‌شده در ضوابط فنی- بهداشتی و استانداردهای ملی	به ترتیب ۱۴، ۲۰، ۱۵	صفر
درصد وزنی محصولات خام کشاورزی پرمصرف گواهی‌شده به کل محصولات کشاورزی کشور	صفر	۵۰

شورای عالی انقلاب فرهنگی. (۱۴۰۲). سند ملی دانش بنیان امنیت غذایی. تهران. ایران.

در این پژوهش سعی بر آن است که با بررسی و ارائه شاخص‌های امنیت غذایی در رکن سلامت و مصرف غذا به بررسی جایگاه کشور ایران در امنیت غذایی از منظر رکن مذکور پرداخته شود. یافته‌های این پژوهش می‌تواند پاسخی به چگونگی رکن سلامت و صرف غذا در ایران باشد.

در راستای موضوع مورد بررسی در این پژوهش، مطالعات متعددی انجام شده است. در ادامه به شرح این مطالعات پرداخته می‌شود. قهرمان‌زاده و همکاران (۱۴۰۱) با استفاده از سیستم تقاضای تقریباً ایده آل درجه دو، به برآورد تقاضای موادغذایی خانوار و تعیین ارزش اقتصادی برای شش گروه غذایی تحت سه سناریو ناامنی غذایی بالا، ناامنی غذایی متوسط و امنیت غذایی پرداختند. نتایج نشان داد که مقایسه ارزش اقتصادی گروه‌های موادغذایی مختلف در سناریو ناامنی غذایی متوسط نسبت به ناامنی غذایی بالا حداقل ارزش غذایی ۱/۶ برابر بیشتر از سناریو اول داشته است. همچنین ارزش اقتصادی گروه‌های غذایی منتخب در سناریو وجود امنیت غذایی در مقایسه با ناامنی غذایی بالا، بیانگر آن است که نان و غلات ۳/۱۸، گوشت ۳/۲۹، لبنیات ۳/۲۲، میوه ۳/۱۶ ، روغن و چربی‌ها ۲/۹۴ و سبزی ۳/۱۱ برابر می‌شود. رفعتی و همکاران (۱۴۰۰) در نتایج مطالعه خود در راستای بررسی سطح دریافت مواد مغذی در دهک‌های مختلف درآمدی استان تهران با استفاده از ماتریس عملکرد تغذیه‌ای نشان دادند که وضعیت دریافت کلسیم، آهن و ویتامین C در بین خانوارهای دهک پائین درآمدی بسیار ناگوار می‌باشد. یک فرد بالغ در سه دهک پائین درآمدی روزانه فقط حدود ۱۴، ۴۸۷ و ۷۵ میلی‌گرم از این سه ماده مغذی را دریافت کرده است. در مورد سایر مواد مغذی نیز یک فرد بالغ در سه دهک پائین درآمدی پروتئین و ویتامین A را به ترتیب به اندازه ۷۲ میلی‌گرم و ۵۵۱ میکروگرم دریافت نموده که در سطح حداقل مورد نیاز روزانه می‌باشد. هم‌چنین کربوهیدرات و ویتامین B1 به ترتیب به میزان ۳۳۹ گرم و ۵/۱ میلی‌گرم دریافت شده که بالاتر از حداقل نیاز روزانه می‌باشد. اکبری و همکاران (۱۴۰۰) در مطالعه خود با بررسی مصرف نه گروه موادغذایی با استفاده از الگوی لاجیت ترتیبی تعمیم‌یافته به بررسی سطح امنیت غذایی خانوارهای شهری ایران پرداختند. نتایج مطالعه نشان داد ۷۳ درصد از خانوارهای شهری از امنیت غذایی برخوردار هستند. علاوه بر آن متغیرهای سن و جنسیت، منزل مسکونی شخصی و زیربنای آن، اتومبیل شخصی، درآمد و بعد خانوار اثر معنی‌داری بر ناامنی غذایی دارند. هم‌چنین استان کرمانشاه در وضعیت امنیت غذایی "خوب" و استان‌های کرمان و همدان از لحاظ امنیت غذایی در سطح پایین ارزیابی شدند. شعبان‌زاده خوشرودی و همکاران (۱،۱۴۰۱) با استفاده از ماتریس عملکرد تغذیه‌ای و الگوی لاجیت، به محاسبه شاخص امنیت غذایی دهک‌های مختلف درآمدی و بررسی اثر سطوح درآمدی بر امنیت غذایی خانوارها در استان تهران پرداختند. نتایج حاکی از آن بود که سبد غذایی دهک‌های میانی و بالای درآمدی از ارزش و تنوع بیشتری نسبت به دهک‌های پایین‌تر درآمدی برخوردار بوده و مصرف چربی و غلات در میان آن‌ها کمتر بوده است. همچنین این دهک‌ها، محصولاتی مانند انواع حبوبات، قند، شکر و شیرینی، گوشت، میوه تازه، لبنیات و تخم‌مرغ، شیر، خشکبار و نوشیدنی و غذاهای آماده بیشتری مصرف می‌کنند. محل سکونت، زیربنای منزل، اشتغال و سن سرپرست خانوار، درآمد و تنوع غذایی بر امنیت غذایی خانوارها اثری معنی‌دار و مثبت داشته و متغیرهای عضویت در سه دهک پایین درآمدی، جنسیت و ساعات کار سرپرست خانوار، محل سکونت و بعد خانوار بر امنیت غذایی خانوارها اثر منفی و معنی‌دار داشته‌اند. شعبان‌زاده خوشرودی و همکاران (۱۴۰۱،ب) در مطالعه‌ای دیگر به ارزیابی وضعیت تنوع غذایی خانوارها و عوامل مؤثر بر آن با استفاده از الگوی لاجیت ترتیبی در استان تهران پرداختند. نتایج نشان داد که فقط ۲۳/۲ درصد خانوارهای تهرانی از تنوع غذایی زیاد برخوردار می‌باشند. ضمن آنکه متغیرهای سن و ساعات کار سرپرست خانوار، محل سکونت و سطح درآمد خانوار اثر مثبت و در مقابل متغیرهای سواد و اشتغال سرپرست خانوار و بعد خانوار اثر منفی بر سطح تنوع غذایی خانوارها دارند. پاکروان چروده و همکاران (۱۳۹۹) با بررسی وضعیت امنیت غذایی خانوارهای شهری و روستایی استان خوزستان با رویکرد لاجیت دریافتند که به ترتیب ۶۳ و ۶۸ درصد از خانوارهای مناطق شهری و روستایی این استان دچار ناامنی غذایی هستند. همچنین متغیرهایی مانند اشتغال سرپرست خانوار، درآمد، مالکیت

خودرو شخصی و تعداد اتاق ارتباطی معنادار و مستقیم با بهبود سطح امنیت غذایی دارد. پاکروان چروده و همکاران (۲۰۲۱) در مطالعه دیگری با استفاده از رگرسیون چندگانه عوامل مرتبط با HDDS و HFIAS امنیت غذایی خانوارهای ایرانی در شهر تهران را در دوره قبل و شیوع همه‌گیری کووید۱۹ مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که امنیت غذایی در دوره اولیه همه‌گیری کووید۱۹ بهبود یافته است. همچنین خانوارها مصرف برخی گروه‌های غذایی را در طول همه‌گیری نسبت به دوره پیش از کووید ۱۹ کاهش دادند. عوامل کلیدی اجتماعی اقتصادی مرتبط با ناامنی غذایی در طول همه‌گیری کرونا شامل پس‌انداز شخصی، درآمد خانوار، وضعیت اشتغال سرپرست خانوار و دانش تغذیه‌ای سرپرست خانوار بود. در دوران کووید۱۹، اندازه خانوار، شغل سرپرست خانوار، پس‌انداز شخصی و تعداد پسران خانوار به طور معنی‌داری با تنوع غذایی مرتبط بودند. احمدی دهرشید و همکاران (۲۰۲۱) با هدف ارزیابی وضعیت امنیت غذایی در مناطق روستایی ایران به این نتایج رسیدند که ۸۰ درصد از روستاییان با ناامنی غذایی مواجه بودند (۲۵ درصد در وضعیت ناامنی غذایی کم، ۴۲ درصد در وضعیت ناامنی غذایی متوسط و ۱۳ درصد در وضعیت ناامنی غذایی شدید). ارزیابی عوامل مؤثر بر ناامنی غذایی نشان داد که عوامل اقتصادی (با وزن استاندارد ۰/۵۶۶)، پایداری (با وزن استاندارد ۰/۵۵۹)، و دسترسی (با وزن استاندارد ۰/۵۵۸) مهم‌ترین مؤلفه‌های تأثیرگذار بر ناامنی غذایی بودند. علاوه بر این رشد مهاجرت از مناطق روستایی به شهری، فشار بر منابع آب و خاک و وقوع مخاطرات زیست‌محیطی از مهم‌ترین پیامدهای ناامنی غذایی محسوب می‌شوند. همچنین، به دلیل استفاده بیش از حد از آب‌های زیرزمینی برای کشت خربزه و هندوانه که الگوی غالب کشت در این منطقه است، سطح آب زیرزمینی در برخی از روستاهای دورتر از شهر به شدت کاهش یافته که می‌تواند در آینده نزدیک زنگ خطری برای تشدید ناامنی غذایی باشد. ساداتی و همکاران (۲۰۲۱) هدف مطالعه خود را بر مبنای یک شرکت زنجیره تولید کشاورزی در استان خراسان رضوی جهت بررسی چالش‌هایی از لحاظ امنیت غذایی قرار دادند. نتایج نشان داد که پاسخ‌دهندگان بر این باور بودند که شرکت آنها نقش مهمی ایفا کرده و جایگاه معتبری در امنیت غذایی ایران دارد. با این حال برخی از چالش‌های اصلی شرکت عواملی مانند سیستم نظارتی، خطرات ایمنی مواد غذایی و ناپایداری بازار می‌باشد.

در مطالعات پیش‌گفته به طور موردی به ارکان امنیت غذایی به ویژه رکن سلامت و غذا پرداخته نشده است و بیشتر بر عوامل اثرگذار بر امنیت غذایی تمرکز داشته‌اند. از همین‌رو پژوهش حاضر با نگاهی آینده پژوهانه به علائم هشداردهنده در امنیت غذایی جمهوری اسلامی ایران پرداخته است.

روش پژوهش

چهار رکن مهم امنیت غذایی شامل فراهم بودن، در دسترس بودن، استفاده، و پایداری غذاست و برای تحقق امنیت غذایی، هر چهار اصل باید به طور همزمان برآورده شوند. در این پژوهش تأکید بر رکن سوم امنیت غذایی است. این رکن در شاخص‌های پیشنهادی امنیت غذایی در سازمان خوارو بار کشاورزی و ملل متحد (FAO) به صورت بهره‌مندی[58] از غذا گزارش می‌شود.

شاخص های سنجش رکن مصرف و سلامت غذا از امنیت غذایی عبارتند از:

- درصد کودکان دچار توقف رشد: این شاخص که توسط سازمان بهداشت جهانی یونیسف و بانک جهانی به طور مشترک ارزیابی می شود میزان توقف رشد را در کودکان برحسب درصد ارائه می دهد. بر اساس اطلاعات سازمان بهداشت جهانی و یونیسف از منظر این شاخص ایران در رتبه ۶ منطقه قرار دارد؛
- درصد کودکان دچار اضافه وزن: این شاخص که توسط سازمان بهداشت جهانی یونیسف و بانک جهانی به طور مشترک ارزیابی می شود، میزان اضافه وزن را در کودکان برحسب درصد ارائه می دهد. بر اساس اطلاعات سازمان بهداشت جهانی

[58] Utilization

و یونیسف ۹.۴ درصد از کودکان زیر پنج سال ایران دچار اضافه وزن هستند و ایران در رتبه ۹ منطقه قرار دارد. شاخص‌های دیگر این رکن در جدول (۲) نیز گزارش شده است.

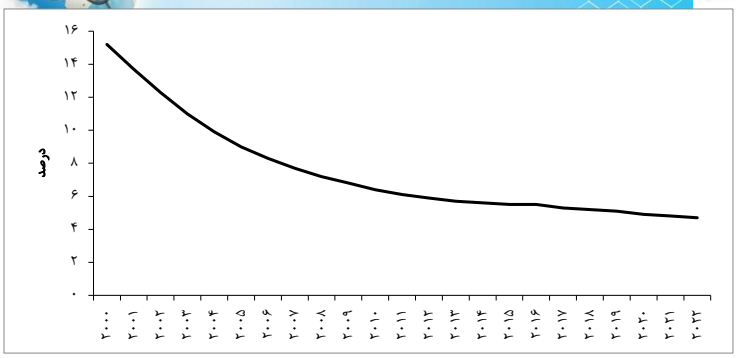
جدول (۲) شاخص‌های فائو در خصوص رکن مصرف و سلامت امنیت غذایی ایران

شاخص	واحد
درصدی از جمعیت که از خدمات آب آشامیدنی بهداشتی استفاده می نمایند.	درصد (٪)
درصدی از جمعیت که از خدمات اولیه آب آشامیدنی برخوردار هستند.	درصد (٪)
درصدی از جمعیت که از خدمات بهداشتی اولیه برخوردار هستند.	درصد (٪)
شیوع کم خونی میان زنان در سن باروری (۱۵ تا ۴۹ سال)	درصد (٪)
داده‌های مندرج در جدول برگرفته از اطلاعات سازمان‌های بین‌المللی و توسط فائو گزارش شده است. ماخذ: http://www.fao.org/faostat/en/#data/FS	

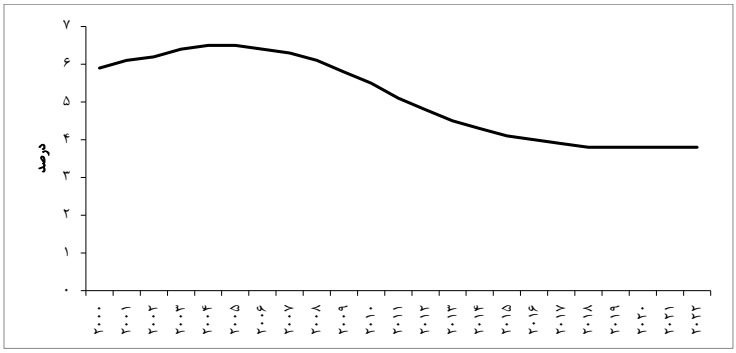
یافته‌ها

در این بخش از پژوهش حاضر به بررسی شاخص‌های رکن سلامت و مصرف غذا بر اساس آمار منتشر شده فائو برای ایران پرداخته می‌شود.

در نمودار (۳) درصد کودکان زیر پنج سال که دچار کوتاه قدی تغذیه‌ای هستند ارائه شده است. بر اساس نمودار (۳)، کوتاه‌قدی ناشی از تغذیه ناکافی و نامناسب در کودکان زیر پنج سال در ایران در دو دهه گذشته به طور چشمگیری کاهش یافته است. این آمار به تنهایی دلالت بر بهبود شرایط سلامت و مصرف کودکان ندارد چرا که لازم است برای هر استان و منطقه کشور بررسی در خصوص این آمار صورت گیرد.



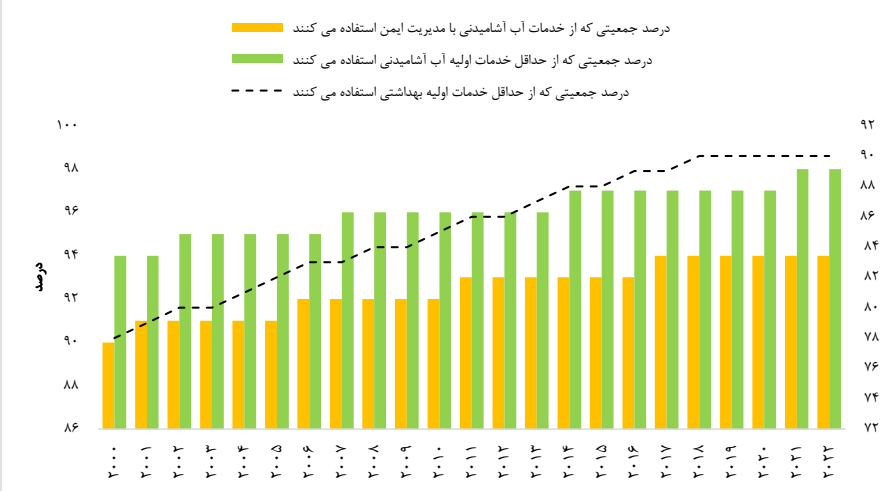
نمودار (۳) درصد کودکان زیر پنج سال دچار کوتاه‌قدی تغذیه‌ای منبع: (FAO,2023)



نمودار (۴) درصد کودکان زیر پنج سال دچار اضافه وزن منبع: (FAO,2023)

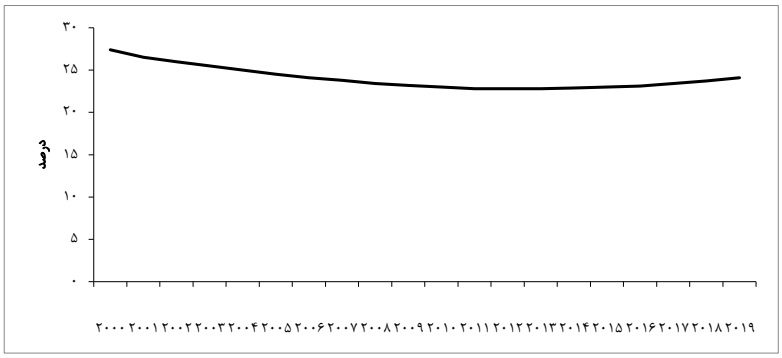
نمودار (۴) درصد کودکان زیر پنج سال دچار اضافه وزن را نشان می دهد. همانطور که در نمودار (۴) مشاهده می‌شود، درصد کودکان زیر پنج سال که دارای اضافه وزن هستند در دو دهه اخیر روبه کاهش رفته است.

دو شاخص بررسی شده برای محاسبه شاخص جهانی گرسنگی نیز در نظر گرفته می‌شوند. این امر بر اهمیت شاخص‌های مذکور در رکن سلامت و مصرف غذا در قشر آسیب‌پذیر جوامع دارد.



نمودار (۵) درصد جمعیت استفاده‌کننده از آب آشامیدنی سالم، خدمات اولیه آب آشامیدنی و خدمات اولیه بهداشتی منبع: (FAO,2023)

در نمودار (۵) وضعیت کشور از لحاظ شاخص‌های بهداشتی و آب آشامیدانی نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود در دو دهه گذشته روند شاخص‌های آب آشامیدنی سالم، خدمات اولیه آب آشامیدنی و همچنین خدمات اولیه بهداشتی روبه بهبود رفته است. این امر بیانگر عملکرد مناسب سیاست‌های کشور در زمینه ارائه خدمات بهداشتی و رفاهی است. قابل ذکر است این شاخص از دیدگاه فائو، شاخص تعیین‌کننده بعد مصرف و سلامت غذا که یکی از ابعاد مهم امنیت غذایی محسوب می‌شود، می‌باشد.



نمودار (۶) شیوع کم خونی میان زنان در سن باروری (۱۵ تا ۴۹ سال) منبع: (FAO,2023)

در نمودار (۶) نیز شیوع کم‌خونی میان زنان در سن باروری (۱۵ تا ۴۹ سال) نشان داده شده است. درصد شیوع کم خونی میان زنان در سن باروری (۱۵ تا ۴۹ سال) در نمودار (۶) آمده است. همانطور که مشاهده می‌شود شیوع کم‌خونی در زنان در سن بارداری، روند رو به بهبودی در کشور نداشته و از سال ۲۰۱۵ به بعد با رشد اندکی نسبت به سال‌های قبل، روند افزایشی داشته است.

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش به بررسی دقیق رکن سلامت و مصرف غذا در امنیت غذایی پرداخته شد. ابتدا بررسی در خصوص شاخص‌های امنیت غذایی در رکن مذکور که توسط سازمان خواروبار کشاورزی و ملل متحد (FAO) ارائه شده است، صورت گرفت و سپس به تحلیل اهم شاخص‌های امنیت غذایی در این رکن که شامل "درصد کودکان زیر پنج سال دچار کوتاه‌قدی تغذیه‌ای"، " درصد کودکان زیر پنج سال دچار اضافه وزن" ، " شیوع کم‌خونی میان زنان در سن باروری (۱۵ تا ۴۹ سال)" و"درصد جمعیت استفاده‌کننده از آب آشامیدنی سالم، خدمات اولیه آب آشامیدنی و خدمات اولیه بهداشتی" می‌باشد، پرداخته شد. یافته‌ها حاکی از آن است که "کوتاه‌قدی ناشی از تغذیه ناکافی و نامناسب در کودکان زیر پنج سال"، "درصد کودکان زیر پنج سال دچار اضافه وزن" و"درصد جمعیت استفاده‌کننده از آب آشامیدنی سالم، خدمات اولیه آب آشامیدنی و خدمات اولیه بهداشتی" روند رو به بهبودی داشتند. از سوی دیگر، شیوع کم خونی میان زنان در سن باروری (۱۵ تا ۴۹ سال)، روند افزایشی را طی نموده است.

شاخص‌های سازمان فائو برای رکن مصرف و سلامت غذا، دچار نارسایی‌هایی است. مشکل در دسترسی مربوط به سلامت و مغذی بودن غذا، الگوهای تغذیه‌ای و سواد تغذیه‌ای سبب شده است تا معیارهای ارایه شده نتواند به خوبی این رکن را پوشش دهد. تعریف شاخص‌های ملی در خصوص این رکن دارای اهمیت بیشتری است.

پیشنهادهایی در جهت بهبود امنیت غذایی در رکن سلامت و مصرف غذا در ایران به شرح زیر است:

تغییر نگرش مسئولین از سطح کلان امنیت غذایی (عرضه در سطح ملی) به مصرف در خانوار مبتنی بر سبد مطلوب غذایی و پایش مستمر وضعیت غذا و تغذیه در جامعه و تعیین سالانه خط فقر غذایی می‌تواند موثر واقع شود. دستیابی کلیه افراد جامعه به غذای کافی و مطلوب و سلامت تغذیه‌ای و متناسب‌سازی سهم فرآورده‌های حیوانی و گیاهی در سبد غذایی خانوارها لازم است صورت گیرد. نارسایی در سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی یکپارچه و متمرکز برای تولید سلامت محور و تأمین مواد غذایی سالم در طول زنجیره ارزش رفع شود. همچنین قوانین در خصوص سلامت مواد غذایی، نظام پایش و ارزیابی مستمر مخاطرات بهداشتی می‌بایست صورت گیرد. همچنین تولید محصولات استاندارد، متنوع و مناسب با بازارهای هدف، ارتقای بسته‌بندی، تجهیز ناوگان حمل‌ونقل و انبارداری متناسب با نوع محصول باید به صورت متمرکزتر صورت گیرد.

منابع

اکبری، م.ر.، پیش بهار، ا. و دشتی، ق. (۱۴۰۰). بررسی عوامل موثر بر ناامنی غذایی خانوارهای شهری ایران با استفاده از الگوی لاجیت ترتیبی تعمیم یافته. اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۲۹(۲): ۱۳۵-۱۰۹.

پاکروان چروده، م.ر.، حسینی، س.ص. و نوری نائینی، س. (۱۳۹۹). شناسایی عوامل اقتصادی- اجتماعی مرتبط با امنیت غذایی خانوارهای مناطق شهری و روستایی استان خوزستان. پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۲۵(۸۳): ۱۱۳-۱۳۶.

رفعتی، م.، شعبان زاده خوشرودی، م. و جاودان، ا. (۱۴۰۰). مصرف مواد مغذی، تنوع و امنیت غذایی در دهک های درآمدی استان تهران. اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۳۵(۲): ۱۶۰-۱۴۷.

شورای عالی انقلاب فرهنگی. (۱۴۰۲). سند ملی دانش بنیان امنیت غذایی. تهران. ایران.

شعبان زاده خوشرودی، م.، جاودان، ا. و اسفنجاری کناری، ر. (۱۴۰۱ا). ارزیابی اثر سطوح درآمدی بر امنیت غذایی خانوارها در استان تهران. اقتصاد کشاورزی و توسعه،۳۰(۱): ۱۸۶-۱۵۵.

شعبان زاده خوشرودی، م.، جاودان، ا. و رفعتی، م. (۱۴۰۱،ب). ارزیابی وضعیت تنوع غذایی خانوارها و عوامل مؤثر بر آن در استان تهران. اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۳۶(۱): ۹۷-۸۳.

قهرمان زاده، م.، جعفرزاده، ف. و فتحی، ر. (۱۴۰۱). تحلیل ناامنی غذایی و ارزش اقتصادی غذا در ایران. اقتصاد و توسعه کشاورزی، ۳۶(۳): ۲۰۷-۲۲۵.

مرکز آمار ایران (۱۴۰۳). داده‌های هزینه و درآمد خانوار. قابل دسترسی در سایت https://amar.org.ir/cost-and-income

Ahmadi Dehrashid, A., Bijani, M., Valizadeh, N., Ahmadi Dehrashid, H., Nasrollahizadeh, B., & Mohammadi, A. (2021). Food security assessment in rural areas: Evidence from Iran. Agriculture & Food Security, 10(1), 17. https://doi.org/10.1186/s40066-021-00291-z

https://www.fao.org/faostat/en/#data/FS/metadata

Pakravan-Charvadeh, M. R., Mohammadi-Nasrabadi, F., Gholamrezai, S., Vatanparast, H., Flora, C., & Nabavi-Pelesaraei, A. (2021). The short-term effects of COVID-19 outbreak on dietary diversity and food security status of Iranian households (A case study in Tehran province). Journal of Cleaner Production, 281, 124537. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124537

Sadati, A. K., Nayedar, M., Zartash, L., & Falakodin, Z. (2021). Challenges for food security and safety: A qualitative study in an agriculture supply chain company in Iran. Agriculture & Food Security, 10(1), 41. https://doi.org/10.1186/s40066-021-00304-x



The study of food security status with emphasis on health and food consumption in Iran

Sara Alirahimi [1],Mostafa Mardani najafabadi [2] ,Fatmeh Sakhi*[3], Zari Sarabi [4]

PhD candidate in Agricultural Economics, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, School of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran [1].

Associate Professor, Department of Agricultural Economics, Khuzestan Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources [2].

PhD candidate in Agricultural Economics, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, School of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran [3].

PhD candidate in Agricultural Economics, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, School of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran [4].

Corresponding Author: fatemesakhi@yahoo.com

Abstract

Food security is one of the key aspects of national security, and attention to fulfilling all its pillars including availability, physical and economic access, consumption, and food safety is of great importance. The aim of this study is to examine the indicators of food consumption and safety from the perspective of the FAO, with a future-oriented approach to warning signs in Iran's food security. The findings of the study over the past two decades show that stunted growth due to inadequate nutrition and the overweight index in children under five in Iran have been on a decreasing trend, while the indicators for safe drinking water, basic drinking water services, and primary healthcare services have been on the rise. Given that FAO indicators, due to issues related to access to healthy and nutritious food, dietary patterns, and nutritional literacy, are not fully able to cover the criteria for this pillar of food security, the definition of national indicators and efforts toward necessary actions such as continuous monitoring of food and nutrition status in society and the annual determination of the food poverty line in Iran become even more essential.

Keywords: Food security, Food Consumption and Health, Iran

دومین همایش ملی پژوهش های کاربردی
امنیت غذایی، ایمنی غذایی و سلامت
«همزمان با روز جهانی غذا؛ ۲۵ مهرماه ۱۴۰۳»
موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

به کارگیری روش AHP جهت انتخاب مناسب ترین منبع تامین برای تهیه مواد اولیه کارگاه شیرینی‌پزی کندو (بندرماهشهر)

سید حامد رادمنش
گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی جندی شاپور، دزفول، ایران
نویسنده مسوول: Motamedi_zh@yahoo.com

چکیده
تامین مواد اولیه یکی از پر چالش‌ترین مسائل موجود در کارگاههای شیرینی‌پزی و قنادی است، این کار نیاز به مد نظر قرار دادن فاکتورهای مختلفی است که گاها میتواند برای مدیر سخت و دشوار باشد. هدف عمده این پژوهش ارائه یک بینش جدید جهت به کارگیری روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) برای ارزیابی فاکتورهای مرتبط با تامین مواد اولیه به جای شیوه‌های سنتی است. برای این کار نیاز به مشخص کردن معیارهای مد نظر و گزینه‌های در دسترس از طریق تحقیق در منابع معتبر یا پرس‌وجو از فعالان آن زمینه می‌باشد، ما در این پژوهش ۴ معیار اصلی (کیفیت- بهداشت- برند- قیمت) و ۴ فروشگاه معتبر (قاجار- کویین کیک- نارین- پاسارگاد) دردسترس را مشخص کردیم. در ادامه برای اینکه بهترین منبع را برای تامین مواد اولیه پیدا کنیم، با روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) آنها را اولویت‌بندی کردیم. شایان ذکر است که تمام فروشگاه‌ها می‌توانند تا حد نسبتا مناسبی مواد اولیه را تامین کنند، اما در فضای رقابتی مهم است که همیشه بهترین گزینه را انتخاب کرد، به همین خاطر تصمیم گرفتیم با در نظر گرفتن معیارهای مهم این فروشگاه‌ها را اولویت‌بندی کنیم، و از طرفی چون با چند معیار مواجه بودیم روش AHP را انتخاب کردیم. نتایج تحقیق با درنظر گرفتن کلیه معیارها نشان داد که کویین کیک در بالاترین رتبه، پاسارگاد در رتبه دوم، نارین در رتبه سوم، و قاجار در رتبه چهارم قرار گرفت.

واژگان کلیدی: تحلیل سلسله مراتبی، AHP، مواد اولیه، کارگاه شیرینی‌پزی

مقدمه

انتخاب منبع تامین مناسب برای مواد اولیه قنادی یکی از عوامل حیاتی در موفقیت یک کارگاه شیرینی پزی است. مواد اولیه نه تنها بر طعم و کیفیت محصولات نهایی تاثیر میگذارند بلکه بر بهره‌وری، هزینه های تولید و رضایت مشتریان نیز نقش کلیدی دارند. در این مسیر درک و ارزیابی دقیق نیازها و انتظارات مشتریان، همراه با توجه به ویژگی‌های فنی و تغذیه ای مواد از اهمیت بالایی برخوردار است. یکی از مهم ترین فاکتورها در این زمینه کیفیت و تازگی است، اندازه گیری تازگی کیک ها برای حفظ ویژگی های تازگی و بهبود عمر مفید آن ها ضروری است. اندازه‌گیری ویژگی هایی مانند نرمی و رطوبت، قنادها را در بهینه سازی محصولات و جلب رضایت مشتریان یاری میکند (cecile petit,2023). استفاده از مواد تازه و با کیفیت نه تنها بر طعم و ظاهر کیک تاثر میگذارد بلکه می‌تواند عمر مفید و بافت آن را نیز بهبود بخشد، این موضوع به ویژه در موادهایی مانند شکر و چربی‌ها صادق است که نقش کلیدی در ساختار و مزه نهایی دارند (idealmagazine,2023). ماندگاری محصولات قنادی به این علت که گاها ممکن است به محل دیگری ارسال یا در یخچال نگهداری شوند مهم است. مواد اولیه با ماندگاری بالا ، باعث کاهش ضایعات و هزینه‌های نگهداری می‌شوند. توجه به تاریخ انقضا و شرایط نگهداری، از جمله نکات کلیدی در این زمینه است. استفاده از آنزیم ها می‌تواند به حفظ تازگی و افزایش ماندگاری کمک کند، این مواد بدون نیاز به استفاده از نگهدارنده‌های مصنوعی باعث ماندگاری و حفظ بافت کیک می‌شوند (tisa drew,bakerpedia). محصولات قنادی علاوه بر طعم مطلوب باید ارزش تغذیه‌ای مناسبی هم داشته باشند. در دنیای امروز، مصرف کنندگان به جنبه‌های تغذیه‌ای محصولات اهمیت زیادی می‌دهند. استفاده از مواد اولیه سالم و مغذی مانند آرد کامل و شکر طبیعی، میتواند به جذب بیشتر مشتریان و ایجاد تمایز در بازار کمک کند. مطالعات نشان می‌دهد که ترکیبات غذایی می‌تواند تاثیر زیادی بر جلوگیری از بروز بیماری‌ها داشته باشند (di renzo&partners,2015). یک کارگاه قنادی همچنین باید به اصول بهداشتی پایبند باشد، مدیریت بهداشت و ایمنی غذایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، چراکه ارتباط مستقیم با سلامت جامعه دارد. نظارت دقیق بر فرآیندهای تولید غذایی می‌تواند از انتقال بیماری ها و آلودگی های مختلف جلوگیری کند (&abdul malik partners,2019). یک کارگاه شیرینی پزی با رعایت تمام موارد گفته‌شده همچنان ممکن است با چالش‌های اقتصادی روبرو شود، مدیریت هزینه‌ها یکی از چالش های اساسی در تولید است. انتخاب مواد اولیه با کیفیت و در عین حال مقرون به صرفه، می‌تواند به بهبود سودآوری و رقابت پذیری کمک کند. گنجاندن پایداری مالی در کسب و کار اجازه می‌دهد سازمان در برابر ناپایداری‌ها خودش را حفظ کند و قوی تر ظاهر شود (mc kinsey& company,2023). در کل انتخاب دقیق و آگاهانه مواد اولیه نه تنها به تولید محصولاتی با کیفیت و خوشمزه منجر می‌شود، بلکه اعتبار و شهرت کارگاه را نیز افزایش می‌دهد و توانایی کارگاه برای ایجاد نام و برندی قوی افزایش می‌دهد. این عوامل باعث می‌شود تا یک کارگاه به عنوان یک کسب و کار قابل اعتماد و با کیفیت شناخته شود، در نتیجه کارگاه شیرینی پزی می‌تواند در بازار رقابتی امروز جایگاه ممتازی را به دست آورد. رضایت مشتری یکی از مهم ترین عوامل در تعیین موفقیت سازمان در امر تجارت و سود آوری است (فریبا هاشمی و همکاران، ۱۳۹۳). در این پژوهش در راستای مشخص کردن مناسب ترین منبع تامین برای قنادی کندو پرسش‌نامه‌ای درمورد معیارهای اصلی تهیه کردیم، سپس از فعالان این حوزه درمورد معتبرترین فروشگاه ها پرس‌وجو انجام دادیم، و پس از بدست آوردن این اطلاعات بر اساس معیارها فروشگاه هارا رتبه بندی کردیم. برای این کار از روش سلسله مراتبی (AHP) و نرم‌افزار Exprt choice استفاده شده است.

۲- روش‌ها و ابزار پژوهش

در نهایت پرسش‌نامه‌ای از نمونه ۵ نفری از سه قنادی فعال در مورد معیارها تهیه شد، و با پرس‌وجو از فعالان این در این حوزه ۴ فروشگاه معتبر شهر تهران و گرگان به عنوان گزینه های ما برای تامین مشخص شدند، که قرار است آن هارا اولویت‌بندی کنیم، برای این کار از روش سلسله مراتبیAHP و نرم‌افزار Exepert choice استفاده شده است.

یافته ها

انتخاب مواد اولیه مناسب می‌تواند ضامن موفقیت کوتاه مدت و بلند مدت کارگاه باشد، معمولا انتخاب معیار به منظور بهبود کیفیت نهایی، حفظ سلامت مشتریان، کنترل هزینه‌ها، افزایش رضایت مشتری و رعایت قوانین و مقررات سازمانی و بهداشتی است. کیفیت بالای مواد مستقیما بر طعم و بافت شیرینی‌ها تاثیر میگذارد، به ویژه استفاده از مواد تازه و طبیعی به سلامت مصرف کنندگان کمک میکند (idealmagazine,2023). با این حال تمام این موارد باید با صرفه اقتصادی برای سازمان ما همراه باشد.

در این بین دو موضوع از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند و آن هم این است که چه معیارهایی باید استفاده شوند و اینکه چه روش‌هایی در مقایسه مواد اولیه مختلف باید به کار برود. برای گردآوری عوامل و اطلاعات از برخی مقالات، کتاب‌ها و اطلاعات ثانویه استفاده کردیم، برخی معیارهای کلی بدست آمده عبارتند از:

- کیفیت مواد
- تازگی و تاریخ
- منبع تامین
- برند
- استانداردهای بهداشتی
- ترکیبات و ارزش غذایی
- سازگاری با دستور پخت
- عطر و طعم
- قیمت و صرفه اقتصادی
- ملاحظات رژیمی و حساسیت‌ها

در این مقاله قنادی کندو هدف مطالعات ما قرار گرفت. این قنادی در سال ۱۳۸۰ در شهرستان بندر ماهشهر تاسیس شد و از آن زمان در حوزه‌ی پخت کیک و شیرینی فعالیت می‌کند. این قنادی جزو معتبر ترین قنادی‌های این منطقه قرار دارد و محصولات آن در میان عموم مردم از مقبولیت خوبی برخوردار است. هدف اصلی این پژوهش بر تعیین بهترین تامین کننده برای قنادی کندو بود، که پس از مشخص کردن فروشگاه‌ها و معیارهای کلی، در نهایت ۴ معیار (کیفیت- بهداشت- برند- قیمت) از بین ۱۰ معیار به عنوان معیارهای اصلی انتخاب شدند. کیفیت تجربه شده توسط مصرف کننده بسیار حیاتی است زیرا مستقیما بر رضایت کلی از تجربه غذاخوری تاثیر گذار است. تقلب در پخت غذا به دلیل هزینه‌ها پیامدهای سلامت عمومی و مشکلات بزرگی ایجاد می‌کند، این اعمال

به صورت عمدی یا غیرعمدی بر تنظیم کننده‌ها و صنعت غذایی تاثیر می‌گذارد (Eloisa bagnulo& partners, 2024). هدف هر کارگاه شیرینی پزی ایجاد ارزش در حین کاهش هزینه هاست، بنابراین فرآیند انتخاب مواد اولیه با اهمیت ترین متغیر در مدیریت یک کسب و کار شیرینی‌پزی است.

روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

روش AHP توسط فردی عراقی به نام ساعتی، در دهه ۱۹۷۰ پیشنهاد شد. این روش مانند آنچه در مغز انسان انجام می‌شود، به تحلیل مسائل می‌پردازد. AHP تصمیم گیرندگان را یاری می‌کند تا اولویت‌ها را بر اساس اهداف دانش و تجربه خود تنظیم نمایند به گونه‌ای که احساسات و قضاوت‌های خودرا در نظر گیرند، برای حل مسائل تصمیم‌گیری از طریق AHP باید مسئله را به دقت و با همه جزئیات تبیین و جزئیات آن را به گونه‌ی ساختار سلسله مراتبی رسم کرد.

فرآیند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی یک سنتز ریاضی و یک شیوه جبری تصمیم‌گیری با مقیاس نسبی است. این روش با استفاده از یک شبکه سیستمی و به کارگیری ضوابط و معیارهای چندگانه برای رتبه بندی یا تعیین اهمیت گزینه‌های مختلف یک فرآیند تصمیم‌گیری پیچیده مورد استفاده قرار میگیرد (قدسی پوروا. برین، ۱۹۹۷). فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ترکیب معیارهای کیفی همراه با معیارهای کمی را به طور همزمان امکان پذیر می‌سازد. اساس فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بر مقایسه‌های زوجی یا دوبه‌دویی آلترناتیوها و معیارهای تصمیم‌گیری است (قدسی پور، ۱۳۷۹). برای چنین مقایسه‌هایی نیاز به جمع آوری اطلاعات از تصمیم‌گیرندگان است. این امر به تصمیم‌گیرنده این امکان را می‌دهد که فارغ از هرگونه نفوذ و مزاحمت خارجی تنها روی مقایسه دو معیار یا گزینه تمرکز کند. علاوه بر این مقایسه دوبه‌دویی، به دلیل اینکه پاسخ‌دهنده فقط دو عامل را نسبت به هم می‌سنجد و به عوامل دیگر توجه ندارد، اطلاعات ارزشمندی را برای مسئله مورد بررسی فراهم می آورد و فرآیند تصمیم‌گیری را منطقی می‌سازد (ساعتی، ۱۹۹۴).

AHP بر اساس سه اصل زیر بنا نهاده شده است:

الف: اصل ترسیم درخت سلسله مراتبی

ب: اصل تدوین و تعیین اولویت‌ها

ج: اصل سازگاری منطقی قضاوت‌ها

ترسیم و تشریح درخت سلسله مراتبی

درخت سلسله مراتبی در روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) یک ابزار بصری است که برای سازماندهی و تجزیه و تحلیل تصمیمات پیچیده به کار می‌رود. این درخت به صورت سلسله مراتبی از بالا به پایین ساخته می‌شود و شامل چندین سطح است:

الف: هدف نهایی، در بالاترین سطح درخت قرار دارد و هدف کلی را که تصمیم‌گیرنده می‌خواهد دست یابد نشان می‌دهد. هدف ما از انجام این مقاله انتخاب مناسب ترین منبع تامین مواد اولیه برای کارگاه شیرینی‌پزی است.

ب: معیارها، در سطح بعدی قرار دارند و فاکتورهایی هستند که برای ارزیابی گزینه‌ها استفاده می‌شوند. معیارها می‌توانند به زیرمجموعه‌هایی تقسیم شوند که به آن‌ها زیر معیارها گفته می‌شود. پس از مطالعه دقیق این شاخص‌ها از میان معیارهای فوق ۴ معیار (کیفیت -بهداشت-برند -قیمت) به عنوان معیارهای اساسی انتخاب شدند.

ج: گزینه‌ها یا جایگزین‌ها، در پایین ترین سطح قرار دارند و انتخاب‌های مختلفی هستند که برای رسیدن به هدف نهایی در نظر گرفته می‌شوند. در این مسئله ما برای تهیه مواد اولیه ۴ تامین کننده (قاجار- نارین- کویین کیک -پاسارگاد) در دسترس داریم.

در شکل۱ درخت سلسله مراتبی به تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کند تا اولویت‌های خود را مشخص کنند و ارزیابی‌های مقایسه‌ای بین معیارها و گزینه‌ها انجام دهند. هر گره در این درخت نمایانگر یک جز از تصمیم است و شاخه‌ها روابط بین اجزا را به تصویر می‌کشند، همچنین شیوه‌ی امتیاز دهی در روش AHP در جدول۱ نشان داده شده است.

نتایج محاسباتی

در این بخش ابتدا باید می‌دانستیم کدام فاکتور برای ما ارزش بیشتری دارد، لذا از جدول تعیین امتیازات در روش سلسله مراتبی استفاده کردیم و امتیاز هر نوع ارتباط مشخص شد. سپس درخت سلسله مراتبی را مطابق شکل۱ رسم کردیم، این نمودار در ارزیابی و مقایسه‌ها میان معیارها و گزینه‌ها به ما کمک کرد. پس از آن با اطلاعات به دست آمده جدول۲ مقایسات زوجی شاخص‌ها را رسم کردیم و میزان ناسازگاری مشخص شد.

جدول۱. امتیاز دهی در روش AHP

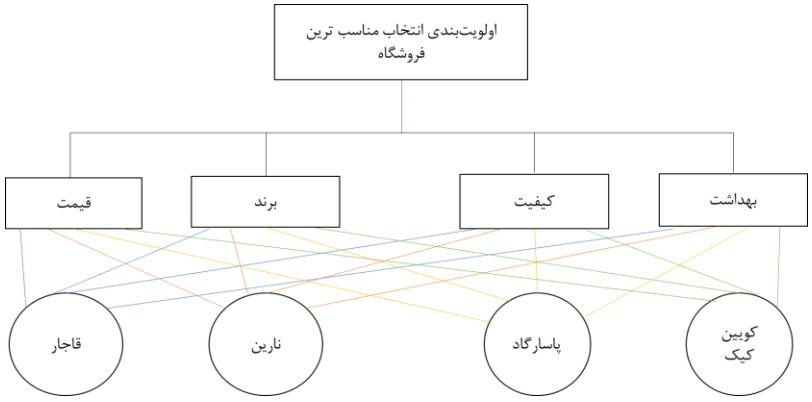
تعریف	مقدار عددی
کاملا مرجح یا کاملا مهم تر یا کاملا مطلوب تر	۹
ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی	۷
ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت قوی	۵
کمی مرجح یا کمی مهم تر یا کمی مطلوب تر	۳
ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت یکسان	۱
ترجیحات میان فواصل فوق	۲، ۴، ۶، ۸

جدول۲. مقایسه زوجی شاخص‌ها نسبت به هم

	کیفیت	بهداشت	برند	قیمت
کیفیت		۲	۴	۵
بهداشت			۳	۴
برند				۱

جدول۲. مقایسه زوجی شاخص‌ها نسبت به هم

	کیفیت	بهداشت	برند	قیمت
قیمت	ناسازگاری: ۰.۰۱			



شکل۱. ساختار سلسله مراتبی انتخاب مناسب ترین منبع تامین

پس از انجام مقایسات زوجی شاخص‌ها ضمن کنترل نرخ ناسازگاری و اطمینان از قابل قبول بودن آن و رسم جدول۲، داده‌ها را وارد نرم افزار Expert choice کردیم و به منظور ارزیابی گزینه‌ها وزن نسبی شاخص‌ها را نسبت به هم مقایسه کردیم و شکل۲ به دست آمد.



شکل۲. مقایسه وزن نسبی شاخص‌ها نسبت به هم

سپس وزن گزینه‌ها نسبت به معیار کیفیت سنجیده شد و در شاخص به دست آمده در شکل۳ فروشگاه کویین کیک اولویت بالاتری نسبت به بقیه گزینه ها دارد بدین معنی که محصولات این فروشگاه عموما دارای کیفیت بالاتری می‌باشند.



شکل۳. وزن گزینه‌ها نسبت به معیار کیفیت

در شاخص بعدی وزن گزینه‌ها را نسبت به معیار بهداشت سنجیدیم و طبق شکل۴ فروشگاه نارین اولویت بالاتری نسبت به سایر گزینه‌ها کسب کرد بدین معنی که پروتکل‌های بهداشتی در این فروشگاه بیشتر رعایت می‌شود.



شکل۴. وزن گزینه‌ها نسبت به معیار بهداشت

در شاخص بعدی وزن گزینه‌ها نسبت به معیار برند سنجیده شد و طبق شکل۵ فروشگاه نارین اولویت بالاتری نسبت به سایز گزینه‌ها دارد بدین معنی که این فروشگاه از محصولات با برندهای معتبر تری استفاده می‌کند.



شکل۵. وزن گزینه‌ها نسبت به معیار برند

در شاخص بعدی وزن گزینه‌ها نسبت به معیار قیمت سنجیده شد و طبق شکل۶ فروشگاه قاجار اولویت بالاتری نسبت به سایر گزینه‌ها دارد بدین معنی که این فروشگاه محصولات با قیمت مناسب تری عرضه می‌کند.



شکل۶. وزن گزینه‌ها نسبت به معیار قیمت

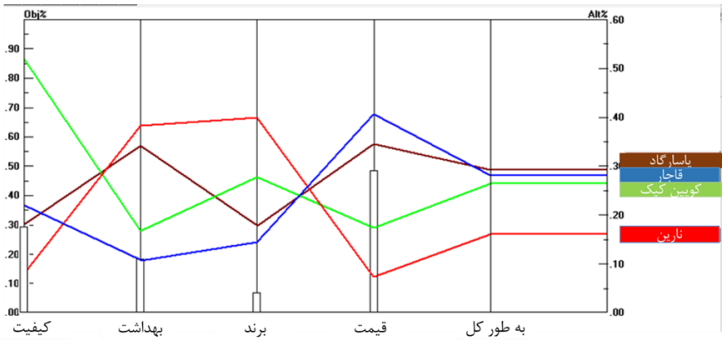
در شاخص اولویت‌بندی نهایی به دست آمده در شکل۷ فروشگاه کویین کیک با کسب امتیاز ۳۳۱ در رتبه اول قرار گرفت، و پس از آن به ترتیب فروشگاه پاسارگاد رتبه دوم، نارین رتبه سوم و قاجار رتبه چهارم را کسب کردند.



شکل۷. اولویت‌بندی نهایی فروشگاه‌ها

تحلیل حساسیت

وزن معیارها دارای بیشترین اثر در رتبه‌بندی می‌باشد. تصمیم‌گیرنده نهایی باید درجه قابلیت اعتماد را برای تصمیم‌گیری نهایی بداند. به دلیل وجود عدم قطعیت در مراحل مختلف تصمیم‌گیری چند شاخصه، لازم است که قبل از انتخاب گزینه نهایی تحلیل‌حساسیت بر روی مسئله صورت بپذیرد، بنابراین، انجام تحلیل حساسیت بعد از حصول رتبه‌بندی گزینه‌ها صورت می‌پذیرد. این امر محاسبات مجدد رتبه‌بندی گزینه‌ها با اصلاح وزن هر معیار را شامل می‌شود. با استفاده از نرم‌افزار Expert choice یک تحلیل‌حساسیت کامل انجام می‌شود، برای انجام این عمل در حالی که وزن معیارهای دیگر ثابت باقی‌مانده، وزن یک معیار به صورت تدریجی افزایش یا کاهش می‌یابد. بعد از انجام تحلیل‌حساسیت، ممکن است رتبه‌بندی گزینه‌ها تغییر کند (پونه قائمی و همکاران، ۱۳۹۵). مطابق شکل۷ فروشگاه کووین کیک بالاترین رتبه را بدست آورده و بقیه نیزدر اولویت‌های بعدی قرار گرفته‌اند. در تحلیل‌حساسیت صورت گرفته در شکل ۸ با تغییر درصد وزنی بین شاخص‌ها، پایداری اولویت‌بندی گزینه‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد؛ به طور مثال در این تحلیل با تغییر وزن معیار قیمت از ۰.۱ به ۰.۴۷ رتبه‌بندی گزینه‌ها نیزتغییر کرده‌اند و فروشگاه پاسارگاد به جای فروشگاه کووین کیک در جایگاه اول قرار گرفت.



شکل۸. تحلیل حساسیت هدف

بحث و نتیجه‌گیری

انتخاب منبع تامین و تهیه مواد اولیه قنادی بزرگ ترین چالش هر مدیر کارگاه قنادی است، و ضروریست که هر مدیر پیش از تصمیم عوامل مختلفی را مد نظر داشته باشد. یک مدیر قنادی باید بر میزان موجودی انبارخود نظارت داشته باشد و نیازهای کارگاه خود را شناسایی کند، سپس به ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان بپردازد؛ در مورد آن‌ها تحقیق و با یکدیگر مقایسه کند. در این بین عواملی چون شهرت و اعتبار فروشندگان و میزان پایبندی آنان به تعهدات برای تصمیم‌گیری به او کمک می‌کند. پس از طی این مراحل، مدیر به مذاکره برای شرایط و قیمت قرارداد می‌پردازد و در نهایت منجر به توافق و عقد قرارداد می‌شود. انجام این پروسه گاها می‌تواند برای یک مدیر سخت و پیچیده شود. میزان اهمیت اولویت‌بندی‌ها، تنوع فروشندگان و شرایط آن‌ها بر پیچیدگی این موضوع می‌افزاید و تصمیم‌گیری در موقعیت این‌چنینی را دشوار می‌سازد. ما در این پژوهش با استفاده از پرسش‌نامه‌ها، مقاله‌ها، نظرات فعالان مربوطه و منابع اطلاعاتی دیگر به جست‌وجو درباره مهم ترین معیارهای انتخاب مواد اولیه قنادی و معتبر ترین فروشگاه های لوازم قنادی تهران و گرگان پرداختیم که نتایج به دست آمده به این صورت است: معیارها (کیفیت- بهداشت- برند- قیمت) و فروشگاه‌ها (قاجار- نارین- کویین کیک- پاسارگاد). در ادامه برای اینکه بهترین فروشگاه راپیدا کنیم با روش سلسله مراتبی (AHP) آن ها را اولویت‌بندی کردیم؛ نتایج تحقیق با در نظر گرفتن کلیه معیارها نشان داد که فروشگاه کویین کیک در بالاترین رتبه، فروشگاه پاسارگاد در رتبه دوم، فروشگاه نارین در رتبه سوم، و فروشگاه قاجار در رتبه چهارم قرار گرفتند. جدا از بحث اولویت‌بندی تمام فروشگاه ها میتوانند تا حد نسبتا مناسبی مواد اولیه را تامین کنند، اما در فضای رقابتی مهم است که همیشه بهترین گزینه را انتخاب کرد، به همین خاطر تصمیم گرفتیم با درنظر گرفتن معیارهای مهم این فروشگاه‌ها را اولویت‌بندی کنیم، و از طرفی چون با چندین معیار مواجه بودیم روش AHP را انتخاب کردیم.

منابع

هاشمی، فریبا؛ باقری مکی ،حسام الدین؛ نامور، احسان؛ تاثیرکیفیت خدمات بر مشتریان، بیست و یکمین همایش ملی و هفتمین همایش بین‌المللی بیمه و توسعه، ۱۳۹۳

قدسی پور، سیدحسن؛ تی پی، اوبراین؛ بررسی روش AHP و کاربرد آن در مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره ۱۹۹۷

قدسی پور، سیدحسن؛ کتاب فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، ۱۳۷۹

ساعتی، توماس ال؛ کتاب مبانی تصمیم‌گیری و نظریه اولویت ها با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ۱۹۹۴

قائمی، پونه؛ شبیری، سیدمحمد؛ لاریجانی، مریم؛ رکرک، بهروز؛ ارزیابی روش های آموزش محیط زیست بر اساس مدل AHP، بهار۱۳۹۵

کاظمی اسلامیان، غلامرضا؛ کتاب شناخت مواد اولیه صنایع شیرینی و شکلات، ۱۳۹۵

هاشمی، فریبا؛ باقری مکی ،حسام الدین؛ نامور، احسان؛ تاثیرکیفیت خدمات بر مشتریان، بیست و یکمین همایش ملی و هفتمین همایش بین‌المللی بیمه و توسعه، ۱۳۹۳

قدسی پور، سیدحسن؛ تی پی، اوبراین؛ بررسی روش AHP و کاربرد آن در مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره ۱۹۹۷

قدسی پور، سیدحسن؛ کتاب فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، ۱۳۷۹

ساعتی، توماس ال؛ کتاب مبانی تصمیم‌گیری و نظریه اولویت ها با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ۱۹۹۴

قائمی، پونه؛ شبیری، سیدمحمد؛ لاریجانی، مریم؛ رکرک، بهروز؛ ارزیابی روش های آموزش محیط زیست بر اساس مدل AHP، بهار۱۳۹۵

کاظمی اسلامیان، غلامرضا؛ کتاب شناخت مواد اولیه صنایع شیرینی و شکلات، ۱۳۹۵

Petit C, how to measure freshness in cake, 24june 2023

Idealmagazine.co, the science of baking: the vital role of each ingredient in producting fault-free bakes, april, 2023

Drew T, bakerpedia, extending shelf life with enzymes

Di renzo L, food safety and nutritional quality for the prevention of noncommunicable diseases, 2015

Malik A, Erginkaya Z, Erten H, health and safety aspects of food orocessing technologies, 2019

Mc kinsey & company, the triple play growth, profit, and sustainability, 2023

Bagnulo E, Strocchi G, Bicchi C, Liberto E, industrial food quality and consumer choice, 2024



پیوند تغییرات اقلیمی با ناامنی غذایی: بررسی سیستماتیک مطالعات اخیر

زهرا شادمان پور*[۱] ، احمد بدیعی نژاد[۲]، ایمان پارسه[۳]

[۱] کمیته تحقیقات دانشجوئی، دانشکده علوم پزشکی بهبهان، بهبهان، ایران .

[۲] گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده علوم پزشکی بهبهان، بهبهان، ایران.

*نویسنده مسئول:zahrasdmn@gmail.com

چکیده

تغییرات اقلیمی به‌عنوان یکی از چالش‌های اساسی قرن حاضر، امنیت غذایی جهانی را به طور جدی تهدید می‌کند. این پژوهش به بررسی تأثیرات تغییرات اقلیمی بر امنیت غذایی پرداخته و چالش‌های مرتبط با تولید، توزیع و دسترسی به غذا را مورد مطالعه قرار می‌دهد. هدف این مقاله، بررسی تجزیه و تحلیل‌های موجود و پیشنهاداتی برای مقابله با این چالش‌ها و تحلیل پیوندهای موجود بین تغییرات اقلیمی و ناامنی غذایی بر اساس مطالعات اخیر است.این پژوهش، به‌صورت مروری سیستماتیک است . برای جستجو پایگاه‌های اطلاعاتی Google Scholar، PubMed، Scopus و Web of Science برای یافتن مقالات مرتبط با این موضوع در بازه زمانی ۲۰۰۹ تا ۲۰۲۳ مورد بررسی قرار گرفتند و جستجو با کلیدواژه‌های ""Climate Change"، "Food Insecurity"، "Impact of Climate Change on Agriculture"، "Food Security"، "Climate Change and Food Production"" و " Environmental Changes and Food Systems" انجام شد. نتایج نشان می‌دهد که تغییرات اقلیمی باعث کاهش بازدهی محصولات کشاورزی، تغییر در الگوهای بارندگی، افزایش دما و تغییرات در اکوسیستم‌های دریایی شده که به نوبه خود منجر به افزایش قیمت‌ها، کاهش دسترسی به منابع غذایی و تشدید سوءتغذیه می‌شود؛ که برای مقابله با این تهدیدات، سیاست‌گذاری‌های مناسب در حوزه کشاورزی پایدار، مدیریت منابع آب و تکنولوژی‌های نوین کشاورزی امری ضروری است.

واژگان کلیدی: تغییر اقلیم، ناامنی غذایی، تأثیر تغییر اقلیم بر کشاورزی، امنیت غذایی، تغییر اقلیم و تولید مواد غذایی.

مقدمه

در دهه‌های اخیر، پیشرفت‌های قابل توجهی در تولید غذا و کاهش سوءتغذیه حاصل شده است اما با این حال، تغییرات اقلیمی به‌عنوان یکی از عوامل اصلی تهدیدکننده کیفیت و کمیت تولیدات کشاورزی و سیستم‌های توزیع غذا و امنیت غذایی مطرح است.(Vermeulen, S. J., et al. 2012)

امنیت غذایی به معنای دسترسی به غذا و توانایی تأمین نیازهای غذایی است و ارتباط نزدیکی با تغییرات اقلیمی دارد. ناامنی غذایی می‌تواند به‌عنوان یک بحران جهانی تلقی شود که به دلایل مختلفی از جمله فقر، جنگ، و تغییرات اقلیمی تشدید می‌شود. با توجه به وابستگی عمیق انسان‌ها به کشاورزی برای تأمین غذا، هرگونه تغییر در شرایط اقلیمی می‌تواند منجر به کاهش تولیدات کشاورزی و در نتیجه ناامنی غذایی شود. بر اساس گزارش‌های سازمان‌های بین‌المللی، انتظار می‌رود که تغییرات اقلیمی تا سال ۲۰۵۰ به‌طور قابل توجهی بر دسترسی به غذا و قیمت‌های آن تأثیر بگذارد.(Niles, M. T., et al. 2017 و United Nations System Standing Committee on Nutrition Secretariat, 2010)

تغییرات اقلیمی به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های جهانی در قرن بیست و یکم شناخته می‌شود. این تغییرات باعث افزایش دما، تغییر در الگوهای بارشی، افزایش آلودگی اوزون در سطح زمین و کاهش تنوع زیستی شده است. این عوامل، به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر تولیدات کشاورزی، ماهیگیری و دامپروری تأثیر می‌گذارند و در نتیجه بر امنیت غذایی و وضعیت تغذیه‌ای افراد آسیب‌پذیر تأثیر منفی می‌گذارند.(Brown, M. 2015) همچنین شواهد قوی مبنی بر اینکه تغییرات آب و هوایی بر کیفیت غذا (تنوع، تراکم مواد مغذی و ایمنی) و قیمت مواد غذایی تأثیر می گذارد وجود دارد. (Manikas, I., et al. 2023)

تغییرات آب و هوایی، کشاورزی و تغذیه به هم مرتبط هستند. تغییرات و تنوع آب و هوا بر دما و بارندگی و همچنین فراوانی و شدت رویدادهای شدید آب و هوایی تأثیر می گذارد. بیشترین تأثیر افزایش دما، امواج گرما و خشکسالی بر کشاورزی، کاهش عملکرد محصولات و بهره‌وری دام و همچنین کاهش در شیلات و جنگل‌داری است .غالب این تاثیرات در مناطقی است که قبلاً در برابر ناامنی غذایی آسیب‌پذیر بوده اند.(FAO. IFAD. UNICEF. WFP.WHO, 2017 و Yuan, X., et al. 2023)

اثرات تغییرات آب و هوایی بر کشاورزی، به نوبه خود، پیامدهای مهمی بر امنیت غذایی و در نتیجه رژیم غذایی و تغذیه انسان خواهد داشت. از آنجایی که این تغییرات بر توانایی انتقال غذا از تولید به بازار تأثیر می گذارد، دسترسی به رژیم های غذایی متنوع و با کیفیت ممکن است محدودتر شود. کاهش دسترسی به غذاهای دارای مواد مغذی کافی متعاقباً منجر به اختلال در وضعیت تغذیه و کاهش انعطاف پذیری، به ویژه در جوامع کم درآمد خواهد شد.(Springmann, M., et al. 2016)

اما اثرات تغیر اقلیم تنها بر کشاورزی محدود نمیشود بلکه با تاثیر بر ماهیگیری و دامپروری نیز امنیت غذایی انسان تهدید میشود. در این بین اقیانوس‌ها نیز تحت تأثیر تغییرات اقلیمی قرار دارند، به‌خصوص از طریق گرمایش و اسیدی شدن آب؛ این تغییرات می‌تواند بر تولید ماهی و دسترسی به مواد مغذی تأثیر بگذارد. کاهش منابع ماهیگیری و افزایش خطرات بهداشتی مرتبط با محصولات دریایی از جمله چالش‌هایی است که ممکن است بروز کند.(Golden, C. D., et al. 2016و Myers, S. S., et al. 2017)

در نگاهی دیگر دامپروری نیز تغییرات اقلیمی باعث افزایش استرس گرمایی برای دام‌ها می‌شود که این امر به کاهش تولید و کیفیت محصولات دامی منجر می‌شود. دام‌ها نیاز به آب بیشتری پیدا می‌کنند و احتمال بروز بیماری‌ها نیز افزایش می‌یابد. همچنین تغییرات

در گونه‌های گیاهی که به‌عنوان علوفه استفاده می‌شوند نیز بر کیفیت تغذیه دام‌ها تأثیر می‌گذارد. (Bernabucci, U., et al. 2010و Myers, S. S., et al. 2017)

به طور کلی تغییرات اقلیمی از طریق مسیرهای مختلف، مانند کاهش تولید و افزایش قیمت‌ها، دسترسی به غذا را کاهش می‌دهد. افراد فقیرتر بیشتر تحت تأثیر قرار می‌گیرند و در نتیجه سوءتغذیه افزایش می‌یابد.(Myers, S. S., et al. 2017)

در سال‌های اخیر، پژوهش‌های علمی متعددی به بررسی ارتباط بین تغییرات اقلیمی و ناامنی غذایی پرداخته‌اند. به همین دلیل هدف از انجام این مقاله بررسی تجزیه و تحلیل‌های موجود و پیشنهاداتی برای مقابله با این چالش‌ها و تحلیل پیوندهای موجود بین تغییرات اقلیمی و ناامنی غذایی بر اساس مطالعات اخیر است.

روش پژوهش یا مواد و روش‌ها

این مطالعه، مروری سیستماتیک در سال ۱۴۰۳ انجام شده است و به بررسی پیوندهای موجود بین تغییرات اقلیمی و ناامنی غذایی بر اساس مطالعات اخیر پرداخته است.

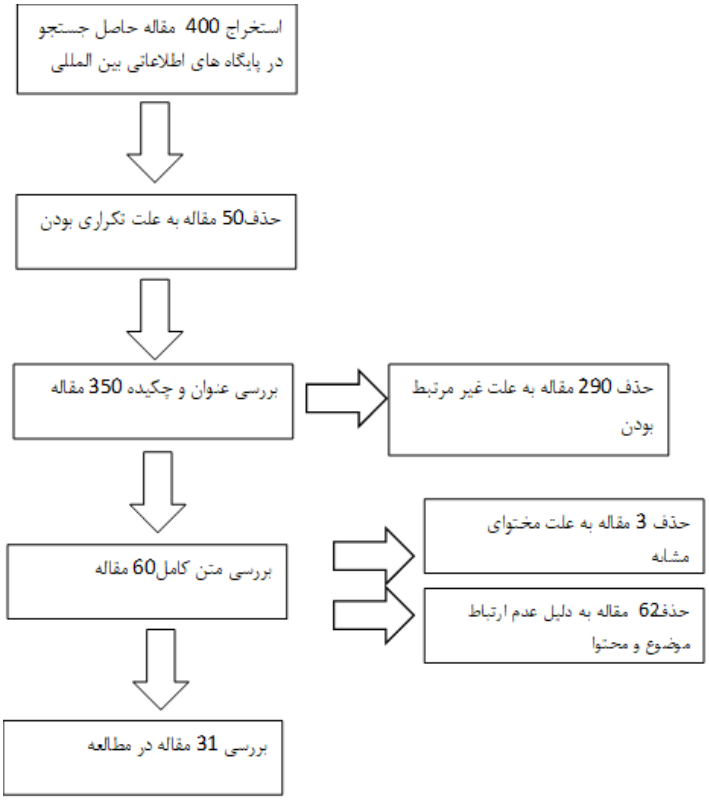
در این مطالعه مقالات تجربی و مروری (انواع مقالات چاپ شده اصیل، کوتاه فرم، کنفرانس های علمی) که با هدف بررسی تغییرات اقلیم و نا امنی غذایی انجام شده بودند وارد شدند.

برای جستجو پایگاه‌های اطلاعاتیGoogle Scholar ، PubMed، Scopusو Web of Science برای یافتن مقالات مرتبط با این موضوع در بازه زمانی ۲۰۰۹ تا ۲۰۲۳ مورد بررسی قرار گرفتند و جستجو با کلیدواژه‌های"Climate Change" ، "Food Insecurity"، "Impact of Climate Change on Agriculture"، "Food Security"، "Climate Change and Food Production"و "Environmental Changes and Food Systems" انجام شد. همچنین برای ارزیابی کیفیت مقالات، از چک لیست PRISMA استفاده شده است که شامل معیارهایی نظیر وضوح عنوان، روش‌شناسی مناسب و نتایج قابل اعتماد می‌باشد.

کلمات کلیدی توسط دو متخصص در حوزه بهداشت محیط تعیین و جستجوی عبارات در پایگاه های اطلاعاتی توسط دو پژوهشگر مستقل صورت گرفت. در جستجوی اولیه ۴۰۰مقاله شناسایی شد. سپس جهت تعیین تناسب مقاله ها با موضوع تحقیق، ابتدا عنوان و سپس چکیده مقالات مورد بررسی قرار گرفتند و معیار های ورود و خروج اعمال شدند. معیار های ورود در این مطالعه شامل مقالاتی که در بازه زمانی ۲۰۰۹تا۲۰۲۳ انتشار یافته بودند و به زبان انگلیسی وجودداشتند و همچنین با موضوع مرتبط بودند. معیار های خروج نیز شامل عدم انتشاره در بازه زمانی انتخابی ، زبان نگارش غیر از انگلیسی و عدم ارتباط با موضوع بود.

پس از اعمال معیار ها در این بازبینی ۶۰ مقاله انتخاب شدند. بعد از استخراج داده جهت بررسی بیشتر تمام متن مقاله ها توسط یکی از محققین مطالعه شد و بعد از حذف مقالات با محتوای محتوای مشابه ، عدم دسترسی به مقاله کامل و عدم ارتباط

محتوا با موضوع ۳۱ مقاله جهت بررسی انتخاب شد. لازم به ذکر است در صورت اختلاف نظر از طریق مذاکره با نفر سوم برطرف گردید.

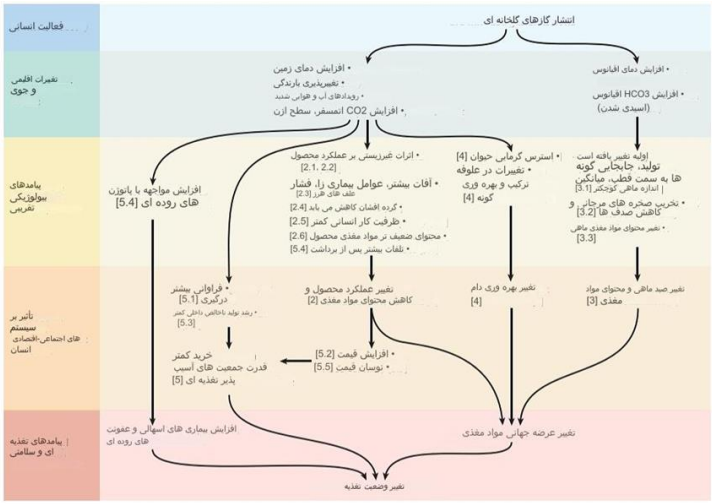


شکل یک. روند انتخاب مقالات

یافته ها

طبق گزارشات دمای زمین در دهه گذشته، ۲۰۰۶-۲۰۱۵، ۱.۰ درجه سانتیگراد (۱.۸ درجه فارنهایت) گرمتر از میانگین قرن بیستم بوده(Battisti, D. S. and R. L. Naylor 2009)، این افزایش دما روابط بین محصولات زراعی، آفات، پاتوژن ها و علف های هرز را تغییر می دهد . تغییرات اقلیمی باعث افزایش دما، تغییر در الگوهای بارشی، افزایش آلودگی اوزون در سطح زمین و کاهش تنوع زیستی شده است. این عوامل، به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر تولیدات کشاورزی، ماهیگیری و دامپروری تأثیر می‌گذارند و در نتیجه بر امنیت غذایی و وضعیت تغذیه‌ای افراد آسیب‌پذیر تأثیر منفی می‌گذارند. غلظت دی اکسید کربن اتمسفر (CO_2) تأثیرات قابل

توجهی بر ناامنی غذایی دارد که در شکل یک مورد بررسی قرار گرفته است.(Kogan, F., et al. 2020و Springmann, M., et al. 2016)



شکل دو. انتشار گازهای گلخانه ای انسانی احتمالاً بر وضعیت تغذیه انسان از طریق مجموعه ای از تغییرات بیوفیزیکی و اجتماعی-اقتصادی تأثیر می گذارد.(Myers, S. S., et al. 2017)

اثرات تغییر اقلیم بر امنیت غذایی

۱ .کشاورزی

۱-۱ **.کاهش عملکرد محصولات:** نتایج نشان می‌دهد که گرم شدن هوا باعث کاهش عملکرد ذرت ، گندم و برنج می شود. میانگین کاهش عملکرد محصولات اصلی مانند گندم و برنج به‌طور قابل توجهی افزایش یافته است. بر اساس تحقیقات، در برخی مناطق، کاهش عملکرد تا ۳۰ درصد در سال‌های اخیر گزارش شده است.این درحالیست که ۱۵ درصد ضرر برای گندم در عرض جغرافیایی پایین هنگامیکه دمای جهانی تا ۴ درجه سانتیگراد گرم می شود وجود دارد. همچنین مدل‌های رشد محصول که اثرات غلظت CO 2را به همراه اثرات دما، در دسترس بودن آب و محدودیت نیتروژن در بر می‌گیرد، نشان‌دهنده ۲۵ درصد کاهش متوسط عملکرد برای ذرت است .(Challinor, A. J., et al. 2014و Rosenzweig, C., et al. 2014)

۱-۲ .از دست دادن مواد مغذی:فراتر از تأثیر آن بر عملکرد، افزایش سطح CO_2 ترکیب غذایی محصولات را نیز تغییر می دهد. ازمایش ها بر غلات و غده های C3 شامل برنج، گندم، جو و سیب زمینی ۷ تا ۱۵ درصد کاهش در محتوای پروتئین را نشان می دهند، در حالی که حبوبات C3 و محصولات C4 کاهش بسیار کم یا ناچیز را نشان می دهند .(Myers, S. S., et al. 2014) با مدلسازی هادر رژیم‌های غذایی کنونی، انتظار می‌رود بیش از ۲۰۰ میلیون نفر به زیر آستانه دریافت پروتئین توصیه‌شده برسند، و سطح کمبود پروتئین در میان افرادی که قبلاً زیر این آستانه هستند، بدتر شود .(Medek, D., et al. 2017) محصولات کشت‌شده در CO_2 بالا همچنین غلظت کمتری از مواد معدنی مهم را نشان می‌دهند.مطالعات نشان داده اند غلظت CO2 550 ppm می تواند منجر به

کاهش ۳-۱۱درصد غلظت روی و آهن در غلات شود (Myers, S. S., et al. 2014) .همچنین کاهش ۵ تا ۱۰ درصدی در غلظت فسفر، پتاسیم، کلسیم، گوگرد، منیزیم، آهن، روی، مس و منگنز در طیف وسیعی از محصولات مشاهده شده است و انتظار می رود این کاهش در محتوای روی، ۱۵۰ تا ۲۰۰ میلیون نفر را در معرض خطر جدید کمبود روی قرار دهد و کمبودهای موجود را تشدید کند(Loladze, I. 2014).

۳-۱ .افزایش قیمت مواد غذایی: پژوهش‌ها حاکی از آن است که تغییرات اقلیمی به‌طور مستقیم منجر به افزایش قیمت مواد غذایی در بازارهای جهانی شده است. این موضوع تأثیرات منفی بر دسترسی به غذا در کشورهای در حال توسعه دارد.(Myers, S. S., et al. 2017)

۴-۱ .تأثیر بر تنوع زیستی: عملکرد محصولات زراعی نسبت به تغییرات دما و دسترسی به آب ، بسیار حساس است (Lobell, D. B. and S. M. Gourdji 2012) .دمای بهینه رشد بسته به ارقام و سایر متغیرهای محیطی متفاوت است (Sánchez, B., et al. 2014)، اما دمای هوا بالاتر از حدود ۳۰ درجه سانتیگراد (۸۶ درجه فارنهایت) عموماً با کاهش عملکرد محصولات دیم همراه است. کاهش تنوع زیستی به‌دلیل تغییرات اقلیمی می‌تواند منجر به کاهش تنوع محصولات کشاورزی و افزایش خطر ناامنی غذایی شود. مطالعات نشان می‌دهد که کاهش تنوع زیستی در زراعت به کاهش بهره‌وری منجر شده است .(Schlenker, W. and M. J. Roberts 2009)

۵-۱ .آفات: تخمین زده می شود که حشرات، پاتوژن ها، قارچ ها و علف های هرز مسئول کاهش تولید محصولات عمده تقریباً ۲۵ تا ۴۰ درصد هستند (Flood, J. 2010) و تلفات سالانه ناشی از آلودگی قارچی به تنهایی باعث کاهش ۸/۵ درصدی در دسترس بودن انرژی جیره جهانی می شود .(Fisher, M. C., et al. 2012) گرم شدن دما باعث افزایش بقای حشرات در زمستان و میزان گیاهخواری می شود. تغییر دما همچنین باعث تغییر در محدوده عرضی آفات و عوامل بیماری زا می شود. محصولات زراعی اغلب فاقد دفاع در برابر آفات و پاتوژن های غیربومی هستند، که نیاز به اصلاح و مدیریت مداوم برای رویارویی با تهدیدات جدید دارند . (Bebber, D. P. 2015)

علاوه بر اثرات تغییر اقلیم، کشاورزان پیش بینی می کنند که افزایش غلظت CO_2 منجر به تغییرات پیچیده در ترکیب علف های هرز و قدرت دفاعی گیاه در برابر آفات و عوامل بیماری زا می شود .(Chauhan, B. S. and K. Ramesh 2015) علاوه بر این، علف‌کش‌ها در کنترل افزایش بیوماس علف‌های هرز ناشی از افزایش غلظت CO 2 کمتر مؤثر هستند (Béné, C., et al. 2016)

۲ .ماهیگیری

اگرچه کشاورزی با توجه به کل انرژی رژیم غذایی بر تولید جهانی غذا غالب است، اما غذاهای دریایی هم در تامین پروتئین، مواد معدنی، ویتامین ها و اسیدهای چرب برای بسیاری از جمعیت ها در سراسر جهان بسارمهم هستند (Béné, C., et al. 2016 ، Beveridge, M. C., et al. 2013، Golden, C. D., et al. 2016و Kawarazuka, N. and C. Béné 2011) برآوردهای اخیر نشان می دهد که کاهش برداشت ماهی باعث آسیب پذیری ۸۴۵ میلیون نفر در برابر کمبود آهن، روی و ویتامین A و ۱.۴ میلیارد نفر در برابر کمبود ویتامین B12 و اسیدهای چرب غیراشباع با زنجیره بلند امگا ۳ خواهد شد (Golden, C. D 2016). تحلیل‌های اخیر پروژه دریای اطراف ما نشان می‌دهد که صید جهانی ماهی از سال ۱۹۹۶ تاکنون ۱.۲۲ میلیون تن (تقریباً ۱ درصد از کل صید جهانی) در سال کاهش یافته است که سه برابر سریع‌تر از آنچه توسط ایالات متحده گزارش شده کاهش یافته است (Pauly, D. and D. Zeller 2016). تجزیه و تحلیل نزدیک به ۵۰۰۰ ماهیگیری در سراسر جهان که ۷۸ درصد از صید جهانی گزارش شده ، نشان داد که ۶۸ درصد از ذخایر ماهی جهانی برای حمایت از حداکثر عملکرد پایدار به زیر اهداف زیست توده کاهش یافته است، و

انتظار می رود تا سال ۲۰۵۰، ۸۸ درصد کمتر از اهداف باشد، که نشان دهنده کاهش در نرخ بهره برداری برای بازسازی ذخایر ماهی مورد نیاز است(Costello, C., et al. 2016) .

۳ .دامپروری

تنش گرمایی عامل اصلی تعیین کننده بهره وری دام است. مطالعات نشان داده اند که افزایش استرس گرمایی در گاو و خوک - با توجه به رویدادهای شدید فردی و تجمع گرمای بیش از حد تاخیر در طول زمان - باعث کاهش بهره وری، مصرف غذا و وزن، شانس بقا و باروری می شود (Nardone, A., et al. 2010وBernabucci, U., et al. 2010) برای طیور، استرس گرمایی باعث کاهش رشد، عملکرد و کیفیت تخم مرغ و گوشت می شود. با این حال، عدم قطعیت زیادی در مورد توانایی سیستم های دام برای انطباق وجود دارد. سیستم های دام به طور کلی نسبت به سیستم های زراعی سازگارتر در نظر گرفته می شوند(Lara, L. J. and M. H. Rostagno 2013)

۴ .اثرات بر امنیت غذایی و تغذیه

در مجموع، تولید جهانی غذا احتمالاً از طریق چندین مسیر مرتبط با تغییرات آب و هوایی که بر کمیت و کیفیت غذای تولید شده در بخش‌های کشاورزی، شیلات و دامداری تأثیر می‌گذارد، تغییر خواهد کرد. اگرچه تعیین کمیت دقیق تأثیرات خالص این تغییرات محیطی خارج از دسترس ما است، چشم‌انداز نگران‌کننده‌ای وجود دارد که ظرفیت ما برای حفظ عرضه کافی از غذاهای مغذی را مختل کند. اگر نتوانیم این کار را انجام دهیم، قدرت خرید جمعیت های ثروتمندتر تضمین می کند که غذا به سمت ثروتمندان جریان می یابد و فقرا را با عرضه ناکافی مواجه می کند. البته، تغذیه و امنیت غذایی نه تنها با عرضه کل تعیین می شود، بلکه با توانایی افراد در دسترسی، استطاعت و استفاده از غذا نیز تعیین می شود. (Barrett, C. B. 2010).

بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعه ساموئل اس. مایرز و همکاران (۲۰۱۷) که تغییرات آب و هوا و سیستم های غذایی جهانی: اثرات بالقوه بر امنیت غذایی و سوء تغذیه مورد بررسی قرار گرفت نتایج نشان داد که تغییرات اقلیمی از طریق کاهش تولید غذا، از دست دادن مواد مغذی و افزایش قیمت‌ها، امنیت غذایی را تهدید می‌کند. به‌ویژه جوامع فقیرتر در معرض خطر بیشتر سوءتغذیه و ناامنی غذایی قرار دارند. اگر اقدام فوری برای مقابله با این چالش‌ها صورت نگیرد، امنیت غذایی جهانی در معرض بحران‌های شدید قرار خواهد گرفت .(Myers, S. S., et al. 2017)

همچنین در مطالعه دیگر از سونیا جی. ورمولن و همکاران (۲۰۱۲) که تغییرات آب و هوا و سیستم های غذایی را مورد بررسی قرار دادند نتایج نشان داد تغییرات اقلیمی به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های جهانی در قرن بیست و یکم شناخته می‌شود. این تغییرات باعث افزایش دما، تغییر در الگوهای بارشی، افزایش آلودگی اوزون در سطح زمین و کاهش تنوع زیستی شده است. این عوامل، به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر تولیدات کشاورزی، ماهیگیری و دامپروری تأثیر می‌گذارند و در نتیجه بر امنیت غذایی و وضعیت تغذیه‌ای افراد آسیب‌پذیر تأثیر منفی می‌گذارند(Vermeulen, S. J., et al. 2012).

نتایج مطالعه براون، ام.ای و همکاران (۲۰۱۵) که تغییرات آب و هوا، امنیت غذایی جهانی و سیستم غذایی ایالات متحده را مورد بررسی قرار دادند نیز با دو نتایج بالا یکسان بود . این نتایج نشان می‌دهد که تغییرات اقلیمی احتمالاً پیشرفت در امنیت غذایی جهانی را با ایجاد اختلال در تولید، کاهش دسترسی محلی به مواد غذایی، افزایش قیمت‌ها، مختل شدن مسیرهای حمل‌ونقل و کاهش ایمنی غذایی تحت تأثیر قرار می‌دهد.(Brown, M. 2015)

نتیجه گیری

نتایج حاصل از بررسی تأثیرات تغییرات اقلیمی بر امنیت غذایی نشان می‌دهد که گرمایش جهانی، افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن و تغییرات الگوهای بارشی، تأثیرات منفی بر کشاورزی، ماهیگیری و دامپروری داشته و می‌تواند به‌طور مستقیم و غیرمستقیم منجر به کاهش تولید غذا، از دست دادن مواد مغذی، و افزایش قیمت مواد غذایی شود(Myers, S. S., et al. 2017).

کاهش عملکرد محصولات زراعی اساسی مانند گندم، برنج و ذرت و از دست دادن مواد مغذی، مانند پروتئین و مواد معدنی از جمله روی و آهن، تهدیدهای عمده‌ای برای امنیت غذایی جهانی به‌شمار می‌آیند. همچنین، افزایش دما و آلودگی اوزون، رشد و بقای آفات و پاتوژن‌ها را افزایش داده و فشار بیشتری بر تولید محصولات کشاورزی وارد می‌کند. در بخش ماهیگیری نیز، کاهش صید و تنوع گونه‌های دریایی تهدیدی جدی برای تامین مواد غذایی و تغذیه به‌ویژه در جوامع وابسته به ماهیگیری محسوب می‌شود.(Pauly, D. and D. Zeller 2016 ،Bebber, D. P. 2015 ،Challinor, A. J., et al. 2014 ،Rosenzweig, C., et al. 2014 و Costello, C., et al. 2016)

همچنین، تأثیرات منفی تغییرات اقلیمی بر دامپروری نیز شامل کاهش بهره‌وری، رشد و باروری حیوانات است. استرس گرمایی به‌ویژه در گاو، خوک و طیور باعث کاهش کیفیت و کمیت محصولات دامی می‌شود(Bernabucci, U., et al. 2010 ، Nardone, A., et al. 2010 و Lara, L. J. and M. H. Rostagno 2013)

در نهایت، این نتایج نشان می‌دهد که اگر اقدامات فوری و مناسبی برای مقابله با این تغییرات انجام نشود، تأثیرات منفی بر امنیت غذایی جهانی و به‌ویژه برای جوامع فقیرتر تشدید خواهد شد و ممکن است بخش‌های آسیب‌پذیر جامعه دچار بحران غذایی و سوءتغذیه شوند.(Barrett, C. B. 2010)

.

منابع

Barrett CB. Measuring food insecurity. Science. 2010;327(5967):825-8.

.Battisti DS, Naylor RL. Historical warnings of future food insecurity with unprecedented seasonal heat. Science. 2009;323(5911):240-4.

.Bebber DP. Range-expanding pests and pathogens in a warming world. Annual review of phytopathology. 2015;53(1):335-56.

.Béné C, Arthur R, Norbury H, Allison EH, Beveridge M, Bush S, et al. Contribution of fisheries and aquaculture to food security and poverty reduction: assessing the current evidence. World development. 2016;79:177-96.

.Bernabucci U, Lacetera N, Baumgard LH, Rhoads RP, Ronchi B, Nardone A. Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. Animal. 2010;4(7):1167-83.

.Beveridge MC, Thilsted S, Phillips M, Metian M, Troell M, Hall S. Meeting the food and nutrition needs of the poor: the role of fish and the opportunities and challenges emerging from the rise of aquaculturea. Journal of fish biology. 2013;83(4):1067-84.

.Brown M. Climate change, global food security, and the US food system. 2015.

.Challinor AJ, Watson J, Lobell DB, Howden SM, Smith D, Chhetri N. A meta-analysis of crop yield under climate change and adaptation. Nature climate change. 2014;4(4):287-91.

.Chauhan BS, Ramesh K. Weed regimes in agro-ecosystems in the changing climate scenario-A review. Indian Journal of Agronomy. 2015;60(4):479-84.

.Costello C, Ovando D, Clavelle T, Strauss CK, Hilborn R, Melnychuk MC, et al. Global fishery prospects under contrasting management regimes. Proceedings of the national academy of sciences. 2016;113(18):5125-9.

.Fisher MC, Henk DA, Briggs CJ, Brownstein JS, Madoff LC, McCraw SL, Gurr SJ. Emerging fungal threats to animal, plant and ecosystem health. Nature. 2012;484(7393):186-94.

.Flood J. The importance of plant health to food security. Food security. 2010;2(3):215-31.

.Golden CD, Allison EH, Cheung WW, Dey MM, Halpern BS, McCauley DJ, et al. Nutrition: Fall in fish catch threatens human health. Nature. 2016;534(7607):317-20.

.Kawarazuka N, Béné C. The potential role of small fish species in improving micronutrient deficiencies in developing countries: building evidence. Public health nutrition. 2011;14(11):1927-38.

.Kogan F, Guo W, Yang W. Near 40-year drought trend during 1981-2019 earth warming and food security. Geomatics, Natural Hazards and Risk. 2020;11(1):469-90.

.Lara LJ, Rostagno MH. Impact of heat stress on poultry production. Animals. 2013;3(2):356-69.

.Lobell DB, Gourdji SM. The influence of climate change on global crop productivity. Plant physiology. 2012;160(4):1686-97.

.Loladze I. Hidden shift of the ionome of plants exposed to elevated CO2 depletes minerals at the base of human nutrition. elife. 2014;3:e02245.

.Manikas I, Ali BM, Sundarakani B. A systematic literature review of indicators measuring food security. Agriculture & food security. 2023;12(1):10.

.Medek D, Schwartz J, Myers S. Rising CO2 poses a threat to global protein intake. Environ Health Perspect. 2017.

.Myers SS, Smith MR, Guth S, Golden CD, Vaitla B, Mueller ND, et al. Climate change and global food systems: potential impacts on food security and undernutrition. Annual review of public health. 2017;38(1):259-77.

.Myers SS, Zanobetti A, Kloog I, Huybers P, Leakey AD, Bloom AJ, et al. Increasing CO2 threatens human nutrition. Nature. 2014;510(7503):139-42.

.Nardone A, Ronchi B, Lacetera N, Ranieri MS, Bernabucci U. Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. Livestock Science. 2010;130(1-3):57-69.

.Niles MT, Ahuja R, Esquivel JM, Mango N, Duncan M, Heller M, Tirado C. Climate change and food systems: Assessing impacts and opportunities. 2017.

.Pauly D, Zeller D. Catch reconstructions reveal that global marine fisheries catches are higher than reported and declining. Nature communications. 2016;7(1):10244.

.Rosenzweig C, Elliott J, Deryng D, Ruane AC, Müller C, Arneth A, et al. Assessing agricultural risks of climate change in the 21st century in a global gridded crop model intercomparison. Proceedings of the national academy of sciences. 2014;111(9):3268-73.

.Sánchez B, Rasmussen A, Porter JR. Temperatures and the growth and development of maize and rice: a review. Global change biology. 2014;20(2):408-17.

.Schlenker W, Roberts MJ. Nonlinear temperature effects indicate severe damages to US crop yields under climate change. Proceedings of the National Academy of sciences. 2009;106(37):15594-8.

.Springmann M, Mason-D'Croz D, Robinson S, Garnett T, Godfray HCJ, Gollin D, et al. Global and regional health effects of future food production under climate change: a modelling study. The Lancet. 2016;387(10031):1937-46.

.Vermeulen SJ, Campbell BM, Ingram JS. Climate change and food systems. Annual review of environment and resources. 2012;37(1):195-222.

.Yuan X, Wang Y, Ji P, Wu P, Sheffield J, Otkin JA. A global transition to flash droughts under climate change. Science. 2023;380(6641):187-91.



The Link Between Climate Change and Food Insecurity: A Systematic Review of Recent Studies

Zahra shademanpur[1]*, Ahmad Badeenezhad[2] , Iman Parseh [2]
[1] Student research committee, Behbahan Faculty of medical sciences, Behbahan, Iran.
[2] Department of Environmental Health Engineering, Behbahan Faculty of Medical Sciences, Behbahan, Iran.
Corresponding: (zahrasdmn@gmail.com)

Abstract

Climate change, as one of the fundamental challenges of the present century, seriously threatens global food security. This research examines the impacts of climate change on food security, studying challenges related to food production, distribution, and access. The aim of this article is to review and analyze existing studies, offer suggestions to address these challenges, and assess the links between climate change and food insecurity based on recent research. This study is a systematic review. Databases such as Google Scholar, PubMed, Scopus, and Web of Science were searched for articles on this topic from 2009 to 2023, using keywords like "Climate Change," "Food Insecurity," "Impact of Climate Change on Agriculture," "Food Security," "Climate Change and Food Production," and "Environmental Changes and Food Systems." The results indicate that climate change has led to reduced agricultural yields, shifts in rainfall patterns, temperature increases, and changes in marine ecosystems, which in turn have caused rising food prices, reduced access to food resources, and worsened malnutrition. To counter these threats, appropriate policies in sustainable agriculture, water resource management, and modern agricultural technologies are essential.

Keywords: "Climate Change" ،"Food Insecurity" ،"Impact of Climate Change on Agriculture" ،"Food Security" ،"Climate Change and Food Production".



تاثیر سقلمه بر تمایل به پرداخت برنج ارگانیک در میان شهروندان خراسان رضوی

محدثه توکلی[۱]، علیرضا کرباسی[۲]

[۱] دانشجوی مقطع دکتری دانشگاه فردوسی مشهد

[۲] استاد و عضو هیئت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

Email: mohaddeseh7310@gmail.com
arkarbasi2002@yahoo.com

چکیده

امروزه افزایش بی‌رویه تخریب محیط‌زیست، آلودگی آب‌های زیرزمینی، افزایش انواع بیماری‌ها و سرطان‌ها ناشی از تولید و مصرف محصولات غیرارگانیک رایج در بازار است. اگر تولید و مصرف محصولات ارگانیک به عنوان درمانی بر مشکلات مذکور باشد؛ با بالارفتن آگاهی‌های عمومی نسبت به استفاده از محصولات سالم در زنجیره غذایی خانواده، نگرانی‌های عمومی مردم نسبت به سلامت و بهداشت مواد غذایی رو به افزایش و مسائلی از قبیل کیفیت و ایمنی مواد غذایی، موردتوجه مصرف‌کنندگان قرار گرفته است. پژوهش حاضر کاربردی، و بر مبنای روش توصیفی از نوع همبستگی می‌باشد. برای جمع‌آوری داده‌ها از پرسشنامه و با توجه به نامحدود بودن جامعه آماری، از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده استفاده شده است. با استفاده از فرمول کوکران جامعه نامحدود، ۲۰۰ نفر از مصرف کنندگان موادغذایی به عنوان حجم نمونه انتخاب شدند. در بررسی تاثیر ناج پیش‌زمینه‌ای بر تمایل به پرداخت پاسخ‌دهندگان نتایج نشان داد کسانی که ناج دریافت کرده‌اند دارای تمایل به پرداخت کمتری می‌باشند. با توجه به نتایج بدست آمده و ضرورت افزایش آگاهی و تولید محصولات ارگانیک و با توجه به کم هزینه بودن و موثر بودن سقلمه‌ها، آن‌ها می‌توانند ابزار موثری برای بهبود نگرش و افزایش آگاهی و تمایل به پرداخت مصرف‌کنندگان نسبت به محصولات ارگانیک محسوب شوند.

واژگان کلیدی: سقلمه زدن، محصولات ارگانیک، WTP

مقدمه

سقلمه[59] از مباحث میان رشته‌ای در حوزه علم اقتصاد و روانشناسی می‌باشد. سقلمه‌زدن عبارت است از: هرجنبه‌ای از ساختار انتخاب که رفتار افراد را با روشی قابل پیشبینی و بدون ممنوعیت گزینه‌ها یا تغییر چشمگیر مشوق‌های اقتصادی تغییر دهد (تیلر و سانستین، ۲۰۰۸). از آنجایی که اتخاذ تصمیم کاملا درست در دنیای پیچیده امروز، کار بسیار دشواری است و هر عاملی می تواند تصمیم ما را تحت تاثیر قرار دهد، سقلمه زدن به بهبود تصمیم‌های پیرامون سلامتی، ثروت، شادی و اینکه چگونه انتخاب و زندگی بهتری داشته باشیم، می‌پردازد. ویژگی‌های سقلمه: ۱- آزادی انتخاب: هدف بسیاری از سقلمه‌ها، زندگی ساده‌تر، ایمن‌تر یا آسانتر مردم می‌باشد. سقلمه‌ها به طور خاص برای حفظ آزادی کامل انتخاب، طراحی شده‌اند. ۲- شفافیت و اثربخشی: هرگونه سقلمه‌ای باید شفاف و روشن باشد. مهم‌ترین مزیت سقلمه‌ها، برخلاف حکم‌ها و ممنوعیت‌ها، این است که از اجبار جلوگیری می‌کنند. با این وجود، آنها هرگز نباید به شکل مخفیانه یا حیله عمل کنند.

ریچارد هال تیلر پژوهشگر اقتصادی و استاد علوم رفتاری اقتصاد در دانشگاه شیکاگو می‌باشد. جایزه نوبل اقتصاد سال ۲۰۱۷ برای کتاب «سقلمه: بهبود تصمیات مربوط به تندرستی، ثروت و خوشبختی» و همچنین برای تلاش‌های مستمر در زمینه رفتارشناسی اقتصادی به این دانشمند هفتاد و دو ساله تعلق گرفته است. تصمیم‌گیری انسان ناقص است. تحقیقات روانشناسی و اقتصاد رفتاری نشان داده است که افراد در هنگام تصمیم‌گیری در معرض تأثیرات مختلف روانی آگاهانه یا ناخودآگاه قرار میگیرند. آنها تحت تأثیر محیط انتخاب هستند (تیلر و همکاران، ۲۰۱۳). به طور سنتی، تلاش‌ها برای تشویق رفتارهای مصرف سالم‌تر شامل تکنیک‌های کاملاً صریح، مانند کمپین‌های بهداشت عمومی و مالیات است (مارتو و همکاران، ۲۰۱۱) که کمترین تأثیر را داشته اند و با مقاومت مصرف‌کنندگانی که احساس می کنند کنترل می‌شوند و آزادی آنها محدود شده است، مواجه می شوند (ایورس و همکاران، ۲۰۱۸). بنابراین حرکت فزاینده‌ای به سمت رویکردهای ضمنی‌تر، مانند تحریک و تلنگر، که استقلال مصرف‌کننده را حفظ می‌کند، مورد نیاز است.

ناج پیش زمینه‌ای نمونه‌ای از یک تکنیک تلنگر است که به خوبی برای محیط رسانه‌های اجتماعی آنلاین مناسب است. آغازگر تصویری شامل نشان دادن چیزی است که افراد را برای انجام یک رفتار خاص آماده یا تشویق می کند (باربوسا و همکاران، ۲۰۲۰). مثلا، برجسته کردن غذاهای سالم در یک برنامه آشپزی می تواند افراد را برای انتخاب غذای سالم تر در یک کار انتخاب غذای بعدی ترغیب کند (فولکورد و همکاران، ۲۰۲۰). به طور مشابه، قرار دادن تصویری از یک غذای خاص (به عنوان مثال، انگور) در پایین بشقاب می تواند انتخاب و مصرف این غذا را آغاز و افزایش دهد (شارپس و همکاران، ۲۰۲۰). با این حال، بازاریابی حول محور افزایش دید برند برای افزایش ترجیحات و یا مصرف محصولات یا خدمات یک شرکت خاص نسبت به رقبای خود، با هدف کلی افزایش درآمد برای آن شرکت است (گائو و همکاران، ۲۰۱۹؛ ترنر و همکاران، ۲۰۱۸). لذا تحقیقات در حوزه بازاریابی، به‌ویژه تکنیک‌های قرار دادن محصول، نشان می‌دهد که تلنگرهای پیش‌زمینه‌ای ظریف می‌تواند به طور بالقوه رفتارهای مصرف سالم‌تری را تشویق کند (گائو و همکاران، ۲۰۱۹؛ شرما و بامب، ۲۰۲۲؛ ویلگاس-ناواس و همکاران، ۲۰۲۰).

اهمیت پرداختن به غذاهای سالم، با توجه به فوائد فراوان محصولات ارگانیک بیش از پیش برای دانشمندان، دولتمردان و مصرف-کنندگان آشکار شده است. امروزه مسائلی از قبیل کیفیت و ایمنی مواد غذایی، موردتوجه مصرف‌کنندگان قرار گرفته است و بر رفتار خرید آنها تأثیر دارد. با توجه به مزایای متعدد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی و امکان بالقوه موجود در کشور برای توسعه تولید

[59] Nudge

و مصرف محصولات سبز، فرصت جدیدی به وجود آمده تا از طریق شناخت نگرش و ادراک مصرف‌کنندگان، بتوان از یک طرف به افزایش شناخت و آگاهی مردم به استفاده از غذاهای سبز کمک نمود و از طرف دیگر با افزایش سطح کیفی محصولات غذایی تولیدی، شاخص‌های بهداشتی جامعه را ارتقاء بخشید. ازطرفی، موفقیت در برنامه‌های توسعه و پذیرش محصولات سبز، نیازمند شناخت و نگرش مصرف‌کنندگان نسبت به این محصولات و بررسی عوامل موثر بر آن می‌باشد، زیرا همانگونه که گفته شد، نگرش مصرف-کنندگان بر روی رفتار آنها تأثیر می‌گذارد. نتایج تحقیقات، اهمیت افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان نسبت به ارزش غذایی محصولات در تغییر رفتارهای مصرفی آنان و توسعه و گسترش تولید و مصرف مواد غذایی سالم را نشان می‌دهد (امیدی و همکاران، ۱۳۹۶).

هاشم‌زاده و همکاران (۲۰۲۲) به بررسی تأثیر تلنگرها بر تمایل مصرف کنندگان به پرداخت برای روغن ذرت اصلاح شده ژنتیکی پرداختند. این مطالعه دو هدف عمده دارد. ابتدا، قصد دارد از اصول اقتصاد رفتاری استفاده کند تا بررسی کند که چگونه می‌تواند بر تمایل مصرف‌کنندگان به پرداخت برای روغن ذرت تراریخته تأثیر بگذارد. برای این منظور، با ارائه اطلاعات مثبت به مصرف کنندگان در مورد محصولات تراریخته و تغییر عبارت برچسب تراریخته، دو حرکت مختلف آزمایش می شود. دوم، تأثیر اعتماد به موسسات غذایی تراریخته، اطلاعات در مورد محصولات تراریخته، و خطر درک شده ناشی از مصرف محصولات تراریخته بر تمایل به پرداخت مصرف‌کننده برای روغن خوراکی تراریخته و اثربخشی هر حرکت را بررسی می‌کند. نتایج مدل‌های لاجیت مختلط نشان می‌دهد که هر دو نوع سقلمه بر ارزش‌گذاری مصرف‌کننده روغن ذرت تراریخته تأثیر معنی‌داری داشتند، در حالی که اثربخشی آنها متفاوت بود. افزایش اعتماد مصرف کننده و اطلاعات باعث افزایش تمایل به پرداخت برای روغن ذرت تراریخته می شود، اما ریسک درک شده تاثیری ندارد.

کی و همکاران (۲۰۲۳) استفاده از ناج پیش‌زمینه‌ای مبتنی بر اینستاگرام برای انتخاب نوشیدنی سالم را مورد مطالعه قرار دادند. در این پژوهش هدف بررسی این موضوع بود که گنجاندن نامحسوس نوشیدنی‌های سالم در پس‌زمینه تصاویر اینستاگرام به طور بالقوه می‌تواند رفتارهای مصرف سالم‌تر را تحریک کند. نتایج نشان داد که نوشیدنی‌های غیرالکلی که در تصاویر پس‌زمینه اینستاگرام گنجانده شده‌اند می‌توانند انتخاب نوشیدنی‌های سالم‌تر را تحریک کنند.

لوپس و همکاران (۲۰۲۳) سقلمه‌ها و غرامت نقدی: ارزیابی شواهد تجربی در مورد کنترل سوزاندن کاه برنج را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که غرامت نقدی و دو نوع تلنگر - هنجارهای اجتماعی با چارچوب مثبت و آگاهی محیطی - به طور قابل‌توجهی سوزاندن پسماند را کاهش می‌دهند. اما تأثیر قوی‌تری از غرامت نقدی نسبت به تلنگرها مشاهده شد و این تأثیرات مکمل یکدیگر هستند. یعنی سیاستگذاران باید از مکمل بودن بین این مداخلات استفاده کنند، به ویژه زمانی که تلنگرهای اطلاعاتی کم هزینه می‌توانند به طور بالقوه اقدامات مضر برای محیط زیست را کاهش دهند.

میشلز و همکاران (۲۰۲۳) به تجزیه و تحلیل مقایسه‌ای از ناج‌های سبز در میان میوه کاران و دانشجویان کشاورزی در آلمان پرداختند. در این مطالعه از دو نوع سقلمه استفاده شده است. سقلمه زدن با حقایق و تصاویر که حاکی از آسیب های زیست محیطی و بهداشتی است که احتمالاً ناشی از نقض قانون فاصله ۱۴ روزه قبل از برداشت است، و سقلمه‌ای با یک مقایسه اجتماعی که نشان می دهد اکثر کشاورزان منطقه از این قانون پیروی می کنند. نتیجه اصلی این که سقلمه زدن یک اثر پیشگیرانه دارد و رفتار عدم انطباق شرکت کنندگان در بازی مدیریت کسب و کار را کاهش می دهد.

چی و همکاران (۲۰۲۲) تلنگرهایی برای مصرف سبزیجات بیشتر و ضایعات غذای کمتر را مورد بررسی قرار دادند. اطلاعات مربوط به هزینه‌های اجتماعی ضایعات مواد غذایی (تحرک شناختی) با تشویق مصرف بیشتر سبزیجات، افزایش ضایعات ناشی از ۵۰ ٪ تحریک سبزیجات را کاهش داد. با این حال، اگر شرکت‌کنندگان اطلاعاتی را دریافت کنند (دومین تلنگر شناختی) که در آن افزایش مصرف سبزیجات برای بهبود سلامت توصیه می‌شود، این اثرات کاهشی ناپدید می‌شوند. نمایش وعده‌های غذایی در بشقاب بزرگ‌تر

(تحرک رفتاری) به‌طور قابل‌توجهی انتخاب اندازه‌های بزرگ‌تر را افزایش داد، که منجر به مصرف سبزیجات بیشتر شد اما تغییری در ضایعات نداشت.

ون‌درلان و اورچولسکا (۲۰۲۲) اثرات تلنگرهای دیجیتالی بر انتخاب غذای سالم را مورد مطالعه قرار دادند. یافته‌ها حاکی از آن است که پیشنهاد یک جایگزین سالم‌تر، رفتار خرید سالم‌تری را تحریک می‌کند، اما یک تلنگر اضافی با تأکید بر سلامت ممکن است این تأثیر را خنثی کند.

روش پژوهش یا مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر با توجه به هدف کاربردی، و بر مبنای روش توصیفی از نوع همبستگی می‌باشد. برای جمع‌آوری داده‌ها از پرسشنامه و با توجه به نامحدود بودن جامعه آماری، از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده استفاده شده است. با استفاده از فرمول کوکران جامعه نامحدود، ۲۰۰ نفر از مصرف کنندگان مواد غذایی در استان خراسان رضوی به عنوان حجم نمونه انتخاب شدند. بخش اول پرسشنامه شامل ۷ سوال جمعیت شناختی (جنسیت، وضعیت تاهل، سن، سطح تحصیلات، شغل، تعداد اعضای خانواده و درآمد و هزینه ماهانه موادغذایی و برنج خانوار) می‌باشد و در بخش دوم آن با استفاده از ۱۹ گویه و طیف ۵ گزینه‌ای لیکرت، با پاسخ‌های (۱ کاملا مخالفم) و (۵ کاملا موافقم)، متغیرهای پژوهش مورد سنجش قرار گرفته است.

برای سنجش میزان تمایل به پرداخت مصرف‌کنندگان ۶ گویه طراحی شده و به صورت طیف ۵ گزینه‌ای لیکرت ارزش‌گذاری و امتیازدهی می‌شود. برای بدست آوردن امتیاز کل، مجموع امتیازات مربوط به تک تک سوالات با هم محاسبه می‌شود. این امتیاز دامنه ای از ۶ تا ۳۰ خواهد داشت. کسب امتیاز بالا در این مقیاس، به معنای تمایل به پرداخت بالاتر در فرد پاسخ دهنده برای محصول موردنظر خواهد بود و برعکس. امتیاز کمتر از ۱۰ یعنی تمایل به پرداخت کم، امتیاز بین ۱۰ تا ۲۰ یعنی تمایل به پرداخت متوسط و امتیاز بین ۲۰ تا ۳۰ به معنای تمایل به پرداخت زیاد می‌باشد (اکبری، ۱۳۹۳).

در این مطالعه از ناج پیش‌زمینه‌ای استفاده شده است. به این صورت که دو نوع پرسشنامه تهیه شده و در پرسشنامه نوع اول سوالات مربوط به تمایل به پرداخت درآخر پرسشنامه قرار گرفته و پاسخ‌دهنده بعد از سوالات مربوط به نگرش، آگاهی و کیفیت ادراک‌شده به سوالات مربوط به تمایل به پرداخت پاسخ می‌دهد، یعنی در واقع ابتدا پاسخ‌دهنده تا حدودی نگرش و آگاهی در رابطه با محصول ارگانیک در ذهن تداعی کرده و سپس تمایل به پرداخت وی مورد سنجش قرار می‌گیرد (گروه رفتار). اما در پرسشنامه نوع دوم برعکس پرسشنامه نوع اول، سوالات مربوط به تمایل به پرداخت در ابتدا پرسشنامه قرار گرفته و پاسخ‌دهنده قبل از سوالات مربوط به نگرش، آگاهی و کیفیت ادراک‌شده به سوالات مربوط به تمایل به پرداخت پاسخ می‌دهد، یعنی در واقع پاسخ‌دهنده بدون هیچ آگاهی و آمادگی ذهنی، ابتدا سوالات مربوط به تمایل به پرداخت را پاسخ داده، سپس سوالات مربوط به نگرش، آگاهی و کیفیت ادراک‌شده را پاسخ می‌دهد (گروه کنترل).

جدول ۱: گروه‌ها در طراحی الگو

نوع گروه	نوع ناج	حجم نمونه
گروه کنترل	بدون دریافت ناج	۱۰۰
گروه رفتار	ناج پیش‌زمینه‌ای	۱۰۰

یافته ها

جدول ۲: ویژگی جمعیت شناختی پاسخ‌دهندگان گروه رفتار

نسبت با سرپرست خانوار	۸۷ درصد تحت تکفل			۱۳ درصد سرپرست خانوار	
جنسیت	۷۹ درصد زن			۲۱ درصد مرد	
وضعیت تاهل	۵۹ درصد متاهل			۴۱ درصد مجرد	
سن	۷۷ درصد بین ۱۵ تا ۳۵ سال			۲۳ درصد بین ۳۵ تا ۶۵ سال	
شغل	۱۴ درصد کارمند	۱۱ درصد آزاد	۱۶ درصد دانشجو	۳۰ درصد خانه-دار	۵ درصد بیکار	۲۴ درصد سایر
تحصیلات	۱ درصد کمتر از سیکل	۱۶ درصد سیکل	۴۹ درصد دیپلم	۲۱ درصد لیسانس	۱۰ درصد فوق لیسانس	۳ درصد دکتری
درآمد ماهانه	۱۶ درصد کمتر از ۲ میلیون	۱۲ درصد بین ۲ تا ۴ میلیون	۳۲ درصد ۴ تا ۷ میلیون	۲۲ درصد ۷ تا ۱۰ میلیون	۱۴ درصد ۱۰ تا ۱۵ میلیون	۴ درصد بیشتر از ۲۰ میلیون

جدول ۳: ویژگی جمعیت شناختی پاسخ‌دهندگان گروه کنترل

نسبت با سرپرست خانوار	۸۴ درصد تحت تکفل			۱۶ درصد سرپرست خانوار	
جنسیت	۸۵ درصد زن			۱۵ درصد مرد	
وضعیت تاهل	۶۹ درصد متاهل			۳۱ درصد مجرد	
سن	۵۹ درصد بین ۱۵ تا ۳۵ سال			۴۱ درصد بین ۳۵ تا ۶۵ سال	
شغل	۲۰ درصد کارمند	۵ درصد آزاد	۱۲ درصد دانشجو	۳۳ درصد خانه-دار	۶ درصد بیکار	۲۴ درصد سایر
تحصیلات	۷ درصد کمتر از سیکل	۲۷ درصد سیکل	۲۶ درصد دیپلم	۲۳ درصد لیسانس	۱۵ درصد فوق لیسانس	۲ درصد دکتری
درآمد ماهانه	۱۶ درصد کمتر از ۲ میلیون	۱۷ درصد بین ۲ تا ۴ میلیون	۲۵ درصد ۴ تا ۷ میلیون	۱۷ درصد ۷ تا ۱۰ میلیون	۱۶ درصد ۱۰ تا ۱۵ میلیون	۹ درصد بیشتر از ۲۰ میلیون

در بررسی تاثیر ناج پیش زمینه ای بر تمایل به پرداخت پاسخ دهندگان در پرسشنامه اول یعنی گروه رفتار که ناج را دریافت کرده-اند، ۳۹ درصد از پاسخ دهندگان دارای تمایل به پرداخت متوسط و ۶۱ درصد دارای تمایل به پرداخت بالا برای محصولات ارگانیک بوده اند و در پرسشنامه دوم یعنی گروه کنترل که ناجی دریافت نکرده اند، ۶۷ درصد از پاسخ دهندگان دارای تمایل به پرداخت متوسط و ۳۳ درصد دارای تمایل به پرداخت بالا برای محصولات ارگانیک بوده¬اند. که این نتیجه نشان می¬دهد کسانی که ناج را دریافت کرده¬اند دارای تمایل به پرداخت کمتری می¬باشند که می¬تواند ناشی از این باشد که در ابتدا نگرشی نسبت به محصولات ارگانیک در ذهن آنها شکل گرفته و چون هم از مزایا و هم از معایب محصولات ارگانیک اگاهی یافتند تمایل به پرداخت آنها را تحت تاثیر قرار داده است. همچنین افراد آگاهی و اطمینان کافی را نسبت به محصولات ارگانیک ندارند.

بحث و نتیجه‌گیری

در بررسی تاثیر ناج پیش¬زمینه¬ای بر تمایل به پرداخت پاسخ¬دهندگان در پرسشنامه اول یعنی گروه رفتار که ناج را دریافت کرده-اند، درصد از پاسخ¬دهندگان دارای تمایل به پرداخت متوسط و ۶۱ درصد دارای تمایل به پرداخت بالا برای محصولات ارگانیک بوده¬اند و در پرسشنامه دوم یعنی گروه کنترل که ناجی دریافت نکرده¬اند، ۶۷ درصد از پاسخ¬دهندگان دارای تمایل به پرداخت متوسط و ۳۳ درصد دارای تمایل به پرداخت بالا برای محصولات ارگانیک بوده¬اند. که این نتیجه نشان می¬دهد کسانی که ناج را دریافت کرده¬اند دارای تمایل به پرداخت کمتری می¬باشند که می¬تواند ناشی از این باشد که در ابتدا نگرشی نسبت به محصولات ارگانیک در ذهن آنها شکل گرفته و چون هم از مزایا و هم از معایب محصولات ارگانیک اگاهی یافتند تمایل به پرداخت آنها را تحت تاثیر قرار داده است. با توجه به نتایج بدست آمده و تمایل به پرداخت پاسخ‌دهندگان برای استفاده از محصولات ارگانیک پیشنهاد می‌شود:

چون هر چه میزان آگاهی و توجه به محصولات ارگانیک توسط مصرف‌کنندگان بالا برود، نگرش در ذهن مصرف‌کنندگان هم مثبت‌تر می‌شود؛ همچنین کیفیت ادراک‌شده و در نتیجه تمایل به پرداخت مصرف‌کننده افزایش می‌یابد، درنتیجه باید آگاهی افراد نسبت به محصولات ارگانیک از طریق دوره‌های آموزشی، برگزاری کنفرانس‌های علمی-فرهنگی و نمایشگاه تجاری، تبلیغات مناسب در شبکه-های اجتماعی، تدوین استانداردها و... افزایش یابد.

با توجه به ویژگی‌های محصولات ارگانیک، افزایش تولید این محصولات می‌تواند ارزش افزوده و اشتغال‌زایی زیادی را نصیب کشور کند و صادرات آن نیز می‌تواند موفق باشد، در نتیجه لازم است توجه بیشتری به این محصولات شود و تمهیدات لازم در جهت افزایش تولید آنها صورت گیرد.

با توجه به کم هزینه بودن و موثر بودن سقلمه‌ها، آن‌ها می‌توانند به طور بالقوه ابزار موثری برای بهبود نگرش و افزایش آگاهی و تمایل به پرداخت نسبت به محصولات ارگانیک محسوب شوند.

منابع

امیدی، ف.، صدرهاشمی، م.، عدنه فر، ع.، و زائنالی، س. ۱۳۹۶. بررسی اثرات تبلیغات تجاری بر نگرش و قصد مصرف کنندگان به خرید محصولات سبز. مجله مطالعات کاربردی در علوم مدیریت و توسعه، ۲ (۵): ۲۹-۵۲.

اکبری، هژیر، ۱۳۹۳، تاثیر ارزش ویژه نام و نشان تجاری بررفتار خرید مصرف کنندگان مواد غذایی (مطالعه موردی: ماکارونی مانا در استان البرز)، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد، رشته مدیریت بازرگانی.

Hashemzadeh, H., Karbasi, A., Mohammadi, H., Firoozzare, A., Boccia, F. 2022. Investigating the Effect of Nudges on Consumers' Willingness to Pay for Genetically Modified Corn Oil .Sustainability, 14(19), 12705; https://doi.org/10.3390/su141912705.

Thaler RH, Sunstein CR. 2008. Nudge: improving decisions about, health, wealth, and happiness. Yale University Press, New, Haven.

Thaler, R.H., Sunstein, C.R., Balz, J.P. 2013. Choice Architecture. In: Shafir, E. (ed.) The Behavioral Foundations of Public Policy, pp. 428–439, Princeton University Press, Princeton.

Qi, D., Li, R., Penn, J., Houghtaling, B., Prinyawiwatkul, W., Brian E. Roe. 2022. Nudging greater vegetable intake and less food waste: A feld experiment. Food Policy. Volume 112, October 2022, 102369.

L.N van der Laan., Orcholska, O. 2022. Effects of digital Just-In-Time nudges on healthy food choice – A feld experiment. Food Quality and Preference.Volume 98, 104535.

Enola Kay, Eva Kemps, Ivanka Prichard, Marika Tiggemann. 2023. Instagram-based priming to nudge drink choices: Subtlety is not the answer. Appetite. Volume 180, 106337.

Adrian A. Lopes., Tasneem, D., Viriyavipart, A. 2023. Nudges and compensation: Evaluating experimental evidence on controlling rice straw burning. Ecological Economics. Volume 204, Part B, 107677.

Barbosa, M. N. D., Pereira, Y. V., & do Amaral Demoly, K. R. 2020. Instagram and its consumption attributes: A content analysis based on the priming effect. REMark, 19 (3), 560.

Folkvord, F., Anschütz, D., & Geurts, M. 2020. Watching TV cooking programs: Effects on actual food intake among children. Journal of Nutrition Education and Behavior, 52 (1), 3–9.

Sharps, M. A., Thomas, E., & Blissett, J. M. 2020. Using pictorial nudges of fruit and vegetables on tableware to increase children's fruit and vegetable consumption. Appetite, 144, Article 104457.

Guo, F., Ye, G., Hudders, L., Lv, W., Li, M., & Duffy, V. G. 2019. Product placement in mass media: A review and bibliometric analysis. Journal of Advertising, 48(2), 215–231.

Sharma, S., & Bumb, A. 2022. Product placement in entertainment industry: A systematic review. Quarterly Review of Film and Video, 39(1), 1–17.

Villegas-Navas, V., Montero-Simo, M.-J., & Araque-Padilla, R. A. 2020. The effects of foods embedded in entertainment media on children's food choices and food intake: A systematic review and meta-analyses. Nutrients, 12(4), 964.

Turner, C., Aggarwal, A., Walls, H., Herforth, A., Drewnowski, A., Coates, J., & Kadiyala, S. 2018. Concepts and critical perspectives for food environment research: A global framework with implications for action in low-and middle-income countries. Global Food Security, 18, 93–101.

Evers, C., Marchiori, D. R., Junghans, A. F., Cremers, J., & De Ridder, D. T. D. 2018. Citizen approval of nudging interventions promoting healthy eating: The role of intrusiveness and trustworthiness. BMC Public Health, 18(1).

Marteau, T. M., Ogilvie, D., Roland, M., Suhrcke, M., & Kelly, M. P. 2011. Judging nudging: Can nudging improve population health? BMJ, 342, d228.

Michels, M., Luo, H., Weller von Ahlefeld, P., Mußhoff, O. 2023. Compliance with pre-harvest interval rules in apple production—A comparative analysis of green nudges among fruit growers and agricultural students in Germany. Journal of Behavioral and Experimental Economics 102 (2023) 101963.



The effect of nudging on the willingness to pay for organic rice among the citizens of Razavi Khorasan

Mohaddeseh Tavakkoli[1], Alireza Karbasi[2]

PhD student of Ferdowsi University of Mashhad[1]

Professor and member of the Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad[2]

Email: mohaddeseh7310@gmail.com

arkarbasi2002@yahoo.com

Abstract

Today, the excessive increase in environmental destruction, groundwater pollution, and the increase in various diseases and cancers are caused by the production and consumption of non-organic products common in the market. If the production and consumption of organic products is a cure for the mentioned problems; With the rise of public awareness about the use of healthy products in the family food chain, people's general concerns about the health and hygiene of food are increasing, and issues such as food quality and safety have been brought to the attention of consumers. The current research is applied and based on descriptive method of correlation type. A simple random sampling method was used to collect data from the questionnaire and due to the unlimitedness of the statistical population. Using Cochran's unlimited population formula, 200 food consumers were selected as the sample size. In the study of the effect of the background savior on the respondents' willingness to pay, the results showed that those who have received a savior have a lower willingness to pay. According to the results obtained and the need to increase awareness and production of organic products, and considering the low cost and effectiveness of the scalma, they can be an effective tool to improve the attitude and increase the awareness and willingness of consumers to pay. considered organic products.

Keywords: Nudging, organic products, WTP

تأثیرات فیزیولوژیکی آنتی‌بیوتیک‌ها بر محصولات کشاورزی: مطالعه موردی گوجه‌فرنگی

پروا اسدی، سیّد یحیی صالحی‌لیسار و علی موافقی

گروه زیست‌شناسی گیاهی، سلولی و مولکولی، دانشکده علوم طبیعی، دانشگاه تبریز، ایران.

*نویسنده مسوول: asadi.p1991@gmail.com

چکیده

این مطالعه به بررسی تأثیر فیزیولوژیکی آنتی‌بیوتیک سفازولین بر گیاه زراعی گوجه‌فرنگی در شرایط هیدروپونیک و با غلظت‌های مختلف (۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) پرداخته است. نتایج نشان می‌دهند که دوزهای ۳۰ و ۶۰ میلی‌گرم در لیتر سفازولین به طور قابل‌توجهی موجب کاهش میزان جوانه‌زنی و تأثیرات منفی بر وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی گیاه شده‌اند که این امر نشان‌دهنده اثرات سمی سفازولین بر فرایندهای متابولیک است. کاهش معنی‌دار کلروفیل a در غلظت ۳۰ میلی‌گرم بر لیتر بیانگر تأثیر این ترکیب بر سنتز یا تخریب این رنگدانه است، درحالی‌که در غلظت‌های بالاتر، عدم تأثیر معنی‌دار احتمالاً به دلیل سمیت و آسیب به متابولیسم گیاه است. در نهایت، این پژوهش نشان می‌دهد که تأثیر سفازولین بر متابولیسم رنگیزه‌های فتوسنتزی در گوجه‌فرنگی به غلظت این ترکیب وابسته است. همچنین، نتایج نشان می‌دهند که با افزایش غلظت سفازولین، جذب آن در ریشه و اندام هوایی افزایش می‌یابد، اما میزان آن در اندام هوایی همیشه کمتر از ریشه باقی می‌ماند.

واژگان کلیدی: اثرات سفازولین، رشد گیاه، غلظت‌های مختلف، فیزیولوژی، جذب آنتی‌بیوتیک.

مقدمه

آنتی‌بیوتیک یا پادزیست، ماده‌ای است که از میکروارگانیسم‌ها تولید می‌شود و قادر است رشد سایر میکروارگانیسم‌ها را متوقف کرده یا آنها را نابود کند (Mana et al,2021). در میان داروهایی که به‌صورت خودسرانه مصرف می‌شوند، مسکن‌ها و آنتی‌بیوتیک‌ها بیشترین سهم را دارند. نکته قابل‌توجه این است که تنها حدود ۱۰ درصد از آنتی‌بیوتیک‌های مصرف شده در بدن موجودات زنده متابولیزه می‌شوند و مابقی بدون تغییر باقی می‌مانند. باوجود مزایای فراوان آنتی‌بیوتیک‌ها در درمان بیماری‌های مختلف، استفاده گسترده از آنها پیامدهای زیست‌محیطی نامطلوبی به همراه دارد. این داروها می‌توانند فرایند تصفیه فاضلاب و اکولوژی میکروبی آب‌های سطحی را مختل کنند و باعث شیوع باکتری‌های مقاوم در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شوند (ناصح و همکاران، ۱۳۹۴).گسترش باکتری‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک، علاوه بر تخریب محیط‌زیست، می‌تواند عواقب غیرمنتظره‌ای برای انسان و حیوانات داشته باشد. ورود آنتی‌بیوتیک‌ها به آب‌وخاک ممکن است به دو صورت بر محیط‌زیست تأثیر بگذارد:

۱. تأثیر مستقیم بر باکتری‌های دخیل در چرخه‌های طبیعی اکوسیستم مانند تثبیت نیتروژن، احیای سولفات، چرخه نیترات و متانوژنز.

۲. تأثیر غیرمستقیم از طریق پدیده انتقال افقی ژن که حتی در غلظت‌های پایین (در حد میکروگرم بر لیتر) می‌تواند باعث بروز مقاومت، تغییرات ژنتیکی و فنوتیپی شود یا بر فعالیت‌های فیزیولوژیکی مختلف باکتری‌ها اثر بگذارد (حقیقی‌پوده و همکاران، ۱۳۹۸).

آنتی‌بیوتیک‌ها به دلیل نیمه‌عمر طولانی و ماندگاری بالا، و همچنین ناتوانی تصفیه‌خانه‌ها در حذف کامل آنها، وارد منابع آب می‌شوند. این امر باعث می‌شود که انسان‌ها به دو طریق در معرض این مواد قرار گیرند:

۱. مصرف مستقیم از طریق آب آشامیدنی

۲. مصرف غیرمستقیم از طریق محصولات کشاورزی آبیاری شده با آب‌های آلوده

این مسئله سلامت انسان‌ها را به خطر می‌اندازد. یکی از پیامدهای مهم این وضعیت، پدیده "مقاومت آنتی‌بیوتیکی" است. در این حالت، باکتری‌های هدف آنتی‌بیوتیک‌ها دچار جهش می‌شوند و اثربخشی دارو کاهش می‌یابد. در نتیجه، آنتی‌بیوتیک‌های معمولی و ارزان‌تر دیگر مؤثر نیستند و نیاز به تحقیق و تولید آنتی‌بیوتیک‌های جدید و گران‌تر به وجود می‌آید (Rahman, 2023).

منابع اصلی آلودگی محیط با باقی‌مانده‌های دارویی عبارت‌اند از:

۱. انسان‌ها و حیوانات: به دلیل مصرف بالای دارو

۲. صنعت فراوری مرغ و گوشت: افزایش غلظت مواد دارویی در فاضلاب و آب‌های سطحی

۳. کشاورزی: استفاده از داروها برای کنترل بیماری‌های باکتریایی گیاهان از طریق تزریق و مرطوب کردن خاک

۴. استفاده از کودهای حیوانی و مواد آلی آلوده به دارو در اصلاح خاک

انتقال این داروها به چرخه آب از طریق سه مسیر اصلی صورت می‌گیرد: رانش و رواناب سطحی پس از بارندگی و آبیاری، می‌توانند موجب شسته شدن بقایای دارو در لایه‌های عمیق خاک شوند (Hubeny et al, 2021). در صنعت دامپروری و مرغداری، آنتی‌بیوتیک‌ها به‌عنوان مکمل به خوراک دام و طیور اضافه می‌شوند که این حیوانات بعداً به‌عنوان منبع غذایی انسان مصرف می‌شوند (Kumar et al,2005). جذب آنتی‌بیوتیک‌ها در روده دام کامل نیست و بخش قابل‌توجهی از آن‌ها از طریق ادرار و مدفوع دفع می‌شود که این مواد دفع شده تبدیل به کود حیوانی می‌گردند. استفاده از این کودهای آلوده در مزارع، باعث افزایش ژن‌ها و پلاسمیدهای مقاوم به آنتی‌بیوتیک در جمعیت میکروبی خاک می‌شود (محمدزاده و همکاران، ۱۳۹۷). این چرخه منجر به گسترش مقاومت آنتی‌بیوتیکی در محیط‌زیست می‌شود و می‌تواند در نهایت بر سلامت انسان تأثیر بگذارد. بررسی آلودگی‌های دارویی در محیط‌زیست از اهمیت بسیاری برخوردار است، زیرا ورود آلاینده‌های دارویی به چرخه غذایی می‌تواند به بروز مقاومت دارویی منجر شود. این موضوع نه‌تنها تهدیدی برای تنوع زیستی و سلامت اکوسیستم‌ها به شمار می‌آید، بلکه پیامدهای خطرناکی را نیز به دنبال دارد. از جمله این پیامدها می‌توان به خطرات زیست‌محیطی اشاره کرد که ممکن است شامل اختلال در عملکرد میکروارگانیسم‌های خاک و آب باشد، همچنین خطرات پزشکی که می‌تواند سلامت انسان‌ها را تحت‌تأثیر قرار دهد، از جمله افزایش بیماری‌ها و مشکلات درمانی به دلیل مقاومت دارویی؛ لذا شناسایی و مدیریت این آلودگی‌ها برای حفاظت از محیط‌زیست و سلامت عمومی حیاتی است. شرایط خطرناک شامل رشد گیاهان در خاک‌های به‌شدت آلوده و آبیاری گیاهان با منابع آبی آلوده است که می‌تواند برای سلامت انسان مخاطرات جدی به همراه داشته باشد. این خطرات ناشی از تجمع داروها در گیاهان خوراکی و خطرات ناشناخته‌ای است که برای مصرف‌کنندگان این گیاهان وجود دارد (Chen et al,2017). به‌طورکلی، بیش از ٪۹۵ از سبزیجات تازه در خاک‌های اصلاح‌شده با کودهای حیوانی تولید می‌شوند و تقریباً تمام گیاهان مقداری آنتی‌بیوتیک را از این کودها جذب می‌کنند. مصرف این سبزیجات می‌تواند خطرات عمومی را به همراه داشته باشد، ویژه برای گروه‌های در معرض خطر بیشتری مانند افرادی که به آنتی‌بیوتیک‌ها حساسیت دارند (Kumar et al,2005).

آنتی‌بیوتیک‌ها می‌توانند اثرات جدی بر سلامت انسان‌ها داشته باشند که منجر به معرفی حداکثر باقی‌مانده[60] در قوانین ایمنی مواد غذایی شده است. قرارگرفتن طولانی‌مدت در معرض آنتی‌بیوتیک‌ها با اختلال در سیستم ایمنی، مشکلات گوارشی ناشی از تخریب فلور روده، مشکلات کلیوی و حتی اثرات سرطان‌زا همراه است (Ghimpeteanu et al,2022). ظهور عواقب باقی‌مانده آنتی‌بیوتیک‌ها در محیط‌زیست نگرانی روبه‌رشدی است که هنوز به طور کامل شناخته نشده. اما این مسئله می‌تواند بر وقوع اثرات منفی مانند واکنش‌های آلرژیک - کهیر، شوک آنافیلاکتیک و همچنین اثرات سمی به دلیل مصرف طولانی‌مدت مقادیر بسیار کم‌تأثیر بگذارد (Azanu et al,2016).

جذب آنتی‌بیوتیک در گیاهان میان ۰/۱ تا ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر اندازه‌گیری شده است. به گزارش‌های اخیر، داروها توسط گیاهان جذب می‌شوند. از این طریق به زنجیره غذایی وارد و به بدن انسان و حیوان منتقل می‌شوند. سمیت دارویی در برخی گیاهان نیز گزارش شده است (معدنی ملاک و همکاران، ۱۳۹۸).گیاهان جزئی از جذب باقی‌مانده آنتی‌بیوتیک‌ها شناخته می‌شوند. شایع‌ترین گیاهان غلاتی هستند مانند گندم، برنج، جو و ذرت. تحقیقات نشان می‌دهد جذب آنتی‌بیوتیک در محصولات زراعی با استفاده از پساب بیشتر از کودگیری است. چون محصولات آبیاری‌های مداومی دارند و امکان جذب بقایا بیشتری دارند (Ghimpeteanu et

[60] Maximum Residue Limits (MRL)

al,2022). قرارگرفتن در معرض آنتی‌بیوتیک‌ها می‌تواند رشد گیاه را تحت‌تأثیر قرار دهد. از طریق آسیب مستقیم به گیاه و تأثیر ضدمیکروبی بر میکروبیوم گیاه و خاک نیز می‌تواند هم‌زیستی آن را تحت‌تأثیر قرار دهد (Bartrons et al,2017). تمام این‌ها نگرانی‌هایی را برای مردم، جانوران و محیط‌زیست پدید آورده است. باید راه‌حل‌هایی پیدا شود تا از این آسیب‌پذیری‌ها جلوگیری به عمل آید. گوجه‌فرنگی به‌عنوان یکی از محبوب‌ترین میوه‌های دنیا شناخته می‌شود. این محصول به دلیل خواص غنی سلامتی‌اش بسیار مهم است. گوجه‌فرنگی حاوی لیکوپن قدرتمندی است که می‌تواند رادیکال‌های آزاد کشنده را خنثی کند. همچنین خاصیت ضدسرطانی دارد که امیدوارکننده است. به همین دلیل به‌عنوان میوه‌ای سلامت بخش برای بیماری‌هایی مانند سرطان معده، ریه و پروستات شناخته می‌شود (مجد و همکاران، ۱۳۹۸). اما نگرانی‌هایی وجود دارد که آلودگی خاک و آب با داروها می‌تواند این محصول را تحت‌تأثیر قرار دهد.

آنتی‌بیوتیک سفازولین یکی از آنتی‌بیوتیک‌های تزریقی پرکاربرد است که به‌ویژه در درمان عفونت‌های باکتریایی در دام‌ها و حیوانات مختلف مورداستفاده قرار می‌گیرد. این دارو با نیمه‌عمر بین ۹۰ تا ۱۵۰ دقیقه در بدن متابولیزه می‌شود و برای حفظ کارایی آن، لازم است که به‌دقت دوزهای مربوطه تجویز گردد. بخشی از جالب‌توجه در استفاده از سفازولین، دفع بالای آن به‌صورت دست‌نخورده از طریق ادرار (حدود ۸۰ درصد) است که می‌تواند تأثیراتی در محیط‌زیست داشته باشد. در کشاورزی، این آنتی‌بیوتیک به‌منظور ارتقای سلامت حیوانات و پیشگیری از عفونت‌های باکتریایی شامل بیماری‌های ناشی از پاتوژن‌های باکتریایی مختلف، همچون لکه باکتریایی برگ، پژمردگی باکتریایی و پوسیدگی طوقه، استفاده می‌شود (آرمان و همکاران، ۱۴۰۱).
هدف این پژوهش بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف سفازولین بر جوانه‌زنی و رشد گوجه‌فرنگی، تأثیرات آن بر رنگیزه‌های فتوسنتزی و همچنین تعیین محل تجمع سفازولین در بافت گیاهی است. فرضیه اصلی این مطالعه این است که غلظت‌های بالای سفازولین می‌تواند تأثیر منفی بر رشد و عملکرد گوجه‌فرنگی داشته باشد و به تجمع این آنتی‌بیوتیک در بافت‌های گیاهی منجر شود. نتایج این مطالعه می‌تواند درک بهتری از اثرات آنتی‌بیوتیک‌ها بر گیاهان زراعی و به‌ویژه گوجه‌فرنگی ارائه دهد و زمینه را برای مدیریت پایدار استفاده از این داروها در بخش کشاورزی فراهم سازد.

روش پژوهش یا مواد و روش‌ها

بذرهای گوجه‌فرنگی از مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان شرقی تهیه و در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. بذرها به مدت ۱۰ دقیقه در محلول هیپوکلریت ۱۰ درصد ضدعفونی و سپس با آب مقطر شسته شدند. پرلیت نیز برای حذف آلودگی‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد استریل شد. محلول غذایی هوگلند با pH بین ۵/۵ تا ۶/۵ تهیه گردید (سیلسپور، ۱۳۹۸). جهت تعیین ظرفیت مزرعه‌ای پرلیت، سه استوانه سوراخ‌دار پرلیت پر شد و پس از ۲۴ ساعت، وزن آن اندازه‌گیری و میانگین محاسبه گردید. بذرها در شرایط مرطوب با غلظت‌های مختلف سفازولین (۰، ۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ ppm) تیمار شدند و پس از جوانه‌زنی در گلدان‌های پرلیت کاشته و به مدت ۳۵ روز با محلول‌های غذایی مختلف آبیاری شدند. گیاهان پس از ۳۵ روز برداشت و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری و به دو بخش ریشه و اندام هوایی تقسیم شدند.
برای اندازه‌گیری شاخص‌های رشدی گیاه، وزن تر، وزن خشک و طول اندام هوایی و ریشه تعیین شدند. این شاخص‌ها اطلاعاتی درباره وضعیت رشد و توسعه گیاه ارائه می‌دهند.
سنجش رنگیزه‌های فتوسنتزی، شامل کلروفیل و کارتنوئیدها، با استفاده از روش Lichtenthaler انجام شد. در این روش، عصاره‌ها با استفاده از استون ۸۰ درصد تهیه شده و سپس جذب نوری آن‌ها در طول‌موج‌های مشخص اندازه‌گیری شد تا میزان رنگیزه‌ها مشخص گردد.

در این مطالعه، برای شناسایی و حذف مقادیر پرت از آزمون گربس (Grubb's Test) و کاهش تأثیر منفی آن‌ها بر نتایج استفاده شد. سپس، آنالیز واریانس (ANOVA) برای بررسی تفاوت‌های معنی‌دار میانگین گروه‌ها به کار رفت و در صورت وجود تفاوت، آزمون چند دامنه Tukey برای مقایسه زوجی گروه‌ها به کار گرفته شد. تحلیل‌های آماری با نرم‌افزار SPSS و برای ارائه نتایج بصری از نمودارهای نرم‌افزار Microsoft Excel 2016 استفاده شد. سطح معنی‌داری ۵٪ (p-value) تعیین شد.

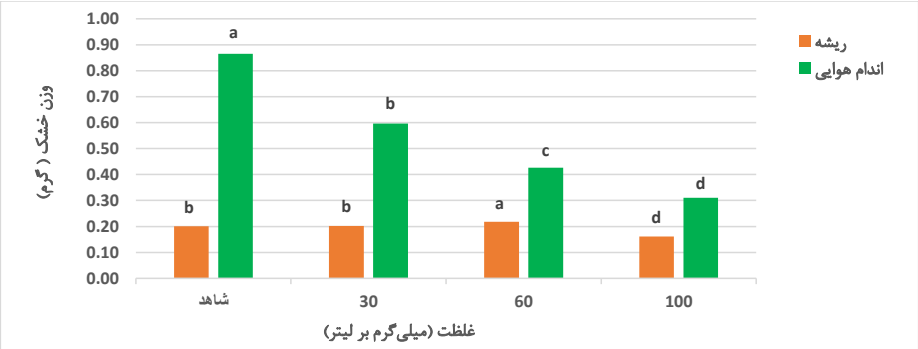
یافته‌ها

نتایج آنالیز واریانس و آزمون Tukey نشان می‌دهد که درصد جوانه‌زنی بذر گوجه‌فرنگی در گروه شاهد (۶۰/۷۸٪) به طور معنی‌داری بالاتر از گروه‌های ۳۰ و ۶۰ میلی‌گرم بر لیتر سفازولین است، درحالی‌که تفاوت معنی‌داری با گروه ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر وجود ندارد. تیمار با سفازولین موجب کاهش میانگین تعداد کل گیاهچه و افزایش طول ریشه به ترتیب ۱۹، ۵۶ و ۶۹ درصد نسبت به شاهد، و کاهش طول اندام هوایی و وزن تر ریشه به میزان ۲۱ تا ۵۰ درصد شد (نمودار ۱).



نمودار ۱. میانگین طول ریشه و اندام هوایی گیاه گوجه‌فرنگی تحت تیمار غلظت‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سفازولین.

همچنین، وزن تر اندام هوایی با غلظت‌های مختلف سفازولین نیز به طور قابل‌توجهی کاهش یافت (۵۸ تا ۷۹ درصد). این تغییرات به اثرات منفی سفازولین بر جذب آب، مواد مغذی، رشد و فرایندهای فتوسنتزی در گیاه نسبت داده می‌شود (نمودار ۲).



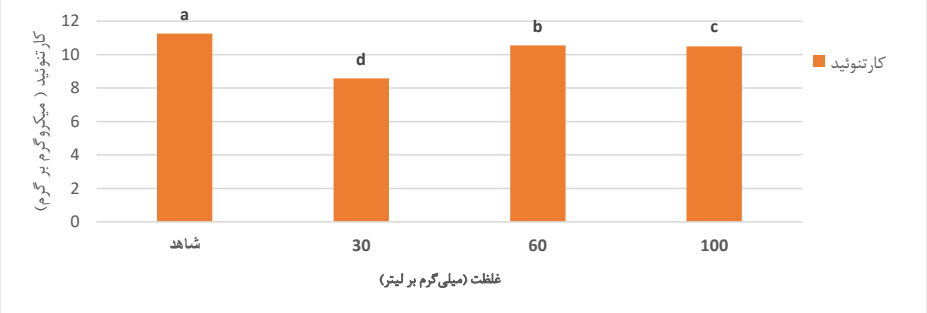
نمودار ۲. میانگین وزن تر ریشه و اندام هوایی گیاه گوجه‌فرنگی را تحت تیمار غلظت‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سفازولین.

نتایج نشان می‌دهد که سفازولین بر محتوای کلروفیل و کارتنوئیدهای گیاه گوجه‌فرنگی تأثیرات مختلفی دارد که وابسته به غلظت است. استفاده از دوز ۳۰ میلی‌گرم بر لیتر سفازولین باعث کاهش قابل‌توجهی در میانگین کلروفیل a و محتوای کلروفیل b نسبت به گروه شاهد شد که احتمالاً ناشی از اثر سمی این ماده بر سیستم فتوسنتزی و تخریب کلروپلاست‌ها است. در غلظت ۶۰ میلی‌گرم بر لیتر، برخلاف کاهش در غلظت کلروفیل a ، کلروفیل b به میزان ۲۵ درصد افزایش یافت که ممکن است به تحریک رشد و تقسیم سلولی مربوط باشد. در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم، هیچ تأثیری بر محتوای کلروفیل b مشاهده نشد، دلالت بر تعادل اثرات مثبت و منفی این غلظت دارد. علاوه بر این، محتوای کارتنوئید در تیمار ۳۰ میلی‌گرم بر لیتر به طور معناداری کمتر از تیمارهای ۶۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بود (نمودار ۳).



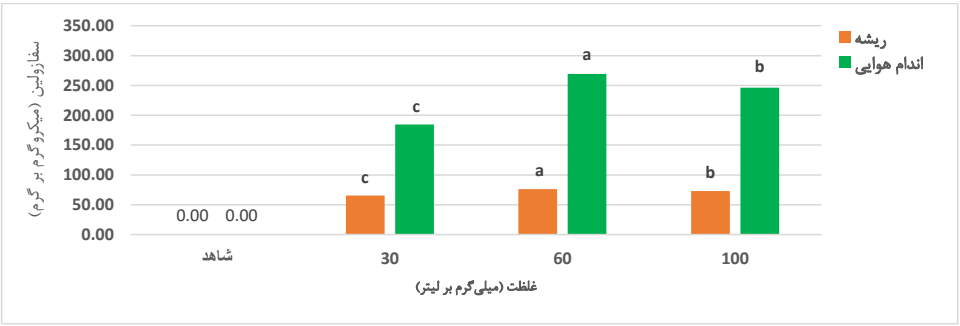
نمودار ۳. میانگین مقدار کلروفیل a و b کل در گیاه گوجه‌فرنگی تحت تیمار غلظت‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سفازولین.

افزایش غلظت از ۳۰ به ۶۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم منجر به کاهش معنی‌دار در محتوای کارتنوئید شد، اما تفاوتی بین ۶۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم مشاهده نگردید. این مطالعه بیانگر اثر مهارکنندگی سفازولین بر بیوسنتز و تجمع کارتنوئیدها در گوجه‌فرنگی و وابستگی این تأثیر به غلظت دارو است (نمودار ۴).



نمودار ۴. میانگین مقدار کارتنوئید کل گیاه گوجه‌فرنگی تحت تیمار غلظت‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سفازولین.

مقدار سفازولین در بافت تر ریشه گوجه‌فرنگی در نمونه شاهد صفر بود. این نشان می‌دهد که در شرایط طبیعی و بدون قرارگرفتن در معرض سفازولین، مقدار سفازولین در ریشه گوجه‌فرنگی صفر است. مقدار سفازولین در بافت تر اندام هوایی گوجه‌فرنگی در نمونه شاهد صفر است. این نشان می‌دهد که در شرایط طبیعی و بدون قرارگرفتن در معرض سفازولین، هیچ مقداری از این ماده در اندام هوایی گوجه‌فرنگی وجود ندارد (نمودار ۵).



نمودار ۵. میانگین مقدار سفازولین در ریشه و اندام هوایی گیاه گوجه‌فرنگی تحت تیمار غلظت‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سفازولین.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان می‌دهند که سفازولین تأثیرات منفی بر جوانه‌زنی، رشد و محتوای کلروفیل و کارتنوئیدهای گیاه گوجه‌فرنگی دارد، و این تأثیرات به غلظت ماده بستگی دارد. در غلظت‌های پایین (۳۰ میلی‌گرم بر لیتر)، سفازولین منجر به کاهش قابل‌توجه در محتوای کلروفیل و کارتنوئیدها شد، درحالی‌که در غلظت ۶۰ میلی‌گرم بر لیتر، برعکس، افزایش موقتی در کلروفیل b مشاهده گردید. غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم تأثیری بر محتوای کلروفیل b نداشت و دلالت بر تعادل اثرات مثبت و منفی داشت. همچنین، سفازولین موجب کاهش قابل‌توجه وزن تر اندام‌های هوایی و ریشه‌ها و تغییرات منفی در فرایندهای جذب آب و مواد مغذی در گیاه شد. به‌طورکلی، این مطالعه اهمیت بررسی دقیق اثرات دوزهای مختلف سفازولین بر گیاهان را نشان می‌دهد. به‌طورکلی، نتایج این مطالعه نشان می‌دهند که گیاه گوجه‌فرنگی قادر به جذب و ذخیره سفازولین در ریشه‌های خود است. در نمونه‌های شاهد، مقدار سفازولین در بافت تر اندام هوایی، صفر ب که ه نشان‌دهنده عدم حضور این ماده در شرایط طبیعی است. با افزایش غلظت سفازولین، گرچه گیاه توانایی انتقال آن به اندام هوایی را دارد، اما این افزایش جذب می‌تواند به حدی برسد که منجر به بروز اثرات سمی بر گیاه شود. بنابراین، این مطالعه نشان می‌دهد که دقت در مدیریت غلظت سفازولین برای حفظ سلامت و رشد گیاهان ضروری است.

منابع

آرمان، م. برقعی، س.م. حسنی، ا.ح. احسانی، م. ۱۴۰۱. حذف آنتی‌بیوتیک سفازولین با استفاده از رزین پلی آنیلین - پلی‌اتیلن گلایکول از محیط آبی. مجله آب و فاضلاب، دوره ۳۳، شماره ۲، صفحه ۳۱-۴۸.

حقیقی‌پوده، ث. سفیدبخت، ی. کوچک‌زاده، ح. ۱۳۹۸. آلودگی ناشی از آنتی‌بیوتیک‌ها بر محیط‌زیست. نشریه نشا، علم، سال نهم، شماره ۲.

سیلسپور، م.۱۳۹۸.راهنمای تهیه و استفاده از محلول‌های غذایی برای کشت سبزی‌های گلخانه‌ای در سیستم کشت هیدروپونیک. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی مؤسسهٔ تحقیقات خاک و آب. نشریهٔ فنی: ۵۸۰

مجد، ا، پور محمد فتالی، ش.، میرزایی، م. (۱۳۸۹). بررسی اثرات برخی از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی بر رویان‌زایی پیکری و بافت‌شناسی مراحل آن در گیاه گوجه‌فرنگی واریته Y. فصلنامه پژوهش‌های علوم گیاهی، شماره پیاپی ۲۰، سال پنجم، شماره ۴.

محمدزاده، م. قاسمیان رودسری، ف. حسنی، ا. زمانی، عباسعلی. ۱۳۹۷. آنتی‌بیوتیک‌های دام و طیور، انتشار در محیط‌زیست و تأثیر آن بر سلامت خاک، گیاه و انسان. فصلنامه انسان و محیط‌زیست، شماره ۶۰، صفحه ۳۷-۶۱.

معدنی ملاک، آ. لکزیان، ا. خداوردی، ا. حق‌نیا، غ. ۱۳۹۸. بررسی جذب مواد دارویی تتراسایکلین و تریکلوزان در گیاه تربچه. شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه زنجان.

ناصح، ن. باریک‌بین، ب. تقوی، ل. ناصری، م.ع. ۱۳۹۵. تأثیرات مخرب آلودگی آنتی‌بیوتیک‌ها بر محیط‌زیست و بررسی کارایی روش‌های مختلف در حذف آن‌ها از پساب آلوده. فصلنامه پرستار و پزشک در رزم، سال ۴، شماره ۱۰ و ۱۱.

Azanu, D., Mortey, C., Darko, G., Weisser, J.H., Styrishave, B., Clement Abaidoo, R. (2016). Uptake of antibiotics from irrigation water by plants. Chemosphere. 157: 107-114.

Bartrons, M., Penuelas, J. (2017). Pharmaceuticals and personal-care products in plants in Trends in plant science, vol.22. 194-203.

Chen, H.R., Rairat, T., Loh, S.H., Wu, Y.C., Vickroy, T.W., Chou, C.C. (2017). Assessment of veterinary drugs in plants using pharma co kinetic approaches: The absorption, distribution and elimination of tetracycline and sulfamethoxazole in ephemeral vegetables. PLoS ONE 12(8): e 0183087. Journal. pone. 0183087.

Ghimpeteanu, O.M., Pogurschi, E.N., Popa, D.C., Dragomir, N. Dragotoiu, T., Mihai, O.D., Petcu, C.D. (2022). Antibiotic use in livestock and residues in food- A Public Health Threat. A Review. Foods, 11, 1430.

Hubeny, J., Harnisz, M., Korzeniewska, E., Buta, M., Zielinski, W., Rolbiecki, D. Giebultowicz, J. Nalecz Jawecki, G., Plaza, G. (2021). Industrialization as a source of heavy metals and antibiotics which can enhance the antibiotic resistance in wastewater, sewage sludge and river water. PLoS ONE 16(6): e0252691. Journal. Pone. 0252691.

Kumar, K., Gupta, S.C., Baidoo, S.K., Chander, Y., Rosen, C.J. (2005). Antibiotic uptake by plants from soil fertilized with animal manure. Journal of Environmental Quality. 34: 2082-2085.

Lichtenthaler, H.K. (1987). Chlorophylls and carotenoids, pigments of photosynthetic membranes. Method in Enzymology. 148: 350-382.

Mann, A., Nehra, K., Rana, J.S., Dahiya, T. (2021). Antibiotic upsurge in resistance. Current Research in Microbial Sciences. 2. 100030.

Rahman, S. (2023). A parallel and silent emerging pandemic: Antimicrobial resistance (AMR) amid COVID-19 pandemic. Journal of Infection and public Health. 16: 611-617.



Physiological Effects of Antibiotics on Agricultural Products: A Study on Tomato

Parva Asadi, Seyyed Yahya Salehi Lisar, Ali Movafeghi
Department of Plant, Cell and Molecular Biology, Faculty of Natural Sciences, University of Tabriz, Iran.
asadi.p1991@gmail.com

Abstract

This study investigates the physiological effects of the antibiotic cefazolin on the agricultural crop tomato under hydroponic conditions and at various concentrations (30, 60, and 100 mg/L). The findings indicate that doses of 30 and 60 mg/L cefazolin significantly reduced germination rates, as well as adversely affected the fresh and dry weights of the root and shoots of the plant, suggesting toxic effects of cefazolin on metabolic processes. A significant decrease in chlorophyll a content at 30 mg/L indicates the impact of this compound on the synthesis or degradation of this pigment, while higher concentrations exhibited no significant effect, possibly due to toxicity and damage to the plant's metabolism. Additionally, it was observed that as the concentration of cefazolin increased, its absorption in the roots and shoots also increased; however, overall concentrations in the shoots remained substantially lower than in the roots. The differences in concentration between 30 mg/L and the higher concentrations (60 and 100 mg/L) were still noteworthy, although gradually diminishing. In conclusion, this research demonstrates that the effects of cefazolin on the metabolism of photosynthetic pigments in tomato are dependent on the concentration of the compound.

Keywords: Effects of cephalosporin, Plant growth, Various concentrations, Physiology, Antibiotic absorption.

تحلیل نقش صنعت طیور در زمینه فراهمی غذا: چالش‌ها، راهکارها و اولویت‌های پژوهشی

سیده عالمه حسینیان
استادیار بخش بهداشت و بیماریهای طیور، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شیراز
نویسنده مسوول: az.hosseinian@gmail.com

چکیده
امنیت غذایی این‌گونه تعریف می شود که همه افراد در همه زمان ها دسترسی فیزیکی، اجتماعی و اقتصادی به غذای کافی، سالم و مغذی داشته باشند که نیازهای غذایی و ترجیحات غذایی آنها را برای یک زندگی پرتحرک و سالم برآورده کند. فراهمی غذایی یکی از ابعاد مهم امنیت غذایی است. صنعت طیور به واسطه تولید منابع پروتئینی شامل گوشت و تخم انواع پرندگان مختلف یکی از بخش‌های بسیار مؤثر در زمینه تولید منابع غذایی و فراهمی غذا است. هر گونه چالش در صنعت طیور می‌تواند میزان تولید محصولات غذایی با منشا طیوری و میزان بهره‌وری در صنعت طیور را مختل کند. اختلال در تولید تولیدات طیوری می‌تواند جامعه را به سمت ناامنی غذایی پیش ببرد. بنابراین شناسایی چالش‌های موجود در صنعت طیور و ارائه راهبردهای مناسب جهت حل این چالش‌ها در ارتقای فراهمی غذا و امنیت غذایی مفید است. تدوین برنامه پژوهشی و تعیین اولویت‌های پژوهشی می‌تواند جامعه را در حل چالش‌های موجود و پیشرد اهداف کشور در زمینه ارتقای امنیت غذایی یاری کند. در این مقاله به بررسی اجمالی چالش ها، راهکارها و اولویت های پژوهشی موجود در صنعت طیور در زمینه فراهمی غذا پرداخته می شود.

واژگان کلیدی: امنیت غذایی، فراهمی غذا، صنعت طیور، منابع پروتئینی با منشا طیوری، چالش، راهکار، اولویت پژوهشی.

مقدمه

تعریف امنیت غذایی و ابعاد آن

امنیت غذایی از مهمترین حقوق هر فرد و جامعه بوده و زمانی بدست می آید که همه مردم به غذای کافی، سالم و مغذی در همه اوقات برای داشتن یک زندگی سالم و جسم سالم دسترسی داشته باشند. امنیت غذایی زیر بنای امنیت اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی هر کشوری بوده و از ارکان حکمرانی خوب به شمار می رود. امنیت غذایی به این معنی است که غذا ایمن، پایدار و عادلانه در دسترس باشد و توسط همه مردم برای برآوردن نیازهای غذایی شان استفاده شود. امنیت غذایی دارای چهار رکن اساسی شامل فراهمی غذا، دسترسی غذا، سلامت غذا و پایداری بوده و تبیین برنامه پژوهشی مناسب زمانی امکان پذیر است که چالش‌های موجود در هر کدام از این ارکان شناسایی و برنامه کشوری باید بر پایه این چهار رکن نوشته شود (Randolphet al., 2007; Godfray et al., 2010).

وزارت کشاورزی و سازمان‌های زیر مجموعه آن (از جمله سازمان دامپزشکی) یکی از مهمترین و اساسی ترین بخش‌های دخیل در برقراری امنیت غذایی می‌باشند. صنعت طیور به عنوان سومین صنعت درآمدزای کشور، یکی از ارکان اصلی و مهم دامپزشکی در جهت تأمین امنیت غذایی جامعه به شمار می‌رود و حجم قابل توجهی سرمایه‌گذاری را به خود اختصاص می‌دهد. صنعت طیور به دلایل متعدد از جمله کوتاه بودن طول دوره پرورش، بازگشت سرمایه سریعتر، پایین بودن نسبی هزینه‌های تولید، بالا بودن بازده غذایی، ارزش غذایی بالای گوشت مرغ نسبت گوشت قرمز و در نهایت سرعت رشد بالا در مقایسه با صنعت دامپروری از پیشرفت و گسترش جهانی بالاتری برخوردار است. همچنین، با توجه با بازده بالاتر تولید پروتئین توسط طیور، پایین بودن سرانه مصرف آب برای تولید یک کیلوگرم گوشت مرغ در مقایسه با گوشت قرمز و همچنین کاهش ارزش مراتع کشور با چرای بی رویه دام، اینگونه به نظر می رسد که تأمین پروتئین مورد نیاز انسان از طریق تولیدات طیوری (گوشت و تخم مرغ) مقرون به صرفه تر است. بنابراین گسترش و پیشرفت صنعت طیور می تواند نقش شایان توجهی در جهت تأمین منابع غذایی با کیفیت و برقراری امنیت غذایی داشته باشد (Nabarro and Wannous, 2014; Henuk, 2018)

نقش صنعت طیور در ارتباط با فراهمی غذا و تامین امنیت غذایی

فراهمی غذا اولین رکن امنیت غذایی بوده و متاثر از فاکتورهای مهم تولید، تجارت، ذخیره سازی و کشت فراسرزمینی است. فراهمی غذا به این معنی است که غذا برای انسان‌ها فراهم باشد و جهت تغذیه در اختیارشون قرار گیرد. عوامل مختلف از جمله تولید داخلی، تجارت، واردات، کشت‌های فراسرزمینی و ذخیره سازی می‌تواند بر فراهمی غذا تاثیرگذار باشد. سطح تولیدات داخلی محصولات کشاورزی یکی از اساسی‌ترین اجزای امنیت غذایی است. البته فاکتورهای مختلفی از جمله منابع پایه (شامل آب و خاک)، سرمایه گذاری کافی در بخش کشاورزی، مدیریت صحیح تولید، آگاهی به تکنیک‌ها و فناوریهای نوین، وجود نیروی انسانی آگاه و مجرب می‌تواند تاثیر بسزایی در افزایش کیفیت و کمیت تولید محصولات کشاورزی داشته باشد. در سال‌های گذشته، ۱۳۰ درصد فراهمی محصولات در کشور بوده است که در این میان در حدود ۸۰ درصد تولید داخل بوده است. بنابراین، چالش واردات و وابستگی در برخی محصولات اساسی، هنوز یک چالش مرتبط با این بخش است (Randolph et al., 2007; Alders et al., 2012).

منابع پروتئینی بخش مهمی از رژیم غذایی روزانه انسان‌ها را بویژه کودکان و نوجوانان در حال رشد و زنان باردار است. روزانه منابع پروتئینی گیاهی (حبوبات) و حیوانی (گوشت دام و پرنده، لبنیات و تخم مرغ) متعدد جهت تامین پروتئین مورد نیاز روزانه انسان‌ها

مصرف می شود. در ایران نیز در فاصله سالهای ۱۹۶۱ تا ۲۰۲۱ سرانه مصرف منابع پروتئینی افزایش یافت و از حدود ۵۰ گرم به ۸۱ گرم رسیده که از این مقدار، سهم منابع پروتئینی حیوانی حدود ۲۵ گرم و منابع پروتئین گیاهی حدود ۵۶ گرم است. و علت این امر ارزانتر بودن منابع پروتئین گیاهی نسبت به منابع پروتئین حیوانی در ایران است (FAO, 2023).

در طی سالهای گذشته به دلیل قیمت پایینتر و کیفیت بالاتر محصولات پروتئینی طیوری (گوشت و تخم مرغ) در مقایسه با محصولات پروتئینی دامی، تمایل افراد جامعه به مصرف محصولات طیوری بیشتر از دامی می باشد (Henuk, 2018). بر اساس آمار جهانی در سال ۲۰۱۹، ۳۳۷ میلیون تولید گوشت در جهان وجود داشته است که از این میان ۴۴٪ سهم گوشت مرغ بوده است. علت این امر هم کاهش تولید گازهای گلخانه ای در نتیجه پرورش طیور در مقایسه با پرورش دام می باشد. در میان کشورهای مختلف سرانه مصرف گوشت در ایران در سال ۲۰۲۰، میزان ۴۹ گرم بوده است که از این مقدار، میزان ۲۵ گرم اختصاص به گوشت طیور داشته است. تولید تخم مرغ نیز به عنوان یکی دیگر از بخش های مهم صنعت طیور در حذف ناامنی غذایی بسیار اهمیت دارد. در ایران در فاصله سال ۱۹۶۱ تا ۲۰۲۱، سرانه تولید کل تخم مرغ در کشور از ۶۰ هزار تن به حدود ۸۰۰ میلیون تن رسیده است و سرانه تولید تخم مرغ به ازای هر پرنده از ۱۰ کیلو به ۱۵ کیلو رسیده است (Mekouar, 2018; FAO, 2023). آمار مختلف نشان می‌دهد که سرانه مصرف گوشت و تخم مرغ به عنوان منبع پروتئینی با کیفیت جایگاه بسیار مهمی در زمینه فراهمی غذایی به عنوان یکی از ابعاد مهم امنیت غذایی دارد. به همین دلیل شناسایی چالش‌های مهم در زمینه تولید گوشت و تخم مرغ می‌تواند در ارتقای فراهمی غذا و بهبود ناامنی غذایی نقش مفید داشته باشد (Randolph et al., 2007; Lee et al., 2017).

چالش‌های موجود در صنعت طیور در زمینه فراهمی غذا:

فراهمی غذایی یکی از ابعاد مهم امنیت غذایی بوده و همواره چالش‌های بسیار زیادی در زمینه فراهمی منابع غذایی با منشا طیوری در صنعت طیور کشور وجود دارد. در اینجا به تعدادی از مهمترین چالش‌های موجود در صنعت طیور اشاره می کنیم که منجر به کاهش درصد تولید محصولات طیوری شده و می تواند در دراز مدت سبب ناامنی غذایی شود.

وابستگی شدید به واردات نهاده‌های اساسی تغذیه‌ای خوراک طیور مانند ذرت، جو و کنجاله ها که می‌تواند تولید گوشت و تخم مرغ مورد نیاز جامعه را با چالش مواجهه کند. روند رو به افزایش جمعیت جهان و بر هم خوردن توازن عرضه و تقاضا منجر به پر رنگ شدن چالش‌های مرتبط با فراهمی غذا و امنیت غذایی شده است. وابستگی بالا به واردات نهاده‌های مختلف مانند مواد اولیه داروها و ویتامین‌ها و مکمل های غذایی طیور، واکسن طیور و تولید اجداد مرغ گوشتی که منجر به بالا رفتن قیمت تمام شده گوشت طیور و تخم مرغ می‌شود. این مسئله می‌تواند تامین محصولات طیوری و امنیت غذایی را در کشور بخصوص روستاها و شهرهای کوچک با مشکل مواجه کند. پایین بودن دانش و فناوری و ضریب نفوذ آن در صنعت طیور یکی دیگر از چالش‌های موجود در زمینه تولید منابع غذایی با منشا طیور است که منجر به افت ضریب بهره‌وری و افزایش نرخ بروز بیماریها و درصد تلفات در طی دوره پرورش طیور در ایران در مقایسه با استانداردهای جهانی می‌شود (Mcleod et al., 2009; Wong et al., 2017).

بالا بودن هزینه تولید محصولات طیوری و اجرایی نشدن الگوی بهینه پرورش نیز از معضلات در زمینه تولید محصولات طیوری است. نوسانات بالای قیمت در محصولات طیوری منجر به پایین آمدن توان خرید منابع غذایی با منشا طیوری در اقشار ضعیف جامعه شده و جامعه را به سمت ناامنی غذایی پیش می برد. پایین بودن سطح تحصیلات کشاورزان، مرغداران و فعالان صنعت دامپروری و

طیور منجر به پایین آمدن بهره‌وری در طیور و راندمان تولید گوشت و تخم مرغ در مقایسه با استانداردهای جهانی می‌شود. بالا بودن قیمت واکسن‌ها و داروهای مورد استفاده در صنعت طیور منجر به عدم استفاده مرغداران از داروهای کافی و مناسب شده که این مسئله منجر به بروز بالای بیماریها و نرخ تلفات در طول دوره پرورش طیور شده است. بالا بودن درصد تلفات و پایین بودن ضریب تبدیل خوراک در دوره‌های پرورش طیور گوشتی در ایران در مقایسه با استانداردهای جهانی منجر به کاهش درصد تولید گوشت و تخم مرغ شده است. ناآگاهی مرغداران و فعالان صنعت طیور از روش‌های نوین و به روز در زمینه پرورش طیور نیز از علل عدم رشد صنعت طیور و درصد تولید پایین است (Mottet and Tempio, 2017). به طور کلی می‌توان چنین بیان کرد که تمامی این چالش‌ها سبب کاهش نرخ تولید گوشت و تخم مرغ و کاهش غذای در دسترس جامعه می‌شود و یا سبب افزایش قیمت محصولات طیوری شده که منجر به کاهش دسترسی اقشار ضعیف جامعه به این محصولات غذایی می‌شود.

راهبردهای مناسب در ارتباط با رفع چالش‌های فراهمی غذا مرتبط با صنعت طیور:

بعد از شناسایی چالش‌های موجود در زمینه فراهمی غذا در صنعت طیور، قدم بعدی ارائه راهکارهای مناسب جهت رفع آن چالش‌ها است. به تعدادی از این راهکارها در ادامه اشاره می‌شود. تزریق علم و دانش نوین به صنعت طیور و به روزرسانی روش‌های پرورش ماکیان در افزایش قابلیت بهره‌وری محصولات طیوری در کشور مفید است. سرمایه گذاری در این صنعت، ارتقا مهارت دامپروران و مرغداران و فعالان صنعت طیور و پیشرفت‌های فنی و مدیریتی در صنعت طیور و افزیش راندمان پرورش ماکیان می‌توان منجر به افزایش بهره‌وری و افزایش عرضه تولیدات طیوری شده که می‌تواند یکی از مهمترین راه‌های پاسخگویی به نیازهای غذایی جامعه باشد. همچنین دانش بنیان شدن صنعت طیور، یکی دیگر از راهکارهای مفید است که می‌تواند با استفاده صحیح از ظرفیت‌های عظیم و مغفول دامپزشکی در سطح ملی و جهانی، استفاده صحیح و حفاظت از منابع طبیعی و پایه و تامین سلامت تولید، گامی مهم در جهت تامین امنیت غذایی بردارد. البته قابل ذکر است که برای افزایش بهره‌وری نیاز به محرک‌های سیاسی از جمله: تحقیق و توسعه، نوآوری، فناوری، اصلاح بازار عرضه و مصرف و افزایش اشتغال است. بنابراین دانش بنیان کردن زنجیره تولید محصولات طیوری یکی از ضروری ترین راهکارهای افزایش بهره‌وری است (Mcleod et al., 2009).

استفاده از فناوریهای نوین در زمینه کاهش استفاده از آب و منابع طبیعی و کاهش هزینه‌های تولید منابع اولیه خوراک طیور (شامل گندم، جو، ذرت و دانه‌های روغنی و ....) ارتقا یابد. ارتقای سلامت و کیفیت محصولات کشاورزی مورد استفاده در تغذیه طیور، ارتقای سطح تولید داخلی محصولات کشاورزی مورد در تغذیه طیور و رسیدن به خودکفایی در تولید منابع اولیه تغذیه طیور مانند گندم، و روغن و کنجاله‌های دانه روغنی مورد استفاده در تغذیه طیور (گلرنگ، کلزا، سویا) یکی از راهبردهای اساسی است. مانند استفاده از بقایا و پسماندهای کشاورزی و جلبک‌ها جهت بخشی از خوراک طیور استفاده شود. مدیریت الگوی گسترش مرغداری در کشور بر اساس شرایط اقلیمی، نیاز و شرایط فنی و اقتصادی انجام شود. تلاش برای خودکفایی در زمینه تولید واکسن‌های و مواد اولیه دارویی طیور مفید است. تهیه و تدوین فارماکوپه داروهای دامی و طیوری مفید است. حمایت از تولیدات داخلی کشور در زمینه واکسن‌ها کمک کننده است. احداث شرکت‌های فناورانه و دانش بنیان در زمینه تولید خوراک طیور می‌تواند مفید باشد (Vaarst et al., 2015; Wong et al., 2017).

اولویت‌های پژوهشی جهت ارتقای صنعت طیور و بهبود امنیت غذایی

بعد از شناسایی چالش‌های موجود در صنعت طیور و بررسی راهبردهای مناسب برای حل این چالش‌ها، قدم بعدی تنظیم برنامه پژوهشی مناسب و ارائه اولویت‌های پژوهشی با هدف حذف چالش‌ها و تامین امنیت غذایی کشور است. دستیابی به دانش فنی و تولید فرآورده‌های بیولوژیک، داروهای دامی، پروبیوتیک‌ها و ریزمغذی‌ها و همچنین بهره‌برداری از پسماندها و فرآورده‌های طیوری و تبدیل آنها به مواد با ارزش افزوده می‌تواند از مهمترین اولویت های پژوهشی باشد. بررسی اپیدمیوژیک بیماری‌های شایع طیور و ارائه روش‌های نوین در تشخیص، پیشگیری و کنترل اپیدمیولوژی بیماریهای شایع طیور می تواند در کاهش نرخ تلفات و افزایش تولید محصولات طیوری موثر باشد. دستیابی به فناوری تولید فرآورده‌های بیولوژیکی (مولتی آنزیم تغذیه‌ای، آنتی بادی‌های موثر بر عملکرد) در طیور، تولید و توسعه دانش فنی واکسن‌ها و ترکیبات درمانی و شناسایی و حذف فاکتورهای خطر مرتبط با عوامل بیماریزا در صنعت طیور کشور نیز به عنوان اولویت پژوهشی مطرح می باشند. همچنین اولویت های پژوهشی دیگر نیز مانند تولید محصول کشاورزی سالم، ارتقای امنیت غذایی کشور با ارتقا دانش و تزریق فناوریهای نوین در صنعت طیور کشور، توسعه و تولید داروهای پیشرفته با منشا گیاهی به‌منظور کنترل و درمان بیماری‌های مختلف، ارزیابی نهاده‌های تغذیه ای قابل کشت در کشور جایگزین نهاده‌های وارداتی مانند ذرت و کنجاله سویا مطرح است. ارتقای سطح کیفی گوشت و تخم مرغ تولیدی، غنی سازی فراورده‌های غذایی، معرفی منابع پروتئینی گیاهی و نوظهور در تولید، فراوری و غنی سازی خوراک دام و طیور نیز می‌تواند جز برنامه پژوهشی مطرح باشد (Wong et al., 2017).

نتیجه‌گیری

امنیت غذایی به عنوان یک حق بنیادین انسانی و اجتماعی، زمانی محقق می‌شود که تمامی افراد جامعه به غذای کافی، سالم و مغذی دسترسی داشته باشند. در این میان، صنعت طیور به دلیل مزایای ویژه‌ای که در تأمین منابع پروتئینی با کیفیت و به صرفه دارد، نقش کلیدی در ارتقای امنیت غذایی ایفا می‌کند. این صنعت با توجه به بازده بالا، هزینه‌های نسبتاً پایین تولید و تولید سریع، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و می‌تواند به تأمین پایدار غذا کمک کند.

با این حال، صنعت طیور با چالش‌های متعددی مواجه است که شامل وابستگی به واردات نهاده‌های اساسی، هزینه‌های بالا، نوسانات قیمت، و مشکلات مدیریتی و فنی می‌شود. برای رفع این چالش‌ها و ارتقای سطح فراهمی غذا، ضروری است که اقدامات مؤثری در زمینه بهبود فناوری‌ها، افزایش بهره‌وری، کاهش وابستگی به واردات و سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه انجام شود.

راهکارهایی مانند بهره‌برداری از فناوری‌های نوین، افزایش خودکفایی در تولید نهاده‌ها، و ارتقای کیفیت و سلامت محصولات کشاورزی از جمله اقداماتی هستند که می‌توانند به بهبود وضعیت صنعت طیور و تأمین امنیت غذایی کشور کمک کنند. تدوین و اجرای برنامه‌های پژوهشی مناسب، تمرکز بر حل چالش‌های موجود و توسعه راهبردهای نوآورانه برای ارتقای تولید و کاهش هزینه‌ها، از اولویت‌های اصلی برای دستیابی به امنیت غذایی پایدار و ارتقای کیفیت زندگی افراد جامعه به شمار می‌رود.

منابع

Alders, R. (2012). Challenges and opportunities for small-scale family poultry production in developing countries. World's Poultry Science Journal, 68(1), 153.

Godfray, H. C. J., Beddington, J. R., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S. M., & Toulmin, C. (2010). Food security: The challenge of feeding 9 billion people. Science, 327(5967), 812–818.

Henuk, Y. L. (2018). Global poultry production and its substantial contribution to nutrition, food security, and poverty alleviation in many developing countries. Journal of Veterinary Science & Medical Diagnosis, 7(2), 1–7.

Mcleod, A., Thieme, O., & Mack, S. (2009). Structural changes in the poultry sector: Will there be smallholder poultry development in 2030? World's Poultry Science Journal, 65(2), 191–200.

Mottet, A., & Tempio, G. (2017). Global poultry production: Current state and future outlook and challenges. World's Poultry Science Journal, 73(2), 245–256.

Nabarro, D., & Wannous, C. (2014). The potential contribution of livestock to food and nutrition security: The application of the One Health approach in livestock policy and practice. Revue Scientifique et Technique, 33(2), 475–485.

Randolph, T. F., Schelling, E., Grace, D., Nicholson, C. F., Leroy, J. L., Cole, D. C., Demment, M. W., Omore, A., Zinsstag, J., & Ruel, M. (2007). Invited review: Role of livestock in human nutrition and health for poverty reduction in developing countries. Journal of Animal Science, 85(12), 2788–2800.

Vaarst, M., Steenfeldt, S., & Horsted, K. (2015). Sustainable development perspectives of poultry production. World's Poultry Science Journal, 71(4), 609–620.

Wong, J., de Bruyn, J., Bagnol, B., Grieve, H., Li, M., Pym, R., & Alders, R. (2017). Small-scale poultry and food security in resource-poor settings: A review. Global Food Security, 15, 43–52.

Lee, S. (2017, February 17). Chickens: A solution to global poverty? USGLC. https://www.usglc.org/blog/chickens-a-solution-to-global-poverty/.

Mekouar, M. A. (2018). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Yearbook of International Environmental Law, 29, 448–468.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2023). Meat production. https://ourworldindata.org/meat-production

Analyzing the Role of the Poultry Industry in Food Availability: Challenges, Solutions, and Research Priorities

Seyedeh Alemeh Hosseinian
Assistant Professor, Department of Poultry Health and Diseases, Faculty of Veterinary Medicine, Shiraz University
Az.hosseinian@gmail.com

Abstract

Food security is defined as a situation that exists when all people, at all times, have physical, social, and economic access to sufficient, safe, and nutritious food that meets their dietary needs and food preferences for an active and healthy life. Food availability is one of the important dimensions of food security. The poultry industry is one of the most effective sectors in the field of food availability and providing food resources due to the production of protein resources, including meat and eggs of different types of birds. Any challenges within the poultry industry have the potential to disrupt both the production of food products originating from poultry and the overall productivity of the industry. Disruption in the production of poultry products can lead society towards food insecurity. Therefore, it is useful to identify the challenges in the poultry industry and provide appropriate strategies to solve them in improving food availability and food security. Formulating a research program and determining research priorities can help society in solving the challenges and advancing the country's goals in the field of improving food security. In this article, the challenges, solutions, and research priorities in the poultry industry in the field of food supply are reviewed.

Keywords: food security, food availability, poultry industry, food sources of poultry origin, Challenge, Solution, Research Priority

فناوری تولید گوشت کشت شده راه حلی نوآورانه برای امنیت غذایی و چالش‌های زیست‌محیطی

محمدپویا رمضانی [۱*]

دانشجوی کارشناسی ارشد شیمی مواد غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

نویسنده مسئول: p.ramezani@sanru.ac.ir

چکیده

تولید گوشت کشت‌شده به‌عنوان راهکاری نوآورانه برای جایگزینی گوشت سنتی، به‌دلیل مزایای زیست‌محیطی و اخلاقی، در سال‌های اخیر رشد چشم‌گیری داشته است. این فناوری از طریق کشت سلولی و بدون نیاز به کشتار حیوانات، امکان تولید گوشت را فراهم می‌کند. استفاده از رده‌های سلولی مناسب، بیوراکتورهای پیشرفته و فاکتورهای رشد کارآمد، از عوامل کلیدی در موفقیت این فرآیند هستند. برای تولید گوشت کشت‌شده، ابتدا سلول‌های بنیادی استخراج‌شده از حیوانات تکثیر می‌شوند و سپس تحت شرایط کنترل‌شده در بیوراکتورها تمایز پیدا می‌کنند. در این فرآیند، داربست‌های زیستی نیز برای ایجاد ساختار سه‌بعدی و بافت مشابه گوشت طبیعی ضروری هستند. فاکتورهای رشد نیز نقش مهمی در تکثیر و تمایز سلول‌ها ایفا می‌کنند و تلاش‌هایی برای کاهش وابستگی به سرم‌های حیوانی مانند FBS وجود دارد. با این حال، چالش‌هایی مانند هزینه بالای تولید، مقیاس‌پذیری و انحراف ژنتیکی سلول‌ها همچنان باقی است. بهبود سیستم‌های بیوراکتور و طراحی مواد جایگزین برای داربست و محیط کشت، می‌تواند به بهبود کیفیت، کاهش هزینه‌ها و افزایش پذیرش مصرف‌کنندگان کمک کند. در مجموع، گوشت کشت‌شده به‌عنوان یک راه‌حل پایدار، می‌تواند نگرانی‌های مربوط به امنیت غذایی، رفاه حیوانات و اثرات زیست‌محیطی را کاهش دهد. با ادامه تحقیقات و پیشرفت‌های فناورانه، این صنعت می‌تواند به‌زودی جایگزین بخشی از تولید گوشت سنتی شود.

واژگان کلیدی: گوشت کشت شده، کشاورزی سلولی، امنیت غذایی، پایداری

مقدمه

تولید گوشت کشت‌شده به عنوان یک راه‌حل نوآورانه برای چالش‌های مربوط به تولید گوشت سنتی، در سال‌های اخیر توجه بسیاری از محققان و صنعتگران را به خود جلب کرده است. با افزایش جمعیت و نیاز روزافزون به منابع غذایی پایدار، تکنولوژی‌های جدیدی در زمینه کشت سلولی و تولید گوشت بدون نیاز به کشتار حیوانات در حال توسعه هستند. این فرآیند نه تنها می‌تواند به کاهش اثرات زیست‌محیطی ناشی از صنعت دامپروری کمک کند، بلکه با کاهش نگرانی‌های اخلاقی مرتبط با رفاه حیوانات، امکان تولید گوشت با کیفیت بالا و کم‌هزینه را فراهم می‌آورد.

توسعه رده‌های سلولی مناسب، طراحی بیوراکتورهای مقیاس‌پذیر و استفاده از فاکتورهای رشد کارآمد، همگی از مراحل حیاتی در فرآیند تولید گوشت کشت‌شده هستند. علاوه بر این، استفاده از داربست‌های زیستی که امکان رشد و تمایز سلول‌ها را فراهم می‌کند، به تولید بافتی نزدیک به بافت طبیعی گوشت کمک می‌کند. چالش‌های پیش‌رو، از جمله بهینه‌سازی شرایط کشت و جلوگیری از انحراف ژنتیکی رده‌های سلولی، نیازمند تحقیقات مداوم و نوآوری‌های فناورانه است.

در این مقاله، به بررسی مراحل کلیدی و چالش‌های موجود در تولید گوشت کشت‌شده پرداخته می‌شود. با تمرکز بر توسعه رده‌های سلولی، طراحی بیوراکتورها، استفاده از فاکتورهای رشد و طراحی داربست‌ها، تلاش می‌شود تا چشم‌اندازهای آینده این صنعت نوپا مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. هدف این مقاله بررسی مقیاس‌پذیری و پایداری تولید گوشت کشت‌شده به عنوان جایگزینی اخلاقی و پایدار برای گوشت سنتی و راه حلی برای نگرانی‌های مربوط به امنیت و ایمنی غذایی است.

توسعه رده‌های سلولی

توسعه کشت سلول یکی از عناصر اساسی تولید گوشت کشت‌شده است. در مطالعات اولیه، سلول‌های بنیادی مشتق از حیوانات مانند سلول‌های ماهواره‌ای عضلانی یا سلول‌های بنیادی جنینی از گاو استفاده شدند که توانایی تقسیم و تمایز به انواع مختلفی از فیبرهای عضلانی را دارند (Post, 2012). همچنین، استفاده از سلول‌های بنیادی پرتوان القایی (iPSCs) که از سلول‌های سوماتیک بازبرنامه‌ریزی شده به حالت پرتوان ایجاد می‌شوند به عنوان یک جایگزین اخلاقی و مقیاس‌پذیر برای تولید گوشت کشت‌شده، امکان‌پذیر است. علاوه بر این، تحقیقات دیگری بر روی استفاده از رده‌های سلولی نامیرا که توانایی تکثیر مداوم و نگهداری در شرایط کشت بلندمدت را دارند، انجام شده است (Y. Wang et al., 2024).

تولید گوشت کشت‌شده با استفاده از سلول‌های پرتوان شامل تبدیل این سلول‌ها به سلول‌های عضله و چربی است. برای این منظور، تکنیک‌هایی مانند استفاده از بازدارنده‌های خاص مثل GSK3B و ۵-آزا-سیتیدین برای تمایز سلول‌های بنیادی القایی خوک (piPSCs) به سلول‌های عضله اسکلتی استفاده می‌شود که طی ۱۱ روز، منجر به تولید میوتیوب‌های عضلانی می‌شود (Genovese et al., 2017). این سلول‌ها، به ویژه سلول‌های بنیادی مزانشیمی و سلول‌های بنیادی القایی، به دلیل توانایی خود در تمایز و رشد در مقیاس بزرگ، برای تولید گوشت کشت‌شده مناسب هستند، اما چالش‌هایی مانند حفظ کیفیت سلول‌ها در طول فرآیند کشت وجود دارد (Ozhava et al., 2022).

یکی از چالش‌های اصلی در توسعه گوشت کشت‌شده، بهینه‌سازی تکثیر و تمایز سلول‌های بنیادی به فیبرهای عضلانی است. برای این منظور، محیط‌های کشت ویژه و همچنین بیوراکتورهای پیشرفته برای ایجاد شرایط کنترل‌شده جهت رشد سلول‌ها و تولید گوشت کشت‌شده مورد بررسی قرار گرفته‌اند (Edelman et al., 2005). برای شبیه‌سازی ساختار و بافت گوشت معمولی، از تکنیک‌های مهندسی بافت مانند داربست‌های سه‌بعدی استفاده می‌شود (Ben-Arye & Levenberg, 2019).

گوشت کشت‌شده در مقایسه با گوشت معمولی، ویژگی‌های ارگانولپتیکی متفاوتی دارد. به دلیل نبود تغییرات پس از مرگ سلول‌ها، کیفیت حسی و تغذیه‌ای آن متفاوت است و دستیابی به بافت مناسب ممکن است نیازمند کشت همزمان انواع مختلف سلول‌ها و تحریک الکتریکی یا مکانیکی باشد. همچنین، در صورت عدم وجود میوگلوبین، ممکن است نیاز به استفاده از رنگ‌های شیمیایی برای ایجاد رنگ قرمز مناسب باشد. همچنین، کمبود مواد مغذی مانند ویتامین‌ها و اسیدهای چرب ممکن است منجر به کاهش رضایت مصرف‌کنندگان شود (Fraeye et al., 2020).

یکی دیگر از مشکلات در تولید گوشت کشت‌شده، انحراف ژنتیکی رده‌های سلولی است که می‌تواند منجر به خطرات ایمنی غذایی شود. رده‌های سلولی ممکن است در طول زمان تغییرات ژنتیکی یا فنوتیپی داشته باشند که این تغییرات می‌توانند به دلیل عوامل مختلفی از جمله فشارهای فیزیکی، مواد شیمیایی یا تکثیر بیش از حد سلول‌ها رخ دهند. علاوه بر این، نگرانی‌هایی در مورد تشکیل تومور از مصرف سلول‌های نامیرا وجود دارد، اگرچه احتمال این موضوع بسیار کم است (Ong et al., 2023).

به‌طور کلی، کشف، شناسایی و بهینه‌سازی رده‌های سلولی از طریق تحقیقات مداوم و پیشرفت‌های فنی برای افزایش قابلیت تجاری، مقیاس‌پذیری و کارایی تولید گوشت کشت‌شده ضروری است.

طراحی بیوراکتور

یکی از مراحل اساسی در تولید گوشت کشت‌شده، توسعه سیستم‌های بیوراکتور مقیاس‌پذیر است. بیوراکتورها شرایط کنترل‌شده‌ای را برای تکثیر و تمایز سلول‌های بنیادی حیوانی فراهم می‌کنند که می‌تواند جایگزین مناسبی برای تولید گوشت سنتی باشد (Ge et al., 2023).

استفاده از بیوراکتورهای همزن‌دار(STRs) برای تولید گوشت کشت‌شده در مقیاس بزرگ بررسی شده است. به عنوان مثال، STR با ظرفیت حدودی ۲۱۱۰۰۰ لیتر می‌تواند هزینه تولید هر کیلوگرم گوشت را به ۲۵ دلار کاهش دهد، در حالی که برای بیوراکتوری با ظرفیت حدودی ۴۲۰۰۰ لیتر این هزینه ۳۵ دلار است. همچنین، بیوراکتورهای هوای بالارونده با ظرفیت بزرگ‌تر می‌توانند هزینه تولید را تا ۱۷ دلار کاهش دهند (Negulescu et al., 2023).

استفاده از میکروحامل‌ها (Microcarriers) نیز برای تکثیر سلول‌ها در بیوراکتورهای بزرگ‌مقیاس مورد بررسی قرار گرفته است. این حامل‌ها به عنوان ماتریس‌هایی برای سلول‌های چسبنده عمل می‌کنند و به دلیل سطح بالای خود، رشد سلولی کارآمدی را فراهم می‌آورند. این تکنیک می‌تواند به‌طور موثر هزینه‌های تولید گوشت کشت‌شده را کاهش دهد (Chen et al., 2020).

یکی از چالش‌های طراحی بیوراکتورهای تولید گوشت کشت‌شده، توجه به خصوصیات بیولوژیکی سلول‌ها و بهینه‌سازی شرایط رشد است. برای تولید موفقیت‌آمیز گوشت کشت‌شده، علاوه بر طراحی بهینه بیوراکتور، باید مسائل مربوط به انتقال جرم و جریان سیال به‌طور دقیق کنترل شوند (Allan et al., 2019a).

بیوراکتورهای جریان‌شعاعی (Radial-flow Bioreactors) برای ایجاد شرایط یکنواخت رشد سلول‌ها مناسب هستند، چراکه می‌توانند از ایجاد مناطق کم‌جریان که رشد سلولی را تحت تاثیر قرار می‌دهند، جلوگیری کنند (Peng & Palsson, 2000).

یکی از فناوری‌های بیوراکتور که بسیار مورد توجه است، بیوراکتورهای پرفیوژن (Perfusion Bioreactors) مانند بیوراکتورهای الیاف توخالی (HFBs) است. این بیوراکتورها با استفاده از الیاف نیمه‌تراوا مواد مغذی و اکسیژن را به‌طور یکنواخت توزیع کرده و فیبرهای عضلانی با ساختار مناسب تولید می‌کنند که طعم و بافت مشابه گوشت معمولی را دارند. با وجود این پیشرفت‌ها، چالش‌هایی مانند هزینه بالای محیط کشت سلولی و مقیاس‌پذیری بیوراکتورها همچنان وجود دارد که نیازمند تحقیقات بیشتر برای بهبود سیستم‌های تولید گوشت کشت‌شده است (Allan et al., 2019b). همچنین، کنترل دقیق شرایط رشد در بیوراکتورها از اهمیت بالایی برخوردار است. این کنترل می‌تواند شامل استفاده از حسگرهای پیشرفته برای نظارت بر پارامترهای محیطی مانند pH و اکسیژن باشد که به حفظ کیفیت و یکنواختی محصول کمک می‌کند.

در نهایت، استفاده از سیستم‌های بیوراکتور پنوماتیکی یک‌بار مصرف برای کشت سلول‌های پستانداران نیز مطرح شده که این سیستم‌ها می‌توانند با کاهش شیب‌های تغذیه‌ای و نیروهای برشی هیدرودینامیکی، به تولید یکنواخت سلول‌های گوشت کمک کنند.

به طور کلی توسعه سیستم‌های بیوراکتور مقیاس‌پذیر، نظارت دقیق بر شرایط رشد و کنترل کیفیت سلول‌ها از عناصر اساسی برای تولید موفقیت‌آمیز گوشت کشت‌شده است. با استفاده از تکنولوژی‌های پیشرفته و تحقیق بیشتر، می‌توان چالش‌های موجود را برطرف کرد و به تولید گوشت کشت‌شده‌ای با کیفیت و قابلیت رقابت با گوشت سنتی دست یافت (Ramezani & Motamedzadegan, 2024).

فاکتورهای رشد

استفاده از فاکتورهای رشد (GFs) که برای تکثیر و تمایز سلولی در شرایط کشت ضروری هستند، یکی از اجزای کلیدی در تولید گوشت کشت‌شده است. ترکیب منحصر به فرد سرم جنین گاوی (FBS) و چالش‌های بازسازی اثرات آن با محیط‌های بدون سرم، جایگزینی آن در تولید گوشت کشت‌شده را دشوار کرده است. FBS شامل ترکیبی پیچیده از پروتئین‌ها، فاکتورهای رشد و سایر مواد مغذی ضروری برای رشد سلول‌ها است. بهینه‌سازی محتوای FBS یا جایگزین آن در محیط کشت برای تولید گوشت کشت‌شده بسیار حیاتی است، زیرا مستقیماً بر رشد سلولی تأثیر می‌گذارد. غلظت‌های بالاتر FBS باعث افزایش تکثیر سلولی می‌شوند (Ikasari et al., 2022).

با این حال، استفاده از FBS در فرآیند تولید نگرانی‌های اخلاقی و خطرات بهداشتی ممکن، به ویژه انتقال بیماری‌های مشترک انسان و دام را ایجاد می‌کند. FBS از طریق سوراخ کردن قلب جنین گاو بدون بیهوشی به دست می‌آید، که این فرآیند ممکن است باعث درد و رنج جنین‌ها شود و این روش را تبدیل به روشی ظالمانه کند (Jochems et al., 2002). ویروس اسهال ویروسی گاوی (BVDV) یک پاتوژن برجسته در صنعت دامپروری است که به علت ایجاد عوارض تولیدمثلی و تکاملی در حیوانات آلوده شناخته شده است. مطالعات اخیر احتمال آلودگی FBS به BVDV را مطرح کرده‌اند، که نگرانی‌هایی را درباره تأثیرات آن بر سلامت انسان و حیوان ایجاد کرده است. نتایج یک تحقیق نشان داد که حدود ۸۳ درصد از نمونه‌های FBS آزمایش‌شده دارای آلودگی به ویروس BVDV هستند، که این سطح بالای آلودگی نیاز به کنترل‌های دقیق کیفیت در تولید FBS را برجسته می‌کند (Nakamura et

al., 2022). اگر FBS آلوده باشد، ممکن است ویروس BVDV را به کشت‌های سلولی و محصولات بیولوژیکی منتقل کند، که این امر می‌تواند به طور بالقوه سلامت انسان را به خطر بیاندازد.در این زمینه، هیدرولیزات‌های پروتئینی به عنوان یک جایگزین اقتصادی برای FBS در محیط کشت گوشت کشت‌شده پتانسیل زیادی دارند. مطالعات نشان داده‌اند که هیدرولیزات‌های پروتئینی به‌دست‌آمده از ضایعات ماهی دارای ترکیب مناسب اسیدهای آمینه هستند و می‌توانند به عنوان منبع نیتروژن در تولید گوشت کشت‌شده مورد استفاده قرار گیرند (Taheri et al., 2011). علاوه بر این، پروتئین‌های هیدرولیز شده از ماهی دارای فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی و ضدتکثیری برجسته‌ای هستند که می‌توانند به بهبود پایداری آنتی‌اکسیدان‌ها و تقویت تکثیر سلولی کمک کنند و نیاز به FBS را کاهش دهند (Hamzeh et al., 2018).

علاوه بر هیدرولیزات‌های دریایی، استفاده از فاکتورهای رشد مانند FGF-2، IGF-1، PDGF و TGF-β1، و همچنین هورمون‌هایی مانند انسولین و تستوسترون برای تکثیر و تمایز سلول‌های بنیادی مزانشیمی (MSCs) که برای تولید گوشت کشت‌شده ضروری هستند، مورد توجه قرار گرفته است (Ahmad et al., 2023). همچنین، تحقیقات نشان داده است که تکثیر سلول‌های ماهواره‌ای عضلانی در محیط بدون سرم حاوی غلظت‌های بالای FGF2 افزایش می‌یابد که بر اهمیت این فاکتور و گیرنده آن (FGFR1) در تولید موثر گوشت کشت‌شده تأکید می‌کند (Yu et al., 2023). تکنیک‌های جدیدی نیز برای کاهش هزینه‌های تولید گوشت کشت‌شده از طریق مهندسی سلول‌های ماهواره‌ای عضلانی برای تولید FGF2 از طریق سیگنال‌دهی اتوکراین پیشنهاد شده است، که نیاز به افزودن این فاکتور رشد گران‌قیمت را کاهش می‌دهد (Stout et al., 2024).فاکتورهای رشد به‌دست‌آمده از منابع غیرخونی نیز به‌عنوان جایگزین‌های کم‌هزینه‌تر برای فاکتورهای رشد پستانداران در تولید گوشت کشت‌شده مورد توجه قرار گرفته‌اند. برای مثال، تحقیقات نشان داده‌اند که هیدرولیزات‌های پروتئینی به‌دست‌آمده از Lugworm می‌توانند به‌طور موثر جایگزین FBS در شرایط کشت سلولی شوند (Batish et al., 2022). همچنین، شبیه‌سازی‌ها نشان داده‌اند که استفاده از فاکتور رشد مشتق از حشرات می‌تواند هزینه تولید گوشت کشت‌شده را به طور قابل توجهی کاهش دهد (Ashizawa et al., 2022).

علاوه بر این، مطالعات جدیدی که بر استفاده از هیدرولیزات‌های خوراکی به‌دست‌آمده از حشرات خوراکی متمرکز شده‌اند، نشان داده‌اند که این مواد می‌توانند جایگزین FBS در محیط‌های کشت سلولی شوند و هزینه‌های تولید گوشت کشت‌شده را کاهش دهند (Kim et al., 2023). هیدرولیزات‌های به‌دست‌آمده از حشرات مانند لاروهای Tenebrio Molitor و جیرجیرک‌ها فعالیت آنتی‌اکسیدانی از خود نشان داده و محیط مناسبی برای کشت سلولی فراهم کرده‌اند، که می‌تواند تا ۵۰ درصد FBS را در محیط‌های کشت جایگزین کند و همچنان تکثیر و تمایز سلولی را حفظ کند.

به‌طور کلی، فاکتورهای رشد و هیدرولیزات‌های پروتئینی جایگزین‌های مناسبی برای FBS در تولید گوشت کشت‌شده هستند. این جایگزین‌ها نه تنها می‌توانند هزینه‌های تولید را کاهش دهند، بلکه می‌توانند پایداری و ایمنی زیستی این فرآیند را نیز بهبود بخشند و از مسائل اخلاقی و بهداشتی مربوط به استفاده از FBS جلوگیری کنند.

طراحی داربست

فناوری داربست در تولید گوشت کشت‌شده نقش بسیار مهمی در ایجاد بافت، طعم و ارزش تغذیه‌ای مشابه با گوشت معمولی دارد. برای تولید گوشت کشت‌شده، سلول‌ها باید به بافت عضلانی تبدیل شوند که این فرآیند نیازمند پشتیبانی توسط داربست‌ها است. داربست‌ها به این فرآیندهای رشد، تکثیر و تمایز سلولی کمک می‌کنند.

ژلاتین و کلاژن که عمدتاً از حیوانات به دست می‌آیند، به‌عنوان مواد اصلی در داربست‌های مورد استفاده در تحقیقات گوشت کشت‌شده شناخته می‌شوند. ژلاتین یک بیوپلیمر پروتئینی است که به دلیل ویژگی‌های عملکردی خود مانند قابلیت تشکیل ژل، به کار گرفته می‌شود. تحقیق Tabarestani و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد که ژلاتین استخراج شده از پوست ماهی قزل‌آلا دارای خواص فیزیکوشیمیایی مطلوبی است و وزن مولکولی مناسب و خواص مکانیکی و حرارتی خوبی دارد که آن را برای استفاده به‌عنوان داربست در تولید گوشت کشت‌شده مناسب می‌کند.

از سوی دیگر، استفاده از مواد زیستی استخراج‌شده از ضایعات ماهی می‌تواند با اهداف زیست‌محیطی و رفاه حیوانات هماهنگ باشد. Shaviklo و همکاران (۲۰۱۶) استفاده از پروتئین به دست آمده از گوشت ماهی تُن در تولید همبرگر ماهی را بررسی کردند. نتایج نشان داد که افزودن ٪۲۰ پروتئین ایزوله ماهی تُن به گوشت ماهی کپور نقره‌ای، ویژگی‌های حسی و پذیرش محصول را بهبود بخشید. این نتایج نشان می‌دهد که پروتئین‌های مشتق‌شده از ضایعات ماهی می‌توانند به‌عنوان مواد اولیه جایگزین برای ساختار گوشت ماهی کشت‌شده مورد استفاده قرار گیرند و کیفیت محصول نهایی را افزایش دهند.

در فرآیند تولید داربست‌ها، روش‌های کراس‌لینکینگ نقش حیاتی در بهبود ویژگی‌های مکانیکی داربست‌ها و حمایت از رشد سلول‌ها ایفا می‌کنند. Tahir و Floreani (۲۰۲۲) نشان دادند که با استفاده از کراس‌لینکینگ دوگانه با نور مرئی و پیوندهای کووالانسی، ویژگی‌های مکانیکی هیدروژل‌های آلژینات بهبود یافته و این هیدروژل‌ها می‌توانند به‌عنوان داربست برای گوشت کشت‌شده مورد استفاده قرار گیرند. علاوه بر این، Kimura و همکاران (۲۰۲۱) بیان کردند که فرآیند کراس‌لینکینگ ژلاتین با تابش موجب افزایش شفافیت و پیوند موثرتر داربست‌ها شده که به حفظ مولکول‌های چسبندگی سلولی کمک می‌کند.

با وجود استفاده گسترده از مواد زیستی مشتق شده از حیوانات، علاقه به استفاده از مواد زیستی مشتق‌شده از گیاهان برای تولید داربست‌ها رو به افزایش است. این مواد می‌توانند به اهداف زیست‌محیطی و رفاه حیوانات نزدیک‌تر شوند و همچنین موجب بهبود رشد و تمایز سلول‌ها شوند (Seah و همکاران، ۲۰۲۲). تولید گوشت کشت‌شده به طراحی داربست‌هایی نیاز دارد که ویژگی‌های بافتی و ایمنی غذایی را به‌خوبی تقلید کنند و در عین حال از نظر اقتصادی مقرون‌به‌صرفه باشند.

یکی از رویکردهای موجود برای تولید گوشت کشت‌شده، استفاده از داربست‌های سلول‌زدایی شده است. این داربست‌ها زیست‌سازگار و قابل تجزیه زیستی بوده و می‌توانند جایگزین مناسبی برای داربست‌های سنتزی باشند. تحقیقات در مورد استفاده از داربست‌های سلول‌زدایی شده مشتق‌شده از گیاهان و حیوانات در تولید گوشت کشت‌شده ادامه دارد و این داربست‌ها می‌توانند تأثیر زیادی بر کشاورزی سلولی و کاربردهای غذایی آینده داشته باشند (Lu et al., 2022).

یکی از پیشرفت‌های مهم در زمینه داربست‌های سه‌بعدی، توسعه مواد زیستی و فناوری‌هایی است که سازمان‌دهی و کشت سلول‌های عضلانی را به‌گونه‌ای که ساختار طبیعی بافت حیوانات را تقلید کند، تسهیل می‌کند. این امر برای تولید گوشت کشت‌شده‌ای که طعم و بافت مشابه گوشت حیوانی دارد، ضروری است. تحقیقات Ben-Arye و همکاران (۲۰۲۰) نشان داد که پروتئین سویا بافت‌دار به‌عنوان داربست برای تولید بافت عضلانی سه‌بعدی عملکرد خوبی دارد. این ماده زیستی، خوراکی و غنی از مواد مغذی است و موجب چسبندگی و تکثیر سلول‌ها می‌شود و محصولی مشابه گوشت با ویژگی‌های حسی مطلوب ایجاد می‌کند.

در مجموع، طراحی و ترکیب مواد داربست‌ها در تولید موفقیت‌آمیز گوشت کشت‌شده نقش کلیدی ایفا می‌کند. نوآوری‌ها در این حوزه با تمرکز بر پایداری، مقیاس‌پذیری و توانایی تقلید از طعم و ویژگی‌های تغذیه‌ای گوشت معمولی به سرعت در حال پیشرفت

هستند. طراحی داربست مناسب برای تولید گوشت کشت‌شده باید بافت و ویژگی‌های حسی مورد نظر مصرف‌کنندگان را تأمین کند. مطالعات جدید در زمینه مهندسی داربست‌های سه‌بعدی نشان داده که با استفاده از مهندسی بافت و تکنیک‌های پیشرفته مانند بیوپرینتینگ سه‌بعدی می‌توان معماری داربست‌ها را به‌گونه‌ای دقیق کنترل کرد که بافت فیبری عضله را تقلید کند و در نهایت بافت و طعم مشابه گوشت ایجاد شود (J. Wang et al., 2022).

به‌طور خلاصه، طراحی داربست نقش حیاتی در تولید گوشت کشت‌شده دارد و استفاده از مواد مناسب و تکنیک‌های پیشرفته مهندسی بافت می‌تواند به دستیابی به ویژگی‌های مطلوب بافتی و حسی کمک کند. برای بهبود کیفیت و کاهش هزینه‌های تولید، تحقیقات بیشتری در زمینه توسعه داربست‌های مناسب برای تولید گوشت باکیفیت توصیه می‌شود.

چالش‌ها و چشم‌اندازهای توسعه

تجاری‌سازی گوشت کشت‌شده با چالش‌های متعددی در زمینه‌های علمی، قانونی و اجتماعی روبه‌رو است. از جمله موانع اصلی، تولید انبوه با هزینه معقول، تطبیق با محیط‌های نظارتی پیچیده، تضمین ایمنی و ارتقای پذیرش مصرف‌کننده است.

برای تولید گوشت کشت‌شده در مقیاس تجاری، پیشرفت‌های قابل توجهی در تکنیک‌های کشت سلول، تکنیک‌های زیست‌فرآیند و بهینه‌سازی محیط کشت لازم است (Post et al., 2020). کارایی و قدرت فناوری‌های کنونی کافی نیستند تا با تولید گوشت سنتی رقابت کنند. برای افزایش خروجی و کاهش هزینه‌ها، پیشرفت در مهندسی بافت و طراحی بیوراکتورها ضروری است. علاوه بر این، پیشنهاد شده است که تحقیقات بین‌رشته‌ای شامل مهندسی بیوراکتور پیشرفته و زیست‌شناسی سنتتیک انجام شود تا به این چالش‌ها پاسخ داده شود (Zhang et al., 2020).

در تولید گوشت کشت‌شده موانع نظارتی متعددی وجود دارد، از جمله عدم اطمینان در مورد نحوه نظارت بر گوشت کشت‌شده تحت قوانین فعلی. ایجاد یک چارچوب نظارتی مشخص برای تضمین اعتماد و ایمنی مصرف‌کننده بسیار مهم است. به علاوه، برای رعایت الزامات قانونی و پذیرش مشتری، توسعه ابزارهای تحلیلی حساس و تخصصی، مانند سنسورهای پایش ایمنی غذا، ضروری است. همچنین، محیط اجتماعی و سیاسی باید توسط این فناوری مورد توجه قرار گیرد و مسائلی مانند اخلاق، پوشش رسانه‌ای، باورهای مذهبی و تأثیرات اقتصادی محتمل در نظر گرفته شوند (Bryant, 2020).

ماهیت چندرشته‌ای این مسائل تأکید بر این دارد که ذینفعان مختلف، از جمله دانشمندان، مهندسان، قانون‌گذاران و جامعه‌شناسان باید همکاری کنند. برای اینکه تولید گوشت کشت‌شده قابل‌قبول و پایدار باشد، یک استراتژی جامع که شامل جنبه‌های فناوری، اجتماعی-سیاسی و اقتصادی فرآیند باشد، ضروری است (Jairath et al., 2021). حل مشکلات پیچیده تولید گوشت کشت‌شده نیاز به ادغام چندین حوزه علمی از جمله مهندسی بافت، علم غذا، علم مواد و فناوری حسگر دارد.

تجاری‌سازی گوشت کشت‌شده هدفی بلندپروازانه است که نیازمند تلاش‌های هماهنگ از بسیاری از زمینه‌های علمی است. موفقیت در ادغام گوشت کشت‌شده در نظام غذایی به طور قابل‌ملاحظه‌ای به حل مشکلات تولید اقتصادی، تطابق قانونی، ایمنی و پذیرش مصرف‌کننده بستگی دارد. تحقیقات و توسعه در زمینه گوشت کشت‌شده به دلیل مزایای بالقوه‌اش برای پایداری محیطی، رفاه حیوانات و امنیت غذایی و تغذیه، امیدوارکننده به نظر می‌رسد.

نتیجه‌گیری

در عصر حاضر، چالش‌های ناشی از افزایش جمعیت، تغییرات اقلیمی و محدودیت منابع طبیعی، ضرورت تغییر در شیوه‌های تولید و مصرف غذا را به وضوح نمایان کرده است. گوشت کشت‌شده به عنوان یک نوآوری مهم در صنعت غذایی، می‌تواند پاسخ‌های موثری به این چالش‌ها ارائه دهد. تولید گوشت کشت‌شده با استفاده از فناوری‌های نوین، می‌تواند به طرز قابل توجهی قابلیت تأمین نیازهای غذایی بشر را افزایش دهد. این شیوه تولید با کاهش فشار بر منابع طبیعی و حفظ اکوسیستم، می‌تواند به تأمین غذای کافی و با کیفیت کمک کند علاوه بر این یکی از اهداف کلیدی در توسعه سیستم‌های غذایی، ارتقای دسترسی به غذا برای همه اقشار جامعه است. گوشت کشت‌شده می‌تواند به عنوان منبع پروتئینی سالم و اقتصادی، به کاهش نابرابری‌های غذایی و بهبود تغذیه در جوامع مختلف کمک کند.

با توجه به نگرانی‌های موجود در مورد کیفیت و ایمنی غذا، گوشت کشت‌شده این امکان را فراهم می‌آورد که با کنترل دقیق شرایط تولید، به بهبود کیفیت غذایی و سلامت عمومی جامعه پرداخته شود. کاهش آلودگی‌های ناشی از شیوه‌های سنتی و امکان تنظیم محتوای مغذی، این نوع گوشت را به گزینه‌ای مناسب برای ارتقای سلامت مصرف‌کنندگان تبدیل می‌کند. علاوه بر این در مواجهه با چالش‌های ناشی از تغییرات اقلیمی و بحران‌های محیط زیستی، تولید گوشت کشت‌شده به عنوان یک راهکار پایدار، می‌تواند به افزایش تاب آوری سیستم‌های غذایی کمک کند. این شیوه تولید با کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و حفظ تنوع زیستی، در راستای پایداری محیط زیست عمل می‌کند و می‌تواند توانایی جوامع را در مقابله با بحران‌ها افزایش دهد. همچنین با توجه به پیشرفت‌های اخیر در زمینه فاکتورهای رشد و استفاده از منابع غیرخونی، می‌توان امید داشت که چالش‌های مربوط به ایمنی غذایی و مسائل اخلاقی به‌تدریج حل شوند. همچنین، طراحی داربست‌های مناسب و استفاده از فناوری‌های پیشرفته مهندسی بافت می‌تواند به تولید محصولاتی با ویژگی‌های حسی و تغذیه‌ای نزدیک به گوشت طبیعی کمک کند.

در نهایت، برای موفقیت تجاری و پذیرش عمومی گوشت کشت‌شده، همکاری نزدیک میان دانشمندان، مهندسان، قانون‌گذاران و جامعه ضروری است. ایجاد یک چارچوب نظارتی شفاف و توجه به نگرانی‌های اجتماعی و اقتصادی می‌تواند به دستیابی به یک صنعت پایدار و اخلاقی کمک کند. با توجه به روندهای فعلی و نیاز به منابع غذایی پایدار، آینده تولید گوشت کشت‌شده نویدبخش به‌نظر می‌رسد.

منابع

Ahmad, S. S., Chun, H. J., Ahmad, K., Shaikh, S., Lim, J. H., Ali, S., Han, S. S., Hur, S. J., Sohn, J. H., Lee, E. J., & Choi, I. (2023). The roles of growth factors and hormones in the regulation of muscle satellite cells for cultured meat production. Journal of Animal Science and Technology, 65(1), 16–31. https://doi.org/10.5187/jast.2022.e114

Allan, S. J., De Bank, P. A., & Ellis, M. J. (2019a). Bioprocess Design Considerations for Cultured Meat Production With a Focus on the Expansion Bioreactor. Frontiers in Sustainable Food Systems, 3. https://doi.org/10.3389/fsufs.2019.00044

Allan, S. J., De Bank, P. A., & Ellis, M. J. (2019b). Bioprocess Design Considerations for Cultured Meat Production With a Focus on the Expansion Bioreactor. In Frontiers in Sustainable Food Systems (Vol. 3). https://doi.org/10.3389/fsufs.2019.00044

Ashizawa, R., Rubio, N., Letcher, S., Parkinson, A., Dmitruczyk, V., & Kaplan, D. L. (2022). Entomoculture: A Preliminary Techno-Economic Assessment. Foods, 11(19), 3037. https://doi.org/10.3390/foods11193037

Batish, I., Zarei, M., Nitin, N., & Ovissipour, R. (2022). Evaluating the Potential of Marine Invertebrate and Insect Protein Hydrolysates to Reduce Fetal Bovine Serum in Cell Culture Media for Cultivated Fish Production. Biomolecules, 12(11), 1697. https://doi.org/10.3390/biom12111697

Ben-Arye, T., & Levenberg, S. (2019). Tissue Engineering for Clean Meat Production. Frontiers in Sustainable Food Systems, 3. https://doi.org/10.3389/fsufs.2019.00046

Ben-Arye, T., Shandalov, Y., Ben-Shaul, S., Landau, S., Zagury, Y., Ianovici, I., Lavon, N., & Levenberg, S. (2020). Textured soy protein scaffolds enable the generation of three-dimensional bovine skeletal muscle tissue for cell-based meat. Nature Food, 1(4), 210–220. https://doi.org/10.1038/s43016-020-0046-5

Bryant, C. J. (2020). Culture, meat, and cultured meat. Journal of Animal Science, 98(8). https://doi.org/10.1093/jas/skaa172

Chen, X.-Y., Chen, J.-Y., Tong, X.-M., Mei, J.-G., Chen, Y.-F., & Mou, X.-Z. (2020). Recent advances in the use of microcarriers for cell cultures and their ex vivo and in vivo applications. Biotechnology Letters, 42(1), 1–10. https://doi.org/10.1007/s10529-019-02738-7

Edelman, P. D., McFarland, D. C., Mironov, V. A., & Matheny, J. G. (2005). Commentary: In Vitro -Cultured Meat Production. Tissue Engineering, 11(5–6), 659–662. https://doi.org/10.1089/ten.2005.11.659

Fraeye, I., Kratka, M., Vandenburgh, H., & Thorrez, L. (2020). Sensorial and Nutritional Aspects of Cultured Meat in Comparison to Traditional Meat: Much to Be Inferred. Frontiers in Nutrition, 7. https://doi.org/10.3389/fnut.2020.00035

Ge, C., Selvaganapathy, P. R., & Geng, F. (2023). Advancing our understanding of bioreactors for industrial-sized cell culture: health care and cellular agriculture implications. American Journal of Physiology-Cell Physiology, 325(3), C580–C591. https://doi.org/10.1152/ajpcell.00408.2022

Genovese, N. J., Domeier, T. L., Telugu, B. P. V. L., & Roberts, R. M. (2017). Enhanced Development of Skeletal Myotubes from Porcine Induced Pluripotent Stem Cells. Scientific Reports, 7. https://doi.org/10.1038/srep41833

Hamzeh, A., Rezaei, M., Khodabandeh, S., Motamedzadegan, A., & Noruzinia, M. (2018). Antiproliferative and antioxidative activities of cuttlefish (Sepia pharaonis) protein hydrolysates as affected by degree of hydrolysis. Journal of Food Measurement and Characterization, 12(2), 721–727. https://doi.org/10.1007/s11694-017-9685-0

Ikasari, B. N., Alfarizi, S., Fauziyah, S., Wardhani, P., Aryati, Soegijanto, S., & Sucipto, T. H. (2022). Effect of Fetal Bovine Serum Concentration towards Vero Cells Growth on Culture in DMEM Medium. Jurnal Teknologi Laboratorium, 11(2), 73–77. https://doi.org/10.29238/teknolabjournal.v11i2.313

Jairath, G., Mal, G., Gopinath, D., & Singh, B. (2021). A holistic approach to access the viability of cultured meat: A review. Trends in Food Science & Technology, 110, 700–710. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.024

Jochems, C. E. A., van der Valk, J. B. F., Stafleu, F. R., & Baumans, V. (2002). The Use of Fetal Bovine Serum: Ethical or Scientific Problem? Alternatives to Laboratory Animals, 30(2), 219–227. https://doi.org/10.1177/026119290203000208

Kim, C. H., Lee, H. J., Jung, D. Y., Kim, M., Jung, H. Y., Hong, H., Choi, Y.-S., Yong, H. I., & Jo, C. (2023). Evaluation of fermented soybean meal and edible insect hydrolysates as potential serum replacement in pig muscle stem cell culture. Food Bioscience, 54, 102923. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102923

Kimura, A., Yoshida, F., Ueno, M., & Taguchi, M. (2021). Application of radiation crosslinking technique to development of gelatin scaffold for tissue engineering. Radiation Physics and Chemistry, 180, 109287. https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2020.109287

Lu, H., Ying, K., Shi, Y., Liu, D., & Chen, Q. (2022). Bioprocessing by Decellularized Scaffold Biomaterials in Cultured Meat: A Review. Bioengineering, 9(12), 787. https://doi.org/10.3390/bioengineering9120787

NAKAMURA, M., TOMOCHI, H., ANDOH, K., NISHIMORI, A., SUDA, Y., MATSUURA, Y., & IWAMARU, Y. (2022). Inspection of Commercially Available Fetal Bovine Sera Collected between 2017 and 2021 for the Contamination of Bovine Viral Diarrhea Virus. Journal of the Japan Veterinary Medical Association, 75(7), e139–e144. https://doi.org/10.12935/jvma.75.e139

Negulescu, P. G., Risner, D., Spang, E. S., Sumner, D., Block, D., Nandi, S., & McDonald, K. A. (2023). Techno-economic modeling and assessment of cultivated meat: Impact of production bioreactor scale. Biotechnology and Bioengineering, 120(4), 1055–1067. https://doi.org/10.1002/bit.28324

Ong, K. J., Tejeda-Saldana, Y., Duffy, B., Holmes, D., Kukk, K., & Shatkin, J. A. (2023). Cultured Meat Safety Research Priorities: Regulatory and Governmental Perspectives. Foods, 12(14). https://doi.org/10.3390/foods12142645

Ozhava, D., Bhatia, M., Freman, J., & Mao, Y. (2022). Sustainable Cell Sources for Cultivated Meat. Journal of Biomedical Research & Environmental Sciences, 3(12). https://doi.org/10.37871/jbres1607

Peng, C.-A., & Palsson, B. Ø. (2000). Cell growth and differentiation on feeder layers is predicted to be influenced by bioreactor geometry. Biotechnology and Bioengineering, 50(5), 479–492. https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0290(19960605)50:5<479::AID-BIT2>3.0.CO;2-C

Post, M. J. (2012). Cultured meat from stem cells: Challenges and prospects. In Meat Science (Vol. 92, Issue 3). https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.04.008

Post, M. J., Levenberg, S., Kaplan, D. L., Genovese, N., Fu, J., Bryant, C. J., Negowetti, N., Verzijden, K., & Moutsatsou, P. (2020). Scientific, sustainability and regulatory challenges of cultured meat. Nature Food, 1(7), 403–415. https://doi.org/10.1038/s43016-020-0112-z

Ramezani, P., & Motamedzadegan, A. (2024). Exploring the Potential of Cultured Meat: Technological Advancements, Sustainability Prospects, and Challenges. Iranian Food Science and Technology Research Journal, 20(3), 81–103. https://doi.org/10.22067/ifstrj.2024.87796.1329

Seah, J. S. H., Singh, S., Tan, L. P., & Choudhury, D. (2022). Scaffolds for the manufacture of cultured meat. Critical Reviews in Biotechnology, 42(2), 311–323. https://doi.org/10.1080/07388551.2021.1931803

Shaviklo, A. R., Moradinezhad, N., Abolghasemi, S. J., Motamedzadegan, A., Kamali-Damavandi, N., & Rafipour, F. (2016). Product optimization of fish burger containing tuna protein isolates for better sensory quality and frozen storage stability. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 16(4). https://doi.org/10.4194/1303-2712-v16_4_20

Stout, A. J., Zhang, X., Letcher, S. M., Rittenberg, M. L., Shub, M., Chai, K. M., Kaul, M., & Kaplan, D. L. (2024). Engineered autocrine signaling eliminates muscle cell FGF2 requirements for cultured meat production. Cell Reports Sustainability, 1(1), 100009. https://doi.org/10.1016/j.crsus.2023.100009

Tabarestani, H. S., Maghsoudlou, Y., Motamedzadegan, A., & Sadeghi Mahoonak, A. R. (2010). Optimization of physico-chemical properties of gelatin extracted from fish skin of rainbow trout (Onchorhynchus mykiss). Bioresource Technology, 101(15), 6207–6214. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.02.071

Taheri, A., Abedian Kenari, A., Motamedzadegan, A., & Habibi Rezaie, M. (2011). Optimization of goldstripe sardine (Sardinella gibbosa) protein hydrolysate using Alcalase® 2.4L by response surface methodology Optimización de hidrolisato de proteína de Sardinela dorada (Sardinella gibbosa) usando Alcalase® 2.4L a través de RSM. CyTA - Journal of Food, 9(2), 114–120. https://doi.org/10.1080/19476337.2010.484551

Tahir, I., & Floreani, R. (2022). Dual-Crosslinked Alginate-Based Hydrogels with Tunable Mechanical Properties for Cultured Meat. Foods, 11(18), 2829. https://doi.org/10.3390/foods11182829

Wang, J., Ding, X., & Zhou, G. (2022). Cutting-edge tissue engineering strategies for cultured meat. Food Materials Research, 2(1), 1–5. https://doi.org/10.48130/FMR-2022-0020

Wang, Y., Ji, H., He, L., Niu, Y., Zhang, Y., Liu, Y., Tian, Y., Liu, X., Li, H., Kang, X., Gao, Y., & Li, Z. (2024). Establishment and analysis of immortalized chicken skeletal muscle satellite cell lines1. Journal of Integrative Agriculture. https://doi.org/10.1016/j.jia.2024.01.034

Yu, I., Choi, J., Kim, M. K., & Kim, M. J. (2023). The Comparison of Commercial Serum-Free Media for Hanwoo Satellite Cell Proliferation and the Role of Fibroblast Growth Factor 2. Food Science of Animal Resources, 43(6), 1017–1030. https://doi.org/10.5851/kosfa.2023.e68

Zhang, G., Zhao, X., Li, X., Du, G., Zhou, J., & Chen, J. (2020). Challenges and possibilities for bio-manufacturing cultured meat. Trends in Food Science & Technology, 97, 443–450. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.01.026



Technology for Cultured Meat Production: An Innovative Solution for Food Security and Environmental Challenges

Pouya Ramezani [1*]
[1] M.Sc. Student of Department of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
Corresponding Author: p.ramezani@sanru.ac.ir

Abstract

The production of cultured meat, as an innovative solution to replace traditional meat, has experienced significant growth in recent years due to its environmental and ethical benefits. This technology allows for the production of meat through cell cultivation, without the need for animal slaughter. The use of suitable cell lines, advanced bioreactors, and efficient growth factors are key factors in the success of this process. To produce cultured meat, stem cells extracted from animals are first proliferated and then differentiated under controlled conditions in bioreactors. In this process, biological scaffolds are also necessary to create a three-dimensional structure and a texture similar to that of natural meat. Growth factors also play an essential role in the proliferation and differentiation of cells, and efforts are underway to reduce dependence on animal-derived serums such as FBS. However, challenges such as high production costs, scalability, and genetic drift of cells remain. Enhancing bioreactor systems and designing alternative materials for scaffolds and culture media could contribute to improving quality, reducing costs, and increasing consumer acceptance. Overall, cultured meat, as a sustainable solution, has the potential to address concerns related to food security, animal welfare, and environmental impacts. With ongoing research and technological advancements, this industry may soon replace part of traditional meat production.

Keywords: Cultured Meat, Cellular Agriculture, Food Security, Sustainability



فواید تغذیه ای یولاف و سویا در امنیت غذایی نیروهای نظامی

عسگر شیرین زاده*

گروه کشاورزی، واحد پارس آباد مغان، دانشگاه آزاد اسلامی، پارس آباد مغان، ایران

*نویسنده مسوول: Asgar.shirinzadeh@gmail.com

چکیده:

نیروهای نظامی نیاز به غذای کافی برای حفظ سلامتی و انجام ماموریت‌های سازمانی خود دارند. غذای نیروهای نظامی نه فقط منبع تغذیه آن‌ها می‌باشد بلکه منبع حفظ قدرت نظامی آن‌ها در عملیات زمینی، هوایی و پدافندی نیز هست. در حین عملیات نظامی، زمان مصرف غذا تغییر می‌کند و اغلب به فعالیت‌های نظامی بستگی دارد. غذای نیروهای نظامی باید میزان کافی انرژی، عناصر غذایی اصلی (پروتئین، چربی، کربوهیدرات)، عناصر غذایی ریز مغذی (ویتامین‌ها، عناصر معدنی، و عناصر کمیاب) و فیبر در اختیار بدن قرار دهد. نیروهای نظامی اغلب دور از مراکز تهیه غذا (آشپزخانه) فعالیت دارند و باید آماده باشند تا در مناطق دور و در شرایط طاقت فرسا عملیات نظامی انجام دهند. این مناطق دارای آب و هوای بسیار سرد تا بیابان‌های خشک و داغ می‌باشد. ترکیب جیرهٔ غذایی باید در این شرایط (بسیار سرد تا گرم و داغ) مناسب باشد تا نیروهای نظامی بتوانند بدون تحمل تشنگی و گرسنگی به ماموریت خود ادامه دهند. علاوه بر این، جیرهٔ غذایی طوری تنظیم شود که خاصیت ماندگاری زیاد؛ با حفظ کیفیت، داشته باشد. بدین طریق، جیرهٔ غذایی نظامیان باید دارای انرژی کافی، بسته‌بندی خاص برای ماندگاری در شرایط سرد و گرم و حمل آسان باشد تا نیاز تغذیه‌ای آنان را مرتفع سازد.

کلمات کلیدی: تغذیه، عناصر غذایی، انرژی، قدرت نظامی، غذا

مقدمه

مصرف بهینه رژیم غذایی به دلیل نیازهای جسمی و ذهنی بالایی که بر پرسنل تحمیل می کند، جزء حیاتی یک محیط نظامی است (Barringer et al., 2018). تا به امروز تحقیقات نشان داده است که سلامت، تناسب اندام و عملکرد پرسنل نظامی به شدت به وضعیت تغذیه آنها در طول آموزش وابسته است، بنابراین، آمادگی آنها برای رزم می تواند تحت تأثیر منفی دریافت مواد مغذی نابهینه قرار گیرد (Moran et al.,2012). برای حمایت از آموزش آنها، تمرکز بر یک رژیم غذایی سالم و بهینه برای تسهیل سازگاری آموزشی ، حفظ سلامتی، پیشرفت شغلی وهمچنین کاهش خطر ابتلا به بیماری های طولانی مدتی مثل چاقی و بیماری های قلبی عروقی در ارتش ضروری است.(Hilgenberg et al., 2016) مسئولیت تامین امنیت ملی و عمومی بر عهده پرسنل تاکتیکی (از جمله نیروهای نظامی، آتش نشانی) می باشد.به همین دلیل حمایت از سلامت، رفاه و عملکرد مطلوب پرسنل این مشاغل مستلزم رژیم غذایی مطلوب است (MacKenzie-Shalders et al., 2020). رفتارهای بی تحرکی، خطر بیماری مزمن و نرخ چاقی مشابه یا شدیدتر از مواردی که در سطح جمعیت دیده می شود، از جمله چالش های مهم غذایی هستند که در چندین مطالعه (et al., Tomkinson 2017 و González, et al., 2017) به آنها اشاره شده است. با این حال، مشاغل سخت مرتبط با جسم و روح (Bray, et al., 2001) ؛ دوره های شدید فعالیت بدنی (Macmillan et al., 2017) اضافه کاری، نوبت کاری و عدم استراحت، کار در شرایط شدید گرمای شدید، ارتفاع و رطوبت کم (Gupta, et al., 2019 و Marks, et al., 2020) طیف دیگری از چالش های مشاغل تاکتیکی هستند که بسیاری از آنها، از جمله ساعات کار طولانی، نوبت کاری، و فشار شغلی (در مردان) با کیفیت پایین رژیم غذایی (Gibson, et al., 2017) مرتبط بوده و به نوبه خود پیامدهایی برای سلامت، رفاه و قابلیت عملکرد مشاغل تاکتیکی دارند (MacKenzie-Shalders, et al., 2020 .). پرسنل تاکتیکی همچنین بایستی سطح آمادگی جسمانی لازم را برای انجام بهینه وظایف شغلی خود حفظ کنند. بنابراین گاهی اوقات لازم است توصیه های تغذیه ورزشی نیز اعمال شود (Orr, et al., 2017 ؛ Lockie, et al., 2018) توصیه‌های غذایی مناسبی که دریافت انرژی و درشت مغذی مناسب را فراهم می‌کنند، و از آمادگی جسمانی حمایت می‌کنند، احتمالاً عملکرد پرسنل تاکتیکی را بهینه می‌کنند (Genton, et al., 2010).

تغذیه و ارتش اساساً در هم تنیده شده اند. بدون تأمین منظم غذا و آب، هیچ ارتشی نمی تواند امیدوار باشد یا انتظار داشته باشد که در نقش اصلی خود یعنی جنگیدن با موفقیت پیروز شود. غذای مناسب، هم از نظر کیفیت و هم از نظر کمیت، و هیدراتاسیون کافی برای اطمینان از حفظ ظرفیت فیزیکی و عملکرد ذهنی پرسنل نظامی در سطوح بهینه مورد نیاز است. تغذیه نقش مهمی در روند بهبود زخم در افراد آسیب دیده دارد و همچنین بر بهبود و توانبخشی بعدی آنها تأثیر می گذارد(Hill et al., 2011). اهمیت رژیم غذایی و تغذیه برای آمادگی و عملکرد نظامی برای قرن ها به رسمیت شناخته شده است زیرا مواد مغذی رژیم غذایی باعث حفظ سلامتی، محافظت در برابر بیماری، و ارتقای انعطاف پذیری، عملکرد و بهبودی می شود. تحقیقات تغذیه نظامی معاصر به طور فزاینده ای اغلب بر تعیین نیازهای تغذیه عملیاتی در همه محیط ها، توصیف شیوه های تغذیه ای پرسنل نظامی نسبت به استانداردهای مورد نیاز و توسعه استراتژی هایی برای بهبود تحویل مواد مغذی و انتخاب های فردی تاکید دارد. این بررسی اهمیت تغذیه نظامی را مورد بحث قرار می‌دهد و موضوعات نوظهوری را که احتمالاً بر تحقیقات و سیاست‌های تغذیه نظامی آینده تأثیر می‌گذارند برجسته می‌کند. مسائل معاصر شامل بهبود کیفیت رژیم غذایی پرسنل نظامی، بهینه سازی جیره های عملیاتی و افزایش

درک عوامل بیولوژیکی موثر بر نیازهای مواد مغذی است. حوزه های نوظهور شامل حوزه رو به رشد تغذیه دقیق و توانمندسازهای تکنولوژیکی آن است(Karl , et al., 2022).

سلامت نیروهای نظامی از نظر روحی و جسمی و به طور کلی در ابعاد مختلف آن در ارتباط مستقیم با امنیت کشور می‌باشد. بنابراین، سلامت و کارآیی نیروهای نظامی دارای اهمیت فراوان است چون نیروهای نظامی از سرمایه‌ها و دارایی‌های هر کشور محسوب می‌شوند. توجه به سلامتی نیروهای نظامی موجب توانمندسازی و ایجاد انگیزه در این نیروها می‌شود و تحرک و اثر بخشی آن‌ها را افزایش می‌دهد. امنیت ملی و اقتدار نظامی به نیروی نظامی سالم و فعال بستگی دارد بنابراین، بایستی به امنیت غذایی و ایمانی نیروهای نظامی توجه خاصی شود. در شرایط جنگ و محاصرهٔ اقتصادی، امنیت غذایی برای این نیروها اهمیت فراوانی دارد. نقش تغذیه در سلامت و آمادگی نیروهای نظامی در طول تاریخ بشریت همواره مدّ نظر بوده‌است. مدارکی که از ۱۵۰۰ سال قبل از میلاد مسیح از پادشاهان مصر به دست آمده نشان می‌دهد که در آن زمان برای لشکریانشان غذای دارای کربوهیدرات زیاد و چربی کم توصیه می‌کردند. ۴۵۰ سال بعد، توصیهٔ جیرهٔ غذایی با کربوهیدرات کم همراه با مقداری پروتئین و چربی بوده‌است تا نیاز انرژی مورد نیاز فرد را بر طرف کند. در حال حاضر، متخصصان تغذیه، رژیم غذایی که حاوی مقدار زیادی ویتامین، محتوای پروتئین بالا، کربوهیدرات‌های مرکب و چربی‌های غیر اشباع باشند توصیه می‌کنند(حیدری شریف آباد، ۱۳۹۸ ؛ Macmillan et al., 2017 ؛MacKenzie-Shalders, et al., 2020).

برای دستیابی به سلامتی و آمادگی رزمی، نیروهای نظامی باید وزن نرمال، رژیم غذایی و فعالیت‌های فیزیکی یا ورزش منظم داشته باشد. در بیشتر افراد چاق تجمع چربی در ناحیهٔ شکم است. هنگامی که شاخص تودهٔ بدن (BMI) بین ۲۵ تا ۲۹/۹ باشد فرد اضافه وزن دارد و شاخص تودهٔ بدن بیش از ۳۰ فرد چاق است. بسیاری از افراد چاق، چربی و فشار خون دارند. چاقی موجب بیماری کرونر قلبی، فشار خون، دیابت نوع۲، سکته، بیماری کیسهٔ صفرا، درد مفاصل، مشکلات تنفسی و برخی مواقع سرطان می‌شود. علاوه بر این، چاقی باعث افزایش هزینهٔ سلامتی و مشکلات اجتماعی و روانشناختی برای فرد چاق و خانواده‌اش می‌شود. اضافه وزن و چاقی از اثر متقابل عوامل ژنتیکی و محیطی در طول زمان ایجاد شده که در نتیجهٔ عدم تعادل انرژی و بی تحرکی است. فرد کالری زیادی مصرف می‌کند ولی، از انرژی آن استفاده نمی‌کند. رژیم غذایی افراد چاق، چربی کم و کربوهیدرات زیاد دارد. رژیم غذایی چربی‌های اشباع کمی داشته تا کلسترول خون کاهش یابد. در هر صورت، از روش‌های کاهش وزن، کاستن انرژی مصرفی و فعالیت‌های بدنی (ورزش) است. کاهش وزن بدن برای تمام افراد چاق توصیه می‌شود و بهترین روش درمان آن تغییر روش زندگی و رژیم غذایی است. نیروهای نظامی که دارای اضافه وزن هستند باید روزانه ۱۲۰۰ تا ۱۶۰۰ کیلوکالری انرژی مصرف کنند تا به وزن متعادل برسند(حیدری شریف آباد، ۱۳۹۲؛ کبرایی، ۱۳۹۱؛ Genton, et al., 2010).

به طور متوسط هر یک گرم کربوهیدرات‌های ساده و مرکب ۴ کالری انرژی دارد و ۱۰۰٪ به گُلوکز در مدت ۳ تا ۳۰ دقیقه (کربوهیدرات ساده) و ۱ تا ۳ ساعت (کربوهیدرات مرکب) تبدیل می‌شود ولی، هر یک گرم پروتئین ۴ کالری انرژی، ۵۰ تا ۶۰٪ تبدیل به گُلوکز و ۳ تا ۶ ساعت طول می‌کشد. هر یک گرم چربی ۹ کالری انرژی و فقط ۱۰٪ آن تبدیل به گُلوکز و ۳ تا ۸ ساعت طول می‌کشد. اصلاح رژیم غذایی، سلامتی را بدنبال دارد. بیماری‌ها معمولاً نتیجهٔ دورهٔ مصرف رژیم‌های غذایی مرسوم (پُر انرژی و پُر چرب) است؛ مواد غذایی با فیبر کم و کربوهیدرات‌های تصفیه شده، که مهمترین آنها قند و شربت و شرینی است. شواهد نشان می‌دهد که رژیم غذایی و شیوهٔ زندگی عاملِ اصلی بیماری است. در هر حال، رژیم غذایی HCF[61] (کربوهیدرات بالا، فیبر گیاهی بالا) ثمر بخش است. رژیم غذایی سرشار از دانه غلات، حبوبات و سبزیجات که در آن‌ها چربی و قندهای ساده کم است، توصیه می‌شود. کالری مصرفی از: ۷۰

1. high-carbohydrate, high plant fiber

تا ۷۵٪ کربوهیدرات‌های مرکب، ۱۵ تا ۲۰٪ پروتئین و ۱۰ تا ۲۵٪ چربی است و حجم فیبر مصرفی تقریباً ۱۰۰ گرم در روز است. آزمایش‌های بالینی با رژیم غذایی عمدتاً با تأکید بر کربوهیدرات‌های مرکب و مصرف کم چربی، اثر درمانی فوق‌العاده‌ای نشان داده‌اند. اولین خط دفاع با درمان‌های گیاهی، گنجاندن فیبر در رژیم غذایی افراد است. تحقیقات نشان داده‌است که شیوع بیماری ارتباط تنگاتنگی با مصرف کم فیبر دارد. فیبرهایی که بیشترین اثر روی کنترل گُلوکز خون دارند، محلول در آب و شامل: همی سلولزها، موسیلاژ، صمغ‌ها و پکتین‌ها هستند(Webster and Wood, 2011). این ترکیب‌ها سرعت گوارش و جذب کربوهیدرات‌ها را کُند، در نتیجه، از افزایش سریع گُلوکز خون جلوگیری کرده، حساسیت بافت‌ها به انسولین را افزایش و جذب گُلوکز توسط کَبِد و سایر بافت‌ها را بهبود می‌بخشند. حبوبات، سبوس یولاف، گردو و فندق، دانه‌ها، پوست دانه اسفرزه، گُلابی، سیب و بسیاری از سبزیجات این خصوصیات را دارند. هر چند دستورالعمل خاص برای فیبر در رژیم غذایی موجود نیست، امّا مقایسهٔ رژیم غذایی حاوی ۲۴ گرم فیبر در روز (بالاتر از مصرف معمول توصیه شده) با رژیم غذایی حاوی ۵۰ گرم فیبر در روز، نشان داد که مصرف بیشتر فیبر در رژیم غذایی، موجب کنترل میزان گُلوکز خون، انسولین خون و کاهش غلظت چربی پلاسما در بیماران می‌شود. رژیم غذایی ایده‌آل برای کنترل سلامتی، باید غذاهای طبیعی، ترجیحاً غذاهای آلی باشد. غذاهای انتخابی، کربوهیدرات‌های مرکب و مواد غذایی پُرفیبر با میزان کم چربی هستند. مصرف حبوبات، سیر و پیاز خوب است. غذاهای آماده و کربوهیدرات‌های تغلیظ شده باید از رژیم غذایی حذف شوند. توجه به شاخص قند[۶۲] اهمیت دارد، چون میزان قندی که توسط سبزیجات، میوه‌ها و تمام غذاها در بافت بدن منتشر می‌شود، نشان دهندهٔ میزان شاخص قند است(حیدری شریف آباد، ۱۳۹۸ و۱۳۹۲).

ورزش برای سلامتی نیروهای نظامی اهمیت زیادی دارد. افرادی که روال منظم فعالیت بدنی دارند، کاهش چربی بدن را تجربه می‌کنند. اثر فعالیت فیزیکی منظم روی پیشگیری بیماری کرونر قلبی به اثبات رسیده‌است. ارتباط منفی بین میزان کار فیزیکی و از کار افتادگی عضله‌های قلب وجود دارد. مشخص شده که مصرف ۳۰۰۰ کیلوکالری انرژی در هفته نیاز به ۶ ساعت ورزش ملایم در روز دارد. در مطالعه‌ای مصرف ۱۰۰ کیلوکالری در هفته با ورزش سنگین برابر با ۱۰۰۰ کیلوکالری در هفته با ورزش سبک تخمین زده شده‌است. فعالیت‌های فیزیکی شدید ۱۰ برابر فعالیت‌های فیزیکی ملایم مؤثر است. پیاده روی اثر مفید روی پیشگیری بیماری‌های قلبی دارد. در یک بررسی، میزان استراحت و فعالیت بدنی ۱۶۹۳۶ نفر از طریق پرسشنامه و مصاحبه تخمین زده شد. پس از ۱۲ و ۱۵ سال مشخص شد که گروهی که فعالیت بدنی داشتند ۵۰٪ کمتر از گروه دیگر به بیماری قلبی مبتلاء شدند. در هر حال، برنامه‌های ورزشی باید بازتابی از توانایی‌های بیمار باشد. با گذشت زمان و افزایش آمادگی بدن، برنامه‌های ورزشی در واکنش به توانایی‌های بدن افزایش می‌یابد. در حالت ایده‌آل، باید فعالیت‌های ورزشی زیاد شود تا ضربان قلب، به میزان ۵۰٪ به مدّت نیم ساعت، سه بار در هفته افزایش یابد(حیدری شریف آباد، ۱۳۹۲ و کبرایی، ۱۳۹۱).

در هنگام ورزش حداکثر نیاز انرژی بدن ۲۰ برابر بیشتر از حالت استراحت است. برای حفظ پایداری در تعادل فیزیولوژیک و پیشگیری از کاهش گُلوکز خون سازوکارهای مختلفی به طور منظم کار می‌کنند. نخست، ذخیرهٔ گلیکوژن، تری‌گلیسرید و اسیدهای چرب آزاد عضله‌ها که از بافت‌های چربی مشتق شده، شکسته می‌شود. برای انتقال ذخیرهٔ اضافی عضله‌ها، میزان هورمون‌ها نیز تنظیم شده، در مرحلهٔ اولیهٔ ورزش، تولید گُلوکز کبد به وسیلهٔ کاهش میزان انسولین با وجود میزان گلوکاگون ثابت، افزایش می‌یابد. در مراحل بعدی، میزان گلوکاگون و کاتکول‌آمین افزایش یافته، در نتیجه میزان گُلوکز در افراد سالم در هنگام ورزش ثابت باقی می‌ماند. پس

از خوردن غذا، بیشتر گُلوکز آن به سرعت توسط عضله‌ها جذب شده و به صورت گلیکوژن ذخیره می‌شود. علاوه بر این، ورزش موجب افزایش جذب گُلوکز شده و بخشی از این عمل توسط افزایش انتقال دهندۀ پروتئین عضله در افراد سالم است. پس از ورزش، گلیکوژن عضله‌ها تخلیه و گُلوکز جذب عضله می‌شود. فعالیت‌های فیزیکی منظم مرتبط با تغییر ترکیب‌های بدن، یعنی کاهش میزان چربی و افزایش عضله‌ها و جذب حداکثر اکسیژن در افراد سالم؛ و حساسیت به انسولین ارتباط تنگاتنگ با این عوامل دارد. ورزش موجب کاهش چاقی شکمی و افزایش میزان عضله‌ها در این افراد شده‌است. در هر صورت، فایدۀ ورزش فقط برای مدت کوتاه ۳ تا ۶ روز است. بنابراین، ورزش مداوم بخصوص برای افراد لازم است. در هر حال، عواملی که در ایجاد خستگی و عدم آمادگی یک فرد نظامی علاوه بر فعالیت جسمانی و تنش‌های عملیاتی تاثیر دارد شامل: تشنگی، کاهش قند خون، اختلالات گوارشی، تخلیۀ گلیکوژن عضلات و کاهش الکترولیت‌های بدن می‌باشد. بنابراین، باید نیروهای نظامی برای سلامتی و آمادگی رزمی، از مواد غذایی استفاده نمایند که از کیفیت و نوع مواد اولیه و اجزای تشکیل دهندۀ مناسب برخوردار باشد، ماندگاری زیاد داشته باشد، بسته بندی مناسب داشته باشد روش مصرف آن ساده، حجم کم، حمل و نقل آسان و بالاخره انرژی، پروتئین، چربی، کربوهیدرات و فیبر در اختیار بدن قرار قرار دهد. در این مقاله، ترکیب غذایی که سلامتی و آمادگی یک فرد نظامی حداقل در مدت ۳۰ روز و بیشتر تامین نماید و دارای کیفیت و ماندگاری زیاد (۳ سال) کم حجم و دارای وزن کم باشد بررسی خواهد شد(حیدری شریف آباد، ۱۳۹۲؛ کبرایی، ۱۳۹۱ ؛ Webster and Wood, 2010).

مواد تشکیل دهندۀ این بسته غذایی شامل دانۀ یولاف لخت، سویا، شکر، روغن گیاهی(کنجد)، تری کلسیم فسفات، نمک طعام، ویتامین و مواد معدنی و طعم دهنده‌ها می‌باشد. دانۀ یولاف لخت دارای خصوصیات زیر می‌باشد:

جدول ۱- میزان تقریبی انرژی، اسیدهای چرب ۱۰۰ گرم یولاف

ارزش انرژی				
کربوهیدرات (گرم)	پروتئین (گرم)	چربی (گرم)	فیبر (گرم)	انرژی (کیلو کالری)
۵۸/۷	۱۴/۰	۸/۰	۹/۰	۱۴۷۳
اسیدهای چرب (گرم/۱۰۰گرم)				
پالمتیک	استارئیک	اولئیک	لینولئیک	لینولنیک
۱۹	۲	۳۶	۳۸	۲

جدول ۲- کل پلی ساکاریدهای محلول، غیر محلول (NSP) سلولز و غیر سلولزی (NCP) ۱۰۰ گرم یولاف

ارزش انرژی				
کل (NSP) گرم	NSP محلول (گرم)	NSP نا محلول(گرم)	سلولز (گرم)	NCP نا محلول (گرم)
۷/۷	۴/۵	۳/۲	۰/۶	۲/۶

علاوه بر این، دانه یولاف لخت حاوی مواد معدنی و ویتامین‌های مختلف میباشد که در جدول ۳ آورده شده است. یولاف حاوی پروتئین، فیبر و مواد معدنی است و یکی از غلات با پروتئین بسیار بالا می‌باشد.

جدول ۳- مواد معدنی و ویتامین‌های موجود در ۱۰۰ گرم یولاف لخت

مواد معدنی (میلی‌گرم/۱۰۰ گرم)								
پتاسیم	فسفر	منیزیم	کلسیم	سدیم	آهن	روی	منگنز	مس
۳۸۹	۴۵۹	۱۴۵	۵۴	۹	۴/۳	۳/۴	۴/۱	۰/۴۴
ویتامین (میلی‌گرم یا میکروگرم)								
ویتامین E	نیاسین	پنتوتنیک	تیامین	ویتامینB_6	ریبوفلاوین	اسید فولیک	بیوتین	کولین
۱/۲ (میلی گرم)	۰/۸۸ (میلی گرم)	۰/۲۳ (میلی گرم)	۷۳ (میلی گرم)	۰/۲۲ (میلی گرم)	۰/۱۳ (میلی گرم)	۴۹ (میلی گرم)	۲۱ (میلی گرم)	.۴۰ (میلی گرم)

سویا (*Glycine max*) از خانوادهٔ نیامداران است که دانهٔ آن ۲۳٪ روغن و ۴۳٪ پروتئین دارد، این خصوصیات موجب شده تا از این گیاه در تغذیهٔ انسان استفاده شود. دانه سویا حاوی پروتئین، کربوهیدرات، لیپید و مواد معدنی می‌باشد. میزان پروتئین سویا ۴۳ درصد، چربی ۲۳ درصد، کربوهیدرات ۲۹ درصد و مواد معدنی آن ۵ درصد است.

جدول ۴- ترکیب اسیدهای چرب دانه سویا

اسیدهای چرب (درصد)				
اسید اولئیک	اسید پالمتیک	اسید استئاریک	اسید لینولئیک	اسید لینولنیک
۳۸۹	۴۵۹	۱۴۵	۵۴	۹

جدول ۵- ترکیب اسیدهای آمینه پروتئین سویا

اسیدهای آمینه پروتئین سویا (میلی‌گرم/گرم)							
تره آنین	والین	متیونین	فنیل آلانین	تریپتوفان	ایزولوسین	لوسین	لیزین
۲۴۷	۳۲۷	۸۶	۳۰۹	۸۶	۳۳۳	۴۸۴	۳۹۵

مصرف سویا موجب بهبود سلامتی شده و بیماری‌های قلبی، سرطان، پوکی استخوان و... را کاهش می‌دهد. سویا به صورت توفو، نوشابه، پنیر سویا، سس سویا، تمپه، گوشت سویا، دانهٔ سویا در دسترس است. پروتئین سویا مقدار فراوانی ایزوفلاون دارد. ایزوفلاون‌های سویا گلوکوزیدهای جنستئین، دایدزئین و گلیسیتئین با و یا بدون گروه استیل یا ماتونیل چسبیده به گُلوکز هستند. فرآورده‌های مختلف سویا حاوی مقادیر متفاوت گلوکوزید هستند که این ترکیب‌ها جذب و متابولیسم متفاوتی دارند (جدول ۴).

ایزوفلاون گلوکوزید در روده هیدرولیز شده و گلیکون حاصله قبل از جذب متابولیز می‌شود. متابولیت‌های ایزوفلاون حلال چربی هستند و از روده به وسیلهٔ انتشار جذب می‌شوند. رژیم غذایی بدون چربی مانع جذب ایزوفلاون سویا و متابولیت‌های آن می‌گردد.

جدول ۶- میزان ایزوفلاون‌های فرآورده‌های سویا

	جنستئین (میکروگرم بر گرم)	دایدزئین (میکروگرم بر گرم)	گلیستئین (میکروگرم بر گرم)
سویا	۱۶۹۶	۱۵۴۸	۱۸۷
آرد سویا (سرخ شده)	۲۸۶۰	۳۰۸۷	۱۸۱
دانه سویا (سرخ شده)	۷۸۱	۶۰۴	۲۵۶
TVP	۱۲۲۲	۸۲۵	۳۳۲
توفو	۱۵۵۶	۱۳۷۶	۲۸۷
تمپه	۱۶۹۰	۹۰۷	۱۶۴
میسو	۱۱۴۰	۱۳۹۸	۲۶۵
شیر سویا	۲۴۲۰	۱۱۴۰	۲۰۳

نتایج و بحث

با مصرف دانه سویا و دانهٔ یولاف لخت و شکر (ساکارز) جیرهٔ غذایی کامل بدست می‌آید که دارای پروتئین، کربوهیدرات، چربی، فیبر، مواد معدنی و ویتامین‌های لازم برای بدن می‌باشد. طبق برآورد ناتو (۲۰۱۰) یک نظامی در حال نبرد ۶۰ درصد انرژی بیشتر نیاز دارد. که بایستی تامین گردد. ترکیب غذایی توصیه شده از قرار زیر می‌باشد:

جدول ۷- ترکیب غذایی توصیه شده برای یک فرد نظامی در حین عملیات

انرژی (کیلوکالری)	کربوهیدرات (گرم)	پروتئین (گرم)	چربی (گرم)	فیبر (گرم)	ویتامین A (میلی گرم)	تیامین (میلی گرم)	ریبوفلاوین (میلی گرم)	نیاسین (میلی گرم)	ویتامینB_6 (میلی گرم)	ویتامینB_{12} (میلی گرم)
۴۹۰۰	۵۵۰-۸۰۰	۱۸۵-۱۵۸	۱۹۰-۱۱۰	۳۰	۹۰۰	۱۲	۲/۵	۱۶	۲/۶	۲/۴
فولیت (میلی گرم)	پنتوتنیک اسید (میلی گرم)	بیوتین (میکروگرم)	ویتامین C (میلی گرم)	ویتامینD (میلی گرم)	ویتامین E (میلی گرم)	ویتامینK (میکروگرم)	کولین میلی (گرم)	کلسیم میلی (گرم)	فسفر میلی (گرم)	روی (میکروگرم)
۴۰۰	۶	۳۰	۴۵	۵	۱۰	۷۰	۵۵۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۵
آهن (میکروگرم)	منیزیم (میلی گرم)	ید (میکروگرم)	سلنیم (میکروگرم)	مولیبدن (میکروگرم)	مس (میلی گرم)	کرونیوم (میکروگرم)	منگنز (میکروگرم)	سدیم (میلی گرم)	فلوراید میلی (گرم)	پتاسیم (میلی گرم)
۱۴	۴۱۰	۱۵۰	۷۰	۴۵	۱/۸	۳۵	۵/۵	۴۰۰۰	۴	۳۰۰۰

برای دراز مدت، غذای نظامیان باید میزان بحرانی عناصر ریزمغذی و ویتامین داشته باشد و در بافت‌های بدن ذخیره شود که در زمان عدم مصرف، از بدن تخلیه می‌شود. در قرن هیجدهم میلادی نظامیان از عصارهٔ مرکبات استفاده می‌کردند. عصارهٔ مرکبات به مدت ۳۰ روز در مسافت‌های طولانی عناصر ریزمغذی و ویتامین برای بدن فراهم می‌کند. از عصارهٔ گل رز و مرکبات در سال ۱۸۶۷ استفاده می‌شد که ترکیب فعال آن ویتامینC بود.

مقدار انرژی یولاف ۱۵ مگاژول به ازای هر کیلو گرم، سویا ۲۴ مگاژول/کیلوگرم و شکر ۵/۰۴ مگاژول/کیلوگرم می‌باشد. بنابراین، ۳ کیلوگرم مخلوط یولاف و سویا و شکر برابر با ۴۴/۰۴ مگاژول انرژی دارد. یک فرد به طور طبیعی ۱۲/۳۰۹ کیلو ژول و در حین عملیات به ۲۰/۵۱۵ کیلو ژول انرژی نیاز دارد. ۱۰۰ گرم یولاف ۱/۴۷۳ کیلو ژول انرژی، ۱۰۰ گرم سویا ۲/۴۰۰ کیلو ژول و ۱۰۰ گرم شکر نیز ۰/۵۰۵کیلو ژول انرژی دارند. انواع مواد معدنی، ریز مغذی و ویتامین‌ها (جدول ۱ الی ۶) نیز در این دانه‌ها و شکر وجود دارد. با نسبت ترکیب‌های زیر غذای سالم، مقوی با ماندگاری زیاد تولید می‌شود که می‌توان در شرایط بسیار سرد و یا گرم و داغ در اختیار نیروهای نظامی قرار داد؛ بدون این که تشنگی و یا گرسنگی احساس کنند.

جدول ۸- فرمول تهیهٔ یو سو (یولاف – سویا) برای تغذیهٔ نظامیان

ترکیب	درصد
دانهٔ سویا	۳۲/۱
دانهٔ یولاف لخت	۲۵/۶
سوکرز	۳۴/۱
روغن گیاهی (کنجد)	۵/۸
تری کلسیم فسفات	۱/۲
نمک طعام	۰/۵
متیونین	۰/۲
ویتامین و مواد معدنی	۰/۴
طعم دهنده	۰/۱

سپاسگذاری

بدینوسیله از زحمات دکتر حسین حیدری شریف آباد به خاطر راهنمایی هایش و همچنین از دانشگاه آزاد اسلامی واحد پارس آباد مغان بدلیل اینکه حمایت های لازم را برای این بررسی و مطالعه فراهم نمودند، تشکر و قدردانی می شود.

منابع

حیدری شریف آباد، حسین. (۱۳۹۸). بهره‌وری کل عوامل تولید. فصل انرژی. انتشارات اندیشمندان پارس. ۶۸۰ ص.
حیدری شریف آباد، حسین. (۱۳۹۲). پیشگیری و مدیریت دیابت نوع ۲
کبرایی، س. (۱۳۹۱). بررسی اثر سطوح مختلف عناصر میکرو بر خصوصیات کیفی سویا. پایان نامه دکترا. واحد علوم و تحقیقات تهران.

Barringer, N.D.., Pasiakos, S.M., McClung, H.L.., Crombie, A.P and Margolis, L.M (2018). Prediction equation for estimating total daily energy requirements of special operations personnel. *International Society of Sports Nutrition*, 5;15:15

Bray, R.M.., Camlin, C.S., Fairbank, J.A., Dunteman, G.H. and Wheeless, S.C (2001). The Effects of Stress on Job Functioning of Military Men and Women. *Armed Forces Society*: 27: 397–417.

Barret,.A, H and Cardeleio, A. V (2012). Military Food Engineering and Ration Technology. DEStech Publication Inc. PA. USA.

González, K., Fuentes, J and Márquez, J.L (2017). Physical Inactivity, Sedentary Behavior and Chronic Diseases. *Korean Journal of Family Medicine*, 38: 111–115.

Gupta, C.C., Coates, A.M., Dorrian, J and Banks, S (2019). The factors influencing the eating behavior of shift workers: What, when, where and why. *Industrial Health*, 57: 419–453.

Genton, L., Melzer, K and Pichard, C (2010). Energy and macronutrient requirements for physical fitness in exercising subjects. *Clininical. Nutrition*, 29: 413–423.

Gibson, R., Eriksen, R., Singh, D., Vergnaud, A.C., Heard, A., Chan, Q and Frost, G (2017). Across- sectional investigation into the occupational and socio-demographic characteristics of British police force employees reporting a dietary pattern associated with cardio metabolic risk: Findings from the Airwave Health Monitoring Study. *European Journal of Nutrition*, 57: 2913–2926.

Hill, N., Fallowfield, J., Price, S and Wilson, D (2011). Military nutrition: Maintaining health and rebuilding injured tissue. *Philosophical Transactions* of the *Royal Society B*: *Biological Sciences*, 366: 231–240.

Hilgenberg, F.E., Santos, A.S., Silveira, E.A and Cominetti, C. 2016. Cardiovascular risk factors and food consumption of cadets from the Brazilian air force academy. Ciencia *Saude Coletiva*, 21: 1165–1174.

Karl JP., Margolis, L.M., Fallowfield, J.L., Child, R.B ., Martin, N.M and McClung JP (2022) . *European Journal of Sport Science*, Jan; 22(1):87-98.

Lockie., R.G., Dawes, J.J., Balfany, K., Gonzales, C.E., Beitzel, M.M., Dulla, J.M and Orr, R.M (2018). Physical Fitness Characteristics That Relate to Work Sample Test Battery Performance in Law Enforcement Recruits. *International Journal of Environmental Research* and *Public Health*,15: 2477.

Macmillan, F., Karamacoska, D., El Masri, A., A McBride, K., Steiner, G., Cook, A., Kolt, G.S., Klupp, N and George, E.S (2017). A systematic review of health promotion intervention studies in the police force: Study characteristics, intervention design and impacts on health. *Occupational & Environmental Medicine*. 74: 913–923.

Marks, A.N., Sol, J.A., Domitrovich, J.W., West, M.R and Ruby, B.C (2020). Total Energy Intake and Self-elected Macronutrient Distribution During Wildland Fire Suppression. *Wilderness Environmental. Medicin*, 31: 188–196.

Maupin, D., Schram, B and Orr, R (2019). Tracking Training Load and Its Implementation in Tactical Populations: A Narrative Review. *Strength* and *Conditioning* Journal, 41: 1–11.

MacKenzie-Shalders, K., Matthews, C., Dulla, J and Orr, R (2020). Law enforcement personnel are willing to change, but report influencing beliefs and barriers to optimized dietary intake. *BMC Public Health*, 20: 1–9.

Moran, D.S., Heled, Y., Arbel, Y., Israeli, E., Finestone, A., Evans, R.K and Yanovich, R (2012). Dietary intake and stress fractures among elite male comnat recruits. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 9,6.

Orr, R., Pope, R., Stierli, M and Hinton, B (2017). Grip Strength and Its Relationship to Police Recruit Task Performance and Injury Risk: A Retrospective Cohort Study. *International Journal of Environmental Research* and *Public Health*, 14: 941.

Staley, R., Forber- Ewan, C, and Tracey Maclaughlin .2019). Food for the Military. Center for food innovation. University of Tasmania. Launceston. Australia. *And defence Science & Technology Group. Department of Defence. Scottsdate*. TAS. Australia

Tomkinson, G.R., Daniell, N., Fulton, A and Furnell, A (2017). Time changes in the body dimensions of male Australian Army personnel between 1977 and 2012. *Applied ergonomics*. 58: 18–24.

Violanti, J.M and Fekedulegn, D., Hartley, T.A., Andrew, M.E., Gu, J.K and Burchfiel, C.M(2013). Life expectancy in police officers: A comparison with the U.S. general population. *International Journal* of *Emergency Mental Health* and *Human Resilience*, 15: 217.

Webster, F.H. and Wood, P.J (2011). Oats, chemistry and technology. Second Edition. AACC international Inc.



Nutritional benefits of oats and soybeans in the food security of military forces

Asgar Shirinzadeh[1*]
1.Department of Agronomy, Islamic Azad University, Parsabad Moghan Branch, Parsabad Moghan, Iran
Corresponding Author: Asgar.shirinzadeh@gmail.com

Abreact:
Military forces needs enough food to maintain their healthy and carry out their organizational missions. The food of the military is not only their source of nourishment, but also the source of maintaining their military strength in ground, air and defense operations. During military operations, the timing of food consumption changes and often depends on military activity. Military sacrifices should provide the body with sufficient energy, essential nutrients (protein, fat, and carbohydrates), micronutrients (vitamins, minerals, and trace elements) and fiber. Troops often operate far from food preparation centers (kitchens) and must be prepared to conduct military operations in remote areas and in harsh conditions. These areas have very cold climates to dry and hot deserts. Food should be adjusted so that it has a long shelf life: while maintaining quality. In this way, the military's diet must have sufficient energy, special packaging to survive in hot and cold conditions, and be easy to carry to meet their nutritional needs.

Keywords: nutrition, nutrients, energy, military power, food



کارایی حشره‌کشی اسانس پوست میوه پرتقال روی شپشه دندانه‌دار *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Silvanidae)

گزل جان قربانی[۱] ، محمود محمدی شریف*[۲]، معصومه شایان‌مهر[۲]، سیدمحمدرضا سیدی بادلی[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد حشره‌شناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

[۲] دانشیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

[۳] دانشجوی دکتری حشره‌شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد

*نویسنده مسوول: msharif1353@gmail.com

چکیده

تحقیق در مورد جایگزین‌های ایمن و پایدار برای سموم شیمیایی، از جمله استفاده از گیاهان و ترکیبات آنها، امری ضروری برای کنترل آفات مختلف است. در پژوهش حاضر سمیت تدخینی اسانس پوست پرتقال *Citrus sinensis* (L) روی حشرات کامل *Oryzaephilus surinamensis* (L) مورد بررسی قرار گرفت. برای اسانس‌گیری پوست میوه خشک شده پرتقال از دستگاه کلونجر استفاده شد. آزمایش‌های زیست‌سنجی در ظروفی به حجم ۵۰۰ میلی‌لیتر، در دمای دمای ۲±۲۷درجه سانتی‌گراد و با رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد انجام شد. آنالیز واریانس در قالب طرح کاملا تصادفی و همچنین آنالیز پروبیت انجام شد. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت اسانس، میزان مرگ‌ومیر افزایش می‌یابد. بر اساس داده‌ها مقدار LC50 و LC90 اسانس به‌ترتیب ۵/۷۸ و ۱۱/۱ میکرولیتر بر لیتر هوا محاسبه شد. مرگ‌ومیر ناشی از غلظت‌های ۴/۲۴، ۷/۱۴ و ۱۲ میکرولیتر بر لیتر هوا به ترتیب ۸۸، ۹۱ و ۱۰۰ درصد بود که با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند. پژوهش حاضر نشان داد که اسانس پوست میوه پرتقال سمیت تدخینی قابل قبولی روی این آفت دارد و می‌تواند به عنوان جایگزین ترکیبات شیمیایی برای کنترل شپشه دندانه‌دار مورد بررسی بیشتر قرار گیرد.

واژگان کلیدی: آفت انباری، اسانس *Citrus sinensis*، زیست سنجی، سمیت تدخینی، جایگزین ترکیبات شیمیایی

مقدمه

شپشه دندانه‌دار برنج *Oryzaephilus surinamensis* L. (Coleoptera: Silvanidae)، از آفات مهم محصولات انباری به شمار می‌رود که باعث ایجاد خسارت زیادی می‌شود (DalBello et al, 2006). سطح بدن حشره بالغ از کرک‌های قهوه‌ای رنگ پوشیده شده، و در دو طرف دارای شش دندانه می‌باشد. شاخک‌ها دارای ۱۱ بند و چماقی شکل می‌باشند. لاروهای این گونه داخل پیله‌هایی که با موادغذایی می‌سازند به شفیره تبدیل می‌شوند و رنگ آن‌ها زرد مایل به سفید است این آفت حشره‌ای پلی‌فاژ است که از غلات، حبوبات، خشکبار، گیاهان دارویی و دانه‌های روغنی تغذیه می‌کند (باقری زنوز، ۱۳۷۵).

روش‌های مختلفی برای کنترل آفات انباری وجود دارد که شامل پیشگیری، رعایت بهداشت در انبارها، کنترل مکانیکی، فیزیکی و تلفیقی و همچنین کنترل شیمیایی که توسط آفت‌کش‌های تدخینی انجام می‌شود. استفاده از آفت‌کش‌های شیمیایی و تدخینی آسان‌ترین و مقرون به صرفه‌ترین روش برای جلوگیری از آلودگی در اکثر محصولات انباری است (Cao et al, 2019). این آفت‌کش‌ها اثرات مخربی بر سلامت انسان و محیط زیست دارند و منجر به ظهور گونه‌های مقاوم به آفت‌کش‌ها می‌شوند (Kim et al, 2017). بنابراین محققان به دنبال روش‌های جایگزین برای کنترل آلودگی آفات هستند که ایمن‌تر از آفت‌کش‌های شیمیای باشد (Abdul, 2019). برخی از عصاره‌ها و اسانس‌های گیاهی با تجزیه‌پذیری و ایمنی بالای خود می‌توانند جایگزین مناسبی برای آفتکش‌های شیمیایی در مدیریت آفات باشند (رستمی‌جیوان و همکاران،۱۳۹۶). اسانس‌های گیاهی ترکیباتی فرار و معطر بوده و در اندام‌های مختلف گیاهان وجود دارند (Koul and Walia, 2009). این‌ها ترکیباتی طبیعی هستند که از گیاهان معطر استخراج می‌شوند. این ترکیبات طبیعی همچنین به عنوان متابولیت‌های ثانویه در گیاهان محسوب می‌شوند. اسانس‌های گیاهی دارای اثرهای دورکنندگی، حشره‌کشی و کاهش رشد مراحل نابالغ حشرات مختلف می‌باشند (ریاضی و همکاران، ۱۳۹۴) و با قابلیت تبخیری که دارند جایگزین مناسبی برای سموم شیمیایی تدخینی هستند (محمدی شریف و کبیری رییس آباد، ۱۳۹۴).

گیاه پرتقال (*Citrus sinensis* L.) از خانواده Rutaceae و زیر خانواده Aurantioideae است. زادگاه اصلی پرتقال، جنوب چین و هند ویا جنوب‌شرقی آسیا می‌باشد. پرتقال، درختی مخروطی شکل و با شاخه‌های تیغ‌دار بوده و تکثیر آن به وسیله بذر و پیوند انجام می‌شود (فرزاد، ۱۳۹۷). بر اساس پژوهش‌های انجام شده، اسانس پوست میوه مرکبات کارایی قابل توجهی روی آفات انباری دارد. درپژوهشی سمیت تنفسی و دوام اسانس پوست میوه پرتقال *C. sinensis* روی حشرات کامل شپشه برنج *Sitophilus oryzae* (L.) مورد بررسی قرارگرفت و مشخص شد که با افزایش زمان و غلظت اسانس، میزان مرگ‌ومیر افزایش می‌یابد (کبیری رییس آباد و امیری بشلی، ۱۳۹۳). شفیعی و همکاران (۱۳۹۴)، اثر سمیت تنفسی و تماسی اسانس پوست پرتقال و همچنین اثر مخلوط این اسانس با دو کنه کش اسپیرودیکلوفن و پروپارژیت را بر کنه تارتن دو نقطه‌ای (*Tetranychus urticae*) مورد بررسی قرار دادند و مشخص شد که مخلوط اسانس پوست پرتقال با پروپارژیت اثر آنتاگونیستی داشت، در مقابل، مخلوط اسانس با اسپیرودیکلوفن اثر سینرژیستی داشت و ترکیب این دو ماده باعث کشته شدن کنه‌ها به طور موثرتری شد. در تحقیق حاضر، سمیت تنفسی اسانس گرفته‌شده از پوست میوه پرتقال روی حشرات کامل شپشه دندانه‌دار برنج مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری و پرورش شپشه دندانه‌دار

حشرات کامل شپشه دندانه‌دار *O. surinamensis* از برنج‌های آلوده جمع‌آوری شدند و برای پرورش درون ظروف پلاستیکی استوانه‌ای شکل به ابعاد ۱۵×۸×۸ cm حاوی برنج قرار گرفتند. ظروف پرورش نیز در اتاق پرورش با دمای ۲±۲۷درجه سانتی‌گراد و با رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد نگهداری شدند.

تهیه اسانس

میوه پرتقال از درختان سم‌پاشی نشده در شهرستان ساری جمع‌آوری شد. پوست میوه در دمای معمولی اتاق خشک شد. در هر نوبت اسانس‌گیری ۱۵۰ گرم پوست خشک و خرد شده پرتقال به همراه ۱۴۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر با استفاده از دستگاه کلونجر در دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد و مدت زمان ۴ ساعت اسانس‌گیری شد. از سدیم سولفات جهت آبگیری اسانس استفاده گردید و اسانس به‌دست آمده تا زمان استفاده، درون ظروف شیشه‌ای پوشیده شده با فویل آلومینیومی و دمای ۴ درجه سانتیگراد نگهداری شد.

سمیت تنفسی اسانس

برای انجام زیست سنجی، روش سمیت تنفسی یا تدخینی به‌کار گرفته شد. برای این منظور از ظروف شیشه‌ای دربدار، به حجم ۵۰۰ میلی‌لیتر استفاده گردید. برای اضافه کردن اسانس به این ظروف شیشه‌ای دربدار، از ظروف شیشه‌ای گرد به قطر دو سانتی‌متر و ارتفاع حدود یک سانتی‌متر استفاده شد. ابتدا ۱۰ عدد حشره کامل ۷-۱ روزه در ظرف آزمایش قرار گرفت. سپس ظرف‌های گرد شیشه‌ای به وسیله توری پوشانده و به کمک پنس داخل ظرف آزمایش قرار داده شد. به‌منظور تعیین غلظت‌های حداقل و حداکثر، زیست‌سنجی مقدماتی[۶۳] انجام شد. سپس با استفاده از فرمول ۳-۱، تعداد ۳ غلظت به‌صورت لگاریتمی در بین غلظت‌های حداقل و حداکثر انتخاب گردید و ادامه آزمایش با پنج غلظت از اسانس پوست میوه پرتقال و تیمار شاهد انجام شد. غلظت‌های ۱/۵، ۲/۵۲، ۴/۲۴، ۷/۱۴ و ۱۲ میکرولیتر برلیتر هوا با استفاده از سمپلر داخل این ظروف کوچک ریخته و بلافاصله درب ظرف آزمایش بسته و سپس به اتاق پرورش منتقل شد. مرگ‌میر حشرات کامل، در زمان ۲۴ ساعت پس از آزمایش به ثبت رسید. آزمایش حاضر حاوی شش تکرار بود.

فرمول شماره ۳-۱:

$$a = \frac{\text{Log A} - \text{Log E}}{n - 1}$$

$$B = \text{Antilog (Log A} - a)$$

$$C = \text{Antilog (Log A} - 2a)$$

$$D = \text{Antilog (Log A} - 3a)$$

[63] Bracketing test

در این فرمول‌ها؛ (A) بالاترین غلظت مد نظر، (B) پایین‌ترین غلظت مد نظر و (n) تعداد غلظت‌های مد نظر بدون شاهد می‌باشند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

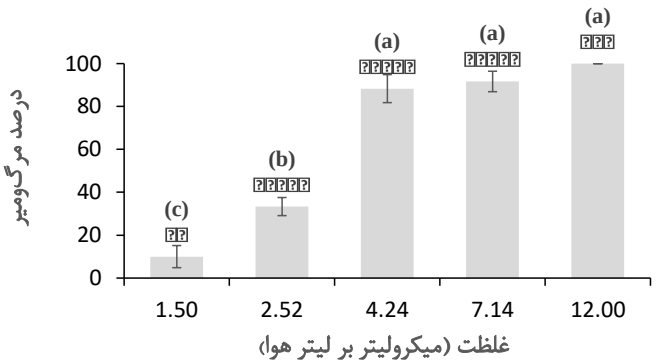
سمیت اسانس پوست میوه پرتقال توسط مدل پروبیت و با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد و مقادیر LC_{50} و LC_{90} و محدوده اطمینان ۹۵ درصد آن‌ها برای حشرات کامل شپشه برنج پس از ۲۴ ساعت محاسبه شد. همچنین پارامترهای مختلف شامل شیب خط، کای‌اسکوئر و مقدار P–Value نیز از این نرم‌افزار به‌دست آمد. قبل از تجزیه‌ی آماری، نرمالیتی و همگنی واریانس داده‌ها به‌ترتیب با روش آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و آزمون لون بررسی شدند. سپس تجزیه واریانس داده‌ها به صورت یک طرفه (آنووا)[۶۴] در قالب طرح کاملا تصادفی و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده آزمون چند دامنه‌ای دانکن[۶۵] در سطح ۰/۰۵ و با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد. رسم اشکال، نمودارها و جداول در نرم افزار اکسل[۶۶] انجام شد.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از زیست‌سنجی روی شپشه دندانه‌دار برنج ناشی از سمیت تدخینی اسانس پوست میوه پرتقال در جدول ۳-۱ آمده است. با افزایش غلظت اسانس مذکور، میزان مرگ‌ومیر حشرات کامل شپشه برنج افزایش یافت، به‌طوری‌که در اثر غلظت ۲/۵۲ میکرولیتر بر لیتر هوا، مرگ‌ومیر ۳۳/۳۳ درصدی مشاهده شد. در اثر غلظت ۴/۲۴ میکرولیتر بر لیتر هوا از اسانس پوست میوه پرتقال، مرگ‌ومیر ۸۳/۳۳ درصدی مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری را در میزان مرگ‌ومیر با غلظت‌های ۷/۱۴ و ۱۲ میکرولیتر بر لیتر هوا نشان نداد (شکل ۳-۱). مقدار LC_{50} و LC_{90} اسانس پوست میوه پرتقال در شپشه دندانه‌دار به‌ترتیب ۵/۷۸ و ۱۱/۱ میکرولیتر بر لیتر هوا محاسبه شد (جدول ۳-۱).

نتایج آنالیز پروبیت نشان داد که شیب خط پروبیت مرگ‌ومیر، ۴/۵۳ بود. همچنین میزان کای اسکوئر با درجه آزادی ۳ برابر با ۸/۶ به‌دست آمد. میزان p-value نیز ۰/۰۳۵ محاسبه گردید (جدول ۳-۱). میزان ثابت خط بر اساس معادله‌ی رگرسیون پروبیت مرگ‌ومیر لگاریتم غلظت برابر با ۲/۱۳- بود (شکل ۳-۲).

[64] One-way analysis of variance (ANOVA)
[65] Duncan's Multiple Range Test (DMRT)
[66] Excel 2013



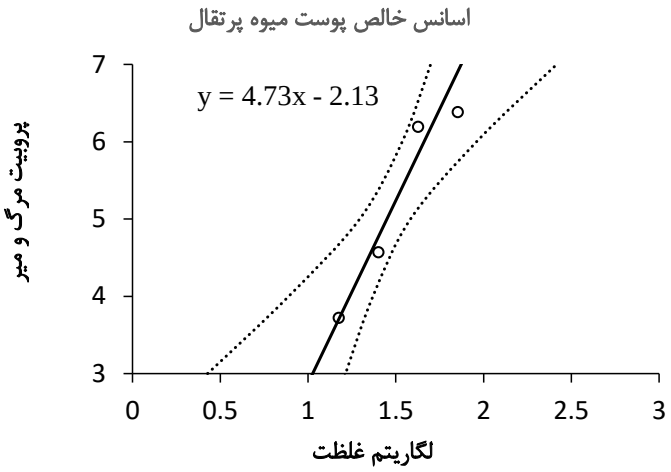
شکل ۳-۱. میانگین درصد مرگ‌ومیر حشرات کامل شپشه دندانه‌دار در اثر غلظت‌های مختلف اسانس خالص پوست میوه پرتقال به روش سمیت تدخینی در ظروف شیشه‌ای درب‌دار به حجم ۵۰۰ میلی‌لیتر (n=۶، هر تکرار حاوی ۱۰ حشره کامل بود) (حروف غیر مشابه اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد را نشان می‌دهند)

جدول ۳-۱. نتایج آنالیز پروبیت روابط مرگ‌ومیر-غلظت ناشی از زیست‌سنجی اسانس خالص پوست میوه پرتقال روی حشرات کامل شپشه دندانه‌دار

تیمار (اسانس)	تعداد حشرات کامل	شیب خط ($\pm SE$)	غلظت کشنده (٪)		χ^2(df)	P – Value
			LC_{50} (95%CI*)	LC_{90} (95%CI)		
پرتقال (پوست میوه)	۳۶۰	۴/۵۳ (±۰/۴۵)	۵/۷۸ (۴/۰۸-۷/۸۲)	۱۱/۱ (۸/۱۴-۲۳/۹۲)	(۳) ۸/۶	۰/۰۳۵

زیست‌سنجی با شش غلظت و در شش تکرار انجام شد که هر تکرار شامل حشره کامل بود¥

محدوده اطمینان ۹۵ درصد*CI*



شکل ۳-۲. خطوط رگرسیون پروبیت مرگ‌ومیر-لگاریتم غلظت حشرات کامل شپشه دندانه‌دار در اثر غلظت‌های مختلف اسانس خالص پوست میوه پرتقال به روش سمیت تدخینی در ظروف شیشه‌ای دربدار به حجم ۵۰۰ میلی‌لیتر (n=۶، هر تکرار حاوی ۱۰ حشره کامل بود)

بحث و نتیجه‌گیری

در سال‌های اخیر، توجه زیادی به استفاده از اسانس‌های گیاهی به عنوان جایگزینی برای آفت‌کش‌های شیمیایی در کنترل آفات انباری معطوف شد. این امر به دلیل نگرانی‌های ناشی از اثرات مضر آفت‌کش‌های شیمیایی بر سلامت انسان و محیط‌زیست بود.

پژوهشگران نشان دادند که اسانس‌های گیاهی از جمله اسانس پرتقال می‌تواند در برابر طیف وسیعی از آفات انباری مؤثر باشد. بر این اساس، در تحقیقی مشخص شد که اسانس‌های به دست آمده از پوست مرکبات، به خصوص اسانس پرتقال، می‌تواند به عنوان حشره‌کش‌های طبیعی عمل کنند. این اسانس‌ها در برابر سه آفت انباری رایج، یعنی شپشه برنج *Oryzaephilus* sp.، سوسک کشیش *Rhyzopertha dominica* و شپشه غلات *Sitophilus granarius* مؤثر بودند (Achimon et al, 2020). نتایج تحقیقی که توسط (Awadalla et al, 2023) انجام شد، نشان داد که اسانس پرتقال می‌تواند جایگزینی کم‌خطر و مؤثر برای سموم شیمیایی

Commented [MH5]: فاصله سطرها در کل متن یکنواخت باشد

رایج برای کنترل شپشه دندانه‌دار *O. surinamensis* در انبار غلات و سایر محصولات کشاورزی باشد. در پژوهشی اثربخشی استفاده از سه روش مختلف کنترل از جمله؛ اسانس پرتقال، پودر علف هرز *Sonchus oleraceus*، و نمک *Sodium chloride* روی جمعیت شپشه دندانه‌دار *O. surinamensis* و شپشه برنج *Sitophilus oryzae* بررسی شد و نتایج نشان داد که ترکیب اسانس پرتقال و نمک مؤثرترین روش برای کنترل هر دو آفت است. این ترکیب در ماه اول جمعیت حشرات را به طور کامل از بین برد و در ماه‌های بعد نیز به طور قابل توجهی جمعیت آن‌ها را کاهش داد (Swelam, 2022). در پژوهشی دیگر سمیت تنفسی و دوام اسانس پوست پرتقال (L.) *C. sinensis* روی حشرات کامل شپشه برنج (L.) *Sitophilus oryzae* مورد بررسی قرارگرفت. نتایج نشان داد که با افزایش زمان و غلظت اسانس، میزان مرگ‌ومیر افزایش می‌یابد. همچنین مقدار LC_{50} اسانس بعد از گذشت ۴۸ ساعت از تیمار روی شپشه برنج ۲۶۴/۲۵ میکرولیتر بر لیتر هوا محاسبه شد (کبیری رییس آباد و امیری بشلی، ۱۳۹۳). محققان به بررسی اثر اسانس پرتقال و حشره‌کش زیستی اسپینوساد روی دو آفت انباری سوسک کشیش *Rhyzopertha dominica* و سوسک قرمز آرد (*Tribolium castaneum*) پرداختند. نتایج نشان داد که با گذشت زمان ۲۴ ساعت از شروع آزمایش، اثربخشی اسانس پرتقال در دورکنندگی سوسک قرمز آرد افزایش یافت، در حالی که اثربخشی هر دو ماده (اسانس پرتقال و اسپینوساد) در دورکنندگی سوسک کشیش کاهش یافته بود (Abo-Arab et al, 2014). نتایج پژوهشی در سال ۲۰۲۰ نشان داد که اسانس پوست پرتقال *Citrus sinensis* و اجزای آن، اثر حشره‌کشی قوی روی دو آفت انباری سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات *Callosobruchus maculatus* و شپشه ذرت *Sitophilus zeamais* دارد (Oyedeji et al, 2020). این یافته‌ها با پژوهش حاضر که کارایی اسانس پرتقال را در کنترل شپشه دندانه‌دار *O. surinamensis* نشان می‌دهد، مطابقت دارند.

دانشمندان در تحقیقات دیگری ثابت کردند که اسانس‌های مختلف گیاهی نیز می‌توانند برای مبارزه با شپشه دندانه‌دار *O. surinamensis* مورد استفاده قرار گیرند. از این رو، در پژوهشی سمیت تنفسی اسانس پوست میوه لیمو شیرین *Citrus limetta* روی شپشه دندانه‌دار برنج *O. surinamensis* مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که میزان LC_{50} اسانس برای این آفت ۲۰۸/۹ µl/L air بود. این امر نشان دهنده‌ی کارایی متوسط اسانس پوست میوه لیمو شیرین برای کنترل شپشه دندانه‌دار برنج بود (محمدی شریف و کبیری رییس آباد، ۱۳۹۴). پژوهش Abad and Beshli (2016) نشان داد که اسانس برگ نارنج *Citrus aurantium* L. می‌تواند سمیت تدخینی قابل توجهی علیه سه آفت انباری شپشه دندانه‌دار (F.) *Oryzaephilus surinamensis*، سوسک توتون (L.) *Lasioderma serricorne* و شپشه برنج (L.) *Sitophilus oryzae* داشته باشد. در این میان، شپشه دندانه‌دار

نسبت به شپشه برنج و سوسک توتون حساسیت بیشتری نشان داد. همچنین این اسانس اثر دورکنندگی قوی داشت و توانست حشرات را از محصولات انباری دور کند. در مطالعه‌ای که توسط Verma and Shrivastava (2023) انجام شد، اثر کشندگی سه اسانس گیاهی شامل بذر کتان[۶۷]، درخت نیم[۶۸] و کلم هندی[۶۹] بر شپشه دندانه‌دار *O. surinamensis* در شرایط آزمایشگاهی بررسی شد. نتایج در غلظت مشابه ۵۰ میلی‌لیتر بر لیتر از هر اسانس نشان داد که اسانس بذر کتان در مقایسه با دو اسانس دیگر، بیشترین دوام و اثر کشندگی را بر شپشه دندانه‌دار داشت. هر دو اسانس ریحان[۷۰] و اکالیپتوس[۷۱] سمیت تدخینی اثر قابل توجهی بر شپشه دندانه‌دار داشتند. اما، اسانس ریحان (۱۰۰ درصد) در مقایسه با اسانس اکالیپتوس (۹۳/۳۳ درصد)، سمیت تدخیی قوی‌تری داشت. علاوه بر این، مشخص شد که خرماهای تیمار شده با اسانس ریحان به مدت ۳ ماه از آلودگی به شپشه دندانه‌دار در امان ماندند. در نهایت، نتایج نشان داد که اسانس ریحان و اکالیپتوس می‌توانند به عنوان جایگزینی برای سموم شیمیایی برای محافظت از خرما خشک در انبارها در برابر شپشه دندانه‌دار استفاده شوند (Abd El-Salam et al, 2019). نتایج تحقیقات اخیر دانشندان با پژوهش حاضر که کارایی اسانس میوه گیاه پرتقال را در کنترل شپشه دندانه‌دار *O. surinamensis* نشان می‌دهد، مطابقت دارند.

ضایعات مرکبات، مشکلی رو به رشد در صنعت کشاورزی است. این پژوهش، پتانسیل استفاده از اسانس پوست پرتقال به عنوان جایگزینی طبیعی برای سموم شیمیایی مضر در کنترل آفات انباری را بررسی می‌کند. نتایج نشان داد که اسانس پرتقال به طور موثری آفات را سرکوب می‌کند و می‌تواند به عنوان یک راه‌حل پایدار و سازگار با محیط زیست برای مدیریت شپشه دندانه‌دار برنج *O. surinamensis* به کار گرفته شود.

منابع

باقری زنوز، ا. (۱۳۷۵). سخت‌بالپوشان زیان‌آور محصولات غذایی، صنعتی. چاپ دوم، صفحه ۳۰۹ تهران: مرکز نشر سپهر.

فرزاد، م. (۱۳۹۷). پرورش و باغداری مرکبات (کاشت، داشت، برداشت) آفات، امراض،کنه‌ها، چیدن و نگهداری. صفحه ۳۱ انتشارات تحقیقات آموزش کشاورزی.

[67] *Linum usitatissimum*
[68] *Azadirachta indica*
[69] *Brassica juncea*
[70] Ocimum basilicum
[71] Eucalyptus globulus Labil

شفیعی، س. طالبی جهرمی، خ. و صبلحی، ق. تاثیر ترکیبی اسانس پوست پرتقال با دو کنه کش شیمیایی اسپیرودیکلوفن و پروپارژیت علیه ماده های بالغ کنه تارتن دولکه ای (Tetranychus urticae (Acari: Tetranychida، ۱۳۹۴، تحقیقات آفات گیاهی. شماره ۵، ص. ۵۰-۳۹.

ریاضی، م. خواجه‌علی، ج. پورجواد، ن. و بلندنظر، ع. اثر کشندگی و دورکنندگی فرمولاسیون اسانس نعناع بر شته جالیز در شرایط گلخانه، ۱۳۹۴، مجله روابط خاک و گیاه. شماره ۶، ص. ۱۶۹-۱۸۰.

رستمی جیوان، ن. حجازی، م. وکریم زاده، ر. تأثیر عصاره ی پنج گونه‌ی گیاهی روی لاروهای سن دوم سوسک کلرادوی سیب زمینی Leptinotarsa decemlineata (Say)(Coleoptera: Chrysomelidae)، ۱۳۹۶، پژوهش های کاربردی در گیاهپزشکی. شماره ۶، ص. ۸۷-۹۹.

کبیری رییس آباد، م. و امیری بشلی، ب. سمیت تنفسی اسانس پوست پرتقال (Citrus sinensis (L. روی حشرات کامل شپشه برنج Sitophilus oryzae (L.) و شپشه آرد Tribolium castaneum (Herbst)، ۱۳۹۳، فصلنامه تخصصی حشره شناسی. شماره ۶، ص. ۴۳-۵۲.

محمدی شریف، م. و کبیری رییس آباد، م. سمیت تنفسی و اثر دورکنندگی اسانس پوست میوه لیمو شیرین Citrus Limetta (L.) روی چهار آفت سخت بالپوش انباری، ۱۳۹۴، تحقیقات آفات گیاهی. شماره ۵، ص. ۷۲-۶۱.

Abad, M. K. R., & Besheli, B. A. (2016). Insecticidal potential of essential oil from the leaves of Citrus aurantium L. against Oryzaephilus surinamensis (F.), Lasioderma serricorne (L.) and Sitophilus oryzae (L.). J. Entomol. Zool. Stud, 4, 865-869.

Abd El-Salam, A. M. E., Salem, S. A. E., & Abdel-Rahman, R. S. (2019). Fumigant and toxic activity of some aromatic oils for protecting dry dates from Oryzaephilus surinamensis (L.)(Coleoptera: Silvanidae) in stores. Bulletin of the National Research Centre, 43, 1-6.

ABDUL, N. H., ZAKARİA, N. H., & IBRAHİM, M. A. (2019). Plants as potential repellent against Oryzaephilus species. International Journal of Life Sciences and Biotechnology, 2(3), 243-268.

Abo-Arab, R. B., Awadalla, S. S., El-Salam, A., & El-Maadawy, E. Z. A. (2014). Toxicity and repellent activity of spinosad and orange oil against Rhizopertha dominica F. and Tribolium castaneum (Herbst). Journal of Plant Protection and Pathology, 5(1), 23-32.

Achimón, F., Leal, L. E., Pizzolitto, R. P., Brito, V. D., Alarcón, R., Omarini, A. B., & Zygadlo, J. A. (2022). Insecticidal and antifungal effects of lemon, orange, and grapefruit peel essential oils from Argentina. AgriScientia, 39(1), 71-82.

Awadalla, S. S., Ramadan, M. M., Hashem, A. S., Abdel-Hady, A. A., & Abdel-Ghany, O. O. (2023). Fumigant and Toxic Activities of Three Essential Oils Against Oryzaephilus surinamensis (L.)(Coleoptera: Silvanidae). Journal of Plant Protection and Pathology, 14(10), 325-330.

Cao, Y., Guan, D., Huang, W., Yang, J., Cao, Y., & Qiao, Y. (2019). Pedestrian detection with unsupervised multispectral feature learning using deep neural networks. information fusion, 46, 206-217.

Dall Bello, G., Padin, S., Juarez, P., Pedrini, N. &De Giusto. M. 2006. Biocontrol of Acanthoscelides obtectus and Sitophilus oryzae with diatomaceous earth and Beauveria bassiana on stored grains. Biocontrol Science and Technology, 16(2): 215-220.

Kim, K. H., Kabir, E., & Jahan, S. A. (2017). Exposure to pesticides and the associated human health effects. Science of the total environment, 575, 525-535.

Koul O., Walia Y. 2009. Comparing impacts of plant extracts and pure allelochemicals and implications for pest control. Tunisian Journal of Plant Protection, 14:15-28.

Oyedeji, A. O., Okunowo, W. O., Osuntoki, A. A., Olabode, T. B., & Ayo-Folorunso, F. (2020). Insecticidal and biochemical activity of essential oil from Citrus sinensis peel and constituents on Callosobrunchus maculatus and Sitophilus zeamais. Pesticide Biochemistry and Physiology, 168, 104643.

Swelam, N. O. (2022). Ecological and control studies on Sitophilus oryzae and Oryzaephilus surinamensis with reference to insect store pests at menoufia governorate. Menoufia Journal of Plant Protection, 7(1), 1-7.

Verma, K., & Shrivastava, S. (2023). Efficacy of Plant Oils to Key Store Grain Pest, Oryzaephilus surinamensis (L.). Scientific Journal Impact Factor. 2394-3793.

Evaluation of Orange Peel essential oil as an Insecticide Against *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Silvanidae)

Gozal Janghorbani[1], Mahmoud Mohammadi Sharif*[2], Masoumeh Shayanmehr[2], Seyyed Mohammadreza Seyyedi-Badely[3]

M.Sc. Student of Entomology, Department of Plant Protection, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran[1]
Associate Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran[2]
Ph.D. Student of Entomology, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran[3]

*Corresponding author: msharif1353@gmail.com

Abstract

The fumigant toxicity of *Citrus sinensis* (L) peel oil against adult *Oryzaephilus surinamensis* (L) was evaluated. Peel oil was extracted using a Clevenger apparatus and bioassays were conducted under controlled conditions (27 ± 2 °C, 65 ± 5% RH) in 500 mL containers. Probit analysis of data from a completely randomized design revealed a dose-dependent increase in mortality. LC_{50} and LC_{90} values were determined to be 5.78 and 11.1 µL/L air, respectively. Concentrations of 4.24, 7.14, and 12 µL/L air resulted in 88%, 91%, and 100% mortality, with no significant differences among these values. These findings demonstrate the potent fumigant toxicity of orange peel oil against the saw-toothed grain beetle, suggesting its potential as a natural alternative to synthetic insecticides for pest management.

Keywords: Stored grain pest, Citrus sinensis oil, bioassay, fumigant toxicity, alternative to synthetic chemicals.

دومین همایش ملی پژوهش های کاربردی
امنیت غذایی، ایمنی غذایی و سلامت
«همزمان با روز جهانی غذا؛ ۲۵ مهرماه ۱۴۰۳»
موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

کاربرد ریز جلبک‌ها در غنی‌سازی محصولات غذایی بر پایه غلات

اعظم ایوبی[1*] ، یاسمن رنجبر[2]

۱- دانشیار بخش علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد بخش علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
*نویسنده مسئول: mayoubi92@uk.ac.ir

چکیده

داشتن یک رژیم غذایی متعادل که حاوی مقادیر کافی از انواع ویتامین‌ها، اسیدهای آمینه ضروری، اسیدهای چرب غیراشباع و مواد معدنی نیز باشد برای حفظ سلامت انسان و پیشگیری از بروز انواع بیماری‌ها ضروری است. یکی از راه‌های جبران کمبود مواد مغذی در برنامه غذایی روزانه افراد، مصرف غذاهای غنی شده با ترکیبات مغذی می‌باشد. ریزجلبک‌ها به دلیل داشتن ترکیبات زیست فعال مفیدی مانند اسیدهای آمینه ضروری، رنگدانه‌ها، استرول‌ها، اسیدهای چرب ضروری و ویتامین‌ها می‌توانند یک مکمل غذایی خوب به شمار روند. از طرفی با توجه به سهم قابل توجه غلات در برنامه غذایی روزانه افراد و نیز قیمت نسبتا پایین محصولات غذایی بر پایه غلات، غنی‌سازی این محصولات با ریزجلبک‌ها می‌تواند راهکار موثری در جهت تامین نیازهای تغذیه‌ای انسان باشد. در این مقاله به بررسی کاربرد ریز جلبک‌ها و نقش آنها در بهبود کیفیت فرآورده‌های غذایی پرمصرف حاصل از غلات پرداخته شده است.

واژگان کلیدی: اسپرولینا، ریزجلبک، رئولوژی خمیر، کلرلا، غلات.

مقدمه

جلبک‌ها در دو گروه میکروجلبک‌ها و ماکروجلبک‌ها طبقه‌بندی می‌شوند. این زیست‌توده‌ها، دارای انواع پروکاریوت و یوکاریوت هستند. ریزجلبک‌ها، دی‌اکسیدکربن را تثبیت می‌کنند و از این طریق باعث تبدیل انرژی خورشیدی به انرژی شیمیایی می‌شوند (انوار و همکاران، ۱۴۰۱). علاوه بر این، آنها حاوی پروتئین‌هایی با مقادیر قابل توجه اسیدهای آمینه ضروری، ویتامین‌ها، اسیدهای چرب غیراشباع، مواد معدنی، رنگدانه‌ها، فیبر و آنزیم‌ها می‌باشند (Batista et al., 2019). استفاده از ریز جلبک‌ها در مواد غذایی از زمان‌های قدیم مرسوم بوده است. امروزه نیز از ریز جلبک‌ها برای غنی‌سازی مواد غذایی و همچنین تولید رنگدانه‌های طبیعی غیرسمی مانند انواع کلروفیل و کاروتن استفاده می‌شود (Sukhikh et al., 2022). در بین گونه‌های مختلف ریزجلبک، تنها تعداد کمی دارای ارزش اقتصادی هستند. امروزه پرکاربردترین گونه‌های ریزجلبک، گونه‌های *اسپیرولینا*[72] و *کلرلا*[73] می‌باشند (انوار و همکاران، ۱۴۰۱).

اسپیرولینا مقادیر فراوانی پروتئین گیاهی، کاروتنوئید، اسید چرب چند غیراشباعی امگا ۶، سولفولیپید، گلیکولیپید، پلی‌ساکارید، انواع ویتامین و پرویتامین و ماده معدنی مثل کلسیم، آهن، منیزیم، پتاسیم، روی و سلنیوم دارد و در کشورهایی مانند ژاپن و تایوان به شکل محصولی تجاری و با اهداف درمانی مصرف می‌شود. این گونه غنی از فیبر، کلروفیل یا همان هموگلوبین گیاهی (خون سبز) و رنگدانه فایکوسیانین (رنگدانه آبی رنگ به عنوان یک محصول جانبی فتوسنتز و از خانواده فیکوبیلی‌پروتئین‌ها) است. محتوای پروتئین آن از گوشت، سویا و تخم‌مرغ بیشتر است و از آنجا که این پروتئین حاوی تمام اسیدهای آمینه ضروری است کیفیت بالایی داشته و به علاوه حدود ۹۰ درصد آن قابل هضم و جذب است. به جز اسیدهای آمینه متیونین و سیستئین که مقدار آنها تا حدودی کمتر از مقدار استاندارد است، اسیدهای آمینه ضروری دیگر در *اسپیرولینا* به مقدار کافی موجود هستند (افتخاری یزدی و همکاران، ۱۳۹۸). محتوای اسیدهای چرب ضروری و اسید لینولنیک *اسپیرولینا* بالاست و مصرف آن به تقویت و تغذیه فلور روده از جمله *لاکتوباسیلوس* و *بیفیدوس* کمک فراوانی می‌کند. مطالعات انسانی صورت گرفته مشخص کرده مصرف کپسول *اسپیرولینا* مقدار تام کلسترول سرم را کاهش داده و به تامین بخش قابل توجهی از ویتامین A مورد نیاز بدن کمک می‌کند. در کشورهای اروپایی از اسیدهای چرب غیراشباع تخلیص شده از این جلبک جهت غنی‌سازی شیر خشک نوزادان نیز استفاده می‌شود (Encarnacao et al., 2015). ریزجلبک *کلرلا* از جمله جلبک‌های سبز آب شیرین است و از آنجا که یک منبع غنی از پروتئین، کاروتنوئید، پلی‌ساکارید، ویتامین و استرول است خواص بیولوژیکی و دارویی فراوانی دارد. با توجه به محتوای بالای کلروفیل، رنگ غالب آن سبز زمردی است و مکمل مناسبی جهت محصولات غذایی و کمک به تندرستی و سطح سلامت انسان به شمار می‌رود (El-Naggar et al., 2020). مشخص شده است که مواد موثره حاصل از *کلرلا* به افزایش غلظت هموگلوبین، کاهش سطح قند خون، کاهش چربی و کلسترول خون، تحریک سیستم ایمنی و پاک‌سازی رادیکال‌های آزاد کمک می‌کنند (Liu et al., 2021).

محصولات حاصل از غلات به مقدار زیادی در جهان مورد استفاده قرار می‌گیرند (García-Segovia et al., 2020). در عین حال این فراورده‌ها مانند بسیاری از مواد غذایی از نظر ترکیب شیمیایی کامل نمی‌باشند و لذا غنی‌سازی آنها به منظور تامین نیازهای تغذیه‌ای مصرف‌کنندگان ضرورت دارد. با توجه به تاثیر مثبت ریزجلبک‌ها بر خواص کیفی و ارزش غذایی محصولات بر پایه غلات در سال‌های اخیر استفاده از ریز جلبک‌ها به عنوان افزودنی بسیار مورد توجه قرار گرفته است (Sukhikh et al., 2022). هدف این مطالعه بررسی کاربرد ریز جلبک‌ها و نقش آنها در بهبود کیفیت محصولات غذایی تهیه شده از غلات و همچنین بازارپسندی این فراورده‌ها می‌باشد.

[72] *Spirulina*
[73] *Chlorella*

استفاده از ریز جلبک‌ها در فرمولاسیون نان

نان قوت غالب روزانه مردم در بسیاری از مناطق جهان می‌باشد و بخش عمده‌ای از انرژی، پروتئین، ویتامین‌ها و املاحی نظیر کلسیم و آهن مورد نیاز روزانه بدن را تأمین می‌کند. از این جهت افزایش ارزش غذایی نان یکی از روش‌های تامین نیازهای تغذیه‌ای مردم بخصوص قشر کم درآمد جامعه می‌باشد (افتخاری یزدی و همکاران، ۱۳۹۸). در پژوهش Qazi و همکاران (۲۰۲۲) نان گندم با ریزجلبک *تتراسلمیس چوئی*[۷۴] (Tc) غنی‌سازی شد. طبق نتایج این پژوهش، افزودن ریزجلبک به فرمولاسیون نان بر رئولوژی خمیر و کیفیت نان تأثیر منفی گذاشت. همچنین مشخص شد تیمار کردن ریز جلبک Tc با اتانول می‌تواند اثرات منفی آن بر رئولوژی خمیر و کیفیت نان را کاهش دهد. افزودن ریزجلبک Tc تیمار شده با اتانول، مقاومت خمیر در برابر گسترش و هم‌چنین سازگاری بازیابی ویژگی الاستیک خمیر را افزایش داد (Qazi et al., 2022). در پژوهش دیگری Qazi و همکاران (۲۰۲۱) برای غنی‌سازی نان گندم از ریزجلبک‌های *میکروکلروپسیس گادیتانا*[۷۵] (Mg)، *تراسلمیس چوئی* (Tc) و *کلرلا وولگاریس*[۷۶] (Cv) استفاده کردند. نتایج این بررسی نشان داد، غنی‌سازی نان گندم با ریزجلبک‌های ذکر شده، کیفیت پروتئین در نان را به مقدار قابل توجهی بهبود می‌بخشد. البته غنی‌سازی نان گندم با ریزجلبک‌های Cv وTc باعث کاهش حجم نان و افزایش سفتی نان شد (شکل ۱). طبق پیشنهاد این محققین این مشکل با تیمار نمودن ریزجلبک‌های مذکور با اتانول برطرف می‌شود. این محققین هم‌چنین گزارش کردند اگرچه هنگام استفاده از ریزجلبک Mg حجم کافی در نان ایجاد می‌شود و دیگر نیازی به تیمار با اتانول نمی‌باشد اما برای ایجاد ظاهر، رنگ و بوی قابل قبول، تیمار با اتانول برای ریزجلبک Mg نیز لازم است که البته این فرایند تاثیرات منفی هم‌چون کاهش محتوای نسبی لیزین نان را نیز به دنبال دارد (Qazi et al., 2021).



شکل۱_ شکل ظاهری نان تهیه شده با ۱۲ درصد ریز جلبکهای *میکروکلروپسیس گادیتانا* (Mg)، *تراسلمیس چوئی* (Tc) و *کلرلا وولگاریس* (Cv) (تیمار شده با اتانول) و نمونه شاهد (۱۰۰ درصد آرد گندم)(Qazi et al., 2021).

[74] *Tetraselmis chuii*
[75] *Microchloropsis gaditana*
[76] *Chlorella vulgaris*

در پژوهشlgual و همکاران (۲۰۲۲) اثر افزودن پودر ریزجلبک‌های *کلرلا وولگاریس* و *آرتروسپیرا پلاتنسیس*[۷۷] بر سطوح ویتامین C، کاروتنوئید کل و کلروفیل a در نان و خمیر مورد بررسی قرار گرفته است (جدول۱).

جدول۱_ مقادیر برخی از ترکیبات پودر ریزجلبک.(Igual et al., 2022)

ترکیبات	کلرلا (میلی‌گرم در ۱۰۰گرم)	اسپرولینا (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم)
ویتامین c	۱۷۰	۲۰۴
کاروتنوئید کل	۳۷۰	۳۸۵
کلروفیلa	۹۹۹	۲۳۱۲

طبق نتایج حاصل از این مطالعه، نمونه‌های غنی شده با ریزجلبک نسبت به نمونه شاهد محتوای کاروتنوئید و کلروفیل*a* بیشتری را دارا بودند اما نمونه‌های غنی شده با ریزجلبک حاوی ویتامین C نبودند. هم‌چنین نمونه غنی شده با ریزجلبک *کلرلا وولگاریس* محتوای رنگدانه‌های بیشتری نسبت به نمونه شاهد و نمونه غنی شده با ریزجلبک *آرتروسپیرا پلاتنسیس* داشت (شکل۲) (Igual et al., 2022).



شکل۲_ تصاویر خمیر و نان نمونه های دارای پودر ریزجلبک *اسپرولینا و کلرلا* (Igual et al., 2022)

در پژوهش Graça و همکاران (۲۰۱۸) اثر ریزجلبک *کلرلا وولگاریس*، بر رئولوژی خمیر و بافت نان مورد بررسی قرار گرفت. در این پژوهش ۱تا ۵ گرم پودر ریزجلبک به ۱۰۰ گرم آرد افزوده شد. طبق نتایج بدست آمده از این بررسی، افزودن بیشتر از ۳گرم پودر ریزجلبک به آرد، بر رئولوژی خمیر و بافت و طعم نان تاثیر منفی می‌گذارد و علاوه بر آن باعث تسریع در بیاتی نان می‌شود. اما اگر مقدار پودر ریزجلبک استفاده شده بین ۱ تا ۳ گرم باشد باعث بهبود خواص رئولوژیکی خمیر می‌شود. شایان ذکر است که افزودن پودر ریزجلبک *کلرلا وولگاریس* تاثیری بر زمان تخمیر نداشت (Graça et al., 2018). در پژوهش دیگری در تولید نان بدون گلوتن از ریزجلبک‌های *کلرلا وولگاریس*، *تتراسلمیس چوئی* و *نانوکلروپسیس گادیتانا* استفاده شد. طبق نتایج حاصل از این پژوهش، در نان‌های بدون گلوتن غنی شده با ریزجلبک، مقدار پروتئین، چربی، مواد معدنی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی افزایش یافت. اما افزودن

[۷۷] *Arthrospira platensis*

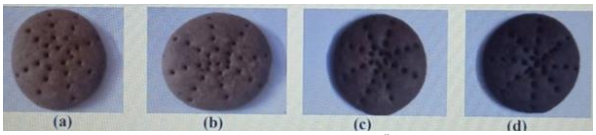
پودر ریزجلبک باعث ایجاد اثر منفی بر خواص حسی و رئولوژیکی خمیر نیز شد که این مشکل با تیمار کردن ریزجلبک‌های مورد مطالعه با اتانول برطرف شد. تیمار کردن ریزجلبک‌ها با اتانول بافت نان را نرم‌تر کرد و سبب افزایش حجم آن شد. هم‌چنین نان‌های غنی شده با ریزجلبک‌های *کلرلا وولگاریس* و *نانوکلروپسیس گادیتانا* محتوای پروتئین بالاتری نسبت به نان‌های غنی شده با ریزجلبک *تتراسلمیس چوئی* داشتند در حالی‌که نان‌های غنی شده با ریزجلبک *تتراسلمیس چوئی* دارای محتوای مواد معدنی (بخصوص کلسیم) بیشتری بودند (Qazi et al., 2022).

استفاده از ریزجلبک‌ها در فرمولاسیون کلوچه

کلوچه به دلیل محتوای رطوبت کمی که دارد نیاز به شرایط خاصی برای نگهداری ندارد و لذا برای زمان طولانی قابل نگهداری می‌باشد (Onacik-Gür et al., 2018). با توجه به اینکه این فراورده پخت میان‌وعده‌ای است که مورد پسند تمام گروه‌های سنی می‌باشد امروزه افزودن مکمل‌های مختلف به فرمولاسیون آن بسیار رواج یافته است (Batista et al., 2017). در مطالعه صالحی‌فر و همکاران (۱۳۹۲) اثر افزودن ریـزجلبـک *اسپرولینا پلاتنیس* بر خواص حسی و شیمیایی کلوچه مورد بررسی قرارگرفت. طبق نتایج حاصل از این مطالعه، میزان پروتئین، آهن و اسید چرب-ٔ لینولنیک در این کلوچه‌ها افزایش یافت و هم‌چنین بافت و رنگ کلوچه‌های غنی شده در یک دوره سـه ماهـه بـه خـوبی حفـظ گردید (صالحی‌فر و همکاران، ۱۳۹۲). در پژوهش Batista و همکاران (۲۰۱۷) دو ریزجلبک *اسپرولینا پلاتنیس* و کلرلا وولگاریس به فرمولاسیون کلوچه افزوده شد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که میزان پروتئین، محتوای فنلی و آنتی‌اکسیدان در کلوچه‌های غنی شده افزایش قابل توجهی داشت اما از نظر قابلیت هضم، تفاوت چندانی بین نمونه شاهد و کلوچه‌های غنی شده مشاهده نشد (Batista et al., 2017). در پژوهش Şahin (۲۰۲۰) اثر دو ریزجلبک *اسپرولینا پلاتنیس* و *دونالیلا سالینا*[۷۸] به صورت جداگانه بر خواص حسی کلوچه‌های غنی شده با این ریزجلبک‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این پژوهش نشان داد کلوچه‌های غنی شده با *اسپرولینا پلاتنیس* نسبت به نمونه شاهد سفت‌تر و تیره‌ترهستند، هم‌چنین کلوچه‌هایی که با *دونالیلا سالینا* غنی شده‌اند از نظر حسی بیشتر مورد قبول مصرف‌کنندگان قرار گرفته‌اند (Şahin., 2020).

استفاده از ریزجلبک‌ها در فرمولاسیون کیک و بیسکویت

امروزه انواع کیک از جمله محصولات مورد علاقه عموم هستند که در حجم انبوه تولید شده و مصرف‌کنندگان زیادی در سراسر جهان دارند. انواع بیسکویت نیز از جمله میان وعده‌های پرطرفدار می‌باشند که برای نوزادان از شیر گرفته شده نیز به عنوان غذای کمکی استفاده می‌شوند (Ali., 2022). بنابراین، افزایش ارزش تغذیه‌ای این دو محصول خوراکی پرطرفدار، مستلزم توجه و مطالعات بیشتر می‌باشد.



شکل۳_ تصاویر نمونه‌های بیسکویت حاوی پودر ریزجلبک *آرتروسپیرا پلاتنسیس* a) شاهد، b) نمونه با ۲/۵٪ پودر ریزجلبک، c) نمونه با ۵٪ پودر ریزجلبک و d) نمونه با ۷/۵٪ پودر ریزجلبک.(Ali 2022)

[78] *Dunaliella Salina*

در پژوهش زنگنه و همکاران (۱۳۹۹) از ریزجلبک *اسپرولینا پلاتنسیس* به عنوان جایگزین سفیده تخم‌مرغ در کیک اسفنجی استفاده شده است. طبق نتایج بدست آمده از این پژوهش، استفاده از پودر این ریزجلبک به عنوان جایگزین سفیده تخم‌مرغ موجب کاهش محتوای رطوبت و تخلخل کیک می‌شود، هم‌چنین محتوای پروتئین و چربی کیک را افزایش می‌دهد (زنگنه و همکاران، ۱۳۹۹).

در پژوهش سوزنکار و همکاران (۱۳۹۷) پودر ریزجلبک *آرتروسپیرا پلاتنسیس* به کرم ویفر و نان ویفر روکش‌دار افزوده شد و ملاحظه شد که میزان پروتئین، آهن و آنتی‌اکسیدان آلفاتوکوفرول در ویفرهای غنی شده افزایش یافته است (سوزنکار و همکاران، ۱۳۹۷). در پژوهش دیگری پودر ریز جلبک *آرتروسپیرا پلاتنسیس* به نسبت‌های ۲/۵ ٪، ۵ ٪ و۷/۵٪ به فرمولاسیون کیک و بیسکوییت افزوده شد. طبق نتایج بدست آمده از این بررسی، محتوای اسیدهای آمینه لوسین، اسید آسپارتیک، اسید گلوتامیک و پرولین موجود در کیک و بیسکوییت‌های غنی شده افزایش یافت و نمونه‌های حاوی ۲/۵ ٪ پودر ریزجلبک از نظر ویژگی‌های حسی بیشترین امتیاز را کسب کردند (شکل۳) (Ali., 2022).

استفاده از ریزجلبک‌ها در فرمولاسیون ماکارونی

ماکارونی یک غذای سنتی تهیه شده از سمولیناست که علی‌رغم غنی بودن از نظر کربوهیدرات‌های پیچیده محتوای پروتئین و اسید آمینه لیزین و ترئونین کمی دارد. در مطالعه دولت‌یاری و همکاران (۱۴۰۱) از جلبک *دونالینا سالینا* برای غنی‌سازی ماکارونی فرمی استفاده شد. این ریزجلبک سبز تک سلولی حاوی رنگدانه بتاکاروتن، فیکوسیانین، ترکیبات پلی‌ساکاریدی، آهن، روی و ویتامین C و E بوده و اثرات درمانی نظیر سم‌زدایی، بهبود قدرت بینایی، فعالیت ضدسرطانی، ضددیابتی و ضدآلرژی دارد. نتایج این بررسی نشان داد که افزودن این جلبک به فرمول ماکارونی سبب افزایش میزان پروتئین، چربی، رطوبت، خاکستر، آهن، کلسیم و قرمزی و زردی رنگ محصول و کاهش مقدار کربوهیدرات، روشنی رنگ، افت پخت و سفتی بافت آن می‌شود (دولت‌یاری و همکاران، ۱۴۰۱). افزایش سفتی بافت پاستای غنی شده با ریزجلبک *اسپرولینا* توسط Fradique و همکاران (۲۰۱۰) نیز گزارش شده است (Fradique et al., 2010). مصدق و همکاران (۱۳۹۸) افزودن ۰/۵ درصد فیبر سیب‌زمینی و ۰/۵ درصد پودر جلبک *دونالیناسالینا* را به منظور بهبود ویژگی‌های پخت و افزایش کیفیت تغذیه‌ای ماکارونی پیشنهاد کرده‌اند (مصدق و همکاران، ۱۳۹۸).

نتیجه‌گیری:

با در نظر گرفتن افزایش جمعیت جهان و کاهش زمین‌های کشاورزی، جلبک‌ها و ریزجلبک‌ها به عنوان منابع غذایی طبیعی محسوب می‌شوند. این منابع طبیعی به صورت بالقوه غنی از ترکیباتی نظیر انواع رنگدانه، استرول، آنتی‌اکسیدان و اسید چرب هستند و به علاوه خواص درمانی و دارویی ویژه‌ای دارند و لذا می‌توانند در تولید مواد اولیه غذاهای عملگرا به کار گرفته شوند. از طرفی محصولات غذایی بر پایه غلات یکی از اصلی‌ترین مواد غذایی مورد استفاده تمام اقشار جامعه می‌باشند. بنابراین استفاده از جلبک‌ها و ریزجلبک‌ها در تولید فراورده‌های غلات یکی از راهکارهای موثر برای تامین نیازهای تغذیه‌ای افراد جامعه می‌باشد.

منابع:

افتخاری یزدی، م. مینو، شیخ‌الاسلامی. و شریفی ، ا. بهبود ویژگی‌های کیفی نان بربری با استفاده از جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس، ۱۳۹۸، نوآوری در علوم و فناوری غذایی، شماره ۲، ص. ۷۷-۶۹.

انوار، س. ا. و نوروزی، ع. مروری بر ریزجلبک‌ها به عنوان مکمل‌های غذایی و دارویی فراسودمند، ۱۴۰۱، علوم غذایی و تغذیه، شماره ۱۹، ص. ۷۴-۵۵.

دولت‌یاری، ع ر. و ناطقی، ل. بررسی خواص فیزیکوشیمیایی ماکارونی فرمی غنی‌سازی شده با جلبک دونالیلاسالینا با بالاترین میزان ترکیبات زیست فعال، ۱۴۰۱، پرستار و پزشک در رزم، شماره ۳۶، ص. ۲۷-۱۶.

زنگنه، ن. برزگر، ح. علیزاده بهبهانی، ب. و مهرنیا، م.ا. بررسی اثر سطوح مختلف ریزجلبک اسپیرولینا پلاتنسیس بر ویژگی‌های تغذیه‌ای، فیزیکوشیمیایی و حسی کیک اسفنجی، ۱۳۹۹، پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، شماره ۲، ص. ۲۲۰-۲۰۷.

سوزنکار، ر. موحد، س. و چایچی نصرتی، ا. غنی‌سازی ویفر روکش‌دار با استفاده از پودر ریزجلبک آرتروسپیرا (اسپیرولینا) پلاتنسیس، ۱۳۹۷، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، شماره ۲، ص. ۶۰-۵۱.

صالحی‌فر، م. شهبازی‌زاده، س. خسروی دارانی، ک. و بهمدی، ه. بررسی امکان غنی‌سازی کلوچه صنعتی با استفاده از ریزجلبک Spirulina platensis، ۱۳۹۲، نوآوری در علوم و فناوری غذایی (علوم و فناوری غذایی)، شماره ۳، ص. ۴۶-۳۹.

مصدق، ی. توکلی، م. کمالی روستا، ل. خوشخو، ژ و سلطانی، م. ماکارونی غنی شده با فیبر سیب‌زمینی و پودر جلبک دونالیلاسالینا و ارزیابی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و حسی آن، ۱۳۹۸، مجله علوم و صنایع غذایی ایران، شماره ۹۰، ص. ۹۹-۸۷.

Ali, H. (2022). Nutritional value, amino acids of biscuits and cakes fortified with spirulina (Arthrospira platensis) powder. Journal of Home Economics, 32 157112.1163.

Batista, A. P., Niccolai, A., Bursic, I. Sousa, I., Raymundo, A., Rodolfi, L., Biondi, N., & a Tredici, M. (2019). Microalgae as functional ingredients in savory food products: Application to wheat crackers. Foods, 8(12), 1-22.

Batista, A. P., Niccolai, A., Fradinho, P., Fragoso, S., Bursic, I., Rodolfi, L., Biondi, N., Tredici, MR., Sousa, I., & Raymundo, A. (2017). Microalgae biomass as an alternative ingredient in cookies: Sensory, physical and chemical properties, antioxidant activity and in vitro digestibility. Algal research, 26, 161-171.

El-Naggar, N.E. Hussein, MH., Shaaban-Dessuuki, SA., & Dalal, SR. (2020). Production, extraction and characterization of Chlorella vulgaris soluble polysaccharides and their applications in AgNPs biosynthesis and biostimulation of plant growth. Scientific reports, 1(10), 1-19.

Encarnação, T., Pais, A. A., Campos, M. G. & Burrows, H. D. (2015). Cyanobacteria and microalgae: a renewable source of bioactive compounds and other chemicals. Science Progress, 98(2), 145-168

Fradique, M., Batista, A., Nunes, M., Gouveia, L., Bandarra, N., & Raymundo, A. (2010).Incorporation of Chlorella vulgaris and Spirulina maxima biomass on pasta products. Part 1: preparation and evaluation. Journal of Science Food Agriculture,90, 1656e1664.

García-Segovia, P., García Alcaraz, V., Tárrega A., & Martínez-Monzó, J. (2020). Consumer perception and acceptability of microalgae based breadstick. Food Science and Technology International, 26(6), 493-502.

Graça, C., Fradinho, P., Sousa, I., & Raymundo, A. (2018). Impact of Chlorella vulgaris on the rheology of wheat flour dough and bread texture. LWT, 89, 466-474.

Igual, M., Uribe-Wandurraga, ZN., García-Segovia, P., & Martínez-Monzó, J. (2022). Microalgae-enriched breadsticks: Analysis for vitamin C, carotenoids, and chlorophyll a. Food Science and Technology International, 28(1), 26-31.

Liu, D., Liberton, M., Hendry, J. I., Aminian-Dehkordi, J., Maranas, C. D. & Pakrasi, H. B. (2021). Engineering biology approaches for food and nutrient production by cyanobacteria. Current Opinion in Biotechnology, 67, 1-6.

Onacik-Gür, S., Żbikowska, A., & Majewska, B. (2018). Effect of Spirulina (Spirulina platensis) addition on textural and quality properties of cookies. Italian Journal of Food Science, 30(1).

Qazi, MW., de Sousa, IG., Nunes, MC., & Raymundo, A. (2022). Improving the nutritional, structural, and sensory properties of gluten-free bread with different species of microalgae. Foods, 11(3), 397.

Qazi, WM., Ballance, S., Kousoulaki, K., Uhlen, AK., Kleinegris, DE., Skjånes, K., & Rieder, A. (2021). Protein enrichment of wheat bread with microalgae: Microchloropsis gaditana, Tetraselmis chui and Chlorella vulgaris. Foods, 10(12), 3078.

Qazi, WM., Ballance, S., Uhlen, AK., Kousoulaki, K., Haugen,JE., & Rieder, A. (2021). Protein enrichment of wheat bread with the marine green microalgae Tetraselmis chuii–Impact on dough rheology and bread quality. LWT, 143, 111115.

Şahin, O. I. (2020). Functional and sensorial properties of cookies enriched with Spirulina and Dunaliella biomass. Journal of Food Science and Technology, 57, 3639-3646.

Sukhikh, S., Ivanova, S., Dolganyuk, V., Pilevinova, I., Prosekov, A., Ulrikh, E., Noskova, S., Michaud, P., & Babich, O .(2022). Evaluation of the Prospects for the Use of Microalgae in Functional Bread Production. Applied Sciences, 12(24), 12563.



The Use of Microalgae in the Enrichment of Cereal-based Food Products

Azam Ayoubi[1*], **Yasaman Ranjbar**[2]

[1] Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

[2] Master Student, Department of Food Science and Technology, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

Corresponding Author.: mayoubi92@uk.ac.ir

Abstract

Having a balanced diet that contains sufficient amounts of vitamins, essential amino acids, unsaturated fatty acids and minerals is essential to maintain human health and prevent the occurrence of various diseases. One of the ways to compensate for the lack of nutrients in people's daily diet is to consume foods enriched with nutritious compounds. Microalgae can be a good food supplement due to having useful bioactive compounds such as essential amino acids, pigments, sterols, essential fatty acids and vitamins. On the other hand, considering the significant share of cereals in people's daily diet and the relatively low price of cereal-based food products, enriching these products with microalgae can be an effective way to meet human nutritional needs. In this article, the use of microalgae and their role in improving the quality of widely consumed food products derived from cereals have been investigated.

Keywords: Cereals, Chlorella, Dough rheology, Microalgae, Spirulina.

دومین همایش ملی پژوهش های کاربردی
امنیت غذایی، ایمنی غذایی و سلامت
«همزمان با روز جهانی غذا؛ ۲۵ مهرماه ۱۴۰۳»
موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

کاربرد فناوری اینترنت اشیا و حسگرها برای افزایش امنیت غذایی و پایداری کشاورزی: مزایا و چالش‌ها

حمیدرضا رضائی [۱] علیرضا مکاری چیان [۲] و حسنعلی حبیبی [۳]

۱- دکترای علوم دفاعی راهبردی، دانشگاه عالی دفاع ملی، گروه پژوهشی آماد و زنجیره تأمین، تهران، ایران،r

۲- پژوهشگر و دکترای رشته مهندسی مکانیک بیوسیستم.

۳- دانش‌آموخته دکترای مدیریت راهبردی، دانشگاه عالی دفاع ملی، تهران، ایران.

نویسنده مسوول: h.rezaee99@sndu.ac.i

چکیده

نگرش حفظ محیط‌زیست و منابع طبیعی به حوزه کشاورزی و غلبه بر مشکلات فزاینده تغذیه جمعیت در حال رشد در سطح جهان با کمک فناوری‌های صنعت نسل ۴ اهمیت خود را نمایان ساخته؛ به‌گونه‌ای که اخیراً مشخص‌شده است که حسگرها و فناوری اینترنت اشیا ابزارهای مؤثری برای تقویت پایداری کشاورزی و امنیت غذایی هستند. این پژوهش ضمن ارائه رویکردهایی در مورد مقیاس بازار جهانی برای کشاورزی هوشمند در سال‌های ۲۰۲۱ تا ۲۰۳۰، چهار سطح مرتبط با ساختار معماری فناوری اینترنت اشیا برای بهبود عملکرد کشاورزی هوشمند (لایه‌های ادراک، شبکه، ابری و کاربرد)، تبیین می‌نماید. در این مطالعه از آخرین نوآوری‌های مرتبط با فناوری‌های اینترنت اشیا و حسگرها در حوزه کشاورزی بحث شده و برخی از کاربردهای بالقوه آن‌ها، ازجمله: ۱) دستگاه‌های پایش آبیاری؛ ۲) مدیریت نهاده‌ها؛ ۳) تشخیص بیماری‌های محصول؛ ۴) پایش برداشت و فرآوری؛ و ۵) پایش شرایط آب و هوایی مورد ارزیابی قرارگرفته است. در پایان به حسگرهای نوینی پرداخته‌شده که در سنجش پارامترهایی چون رطوبت، اسیدیته، دما، نور و بیماری گیاهی مثمر ثمر بوده‌اند. همچنین در مورد مزایای فناوری اینترنت اشیا در کشاورزی هوشمند ازجمله افزایش بهره‌وری، گستردگی، کاهش منابع موردنیاز، آلایندگی کمتر، چابکی و ارتقای کیفی محصول بحث شده است.

واژگان کلیدی: اندازه بازار جهانی، اینترنت اشیا، حسگرها، کشاورزی هوشمند، کشاورزی پایدار

مقدمه

کشاورزی: جمعیت، تغییرات آب‌وهوا، پایداری و اندازه بازار جهانی

کشاورزی یکی از پایه‌های اصلی تمدن است. به‌منظور رفع نیازهایی همچون گسترش جمعیت، سازگاری با شرایط متغیر آب و هوایی و حل مسائل مربوط به پایداری، کشاورزی تغییرات زیادی داشته است. به‌منظور مقابله با جمعیت روزافزون جهان، بخش کشاورزی نیاز به تأمین غذای کافی دارد. با توجه به رشد بالای جمعیت، جهان تا سال ۲۰۵۰ نیاز به افزایش تولید مواد غذایی به مقدار بیش از ۷۰ درصد دارد (تیان و همکاران، ۲۰۲۱). علاوه بر این، محصولات کشاورزی و دام‌پروری در معرض تهدید جدی اثرات گرمایش جهانی همچون الگوهای آب و هوایی متغیر، درجه حرارت بالا و سطوح متغیر بارندگی قرار دارند (گالاپاثی و شلینگمن، ۲۰۲۳). ایجاد تعادل بین تقاضای تولید غذا و نیاز به حفاظت از محیط‌زیست و حفظ منابع طبیعی بسیار مهم هست. در همین راستا، به دلیل ارتقای پایداری و انعطاف‌پذیری زیست‌محیطی، کشاورزی پایدار به‌طور فزاینده‌ای موردتوجه قرارگرفته است. به گفته ژاناراجو و همکاران (۲۰۲۲)، کشاورزی پایدار یک تکنیک کشاورزی است که سعی می‌کند نیازهای نسل فعلی را بدون به خطر انداختن توانایی نسل‌های آینده برآورده سازد. کشاورزی پایدار مزایایی همچون بهبود اقتصاد شهرها و مزارع، حمایت از سیستم‌های غذایی، توسعه روستایی و اشتغال‌زایی برای مناطق روستایی را به همراه دارد (گبسکا و همکاران، ۲۰۲۰؛ سسکو و همکاران، ۲۰۲۳). برای انتخاب یک زنجیره تأمین مناسب و بهبود پایداری آن درک اندازه، روند تقاضا و پویایی این زنجیره ضروری است. در سال‌های آینده، ارزش بازار کشاورزی هوشمند در سراسر جهان به‌طور قابل‌توجهی افزایش خواهد یافت و نیاز روزافزون به غذا، نیاز به روش‌های کشاورزی پایدار و پذیرش الگوهای فناورانه در زمینه کشاورزی، همگی عواملی هستند که اهمیت بسزایی در گسترش زنجیره تأمین خواهند داشت (شیخ و همکاران، ۲۰۲۲).

امروزه توسعه سریع فناوری در سال‌های اخیر راه را برای راهکارهای خلاقانه در صنایع مختلف هموار کرده و حوزه کشاورزی نیز از این قاعده مستثنی نیست. شیوه‌های کشاورزی جدید با ادغام فناوری‌هایی مانند اینترنت اشیا، رباتیک، زنجیره بلوکی، الکترونیک و خودکارسازی تغییر کرده و ایده کشاورزی هوشمند را به وجود آورده است. این الگوی جدید شامل کاربرد فناوری‌های مبتنی بر داده برای بهبود بهره‌وری، کارایی و پایداری روش‌های کشاورزی است (فریحا و همکاران، ۲۰۲۱). کاربرد زنجیره بلوکی و اینترنت اشیا در بخش کشاورزی از مزایای مهمی مانند بهبود راندمان عملیاتی، کاهش هزینه، تقلیل ضایعات و بهبود کیفیت محصول را به همراه خواهد داشت (میشرا و شارما، ۲۰۲۳). در زنجیره تأمین کشاورزی، استفاده از فناوری زنجیره بلوکی منجر به ایجاد شفافیت و سهولت در ردیابی می‌گردد. عواملی همچون سوابق پایدار، تائید منشأ محصولات و تسهیل تعاملات بین کشاورزان و خریداران سبب افزایش اعتماد ذینفعان گردیده است (شفایی و مسعودزاده، ۲۰۲۳). خودکارسازی مبتنی بر داده‌های بلادرنگ مزایایی همچون بهبود بازدهی، بهینه‌سازی استفاده از منابع و کاهش خطاهای موجود در فرایندهای مرسوم کشاورزی را ارائه می‌دهد؛ بنابراین، کشاورزی هوشمند برای افزایش کیفیت محصول و سودآوری، یک رویکرد کامل را برای مقابله با تنوعات جغرافیایی و زمانی مرتبط با خاک و محصولات ارائه می‌دهد (علی و همکاران، ۲۰۲۳).

در کشاورزی هوشمند استفاده از داده‌های بلادرنگ که از طریق فناوری حسگرها امکان‌پذیر شده است، سبب حصول مزایایی همچون افزایش عملکرد کشاورزی، کاهش هزینه‌ها و درنتیجه تقلیل آسیب‌های زیست‌محیطی گردیده است. با به دست آوردن اطلاعات در مورد طیف وسیعی از عوامل محیطی مانند مواد مغذی، رطوبت خاک، دما و سایر موارد، تصمیم‌گیری در مورد آبیاری، کود دهی و

کنترل آفات توسط کشاورزان تسهیل شده است (پینگکودی و همکاران، ۲۰۲۲). به لطف کشاورزی هوشمند، کشاورزان می‌توانند به‌طور مداوم عملیاتی نظیر پایش رشد محصول و شرایط محیطی، پیش‌بینی مشکلات بالقوه و درنتیجه واکنش‌هایی سریع نسبت به تغییرات احتمالی را پیاده‌سازی نمایند. این رویکرد که روش‌های کشاورزی کارآمد و سازگاربامحیط‌زیست را ترویج می‌کند، در پرتو تغییرات آب و هوایی و سایر مشکلات زیست‌محیطی ضروری است؛ بنابراین، پیش‌بینی می‌گردد که استفاده از فناوری حسگرها در کشاورزی، تأثیر قابل‌توجهی بر تولیدات آتی مواد غذایی داشته باشد. تاکنون بخش‌های مختلف عملیات مرسوم کشاورزی با ادغام حسگرهای پیشرفته و فناوری اینترنت اشیا به‌طور قابل‌توجهی بهبودیافته است. کشاورزی هوشمند این پتانسیل را دارد که با ادغام یکپارچه حسگرهای بی‌سیم[۷۹] و اینترنت اشیا کشاورزی را به سطوحی که قبلاً تصور نمی‌شد، ارتقا دهد (پاول و همکاران، ۲۰۲۲).

با کاوش در ادبیات، می‌توان دریافت که این مقوله دارای پتانسیل بسیاری هست. پاثمودی و همکاران (۲۰۲۳)، به بررسی دستگاه‌های هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا، پروتکل‌های ارتباطی، حسگرها و کنترل‌کننده‌های مورداستفاده در کشاورزی پایدار و هوشمند پرداختند. در این تحقیق، واحد کنترل مرکزی به تحلیل مقدار قابل‌توجهی از داده‌های منتج از حسگرها و در راستای کنترل مصرف کودها، آفت‌کش‌ها و آب می‌پردازد. ایشان با تأکید بر تجزیه‌وتحلیل داده‌های حاصل از فناوری اینترنت اشیا، موانع مهم و مسائل مرتبط با نمونه‌هایی از خودکارسازی کشاورزی هوشمند را فهرست نمودند. نتایج نشان دادند که به‌اندازه بازار جهانی برای کشاورزی هوشمند توجهی نشده است. سینها و همکاران (۲۰۲۲)، به تحلیل مؤلفه‌های اصلی کشاورزی، فناوری‌های جدید، نگرانی‌های امنیتی، مشکلات و روندهای بالقوه این رویکرد پرداختند و به‌واسطه آن بر اهمیت اینترنت اشیا و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها برای کشاورزی هوشمند تأکید ورزیدند. کورشی و همکاران (۲۰۲۲)، به بررسی عناصر کلیدی اکوسیستم اینترنت اشیا پرداختند. در این مطالعه محبوب‌ترین روش‌های کشاورزی هوشمند، مزایای آن‌ها و برخی از کاربردهای گسترده اینترنت اشیا در کشاورزی موردبررسی قرار گرفت. ایشان بر امکانات اینترنت اشیا در کشاورزی و در راستای پایداری بلندمدت امنیت غذایی پاکستان تأکید نمودند. تائو و همکاران (۲۰۲۱)، به بررسی فناوری‌های ارتباطی اینترنت اشیا برای کشاورزی هوشمند مندرج در متون علمی پرداختند. ایشان متغیرهای مهم در حسگرها و ابزارهای ارتباطی مورداستفاده و ناظر در برنامه‌های کشاورزی هوشمند مجهز به اینترنت اشیا را گردآوری و خلاصه‌سازی نمودند و معضلات و برای کاربردهای هر چه بیشتر اینترنت اشیا در کشاورزی پیشنهادهایی را ارائه دادند. ژو و همکاران (۲۰۲۲)، به بررسی عمیقی در تحقیقات مرتبط با اینترنت اشیا مورداستفاده در کشاورزی اقدام و مفاهیمی چون معماری سیستم، فناوری‌های مهم و وضعیت اینترنت اشیا در کشاورزی مدرن را تحلیل نمودند. همچنین مشکلات پیش‌روی اینترنت اشیا در کشاورزی را موردتحقیق و تفحص قراردادند؛ بنابراین هیچ‌یک از مقالات مورداشاره به مقیاس بازار کشاورزی هوشمند مبتنی بر فناوری اینترنت اشیا چه در حال حاضر و چه در آینده نپرداخته‌اند. از طرفی، این تحقیقات به‌طور دقیق و مستمر، معماری یا ساختار اینترنت اشیا در کشاورزی را توصیف ننموده‌اند و تمامی کاربردهای اینترنت اشیا و همچنین حسگرهای مورداستفاده در کشاورزی هوشمند را پوشش نداده‌اند. در همین راستا، سعی شده است در این مطالعه تا جایی که ممکن است نقایص مطالعات پیشین برطرف گردد و تمامی جوانب فناوری اینترنت اشیا و حسگرها در کشاورزی هوشمند شرح داده شود.

هدف این تحقیق استفاده از فناوری اینترنت اشیا و حسگرها در کشاورزی هوشمند برای رسیدگی به مسائلی است که صنعت کشاورزی در راستای پایداری زنجیره‌های تأمین با آن مواجه است. درنتیجه ضروری به نظر رسید که این تحقیق به ارزیابی مزایای اینترنت اشیا در کشاورزی اختصاص داده شود. بااین‌حال، هنوز مسائل مهمی وجود دارند که با توجه به آن‌ها می‌توان از فناوری اینترنت اشیا در کشاورزی و علی‌الخصوص اهداف مهم درزمینه پایداری زنجیره تأمین استفاده نمود که متعاقب آن قادر خواهیم بود

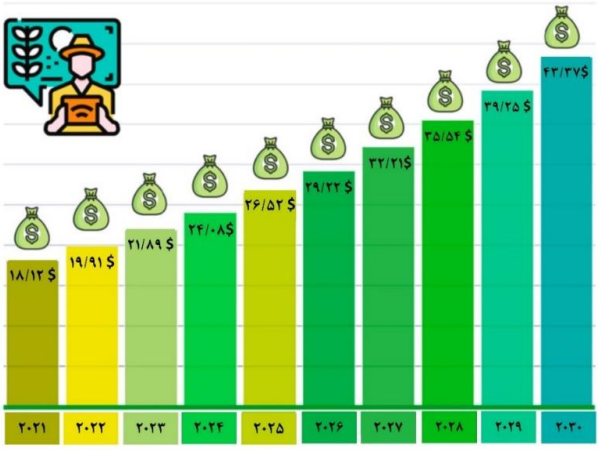
[79]. Wireless

بینشی درخور شناسایی فرصت‌ها و تهدیدات احتمالی پیش‌رو منبعث از به‌کارگیری این دسته از فناوری‌ها در حوزه کشاورزی کسب نمود. این مطالعه به خوانندگان و محققان کمک خواهد نمود تا در جریان پیشرفت این فناوری‌های نوین قرار گیرند.

مبانی و اصول

بازار جهانی کشاورزی هوشمند و معماری فناوری اینترنت اشیا

استفاده از فناوری برای بهبود فرآیندهای کشاورزی، افزایش بهره‌وری، کاهش ضایعات و ارتقای روش‌های پایدار به‌عنوان «کشاورزی هوشمند" شناخته می‌شود. ادغام راهکارهایی پیشرفته همچون اینترنت اشیا، زنجیره بلوکی، یادگیری ماشین[80] و هوش مصنوعی[81] به‌طور قابل‌توجهی رشد بازار کشاورزی هوشمند در سراسر جهان را افزایش داده است (البلاسی و همکاران، ۲۰۲۲). این بازار درنتیجه تلاش‌های دولتی، مشوق‌های مالیاتی و سرمایه‌گذاری‌هایی که در اختیار فعالان بازار قرار می‌گیرد، در حال گسترش است. علیرغم اینکه همه‌گیری کووید-۱۹ دارای اثرگذاری تقریباً خفیف بر بازار بود، اما قوانین سختگیرانه در مورد ایمنی و امنیت مواد غذایی، تأثیر مطلوبی بر توسعه صنعت غذایی در سال ۲۰۲۰ داشت (سلیم و التارابیلی، ۲۰۲۲). بازار کشاورزی هوشمند در طول زمان، رشد قابل‌توجهی داشته و خواهد داشت. ارزش این بازار در سال ۲۰۲۱، ۱۸/۱۲ میلیارد دلار بوده است درحالی‌که در سال ۲۰۲۲ ارزش آن به‌طور قابل‌توجهی و به ۱۹/۹۱ میلیارد دلار افزایش‌یافته است. پیش‌بینی می‌شود این بازار که در سال ۲۰۲۹ دارای ارزشی بالغبر ۳۹/۲۵ میلیارد دلار باشد، با ادامه روند صعودی خود، به ۴۳/۳۷ میلیارد دلار در سال ۲۰۳۰ افزایش‌یافته (شکل۱) و نرخ رشد مرکب سالانه[82] (CAGR) که بین سال‌های ۲۰۲۲ تا ۲۰۳۰ به رقم ۱۰/۲ درصد می‌رسد این افزایش را تقویت کند (مرشد و همکاران، ۲۰۲۳).



شکل ۱. ارزش بازار جهانی کشاورزی هوشمند بین سال‌های ۲۰۲۱ تا ۲۰۳۰

[80]. Machine Learning
[81]. Artificial Intelligence
[82]. Compound Annual Growth Rate

به دلیل افزایش محبوبیت فناوری و گسترش صنعت مخابرات، بازار کشاورزی هوشمند بیش‌ازپیش در حال گسترش است (دیاس و همکاران، ۲۰۲۱). کشاورزان می‌توانند از تلفن‌های هوشمند برای ردیابی و نظارت بر عملیات کشاورزی و دریافت داده‌های دقیق استفاده نمایند؛ بنابراین، پیش‌بینی می‌شود که تقاضا برای کشاورزی هوشمند در طول دوره ۲۰۲۲ تا ۲۰۳۰ افزایش یابد. اندازه بازار فناوری اینترنت اشیا در کشاورزی به‌طور قابل‌توجهی در طول زمان، رشد کرده است (شکل ۲). ارزش فناوری اینترنت اشیا در کشاورزی هوشمند در سال ۲۰۲۱ به ۱۲/۵ میلیارد دلار رسید درحالی‌که در سال ۲۰۲۲ ارزش آن به‌طور قابل‌توجهی رشد کرد و رقم ۱۳/۷ میلیارد دلاری را از آن خود نمود. این بازار با ارزش ۲۶/۰۵ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۹ به ۲۸/۵۶ میلیارد دلار در سال ۲۰۳۰ رشد داشته و روند صعودی خود را ادامه می‌دهد. شایان‌ذکر است نرخ رشد مرکب سالانه (CAGR) که انتظار می‌رود بین سال‌های ۲۰۲۲ تتا ۲۰۳۰ مقداری در حدود ۹/۶۲ درصد باشد، این افزایش را شدت بخشد (هانو و همکاران، ۲۰۲۳).



شکل ۲. ارزش بازار جهانی فناوری اینترنت اشیا در کشاورزی در سال ۲۰۲۱ تا ۲۰۳۰

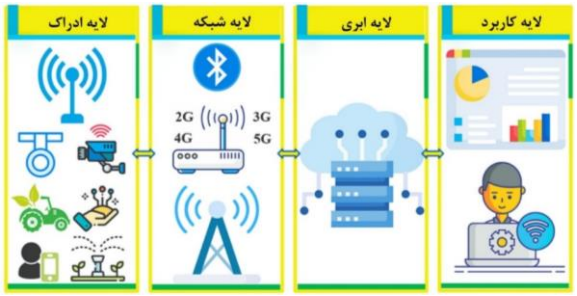
ساختار و معماری فناوری اینترنت اشیا برای کشاورزی هوشمند

ساختار و معماری فناوری اینترنت اشیا در کشاورزی هوشمند متشکل از لایه‌های ادراک[۸۳] (لایه سنجش و عملیات)، شبکه[۸۴]، ابری[۸۵] و کاربرد[۸۶] می‌باشد (شکل ۳). ساختار یکپارچه این لایه‌ها در عین بهبود عملکرد سیستم، سبب وجود مزایایی همچون تعامل یکپارچه کاربر، جمع‌آوری کارآمد داده‌ها، انتقال امن داده‌ها، ذخیره‌سازی قابل‌اعتماد و همچنین تجزیه‌وتحلیل هوشمند خواهد شد. فناوری اینترنت اشیا سبب ارتقای بهره‌وری شیوه‌های مرسوم کشاورزی شده و این مزیت سبب ابداع راهکارهایی بهینه و پایدار برای افزایش تولید و تاب‌آوری بیشتر مدیریت زنجیره تأمین می‌شود (آلوز و همکاران، ۲۰۲۳).

- **لایه ادراک (لایه سنجش و عملیات):** این لایه شامل قرار دادن حسگرها و عملگرها[۸۷] در محیط واقعی به‌منظور جمع‌آوری و انتقال داده‌ها به سیستم مرکزی هست. عملگرها عملیات متعددی مانند آبیاری و کود دهی را مدیریت می‌نمایند، درحالی‌که حسگرها شاخصه‌های متعددی محیطی را موردسنجش قرار می‌دهند.

83. Perception Layer
84. Network Layer
85. Cloud Layer
86. Appliction Layer
87. Actuators

- **لایه ابری**: لایه ابری، داده‌های منتج از حسگرها و عملگرها را پردازش و ذخیره می‌نماید. در این خصوص دستگاه‌های ابری چارچوبی را برای پردازش، تجزیه‌وتحلیل و ذخیره‌سازی داده‌ها ارائه می‌دهند که بر اساس آن کشاورزان قادر خواهند بود حسب داده‌های بلادرنگ، تصمیمات منطقی اتخاذ نمایند. علاوه بر این، پلتفرم‌های ابری، سبب افزایش قابلیت اطمینان و گسترش ظرفیت عملکردی در مقیاس بزرگ می‌شوند.
- **لایه شبکه:** این لایه انتقال داده‌ها رابین لایه ادراک و لایه ابری تسهیل داده به‌طوری‌که فناوری‌های ارتباطی متعددی که در این لایه گنجانده‌شده، امکان انتقال داده‌ها را در بین اجزای مختلف فناوری اینترنت اشیا فراهم می‌نماید؛ مانند Wi-Fi، تلفن همراه و غیره.
- **لایه کاربرد:** کشاورزان و سایر ذینفعان صنعت کشاورزی هوشمند می‌توانند از طریق پایانه کاربر (رابط) ارائه‌شده توسط لایه کاربرد با سیستم اینترنت اشیا ارتباط برقرار کنند. این لایه شامل تعدادی برنامه و برنامک[88] است که به کشاورزان در مورد وضعیت مزارع خود اطلاعاتی ارائه می‌دهند و این امکان را ایجاد می‌کند که در هنگام مدیریت مسائلی همچون عملکرد محصول، تخصیص منابع و به حداکثر رساندن بهره‌وری عاقلانه تصمیم‌گیری شود.



شکل ۱۰. ساختار فناوری اینترنت اشیا برای کشاورزی هوشمند

کاربردهای فناوری اینترنت اشیا در کشاورزی هوشمند

کشاورزی هوشمند که مهم‌ترین حوزه برای نوآوری در کشاورزی معاصر است، با عنایت به فناوری اینترنت اشیا به بالندگی رسیده، به‌گونه‌ای که ترکیبی از حسگرها، اینترنت اشیا و فناوری‌های تجزیه‌وتحلیل داده، امکان نظارت و مدیریت بلادرنگ فعالیت‌های کشاورزی را فراهم نموده و این امر منتج به استفاده حداکثری از منابع و همچنین افزایش بهره‌وری محصول می‌شود.

سامانه‌های پایش آبیاری: آبیاری هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا با کاهش اتلاف آب به حفظ منابع آبی می‌پردازد به‌نحوی‌که از دریافت مقدار مناسب آب توسط باغ‌ها و مزارع اطمینان حاصل گردد. در سامانه‌های آبیاری هوشمند برای جمع‌آوری داده‌های بلادرنگ در موردنیاز آبی گیاه، شرایط آب و هوایی و همچنین رطوبت خاک از بخش‌های متنوعی همچون حسگرها، کنترل‌کننده‌ها و نرم‌افزارهای مبتنی بر داده‌های ابری استفاده می‌شود. با استفاده از این فناوری، برنامه‌های آبیاری، نرخ جریان آب و سایر متغیرها به نحوی اصلاح می‌شوند تا از تأمین نیاز آبی گیاهان اطمینان حاصل شود (جیان، ۲۰۲۳). کاهش تلفات آب، افزایش سلامت گیاه، راندمان بالاتر و هزینه ارزان‌تر همگی از مزایای سامانه‌های آبیاری هوشمند هستند (شریف نصب و همکاران، ۲۰۲۳؛ حبیب و همکاران، ۲۰۲۲).

مدیریت نهاده‌ها: با بهره‌گیری از این فناوری اینترنت اشیا، کشاورزان می‌توانند اطلاعات دقیقی در مورد وضعیت خاک و محتوای مواد مغذی آن به دست آورند که در زمینه تغییر میزان و نوع نهاده‌ها مثمر ثمر خواهد بود (رحمان و همکاران، ۲۰۲۲). کشاورزان با استفاده از انواع حسگرها، شاخصه‌های مهم خاک مانند محتوای نیترات و پتاسیم، دما و رطوبت را موردسنجش قرار می‌دهند تا زمان

[88]. App

مناسب و مقدار کافی کود دهی به نحوی تعیین گردد که افزایش عملکرد محصول به حداکثر مقدار ممکن برسد (لاوانیا و همکاران، ۲۰۲۰). افزایش عملکرد کشاورزی، کاهش ضایعات نهاده‌ها و کودها، تقلیل هزینه‌های مرتبط، کاهش اثرات زیست‌محیطی و همچنین افزایش دقت کوددهی از مزیت‌های مدیریت نهاده‌ها مبتنی بر اینترنت اشیا است (رحمان و همکاران، ۲۰۲۲).

تشخیص بیماری محصول: بیماری‌های گیاهی ممکن است با کاهش شدید تولیدات کشاورزی، کشاورزان را متضرر نماید و پایداری زنجیره‌های تأمین مواد غذایی را به خطر اندازند (اورکی و همکاران، ۲۰۲۱). در کشاورزی هوشمند، استفاده از فناوری اینترنت اشیا و حسگرها یک دستاورد قابل‌توجه در زمینه مدیریت آفات و بیماری‌های گیاهی است. فناوری اینترنت اشیا و حسگرها می‌توانند برای نظارت بلادرنگ سلامت محصول و تشخیص علائم اولیه بیماری یا هجوم حشرات مورداستفاده قرار گیرند. این فناوری‌ها اطلاعاتی را در مورد انواع عناصر محیطی و خواص بیولوژیکی موثر در سلامت خاک و محصول جمع‌آوری کنند (اظفر و همکاران، ۲۰۲۳).

پایش برداشت و فرآوری محصول: از فناوری‌های جدید مندرج در کشاورزی هوشمند می‌توان برای تخمین زمان مناسب و مقدار واقعی برداشت‌های آتی بهره گرفت (شارماو همکاران، ۲۰۲۳). نظارت بلادرنگ بر عملکرد کشاورزی برای کشاورزان این امکان را فراهم می‌نماید که مزارع با عملکرد پایین را سریع شناسایی کنند و در راستای ارتقای عملکرد آن‌ها تمهیدات لازم را بیندیشند. فناوری اینترنت اشیا می‌تواند اثرات مثبت قابل‌توجهی در عرصه‌های حیاتی مختلف مانند نظارت بر کیفیت، فرآوری و برداشت داشته باشد و اموری همچون نظارت لجستیک و پیش‌بینی عملکرد را تسهیل بخشد (صدیق و همکاران، ۲۰۲۲). کشاورزان می‌توانند با بررسی داده‌های قبلی در مورد عملکرد محصول و متغیرهای آب و هوایی توسط الگوریتم‌های یادگیری ماشین، برداشت‌های آتی را پیش‌بینی نمایند.

پایش شرایط آب و هوایی: کشاورزی هوشمند متأثر از شرایط آب‌وهوایی است. به دلیل تغییرات آب و هوایی، کیفیت و کمیت محصولات کشاورزی تحت تأثیر قرار می‌گیرد (روستایی و همکاران، ۲۰۲۳). استفاده از حسگرها برای مسائلی چون ضبط داده‌های بلادرنگ، ارائه اطلاعات با وضوح بیشتر و کمک به کشاورزان در تصمیم‌گیری‌ها ضروری هست (متیو و همکاران، ۲۰۲۳). به‌عنوان‌مثال هنگامی‌که یک مشکل زیست‌محیطی بالقوه و خطرناک رصد می‌شود، فناوری اینترنت اشیا آن را یا به‌طور خودکار رفع می‌کند و یا در قالب اطلاعیه‌ای به کشاورز هشدار می‌دهد تا در راستای جلوگیری از زیان‌های احتمالی واکنش سریعی داشته باشد (آریسن و همکاران، ۲۰۲۲).

استفاده از حسگرها در کشاورزی هوشمند

روش تولید مواد غذایی با معرفی فناوری اینترنت اشیا و حسگرها در بخش کشاورزی به‌طور کامل تغییر خواهد داشت. با استفاده از حسگرها، کشاورزان می‌توانند داده‌های مرتبط با طیف وسیعی از عناصر محیطی که بر محصولات تأثیر می‌گذارند مانند دما، سرعت باد، رطوبت خاک، دود، شعله و غیره را به‌صورت بلادرنگ جمع‌آوری و ارزیابی کنند، سلامت محصولات خود را زیر نظر داشته باشند، مزارعی را که نیاز به توجه بیشتری دارند را مشاهده کنند و تصمیم بگیرند که چه زمانی کاشت، آبیاری، کود دهی و برداشت محصول خود را انجام دهند. به‌طورکلی، استفاده از فناوری اینترنت اشیا و حسگرهای کشاورزی هوشمند این پتانسیل را دارد که روش زراعت و تأمین زنجیره مواد غذایی را دچار دگرگونی‌های متنوعی نماید. این فناوری‌ها می‌توانند تولید و بهره‌وری را ارتقا داده و از روش‌های کشاورزی پایدار حمایت نمایند. همچنین این رویکردهای نوپدید به کشاورزان اجازه می‌دهند داده‌های بی‌درنگ مرتبط با شرایط محیطی متعدد را جمع‌آوری و ارزیابی کنند چراکه این امر برای پایداری زنجیره تأمین مواد غذایی و برطرف نمودن نیاز جمعیت رو به رشد در آینده ضروری خواهد بود.

یافته‌ها و نتایج

مزایای کشاورزی هوشمند

کشاورزی هوشمند مجهز به فناوری اینترنت اشیا دارای نقاط قوتی هست و در همین راستا مقالات تحقیقاتی متعددی به مزایای پیاده‌سازی اینترنت اشیا در کشاورزی هوشمند پرداخته‌اند (آکاریا و همکاران، ۲۰۲۲؛ اوبایدن و همکاران، ۲۰۲۲).

افزایش بهره‌وری: کشاورزی امروزی به حوزه‌ای کاملاً رقابتی تبدیل‌شده و کشاورزان باید بر مشکلاتی همچون شرایط نامساعد خاک، کاهش دسترسی به زمین و افزایش تغییرات آب و هوایی فائق آمده و تولید خود را بیشتر نمایند. کشاورزان به لطف کشاورزی مبتنی بر فناوری اینترنت اشیا می‌توانند مزارع و شرایط محیطی خود را به‌صورت بلادرنگ پایش کرده و راهکارهایی مبتنی بر فناوری اینترنت اشیا، خودکارسازی[89] فرایندهای آبیاری، کود دهی، برداشت و غیره را تسهیل کند؛ بنابراین کشاورزان با کمک این فناوری‌ها قادرند ایده‌های خود را به‌سرعت عملیاتی نمایند و مخاطرات را قبل از وقوع پیش‌بینی کنند و از خسارات احتمالی اجتناب ورزند.

گستردگی: به لطف سامانه‌های مبتنی بر اینترنت اشیا، به‌ویژه سیستم‌هایی که زنجیره تأمین مواد غذایی را ارائه می‌کنند، می‌توان غذا را برای این افراد بهتر تأمین نمود. امروزه به لطف سیستم‌های کشاورزی هوشمند مانند سیستم چرخه بسته[90]، می‌توان غذا را عملاً در همه‌جا، حتی روی دیوارها و سقف‌ها، در کانتینرهای حمل‌ونقل و در داخل خانه‌ها پرورش داد.

کاهش منابع موردنیاز: فناوری اینترنت اشیا راهکارهای بسیاری را در زمینه بیشینه‌سازی بهره‌وری از منابعی چون برق، آب و زمین در کشاورزی ارائه کرده است. به‌نحوی‌که کشاورزی دقیق مبتنی بر فناوری اینترنت اشیا به کشاورزان کمک می‌کند تا با استفاده از داده‌های جمع‌آوری‌شده از حسگرهای مزرعه‌ای منابع را به‌طور دقیق و مناسب توزیع نمایند.

آلایندگی کمتر: کشاورزی هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا، روشی موثر برای کاهش استفاده از کودها و آفت‌کش‌ها است. در مقایسه با روش‌های مرسوم در کشاورزی، فناوری‌های نوین امکان تولید محصول نهایی با آلودگی کمتر را فراهم می‌کند. کشاورزی هوشمند در صرفه‌جویی در مصرف آب، انرژی و ابقای محیط‌زیست کمک و درعین‌حال مصرف سموم و کودهای شیمیایی را به‌شدت کاهش می‌دهد.

سرعت‌بالا و چابکی: استفاده از اینترنت اشیاء در کشاورزی مزیت تسریع درروند فرآیندها را به همراه دارد. به لطف سامانه‌های نظارت و پیش‌بینی بلادرنگ، کشاورزان می‌توانند به‌سرعت به تغییرات قابل‌توجه در شرایط آب و هوایی، سطوح رطوبت، کیفیت هوا، آتش-سوزی‌ها، کیفیت محصولات خاص و وضعیت خاک در مزرعه واکنش نشان دهند و از بروز خسارات احتمالی در مراحل ابتدایی جلوگیری می‌نمایند.

ارتقای کیفی محصول: استفاده از حسگرها و فناوری اینترنت اشیا در کشاورزی باعث بهبود عملکرد و افزایش بازده کشاورزی می‌شود. برای درک بهتر روابط پیچیده بین کیفیت محصول و شرایط محیطی، کشاورزان از ابزارهایی چون حس‌گرهای سنجش شرایط محصول، نظارت هوایی مبتنی بر هواپیماهای بدون سرنشین و نقشه‌برداری مزرعه بهره می‌گیرند.

چالش‌ها

در طول چند دهه گذشته، حجم عظیمی از فناوری‌ها ابداع و گسترش داده‌شده‌اند که بر زندگی روزمره بشر تأثیر گذاشته است. با استفاده بهینه منابع، بشر به بهبود سهولت در زندگی خود اعتبار بخشیده است. به این صورت که حسگرهای هوشمند داده‌های بلادرنگ را جمع‌آوری کرده و از طریق ارتباط با یکدیگر و یا اینترنت، اقدامات موردنیاز را عملیاتی می‌نمایند. اگرچه فناوری اینترنت اشیا زیادی را به خود مجذوب کرده است اما بااین‌حال پذیرش این فناوری چالش‌هایی را هم به همراه دارد. معضلات استفاده از اینترنت اشیا در کشاورزی هوشمند در چندین تحقیق پوشش داده‌شده است (بورسیانیس و همکاران، ۲۰۲۲؛ کویو ه مکاران، ۲۰۲۲).

[89]. Automation
[90]. Closed-Cycle

راندمان بیشتر: باوجود شرایط نامناسب خاک، کاهش دسترسی به زمین و افزایش تغییرات آب و هوایی، کشاورزان باید تولید خود را بیشتر نمایند. خودکارسازی منتج از فناوری اینترنت اشیا نیز باید به مسائلی چون آبیاری مبتنی بر تقاضا، کود دهی و برداشت خودکار جامه عمل بپوشاند. باوجود اینکه اثرات مثبت استفاده از فناوری‌های نوین در کشاورزی هوشمند به اثبات رسیده است اما هنوز زمینه برای ارتقای بهره‌وری این سیستم‌ها محیاست. فناوری‌های نوین باید تاجاییکه ممکن است نسبت به نوسانات شرایط محیطی حساس باشند؛ بنابراین با پیشرفت علم، فناوری‌های اینترنت اشیا و حسگرها باید به نحوی ارتقا یابند که راندمان بیشتری در کشاورزی داشته باشند.

هزینه و استانداردسازی: با توجه به نابرابری‌های اقتصادی منطقه‌ای، ایجاد یک استراتژی مقرون‌به‌صرفه برای نصب اینترنت اشیا در کشاورزی دشوار است که برای کنترل هزینه‌های مرتبط با راه‌اندازی و عملیاتی نمودن فناوری اینترنت اشیا، ازجمله: هزینه‌های دستگاه‌های اینترنت اشیا، سامانه‌های متعدد اتصالات، پردازش داده‌ها، تعمیر و نگهداری و همین‌طور منبع انرژی، بایستی مدل‌های اقتصادی به‌منظور همگام‌سازی دستگاه‌ها، برنامه‌ها، سیستم‌ها و محصولات، استانداردسازی بسترسازی و قابلیت اجرا پیدا کند. بااین‌حال، دستیابی به قابلیت هماهنگ‌سازی اجزا هنوز محل مناقشه است چراکه اجزای مختلف فناوری اینترنت اشیا فاقد پروتکل‌های استاندارد هست؛ بنابراین در راستای پیاده‌سازی اینترنت اشیا نیاز است که بین سطوح سازمانی، فناوری، معنایی و مفهومی، هماهنگی-های لازم صورت پذیرد.

ناهمگونی[۹۱] و دسترسی[۹۲]: هرکدام از ابزارک‌های[۹۳] مورداستفاده در فناوری اینترنت اشیا، نیازهای عملیاتی و نگهداری متفاوتی دارند. ازآنجایی‌که اکثر مدل‌ها در کشاورزی از تجهیزات ناهمگن استفاده می‌کنند، ایجاد ارتباط بین فناوری‌های ارتباطی و ماژول‌های ناهمگن ضروری است. به دلیل ناهمگونی اجزای مختلف موجود در شبکه‌های اینترنت اشیا، سیستم‌ها به‌طور فزاینده‌ای پیچیده می‌شوند که ممکن است گاهی، این پیچیدگی منتج به خروجی‌های شبهه‌ناک شود. در طراحی سیستم‌های کشاورزی مبتنی بر اینترنت اشیا این فرض در نظر گرفته می‌شود که نرم‌افزار و سخت‌افزار فعلی همیشه و در همه‌جا در دسترس است به‌نحوی‌که اطمینان حاصل شود که خدمات این فناوری در هر زمان و هرکجا که نیاز بود قابل وصول باشد که در این حالت فقدان این ابزارها ممکن است منجر به هرج‌ومرج و تأخیر در خدمات شود.

سازگاری[۹۴] و بهینه‌سازی انرژی: برای کشاورزی هوشمند، مهم است که دستگاه‌ها علاوه بر سایر دستگاه‌ها، بتوانند با محیط نیز سازگار شوند. برخی از سخت‌افزارها به دلیل تغییر مداوم محیط و وجود دیگر سخت‌افزارها با اتصالات خاص، سبب ایجاد ناسازگاری در سیستم می‌گردند. جدیدترین مشکل دستگاه‌های ارتباطی و فناوری اینترنت اشیا، انرژی است. تاکنون سامانه‌های مبتنی بر فناوری اینترنت اشیا که طراحی و عملیاتی شده‌اند، توسط منابع سنتی انرژی پشتیبانی گردیده‌اند. باوجود گجت‌های بیشتر در بازار، استفاده از انرژی سنتی دیگر گزینه مناسبی نیست.

سازگاری[۹۵] و قابلیت اطمینان: مدل‌ها یا نرم‌افزارهای تولیدشده باید سازگار و مقیاس‌پذیر باشند تا با معیارهای پراکندگی و گستردگی مطابقت داشته باشند. قابلیت اطمینان یک مسئله حیاتی برای دستگاه‌های اینترنت اشیا در زمینه انتقال موثر و یکپارچه داده‌ها است. ازآنجایی‌که تصمیم‌گیری‌های مرتبط با الگوهای مورداستفاده مطابق با اطلاعاتی است که دریافت و آنالیز گردیده است، دستگاه‌ها باید داده‌های دقیق و موثق را جمع‌آوری و ارسال نمایند. به دلیل وجود مسائلی همچون نقص سامانمند، نقص در گره‌ها[۹۶]، مشکلات باتری و سایر مداخلات، قابلیت اطمینان هنوز یک چالش است.

---

91. Heterogeneity
92. Accessibility
93. Gadgets
94. Adaptability
95. Compatibility
96. Nodes

پویایی[97] و شرایط محیطی: سامانه‌ها یا مدل‌های تولیدشده اغلب ایستا هستند. ازآنجایی‌که اکثر دستگاه‌ها و برنامه‌های مرتبط با فناوری اینترنت اشیا ترابر پذیر[98] هستند، پویایی و تحرک برای اجرای کارآمد چارچوب‌ها ضروری است و بااین‌حال که چالش پایداری اتصالات هنوز در مدل‌های متحرک[99] وجود دارد، درنتیجه، پاسخ به این تنوع، خود چالشی است که داده‌های فناوری اینترنت اشیا و خدمات آن را در معرض خطر قرار می‌دهد و دقت سیستم را متزلزل می‌نماید.

بحث و نتیجه‌گیری

فناوری‌های اینترنت اشیا و حسگرها، پتانسیل قابل‌توجهی را برای افزایش امنیت غذایی و روش‌های کشاورزی پایدار فراهم می‌کنند. این مطالعه علاوه بر ارائه چهار لایه اصلی در معماری اینترنت اشیا برای کشاورزی هوشمند، بینش‌هایی را در مورد مقیاس بازار جهانی برای کشاورزی هوشمند در سال‌های ۲۰۲۱ تا ۲۰۳۰ ارائه می‌دهد. در این مقاله به بررسی برخی از کاربردهای بالقوه این فناوری‌ها پرداخته شد. مزایای فناوری اینترنت اشیا در کشاورزی هوشمند نیز برجسته شد. بااین‌حال، هنوز مشکلاتی وجود دارد که باید قبل از استفاده از فناوری اینترنت اشیا در کشاورزی برطرف شوند. اگرچه هنوز راه برای ارائه نکات بیشتری در مورد راهکارهای مرتبط با این مشکلات بالقوه باز است و خوانندگان و محققان آینده از چشم‌انداز این تحقیق در مورد وضعیت فعلی پیشرفت این فناوری بهره خواهند برد.

کشاورزی این پتانسیل را دارد که با به‌کارگیری و توسعه فناوری‌های اینترنت اشیا و حسگرها متحول شود و تولید مواد غذایی پایدارتر و زنجیره‌های تأمین تاب‌آوری را امکان‌پذیر سازد. با افزایش جمعیت جهان، نیاز به غذا افزایش می‌یابد و صنعت کشاورزی باید راه‌حل‌های جدیدی برای برآورده کردن این تقاضا و حفظ پایداری ارائه دهد. فناوری‌های اینترنت اشیا و حسگرها که پایش و مدیریت بلادرنگ محصولات، خاک و محیط را فراهم می‌کنند، پاسخی متقن برای این مشکلات ارائه می‌دهند؛ اما برای اینکه این فناوری‌ها به‌طور گسترده مورداستفاده قرارگرفته و قابلیت اجرا پیدا کنند، در نظر داشتن منابع مالی زیادی برای مصرف زیرساخت‌ها، آموزش و تحقیقات لازم به نظر می‌رسد. به‌منظور تشویق استفاده از فناوری‌های اینترنت اشیا و حسگرها در کشاورزی و برطرف سازی مشکلات پیش رو، باید تمامی نهادها مانند دولت‌ها، واحدهای صنعتی، بخش خصوصی و سایر ذینفعان برای ایجاد سیاست‌ها و راهبردها با یکدیگر همکاری نمایند. ادغام موفقیت‌آمیز فناوری‌های اینترنت اشیا و حسگرها برای توسعه تکنیک‌های کشاورزی پایدار و مؤثر که می‌تواند نیازهای جمعیت رو به افزایش را برآورده کند و درعین‌حال از محیط‌زیست برای نسل‌های آینده محافظت کند، کلیدی برای آینده کشاورزی هوشمند است.

به‌منظور برقراری یک زنجیره تأمین مواد غذایی پایدار و تاب‌آوری، به هماهنگی بین بخش‌های مختلف کشور همچون دولت، سازمان‌ها و گروه‌های ذی‌صلاح نیاز است. به کار بستن برخی از این تکنیک‌های نوآورانه برای بهبود عملکرد، کاهش خسارات و افزایش بهره‌وری در فرآیندها جهت کاهش این چالش عظیم، ملزم به پیمودن مسیری طولانی است. با استفاده از ابزارهای نوپدید و روزآمد، کشاورزان می‌توانند کنترل بهتری بر روند تولید محصولات خود داشته باشند و از طرفی کیفیت محصولات خود را نیز ارتقا دهند. این پیشرفت‌ها می‌تواند درنهایت منجر به تولید محصولاتی شود که دارای کیفیت بسیار بالایی می‌باشند. همین مسئله نیز در سال‌های اخیر باعث شده تا تقاضای زیادی برای محصولات کشاورزی که با استفاده از تجهیزات کارآمد مبتنی بر فناوری تولید می‌شوند وجود داشته باشد و کشاورزان در سراسر دنیا علاقه‌مند استفاده از فناوری‌های هوشمند و به‌خصوص مبتنی بر اینترنت اشیا در مزارع هوشمند می‌باشند.

---

97. Mobility
98. Portable
99. Mobile

پیاده‌سازی کشاورزی هوشمند به دلایلی همچون انتشار بیش‌ازحد کربن‌دی‌اکسید و رشد جمعیت انسانی حیاتی است. بسیاری پیش‌بینی می‌کنند اگر تولید مواد غذایی افزایش پیدا نکند، کمبود جهانی مواد غذایی قریب‌الوقوع خواهد بود. ازآنجاکه افزایش چشمگیر مساحت زمین‌های زراعی آسان نیست، راه دیگر برای رسیدن به این هدف بهبود عملکرد در واحد سطح (یا کاهش ضایعات) اینترنت اشیا راه خواهد بود و اینجا موقعیتی است که اینترنت اشیا وارد معادله می‌گردد. کشاورزی هوشمند و کشاورزی مبتنی بر را برای آنچه می‌تواند به‌عنوان یک انقلاب سبز سوم نامیده شود باز می‌کنند. به دنبال پرورش گیاهان و انقلاب‌های ژنتیک، سومین انقلاب سبز کشاورزی درراه است. اینترنت اشیا اعتقاد بر این دارد که در سومین انقلاب سبز کشاورزی یک شبکه هوشمند از حس‌گرها، عملگرها، دوربین‌ها، ربات‌ها، درن‌ها[100] و دیگر دستگاه‌های هوشمند در سطح بالا با کنترل و تصمیم‌گیری خودکار سبب در آینده این انقلاب کشاورزی هوشمند نشان می‌دهد که هم‌زمان با ایجاد یک اکوسیستم پایدار در این رده از صنایع می‌شوند. اینترنت اشیا باعث بهبود ردیابی مواد غذایی کاهش استفاده از آفت‌کش‌ها و کودها، بهره‌وری کلی افزایش خواهد یافت. فناوری‌های بنابراین، می‌شوند که به‌نوبه خود منجر به افزایش پایداری زنجیره‌های تأمین مواد غذایی و پایش مخاطرات لجستیکی آن خواهند شد؛ کشاورزی هوشمند دارای یک ظرفیت واقعی برای ارائه یک محصول تولیدی و پایدارتر از تولید کشاورزی بر اساس رویکرد دقیق‌تر و منابع موجود است. کشورهایی که در مرحله هوشمند سازی کشاورزی هستند، فاز توسعه فناوری اطلاعات کشاورزی، توسعه ماشینی و همچنین کشاورزی دقیق را با موفقیت سپری کرده‌اند. مجموعه‌ای این فناوری‌ها بستر توسعه کشاورزی هوشمند را فراهم می‌نماید. ازجمله چالش‌هایی که در پیشرفت فناوری‌های نوین، ازجمله کشاورزی هوشمند خلل ایجاد می‌نماید، می‌توان به عواملی همچون زیرساخت نامناسب اینترنت و شبکه به‌ویژه در مناطق روستایی؛ ضعف در توسعه ماشینی کردن کشاورزی؛ و هزینه سرمایه‌گذاری اولیه سنگین که از توان مالی بهره‌برداران کشاورزی خارج است، اشاره نمود. ازاین‌رو، به‌منظور توسعه پایدار و اثربخش کشاورزی هوشمند این پیشنهادها ارائه می‌گردد:

- تدوین برنامه کلان ملی توسعه فناوری اطلاعات در کشاورزی هوشمند؛
- پرهیز از شتاب‌زدگی در توسعه کشاورزی هوشمند و تدوین یک برنامه‌ریزی جامع و زمان‌بندی‌شده؛
- توسعه ماشینی کردن کشاورزی متناسب با الگوی تولید و شرایط کشاورزی؛
- تقویت زیرساخت اینترنت و شبکه‌های بی‌سیم؛
- تقویت پایگاه داده‌های کشاورزی و تصمیم‌گیری بر اساس آن؛
- ایجاد فرهنگ لازم میان بهره‌برداران کشاورزی برای استفاده از خدمات هوشمند سازی.

منابع

Acharya, B., Garikapati, K., Yarlagadda, A., & Dash, S. (2022). Internet of things (IoT) and data analytics in smart agriculture: Benefits and challenges. In AI, Edge and IoT-based Smart Agriculture (pp. 3-16). Elsevier.

Ali, A., Hussain, T., Tantashutikun, N., Hussain, N., & Cocetta, G. (2023). Application of Smart Techniques, Internet of Things and Data Mining for Resource Use Efficient and Sustainable Crop Production. Agriculture, 13(2), 397.

Alves, R. G., Maia, R. F., & Lima, F. (2023). Development of a Digital Twin for smart farming: Irrigation management system for water saving. Journal of Cleaner Production, 388, 135920.

Ariesen-Verschuur, N., Verdouw, C., & Tekinerdogan, B. (2022). Digital Twins in greenhouse horticulture: A review. Computers and Electronics in Agriculture, 199, 107183.

[100]. Drones

Azfar, S., Nadeem, A., Ahsan, K., Mehmood, A., Almoamari, H., & Alqahtany, S. S. (2023). IoT-Based Cotton Plant Pest Detection and Smart-Response System. Applied Sciences, 13(3), 1851.

Boursianis, A. D., Papadopoulou, M. S., Diamantoulakis, P., Liopa-Tsakalidi, A., Barouchas, P., Salahas, G., Karagiannidis, G., Wan, S., & Goudos, S. K. (2022). Internet of things (IoT) and agricultural unmanned aerial vehicles (UAVs) in smart farming: A comprehensive review. Internet of Things, 18, 100187.

Cesco, S., Sambo, P., Borin, M., Basso, B., Orzes, G., & Mazzetto, F. (2023). Smart agriculture and digital twins: Applications and challenges in a vision of sustainability. European Journal of Agronomy, 146, 126809.

da Cunha Dias, T. A., Lora, E. E. S., Maya, D. M. Y., & del Olmo, O. A. (2021). Global potential assessment of available land for bioenergy projects in 2050 within food security limits. Land Use Policy, 105, 105346.

Dhanaraju, M., Chenniappan, P., Ramalingam, K., Pazhanivelan, S., & Kaliaperumal, R. (2022). Smart farming: Internet of Things (IoT)-based sustainable agriculture. Agriculture, 12(10), 1745.

Elbasi, E., Mostafa, N., AlArnaout, Z., Zreikat, A. I., Cina, E., Varghese, G., Shdefat, A., Topcu, A. E., Abdelbaki, W., & Mathew, S. (2022). Artificial intelligence technology in the agricultural sector: a systematic literature review. IEEE Access.

Friha, O., Ferrag, M. A., Shu, L., Maglaras, L., & Wang, X. (2021). Internet of things for the future of smart agriculture: A comprehensive survey of emerging technologies. IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica, 8(4), 718-752.

Galappaththi, E. K., & Schlingmann, A. (2023). The sustainability assessment of Indigenous and local knowledge-based climate adaptation responses in agricultural and aquatic food systems. Current Opinion in Environmental Sustainability, 62, 101276.

Gebska, M., Grontkowska, A., Swiderek, W., & Golebiewska, B. (2020). Farmer awareness and implementation of sustainable agriculture practices in different types of farms in Poland. Sustainability, 12(19), 8022.

Habib, S., Alyahya, S., Islam, M., Alnajim, A. M., Alabdulatif, A., & Alabdulatif, A. (2022). Design and Implementation: An IoT-Framework-Based Automated Wastewater Irrigation System. Electronics, 12(1), 28.

Hannou, F.-Z., Lefrançois, M., Jouvelot, P., Charpenay, V., & Zimmermann, A. (2023). A Survey on IoT Programming Platforms: A Business-Domain Experts Perspective.

Jain, R. K. (2023). Experimental performance of smart IoT-enabled drip irrigation system using and controlled through web-based applications. Smart Agricultural Technology, 4, 100215.

Lavanya, G., Rani, C., & GaneshKumar, P. (2020). An automated low cost IoT based Fertilizer Intimation System for smart agriculture. Sustainable Computing: Informatics and Systems, 28, 100300.

Mathew, T. E., Sabu, A., Sengan, S., Sathiamoorthy, J., & Prasanth, A. (2023). Microclimate monitoring system for irrigation water optimization using IoT. Measurement: Sensors, 27, 100727.

Mishra, S., & Sharma, S. K. (2023). Advanced contribution of IoT in agricultural production for the development of smart livestock environments. Internet of Things, 22, 100724.

Morchid, A., El Alami, R., Raezah, A. A., & Sabbar, Y. (2023). Applications of internet of things (IoT) and sensors technology to increase food security and agricultural Sustainability: Benefits and challenges. Ain Shams Engineering Journal, 102509.

Obaideen, K., Yousef, B. A., AlMallahi, M. N., Tan, Y. C., Mahmoud, M., Jaber, H., & Ramadan, M. (2022). An overview of smart irrigation systems using IoT. Energy Nexus, 100124.

Orchi, H., Sadik, M., & Khaldoun, M. (2021). On using artificial intelligence and the internet of things for crop disease detection: A contemporary survey. Agriculture, 12(1), 9.

Pathmudi, V. R., Khatri, N., Kumar, S., Abdul-Qawy, A. S. H., & Vyas, A. K. (2023). A systematic review of IoT technologies and their constituents for smart and sustainable agriculture applications. Scientific African, e01577.

Paul, K., Chatterjee, S. S., Pai, P., Varshney, A., Juikar, S., Prasad, V., Bhadra, B., & Dasgupta, S. (2022). Viable smart sensors and their application in data driven agriculture. Computers and Electronics in Agriculture, 198, 107096.

Pyingkodi, M., Thenmozhi, K., Nanthini, K., Karthikeyan, M., Palarimath, S., Erajavignesh, V., & Kumar, G. B. A. (2022). Sensor based smart agriculture with IoT technologies: a review. 2022 international conference on computer communication and informatics (ICCCI,(

Qureshi, T., Saeed, M., Ahsan, K., Malik, A. A., Muhammad, E. S., & Touheed, N. (2022). Smart agriculture for sustainable food security using internet of things (IoT). Wireless Communications and Mobile Computing, 2022, 1-10.

Quy, V. K., Hau, N. V., Anh, D. V., Quy, N. M., Ban, N. T., Lanza, S., Randazzo, G., & Muzirafuti, A. (2022). IoT-enabled smart agriculture: architecture, applications, and challenges. Applied Sciences, 12(7), 3396.

Rehman, A., Saba, T., Kashif, M., Fati, S. M., Bahaj, S. A., & Chaudhry, H. (2022). A revisit of internet of things technologies for monitoring and control strategies in smart agriculture. Agronomy, 12(1), 127.

Roostaei, J., Wager, Y. Z., Shi, W., Dittrich, T., Miller, C., & Gopalakrishnan, K. (2023). IoT-based edge computing (IoTEC) for improved environmental monitoring. Sustainable Computing: Informatics and Systems, 38, 100870.

Schimmack, M., & Mercorelli, P. (2019). A structural property of the wavelet packet transform method to localise incoherency of a signal. Journal of the Franklin Institute, 356(16), 10123-10137.

Selim, T., & Eltarabily, M. G. (2022). Impact of COVID-19 lockdown on small-scale farming in Northeastern Nile Delta of Egypt and learned lessons for water conservation potentials. Ain Shams Engineering Journal, 13(4), 101649.

Shafaei, S., & Mousazadeh, H. (2023). Experimental comparison of locomotion system performance of ground mobile robots in agricultural drawbar works. Smart Agricultural Technology, 3, 100131.

Shaikh, T. A., Rasool, T., & Lone, F. R. (2022). Towards leveraging the role of machine learning and artificial intelligence in precision agriculture and smart farming. Computers and Electronics in Agriculture, 198, 107119.

Sharifnasab, H., Mahrokh, A., Dehghanisanij, H., Łazuka, E., Łagód, G., & Karami, H. (2023). Evaluating the Use of Intelligent Irrigation Systems Based on the IoT in Grain Corn Irrigation. Water, 15(7), 1394.

Sharma, R. P., Dharavath, R., & Edla, D. R. (2023). IoFT-FIS: Internet of farm things based prediction for crop pest infestation using optimized fuzzy inference system. Internet of Things, 21, 100658.

Siddiquee, K. N.-e.-A., Islam, M. S., Singh, N., Gunjan, V. K., Yong, W. H., Huda, M. N., & Naik, D. B. (2022). Development of algorithms for an iot-based smart agriculture monitoring system. Wireless Communications and Mobile Computing, 2022, 1-16.

Sinha, B. B., & Dhanalakshmi, R. (2022). Recent advancements and challenges of Internet of Things in smart agriculture: A survey. Future Generation Computer Systems, 126, 169-184.

Tao, W., Zhao, L., Wang, G., & Liang, R. (2021). Review of the internet of things communication technologies in smart agriculture and challenges. Computers and Electronics in Agriculture, 189, 106352.

Tian, X., Engel, B. A., Qian, H., Hua, E., Sun, S., & Wang, Y. (2021). Will reaching the maximum achievable yield potential meet future global food demand? Journal of Cleaner Production, 294, 126285.

Xu, J., Gu, B., & Tian, G. (2022). Review of agricultural IoT technology. Artificial Intelligence in Agriculture, 6, 10-22.



Application of IoT and sensors technology to increase food security and agricultural sustainability: benefits and challenges

Hamidreza Rezaee[1], Alireza Makarichian[2], Hasan Ali habibi[3]
1. PhD in Strategic Defense Sciences, Higher National Defense University, Amad Research Institute, Defense Technology and Emerging Fields, Tehran, Iran'
2. PhD of Biosystem Engineering
3. Graduated with a PhD in Strategic Management, Higher National Defense University, Tehran, Iran
Corresponding Author: h.rezaee99@sndu.ac.ir

Abstract
Agriculture should respond the growing population and overcome the resulted problems owing to the attitude of preserving the environment and natural resources. Recently, it has become clear that sensors and Internet of Things technologies are effective tools to enhance agricultural sustainability and food security. This article provides insights on the global market size for smart agriculture from 2021 to 2030. Also, this presents four operational levels related to the architectural structure of IoT utilized in smart agriculture, which includes perception, network, cloud and application layers. In this study, the latest innovations linked with the technologies of IoT and sensors in agriculture are discussed and some of their potential applications, including: (1) irrigation monitoring systems; (2) management of fertilizers; (3) diagnosis of plant diseases; (4) harvest and processing monitoring; and (5) monitoring of weather conditions has been evaluated. As a results, it has also been discussed about the benefits of IoT technology in smart agriculture, such as increasing productivity, expansion, reducing required resources, less pollution, quickness and product quality improvement.

Keywords: "Global market", "IoT", "Sensors", Smart Agriculture", "Sustainablity".

کاهش آلرژی غذایی با استفاده از فناوری های غیرحرارتی اولتراسوند، پالس نوری و پلاسمای سرد

فرزانه هادی*۱، زهرا فروتنی۲، صبا عیشی۲

دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، ایران
دانشجوی دکتری، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده تغذیه و علوم غذایی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، ایران
*نویسنده مسئول: farzaneh.hadi1402@ms.tabrizu.ac.ir

چکیده

امروزه شیوع فزاینده آلرژی غذایی به یک نگرانی عمومی مرتبط با سلامت انسان در سراسر جهان تبدیل شده است. ازاین‌رو ارائه روش‌های کارآمد برای مدیریت آلرژی غذایی امری ضروری شده است. تاکنون برخی از روش‌های فراوری مرسوم مانند بخارپز کردن و جوشاندن در کاهش واکنش‌پذیری ایمنی مواد غذایی استفاده شده‌اند که این فرایندهای حرارتی باوجوداینکه می‌توانند به طور مؤثر میکروارگانیسم‌های مختلف و آنزیم‌های نامطلوب را غیرفعال کنند و در کاهش آلرژی مؤثر واقع شوند، منجر به کاهش کیفیت آنها نیز می‌شوند. از سوی دیگر این فرایندها در برخی موارد به‌تنهایی قادر به کاهش آلرژی نیستند. چندین مطالعه نشان داده‌اند که تکنیک‌های فراوری جدید عموماً عملکرد بهتری در حفظ ویژگی‌های اصلی غذا و بهبود کارایی کاهش آلرژن‌ها دارند. در این مقاله مروری تلاش شده است تا در مورد آلرژی غذایی و روش های کاهش آن در مواد غذایی مختلف با استفاده از تکنیک‌های نوین غیرحرارتی از جمله اولتراسوند، پالس نوری و پلاسمای سرد پرداخته شود.

واژگان کلیدی: آلرژی، اولتراسوند، پالس نوری، پلاسمای سرد، فناوری غیرحرارتی

مقدمه

آلرژی غذایی به واکنش‌های غیرطبیعی بدن اطلاق می‌شود که به‌واسطه پاسخ سیستم ایمنی به اجزای غذایی ایجاد می‌گردند (Calvani et al, 2020). بررسی جدیدترین مقالات در زمینه آلرژی غذایی طی دو سال گذشته تأیید کرد که آلرژی غذایی یک نگرانی عمده برای سلامت عمومی است که حدود ۸ درصد از کودکان و ۱۰ درصد از بزرگسالان را در کشورهای توسعه‌یافته تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. شیوع آن در سرتاسر جهان متفاوت بوده و این افزایش عمدتاً ناشی از عوامل محیطی و احتمالاً همراه با حساسیت ژنتیکی به تغییرات محیطی است (Bartha et al, 2023). آلرژی غذایی می‌تواند باعث ایجاد تغییراتی در اندام‌های هدف مانند پوست، دستگاه تنفسی، دستگاه گوارش و سیستم قلبی عروقی پس از مصرف نوع خاصی از غذا شود. از علائم اصلی آن می‌توان به آسم، اسهال، خارش، کهیر و در مواقع حاد به آنافیلاکسی اشاره کرد. آلرژی غذایی را می‌توان باواسطه IgE[101]، غیر واسطه IgE و مخلوط IgE واسطه و غیر IgE باواسطه طبقه‌بندی کرد. آلرژی غذایی باواسطه IgE شایع‌تر است (Ebisawa et al, 2020). سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد و سازمان بهداشت جهانی هشت دسته اصلی از آلرژن های غذایی را فهرست کرده‌اند که عبارت‌اند از سخت‌پوستان، ماهی، تخم‌مرغ، شیر، بادام‌زمینی، آجیل، سویا و گندم. در سال ۲۰۲۱، کنجد نیز به‌عنوان نهمین آلرژن رایج غذایی توسط سازمان غذا و داروی ایالات متحده معرفی شد (Chen and Wu, 2022). تشخیص فعلی آلرژن‌های غذایی عمدتاً شامل تکنیک‌های زیر است: (۱) روش‌های بر پایه پروتئین که شامل رادیو/ آنزیم آلرژوسوربنت، سدیم دو دسیل سولفات پلی اکریل آمید ژل الکتروفورز/ ایمونوبلاتینگ، تست اندازه‌گیری فاکتورهای رهاشده از سلول تحریک شده، راکت ایمونو الکتروفورز، دات ایمونو بلاتینگ، الایزا، (۲) روش‌های بر پایه DNA که شامل واکنش زنجیرهای پلیمراز[102](PCR)، PCR در لحظه و PCR - الایزا و (۳) بیو سنسور (Zhang, 2024). بااین‌حال، در دهه‌های گذشته، ازآنجایی‌که مصرف‌کنندگان به غذاهای مختلف دسترسی بیشتری داشته و غذاهای جدید وارد بازار شده‌اند، حذف غذاهای آلرژی‌زا برای افراد مبتلا به آلرژی غذایی دشوارتر شده است؛ بنابراین، کاهش آلرژن‌های غذایی از اهمیت بالایی برای سلامت این افراد برخوردار است (Wang et al, 2023b). در سال‌های اخیر، استفاده از تکنیک‌های جدید فراوری غیرحرارتی برای کاهش آلرژن‌ها و تولید غذاهایی با آلرژی کمتر یا بدون آلرژی به یک کانون تحقیقاتی مهمی تبدیل شده است. بررسی‌های محققان حاکی از آن است که فراوری غیرحرارتی می‌تواند ساختار مولکولی و اپی توپ‌های آلرژی‌زای پروتئین‌های آلرژن را مختل کرده و در نتیجه آلرژی‌زایی آلرژن‌های غذایی را کاهش دهد. هدف از این مقاله مروری خلاصه نمودن فعالیت‌های تحقیقاتی اخیر در مورد آلرژی غذایی و روش‌های کاهش آن در مواد غذایی مختلف با استفاده از تکنیک‌های نوین غیرحرارتی است.

آلرژی غذایی

میوه‌ها و سبزی‌ها

میوه‌ها و سبزی‌ها، از جمله کرفس، هویج، گوجه‌فرنگی، سیب‌زمینی، هلو، گلابی، گیلاس، سیب و کیوی، غذاهای آلرژی‌زا هستند که تاکنون به طور گسترده مورد بررسی قرار گرفته‌اند. بیشتر واکنش‌های نامطلوب به این گروه از غذاها عمدتاً مربوط به آلرژی به گرده به دلیل " آلرژی‌زایی متقاطع" یا "واکنش متقابل" است. بیمارانی که در معرض ترکیبات آلرژی‌زا در گرده قرار دارند ممکن است در معرض خطر واکنش نامطلوب به این میوه‌ها و سبزی‌ها باشند (López-Pedrouso et al, 2020). محققان دریافته‌اند که آلرژن‌های موجود در میوه‌ها و سبزی‌های خاص به دلیل ساختار ساده‌تر نسبت به سایر غذاها اغلب با فراوری حرارتی می‌توان آنها را کاهش داد (Manoharan et al, 2023).

[101] Immunoglobulin E
[102] Polymerase chain reaction

سویا

سویا یک ماده غذایی گیاهی است که در رژیم گیاهخواری و فرمولاسیون چندین فرآورده غذایی به‌ویژه محصولات گوشتی در همه‌جا حضور داشته و به‌عنوان یک تأمین‌کننده پروتئین باکیفیت بالا دارای مزایای سلامتی و اهمیت اقتصادی متعددی است. بااین‌حال، سویا منبع خاصی از پروتئین‌های آلرژن (با وزن مولکولی ۷۱-۷ کیلودالتون) است که قوی‌ترین آن P34 است (Jia and Evans, 2021).

بادام‌زمینی

بادام‌زمینی یکی از پرمصرف‌ترین حبوبات در سراسر جهان است که در فرمولاسیون برخی از فراورده‌های غذایی از جمله محصولات نانوایی، کره، بستنی و شکلات استفاده می‌شود. بادام‌زمینی حاوی ۱۳ پروتئین آلرژی‌زا از Ara h) 1-13) *Arachis hypogaea* است (Pi et al, 2019). در میان این‌ها Ara h1 (گلوبولین 7S)، Ara h2 (آلبومین 2S)، و Ara h3 (گلوبولین 11S) آلرژن‌های اصلی بادام‌زمینی در نظر گرفته می‌شوند. این آلرژن‌ها در طول فراوری حرارتی از بین نمی‌روند (Shah et al, 2019).

آجیل درختی

آجیل درختی از جمله بادام‌هندی، آجیل برزیلی، ماکادمیا، فندق، بادام، پسته و گردو است (Nepolo et al, 2022). این گروه غذایی باعث واکنش‌های آلرژیک شدید در افراد حساس می‌شود. تخمین زده می‌شود که ۱.۴ درصد از جمعیت ایالات متحده (۴.۲ میلیون نفر) به طور بالقوه به بادام‌زمینی و آجیل درختی حساسیت دارند. بر اساس مطالعات، بیشتر آلرژی‌ها مربوط به گردو، بادام‌هندی و بادام بود (Chu, 2022).

غلات

غلات و فرآورده‌های غله‌ای جزء رژیم غذایی ضروری روزانه افراد به شمار می‌آید. گزارش شده است که چندین نوع غلات، از جمله گندم، ذرت، برنج، جو، چاودار و جو دوسر می‌توانند باعث ایجاد واکنش‌های آلرژیک در افراد حساس شوند؛ بنابراین، حساسیت به غلات می‌تواند یک مسئله جدی برای جمعیت‌های حساس باشد. از آلرژن‌های اصلی غلات می‌توان به آلبومین‌ها، گلوبولین‌ها و پرولامین‌ها اشاره کرد (Atakul and Çimen, 2023; Srisuwatchari et al, 2020).

تخم‌مرغ

تخم‌مرغ یکی از مهم‌ترین منابع پروتئینی رژیم غذایی است که سرشار از مواد مغذی مفید مختلف است. آلرژی به تخم‌مرغ (سفیده یا زرده تخم‌مرغ) یک عارضه شدیدی است که کودکان را بیشتر تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (López-Pedrouso et al, 2020). بررسی ترکیبات تخم‌مرغ نشان می‌دهد که سفیده تخم‌مرغ نسبت به زرده تخم‌مرغ پروتئین‌های آلرژی‌زای بیشتری دارد. اوموکوئید، اووالبومین، اووترانسفرین و لیزوزیم پروتئین آلرژی‌زا اصلی سفیده تخم‌مرغ هستند که تقریباً ۸۰ درصد از پروتئین‌های سفیده تخم‌مرغ را تشکیل می‌دهند. پروتئین‌های آلرژی‌زای اصلی زرده تخم‌مرغ نیز لیپوپروتئین‌های با چگالی بالا، لیپوپروتئین‌های با چگالی کم، فسویتین و R-livetin هستند (Büyükcan and Karakaya, 2021).

فراورده های آبزی

ماهی‌ها، سخت‌پوستان و نرم‌تنان (صدف دریایی) ۳ گروه اصلی در دسته غذاهای دریایی هستند. غذاهای دریایی در صدر فهرست آلرژی‌زاهای غذایی قرار دارند؛ بنابراین، آنها می‌توانند حاوی پروتئین های آلرژی‌زا باشند که منجر به مشکلات سلامتی شدید می‌شود (Okamoto et al, 2021). همه گونه‌های ماهی آلرژی‌زا در نظر گرفته می‌شوند، اما آلرژی معمولاً توسط ماهی کاد و ماهی آزاد ایجاد

می‌شود. مشاهده شده است که اکثر افراد حساس به ماهی واکنش‌های آلرژیک به مصرف ماهی های دیگر نیز نشان می‌دهند (Pontone et al, 2023). قوی‌ترین آلرژن‌های موجود در غذاهای دریایی پاروالبومین، تروپومیوزین و آرژنین‌کیناز هستند (López-Pedrouso et al, 2020). شایان‌ذکر است که پاروالبومین (با وزن مولکولی ۱۲ کیلودالتون) و تروپومیوزین (با وزن مولکولی ۳۹-۳۶ کیلو دالتون) به ترتیب پروتئین‌های آلرژی‌زا اصلی در ماهی و صدف هستند. آنها بخش اصلی پروتئین‌ها در بین پروتئین های عضله میوفیبریلار هستند. علاوه بر پاروالبومین، حدود ۱۵ آلرژن دیگر ماهی (با وزن مولکولی ۲۰۰-۱۵ کیلودالتون)، مانند کلاژن و ژلاتین، در گونه‌های مختلف ماهی شناسایی شده است (Vásquez et al, 2023). اخیراً، علاوه بر تروپومیوزین، سایر آلرژن‌ها از جمله تروپونین و آرژنین‌کیناز در میگو شناسایی شده‌اند. درحالی‌که بیشتر پروتئین‌های آلرژی‌زا در غذاهای دریایی با پختن از بین می‌روند، برخی از آنها مانند تروپومیوزین میگو و پاروالبومین ماهی کاد، بسیار پایدار در برابر حرارت هستند (Dong and Raghavan, 2022).

شیر

شیر اولین غذایی است که نوزادان انسان و حیوان مصرف می‌کنند و به دلیل ارزش غذایی بالا، تمامی نیازهای تغذیه‌ای آنها را برطرف می‌کند. اگرچه بیشتر موارد آلرژی مربوط به شیر گاو است، شیر سایر پستانداران مانند گاو و گوسفند نیز ممکن است باعث ایجاد آلرژی شود (López-Pedrouso et al, 2020). مشابه غذاهای دریایی، آلرژی به شیر گاو ممکن است با افزایش سن باقی بماند. αs_1-casein و به دنبال آن αs_2-casein و β-casein به‌عنوان آلرژن‌های اصلی بخش کازئین پروتئین‌های شیر شناسایی شده‌اند. علاوه بر این، α-لاکتالبومین، β-لاکتوگلوبولین، ایمونوگلوبولین‌ها، آلبومین سرم گاوی و لاکتوفرین به‌عنوان آلرژن‌های بخش آب‌پنیر پروتئین های شیر گزارش شده‌اند. آلرژن‌های شیر گاو نیز در طول فراوری معمول صنعتی پایدار هستند (Yang et al, 2022).

فناوری‌های مرسوم و نوظهور کاهش آلرژی غذایی

فناوری‌های حرارتی

فراوری حرارتی یکی از مهم‌ترین و پرکاربردترین تکنیک‌ها در صنایع غذایی است که به‌طورکلی با واکنش‌های اصلاحی مختلفی مانند دناتوراسیون، هیدرولیز پیوندهای پپتیدی، بازسازی پیوندهای دی سولفیدی و برهمکنش با سایر اجزا از جمله کربوهیدرات‌ها و چربی‌ها همراه است. برای پروتئین‌ها، فراوری حرارتی باعث ازبین‌رفتن ساختارهای دوم، سوم و برهم‌کنش‌های غیر کووالانسی می‌شود. در نتیجه، مجموعه‌ای از این واکنش‌ها ممکن است با تخریب اپی توپ‌های ساختاری، یعنی کاهش یا افزایش واکنش‌پذیری ایمنی بر آلرژی‌زایی تأثیر بگذارند. تاکنون آزمایش‌های موفقیت‌آمیزی برای تولید محصولات غذایی ضد حساسیت با استفاده از اشکال مختلف عملیات حرارتی گزارش شده است (Ekezie et al, 2018). علی‌رغم اثربخشی فراوری حرارتی برای تغییر خواص آلرژی‌زایی غذایی، می‌تواند بر خواص ارگانولپتیک و ترکیب مواد مغذی تأثیر منفی بگذارد. علاوه بر این، برخی از آلرژن‌های غذایی مانند تروپومیوزین، به دلیل ساختار ثانویه سیم‌پیچ مارپیچ آلفا یا وجود سیستین درون/بین‌مولکولی که یکپارچگی ساختاری آنها را مشخص می‌کند، می‌توانند در برابر حرارت مقاوم باشند (Kamath et al, 2013)؛ بنابراین، جستجوی روش‌های جایگزین برای کاهش آلرژی مواد غذایی ضروری شده و منجر به تحقیق و توسعه روش‌های فراوری غیرحرارتی مواد غذایی همچون پالس نوری، فرایند فشار بالا، پرتودهی، پلاسمای سرد، اولتراسوند و میدان پالس الکتریکی می‌شود.

فناوری‌های غیرحرارتی

اولتراسوند[۱۰۳]

اولتراسوند (امواج فراصوت) به امواج صوتی بالای ۲۰ کیلوهرتز اشاره دارد و می‌تواند به دو ناحیه طبقه‌بندی شود. فراصوت قدرت

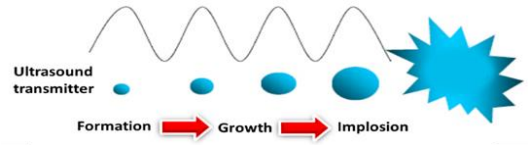
[103] Ultrasound

دارای محدوده فرکانسی از ۲۰ کیلوهرتز تا ۱ مگاهرتز و فراصوت تشخیصی که دارای فرکانس بیش از ۱ مگاهرتز است (Kentish and Ashokkumar, 2010). اولتراسوند به‌عنوان یکی از فناوری‌های کارآمد فراوری مواد غذایی در نظر گرفته می‌شود که به طور گسترده برای همگن‌سازی، برش، استخراج، غیرفعال‌سازی میکروارگانیسم‌ها یا آنزیم‌ها، افزایش راندمان خشک‌کردن، تمیزکردن سطوح و دپلیمریزاسیون استفاده می‌شود (Feng et al, 2011). در شکل ۱، مکانیسم استخراج به کمک اولتراسوند و پدیده کاویتاسیون آورده شده است. حباب‌های امواج فراصوت از فشرده‌شدن امواج مکانیکی، شکست متناوب و فروپاشی در اندازه‌های حباب بحرانی تحت انرژی بالا تشکیل می‌شوند. انفجار حباب‌ها منجر به فشار بالای موضعی تا ۱۰۰۰ اتمسفر و دمای بالا تا ۴۷۲۶ درجه سانتیگراد می‌شود که باعث ایجاد تغییرات ساختاری در آلرژن‌ها می‌شود (Soria and Villamiel, 2010). دونگ و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند که محتوای تروپومیوزین میگو پس از تیمار اولتراسوند (فرکانس ۲۰ کیلوهرتز، ۴۰۰ وات) به مدت ۲۰ دقیقه به دلیل تغییرات در ساختار ثانویه پروتئین، ۷۶ درصد کاهش یافت. یانگ و همکاران (۲۰۱۵) اثر اولتراسوند را بر روی جوانه‌های سویا بررسی کردند که در آن نمونه‌ها تحت شرایط ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ وات با زمان نگهداری ۳۰ دقیقه قرار گرفتند. باتوجه‌به این مطالعه، ظرفیت اتصال IgE نمونه تحت تیمار اولتراسوند به طور قابل‌توجهی کاهش یافت. لی و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند تیمار اولتراسوند توانست غلظت Ara h1 و Ara h2 به‌عنوان آلرژن اصلی در بادام‌زمینی کاهش دهد. وانگ و همکاران (۲۰۲۱) نشان دادند تیمار اولتراسوند (۲۰ کیلوهرتز، ۴۰۰ وات، ۱۶-۰ دقیقه) منجر به کاهش ۵۰ درصدی محتوای آلرژن Act d 2 در کیوی شد. الوی و همکاران (۲۰۲۲) گزارش کردند گلیکاسیون با کمک اولتراسوند ممکن است به طور مؤثر ساختار پروتئین های تخم‌مرغ را تغییر دهد که می‌تواند نقش بالقوه‌ای در کاهش آلرژی‌زایی آن داشته باشد. وانگ و همکاران (۲۰۲۰) مشاهده کردند آلرژی‌زایی شیر کامل تازه نیز پس از تیمار اولتراسوند کاهش یافت.

پالس نوری[۱۰۴]

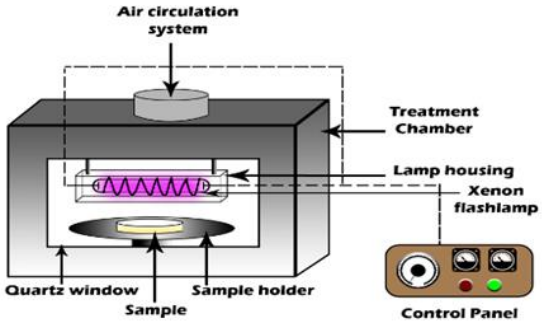
پالس نوری طول‌موج‌هایی از ۲۰۰ نانومتر تا ۱۰۰۰ نانومتر را در برمی‌گیرد که به‌عنوان یک فناوری غیرحرارتی به‌منظور ضدعفونی و آلودگی‌زدایی سطوح مواد غذایی و بسته‌بندی‌های مواد غذایی مطرح شده است (شکل ۲). متشکل از پالس‌های نوری با شدت بالا در زمان بسیار کوتاه است که قادر به از بین‌بردن میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا و عامل فساد است. علاوه بر این، پالس نوری برای غیرفعال‌کردن آنزیم‌ها، کاهش واکنش ایمنی پروتئین‌ها و تغییر خواص عملکرد پروتئین در سطح آزمایشگاهی نیز استفاده می‌شود. این فناوری شامل حدود ۵۴ درصد نور فرابنفش، ۲۰ درصد نور مادون‌قرمز و ۲۵ درصد نور مرئی است. ثابت شده است که تیمار پالس نوری یک روش مؤثر است که کیفیت غذا را تغییر نمی‌دهد (Mandal et al, 2020). یانگ و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که نور پالسی (۳ پالس در ثانیه، عرض پالس ۳۶۰ میکروثانیه، فاصله ۱۰ سانتی‌متری از منبع نور) منجر به کاهش شدید آلرژی‌زایی عصاره میگوی پخته شده یا خام شد. ماینل اشمیت و همکاران (۲۰۱۶) کاهش ایمنی واکنش‌پذیری Gly m5 و Gly m6 سویا را پس از تیمار با نور ماورای‌بنفش پالسی که از فاصله ۸ تا ۱۰ سانتی‌متری از مواد غذایی تحت زمان‌های مختلف تیمار ساطع می‌شود، تأیید کردند. یانگ و همکاران (۲۰۱۲) دریافتند که Ara h1، Ara h2 و Ara h3 موجود در عصاره بادام‌زمینی خام و بوداده شده را می توان به طور قابل‌توجهی تحت تیمار پالس نوری کاهش داد.

[104] Pulsed light



شکل ۱- مکانیسم استخراج به کمک اولتراسوند و پدیده کاویتاسیون

ارکاجو و همکاران (۲۰۱۹) تأثیر تیمارهای مختلف نور پالسی را بر روی واکنش‌پذیری و قابلیت هضم β-لاکتوگلوبولین شیر ارزیابی کرده و نشان دادند پالس نوری به طور قابل‌توجهی تشخیص β-لاکتوگلوبولین را توسط IgG و IgE به ترتیب تا ۸۵ و ۴۵ درصد نسبت به پروتئین تیمار نشده کاهش داد. بااین‌حال، منزوکو و همکاران (۲۰۱۳)، گزارش کردند آلرژی به تخم‌مرغ طی تیمار پالس نوری افزایش یافت.



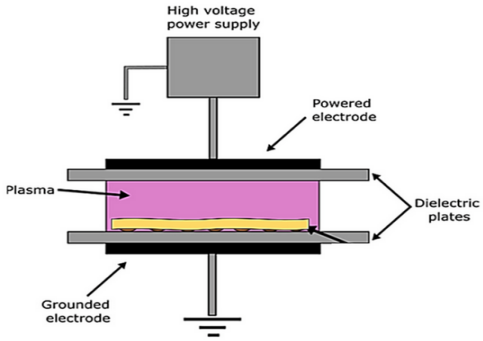
شکل ۱- شمای تکنیک پالس نوری (Mahendran et al, 2019)

پلاسما سرد[۱۰۵]

پلاسما حالت چهارم ماده است که از یونیزاسیون گاز در دمای محیط یا اتمسفر تولید می‌شود (شکل ۳). در صنایع غذایی به‌عنوان یک روش ضدعفونی برای هدف قراردادن میکروب‌ها استفاده و به‌عنوان یک رویکرد نوآورانه در فناوری نگهداری مواد غذایی عمل می‌کند (Dong et al, 2021). باتوجه‌به توانایی پلاسمای سرد در تغییر ساختار پروتئین، اخیراً پتانسیل آن در کاهش آلرژی‌زایی در غذاها مورد بررسی قرار گرفته است. مکانیسم دقیق پلاسمای سرد به‌خوبی درک نشده است؛ ولی یکی از شایع ترین فرضیه‌ها این است که گونه‌های فعال اکسیژن و گونه‌های نیتروژن فعال تولید شده توسط گاز پلاسما با آنتی‌ژن‌ها واکنش داده و ساختار پروتئین یا محل‌های اتصال بین آنتی‌ژن و آنتی‌بادی‌ها را تغییر می‌دهند (Sruthi et al, 2022).

[105] Cold Plasma

شکل۳- شمای تکنیک پلاسمای سرد (Starič et al, 2020)



وانگ و همکاران (۲۰۲۳a) گزارش کردند ظرفیت اتصال IgE تروپومیوزین در میگو تا ۴۰ درصد پس از تیمار پلاسمای سرد (تخلیه سد دی‌الکتریک، ۶۰ کیلوولت) همراه با تیمار گلیکاسیون (۴ ساعت، ۸۰ درجه سانتی‌گراد) کاهش یافت. هسو و همکاران (۲۰۲۳) از پلاسمای سرد برای تیمار آلرژن های بادام‌زمینی استفاده کردند و مشاهده کردند آنتی‌ژن Ara h1 طی ۳ دقیقه تا ۳۸ درصد و طی ۱۵ دقیقه تا ۶۶ درصد کاهش یافت. ژانگ و همکاران (۲۰۲۱) گزارش کردند پلاسمای سرد اتمسفریک (۱۲۰ هرتز، ۵ دقیقه) توانست سطح اتصال IgE پروتئین سویا ایزوله را تا ۷۵ درصد کاهش دهد. تمینیدی و همکاران (۲۰۱۳) از پلاسمای سرد برای تیمار آلرژن‌های شیر (کازئین، آلفا لاکتاگلوبولین و بتا لاکتوگلوبولین) استفاده کردند. نتایج سدیم دو دسیل سولفات پلی‌اکریل‌آمید ژل الکتروفورز آنها هیچ تغییر قابل‌توجهی در شدت باند ژل بدون تفاوت معنی‌داری در مقادیر اتصال IgE بین نمونه‌های کنترل و تیمار نشان داد.

مزایا و محدودیت‌های تکنیک‌های غیرحرارتی برای کاهش آلرژن‌های غذایی

هر یک از این رویکردهای فراوری که در این جا موردبحث قرار گرفته‌اند، بر خواص فیزیکوشیمیایی پروتئین‌های غذا به روش‌های مختلف تأثیر گذاشته و به نوبه خود بر هضم گوارشی، فراهمی زیستی و حساسیت‌زایی آنها تأثیر می‌گذارند. در فراوری حرارتی، حرارت تولید شده با تغییر ساختار پروتئین، تغییر اپی توپ‌های ساختاری اتصال IgE و افزایش قابلیت هضم، پتانسیل آلرژی‌زایی را کاهش می‌دهد، اما ممکن است نتایج نامطلوبی بر ویژگی‌های کیفی داشته باشد. از سوی دیگر، مزیت اصلی اکثر روش‌های غیرحرارتی این است که حداقل تغییرات را در عوامل کیفی غذا ایجاد می‌کنند و می‌توانند ماندگاری غذا را افزایش دهند. همچنین، برخی از این تکنیک‌های غیرحرارتی نسبتاً ارزان و بدون مواد شیمیایی هستند که آنها را دوست‌دار محیط‌زیست و پایدار می‌سازد. بااین‌حال، غذاهای فاقد آلرژی که در حال حاضر در فروشگاه‌های مواد غذایی به بازار عرضه می‌شوند، عمدتاً با استفاده از هیدرولیز آنزیمی تولید می‌شوند که فرآیند پروتئولیز ممکن است تأثیر منفی بر خواص ارگانولپتیک بگذارد و آنها را برای مصرف‌کنندگان غیرقابل‌قبول کند. علاوه بر این، تغییرات در آلرژی‌زایی آلرژن‌های غذایی با روش‌های فراوری تحت‌تأثیر بسیاری از عوامل پیچیده؛ مانند سایر ترکیبات غذایی، ماهیت آلرژن،

شرایط فراوری و برهم‌کنش اتصال ماده آلرژی‌زا با آنتی‌بادی‌ها قرار می‌گیرد. همه این عوامل به طور تجمعی نیز مسئول نتایج ناسازگار در استفاده از تیمار غیرحرارتی برای کاهش آلرژن غذایی هستند. علاوه بر این، برای کاربرد بالقوه در تولید مواد غذایی صنعتی به‌ویژه در فرایندهایی مانند اولتراسوند، کنترل کمتر عوامل ضروری باعث کاهش کارایی می‌شود؛ بنابراین ترکیب اولتراسوند با روش‌های دیگر ممکن است برای کاربردهای تجاری مفیدتر باشد. در واقع، هزینه های اضافی که تولیدکنندگان برای دستیابی به این تکنیک‌های جدید متحمل می‌شوند، باید در نظر گرفته شود. علاوه بر این، مطالعاتی که هرگونه خطر سم‌شناسی و ایمنی را در نتیجه اصلاح آلرژن نشان می‌دهند، نسبتاً کمیاب هستند، بنابراین این روش‌ها ممکن است به این زودی‌ها تا زمانی که ایمنی ایجاد نشود، اتخاذ نشوند. با وجود این، چالش اصلی مرتبط با فرایندهای غیرحرارتی که نیاز به توجه اساسی دارد، استانداردسازی است. درک کامل این فناوری‌ها و چگونگی تأثیر آن‌ها بر پروتئین‌های آلرژی‌زا، نکته بسیار مهمی برای پیاده‌سازی و پذیرش آینده آن‌ها است (Ekezie et al, 2018).

نتیجه‌گیری و روندهای آتی

از آغاز قرن حاضر، تکنیک‌های نوآورانه فراوری مواد غذایی به دلیل مزایای فراوانی که نسبت به روش‌های مرسوم حرارتی دارند، به‌سرعت در صدر فهرست اولویت‌های صنایع غذایی قرار گرفتند. در مقایسه با روش‌های سنتی فراوری مواد غذایی، این روش‌های نوآورانه جنبه‌های مختلف غذا از جمله ویژگی‌های ارگانولپتیک و تغذیه‌ای آن را بهتر حفظ می‌کنند. فناوری‌های غیرحرارتی با تأثیر بر شکل ساختاری پروتئین بر آلرژی‌زایی آنها تأثیر می‌گذارد. استفاده از روش‌های پیشرفته فراوری غیرحرارتی، از جمله فرایند فشار بالا، پلاسمای سرد، اولتراسوند، تخمیر، میدان پالس الکتریکی و ترکیبی از آنها، برای کمک به رفع مشکل بهداشتی جهانی آلرژی غذایی پیش‌بینی می‌شود. مطالعات نشان دادند تغییر اپی توپ‌های متوالی یا ساختاری می‌تواند چندین آلرژن غذایی را تحت شرایط ایده‌آل کاهش داده یا حذف کند. به‌منظور افزایش اثربخشی کاهش ایمنی واکنش‌پذیری غذا، شرایط فراوری مانند مدت‌زمان، انرژی، فرکانس و دما باید برای هر تیمار بهینه شود. در نهایت، علاوه بر تمرکز بر کاهش آلرژن‌های غذایی، مطالعات آتی باید بر روی اثرات این روش‌ها بر ترکیب تغذیه‌ای و ساختار غذا نیز کار کنند.

منابع

Atakul, G., & Çimen, S. S. (2023). The prevalence of sensitization to food allergens in children with atopic dermatitis. Allergologia et Immunopathologia, 51(3), 85-90.

Bartha, I., Almulhem, N., & Santos, A. F. (2023). Feast for thought: a comprehensive review of food allergy 2021-2023. Journal of Allergy and Clinical Immunology.

Büyükcan, M. K., & Karakaya, S. (2021). Comparison of some functional properties and protein profiles of different protein sources with egg components. Italian Journal of Food Science, 33(2), 142-155.

Calvani, M., Anania, C., Caffarelli, C., Martelli, A., Del Giudice, M. M., Cravidi, C., ... & Marseglia, G. L. (2020). Food allergy: An updated review on pathogenesis, diagnosis, prevention and management. Acta Bio Medica: Atenei Parmensis, 91(Suppl 11).

Chen, H., & Wu, Y. (2022). Risk assessment of food allergens. China CDC Weekly, 4(34), 771.

Chu, D. K. (2022). Tree nut allergy: a systematic review. Current opinion in pediatrics, 34(6), 600-608.

Dong, X., & Raghavan, V. (2022). Recent advances of selected novel processing techniques on shrimp allergenicity: A review. Trends in Food Science & Technology, 124, 334-344.

Dong, X., Wang, J., & Raghavan, V. (2020). Effects of high-intensity ultrasound processing on the physiochemical and allergenic properties of shrimp. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 65, 102441.

Dong, X., Wang, J., & Raghavan, V. (2021). Critical reviews and recent advances of novel non-thermal processing techniques on the modification of food allergens. Critical reviews in food science and nutrition, 61(2), 196-210.

Ebisawa, M., Ito, K., & Fujisawa, T. (2020). Japanese guidelines for food allergy 2020. Allergology International, 69(3), 370-386.

Ekezie, F. G. C., Cheng, J. H., & Sun, D. W. (2018). Effects of nonthermal food processing technologies on food allergens: A review of recent research advances. Trends in Food Science & Technology, 74, 12-25.

Feng, H., Barbosa-Cánovas, G. V., & Weiss, J. (Eds.). (2011). Ultrasound technologies for food and bioprocessing (Vol. 1, p. 599). New York: Springer.

Hsu, F. C., Lin, W. T., Hsieh, K. C., Cheng, K. C., Wu, J. S. B., & Ting, Y. (2023). Mitigating the allergenicity of peanut allergen Ara h 1 by cold atmospheric pressure argon plasma jet. Journal of the Science of Food and Agriculture, 103(6), 3017-3027.

Jia, L., & Evans, S. (2021). Improving food allergen management in food manufacturing: An incentive-based approach. Food Control, 129, 108246.

Kamath, S. D., Rahman, A. M. A., Komoda, T., & Lopata, A. L. (2013). Impact of heat processing on the detection of the major shellfish allergen tropomyosin in crustaceans and molluscs using specific monoclonal antibodies. Food chemistry, 141(4), 4031-4039.

Kentish, S., & Ashokkumar, M. (2010). The physical and chemical effects of ultrasound. In Ultrasound technologies for food and bioprocessing (pp. 1-12). New York, NY: Springer New York.

Li, H., Yu, J., Ahmedna, M., & Goktepe, I. (2013). Reduction of major peanut allergens Ara h 1 and Ara h 2, in roasted peanuts by ultrasound assisted enzymatic treatment. Food chemistry, 141(2), 762-768.

López-Pedrouso, M., Lorenzo, J. M., Gagaoua, M., & Franco, D. (2020). Current trends in proteomic advances for food allergen analysis. Biology, 9(9), 247.

Lv, A., Liang, Y., Hu, G., Jin, Y., & Fu, X. (2022). Microwave-assisted extraction and ultrasound-assisted glycation of ovomucoid: Structural and functional properties. ACS Food Science & Technology, 3(1), 69-76.

Mahendran, R., Ramanan, K. R., Barba, F. J., Lorenzo, J. M., López-Fernández, O., Munekata, P. E., ... & Tiwari, B. K. (2019). Recent advances in the application of pulsed light processing for improving food safety and increasing shelf life. Trends in food science & technology, 88, 67-79.

Mandal, R., Mohammadi, X., Wiktor, A., Singh, A., & Pratap Singh, A. (2020). Applications of pulsed light decontamination technology in food processing: An overview. Applied Sciences, 10(10), 3606.

Manoharan, D., Rajan, A., Stephen, J., & Radhakrishnan, M. (2023). Evaluating the influence of cold plasma bubbling on protein structure and allergenicity in sesame milk. Allergologia et Immunopathologia, 51(SP1), 1-13.

Manzocco, L., Panozzo, A., & Nicoli, M. C. (2013). Inactivation of polyphenoloxidase by pulsed light. Journal of Food Science, 78(8), E1183-E1187.

Meinlschmidt, P., Ueberham, E., Lehmann, J., Reineke, K., Schlüter, O., Schweiggert-Weisz, U., & Eisner, P. (2016). The effects of pulsed ultraviolet light, cold atmospheric pressure plasma, and gamma-irradiation on the immunoreactivity of soy protein isolate. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 38, 374-383.

Nepolo, E. P., Nkambule, B. B., Dludla, P. V., Ndevahoma, F., & Nyambuya, T. M. (2022). Association between the type of allergen and T-helper 2 mediated inflammation in allergic reactions: a systematic review and a meta-analysis. Allergologia et Immunopathologia, 50(1), 37-50.

Okamoto, M., Takafuji, S., Inoue, S., & Tanaka, Y. (2021). Fish allergy tolerance 16 months after diagnosis. Allergologia et immunopathologia, 49(5), 25-27.

Orcajo, J., Lavilla, M., & Martinez-de-Maranon, I. (2019). Effect of pulsed light treatment on β-lactoglobulin immunoreactivity. Lwt, 112, 108231.

Pi, X., Wan, Y., Yang, Y., Li, R., Wu, X., Xie, M., ... & Fu, G. (2019). Research progress in peanut allergens and their allergenicity reduction. Trends in Food Science & Technology, 93, 212-220.

Pontone, M., Giovannini, M., Barni, S., Mori, F., Venturini, E., Galli, L., ... & Buyuktiryaki, B. (2023). IgE-mediated Anisakis allergy in children. Allergologia et immunopathologia, 51, 98-109.

Shah, F., Shi, A., Ashley, J., Kronfel, C., Wang, Q., Maleki, S. J., ... & Zhang, J. (2019). Peanut allergy: Characteristics and approaches for mitigation. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 18(5), 1361-1387.

Soria, A. C., & Villamiel, M. (2010). Effect of ultrasound on the technological properties and bioactivity of food: a review. Trends in food science & technology, 21(7), 323-331.

Srisuwatchari, W., Piboonpocanun, S., Wangthan, U., Jirapongsananuruk, O., Visitsunthorn, N., & Pacharn, P. (2020). Clinical and in vitro cross-reactivity of cereal grains in children with IgE-mediated wheat allergy. Allergologia et immunopathologia, 48(6), 589-596.

Sruthi, N. U., Josna, K., Pandiselvam, R., Kothakota, A., Gavahian, M., & Khaneghah, A. M. (2022). Impacts of cold plasma treatment on physicochemical, functional, bioactive, textural, and sensory attributes of food: A comprehensive review. Food Chemistry, 368, 130809.

Starič, P., Vogel-Mikuš, K., Mozetič, M., & Junkar, I. (2020). Effects of nonthermal plasma on morphology, genetics and physiology of seeds: A review. Plants, 9(12), 1736.

Tammineedi, C. V., Choudhary, R., Perez-Alvarado, G. C., & Watson, D. G. (2013). Determining the effect of UV-C, high intensity ultrasound and nonthermal atmospheric plasma treatments on reducing the allergenicity of α-casein and whey proteins. LWT-Food Science and Technology, 54(1), 35-41.

Vásquez, L. D. M., Serrano, C. D., Peña, M., Botero, V., Quimbayo, D., Milanés, R., ... & Olaya, M. (2023). Characterization of a group of children with eosinophilic esophagitis in Cali, Colombia. Allergologia et Immunopathologia, 51(3), 36-41.

Wang, C., Xie, Q., Wang, Y., & Fu, L. (2020). Effect of ultrasound treatment on allergenicity reduction of milk casein via colloid formation. Journal of agricultural and food chemistry, 68(16), 4678-4686.

Wang, F. Q., Cheng, J. H., & Keener, K. M. (2023a). Changing the IgE binding capacity of tropomyosin in shrimp through structural modification induced by cold plasma and glycation treatment. Foods, 12(1), 206.

Wang, J., He, Z., & Raghavan, V. (2023b). Soybean allergy: characteristics, mechanisms, detection and its reduction through novel food processing techniques. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 63(23), 6182-6195.

Wang, J., Wang, J., Vanga, S. K., & Raghavan, V. (2021). Influence of high-intensity ultrasound on the IgE binding capacity of Act d 2 allergen, secondary structure, and In-vitro digestibility of kiwifruit proteins. Ultrasonics sonochemistry, 71, 105409.

Yang, H., Gao, J., Yang, A., & Chen, H. (2015). The ultrasound-treated soybean seeds improve edibility and nutritional quality of soybean sprouts. Food research international, 77, 704-710.

Yang, W., Duan, W., Li, Q., Duan, D., & Wang, Q. (2022). Phosphorylation of ovalbumin after pulsed electric fields pretreatment: Effects on conformation and immunoglobulin G/immunoglobulin E-binding ability. Frontiers in Nutrition, 9, 932428.

Yang, W. W., Mwakatage, N. R., Goodrich-Schneider, R., Krishnamurthy, K., & Rababah, T. M. (2012). Mitigation of major peanut allergens by pulsed ultraviolet light. Food and Bioprocess Technology, 5, 2728-2738.

Yang, W. W., Shriver, S. K., Chung, S. Y., Percival, S., Correll, M. J., & Rababah, T. M. (2012). In vitro gastric and intestinal digestions of pulsed light-treated shrimp extracts. Applied biochemistry and biotechnology, 166, 1409-1422.

Zhang, Q., Cheng, Z., Zhang, J., Nasiru, M. M., Wang, Y., & Fu, L. (2021). Atmospheric cold plasma treatment of soybean protein isolate: Insights into the structural, physicochemical, and allergenic characteristics. Journal of Food Science, 86(1), 68-77.

Zhang, Z. (2024). The detection and regulation advances of food allergens. Food and Health, 6(1), 2.



Reducing food allergy by non-thermal technologies: ultrasound, pulsed light and cold plasma

Farzaneh Hadi [1]*, Zahra Foroutani [2], Saba Eyshi [2]

[1]M.sc Student, Department of Food Science and Technology, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[2]PhD student, Department of Food Science and Food Quality Control and Hygiene, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran
*Corresponding Author: farzaneh.hadi1402@ms.tabrizu.ac.ir

Abstract

Nowadays, the increasing prevalence of food allergy has become a public concern related to human health worldwide. Therefore, it is necessary to provide effective methods to manage food allergy. So far, some conventional processing methods such as steaming and boiling have been used to reduce the safety reactivity of food, and although these thermal processes can effectively inactivate various microorganisms and undesirable enzymes and are also effective in reducing allergies, they also lead to a decrease in their quality. On the other hand, these processes alone are not able to reduce allergies in some cases. Several studies have shown that new processing techniques generally perform better in maintaining the original characteristics of food and improving the efficiency of reducing allergens. In this review article, an effort has been made to discuss food allergy and its reduction methods in different foods using modern non-thermal techniques such as ultrasound, light pulse and cold plasma.

Keywords: Allergy, ultrasound, pulsed light, cold plasma, non-thermal technology



کشاورزی عمودی راهکاری برای تامین امنیت غذایی

اکرم حمیدیان

استادیار پژوهشی،بخش تحقیقات اقتصادی، اجتماعی و ترویجی کشاورزی، مرکز تحقیقات و اموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمات تحقیقات و اموزش کشاورزی ایران

*نویسنده مسوول: a.hamidian@areeo.ac.ir

چکیده

مقاله حاضر به بررسی تأثیر کشاورزی عمودی شهری بر امنیت غذایی در ایران می‌پردازد. با توجه به پویایی‌های جمعیتی، وابستگی متقابل کشورها و چالش‌های ژئوپلیتیکی، امنیت غذایی به‌عنوان یک مسئله کلیدی مطرح می‌شود. در این راستا، تحلیل‌های مربوط به نوسانات شاخص امنیت غذایی ایران در ده سال اخیر نشان‌دهنده پیشرفت‌ها و چالش‌های موجود در این حوزه است. کشاورزی عمودی به‌عنوان یک روش نوین و پایدار، ظرفیت بالایی برای تولید غذا در محیط‌های محدود شهری دارد و می‌تواند به بهبود امنیت غذایی کمک کند. این روش با استفاده از فناوری‌های پیشرفته، مصرف آب را کاهش می‌دهد، کنترل دقیقی بر روی شرایط رشد ایجاد می‌کند و منجر به تولید محصولات باکیفیت و کاهش ضایعات غذایی می‌شود.

علاوه بر این، کشاورزی عمودی به‌دلیل کاهش نیاز به زمین‌های کشاورزی، کمک به حفظ منابع طبیعی و کاهش تأثیرات زیست‌محیطی، به‌ویژه در کشورهایی با چالش‌های آب و هوایی نظیر ایران، راهکاری مؤثر به‌شمار می‌آید. با توجه به تجارب جهانی موفق، این مقاله مزایا و چالش‌های اجرای کشاورزی عمودی را تحلیل کرده و بر اهمیت آن در تأمین امنیت غذایی، کاهش وابستگی به روش‌های سنتی و بهبود کیفیت محصولات تأکید می‌کند. همچنین به بررسی چشم‌اندازهای آینده و راهکارهای عملی برای توسعه این روش در ایران پرداخته می‌شود. در نهایت، کشاورزی عمودی به‌عنوان یک راه حل ضروری برای چالش‌های امنیت غذایی و محیط‌زیستی در ایران معرفی می‌شود.

واژگان کلیدی: امنیت غذایی،کشاورزی سنتی، کشاورزی عمودی

مقدمه

با رشد جمعیت و افزایش شهرنشینی، فشار بر منابع طبیعی و کشاورزی سنتی روزافزون شده است. در این میان، امنیت غذایی به‌عنوان یکی از چالش‌های مهم جهانی و ملی مطرح می‌شود. ایران طی سال‌های گذشته به دلیل تحریم‌های طولانی‌مدت بین‌المللی علاوه بر تورم، درگیر رکود اقتصادی نیز شده است. افزایش قیمت مواد غذایی و کاهش یارانه‌ها، بلایای طبیعی مانند زلزله، سیل، خشک‌سالی و تغییرات اقلیمی و نوسان تولیدات کشاورزی به‌طور مستقیم بر وضعیت امنیت غذایی به‌ویژه در اقشار فقیر و آسیب‌پذیر تأثیر مشهودی داشته است.

امنیت غذایی شامل چهار رکن اساسی فراهمی غذا در سطح ملی، دسترسی فیزیکی و اقتصادی در سطح خانواده و کمیت و کیفیت مصرف در سطح فردی است .(FAO, 2001) در شرایط امنیت غذایی، کل ارکان امنیت غذایی باید دارای ثبات در کوتاه‌مدت و پایداری در بلندمدت باشند. طبق گزارش سال ۲۰۲۳ «وضعیت امنیت غذا و تغذیه در جهان» که فائو منتشر کرده است، ۷۳۵ میلیون نفر در جهان در سال ۲۰۲۲ با گرسنگی مواجه بوده‌اند – تقریباً یک نفر از هر ۱۰ نفر – که افزایش ۱۲۲ میلیون نفری را نسبت به سال ۲۰۱۹ (قبل از همه‌گیری کرونا) نشان می‌دهد .(FAO, 2023) برآوردها حاکی از آن است که اگر این روند همچنان ادامه یابد، تعداد گرسنگان در سال ۲۰۳۰ به بیش از ۸۴۰ میلیون نفر خواهد رسید. در حال حاضر آسیا همچنان بیشترین تعداد گرسنه را در جهان دارد، اما شیوع گرسنگی در آفریقا سریع‌تر است و برآورد می‌شود تا ۱۰ سال آینده آفریقا میزبان نیمی از گرسنگان دنیا باشد .(FAO, 2023)

در کشور ایران، مطابق آخرین آمارهای سازمان فائو، طی سال‌های ۲۰۲۱ تا ۲۰۲۲ وضعیت امنیت غذایی افت کرده و به رتبه ۹۰ در سطح جهان رسیده است؛ این در حالی است که سال‌های قبل از آن ایران رتبه ۷۶ را به خود اختصاص داده بود (روزنامه خراسان, ۲۰۲۳). به ادعای متخصصان حوزه امنیت غذایی، کشور ایران ازنظر منابع طبیعی جزو ۱۰ کشور برتر دنیاست، اما ازنظر امنیت غذایی نسبت به دیگر کشورهای همسایه به‌جز کشورهای افغانستان و پاکستان در شرایط پایین‌تری به سر می‌برد (روزنامه خراسان, ۲۰۲۳). این آمارها بیانگر وضعیت وخیم امنیت غذایی در ایران است و هنگامی‌که این آمارها در کنار آمارهای نگران‌کننده اثرات خشک‌سالی و تغییرات اقلیمی در ایران قرار می‌گیرد، عمق فاجعه‌بار مسئله نمایان می‌شود.

بر اساس داده‌های گمرک ایران و وزارت جهاد کشاورزی، طی سال ۱۴۰۲ در حالی حجم صادرات بخش کشاورزی و غذا به ۸/۵ میلیون تن به ارزش ۶/۲ میلیارد دلار رسیده که این مقادیر برای واردات به ترتیب ۲۵ میلیون تن به ارزش ۱۷/۴ میلیارد دلار بوده است (گمرک ایران, ۲۰۲۳). به عبارتی طی سال گذشته تراز تجاری بخش کشاورزی منفی ۱۶/۵ میلیون تن به ارزش بیش از ۱۱ میلیارد دلار بوده است. مرور داده‌های تجارت خارجی ایران نشان می‌دهد در حالی از سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۹ تراز تجاری منفی بخش کشاورزی و غذا حول‌وحوش ۳ تا ۴ میلیارد دلار بوده، اما این مقدار از سال ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۲ به ۱۱ تا ۱۳ میلیارد دلار رسیده است (گمرک ایران, ۲۰۲۳).

با توجه به افزایش جمعیت کشور و افزایش مصرف از یک‌طرف و تغییرات اقلیمی و خشک‌سالی‌های گسترده از طرف دیگر، کمبود منابع غذایی و برآوردن نیاز غذا در کشور ایران هرچه بیشتر مسئله‌ساز گشته به‌گونه‌ای که امنیت غذایی به امنیت ملی تبدیل‌شده است. در این شرایط، کشاورزی عمودی می‌تواند به‌عنوان یک راه‌حل امیدوارکننده برای پاسخگویی به تقاضای فزاینده برای غذا و فضای سبز در مناطق شهری ایران باشد. این روش، با بهره‌گیری از فناوری‌های مدرن کشاورزی در محیط‌های کنترل‌شده، می‌تواند تااندازه‌ای پاسخگوی تقاضای روبه رشد غذا باشد و به حفاظت از منابع طبیعی محدود کمک نماید. درواقع کشاورزی عمودی به‌عنوان یک رویکرد نوین در زمینهٔ کشاورزی، با ایجاد مزایایی اقتصادی و محیطی، به‌سوی آینده کشاورزی پایدار هدایت می‌شود؛ عدم

وابستگی به شرایط جوی، استفاده کارآمد از آب، انرژی‌های تجدید پذیر، مدیریت آسان وظایف کشاورزی، مدیریت پسماند کشاورزی، کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل و کاهش انتشار آلاینده‌های مربوطه، بهبود سلامت شهری، کاهش جنگل‌زدایی و استفاده از زمین و محافظت از محصولات در برابر شرایط جوی نامساعد از ویژگی‌های مثبت کشاورزی عمودی است که منجر به کشاورزی پایدار می‌گردد.

روش پژوهش

در پژوهش حاضر سعی شده به روش توصیفی تحلیلی و با استفاده از اطلاعات و امار مربوط به وضعیت امنی غذایی، ابتدا توصیفی از وضعیت و روند امنیت غذایی در کشور ایران ارائه گردد و در ادامه کشاورزی عمودی به عنوان راهکاری برای بهبود امنی غذایی معرفی گردد و محاسن و معایب ان به بحث گذاشته شود.

مرور مفاهیم امنیت غذایی و کشاورزی عمودی

سازمان خواربار کشاورزی ملل متحد، امنیت غذایی را «اطمینان از اینکه همه مردم در همه اوقات به غذاهای اصلی موردنیاز خویش دسترسی فیزیکی و اقتصادی دارند(FAO,2001) «، تعریف می‌کند. بانک جهانی نیز امنیت غذایی را «دسترسی همه مردم به غذای کافی در تمام اوقات، به‌منظور یک زندگی سالم و فعال" می‌داند(World Bank,2022).

در سال ۱۹۴۸ برای اولین بار در اعلامیه جهانی حقوق بشر، بحث امنیت غذایی مطرح شد. امنیت غذایی، موضوع پیچیده‌ای است که شناخت آن نیازمند رویکردی چندجانبه و در نظر گرفتن دیدگاه‌های مختلف اقتصادی، سیاسی، اطلاعاتی، محیط‌زیستی، کشاورزی و اجتماعی و فرهنگی است. راهکارها و استراتژی‌های مختلفی نیز برای سازگاری با عوامل مختلف محیطی پیشنهادشده است؛ ازجمله ایجاد انعطاف‌پذیری کشاورزی از راه بهبود فناوری و دستگاه‌های مدیریت(Wheeler,2013) ، توسعه آبزی‌پروری در حوضچه‌های کوچک و استفاده از ماهی در رژیم غذایی (Bell,2009) و اصلاح رژیم غذایی. برخی هم بر این باورند که علاوه بر توسعه کشاورزی و تولید محصولات زراعی، افزایش سرمایه‌گذاری در تحقیقات و زیرساخت‌های مرتبط با آن می‌تواند امنیت غذایی در کشورهای درحال‌توسعه را بهبود بخشد.(Wheeler,2013)

کامل‌ترین تعریف امنیت غذایی از طرف سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد (فائو) در سال ۱۹۸۴ آورده شده است که در آن امنیت غذایی به معنی اطمینان از اینکه همه مردم در همه اوقات به غذاهای اصلی موردنیاز خود دسترسی فیزیکی، دسترسی فیزیکی و اقتصادی داشته باشند تعریف‌شده است. بر اساس این تعریف، امنیت غذایی: دارای چهار رکن اصلی "فراهمی غذا"، "دسترسی فیزیکی و اقتصادی به غذا"، "مصرف و سلامت غذا" و "ثبات و پایداری (تاب‌آوری)" است.

چهار مؤلفه مهم امنیت غذایی شامل فراهم بودن، در دسترس بودن، استفاده، و پایداری غذاست و برای تحقق امنیت غذایی، هر چهاراصل باید به‌طور هم‌زمان برآورده شوند.

۱- فراهم بودن[۱۰۶]: به معنای وجود فیزیکی غذا در جامعه است. در سطح ملی، فراهم بودن غذا ترکیبی از تولید مواد غذایی در داخل کشور، واردات و صادرات مواد غذایی و کمک‌های غذایی است. در سطح خانوار، غذا می‌تواند به‌وسیله خود خانواده تولید شود یا از بازارهای محلی خریداری شود. فراهم بودن غذا ارتباط نزدیکی با اثربخشی تولید غذا دارد. زمانی که منابع لازم برای تولید غذا (مانند آب، زمین، و...) کافی نباشد، فراهم بودن غذا تحت تأثیر قرار می‌گیرد.

[106] Availability

۲- دسترسی[۱۰۷]: عرضه کافی غذا در سطح ملی یا بین‌المللی به‌خودی‌خود امنیت غذایی را تضمین نمی‌کند. دسترسی به غذا زمانی تضمین می‌شود که همه خانوارها منابع کافی برای به دست آوردن مواد غذایی با کمیت، کیفیت، و تنوع کافی در اختیار داشته باشند. این امر عمدتاً به میزان منابع خانوار و قیمت‌ها بستگی دارد. علاوه بر این، دسترسی به غذا به عوامل فیزیکی، اجتماعی، و سیاستی متعددی نیز وابسته است. عواملی مانند قیمت‌گذاری، نزدیکی خانواده به تولیدکنندگان و زیرساخت‌ها همگی بر دسترسی به غذا تأثیر می‌گذارند. تغییرات شدید در چنین متغیرهایی می‌تواند تولید غذا را به‌طورجدی مختل کند و دسترسی خانوارهای آسیب‌پذیر به غذا را تهدید کند. به‌عنوان‌مثال، کشورهای به درحال‌توسعه ممکن است بیشتر تحت تأثیر خشک‌سالی‌های شدید یا سیل قرار گیرند؛ زیرا حجم برداشت محصولات کشاورزی کاهش‌یافته و قیمت مواد غذایی برای آن‌ها افزایش می‌یابد.

ادبیات مربوط به توان دسترسی به مواد غذایی به‌عنوان بُعد دوم از امنیت غذایی، نشان می‌دهد که کمبود(محدودیت موجودی)مواد غذایی باعث تورم قیمتی مواد غذایی می‌شود. گرانی در قیمت مواد غذایی، توان دسترسی را حداقل در دهک‌های پایین درآمدی کاهش می‌دهد و از این طریق منجر کاهش امنیت غذایی می‌شود. همچنین یک رابطه دوطرفه بین "فقر و نابرابری " و "گرسنگی و سوءتغذیه " وجود دارد. درواقع فقر و نابرابری سبب سوءتغذیه و گرسنگی می‌شود و گرسنگی و سوءتغذیه با اثرگذاری بر کارایی افراد، منجر به گستردگی فقر می‌شود و این دور باطل ادامه می‌یابد تا جایی که سبب توقف یا کُند شدن روند رشد اقتصادی خواهد شد.

۳- استفاده[۱۰۸] : با فرض اینکه غذای مغذی فراهم و در دسترس است، خانواده باید بداند که چه غذایی بخرد، چگونه آن را تهیه کند و به چه شکل و میزانی مصرف کند. علاوه بر این، استفاده از غذا به یک محیط فیزیکی سالم، امکانات بهداشتی و آگاهی کافی از فرآیندهای آماده‌سازی و ذخیره‌سازی غذا نیاز دارد. همه غذاها ارزش یکسان یا کافی ندارند. در امنیت غذایی، مهم است که غذای مورد دسترسی باکیفیت، مغذی، و سالم باشد تا انرژی موردنیاز خانواده را برای فعالیت‌های روزانه خود تأمین کند.

فراتر از عوامل طبیعی ، عامل انسانی موجد ناامنی غذایی است ؛ چه با استفاده بی‌رویه و تخریب محیط‌زیست و چه با استفاده نادرست مواد غذایی. اتلاف و اسراف غذایی ازجمله مهم‌ترین عوامل تهدیدکننده امنیت غذایی در هر کشوری است. اصطلاحات اتلاف غذا[۱۰۹] و اسراف غذا[۱۱۰] اغلب به‌عنوان مترادف استفاده می‌شوند، درحالی‌که با یکدیگر فرق دارند. اتلاف غذا به کاهش مقدار غذا از مزرعه تا بازار در اثر عواملی چون ذخیره‌سازی نامناسب، انتقال نادرست، بسته‌بندی غیراصولی و... مربوط است و اسراف غذا به دور ریختن غذا در سطح مصرف‌کننده اشاره دارد. مطالعات نشان می‌دهد هرسال حدود ۱.۳ میلیارد تن مواد غذایی (یک‌سوم از تولید جهانی غذا) در نظام غذا و تغذیه از بین می‌رود یا هدر داده می‌شود!

در کشورهای توسعه‌یافته، عمده‌ترین بخش ضایعات در سطح مصرف‌کننده رخ می‌دهد؛ درحالی‌که در کشورهای درحال‌توسعه این موضوع به‌طور عمده در سطوح پیش از مصرف اتفاق می‌افتد. اتلاف و اسراف محصولات کشاورزی در ایران به‌اندازه‌ای است که می‌تواند غذای یک کشور ۱۵ میلیون نفری را تأمین کند. اگر هر کیلوگرم از ضایعات فقط ۰/۷ دلار ارزش داشته باشد، سالانه حدود ۱۸-۱۶ میلیارد دلار سرمایه کشور از دست می‌رود.

عدم اجرای برنامه‌های اثربخش برای کنترل سامت محصولات غذایی در زنجیره عرضه، به‌عنوان بُعد سوم امنیت غذایی، بعضاً منجر به تولید و توزیع مواد غذایی ناسالم و افزایش زمینه‌های بروز بیماری در اقشار جامعه شده است

۴- پایداری[۱۱۱] : به این معنی است که فراهم بودن، در دسترس بودن و استفاده از غذا در طول زمان نسبتاً ثابت باقی بماند. به‌عبارت‌دیگر، پایداری زمانی حاصل می‌شود که عرضه غذا در سطح خانوار در طول سال و در بلندمدت تغییر چشمگیری نکند حتی

[107] Access
[108] Utilization
[109] Food loss
[110] Food waste
[111] Stability

اگر مصرف غذای خانوار کافی باشد اما دسترسی پیوسته و کافی به غذا نداشته باشد، آن خانواده همچنان ازنظر غذایی، ناامن تلقی می‌شود. علاوه بر این، مهم است که عوامل تهدیدکننده ثبات مانند بلایای طبیعی، تغییرات آب‌وهوایی، نوسان‌های قیمتی، جنگ و درگیری‌ها، و بیماری‌های همه‌گیر از طریق بهبود تاب‌آوری خانوارها به حداقل رسانده شود.

ثبات و پایداری در دسترسی به غذا از یکسو با حفظ منابع پایه تولید باهدف عرضه مطمئن محصول به بازار در طول زمان ارتباط دارد و از سوی دیگر، با تداوم قدرت خرید خانوار مصر ف کننده مرتبط است. از طرفی بی‌توجهی به بهره‌برداری پایدار از منابع پایه تولید مواد غذایی، باعث کاهش توان تولیدی و بازیابی این منابع شده و تداوم این امر، به کاهش عملکرد تولید محصولات کشاورزی می‌انجامد. بعُد چهارم امنیت غذایی را تحت‌الشعاع قرار می‌دهد. موضوع در کنار آسیب‌پذیری‌های ناشی از وابستگی در تأمین مواد غذایی، منجر به ایجاد مخاطره در پایدار

به‌طورکلی در جهان ۴ نوع سیستم غذایی داریم که سیستم روستایی و سنتی، سیستم صنعتی و یکپارچه، سیستم پیشرفته و رسمی و سیستم در حال ظهور و متنوع از انواع دستگاه‌های غذایی موجود در دنیا هستند.

پویایی جمعیت شهرنشینی، رشد اقتصادی، وابستگی متقابل کشورها، بی‌ثباتی ژئوپلیتیک، نابرابری‌ها، فقر شهری و روستایی، افزایش قیمت غذا به‌عنوان پیشران‌های سیستم‌های غذایی هستند و مواردی چون بهبود وضعیت اقتصادی و اجتماعی، پایداری اجتماعی، تأثیر بر اقلیم، تأثیر بر عوامل بیماری‌زا، تأثیر بر تنوع زیستی و تأثیر بر عوامل محیط‌زیستی به‌عنوان پیامدهای سیستم امنیت غذایی هستند. در حقیقت امنیت غذایی همچنانکه از مسائل جغرافیایی – جمعیتی اثر می‌پذیرد بر آن‌ها نیز اثر می‌گذارد؛ انسان‌ها برای تأمین مواد غذایی ، جنگل‌ها و مراتع بیشتری را به زمین‌های کشاورزی تبدیل می‌کنند، برای افزایش تولید از سموم و کودهای شیمیایی استفاده می‌کنند که باعث به هم خوردن اکوسیستم ، تخریب محیط‌زیست و شیوع انواع بیماری‌ها مانند سرطان در جوامع انسانی می‌شود.

مقوله امنیت غذایی ، بدون کنترل عامل انسانی ، کنترل اسراف و اتلاف ، استفاده بهینه در راستای محیط‌زیست پایدار،خودکفایی در تولید محصولات راهبردی کشاورزی ، عملاً فاقد کارکرد اصلی خود، در راستای تحقق امنیت ملی و اقتدار جهانی است.

در اینجا مقادیر شاخص امنیت غذایی (GFSI) برای ایران در ده سال گذشته آورده شده است:

جدول ۱. شاخص امنیت غذایی در ایران

سال	۲۰۱۳	۲۰۱۴	۲۰۱۵	۲۰۱۶	۲۰۱۷	۲۰۱۸	۲۰۱۹	۲۰۲۰	۲۰۲۱	۲۰۲۲
شاخص‌امنیت غذایی	۴۷.۵	۵۰.۱	۵۲.۳	۵۴.۰	۵۵.۷	۵۳.۲	۵۱.۵	۴۹.۸	۵۰.۶	۵۲.۴

نمودار ۱. تغییرات شاخص امنیت غذایی در ایران



شاخص امنیت غذا یک مدل معیار؛ کمی یا کیفی پویا است. این شاخص نخست امنیت غذایی را به‌طور جامع و کامل با بررسی کردن سه معیار که به‌طور جهانی پذیرفته‌شده و قابل‌قبول هستند موردمطالعه قرار می‌دهد، و فراتر از گرسنگی همچنین عوامل بنیادین در امنیت غذایی را نیز بررسی می‌کند.

این مقادیر نشان می‌دهد که شاخص امنیت غذایی ایران در طول این ده سال نوساناتی داشته است، اما به‌طورکلی روندی به سمت بهبود مشاهده می‌شود. نمودار بالا نیز تغییرات این شاخص را در طول این سال‌ها نشان می‌دهد.

در ده سال گذشته، شاخص امنیت غذایی در ایران تغییراتی را تجربه کرده است. بر اساس گزارش‌های مختلف، ایران در سال‌های اخیر موفق شده است جایگاه خود را در میان کشورها بهبود بخشد و امنیت غذایی بیشتری را فراهم کند. به‌طور خلاصه، شاخص امنیت غذایی ایران در ده سال اخیر به شرح زیر است:

از سال ۲۰۱۸با توجه به تحریم‌های اقتصادی، چالش‌های بیشتری در زمینهٔ امنیت غذایی به وجود آمد که با شروع همه‌گیری کووید-۱۹، امنیت غذایی ایران افت پیدا کرد. در سال ۲۰۲۲ گزارش‌ها نشان می‌دهد که ایران ازنظر شاخص امنیت غذایی در رتبه ۷۶ جهان قرارگرفته و ۱۱۹ کشور امنیت غذایی کمتری نسبت به ایران دارند.

به‌طورکلی، اقدامات مختلف دولت و برنامه‌های توسعه کشاورزی در بهبود امنیت غذایی مؤثر بوده‌اند، اما چالش‌های اقتصادی و تحریم‌ها نیز تأثیرگذار بوده‌اند

تحقیقات بسیاری اهمیت امنیت غذایی و عوامل مؤثر بر آن را موردبررسی قرار داده‌اند؛ در گزارش سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (۱۳۹۸) با بهره‌گیری از مدل‌های شبیه‌سازی رشد محصول ، امنیت غذایی در کشور برای افُق 2050 ن تحلیل شد و نشان داده شد که افزایش جمعیت و تأمین غذای آن‌ها، کمبود آب و تغییر اقلیم اصلی‌ترین چالش‌های فراروی کشور در تحقق امنیت غذایی است. در بررسی‌های اثر تغییر اقلیم را بر امنیت غذایی در ایران دیده شد کاهش شدید درآمد و مازاد رفاه اقتصادی کشاورزان و همچنین افزایش قیمت محصولات کشاورزی در اثر تغییرات اقلیمی بود؛ به‌طور یکه امنیت غذایی هم از بعد موجودی غذا و هم از بعد توان دسترسی، تحت تأثیر قرار می‌گیرد(کیانی قلعه سرد و همکاران۱۳۹۸). البته امنیت غذایی در کشور طی زمان دارای نوسان است به‌طور مثال در طی برنامه‌های اول و چهارم توسعه، وضعیت بهتری در زمینهٔ امنیت غذایی داشته است. همچنین سطح قیمت‌ها

و جمعیت در بلندمدت و کوتاه‌مدت اثر منفی بر امنیت غذایی داشته‌اند (کریمی تکانلو و همکاران۱۳۹۷). به‌طورکلی رشد اقتصادی دارای اثر مثبت و شاخص شهرنشینی و قیمت مواد غذایی دارای اثر منفی در بهبود وضعیت امنیت غذایی هستند(باقرزاده و همکاران ۱۳۹۵).

نوروزی و یزدانی (۱۴۰۱)نشان دادند که ارزش‌افزوده بخش کشاورزی و بهره‌برداری از منابع طبیعی اثر مثبتی بر شاخص امنیت غذایی در کشور دارند. بر اساس برآوردهای کیانی راد و نوروزی (۱۴۰۰)با افزایش یک درصد در ارزش‌افزوده بخش کشاورزی، 0 /2 درصد از منابع طبیعی کمتر استخراج خواهد شد و با افزایش یک درصد در شاخص امنیت غذایی، میزان تخریب منابع طبیعی به میزان 78 0 /درصد بیشتر خواهد شد.به نظر محققان ایران جهت تضمین تولید مواد غذایی پایدار تحت وضعیت کمبود آبی رو به رشد، باید همراه با توانمندسازی جوامع بومی و احیای دانش آن‌ها در زمینه‌های مرتبط با حفاظت و بهره‌برداری بهینه از منابع آبی، حکمروایی خوب آب را نیز موردتوجه قرار دهد(عابدی۱۳۹۹).

وابستگی متقابل آب، زمین، غذا، صنعت و انرژی، در میان سایر موارد، با افزایش تقاضا برای منابع با رشد جمعیت و درآمد، تغییر الگوهای مصرف و راندمان پایین مدیریت در عرضه و تقاضا در بخش‌های مختلف، تشدید می‌شود. تغییرات آب‌وهوایی فشار بر منابع آب و غذا را تشدید می‌کند و میلیون‌ها نفر را در برابر ناامنی غذایی آسیب‌پذیرتر می‌کند. امنیت غذایی جهانی به‌واسطه جمعیت در حال گسترش و نیازهای غذایی ناشی از آن به یک معضل جهانی تبدیل‌شده است. تاب‌آوری، تغییرات اقلیمی، هزینه‌های واقعی تولید، نابرابری و شیوه نادرست مصرف غذا، عدم استفاده از فناوری‌های نوآورانه، حکمرانی نامطلوب آب، بی‌ثباتی ژئوپلیتیک، نابرابری‌ها، فقر شهری و روستایی و.. از مهم‌ترین چالش‌های موضوع امنیت غذایی هستند

طبق پیش‌بینی فائو، تا سال ۲۰۳۰ تعداد گرسنگان جهان به بیش از ۸۴۰ میلیون نفر خواهد رسید و در سال ۲۰۵۰ بیش از ۹ میلیارد نفر به غذا نیاز خواهند داشت و این در حالی است که در سطح جهانی، علاوه بر تقاضا برای غذای سالم، کمبود عرضه منابع وجود دارد(FAO,2023). با افزایش جمعیت جهان و رشد شهرنشینی، نیاز به روش‌های نوین و کارآمد برای تولید غذا بیش‌ازپیش احساس می‌شود. رشد جمعیت و افزایش تقاضا برای غذا، فشار زیادی بر منابع طبیعی زمین وارد می‌کند. زمین‌های قابل‌کشت محدود هستند و استفاده از روش‌های سنتی کشاورزی برای افزایش تولید غذا، آسیب‌های زیست‌محیطی زیادی مانند فرسایش خاک، آلودگی آب و انتشار گازهای گلخانه‌ای را به همراه دارد ازاین‌رو کشاورزی ایمن‌تر و باکیفیت بالاتر یکی از ضروری‌ترین راه‌حل‌ها برای رسیدگی به مشکل رو به رشد ناامنی غذایی است. رویکرد کشاورزی پایدار که در سال‌های اخیر توجه زیادی را به خود جلب کرده است، کشاورزی عمودی را به‌عنوان یک‌راه حل امیدوارکننده برای پاسخگویی به تقاضای فزاینده برای غذا و فضای سبز در مناطق شهری پیشنهاد می‌دهد. کشاورزی عمودی به‌عنوان یک رویکرد نوین، با بهره‌گیری از فضاهای عمودی و فناوری‌های پیشرفته، توانایی پاسخگویی به این چالش را دارد. این مقاله به بررسی نقش کشاورزی عمودی شهری در ارتقای امنیت غذایی ایران پرداخته و مزایا، چالش‌ها و راهکارهای توسعه آن را مورد تحلیل قرار می‌دهد. کاهش مصرف آب، محافظت در برابر شرایط آب‌وهوایی نامطلوب و نیازهای حمل‌ونقل کمتر ویژگی‌های پایداری کشاورزی عمودی است. این روش همچنین جنگل‌زدایی و استفاده از زمین را به حداقل می‌رساند و منجر به کاهش فرسایش و سیل می‌شود. علاوه بر این، کشاورزی عمودی به سبز کردن مناطق شهری و کاهش آلودگی هوا کمک می‌کند و آن را به یک رویکرد کشاورزی سازگاربامحیط‌زیست تبدیل می‌کند.

این تکنیک به کشاورزان اجازه می‌دهد تا در فضایی محدود، محصولاتی باکیفیت بالا و با ضایعات کم تولید کنند. کشاورزی عمودی، به‌عنوان یک مفهوم نوین در حوزه کشاورزی، به استفاده از فضاهای شهری برای کشت محصولات کشاورزی، گل و گیاهان زینتی در

لایه‌های عمودی می‌پردازد. دیکسون دسپومیر[112]- اکولوژیست دانشگاه کلمبیا در نیویورک پیشرو مزارع عمودی از ۱۹۹۹- پیشنهاد می‌کند که غذا در طول سال در ساختمان‌های چندطبقه پرورش داده شود، تا میزان انتشار آلاینده‌های کربنی تولیدی به‌واسطه حمل سبزی‌ها و میوه‌جات کاهش یابد.

در سال‌های اخیر، پیشرفت‌های فناوری و افزایش نگرانی‌های زیست‌محیطی، علاقه به کشاورزی عمودی شهری را افزایش داده است؛ تعدادی مزرعه عمودی شهری در سراسر جهان ساخته‌شده و تعداد بیشتری در حال ساخت است. در سال ۲۰۲۰، **" انجمن کشاورزی عمودی[113]"** در راستای تعامل و آگاهی‌رسانی به مردم و اشاعه کشاورزی عمودی، و ایجاد استانداردسازی در کشاورزی عمودی ایجاد شد؛ مزارع عمودی نوعی این تقاطع بین کشاورزی، فناوری و ساختمان هستند، بنابراین آن‌ها به‌نوعی گواهینامه منحصربه‌فرد خود نیاز دارند. هدف انجمن کشاورزی عمودی ایجاد اولین استاندارد پایداری برای دستگاه‌های غذایی سرپوشیده است (Smith,2024).

- ایده کشاورزی عمودی شهری برای اولین بار در دهه ۱۹۵۰ مطرح شد. بااین‌حال، به دلیل هزینه‌های بالا و محدودیت‌های فناوری تا دهه ۲۰۰۰ به‌طور گسترده مورداستفاده قرار نگرفت. پس‌ازآن، در دهه اخیر، در سطح جهانی اقبال بیشتری داشته و در آسیا، اروپا و امریکا موردتوجه کارآفرینان قرارگرفته است. به‌طور نمونه: پروژه"Sky Greens" ازجمله نمونه‌های موفق از کشاورزی عمودی است که نشان می‌دهد چگونه این رویکرد نوین می‌تواند به بهره‌وری بیشتر، مدیریت بهتر منابع، و حفاظت از محیط‌زیست کمک کند. این پروژه یکی از پیش‌گامان کشاورزی عمودی در جهان است که از سال ۲۰۱۲ فعالیت خود را در سنگاپور آغاز کرده و از سیستم هیدروپونیک عمودی، انرژی‌های باد و خورشید برای تولید محصولات خود استفاده می‌کند. استفاده از سیستم هیدروپونیک عمودی در Sky Greens علاوه بر اینکه امکان افزایش بهره‌وری در تولید محصولات را فراهم کرده، به کشاورزان این امکان را می‌دهد که به‌صورت مداوم در طول سال محصولات خود را تولید کنند و در عین کاهش مصرف آب، تأثیر مثبت بر محیط‌زیست داشته باشد.

در جمهوری کره جنوبی در سال ۲۰۱۱، از یک ساختمان سه‌طبقه برای رشد میکرو گرین‌های برگ‌دار و توت‌فرنگی در یک محیط کاملاً کنترل‌شده با روشنایی کنترل‌شده استفاده شد. در این پروژه، کود دهی و آب مورداستفاده برای آبیاری مبتنی بر سیستم هیدروپونیک بود(Mauro,2018).

ژاپن که در زمینه کشاورزی عمودی، در سطح بین‌المللی بسیار پیشرفته است، مزارع کشاورزی عمودی شهری بسیار دارد ازجمله کارخانه کشاورزی عمودی کیوتو ژاپن که شامل یک ساختمان ۴ طبقه است و در زمینه پرورش سبزی‌ها سبز برگ، در محدوده‌ای به ابعاد ۳۰۰۰۰ فوت مربع در ۵۷۰۰۰ فوت مربع، با ادغام سیستم هیدروپونیک با چراغ‌های ال‌ایی‌دی فعالیت می‌کند (پارکز و همکاران ۲۰۲۲) .

هندوستان از عمده تولیدکنندگان سبزی‌ها، میوه‌هاست. کارشناسان مؤسسه آبزی‌پروری در آب‌شور هند ICAR[114] از کشاورزی عمودی و کشت محصولات در ساختمان‌های چندطبقه و مترو در یک محیط کنترل‌شده و با محیط‌های بدون خاک استفاده می‌کنند. کشاورزان هندی در نادیا، بنگال و پنجاب با انجام کشاورزی عمودی هیدروپونیک در مقیاس کوچک در کشت برنج، سیب‌زمینی و گوجه‌فرنگی موفق بوده‌اند (Beacham& al,2019).

در سنگاپور، از یک ساختمان ۹ متری با عرض ۶۰۰ متر برای پرورش سبزی‌های سبز برگ در یک سیستم ایروپونیک و آب هیدرولیک کربن (کم) و انرژی طبیعی خورشید استفاده می‌شود.

یک سازه زیرزمینی سه‌طبقه در هلند، بدون نور طبیعی روز (با نور چراغ‌های ال‌ایی‌دی)، به روش‌های ایروپونیک و هیدروپونیک در

[112] *Dickson D, Despommier*
[113] Vertical Farming Association
[114] (CIFA) Centeral Institute of Freshwater Aquaculture

زمینه پرورش انواع زیادی از محصولات زراعی مانند خیار، گوجه‌فرنگی و توت‌فرنگی فعالیت می‌کند (Battaglia,2017).
گروه مترو آلمان، یک فروشگاه زنجیره‌ای خرده‌فروشی کمی پیشرفته‌تر است که کارکنان خود به‌عنوان رئیس بخش فناوری غذا و نوآوری مواد غذایی جایگاهی دارند و توانسته‌اند یک مزرعه در مغازه خواربارفروشی مترو راه‌اندازی کنند و به پرورش برخی از سبزه‌های کوچک مانند ریحان بونسای و شاتوت بپردازند (Metropolitan Group, n.d).
"مزارع روح سبز" دو مزرعه عمودی هستند که در ساختمان‌های صنعتی در نیو بوفالو، میشیگان و ایست بنتون، پنسیلوانیا توسط میلان کلوکو در ۲۰۲۴ شروع به کار کرده است (Kluco, 2024). مزارع روح سبز نیو بوفالو میشیگان، فقط در یک طبقه با مساحت ۳.۲۵ هکتار با ۶ قفسه چیده شده روی‌هم پذیرای ۱۷ میلیون گیاه است. این ساختمان قبلاً یک کارخانه پلاستیکی بوده که به یک مزرعه عمودی تبدیل شده است. این شرکت محصولات خود مانند کاهو، ریحان، گوجه‌فرنگی، استویا، توت‌فرنگی، و کلم بروکلی را به‌صورت محلی به سوپرمارکت‌ها، غذاخوری‌ها و انواع مشاغل دیگر می‌فروشد (Vertical Farming Association, 2023). علاوه بر این نوع مزارع، به‌طور کلی شهرهای نیویورک و شیکاگو در زمینهٔ کشاورزی عمودی نسبتاً پیشرفته هستند به‌گونه‌ای که بسیاری از باغ‌های مختلف روی پشت‌بام‌ها وجود دارد (Journal of Urban Agriculture, 2023).
تولید محصولات کشاورزی در فضای عمودی یک رویکرد نوین است که با استفاده از فنّاوری‌های پیشرفته و طراحی‌های مدرن، فرصت‌های جدیدی برای بهینه‌سازی کشت و بهره‌وری آورده است (International Society for Horticultural Science, 2022). مفهوم کشاورزی عمودی شامل کشت محصولات در لایه‌های عمودی انباشته شده، اغلب در ساختارهای شهری است. تکنیک‌هایی مانند هیدروپونیک، ایروپونیک و آکواپونیک معمولاً برای به حداکثر رساندن استفاده از فضا و بهره‌وری از منابع استفاده می‌شود (FAO, 2021).

کشاورزی عمودی پتانسیل بالایی برای افزایش تولید مواد غذایی دارد (Department of Agriculture, Michigan, 2023) اگرچه هزینه‌های اولیه ممکن است زیاد باشد، اما مزایای اقتصادی افزایش کارایی و کاهش استفاده از منابع و همچنین افزایش پایداری آن، کشاورزی عمودی را به یک‌راه حل مناسب برای تولید مواد غذایی شهری تبدیل می‌کند.
در این سیستم، کشاورزان هم‌زمان از دو مدل اصلی برای تولید محصولات در ابعاد عمودی و افقی بهره می‌برند (Kluco, 2024). در مدل عمودی، محصولات در لایه‌های مختلف از یکدیگر بالا می‌روند. این نوع کاشت معمولاً از دستگاه‌های هیدروپونیک یا ایروپونیک بهره می‌برد که در آن محصولات در محیط مایع (هیدروپونیک) یا هوا (ایروپونیک) رشد می‌کنند (Vertical Farming Association, 2023).
این رویکرد علاوه بر صرفه‌جویی در فضا، اجازه می‌دهد تا کشاورزان به‌طور دقیق‌تر کنترل کنند و بهینه‌سازی نیازهای گیاهان را دنبال کنند. در مدل افقی، محل تولید محصولات به ارتفاع مشخصی محدود نمی‌کند و از فضای افقی به بهترین شکل ممکن بهره می‌برد. این مدل به‌ویژه در دستگاه‌های کشاورزی با کاربرد فضای باز یا گلخانه‌ها مورداستفاده قرار می‌گیرد.
در کشاورزی عمودی، نقش معماری و ساختار دستگاه‌های کشاورزی عمودی در بهینه‌سازی استفاده از فضا بسیار حیاتی است. طراحی مناسب این سیستم‌ها باعث کاهش ضایعات فضا و افزایش کارایی مصرف منابع می‌شود. معماران و مهندسان متخصص در این حوزه باتوجه‌به نیازهای خاص گیاهان و استفاده از فناوری‌های هوش مصنوعی، سازه‌های نوآورانه‌ای را ارائه می‌دهند که علاوه بر افزایش بهره‌وری، ازنظر زیبایی‌شناسی نیز جلب‌توجه می‌کنند. استفاده از سطوح مختلف برای کاشت محصولات نیز نقش مهمی در بهره‌وری این سیستم‌ها دارد. با درنظرگرفتن نیازهای مختلف گیاهان به نور، آب، و محلول‌های مغذی، کشاورزان می‌توانند بهترین شرایط را برای هر لایه ایجاد کنند و در نتیجه، تولید محصولات باکیفیت بالا را به دست آورند. این تنوع سطحی همچنین باعث

افزایش مقاومت گیاهان در مقابل شرایط محیطی مختلف می‌شود.

مقایسه کشاورزی عمودی با روش‌های سنتی کشاورزی در ایران

کشاورزی عمودی و روش‌های سنتی کشاورزی دو رویکرد متفاوت برای تولید محصولات کشاورزی هستند که هرکدام مزایا و چالش‌های خاص خود را دارند. در زیر، مقایسه‌ای بین این دو روش با تمرکز بر شرایط ایران ارائه‌شده است:

کشاورزی عمودی روشی نوین برای تولید محصولات کشاورزی در محیط‌های کنترل‌شده و عمودی است که در آن از فضاهای محدود به‌صورت بهینه استفاده می‌شود. مزایای این روش عبارت‌اند از :

۱. افزایش تولید در واحد سطح و بهره‌وری بالا؛ به دلیل استفاده مستقیم از محلول مغذی و ازبین‌بردن نیاز به خاک، بهره‌وری بسیار بالایی دارد و تولید محصولات باکیفیت بالا را فراهم می‌کند. همچنین بهینه‌سازی فضایی منجر به افزایش بهره‌وری کلان در تولید محصولات کشاورزی می‌شود.

۲. رشد سریع گیاه؛ گیاهان به دلیل دسترسی به مواد غذایی به شکل سریع‌تری رشد می‌کنند و زمان تولید محصولات کاهش می‌یابد.

۳. مصرف آب کم؛ در کشاورزی عمودی شهری از آب به‌طور کارآمدتری نسبت به روش‌های سنتی کشاورزی استفاده می‌کنند. در این روش، محلول مغذی بازیافت می‌شود و مصرف آب به‌شدت کاهش می‌یابد. با استفاده از دستگاه‌های هیدروپونیک و ایروپونیک، آب به‌صورت دقیق برای گیاهان تأمین می‌شود و هدر رفت آب به حداقل می‌رسد. این روش علاوه بر کاهش هزینه‌های آبیاری، به حفظ منابع آبی و حفاظت از محیط‌زیست کمک می‌کند.

٤. صرفه‌جویی در فضا؛ کاشت عمودی به کشاورزان این امکان را می‌دهد که به بهترین شکل ممکن از فضای محدود خود استفاده کنند و تعداد بیشتری از محصولات را در یک واحد فضایی تولید کنند.

٥. کنترل دقیق محیط رشد؛ دستگاه‌های عمودی امکان کنترل دقیق‌تر پارامترهای محیطی مانند مقدار نور، دما، و رطوبت را به کشاورزان می‌دهد و تأثیرات مخرب این تغییرات را کاهش می‌دهد.

۶. افزایش تولید غذا؛ با استفاده از فضای عمودی، کشاورزان می‌توانند در زمینی با مساحت کمتر، محصولات بیشتری تولید کنند. از طریق کشاورزی سنتی، تنها یک محصول را می‌توان در یک‌زمان کشت کرد، درحالی‌که، در کشاورزی عمودی (VF)، انواع مختلفی از محصولات را می‌توان هم‌زمان در مناطق مختلف کشت کرد. در یک ساختمان می‌توان کشت محصولات فصلی را که از طریق کشاورزی سنتی امکان‌پذیر نیست، فراهم کرد. کشاورزی عمودی می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی به نیازهای اساسی غذایی و تأمین غذا در کشورهای کم‌درآمد کمک کند.

۷. کاهش ضایعات غذا؛ محصولات کشاورزی عمودی شهری در محیط‌های کنترل‌شده رشد می‌کنند که از آن‌ها در برابر آفات و بیماری‌ها محافظت می‌کند و ضایعات را به حداقل می‌رساند.

۸. کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل و کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی؛ کشاورزی عمودی شهری می‌تواند در مناطق شهری انجام شود که به معنای کاهش نیاز به حمل‌ونقل محصولات کشاورزی از مناطق روستایی به مناطق شهری است.

۹. ایجاد فرصت‌های شغلی: کشاورزی عمودی شهری می‌تواند فرصت‌های شغلی جدیدی را در مناطق شهری ایجاد کند. مدیریت تولید بذر، پیوند نهال و مدیریت منابع مانند آب، نور، ماشین‌آلات، به‌کارگیری روش‌های گرده‌افشانی، برداشت، مدیریت پسماند، مدیریت انرژی، کنترل کیفیت، مدیریت منابع انسانی، مدیریت فناوری اطلاعات، مدیریت توزیع، نظارت بر توسعه گیاهان و... از مشاغل اضافی هستند. پس از ساخت VF، مشارکت اجتماعی، فرصت‌های آموزشی، سوپرمارکت‌ها، بازارهای مواد غذایی، و امکانات توزیع منطقه‌ای، فرصت‌های شغلی بیشتر متعاقب کشاورزی عمودی شهری هستند.

۱۰. کاهش استفاده از علف‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها؛ علف‌کش باعث تخریب محصولات، آلودگی آب‌های سطحی و زیرسطحی، ایجاد آلودگی در محیط‌زیست می‌شود و گازهای گلخانه‌ای نیز از طریق این مواد شیمیایی در هوا پراکنده می‌شوند. مزارع عمودی این مزیت را دارند که عاری از هر نوع آفت هستند و استفاده از علف‌کش‌ها، آفت‌کش‌های مضر و مواد شیمیایی مضر را به‌شدت کاهش می‌دهند یا حذف می‌کنند و سعی در کشف راه‌حل‌های طبیعی برای آن دارند.

۱۱. تولید غذای ارگانیک و تازه در تمام طول سال و کمک به‌سلامت افراد.

۱۲. مدیریت بهتر تغییرات اقلیمی و هواشناسی؛ تغییرات آب‌وهوایی ازجمله نوسانات دمای محیط، محدودیت در دسترسی به آب همیشه بر کشاورزی تأثیر منفی داشته است. در کشاورزی عمودی گیاهان می‌توانند از سیستم گرمایش مصنوعی بهره‌مند شوند و در صورت اجرای دستگاه‌های آبیاری مصنوعی از خشک‌سالی یا سایر بلایای طبیعی آسیبی نخواهند دید. برای نگهداری در شرایط ایده‌آل، شدت و مدت‌زمان استفاده آب نیز قابل تنظیم است. ازآنجایی‌که VF مستقل از خاک است، یکی دیگر از مزایای کلیدی این است که ممکن است در هر نقطه از جهان استفاده شود. هدف نهایی VF تغذیه همه افراد روی زمین بدون نگرانی در مورد تغییرات آب‌وهوایی است. VF به دنبال خدمت به‌کل جمعیت جهان است، نه‌فقط افراد خاص.

۱۳. کاهش وابستگی به خاک و بهبود کیفیت محصولات؛ استفاده از دستگاه‌های هیدروپونیک و ایروپونیک در کشاورزی عمودی، منجر به کاهش وابستگی به خاک می‌شود. این امر علاوه بر جلوگیری از آلودگی خاک، امکان بهبود کیفیت محصولات را با تنظیم دقیق‌تر عناصر غذایی موجود در محلول‌های مغذی فراهم می‌کند.

۱٤. فیلتراسیون از فاضلاب؛ مزارع عمودی کاربردهای دیگری به‌جز پرورش غذا دارند. همچنین می‌توان از آن‌ها برای بازیافت آب مصرفی شهر استفاده کرد. در کشاورزی عمودی با زهکشی آب می‌توان از فاضلاب برای تصفیه و بازیافت استفاده کرد؛ بنابراین فاضلاب به رودخانه‌ها تخلیه نمی‌شود. از طریق تبخیر و تعرق می‌توان آب خاکستری و آب‌سیاه را قابل‌استفاده ساخت. مقدار آبی که برای آبیاری در VF استفاده می‌شود تنها ۳ درصد آب مصرفی در کشاورزی معمولی مصرف می‌کند.

کشاورزی عمودی، به‌عنوان یک روش نوین و پایدار برای تولید محصولات کشاورزی، نقش مهمی در کاهش اثرات تغییرات اقلیمی در ایران ایفا می‌کند. با توجه به شرایط اقلیمی خاص ایران و چالش‌های ناشی از کمبود آب و خشک‌سالی، این روش می‌تواند راهکاری مؤثر برای بهبود امنیت غذایی و کاهش فشار بر منابع طبیعی باشد.

ازجمله مهم‌ترین نقش‌های کشاورزی عمودی، کاهش اثرات تغییرات اقلیمی است. کشاورزی عمودی به‌واسطه کاهش مصرف آب، کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای، افزایش بهره‌وری زمین، کاهش آلودگی خاک و آب، تولید محصولات محلی و کاهش حمل‌ونقل باعث سازگاری با تغییرات اقلیمی می‌شود . همچنین با کنترل دقیق شرایط محیطی در مزارع عمودی، می‌توان محصولات را در برابر تغییرات ناگهانی آب‌وهوا محافظت کرد و از این طریق، امنیت غذایی را افزایش داد.

بهترین محصولات مناسب برای کشت در مزارع عمودی ایران شامل مواد غذایی با مصرف روزانه به‌ویژه سبزی‌های است که در امنیت غذایی و تغذیه سالم بسیارتاثیرگذارند. سبزی‌های برگ‌دار مانند کاهو، اسفناج، ریحان، جعفری و کلم ، گیاهان دارویی مانند نعناع، آویشن، بابونه و زنجبیل ، توت‌فرنگی ، تمشک و بلوبری ، قارچها و میکروگرین‌ها (سبزی‌های جوان) به دلیل رشد سریع و ارزش غذایی بالا، می‌توانند در مدت‌زمان کوتاهی در مزارع عمودی تولید شوند.

در مقابل چالش‌های کشاورزی عمودی عبارت‌اند از:

هزینه‌های اولیه بالا: راه‌اندازی مزارع عمودی نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه قابل‌توجهی دارد.

نیاز به فناوری: نیاز به دانش فنی و تجهیزات پیشرفته دارد.

مصرف انرژی: دستگاه‌های روشنایی، تهویه و پمپاژ آب نیازمند مصرف انرژی هستند.

روش سنتی کشاورزی روش مرسوم کشاورزی است که در آن محصولات در زمینه کشاورزی و به‌صورت افقی کشت می‌شوند. مزایای این روش عبارت‌اند از:

هزینه‌های اولیه پایین: به تجهیزات و فناوری پیشرفته نیازی ندارد.

استفاده از منابع طبیعی: از خاک به‌عنوان بستر رشد استفاده می‌شود.

چالش‌هایی که کشاورزی سنی با آن روبرو هستند عبارت‌اند از :

مصرف بالای آب: به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران، مصرف آب در کشاورزی سنتی بسیار بالاست.

فرسایش خاک: آبیاری غرقابی و کشت در شیب‌ها باعث فرسایش خاک می‌شود.

آلودگی محیط‌زیست: استفاده از سموم و کودهای شیمیایی باعث آلودگی خاک و آب می‌شود.

وابستگی به شرایط آب‌وهوایی: تولید محصولات به شرایط آب‌وهوایی وابسته است و در شرایط خشک‌سالی، تولید کاهش می‌یابد.

جدول ۲. مقایسه کلی روش‌های کشاورزی سنتی و عمودی

ویژگی	کشاورزی عمودی	روش‌های سنتی کشاورزی
مصرف آب	بسیار کم	بالا
بهره‌وری	بالا	پایین
کیفیت محصولات	بالا (ارگانیک)	متغیر
وابستگی به شرایط آب‌وهوایی	کم	زیاد
هزینه‌های اولیه	بالا	پایین
نیاز به فناوری	بالا	پایین
فرسایش خاک	خیر	بله
آلودگی محیط‌زیست	کم	زیاد

کشاورزی عمودی و روش‌های سنتی کشاورزی هرکدام مزایا و معایب خاص خود را دارند. انتخاب بهترین روش به عوامل مختلفی ازجمله شرایط آب‌وهوایی، دسترسی به منابع آب، نوع محصول، بازار هدف و مقیاس تولید بستگی دارد.

بحث و نتیجه‌گیری

بنابر شواهد، امنیت غذایی در طول تاریخ از هزاران سال پیش مسئله ای نگران‌کننده بوده است، به‌طوری که مقامات مرکزی در چین و مصر باستان اقدام به آزادسازی مواد غذایی از انبار در زمان قحطی می‌کرده اند.

دوری از قحطی مواد غذایی در کنار خشکسالی مهمترین خواسته شاهان ایران از خداوند برای ایران بوده است.

غذا در عرصه داخلی و بین‌المللی هم اهرم فشاری برای تغییر سیاست دولت‌ها بوده است. نمونه بارز آن برنامه «نفت در برابر غذا» (Oil-for-Food Program) بود که با صدور قطعنامه ۹۸۶ شورای امنیت سازمان ملل در سال ۱۹۹۵ علیه عراق به اجرا درآمد و تا زمان سقوط صدام ادامه داشت. در سطح جهانی، غذا و کشاورزی در قلب دستور کار جدید ۲۰۳۰ برای توسعه پایدار قرار دارد، به‌ویژه برای اهداف پایان دادن به فقر، گرسنگی و سوء تغذیه، حفظ منابع طبیعی و پاسخ به تغییرات آب‌وهوا. از این رو مدیریت آب برای تولید مواد غذایی حیاتی است.

توجه به این واقعیت که ۴۰ درصد از زمین های کشاورزی جهان بیش از حد تخریب شده و ۹۰درصد از خاک سطحی جهان در ۳۰ سال آینده در معرض خطر قرار دارد(گزارش فائو).انتظار می‌رود جمعیت جهان در سال ۲۰۵۰ به ۹/۸ میلیارد نفر برسد که افزایش تقاضا برای غذا و بدتر شدن امنیت غذایی در جهان را در پی خواهد داشت (Huston, 2018; UN, 2017).

در شرایط ایران با توجه به کمبود آب و خشک‌سالی‌های مکرر، کشاورزی عمودی می‌تواند راهکاری مؤثر برای بهبود بهره‌وری آب، افزایش تولید محصولات سالم و کاهش فشار بر منابع طبیعی باشد. بااین‌حال، برای توسعه این فناوری در ایران، نیاز به حمایت‌های دولتی، سرمایه‌گذاری در تحقیقات و آموزش نیروی انسانی متخصص است.

کشاورزی عمودی با افزایش تولید در فضای محدود و با استفاده از فضاهای بلااستفاده در ساختمان‌ها و زیرساخت‌های شهری می‌تواند به تولید محصولات کشاورزی کمک کند و با کنترل شرایط محیطی، می‌تواند از محصولات در برابر تغییرات آب‌وهوایی محافظت کند. با تولید محصولات کشاورزی در داخل شهرها، می‌توان وابستگی به واردات را کاهش داده و امنیت غذایی را افزایش داد. قابل ذکر است محصولات تولیدشده در مزارع عمودی به دلیل تازگی و عدم استفاده از سموم شیمیایی، از کیفیت بالایی برخوردار هستند.

هزینه‌های اولیه بالا، کمبود دانش فنی، محدودیت‌های قانونی، محدودیت منابع آب مصرف بالای آن و پذیرش اجتماعی چالش‌های جدی کشاورزی عمودی در ایران هستند. حمایت‌های دولتی، توسعه تحقیقات و آموزش، ترویج و آموزش کشاورزان، مصرف‌کنندگان و سیاست‌گذاران با مزایای کشاورزی عمودی، ایجاد زنجیره ارزش کامل، ایجاد بازارهای فروش محصولات تولیدشده در مزارع عمودی و حمایت از تولیدکنندگان، ترویج فرهنگ مصرف محصولات محلی و همکاری بخش خصوصی و دولتی می‌تواند به رفع چالشهای کشاورزی عمودی و تسریع پذیرش این تغییر فنی و فرهنگی کمک کند.

بخش بزرگی از اهمیت کشاورزی عمودی، در ارتباط با امنیت غذایی انسان‌ها، مقاوم‌تر کردن شهرها و آمادگی برای تغییرات آب‌وهوایی است. این روش نوآورانه پیشرفته می‌تواند نیازهای غذایی جمعیت جهانی روبه‌افزایش را تأمین کند. مزرعه‌های عمودی می‌توانند محصولات ارگانیک و بدون بیماری را به‌صورت محلی تولید کنند، ضمن اینکه از منابع طبیعی بهینه استفاده می‌شود. پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۵۰ این نوع کشاورزی به یکی از ابزارهای اصلی تأمین غذای پایدار تبدیل شود.کشاورزی عمودی با رویکردی پایدار به کشاورزی شهری، با استفاده از لایه های انباشته و تکنیک های نوآورانه کشاورزی به روش‌های هیدروپونیک، آکواپونیک و ایروپونیک‌راهکارهایی مؤثر برای امنیت غذایی ارائه می‌دهد.

کشاورزی عمودی شهری به‌عنوان یک‌راهکار نوین و پایدار برای تأمین امنیت غذایی، می‌تواند نقش مهمی در مقابله با چالش‌های پیش روی بخش کشاورزی ایران ایفا کند. با وجود چالش‌های موجود، با اتخاذ سیاست‌های مناسب و سرمایه‌گذاری در این حوزه، می‌توان به توسعه این فناوری در ایران امیدوار بود.

منابع

Battaglia, D. “Aeroponic gardens and their magic: Plants/persons/ethics in suspension,” History and Anthropology, vol. 28, no. 3, pp. 263–292, Mar. 2017, DOI: 10.1080/02757206.2017.1289935.

Beacham,. A. M. Vickers ,L. H. and J. M. Monaghan, “Vertical farming: a summary of approaches to growing skywards,” The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, vol. 94, no. 3, pp. 277–283, Feb. 2019, DOI: 10.1080/14620316.2019.1574214.

Bell, J. (2009). Aquaculture and food security. In Aquaculture: Global Trends and Future Perspectives (pp. 20-35).

Benke, K., & Tomkins, B. (2017). Future food production systems: Vertical farming and urban agriculture. Renewable Agriculture and Food Systems, 32 (1), 20-28.

Department of Agriculture, Michigan. (2023). Vertical farming: A new approach to sustainable agriculture. Retrieved from [URL if available]

Despommier, D. (2010). The vertical farm: Feeding the world in the 21st century. Thomas Dunne Books.

FAO. (2001). Food security: Concepts and measurement. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO. (2023). Prediction of hunger and food needs until 2050. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO. (2023). The state of food security and nutrition in the world 2023. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Huston, T., 2018. Preparing for 9 Billion: How Do we Feed the Planet in 2050? The guardian labs

International Society for Horticultural Science. (2022). Hydroponics and aeroponics in modern agriculture. Retrieved from [URL if available]

Journal of Urban Agriculture. (2023). The role of vertical farming in urban food security. Retrieved from [URL if available]

Kluco, M. (2024). Spirit Green Farms: Vertical farming initiatives in New Buffalo, Michigan and East Benton, Pennsylvania. Retrieved from [URL if available]

Mauro, M. (2018). Genetic improvements in plant production for vertical farming systems. Journal of Plant Sciences, 12*(3), 45-60.

Metropolitan Group. (n.d.). Metro’s innovation in food technology and vertical farming. Retrieved from [URL if available]

Smith, H. G. (2024) Overcoming Obstacles in Singapore's Pursuit of Local Food Security, Singapore Food Agency (SFA)

Vertical Farming Association. (2023). Vertical farming: Innovations and technologies. Retrieved from [URL if available]

Wheeler, T. (2013). Food security: A global perspective. In Global Food Security (pp. 1-12).

World Bank. (2022). Food security: The world bank's approach. World Bank.

روزنامه خراسان. (۱۴۰۲/۶/۱۳). گزارش امنیت غذایی ایران از سال‌های ۲۰۲۱ تا ۲۰۲۲.

باقرزاده آذر، فاطمه، رضا رنجپور، زهرا کریمی تکانلو، محمد علی متفکر آزاد و احمد اسدزاده(۱۳۹۵). برآورد و مقایسه وضعیت امنیت غذایی و تأثیر متغیرهای اقتصادی بر آن در استآن‌های ایران. فصلنامه علمی پژوهشی نظریه‌های کاربردی اقتصاد، سال سوم، ش ۴

روزنامه خراسان. (۲۰۲۳)وضعیت امنیت غذایی در ایران.

کریمی تکانلو، زهرا، رضا رنجپور، محمدعلی متفکر آزاد، احمد اسدزاده و فاطمه باقرزاده آذر (۱۳۹۷)رویکردی نوین در برآورد سطح امنیت غذایی در ایران با شاخص GSFI و مطالعه تأثیر شاخص قیمتها و جمعیت بر آن. اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال ۲۶، ش ۱۰۱

کیانی راد، علی و حسین نوروزی(۱۴۰۰). تبیین عوامل مؤثر بر تخریب منابع طبیعی با تأکید بر فقر و امنیت غذایی. اقتصاد کشاورزی و توسعه، دوره ۲۹، ش ۴

گمرک ایران. (۲۰۲۳) گزارشات تجارت خارجی.

نوروزی حسین و سعید یزدانی(۱۴۰۱)تبیین آثار انتشار آلودگی و بهره‌برداری از منابع طبیعی بر امنیت غذایی. اقتصاد کشاورزی و توسعه، دوره ۳۰، ش۱



مدیریت ضایعات در زنجیره‌تأمین مواد غذایی با نگاهی ویژه به زنجیره‌تأمین گوشت

امیرحسین قانعیان[۱]، فرشته پرورش[۲*]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه صنعتی اصفهان
[۲] استادیار، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه صنعتی اصفهان
*نویسنده مسوول: parvaresh@iut.ac.ir

چکیده

نیازهای غذایی فزاینده‌ی جهانی، ناکارآمدی در زنجیره‌های‌تأمین مواد غذایی، رشد انتظارات مشتریان و نگرانی‌های زیست‌محیطی، چالش‌هایی هستند که امروزه، نیاز به پایداری در زنجیره‌های‌تأمین غذایی را افزایش داده‌اند. از آنجاکه کاهش ضایعات مواد غذایی در سراسر این زنجیره، به‌عنوان یک محور اصلی برای حل پایدار چالش جهانی امنیت غذایی محسوب می‌گردد، پژوهش حاضر به بررسی مسائل چند وجهی پیرامون ضایعات مواد غذایی و بالاخص گوشت پرداخته و دلایل کلیدی ناکارآمدی و هدررفت در آن را معرفی می‌کند. ضمنا این تحقیق، با تجزیه و تحلیل مطالعات انجام شده‌ی مرتبط با ادبیات موضوع، شیوه‌های فعلی مدیریت زباله، چالش‌ها و فرصت‌ها را برای کاهش ضایعات مواد غذایی و بهبود پایداری برجسته می‌کند. درواقع، هدف اصلی این مقاله، ارائه دیدگاهی جامع از شیوه‌های جدید و نوآورانه، برای کاهش و مدیریت زباله‌های غذایی به ویژه گوشت است که منجر به زنجیره‌های‌تأمین غذایی پایدارتر و انعطاف‌پذیرتر می‌گردد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که یکی از اصلی‌ترین دلایل ضایعات غذایی قبل از رسیدن محصول به دست مشتری، عدم همکاری و هماهنگی میان اجزای مختلف زنجیره می‌باشد که بایستی به رفع این مشکل، توجه ویژه‌ای شود.

واژگان کلیدی: پایداری، زنجیره‌تأمین مواد غذایی، زنجیره‌تأمین گوشت، ضایعات غذایی و گوشت، مدیریت ضایعات.

مقدمه

بخش قابل توجهی از نیازهای غذایی ضروری برای سلامت انسان، به صورت مستقیم و یا غیرمستقیم از لبنیات و محصولات گوشتی تأمین می‌شود (Ritchie et al., 2017). طبق گزارش‌های متعدد سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد (فائو) در سال‌های اخیر، افزایش جمعیت جهانی و تغییر ذائقه به سمت غذاهای مبتنی بر پروتئین، چالش‌های مرتبط با امنیت غذایی را افزایش داده است و منجر به تشدید کشاورزی برای تولید مواد غذایی بیشتر و تولید زباله شده و این امر کیفیت آب، خاک و هوا را تحت تأثیر قرار داده است.

از این‌رو پایداری در زنجیره‌تأمین مواد غذایی، به ویژه در زنجیره‌تأمین گوشت، در مواجهه با تشدید چالش‌های زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی به یک اولویت فوری تبدیل شده‌است. مفهوم پایداری در زنجیره‌تأمین مواد غذایی شامل طیف گسترده‌ای از اقدامات با هدف کاهش اثرات زیست‌محیطی، افزایش دوام اقتصادی و ارتقای برابری اجتماعی است. در زنجیره‌تأمین گوشت، پایداری شامل بهینه‌سازی فرآیندهای تولید، کاهش ضایعات، و اجرای فناوری‌های نوآورانه‌ای است که کارایی را بهبود می‌بخشد و آسیب‌های زیست‌محیطی را به حداقل می‌رساند. شیوه‌های پایدار نه تنها برای حفظ محیط زیست، بلکه برای تضمین دوام طولانی‌مدت سیستم غذایی در شرایط آب و هوایی متغیر و محدودیت‌های منابع، بسیار مهم هستند.

ضایعات غذا و گوشت موضوع مهمی است که بحران پایداری را تشدید می‌کند. سازمان غذا و کشاورزی تخمین می‌زند که تقریبا یک سوم کل مواد غذایی تولید شده در سطح جهان فاسد شده و یا به هدر می‌رود که معادل حدود ۱.۳ میلیارد تن در سال است (Food, 2016). این ناکارآمدی نه تنها نشان‌دهنده اتلاف منابع است، بلکه یک فرصت از دست‌رفته برای تغذیه جمعیت رو به رشد جهانی است. بنابراین استراتژی‌های مدیریت موثر پسماند برای کاهش این ناکارآمدی بسیار مهم است.

این مقاله به بررسی ابعاد چندوجهی پایداری در زنجیره‌تأمین مواد غذایی از نقطه نظر ضایعات در این زنجیره، با تمرکز خاص بر زنجیره‌تأمین گوشت می‌پردازد. در این تحقیق، سعی شده است ضمن بررسی چالش‌های فعلی، مطالعات موردی موفق و استراتژی‌های عملی برای بهبود مدیریت ضایعات و توسعه پایداری برجسته گردد. در واقع، پژوهش حاضر سعی دارد از طریق یک تجزیه و تحلیل جامع از تعامل مداوم در سیستم‌های غذایی پایدار، بینش‌های عملی برای ذینفعان مختلف این زنجیره، ارائه دهد.

تعریف مفاهیم اولیه مورد نیاز

امنیت غذایی[115]: طبق تعریف سازمان ملل در سال ۱۹۸۶، به دسترسی فیزیکی و اقتصادی همه مردم در هر زمان به منابع غذایی سالم و مغذی که نیازها و ترجیحات غذایی را برای یک زندگی فعال و سالم پاسخ می‌دهد، امنیت غذایی گفته می‌شود.

اقتصاد دایره‌ای[116]: اقتصاد دایره‌ای یک نظام اقتصادی با هدف کمینه کردن ضایعات و استفاده بهینه از منابع است. این مفهوم در مقابل رویکرد اقتصاد خطی قرار می‌گیرد که در آن مدل تولید به صورت تأمین مواد اولیه، تولید، مصرف و دور انداختن است. در اقتصاد دایره‌ای سعی می‌شود دورانداختن مواد حذف و ضایعات وارد چرخه تولید شود. در واقع در این مدل، زنجیره‌های‌تأمین تا مرحله آخر ضایعات تولید شده، مدیریت می‌شوند (Koppelmäki et al., 2021).

[115] Food Security
[116] Circular Economy

پایداری[117]: مصرف بی‌رویه منابع، مشکلاتی همچون انتشار گازهای گلخانه‌ای، فرسایش خاک، کمبود آب و... را به‌وجود آورده که این مشکلات، محیط زیست را با چالش‌هایی رو برو کرده است. پایداری را می‌توان حل این مشکلات زیست‌محیطی، بهبود کیفیت غذا و کاهش آسیب به خاک دانست (Schröder et al., 2018). در یک تعریف کلی، پایداری به معنای پاسخگویی به نیازهای مختلف امروز، بدون به مخاطره انداختن محیط زیست و نیازمندی‌های نسل آینده است.

ضایعات یا هدر رفت غذایی[118]: طبق تعریف سازمان غذا و کشاورزی به کاهش کمیت یا کیفت موارد غذایی بر اثر تصمیمات و اقداماتی که توسط هر یک از عوامل زنجیره‌تأمین مواد غذایی شکل می‌شود، ضایعات یا هدر رفت مواد غذایی گفته می‌شود.

باقی‌مانده غذا[119]: غذایی است که در آشپزخانه‌ها یا بخش خدمات غذایی تهیه می‌شود، اما سرو نمی‌شود (Martinho et al., 2022).

زباله‌های بشقاب یا بوفه[120]: زباله‌های بوفه یا زباله‌های بشقاب زباله‌هایی است که در اثر سفارش‌دهی یا سرویس‌دهی بیش از حد در خانه یا بخش خدمات غذا تولید می‌شود (Martinho et al., 2022). به عبارت دیگر، زباله‌های بوفه یا زباله‌های بشقاب، غذایی است که به مصرف کنندگان ارائه می‌شود اما خورده نمی‌شود.

ویژگی‌های زنجیره‌تأمین مواد غذایی[121] (FSC) و زنجیره‌تأمین گوشت[122] (MSC)

در این بخش ابتدا ویژگی‌های کلی زنجیره تأمین مواد غذایی و زنجیره‌تأمین گوشت توضیح داده شده‌است و سپس تفاوت‌های اصلی این زنجیره‌ها با سایر زنجیره‌های تأمین متعارف بیان شده‌است. ضمنا با توجه به اینکه در کشور ما محصولات گوشتی با قوانین لجستیکی حلال مصرف می‌شوند در انتهای این بخش قوانین لجستیکی حلال که باید در تمام مراحل زنجیره‌تأمین رعایت شود، بیان می‌گردد.

در لجستیک و زنجیره‌های‌تأمین معمولا کلیه فرآیندهای درگیر در آن مانند فعالیت‌های تولید، ذخیره‌سازی، کنترل موجودی و توزیع، معمولاً به ترتیب و یکی پس از دیگری اجرا می‌شوند. لجستیک و زنجیره‌تأمین مواد غذایی نوعی سیستم لجستیکی است که قصد دارد محصولات فاسد شدنی را با بهترین کیفیت به مشتریان ارائه دهد. اگرچه شباهت زیادی بین زنجیره‌های‌تأمین مواد غذایی و سایر زنجیره‌های‌تأمین وجود دارد، برخی از ویژگی‌های خاص لجستیک و زنجیره‌تأمین مواد غذایی، آن را از سایر زنجیره‌های‌تأمین متمایز می‌کند. به عنوان مثال در زنجیره‌های‌تأمین مواد غذایی، اولا محصولات غذایی ماندگاری نسبتاً کمی دارند و کیفیت آن‌ها پس از تولید، شروع به تنزل می‌کند. ثانیا فرآیندها و لجستیک مواد غذایی، نیاز به حمایت از مفاد و مقررات دقیق از جمله چالش‌های زیست‌محیطی و پایداری اجتماعی دارد. ثالثا در این زنجیره، تقاضای قابل‌توجهی برای کیفیت بالا، امنیت غذایی و قابلیت ردیابی محصولات وجود دارد.

گوشت گاو و مرغ پرمصرف‌ترین محصولات گوشتی حلال در کشورهای اسلامی مثل ایران هستند. لجستیک و زنجیره‌تأمین گوشت در کشورهای اسلامی مثل ایران عموما با کشورهای غیر اسلامی متفاوت است. در مقایسه با لجستیک عمومی، لجستیک حلال دارای مقررات سختگیرانه‌تری است که باید رعایت شود. اکثر قوانین موجود مربوط به صلاحیت افرادی است که در صنایع غذایی حلال کار می‌کنند یا مربوط به تجهیزاتی است که این افراد از آن‌ها استفاده می‌کنند (Kwag & Ko, 2019).

موارد زیر به عنوان قوانین لجستیک حلال معرفی شده است (Kwag & Ko, 2019).

---

[117] Sustainability
[118] Food Waste or Food Loss
[119] leftover food
[120] plate or buffet waste
[121] Food Supply Chain
[122] Meat Supply Chain

- منابع حلال: دام و طیوری که بر اساس قوانین شرعی، حلال اعلام شده است باید پرورش یافته و جهت مصرف کشتار شود. همچنین تنها از بخش‌های حلال لاشه دام جهت تغذیه استفاده شود.
- ذبح حلال: کشتار و پردازش دام و طیور باید طبق قوانین شرعی انجام شود.
- جداسازی از حرام: تأسیسات، تجهیزات و محصولاتی که متعلق به زنجیره حلال است باید به طور کامل از تأسیسات، تجهیزات و محصولات حرام جدا شود.
- اثر زنجیره‌ای حرام: در صورت تماس هر نوع کالای حلال با محصولات حرام، دیگر نمی‌توان آن‌ها را حلال دانست و به کالای حرام تبدیل می‌شوند.
- نیروی کار: پرسنلی که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم با کالای حلال در تماس هستند باید همیشه وضعیت سلامت خود را بررسی کنند، معاینات پزشکی انجام دهند، بیماری‌ها را گزارش داده و استانداردهای نظافت را رعایت کنند.
- تعمیر و نگهداری: تمام تجهیزات باید با رعایت قوانین پاکسازی آیین شرعی، تمیز شوند.
-

ضایعات غذایی و گوشت

تقریباً ۱۷ درصد از تولید جهانی غذا هدر می‌رود که ۶۱ درصد آن از خانواده‌ها، ۲۶ درصد از خدمات غذایی و ۱۳ درصد از بخش خرده‌فروشی ناشی می‌شود. برآوردهای کمیسیون اروپا در سال ۲۰۱۷ نشان می‌دهد که میزان مواد غذایی هدر رفته در اتحادیه اروپا از ۸۸ تا ۱۲۹ میلیون تن در سال متغیر بوده و هزینه‌های مربوطه، ۱۴۳ میلیارد یورو برآورد شده است. پیامدهای ضایعات مواد غذایی مطمئناً جنبه‌های اخلاقی و اقتصادی را در بر می‌گیرد، اما همچنین شامل مسائل زیست‌محیطی است که می‌تواند بر پایداری زنجیره غذایی تأثیر بگذارد. با اینکه میوه و سبزیجات در فروشگاه‌های خرده‌فروشی ۸۵ درصد از کل زباله‌های تولید شده را پوشش می‌دهند از نظر اثرات زیست محیطی، آنها تنها ۴۶ درصد از ردپای کربن تولید شده را تشکیل می‌دهند. در مقابل، گوشت روند معکوس را نشان می‌دهد، زیرا گوشت تنها ۳.۵ درصد از کل ضایعات مواد غذایی را تشکیل می‌دهد، اما مسئول ۲۹ درصد از ردپای کربن ایجاد شده‌است (Scholz et al., 2015).کاهش ضایعات مواد غذایی و گوشت می‌تواند فشار بر منابع طبیعی و اثرات زیست‌محیطی را کاهش دهد، از ضرر اقتصادی جلوگیری کند و با اطمینان از استفاده کارآمدتر از منابع غذایی موجود، امنیت غذایی را بهبود بخشد. پرداختن به این موضوع نیازمند تلاش‌های هماهنگ شده در کل زنجیره‌تأمین، از تولید تا مصرف است.

دسته‌بندی ضایعات مواد غذایی و گوشت

برخی از تحقیقات انجام شده مرتبط با موضوع مورد بررسی ما، ضایعات غذایی یا ضایعات گوشت را بر اساس محل ایجاد ضایعات، جنس ضایعات و نظایر آن، دسته‌بندی می‌کنند. در این بخش به ارائه برخی از این دسته‌بندی‌ها پرداخته‌ایم.طبق گزارش سازمان غذا و کشاورزی (FAO) بین هدر رفت مواد غذایی که مربوط به کاهش کیفیت یا کمیت مواد غذایی ناشی از تصمیمات در زنجیره‌تأمین به استثنای خرده‌فروشان و مصرف‌کنندگان است، و ضایعات غذایی که از سوی دیگر به تلفات مواد غذایی ناشی از خرده‌فروشان، ارائه دهندگان خدمات غذایی و مصرف‌کنندگان اشاره دارد، تفاوت وجود دارد.
ضایعات مواد غذایی می‌تواند به ضایعات قبل از مصرف‌کننده و پس از مصرف‌کننده طبقه‌بندی شود (Birisci & McGarvey, 2016). زباله‌های قبل از مصرف‌کننده از منابعی مانند هدررفت ذخیره‌سازی، هدررفت آماده‌سازی و هدررفت سرویس‌دهی ایجاد می‌شوند. در حالی که زباله‌های پس از مصرف‌کننده شامل زباله‌های بشقاب و تولید بیش از حد می‌شوند. همچنین، ضایعات غذایی

در بخش خدمات غذایی به دو دسته شامل، باقی‌مانده غذا و زباله‌های بشقاب تقسیم می‌شود (Martinho et al., 2022).

نگوین و همکاران (Nguyen et al., 2023)، ضایعات در زنجیره‌تأمین گوشت گاو را به دو دسته‌ی محصولات جانبی حیوانی[۱۲۳] و ضایعات محصول[۱۲۴] تقسیم کرده‌اند. محصولات جانبی حیوانی محصولات ثانویه غیرخوراکی به دست آمده از لاشه حیوانات هستند. این محصولات فرعی را می‌توان به سه زیر گروه طبقه‌بندی کرد. ضایعات محصول نیز، به‌عنوان گوشت خوراکی که در طول زنجیره‌تأمین گوشت به دلیل کنترل ضعیف فرآیند و مسائل عملیاتی هدر می‌رود، تعریف می‌شود. دسته‌بندی پیشنهادی توسط نگوین و همکاران با جزئیات در جدول ۱~~جدول ۱~~ نمایش داده شده است.

Formatted: Font: 12 pt, Complex Script Font: 12 pt

جدول ۱- تقسیم‌بندی ضایعات زنجیره‌تأمین گوشت گاو.

ضایعات در زنجیره‌تأمین گوشت گاو	محصولات جانبی حیوانی	محصولات جانبی پرخطر: این محصولات باید سوزانده شوند یا در کارخانه‌های مورد تأیید دولت دفع شوند. این ضایعات از مواد خطرناک معین[۱۲۵] (SRM) مانند مغز، نخاع و ... تشکیل شده‌اند. تقریباً ۱۲.۱ درصد از کل وزن دام زنده به محصولات جانبی حیوانی دسته اول نسبت داده می‌شود.
		محصولات جانبی با خطر متوسط: این محصولات را می‌توان با کمپوست کردن یا استفاده در تولید بیوگاز دفع کرد. آن‌ها از حیوانات مرده، دستگاه گوارش و خون تشکیل شده‌اند. تقریباً ۱.۹ درصد از کل وزن دام زنده به محصولات جانبی حیوانی دسته دوم نسبت داده می‌شود.
		محصولات جانبی کم خطر: می‌توان از آن‌ها برای تولید غذای حیوانات خانگی، کودهای شیمیایی و ... استفاده کرد. تقریباً ۱۹.۲ درصد از کل وزن دام زنده به محصولات جانبی حیوانی دسته سوم نسبت داده می‌شود (مانند استخوان و بافت گوشتی غیر خوراکی).
	ضایعات محصول	دلایل اصلی این ضایعات ممکن است آلودگی، پیرایش بیش از حد یا محصولات گوشتی که عمر مفید خود را بدون فروش سپری می‌کنند، باشد. این ضایعات که در نتیجه خطای انسانی و شیوه‌های مدیریت ناکارآمد در سراسر زنجیره‌تأمین گوشت ایجاد می‌شود برای مصرف انسان مناسب نیستند.

محل ایجاد ضایعات غذایی و گوشت

غذا در کل زنجیره غذایی فاسد می‌شود یا هدر می‌رود. از آنجایی که کیفیت غذا بسیار مهم است و به‌طور مستقیم با مسائل سلامت و ایمنی ارتباط دارد و همچنین حدود دو سوم ضایعات مواد غذایی (حدود ۶۰ درصد ضایعات غذایی) قبل از رسیدن محصولات به میز مصرف‌کنندگان و در طی فرآیندهای زنجیره‌تأمین مواد غذایی اتفاق می‌افتد همه این عوامل اهمیت کارایی عملیاتی در زنجیره‌تأمین مواد غذایی را روشن می‌کند، که می‌تواند منجر به کاهش ضایعات مواد غذایی، بهبود کیفیت غذا و صرفه‌جویی قابل‌توجه در هزینه‌ها شوند.

اگرچه ضایعات در تمام مراحل زنجیره‌تأمین مواد غذایی رخ می‌دهد، اما در کشورهای توسعه‌یافته بیشترین ضایعات در مرحله مصرف رخ می‌دهد. به‌عنوان مثال، تخمین زده می‌شود که برای آمریکای شمالی و اقیانوسیه حدود ۵۴ درصد زباله‌ها در مرحله مصرف رخ می‌دهد (Footprint, 2013). جدیدترین گزارش سازمان ملل متحد نشان داد که ضایعات مواد غذایی در خانوارهای کشورهای پردرآمد تقریباً ۷۹ کیلوگرم در سال است در حالی که در بخش خدمات غذایی، ضایعات مواد غذایی حدود ۲۶ کیلوگرم برای هر نفر

[123] Animal by-products
[124] Product waste
[125] Specified risk material

در سال بوده است. خرید بیش از اندازه، پخت بیش از اندازه، سرو بیش از اندازه و نارضایتی مصرف‌کنندگان از محصولات غذایی و دور انداختن آن‌ها از جمله دلایل اصلی این ضایعات است.

مقدار ضایعات مواد غذایی در بخش خرده‌فروشی در سال ۲۰۱۲ تقریباً ۴.۶ میلیون تن تخمین زده شده است (Stenmarck et al., 2016)، که به‌طور قابل توجهی کمتر از ضایعات مواد غذایی تولید شده در سایر مراحل زنجیره‌تأمین است. این مقدار برای سال ۲۰۱۱ حدود ۶.۷ میلیون تن بوده است. باتوجه به دسترسی بیشتر به این بخش و عدم پیچیدگی عملیاتی در این بخش، خرده‌فروشی یکی از بخش‌هایی است که می‌توان ضایعات غذایی در آن را به شدت کاهش داد.

در بخش خدمات غذایی، فعالیت رستوران یا سایر مراکز مرتبط با این بخش را می‌توان به عنوان یک بخش از زنجیره‌تأمین توصیف کرد که در آن مواد غذایی خام از طریق مجموعه‌ای از فرآیندها با روندهای متوالی، آماده‌سازی می‌شوند. این فرآیندها ارزش افزوده و در عین حال ضایعات ایجاد می‌کنند. در تحقیق مارتینیو و همکاران (Martinho et al., 2022)، حجم بالای ضایعات مواد غذایی در غذاخوری‌های دانشگاهی در کشورهای مختلف را گزارش شده است. ضایعات در بخش خدمات غذایی به نوبه خود قابل پیشگیری است، زیرا به نیاز و اشتهای مصرف‌کننده، ترجیحات، ویژگی‌های حسی وعده‌های غذایی و سایر عوامل بستگی دارد.

دلایل ایجاد ضایعات و هدر رفت گوشت

در زنجیره‌تأمین گوشت، ضایعات را می‌توان به ضایعات اجتناب‌پذیر و غیرقابل‌اجتناب طبقه‌بندی کرد. درک این دسته‌بندی برای توسعه استراتژی‌های اجتناب از تولید ضایعات یا مدیریت مؤثر آن‌ها بسیار مهم است. ضایعات غیر قابل اجتناب به زباله‌هایی اطلاق می‌شود که ذاتا بخشی از زنجیره‌تأمین گوشت هستند و به دلایل بیولوژیکی نمی‌توانند به طور کامل حذف شوند. این نوع ضایعات غالبا محصولات فرعی فرآیند تولید گوشت هستند و از لاشه حیوانات کشتار شده تشکیل می‌شوند. استخوان‌ها، خون و چربی، نمونه‌ای از این ضایعات هستند. در مقابل ضایعات قابل‌اجتناب، به زباله‌هایی اطلاق می‌شود که با شیوه‌ها، فناوری‌ها یا مدیریت بهتر می‌توان از ایجاد آن‌ها جلوگیری کرد. اصلی‌ترین دلایل ایجاد این ضایعات ناکارآمدی در بخش‌های مختلف زنجیره‌تأمین است. ما در این قسمت، دلایل اصلی وقوع ضایعات قابل‌اجتناب، در بخش‌های مختلف زنجیره‌تأمین را توضیح می‌دهیم. همچنین در شکل ۱~~شکل ۱~~ یک نمای کلی از لجستیک و زنجیره‌تأمین گوشت و انواع ضایعات ایجاد شده در بخش‌های مختلف آن نمایش داده شده است.

Formatted: Font: 12 pt, Not Bold, Complex Script Font: 12 pt, Not Bold

در بخش نگهداری یکی از منابع فسادپذیری باکتری‌ها هستند که بسته به دمای نگهداری و شرایط بسته‌بندی، ممکن است فرآیند فساد را تسریع کنند. باکتری باعث مصرف مواد مغذی گوشت و در نتیجه آزاد شدن متابولیت‌های نامطلوب می‌شود. علاوه‌بر این، ترکیبات آلی فرار[۱۲۶] (VOCs) که در طول نگهداری گوشت تولید می‌شوند، ممکن است باعث ایجاد اثرات بویایی نامطلوب شده و زمانی که غلظت آن‌ها به دلیل رشد میکروبی، به طور قابل‌توجهی افزایش یافت، منجر به فساد می‌شوند. همچنین، در حالی که نگهداری انواع محصولات در کنار هم یک روش معمول است، برای برخی از محصولات فاسد شدنی (مانند سبزیجات، میوه‌ها، ماهی، گوشت و...)، دوره نگهداری محصولات ممکن است به دلیل اثرات متقابل فساد، به دلیل ذخیره اقلام با یکدیگر، تغییر کند (Yang et al., 2019). به عنوان مثال ممکن است نگهداری گوشت در کنار سبزیجات، روند فساد گوشت را تسریع کند.

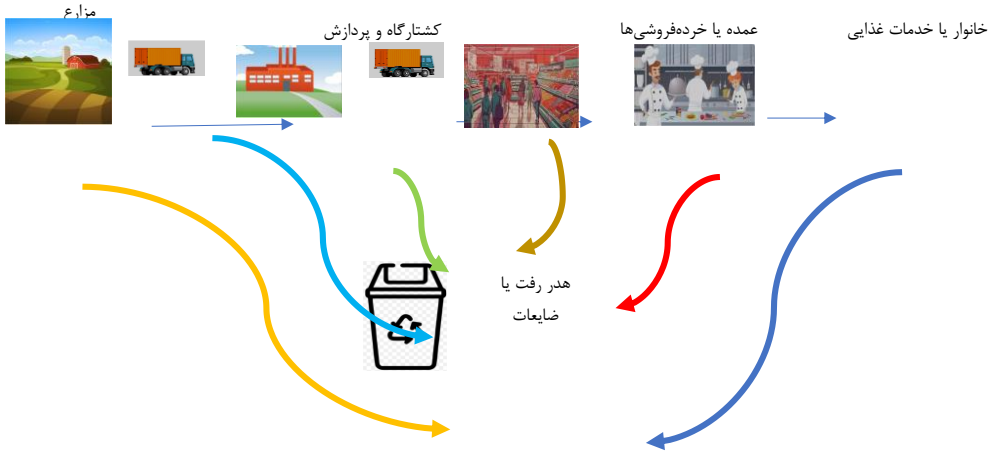
در مزارع تولید دام و طیور یکی از مهم‌ترین دلایل هدر رفت، مرگ طبیعی دام و طیور یا مرگ ناشی از شیوع یک بیماری همه‌گیر است. هدر رفت مواد غذایی کشاورزی، زمانی که کشاورزان به دلیل نیازهای زندگی یا نیاز به نقدینگی مجبور به برداشت زودهنگام

[126] Volatile organic compounds

می‌شوند نیز رخ می‌دهد که منجر به از دست دادن ارزش غذایی و اقتصادی می‌شود (Gustavsson et al., 2011). عوامل خارجی وجود دارد که به‌طور قابل توجهی در هدر رفت مواد غذایی نقش دارند. این عوامل عبارتند از عدم قطعیت، واریانس بالا و ماهیت غیرقابل پیش‌بینی الگوهای تقاضا در بخش مواد غذایی، که تولیدکنندگان را به تولید بیشتر برای برآوردن نیازهای غیرمنتظره سوق داده و منجر به تولید مازاد می‌گردد (Gustavsson et al., 2011). در این راستا، بهبود بهره‌وری عملیاتی در سیستم‌های تولید گوشت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

محصولات با حداکثر ماندگاری کمتر از ۲ هفته جزو محصولات فاسد شدنی محسوب می‌شوند. برای اکثر این محصولات (مانند گوشت، ماهی، لبنیات) تعیین تاریخ مصرف و چاپ آن بر روی بسته‌بندی محصول الزامی است. زمان بین تولید و تاریخ مصرف را ماندگاری می‌نامند. برای محصولات فاسد شدنی مانند گوشت، مدت زمان ماندگاری توسط تولیدکنندگان تعیین می‌شود و اغلب به صورت محافظه کارانه برای اطمینان از ایمنی مواد غذایی تنظیم می‌شود (Soethoudt et al., 2012). تنظیم محافظه‌کارانه ماندگاری، می‌تواند باعث ضایعات غیرضروری در خرده‌فروشی‌ها شود. همچنین کنترل کیفیت نامناسب، انباشت بیش از حد، پیش‌بینی نادرست تقاضا و مدیریت نامناسب محصول، از دلایل اصلی هدر رفت مواد غذایی و گوشت در این بخش از زنجیره است.

بخش خدمات غذایی مانند رستوران‌ها و هتل‌ها به ویژه در مورد مقاصد گردشگری با تقاضای بی‌ثباتی روبرو هستند. اپراتورهای رستوران و هتل‌ها تمایل دارند سطح تولید را بر روی حداکثر سطوح تقاضا برآورد کنند زیرا نارضایتی مشتریان عواقب بسیار جدی‌تری نسبت به ارزش ضایعاتی دارد که ممکن است از تقاضای کمتر از پیش‌بینی، ناشی شود. پخت و آماده‌سازی بیش از تقاضا در این بخش از زنجیره‌تأمین یکی از مهم‌ترین دلایل اصلی ضایعات در این بخش است.



هدر رفت ناشی از مرگ و میر دام، کاهش وزن دام یا کشتار زودهنگام دام.

هدر رفت ناشی از حمل نامناسب دام، عدم تخصیص فضای استاندارد به دام یا پیمودن مسافت طولانی.

محصولات جانبی حیوانی مانند پوست، خون، محتویات شکم دام. همچنین هدر رفت ناشی از پردازش ناصحیح مانند پیرایش بیش از حد.

هدر رفت ناشی از حمل‌ونقل نامناسب محصولات گوشتی مانند عدم استفاده از کامیون‌های یخچال‌دار یا پیمودن مسافت طولانی.

هدر رفت ناشی از کاهش رطوبت گوشت و فساد آن، بسته‌بندی نامناسب، گذشتن تاریخ انقضا و... .

ضایعات ناشی از خرید، پخت و یا سرو بیش از حد.

شکل ۱- یک نمای کلی از زنجیره تأمین گوشت و انواع ضایعات تولید شده در هر بخش از زنجیره.

در همین راستا، این نکته حائز اهمیت است که زباله ممکن است در یک بخش از زنجیره‌تأمین تولید شود ولی علت اصلی آن به بخش دیگری از زنجیره‌تأمین مرتبط باشد. به‌عنوان مثال، فساد زود هنگام محصولات گوشتی در خرده‌فروشی‌ها می‌تواند به دلیل بسته‌بندی نادرست این محصولات در کشتارگاه و بخش پردازش گوشت باشد. به‌طور کلی ضایعات در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته، عمدتاً به دلیل ناکارآمدی بالادست و پایین دست زنجیره‌تأمین رخ می‌دهد. یک عامل مشترک در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه، جریان محصول در زنجیره‌تأمین از مزارع تا خرده‌فروشان است. هماهنگی بین ذینفعان مختلف در زنجیره‌تأمین پیچیده است اما می‌تواند ضایعات را به اندازه قابل توجهی کاهش دهد.

سرانجام ضایعات

در این بخش از پژوهش حاضر، رایج‌ترین شیوه‌های مدیریت ضایعات، مزایا و معایب آن تشریح می‌گردد.

کمیسیون اروپا در سال ۲۰۱۴ طبق دستورالعمل پارلمان اروپا جهت اصلاح شیوه‌های مدیریت زباله، به وضوح فناوری‌های دفع ضایعات مواد غذایی را با استفاده از اصطلاح "سلسله مراتب ضایعات مواد غذایی" شناسایی کرده‌است که گزینه‌های دفع را به ترتیب اولویت، فهرست می‌کند. بر اساس این سلسله مراتب، دولت‌ها باید تلاش‌های خود را برای: (۱) کاهش ضایعات مواد غذایی، (۲) توزیع مجدد آن (به عنوان مثال توزیع در مراکز خیریه)، (۳) بازیافت آن به‌عنوان خوراک دام، (۴) کمپوست و (۵) بازیابی انرژی از طریق هضم بی‌هوازی انجام دهند. فقط مقادیر باقی مانده را می‌توان در محل‌های مجاز دفن زباله، دفع کرد.

تخلیه زباله‌های جامد در محل‌های دفن زباله به دلیل انتشار گاز متان و دی اکسید کربن، یک استراتژی مدیریت زباله کارآمد نیست. دو فناوری اولیه برای بازیابی انرژی از زباله‌های جامد، سوزاندن و تبدیل به گاز هستند. احتراق، نیاز به دفن زباله را کاهش داده و هزینه‌ها را با تولید برق جبران می‌کند. علاوه بر این، احتراق، بازیابی محتوای فلزی زباله‌های جامد را بهبود می‌بخشد (Cheng & Hu, 2010). اما از سوی دیگر، سوزاندن مستقیم زباله‌های جامد مرطوب عملی نیست زیرا احتراق، یک عملیات دشوار، ناپایدار و ناقص است. سوزاندن مستقیم به دلیل رطوبت زیاد، مقادیر زیادی آلاینده گازی تولید می‌کند. نیترات و گوگرد موجود در مواد اولیه به بارش باران اسیدی، انتشار گازهای گلخانه‌ای و تخریب لایه ازن کمک می‌کند.

در همین راستا، استفاده آبشاری و ایجاد ارزش بالاتر به عنوان دو اصل اساسی اقتصاد دایره‌ای در مدیریت زباله‌های زیستی برجسته شده‌است (Do et al., 2022). استفاده آبشاری به «بهینه‌سازی استفاده از منابع، از طریق استفاده مجدد متوالی از کیفیت منابع باقی‌مانده از کالاها و مواد استفاده شده قبلی» اشاره دارد. در زمینه زباله‌های زیستی، استفاده آبشاری شامل جداسازی و استخراج موثر مواد و ترکیبات متعدد از زباله‌های زیستی در یک فرآیند متوالی است. این امر هم هدر رفت منابع را از بین می‌برد و هم از استفاده از مواد شیمیایی سمی که مانع استفاده مجدد از مواد می‌شوند، جلوگیری می‌کند و آسیب زیست‌محیطی را کاهش می‌دهد. "ایجاد ارزش بالاتر"، تولید محصولات با ارزش افزوده بالاتر از محصولات جانبی را در اولویت قرار می‌دهد. بر این اساس، زباله‌های زیستی باید برای تولید محصولات غذایی و دارویی، قبل از تولید محصولات کم ارزش، از جمله مواد شیمیایی (مانند حلال‌ها، سوخت‌های زیستی و کودها) و انرژی (مانند سوخت‌های زیستی، گرما و برق) در اولویت قرار گیرند.

ضایعات صنعت گوشت بیشتر به پودر گوشت و استخوان[۱۲۷] (MBM) تبدیل می‌شود که مخلوطی از قطعات کوچک استخوان و بخش‌های باقی‌مانده از تولید گوشت است. مطالعات متعدد ارائه شده در ادبیات نشان می‌دهد که پودر گوشت و استخوان عمدتاً به‌عنوان سوخت زیستی به‌منظور بازیابی انرژی استفاده می‌شود. تبدیل ضایعات صنعت گوشت به پودر گوشت و استخوان فرصت استفاده از آن به عنوان کود در کشت محصولات کشاورزی را نیز فراهم می‌کند (Stępień et al., 2021).

از جمله راه‌های ممکن برای مدیریت ضایعات غذایی و گوشت، تبدیل ضایعات غذایی به خوراک دام است که بر اساس گزارش آژانس حفاظت از محیط زیست ایالات متحده در رتبه سوم سلسله مراتب بازیابی غذا قرار دارد. کشورهای ژاپن و کره جنوبی ضایعات غذایی را به‌عنوان خوراک حیوانات به کار می‌گیرند. در واقع این تکنیک، استراتژی اصلی مدیریت ضایعات آن‌ها است و استقلال نسبی آن‌ها در تهیه خوراک دام را تضمین کرده است. از نقطه نظر مسائل زیست‌محیطی و بهداشتی، استفاده از ضایعات غذایی به عنوان خوراک دام در مقایسه با هضم بی‌هوازی و کمپوست، اقدام پایدارتری به نظر می‌رسد اما، از آغاز بیماری جنون گاوی[۱۲۸] (BSE)، استفاده از محصولات جانبی حیوانی در تغذیه دام، تحت مقررات سختگیرانه قرار گرفت و در نتیجه فقط استفاده از مواد کم خطر (ضایعات دسته سوم) برای استفاده در خوراک دام مجاز اعلام گردید. همچنین تغذیه نشخوارکنندگان از وعده‌های غذایی حاصل از محصولات جانبی حیوانی، در اتحادیه اروپا و سایر کشورها ممنوع شده است.

[127] meat and bone meal
[128] bovine spongiform encephalopathy

ضایعات آلی غنی از پروتئین و چربی را می‌توان برای تولید بیوگاز از طریق هضم بی‌هوازی استفاده کرد که می‌تواند جایگزینی برای سوخت فسیلی باشد. تولید بیوگاز یکی از جایگزین‌های مناسب در مدیریت کارآمد زباله است و به دستیابی به اهداف تعیین شده در دستورالعمل انرژی‌های تجدیدپذیر اتحادیه اروپا کمک می‌کند (Cucui et al., 2018). بیوگاز محصول گازی به‌دست‌آمده از هضم بی‌هوازی است که یک فرآیند بیولوژیکی تجزیه با استفاده از انواع مختلف باکتری‌ها در غیاب اکسیژن است. روش‌های دیگر مدیریت زباله که در حال حاضر در برخی کشورها با محبوبیت فزاینده‌ای روبه‌رو شده‌است، روش‌های پیشرفته عملیات حرارتی به نام‌های گازی‌سازی و پیرولیز[۱۲۹] هستند. در این روش‌ها، زیست‌توده زباله در هوای محدود یا در یک محیط بی اثر، برای تولید گرما و محصولات سوختی (گاز سنتز و روغن زیستی) یا برای تولید برق و سوخت خودرو مورداستفاده قرار می‌گیرد (Voets et al., 2011).

بحث و نتیجه‌گیری

توجه به ضایعات مواد غذایی در مراحل مختلف از تولید تا مصرف، یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر پایداری زنجیره‌تأمین مواد غذایی و بالاخص زنجیره‌تأمین گوشت است. تحقیقات نشان می‌دهد که مقدار قابل توجهی از ضایعات غذایی اجتناب‌پذیر در زنجیره‌تأمین گوشت، در بخش مصرف خانوارها و بخش خدمات غذایی (رستوران‌ها، هتل‌ها، سلف دانشگاه‌ها و ...) رخ می‌دهد که مهم‌ترین دلایل آن خرید بیش از اندازه، پخت یا سروس بیش از اندازه است. همچنین در این زنجیره‌تأمین، یکی از اصلی‌ترین دلایل ضایعات غذایی قبل از رسیدن گوشت به دست مشتری، عدم همکاری و هماهنگی میان اجزای مختلف زنجیره می‌باشد.

در این راستا، این مقاله بر اساس تحقیقات گذشته و آمار ثبت شده در پایگاه‌های مختلف داده، به بیان اهمیت توجه به ضایعات غذایی به‌ویژه گوشت در ایجاد پایداری و امنیت غذایی پرداخته است. در این تحقیق، دلایل مختلف ایجاد ضایعات در زنجیره‌ی‌تأمین گوشت، شرح داده شده و دسته‌بندی‌های مختلف، برای انواع مختلف ضایعات ارائه می‌شود و در ادامه، راه‌های مختلف مدیریت این ضایعات تشریح می‌گردد.

اگرچه پژوهش حاضر نشان می‌دهد که تاکنون، توجه زیادی به ضایعات مواد غذایی و بالاخص گوشت، در سطح مصرف‌کننده شده‌است، اما تحقیقات پیشین کمتر به هدر رفت مواد غذایی و دلایل آن در بخش پرورش دام و طیور و حمل‌ونقل در سراسر زنجیره‌تأمین پرداخته‌اند. پر کردن این شکاف از طریق مطالعات آینده، می‌تواند به استراتژی‌های جامع‌تری برای کاهش ضایعات و بهبود پایداری منجر شود. همچنین با اولویت دادن به کاهش ضایعات و بهبود هماهنگی در سراسر زنجیره‌تأمین مواد غذایی، می‌توان گام‌های مؤثری به سوی امنیت غذایی و پایداری بیشتر برداشت که نحوه‌ی ایجاد این هماهنگی، موضوع مناسبی برای تحقیقات آتی محسوب می‌گردد.

مراجع

Birisci, E., & McGarvey, R. G. (2016). Inferring shortfall costs and integrating environmental costs into optimal production levels for an all-you-care-to-eat food service operation. International Journal of Production Economics, 182, 157-164.

Cheng, H., & Hu, Y. (2010). Municipal solid waste (MSW) as a renewable source of energy: Current and future practices in China. Bioresource technology, 101(11), 3816-3824.

[129] pyrolysis

Cucui, G., Ionescu, C. A., Goldbach, I. R., Coman, M. D., & Marin, E. L. M. (2018). Quantifying the economic effects of biogas installations for organic waste from agro-industrial sector. Sustainability, 10(7), 2582.

Do, Q., Mishra, N., Colicchia, C., Creazza, A., & Ramudhin, A. (2022). An extended institutional theory perspective on the adoption of circular economy practices: Insights from the seafood industry. International Journal of Production Economics, 247, 108400.

Food, S. (2016). Global initiative on food loss and waste reduction. Key facts on food loss and waste you should know.

Footprint, F. W. (2013). Food Wastage Footprint: Impacts on Natural Resources: Summary Report. Food & Agriculture Organization of the UN (FAO).

Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., Van Otterdijk, R., & Meybeck, A. (2011). Global food losses and food waste. In: FAO Rome.

Koppelmäki, K., Helenius, J., & Schulte, R. P. (2021). Nested circularity in food systems: A Nordic case study on connecting biomass, nutrient and energy flows from field scale to continent. Resources, Conservation and Recycling, 164, 105218.

Kwag, S. I., & Ko, Y. D. (2019). Optimal design for the Halal food logistics network. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 128, 212-228.

Martinho, N., Cheng, L., Bentes, I., Teixeira, C. A., Sousa Silva, S., & Liz Martins, M. (2022). Environmental, economic, and nutritional impact of food waste in a Portuguese university canteen. Sustainability, 14(23), 15608.

Nguyen, A. H. T., Singh, A., Kumari, S., & Choudhary, S. (2023). Multi-agent architecture for waste minimisation in beef supply chain. Production Planning & Control, 34(11), 1082-1096.

Ritchie, H., Rosado, P., & Roser, M. (2017). Meat and dairy production. Our world in data.

Scholz, K., Eriksson, M., & Strid, I. (2015). Carbon footprint of supermarket food waste. Resources, Conservation and Recycling, 94, 56-65.

Schröder, P., Beckers, B., Daniels, S., Gnädinger, F., Maestri, E., Marmiroli, N., Mench, M., Millán, R., Obermeier, M. M., & Oustriere, N. (2018). Intensify production, transform biomass to energy and novel goods and protect soils in Europe—A vision how to mobilize marginal lands. Science of the Total Environment, 616, 1101-1123.

Soethoudt, J., Van der Sluis, A., Waarts, Y., & Tromp, S. (2012). Houdbaarheidsdatum, verspilde moeite? (9461734816).

Stenmarck, Â., Jensen, C., Quested, T., Moates, G., Buksti, M., Cseh, B., Juul, S., Parry, A., Politano, A., & Redlingshofer, B. (2016). Estimates of European food waste levels. IVL Swedish Environmental Research Institute.

Stępień, A., Wojtkowiak, K., & Kolankowska, E. (2021). Use of meat industry waste in the form of meat-and-bone meal in fertilising maize (Zea mays L.) for grain. Sustainability, 13(5), 2857.

Voets, T., Kuppens, T., Cornelissen, T., & Thewys, T. (2011). Economics of electricity and heat production by gasification or flash pyrolysis of short rotation coppice in Flanders (Belgium). biomass and bioenergy, 35(5), 1912-1924.

Yang, Y., Chi, H., Tang, O., Zhou, W., & Fan, T. (2019). Cross perishable effect on optimal inventory preservation control. European Journal of Operational Research, 276(3), 998-1012.

Waste Management in the Food Supply Chain with a Special Emphasis on the Meat Supply Chain

Amirhosein Ghaneian[1], Fereshteh Parvaresh*[2]

[1]Master's student, Department of Industrial & Systems Engineering, Isfahan University of Technology
[2]Assistant Professor, Department of Industrial & Systems Engineering, Isfahan University of Technology
Corresponding Author: parvaresh@iut.ac.ir

Abstract

Increasing global food needs, inefficiencies in food supply chains, rising customer expectations, and environmental concerns are challenges that have heightened the need for sustainability in food supply chains today. Since reducing food waste throughout the supply chain is considered a key factor in sustainably addressing the global food security challenge, the present study examines the multifaceted issues surrounding food waste, particularly meat, and identifies the key reasons for inefficiency and loss. In addition, this research highlights the current waste management practices, challenges, and opportunities to reduce food waste and improve sustainability by analyzing the studies related to the subject literature. The main goal of this paper is to provide a comprehensive view of new and innovative methods for reducing and managing food waste, especially meat, leading to more sustainable and resilient food supply chains. The results of this study indicate that one of the main reasons for food waste before products reach consumers is a lack of cooperation and coordination among the different components of the supply chain, which requires special attention to address.

Keywords: Sustainability, food supply chain, meat supply chain, Food waste and meat waste, waste management

دومین همایش ملی پژوهش های کاربردی
امنیت غذایی، ایمنی غذایی و سلامت
«همزمان با روز جهانی غذا؛ ۲۵ مهرماه ۱۴۰۳»
موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

مروری بر راهکارهای کاهش آکریل آمید در محصولات نانوایی و سیب زمینی سرخ شده

سید حسین رضوی زادگان جهرمی [۱*]، مینو افراز[۲*]

[۱] استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[۲] دانشجوی **کارشناسی** گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[*] نویسندگان مسوول: Email:sh.razavizadegan@iut.ac.ir

Afrazminoo@gmail.com

چکیده

امنیت غذایی یکی از موضوعات کلیدی و مهم در اغلب جوامع بشری است که در چند دهه اخیر ضرورت پرداختن به شناخت عوامل مهم در ایجاد و کاهش مخاطرات آن بصورت روز افزون احساس می گردد. آکریل آمید یکی از ترکیباتی است که به وفور ایمنی مواد غذایی را در طیف وسیعی از محصولات غذایی بخطر انداخته و توسط واکنش مایلارد در مواد غذایی غنی از کربوهیدرات زمانی که در دمای بالاتر از ۱۲۰ درجه سانتی گراد فرآوری می شوند، تشکیل می شود. این ترکیب بسیار سمی بوده و اثرات جبران ناپذیری را بر روی سیستم عصبی و تولید مثل انسان گذاشته و بدلیل ویژگی جهش زا بودن آن، عامل برخی از سرطان های شایع در انسان نیز می باشد. تاکنون راهکارهای مختلفی برای کاهش و کنرتل تولید آن در محصولات غذایی ارائه شده است که بطور کلی در دو دسته حذف پیش سازها قبل از فرآوری و کنترل تولید آن در حین فرآیند طبقه بندی می شود. تلاش برای کاهش آکریل آمید از طریق راهکارهای ارائه شده می تواند نقش بسزائی در بهبود وضعیت ایمنی مواد غذایی ایفا کند.

واژگان کلیدی: ایمنی مواد غذایی، آکریل آمید، نانوایی، محصولات سیب زمینی.

مقدمه

نظر به افزایش آگاهی و بهبود روز افزون استاندارد های زندگی، اهمیت ایمنی در مواد غذایی و توجه به مخاطرات مصرف مواد غذایی نا ایمن بیش از پیش درک می گردد. امروزه تمایل مصرف کنندگان به مصرف مواد غذایی با کیفیت، سالم و ایمن رو به افزایش است. موضوع ایمنی مواد غذایی، موضوعی بسیار استراتژیک برای اغلب کشور ها و دولت ها می باشد. طبق گزارش سازمان بهداشت جهانی در سال ۲۰۱۵، بار بیماری ناشی از مصرف غذای نا ایمن که اغلب بر اساس وجود ۳۱ عامل مخاطره آمیز در مواد غذایی ایجاد می گردد در سطح جهانی و منطقه ای سالانه ۶۰۰ میلیون مورد بیماری ناشی از مصرف غذای ناایمن بوجود آورده که از این بین ۴۲۰ هزار نفر از مبتلایان به امراض، فوت می کنند. در این بین، بار بیماری و مرگ و میر ناشی از صرف غذای نا ایمن، بیشتر بر دوش گروههای آسیب پذیر بخصوص کودکان زیر ۵ سال بوده که اغلب در کشورهای با درآمد مالی کم و متوسط دیده می شود. طبق گزارش بانک جهانی در سال ۲۰۱۹، حدود ۹۵/۲ بیلیون دلار در سال صرف بهبود بیماری ناشی از مصرف غذای ناایمن شده است که این ارقام بیشتر در کشورهایی با درآمد کم و متوسط دیده شده است. بر این اساس کاملاً واضح است که ارتباط مستقیم و تنگاتنگی بین سلامتی افراد، ایمنی مواد غذایی و اقتصاد کشورها وجود دارد. لذا بهمین دلیل، موضوع ایمنی مواد غذایی علاوه بر جنبه های سلامت محوری، تاثیر قابل توجهی بر اقتصاد کشورها می گذارد که اغلب بعنوان مسئله استراتژیک در دولت ها شناخته شده است. لذا پرداختن به شناخت همه جانبه آن می تواند در بهبود و کاهش وضعیت موجود بسیار موثر باشد (WHO, 2015).

تقسیم بندی انواع سموم در محصولات غذایی

(Fung et al, 2018) به بررسی انواع سموم موجود در مواد غذایی پرداخته است. به طور کلی، سموم موجود در مواد غذایی به ۳ دسته کلی طبقه بندی می شود.

۱- سموم طبیعی که شامل آلگا، مواد ضد تغذیه ای، مایکوتوکسین ها و غیره می باشد. این سموم اغلب بعنوان سموم میکروبی که توسط میکروارگانیسم هایی نظیر باکتری، قارچ ها و آلگا ها تولید می شود نیز شناخته می شوند.

۲- سمومی که بر اساس آلاینده های محیط زیستی که درون آب، خاک و هوا بوده و وارد مواد غذایی می شود. عناصر کمیاب آلی، فلزات سنگین، آلاینده های آلی پایدار و غیره جزء این دسته از سموم می باشند.

۳- سموم فرآیندی که اغلب ترکیبات شیمیائی هستند که قبل از فرآیند در مواد غذایی وجود نداشته و پس از فرآیند بدلیل شرایط فرآیندی (بخصوص دمای بالا، خشک کردن و تخمیر) در محصول فرآوری شده یافت می شود (Bušová et al, 2020).

۴- ترکیبات سمی دیگر که شامل مواد رادیواکتیو، مواد آلرژی زای غذایی، باقیمانده داروها و دیگر سموم موجود در مواد غذایی بغیر از موارد فوق نیز شناسایی شده است (WHO, 2015).

تعریف سم آکریل آمید و بررسی اثرات نامطلوب آن بر سلامتی انسان

آکریل آمید یکی از سموم فرآیندی می باشد که توسط واکنش مایلارد در مواد غذایی غنی از کربوهیدرات زمانی که در دمای بالاتر از ۱۲۰ درجه سانتی گراد فرآوری شوند تشکیل می شود (Bušová et al, 2020). این ترکیب بسیار سمی بوده و اثرات

سوئی بر سلامتی انسان دارد که در زیر به بخشی از آنها پرداخته شده است. آکریل آمید بعنوان یک سم عصبی[۱۳۰] برای دستگاه عصبی انسان و حیوانات شناخته شده است. مکانیسم سمیت عصبی این ترکیب، کاهش انتشار انتقال دهنده های عصبی و در نهایت از بین رفتن پایانه های عصبی می باشد. این اثر احتمالاً بدلیل اتصال آکریل آمید به گروههای سولفیدریل بر روی سیستئین های پروتئین های درگیر در غشاء سلول های عصبی می باشد. از دیگر تاثیرات سم آکریل آمید بر بدن انسان، خاصیت سمیت ژنتیکی[۱۳۱] آن می باشد که بر روی تولید مثل انسان (و همچنین حیوانات) اثر گذاشته و بدلیل تاثیر زیاد آن بر تقسیم سلولی، تولید مثل انسان رو با مشکل مواجه می کند. از دیگر اثرات سوء آن بر بدن انسان، به اثرات سرطان زای آن می توان اشاره کرد. توانایی آن در آسیب های ژنتیکی و جهش از طریق حمله مستقیم به مولکول DNA و شکستن زنجیره آن و یا ایجاد تغییرات ژنی در انسان ثابت شده است. بر این اساس این تغییرات ژنی، نسبت آدنین و گوانین در بافت های مختلف بدنبال قرار گرفتن در معرض این ترکیب سمی افزایش می یابد. سم آکریل آمید علاوه بر اثرات سرطان زایی، بر افزایش بروز تومورهای غده پستانی، غده تیروئید، حفره دهان، رحم، و کلیتورال نیز موثر است (Exon, 2006).

فراوانی آکریل آمید در انواع محصولات غذایی

به طور کلی، آکریل آمید در اکثر محصولات غذایی حرارت دیده (بیش از ۱۲۰ درجه سانتی گراد) و سرخ شده بخصوص موادی که حاوی کربوهیدرات و پروتئین بالایی باشند یافت می شود. جدول ۱ لیست گروه های مختلف غذایی بر اساس میزان حضور آکریل آمید در آنها نشان می دهد. همانطور که دیده می شود، چیپس سیب زمینی، فرنچ فرایز، کراکر، غلات صبحانه جزء محصولاتی هستند که پتانسیل بالایی در ایجاد ترکیب آکریل آمید حین فرآیند در آنها بسیار زیاد می باشد. میزان آکریل آمید در محصولات غذایی

جدول ۱. بررسی مقدار آکریل آمید در برخی از محصولات غذایی با پتانسیل بالای تولید آکریل آمید (Damodaran et al, 2007)

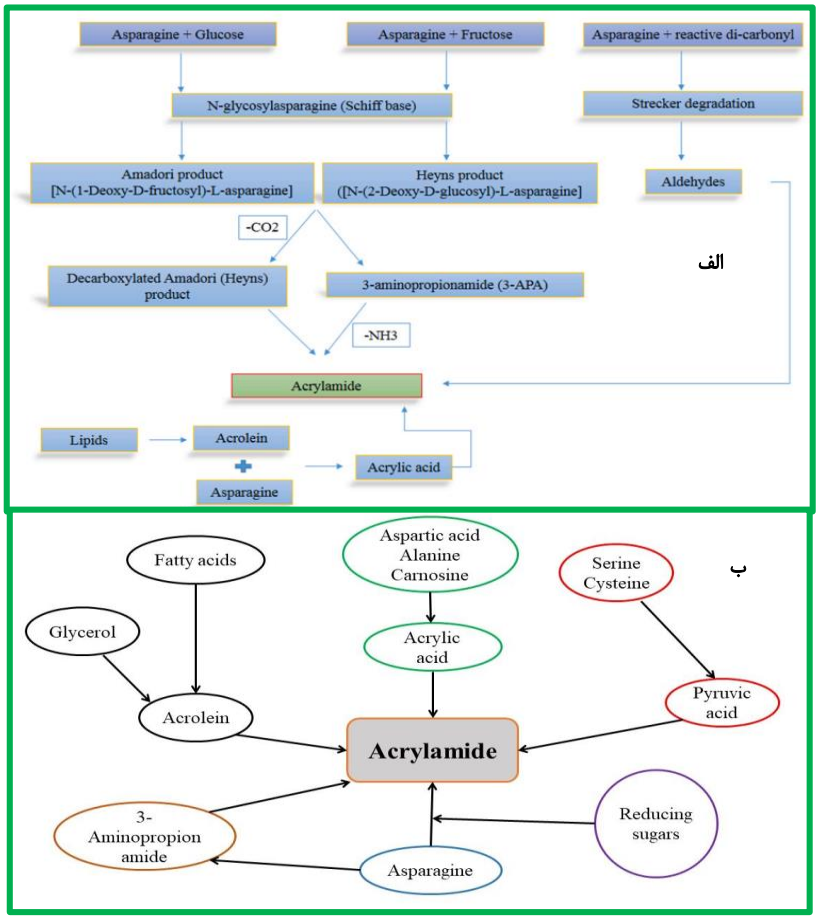
Food	ppb Acrylamide[a]
Breads	24–130
Breakfast cereals (RTE)	11–1057
Chocolates	0–74
Coffee (ground, unbrewed)	64–319
Coffee, decaffeinated (ground)	27–351
Coffee with chicory	380–609
Cookies	34–955
Crackers	26–1540
French fries	109–1325
Potato chips	117–2762[b]
Pretzels	46–386
Tortilla chips	130–196

حرارت دیده با پروتئین بالا حدوداً در درنج ۵۰-۵ میکروگرم بر کیلوگرم می باشد اما در محصولات غنی از کربوهیدرات با حرارت بالا در رنج ۴۰۰۰-۱۵۰ میکروگرم بر کیلوگرم می باشد. محصولات غنی از کربوهیدرات بسیار بیشتر در معرض تولید آکریل آمید هستند (Romani et al, 2008). آکریل آمید در غلظت بیشتر از ۱/۵ پی پی ام بسیار سرطانزاست.

[130] Neurotoxic
[131] Genotoxicity

مکانیسم تشکیل آکریل آمید در مواد غذایی

معمولاً آکریل آمید در محصولات غذایی مختلف بر اساس چند مکانیسم مختلف که اغلب بر مبنای واکنش مایلارد است تولید می شود. ۱- در حین حرارت دهی نرمال مواد غذایی، قندهای احیاء با اسید آمینه آسپارژین واکنش داده و از طریق واکنش



نمودار ۱. مکانیسم تشکیل آکریل آمید در محصولات مختلف غذایی بر مبنای پیشنهاد (Khezerolou et al, 2018) (الف) و (Nematollahi et al, 2021) (ب)

مایلارد سم آکریل آمید تولید می شود. معمولاً واکنش بین اسید آمینه آسپارژین و گلوکز بیشتر منجر به تولید رنگ می شود اما واکنش آن با فروکتوز اغلب تولید سم آکریل آمید می کند. علاوه بر گلوکز و فروکتوز، ترکیبات دی کربونیل نیز می توانند با آسپارژین ترکیب شده و آکریل آمید را تولید کنند.

مکانیزم تولید آکریل آمید

مکانیزم دوم، تولید آکریل آمید از طریق مسیر آکرولئین و آمونیا می باشد. در صورتی که ماده غذایی فاقد اسید آمینه آسپارژین اما غنی از روغن و چربی باشد، ترکیبات آکرولئین و آمونیا نقش آسپارژین رو بازی می کنند. ترکیبات آکرولئین و آکریلیک اسید در دمای بالا از تجزیه چربی (تری گلیسرید) بدست می آیند که در واکنش با قندها ترکیب آکریل آمید حاصل می شود. علاوه بر این مکانیسم ها، تخریب اسید آمینه از طریق آمونیا ممکن است منجر به تولید ترکیب آکریل آمید از طریق فرآیند حرارتی گردد (Khezerolou et al, 2018). همچنید در مواردی مشاهده شده است که اسید های آمینه سیستئین و سرین می توانند به اسید پیرووبک تبدیل شوند و در نهایت ترکیب آکریل آمید تولید شود.

راهکارهای کاهش میزان آکریل آمید در محصولات نانوایی

با توجه به مقدار بالای کربوهیدرات در محصولات نانوایی، و پیش ساز بودن آنها در تولید مقدار بیشتری آکریل آمید نسبت به محصولات غنی از پروتئین، اغلب در این محصولات مقدار قابل توجهی آکریل آمید تشکیل می شود که با روش هایی که در زیر به آن اشاره می شود میزان آن را کاهش می دهند.

تغییرات زراعی- ژنتیکی:

شرایط زراعی و ژنتیکی رشد گیاه گندم، تاثیر شگرفی بر میزان اسید آمینه آسپارژین در پروتئین گلوتن گندم داشته و به تبع آن ارتباط مستقیمی بر میزان آکریل آمید تولیدی در محصولات نانوایی خواهد داشت. ثابت شده است که درصورتی که میزان سولفات در کود مصرفی گیاه گندم وجود نداشته باشد، میزان اسید آمینه آسپارژین در گلوتن ۳۰ برابر بیشتر است از زمانی که عنصر سولفات وجود داشته باشد. این امر بخوبی نقش و اهمیت تیمارهای زراعی و ژنتیکی را در جهت کنترل میزان آکریل آمید تولیدی در محصولات نانوایی نشان می دهد. همچنین تحقیقات زیادی در خصوص کنترل آکریل آمید از طریق اصلاح نژاد گیاه گندم و کاهش اسید آمینه آسپارژین و قندهای احیاء صورت گرفته است که نتایج آنها حاکی از موفقیت آمیز بودن این راهکار بوده است (LEVIN, 2008).

دما و زمان پخت:

با افزایش دما (بیش از ۱۲۰ درجه سانتی گراد) و زمان، میزان تولید آکریل آمید در محصولات نانوایی پخته شده افزایش می یابد. مشاهده شده است که اغلب آکریل آمید تولیدی در سطح محصولات نانوایی می باشد. این امر سبب شده تا از طریق راهکارهای مختلفی نظیر پخت در فرهایی که حرارت غیر مستقیم دارند توصیه گردد (LEVIN, 2008).

استفاده از رومال های مخصوص:

یکی از راهکارهای موثر، استفاده از رومال های ویژه بر روی سطح خمیر نان و محصولات نانوایی قبل از پخت می باشد. این محصولات زمانی که در دمای بالای فر قرار می گیرند، سطح آنها که توسط فرمولاسیون رومال پوشیده شده است سبب شده تا پیش سازهای تولید کننده آکریل آمید غیر فعال شوند و علی رغم رنگ قهوه ای ایاد شده از تشکیل آکریل آمید توسط واکنش مایلارد جلوگیری می کند. در تحقیقی نشان داده شده است که در صورتی که سطح نان را با نشاسته ذرت پوشش داده شود، آکریل آمید تولیدی در

سطح و مغز نان ه ترتیب ۶۶/۷ و ۷۷/۱ درصد کاهش می یابد. همچنین بیان داشتند که ترکیب رومال و دمای پائین فر منجر به کاهش معنی دار آکریل آمید در محصول نانوایی می گردد (LEVIN, 2008).

استفاده از بیکربنات سدیم:

در برخی از محصولات نانوایی جهت دستیابی به بافتی پولک و متخلل از بیکربنات آمونیوم استفاده می شود. این ترکیب از طریق ایجاد ترکیبات حد واسط دی کربونیل آلفا و ترکیب شدن آن با گروه آمونیا منجر به ایجاد قندهای ایمین می شود که این قندها از طریق یکسری واکنش هایی به سم آکریل آمید تبدیل می شند. استفاده از ترکیب بیکربنات سدیم بجای بیکربنات آمونیوم، میزان آکریل آمید تولیدی را کاهش می دهد (LEVIN, 2008).

افزودن گلایسین:

بررسی شده است که اسپری کردن اسید آمیه گلایسین بر روی سطح نان تخمیری، میزان تشکیل آکریل آمید را کاهش می دهد. هر چقدر اسید آمینه آسپارژین در نان بیشتر باشد، در اثر افزودن گلایسین میزان کاهش آکریل آمید بیشتر می باشد (LEVIN, 2008).

افزودن ساکارز و ترهالوز:

جایگزینی قندهای احیاء و عسل در فرمولاسیون محصولات نانوایی با ساکارز و ترهالوز (قندهای غیر احیاء)، میزان آکریل آمید تولیدی به یزان ۲۰ برابر کاهش می یابد. مکانیزم جلوگیری آن از طریق ایجاد ترکیبات حدواسط غیر فعال نظیر پیروواالدهید می باشد (LEVIN, 2008).

استفاده از آنزیم آسپارژیناز و دیگر آنزیم ها:

آنزیم آسپارژیناز از طریق تبدیل پیش ساز آسپارژین به اسید آسپارتیک سبب کاهش میزان آکریل آمید تولیدی می شود. آنزیم های دیگر نظیر گلوکز اکسیداز از طریق اکسید کردن گروههای آلدهیدی در قند گلوکز مانع تشکیل ترکیب آکریل آمید می شوند (LEVIN, 2008).

تخمیرهای طولانی:

درصورتی که نان تهیه شده از آرد گندم و یا جو تخمیرشان با مخمر در زمان طولانی انجام شود، میزان اسید آمینه آسپارژین کاهش یافته و بتبع آن میزان آکریل آمید تولیدی نیز کاهش می یابد. علت آن به تغییر اسید آمینه آسپارزین در حین تخمیر به متابولیت های دیگر می توان نسبت داد. تخمیر با مخمر بسیار موثر تر است از تولیدی نان توسط روش خمیر ترش (Arwa et al, 2005).

راهکارهای کاهش میزان آکریل آمید در محصولات سیب زمینی سرخ شده

نگهداری سیب زمینی ها:

به طور کلی میزان قندهای ساکارز، گلوکز، فروکتوز و نشاسته در سیب زمینی در طول زمان تغییر کرده و به یکدیگر تبدیل می شوند. این اتفاق را اصطلاحاً شیرین شدن سرد می نامند که حاصل واکنش اپیمریزاسیون یا انورت شدن قندها می باشد. این واکنش با دما برگشت پذیر می باشد بطوریکه در دمای بالای ۱۰ درجه سانتی گراد تعادل بین انواع قندها و نشاسته ثابت می باشد اما در دمای زیر ۱۰ درجه سانتی گراد، میزان قندهای احاء افزایش می یابد. بهمین دلیل اغلب سیب زمینی ها را در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری می کنند (LEVIN, 2008).

در تحقیقی دیگر بررسی شد که میزان قندهای گلوکز، فروکتوز، ساکارز و اسید آمینه آسپارزین در سیب زمینی در طول نگهداری در دمای ۲ درجه سانتی گراد افزایش یافته است. مشاهده شده است که پیش تیمار سیب زمینی ها قبل از نگهداری در دمای ۲ درجه سانتی گراد با کاهش دمای نگهداری به میزان ۰/۲ درجه سانتی گراد در هر روز بطور معنی داری میزان آکریل آمید را در محصولات سرخ شده سیب زمینی کاهش می دهد. همچنین مشاهده شده است که افزایش عنصر نیتروژن در کود مصرفی در زمین زراعی سبب افزایش میزان اسید آمینه آزاد در سیب زمینی می شود که می تواند منجر به تولید آکریل آمید بیشتر شود (Silva and Simon, 2005).

نسبت سطح به حجم غده سیب زمینی:

در تحقیق مشاهده شده است که غدد سیب زمینی با نسبت سطح به حجم کم، افزایش میزان آکریل آمید در سیب زمینی سرخ شده آن با افزایش دما از ۱۲۰ درجه سانتی گراد به ۲۳۰ درجه سانتی گراد در حین زمان سرخ کردنافزایش می یابد. این درحالیست که در غدد سیب زمینی با نسبت سطح به حجم متوسط به بالا، حداکثر میزان آکریل آمید تولیدی در چیپس های سرخ شده در دمای پائین تری (دمای ۱۶۰ الی ۱۸۰ درجه سانتی گراد) مشاهده می شود. در نمونه های سیب زمینی با نسبت سطح به حجم متوسط به بالا در صورتی که از دماهای بالاتر و زمان طولانی تر استفاده گردد، میزان آکریل آمید تولیدی کاهش می یابد بدلیل ناپایداری و تجزیه ترکیب آکریل آمید (LEVIN, 2008).

میزان رطوبت سیب زمینی:

آب نقش مهم و تعیین کننده ای در تشکیل و حذف آکریل آمید در محصولات سیب زمینی سرخ شده دارد. مشاهده شده است که در رطوبت پائین، انرژی فعالسازی برای تشکیل آکریل آمید در سیب زمینی زیاد بوده (نیازمند حرارت بالاتری می باشد) نسبت به انرژی فعالسازی مورد نیاز برای قهوه ای شدن. همچنین مشاهده شده است که میزان آکریل آمید تولیدی در سیب زمینی با رطوبت بالا زمانی که در دمای بالا قرار می گیرد افزایش می یابد اما قهوه ای شدن در رطوبت متوسط به حداثر خود می رسد. لذا کنترل رطوبت سیب زمینی نقش مهمی در در ایجاد رنگ قهوه ای مطلوب و کاهش میزان آکریل آمید دارد و بعنوان یکی از راهکارهای کاربردی و موثر شناخته شده است (LEVIN, 2008).

۱-۶- شرایط سرخ کردن:

مشخص شده است که پارامرهای سرخ کردن تاثیر مشهودی در کاهش میزان آکریل آمید در محصول سیب زمینی سرخ شده دارد. مشاهده شده است که سرعت شکل گیری آکریل آمید در بازه دمایی ۱۴۰ الی ۱۸۰ درجه سانتی گراد رابطه مستقیمی و خطی با افزایش دما دارد. در این شرایط دمای اشتعال اغلب روغن ها حدود ۱۶۵ درجه سانتی گراد می باشد. همچنین دریافت شده است که بلانچینگ (حرارت ملایم مقدماتی حدود دمای ۹۵ درجه سانتی گراد بمدت ۱ الی ۸ دقیقه) گرم سیب زمینی قبل از سرخ کردن منجر به کاهش معنی دار میزان آکریل آمید در سیب زمینی سرخ شده می گردد که علت این امر کاهش سطح قندهای احیاء و ل قندها و همچنین گلوکز در سیب زمینی می باشد. تاثیر دما در شکل گیری آکریل آمید رد سیب زمینی سرخ شده بسیار بیشتر است از زمان سرخ کردن، لذا کنترل دما تاثیری شگرفی بر کاهش میزان آکریل آمید در محصولات سرخ شده دارد (LEVIN, 2008).

مقاومت حرارتی روغن سرخ کردنی:

هر چند که ترکیبات حاصل از اکسایش در روغن های اکسید شده پیش ساز تشکیل آکریل آمید هستند اما ثابت شده است که اختلاف معنی داری در میزان آکریل آمید تولیدی در محصول سرخ شده توسط روغن اکسید شده یا هیدرولیز شده با روغن سالم ندارد. لذا اکسایش لیپیدها لزوماً منجر به تولید آکریل آمید بیشتر در محصول سرخ شده ندارد زیرا

ضریب انتقال حرارت روغن های مختلف با هم متفاوت بوده. برای مثال روغن پالم منر به تولید میزان بیشتری آکریل آمید می شود نسبت به روغن های سرخ کردنی (LEVIN, 2008).

بلانچینگ و خیساندن در محلول اسیدی:

ثابت شده است که بلانچینگ سیب زمینی قبل از سرخ کردن منجر به کاهش معنی داری از ایجاد سم آکریل آمید در محصول سرخ کرده بدلیل کاهش سطح قندهای احیاء در محصول می شود. همچنین دیده شده است که خیساندن اسلایس های سیب زمینی قبل از سرخ کردن در محلول اسید استیک بمدت ۶۰ دقیقه در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد، ۹۰ درصد آکریل آمید تولیدی را کاهش می دهد. علت این کاهش احتمالاً به خروج اسید های آمینه و قندهای احیاء پیش ساز سم آکری آمید ارتباط دارد. بررسی ها نشان می دهد اسید استیک بسیار موثر تر از اسید سیتریک می باشد (LEVIN, 2008).

تخمیر لاکتیکی:

تحقیقات نشان می دهد درصورتی که خلال های سیب زمینی قبل از سرخ کردن با اسیدلاکتیک باکتری ها خمیر شود به میزان ۴۸ الی ۷۱ درصد شکل گیری سم آکریل آمید کاهش می یابد و اگر ترکیب بلانچینگ و تخمیر لاکتیکی با هم انجام شود این میزان به ۹۰ درصد کاهش می یابد. تخمیر های لاکتیکی منر به کاهش ایجاد رنگ قهوه ای مطلوب در سیب زمینی سرخ شده ها می گردد (LEVIN, 2008).

تاثیر ترکیبات اسیدی کننده و pH:

pH اولیه محصول بسیار در شکل گیری سم آکریل آمید موثر است. معمولاً در رنج pH ی ۶ الی ۸/۵ واکنش مایلارد و شکل گیری سم آکریل آمید حداکثر است و در صورتی که pH از این میزان کاهش یابد، میزان تولید آکریل آمید بدلیل پروتونه شدن گروه آمینی فعال و همچنین تبدیل اسید آمینه آسپارژین به آکریلیک اسید کاهش می یابد. بطور کلی بررسی شده است که ترکیب pH و دما در تشکیل و حذف آکریل آمید بسیار موثر است. حدکثر تولید آکریل آمید در رنج دمای ۱۲۰ الی ۱۶۰ دره سانتی راد و pH ۶ الی ۸/۵ می باشد. در صورتی که میزان دما افزایش یابد (۱۸۰ الی ۲۰ درجه سانتی گراد) و pH کاهش یابد، میزان آکریل آمید تولیدی کاهش می یابد بدلیل تخریب و تجزیه ساختار آکریل آمید در این شرایط. لذا وابستگی دمایی ثابت های سرعت تشیل و تجریب آکریل آمید بسیار به pH بستگی دارد. برای مثال سرعت تشکیل آکریل آمید در دمای ۱۶۰ درجه سانتی گراد در pH ۴ حدود ۱۰ برابر کمتر است نسبت به pH ۸. هر چند که شرایط اسیدی در کاهش آکریل آمید موثر است اما تاثیر آن بر طعم و مطلبوبیت حسی سیب زمینی های سرخ شده رو نباید نادیده رفت (LEVIN, 2008).

افزودن اسید های آمینه محافظتی:

بررسی ها نشان می دهد که درصورتی که اسیدهای آمینه سیستئین، گلایسین و لیزین قبل از سرخ کردن بر روی خلال های سیب زمینی اسپری شود، کاهش معنی داری در میزان سم آکریل آمید تولیدی مشاهده می شود. نقش گلایسین و سیستئین در کاهش آکریل آید پر رنگ تر از لیزین می باشد. مکانیزم عمل این اسیدهای آمینه از طریق رقابت با اسید آمینه آسپارژین در اتصال به گروه های کربونیل قندهای احیاء و جلوگیری از تشکیل آکریل آمید می باشد. همچنین، گروه تیول سیستئین می تواند با ترکیب آکریل آمید پیوند کووالانس دهد و تحت تیمار حرارتی القائ شده و حذف یک واحد سولفید هیدروژن به ترکیب دهیدروآلانین تبدیل شود. در مرحله بعد گروه آمین اسید آمینه آسپارژین رقابت می

کند در واکنش با پیوند دوگانه ترکیب دهیدروآلانین ه از ترکیب آکریل آمید بدست آمده است. لذا بدیهی است که با توجه به ماهیت اسید آمینه آزاد، امکان افزایش و کاهش میزان اکریل آمید در محصول وجود دارد (LEVIN, 2008).

نقش حفاظتی پروتئین نخود:

تحقیقات نشان داده است که در صورتی که سطح خلال های سیب زمینی قبل از حرارت دهی با خمیر و یا محلولی از پروتئین نخود پوشانده شود، میزان سم آکریل آمید تولیدی در سرخ کردن عمیق کاهش می یابد. بیان شده است که اثر حفاظتی پروتئین نخود در کاهش آکریل آمید تولیدی به ویژگی های شناخته شده پایداری حرارتی پروتئین بر می گردد. پروتئین های مقاوم به حرارت به نظر می رسد که یک ویژگی عایق حرارتی برای خلال های سیب زمینی داشته و از این طریق تشکیل آکریل آمید را با مشکل روبرو می کنند. همچنین این نقش حفاظتی ممکن است بدلیل اثرات مهارکنندگی آشکار پروتئین در معنی عام ارتباط داشته باشد (Vattem and Shetty, 2003).

نقش حفاظتی هیدرولیز های پروتئینی سویا:

در صورتی که محلولی از هیدرولیز پروتئینی سویا بر روی خلال های سیب زمینی قبل از سرخ کردن عمیق اسپری شود، میزان آکریل آمیدی تولیدی کاهش می یابد بدلیل واکنش گروه های آمینی آزاد پپتیدهای سویا با ترکیب آکریل آمید که منجر به تشکیل پیوند کووالانس با آنها حین حرارت سرخ کردن شده و از این طریق سمیت آنها را کاهش می دهد (Cook & Taylor, 2005).

نقش حفاظتی فلزات:

ثابت شده است که نمک های کلرید کلسیم و کلرید سدیم سبب کاهش تشکیل سم آکریل آمید در محصولات سرخ کردنی می شوند. همچنین مشاهده شده است که تیمار کردن خلال های سیب زمینی با کمپلکس کلسیم-فیتات در حضور و بدون حضور کلرید آهن تشکیل آکریل آمید را در سرخ کردن کاهش می دهد. اشاره شده است که علت آن بخاطر بر همکنش های یونی و الکتروستاتیکی بر قرار شده با اسید آمینه آسپارژین بوده و گروه آمین فعال آنرا قبل از واکنش با قندهای احیاء مهار می کند که سبب جلوگیری از شکل گیری ترکیب حدواسط باز شیف شده و بتبع آن سم آکریل آمید تشکیل نمی شود (LEVIN, 2008).

نقش حفاظتی ترکیبات آنتی اکسیدان:

بیان شده است که ترکیبات آنتی اکسیدانی سبب کاهش شکل گیری سم آکریل آمید می شوند. مکانیزم اصلی آنها جذب الکترون های آزاد فعال از ترکیبات حدواسط رادیکالی آزادی که در حین واکنش مایلارد ایجاد می گردد می باشد (LEVIN, 2008).

نقش ترکیبات گلیکوآلکالوئیدی:

هر چقدر میزان ترکیبات گلیکوآلکالوئیدی درسیب زمینی زیاد باشد، میزان سم آکریل آمید تولیدی در محصول سرخ شده کاهش می یابد. ترکیبات گلیکوآلکالوئیدی در اثر فرآیندهای بلانچینگ و پوست گیری کاهش می یابند. مکانیزم اصلی ترکیبات گلیکوآلکالوئیدی تغییر نقش بیولوژیکی سم آکریل آمید می باشد لذا در ترکیب با آن سمیت آن را کاهش می دهند (LEVIN, 2008).

نتیجه گیری کلی

با توجه به این موضوع که اغلب مواد غذایی فرآوری شده و خام حاوی مقدار قابل توجهی کربوهیدرات و پروتئین هستند، احتمال شکل گیری سموم فرآیندی در حین فرآوری محصولات غذایی بطور چشمگیری افزایش می یابد. راهکاری متعددی که در جهت کاهش سم آکریل آمید ارائه شده است اغلب قادر به کاهش معنی داری از میزان آکریل آمید تولیدی بوده لذا این امکان وجود دارد تا حد المقدرو، میزان ترکیب سمی آکریل آمید در محصولات غذایی کاهش یابد که در این بین نقش

تیمارهای فرآیندی بسیار از راهکار های دیگر پر رنگ تر بوده و با کنترل این پارامترها می توان محصولات فرآوری شده سالم تهیه کرد.

منابع

https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety

Arwa Mustafa, Roger Andersson, Johan Rosén, Afaf Kamal-Eldin, & Åman, P. (2005). Factors Influencing Acrylamide Content and Color in Rye Crisp Bread. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53, 5985-5989.

Bušová, M., Bencko, V., Kromerová, K., Nadjo, I., & Babjaková, J. (2020). Occurrence of acrylamide in selected food products. Central European journal of public health, 28(4), 320-324.

Cook, D. J., & Taylor, A. J. (2005). On-line MS/MS monitoring of acrylamide generation in potato-and cereal-based systems. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53(23), 8926-8933.

Damodaran, S., Parkin, K. L., & Fennema, O. R. (2007). Fennema's food chemistry: CRC press.

Exon, J. (2006). A review of the toxicology of acrylamide. Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B, 9(5), 397-412.

Fung, F., Wang, H.-S., & Menon, S. (2018). Food safety in the 21st century. Biomedical journal, 41(2), 88-95.

Khezerolou, A., Alizadeh-Sani, M., Zolfaghari Firouzsalari, N., & Ehsani, A. (2018). Formation, properties, and reduction methods of acrylamide in foods: A review study. Journal of Nutrition, Fasting and Health, 6(1 (Special issue on Food Safety)), 52-59.

LEVIN, M. F. A. C. E. (2008). Review of Methods for the Reduction of Dietary Content and Toxicity of Acrylamide. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56, 6113-6140.

Nematollahi, A., Meybodi, N. M., & Khaneghah, A. M. (2021). An overview of the combination of emerging technologies with conventional methods to reduce acrylamide in different food products: Perspectives and future challenges. Food Control, 127, 108144.

Romani, S., Bacchiocca, M., Rocculi, P., & Dalla Rosa, M. (2008). Effect of frying time on acrylamide content and quality aspects of French fries. European Food Research and Technology, 226, 555-560.

Silva, E. M., & Simon, P. W. (2005). Genetic, physiological, and environmental factors affecting acrylamide concentration in fried potato products. In M. Friedman & D. S. Mottram (Eds.), In Chemistry and Safety of Acrylamide in Food (pp. pp 371-386.): Springer: New York,.

Vattem, D. A., & Shetty, K. (2003). Acrylamide in food: a model for mechanism of formation and its reduction. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 4(3), 331-338.



Review of the reduction approaches of Acrylamide in the bakery and fried potato productes

Seyed Hossein Razavizadegan Jahromi[1], Minoo Afraz[2]
[1]Assisstant professor, Department of Food Science and Technology, College of Agriculture, Isfahan University of Technology
[2]Undergraduate student, Department of Food Science and Technology, College of Agriculture, Isfahan University of Technology
Corresponding Author: sh.razavizadegan@iut.ac.ir

Abstract

Food security is one of the key and main issues in most human societies, and the factors of its formation and reduction have recently found to be so necessary. Acrylamide is one of the food safety-threatening compounds in a wide range of food products and is formed by the Maillard reaction in carbohydrate-rich foods when they are processed at temperatures above 120°C. This compound is very toxic and has irreparable effects on the nervous system and human reproduction, and due to its mutagenic properties, it is also the cause of some common cancers in humans. Until now, various solutions have been presented to reduce and control its formation in food products, which are generally classified into two categories. (i) Removing precursors before processing and (ii) controlling its generation over the process. Efforts to reduce acrylamide via the presented solutions can play a great role in improving the food safety situation.

Keywords: Food safety, Acrylamide, Bakery, Potato products.

مروری بر امنیت غذایی، جامعه و دسترسی به غذا

سارا صفائیان لائین*[1]، محمد سیاح لائین[2]، سید محمدرضا بلندی[3]، شیبا یوسفوند[4]

[1]گروه بهداشت مواد غذایی و آبزیان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه فردوسی مشهد

[2]شبکه دامپزشکی شهرستان مشهد، خراسان رضوی، ایران

[3]گروه فارماکولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، ایران

[4]گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه فردوسی مشهد

***نویسنده مسوول:** safaeianlaein@gmail.com

چکیده

با توجه به صنعتی و ماشینی شدن زندگی امروزی، افراد از مشکلات سلامتی رنج خواهند برد. یکی از مشکلات عمده سلامتی، مشکلات تغذیه‌ای در فرم‌های مختلف چاقی، گرسنگی، و سوء تغذیه می‌باشد. عمده این مشکلات تغذیه‌ای می‌تواند بخاطر تغییر سبک زندگی از جمله تغییر رژیم‌های غذایی از رژیم‌های سرشار از فیبر، غلات، حبوبات، و سبزیجات به رژیم‌های غذایی گوشتی و فرآوری شده باشد. غذاهای فرآوری شده علاوه بر داشتن مضرات برای افراد، آسیب‌های زیست محیطی نیز دارند. در حال حاضر کاهش رژیم غذایی غنی از فیبر و دانه‌ها می‌تواند بدلیل کاهش تنوع زیستی گیاهان، و تغییرات اقلیمی باشد. در راستای بهبود شرایط تغذیه‌ای جهان، سازمان ملل متحد اهداف توسعه پایدار را در ۱۷ بند در جهت ریشه کن کردن فقر، حفاظت از محیط زیست و تضمین رفاه در سال ۲۰۱۵ پایه‌گذاری کرد. ریشه‌کن کردن فقر و گرسنگی نیاز به تولید ۶۰٪ تا ۲ برابر مواد غذایی می‌باشد؛ که با توجه به شرایط زیست محیطی و اقلیمی کره زمین این امر پیچیده می‌باشد. برای پایان دادن به فقر، گرسنگی، و سوء تغذیه نیاز به تأمین امنیت غذای افراد با رژیم‌های غذایی سالم، پایدار و مقرون بصرفه در هر زمان می‌باشد.

واژگان کلیدی: امنیت غذایی، تنوع زیستی، سوء تغذیه، گرسنگی، چاقی

مقدمه

در دهه‌های اخیر به دلیل جهانی شدن، شهرنشینی و افزایش درآمدها رژیم و عادات غذایی افراد بطرز چشمگیری تغییر یافته است. عادات غذایی افراد عمدتاً از مصرف غذاهای فصلی به خصوص گیاهی و غنی از فیبر به سمت مصرف غذاهایی با کربوهیدرات تصفیه شده، قند و چربی و نمک زیاد، غذاهای فراوری شده، گوشت و سایر محصولات با منبع حیوانی تغییر کرده است. در حال حاضر زمان کمتری برای تهیه وعده های غذایی صرف می‌شود و مصرف کنندگان به ویژه در مناطق شهری به طور فزاینده به سوپر مارکت‌ها، فروشگاه‌های فست فود ، غذاهای خیابانی و رستوران‌های دور افتاده اعتماد می‌کنند (Al-Jawaldeh & Abbass, 2022). ترکیبی از رژیم‌های غذایی ناسالم و سبک زندگی بی‌تحرک باعث افزایش نرخ چاقی در کشورهای توسعه یافته و کم درآمد شده است. هم اکنون بیش از ۶۷۰ میلیون بزرگسال و ۱۲۰ میلیون دختر و پسر (۵ تا ۱۹ ساله) چاق هستند و بیش از ۴۰ میلیون کودک زیر ۵ سال دارای اضافه وزن هستند، در حالی که بیش از ۸۰۰ میلیون نفر از گرسنگی رنج می‌برند (Al-Jawaldeh & Abbass, 2022).

رژیم غذایی ناسالم عامل خطر اصلی مرگ و میر ناشی از بیماری‌های غیر واگیر (NCDs) از جمله بیماری‌های قلبی عروقی، دیابت و برخی سرطان‌ها است. عادات غذایی ناسالم علاوه بر اینکه یک پنجم مرگ‌ها را در سراسر دنیا رقم می‌زند مبلغی بالغ بر ۲ تریلیون دلار درسال نیز بودجه به بخش سلامت تحمیل می‌کنند.

چاقی و سایر اشکال سوء تغذیه تقریباً از هر سه نفر یک نفر را مبتلا می‌کند. پیش بینی‌ها نشان می دهد که این تعداد تا سال ۲۰۲۵ به یک نفر از دو نفر خواهد رسید. خبر خوب این است که راه حل‌های مقرون به صرفه برای کاهش انواع سوء تغذیه وجود دارد، اما آن‌ها نیاز به تعهد و اقدام جهانی بیشتری دارند (International, 2014).

تنوع زیستی

تنوع در سطح ژنتیکی گونه‌ها و اکوسیستم را از نظر معنایی تنوع زیستی می‌گویند. روش‌هایی که سیستم‌های غذایی ما در حال حاضر با آن‌ها کار می‌کنند، از تولید محصولات کشاورزی گرفته تا فراوری و خرده فروشی فضای کمی برای غذاهای تازه و محلی دارد. زیرا محصولات اصلی مانند غلات در اولویت قرار دارند. تشدید تولید مواد غذایی به همراه تغییرات آب و هوایی باعث از دست رفتن سریع تنوع زیستی می‌شود. بطوری که امروزه تنها ۹ گونه گیاهی ۶۶٪ کل تولید محصولات زراعی را تشکیل می‌دهد. این درحالی است که در طول تاریخ بیش از ۶۰۰۰ گونه برای مواد غذایی کشت شده است. به طور تخمینی ۷۵٪ از تنوع ژنتیکی محصولات در دهه ۱۹۹۰ میلادی از بین رفته است و ۱۷٪ از گونه حیوانات اهلی در زمره گونه ای در خطر انقراض هستند. در واقع تنها ۳ گونه از گونه‌های محصولاتی مانند گندم، برنج، و ذرت تأمین کننده نیمی از کالری مصرفی افراد جهان هستند و ۵ گونه حیوانی گاو، گوسفند، بز، خوک و مرغ ۳۱٪ پروتئین مصرفی روزانه افراد را تأمین می‌کنند.

رژیم غذایی سالم چیست؟

یک رژیم غذایی زمانی رژیم غذایی سالم محسوب می شود که با تامین غذای کافی، ایمن، مغذی و متنوع نیازهای تغذیه‌ای افراد را تأمین کند و خطر ابتلا به بیماری را در او کاهش دهد. این رژیم باید شامل میوه، سبزی، حبوبات، آجیل، دانه‌ها، غلات سبوس‌دار و

غذاهای کم چرب (بخصوص چربی‌های اشباع) و با قند و نمک کم باشد که در حال حاضر برای بسیاری از افراد در دسترس یا مقرون به صرفه نیست (Change; Knez, Ranić, & Gurinović, 2024).

حقایق تغذیه ای

- **هزینه چاقی**: سالانه ۲ تریلیون دلار برای درمان مشکلات ناشی از چاقی هزینه می‌شود.
- **مرگ ناشی از رژیم غذای**: یکی مهمترین فاکتورهای که باعث مرگ و میر در سراسر جهان می‌شود، رژیم غذایی ناسالم همراه با سبک زندگی بدون تحرک و سیگار کشیدن است.
- **افزایش چاقی**: طبق گزارشات FAO بیش از ۶۷۰ میلیون بزرگسال، ۱۲۰ میلیون دختر و پسر (۵-۱۹ ساله) چاق هستند و بیش از ۴۰ میلیون کودک زیر ۵ سال دارای اضافه وزن هستند.
- **چاقی و گرسنگی:** درحالیکه بیش از ۸۲۰ میلیون نفر از گرسنگی رنج می‌برند، نیمی از افراد نیز از چاقی رنج می‌برند.
- **گرسنگی پنهان:** میلیاردها نفر برای داشتن زندگی سالم، فاقد یک رژیم غذایی سرشار از ویتامین ها و مواد معدنی و مغذی مورد نیاز بدن هستند. این یک معضل جهانی است بطوریکه بیش از ۲ میلیارد نفر در سراسر دنیا از کمبود ریزمغذی‌ها رنج می‌برند. بیش از ۱ میلیون کودک زیر ۵ سال هر ساله از فقر ویتامین A و زینک رنج می‌برند. کمبود ریز مغذی‌ها بدلیل نداشتن رژیم غذایی متنوعی که شامل مواد غذایی با منشأ حیوانی مانند گوشت می‌باشد؛ که باعث افزایش خطر بیماری‌های مانند اسهال، سرخک و اختلالات مغذی در کودکان می‌شود.
- **مشکلات زیست محیطی:** با توجه به افزایش مصرف غذاهای فراوری شده مانند گوشت و سایر محصولات با منشأ حیوانی در کشورهای کم درامد و متوسط آسیب های محیطی ناشی از سیستم های غذایی می تواند ۹۰-۵۰ درصد افزایش یابد.
- **چرخه معیوب:** اشکال مختلف سوء تغذیه می‌تواند در یک خانواده وجود داشته باشد، و همچنین ازیک نسل به نسل بعد منتقل شود.
- **از دست دادن تنوع:** از حدود ۶۰۰۰ گونه که در طول تاریخ برای مواد غذایی کشت داده شده امروزه فقط ۸ مورد از آن‌ها بیش از ۵۰ ٪ کالری مورد نیاز بدن را تأمین می‌کنند.
- **تهدیدهای اقلیمی و آب و هوایی:** تغییرات آب و هوایی نه تنها مقدار محصولات زراعی را کاهش می‌دهد بلکه بازده آن را نیز کاهش داده و باعث کاهش کیفیت و ارزش تغذیه‌ای آن نیز می‌شود (Al-Jawaldeh & Abbass, 2022; Change; International, 2014; Knez et al., 2024).

«اهداف توسعه پایدار» سازمان ملل

رهبران جهان در اجلاس هزاره ملل متحد در سال ۲۰۰۰ در مورد مجموعه‌ای از هدف‌های قابل نیل در زمانی محدود و مشخص و هدف‌هایی برای مبارزه با فقر، گرسنگی، بیماری، بی‌سوادی، نابودی محیط زیست و تبعیض علیه زنان توافق کرده‌اند. این اهداف که در مرکز برنامه کار جهانی قرار داشتند، می‌باستی تا پایان سال ۲۰۱۵ محقق شوند. با پایان عمر برنامه توسعه هزاره، سازمان ملل در سپتامبر ۲۰۱۵، اهداف توسعه پایدار Sustainable Development Goal (SDG) در جهت ریشه کن کردن فقر، حفاظت از محیط زیست و تضمین رفاه را پایه‌گذاری کرد (Halisçelik & Soytas, 2019) .

هفته نخست سپتامبر ۲۰۱۵، در آغاز نشست سه روزه توسعه پایدار و همزمان با هفتادمین اجلاس مجمع عمومی در نیویورک یک دستور کار جهانی جدید به اتفاق آرای ۱۹۳ دولت عضو سازمان ملل متحد برای پایان دادن به فقر تا سال ۲۰۳۰ به تصویب رسید. این تصویب تاریخی، دستور کار جدید توسعه پایدار را با ۱۷ آرمان جهانی شامل می‌شود؛ که با استقبال بیش از ۱۵۰ نفر از رهبران جهان و هیأت همراهشان روبرو شد. از این دستورکار جدید طلوع عصر جدید در عرصه ملی و همکاری بین‌المللی، نام برده می‌شود که کشورهای جهان را متعهد به پاره‌ای از اقدامات می‌کند که نه تنها پرداختن به علل ریشه‌ای فقر را شامل می‌شود، بلکه رشد اقتصادی و رفاه را افزایش می‌دهد.

دبیر کل وقت سازمان ملل ضمن حمایت از تعداد بالای شاخص‌ها جهت خوشه بندی این اهداف آن‌ها را در ۶ مفهوم اساس طبقه بندی کرده و گفت: کرامت، رفاه، عدالت، مشارکت، زمین، و مردم. طرح توسعه پایدار سال ۲۰۳۰ تمامی این اصول را در بر می‌گیرد. تمامی کشورها و تمامی سازمان‌های ذی‌نفع به روشی هماهنگ در این طرح مشارکت دارند و این طرح را اجرایی خواهند کرد. در همین خصوص سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فائو) از دیدگاه خود به اهداف توسعه پایدار پرداخته است. در گزارشی که فائو منتشر کرده، آمده است: «توسعه پایدار فرایندی است جهت حصول پایداری در هر فعالیتی که نیاز به منابع و جایگزینی سریع و یکپارچه آن مورد نیاز است. این آرمان (توسعه پایدار) در کنار رشد اقتصادی و توسعه بشری در یک جامعه یا یک اقتصاد توسعه یافته، تلاش در تحصیل توسعه مستمر، ورای توسعه اقتصادی دارد(Sachs, 2015) .

در واقع توسعه پایدار موجب پایداری منابع محدود و تجدید ناپذیری می‌شود که برای حیات نسل آینده ضروری است. توسعه پایدار عنصری است که بدون آسیب رساندن به یکپارچگی و ثبات نظام‌های حیاتی نیازهای انسان را برطرف و آینده‌ای مطلوب را برای جوامع بشری متصور می‌کند.

توسعه پایدار با ارائه راه حل‌هایی برای الگوهای ساختاری، اجتماعی و اقتصادی توسعه سعی در جلوگیری از بروز مسائلی همچون نابودی منابع طبیعی، تخریب سامانه‌های زیستی، آلودگی، تغییرات آب و هوایی، بی عدالتی و پایین آمدن کیفیت زندگی انسان‌های حال و آینده دارد. توسعه پایدار با استفاده از منابع، هدایت سرمایه‌گذاری‌ها، جهت گیری توسعه فناوری و تغییرات نهادی، در جهت سازگاری با نیازهای حال و آینده گام بر می‌دارد.

این سند دارای ۱۷ آرمان جهانی و ۱۶۹ هدف فرعی مربوط به توسعه پایدار است و به لحاظ شکلی، دارای یک مقدمه و چهار فصل متشکل از اعلامیه، اهداف اصلی و فرعی، ابزارهای اجرایی (ابزارهای لازم برای تحقق اهداف فوق) و پیگیری و بازبینی است. با این حال ما دو هدف از این اهداف ۱۷ گانه شامل پایان فقر و گرسنگی را مورد بررسی قرار داده‌ایم (Larson & Larson, 2019; Leal Filho, Lovren, Will, Salvia, & Frankenberger, 2021).

هدف اول: پایان فقر به معنای حقیقی

فائو در توضیح این هدف نوشته است: فقر تعریفی فراتر از نداشتن درآمد و امکانات برای معیشت پایدار است. همچنین نمایانگر کمبود فرصت‌ها و توانایی‌ها در بسیاری از مناطق از جمله عدم دسترسی مناسب به غذا، عدم دسترسی به امکانات آموزشی، شغل، آب آشامیدنی و سیستم فاضلاب، عدم مشارکت سیاسی و عدم امنیت اجتماعی است.

بیش از سه چهارم از آمار فقر در مناطق روستایی است. یکی از عوامل کارساز برای کاهش فقر، رویکرد متمرکز مردمی توسط فائو به منظور کاهش فقر در مناطق روستایی بوده که در جهت حفظ توسعه پایدار است.

سرمایه‌گذاری بر روی افراد روستایی از طریق موارد زیر امکان پذیر است: پایه‌گذاری سیستم امنیت اجتماعی، ایجاد پل ارتباطی میان شهر و روستا، سیاست‌های متمرکز بر روی افزایش درآمد افرادی همچون مزرعه‌داران کوچک، جنگل نشینان، ماهیگیران، افراد بومی

و عشایر و قبایل و در نهایت زنان و جوانان روستایی که دارای پتانسیل ایجاد تأثیرات قابل توجه و بلند مدت در اقتصاد کشورهای در حال توسعه هستند (Larson & Larson, 2019; Leal Filho et al., 2021).

مأموریت اصلی که فائو برای خود در این خصوص تعیین کرده، حذف فقر روستایی از طریق افزایش توانایی افراد ساکن در مناطق کمتر توسعه یافته است که این هدف با سرمایه‌گذاری دولت و دیگر بخش‌ها برای تقویت مؤسسات و سازمان‌های روستایی شکل می‌گیرد تا بتواند با تمرکز بر روی حاشیه نشین‌ها، افراد روستایی را حمایت و در راستای توانمند سازی قرار دهد.

نگاهی به آمار و ارقام زیر می‌تواند چشم‌انداز بهتری در خصوص وضعیت فقر در جهان به نمایش بگذارد. با اینکه «هدف توسعه هزاره سوم» رساندن فقر تا پایان سال ۲۰۱۵ به نصف بوده، اما پیشرفت در این امر مطلوب نبوده است. در این میان تعداد اندکی از کشورهای آسیایی مخصوصا چین شاهد بیشترین میزان کاهش آمار فقر بوده‌اند و اکنون در حدود ۸۳۶ میلیون نفر همچنان در فقر شدید به سر می‌برند که اکثریت آنها ساکن آسیای جنوبی و جنوب صحرای آفریقا هستند.

بر اساس آمارهای فائو، ۳۸ درصد از افراد فقیر در مناطق روستایی زندگی می‌کنند که اکثریت آنها وابسته به کشاورزی هستند. همچنین یک پنجم از افراد ساکن در کشورهای در حال توسعه، در فقر به سر می‌برند. این در حالی است که نرخ بالای فقر اغلب در کشورهای کوچک و آسیب پذیر و پر آشوب از نظر سیاسی و اجتماعی دیده می‌شود. کاهش نرخ فقر در کشورهای کم درآمد روند آهسته‌تری دارد مخصوصا در کشورهای آفریقایی که فقر انسانی از آنجا نشأت می‌گیرد.

فائو در آمارهای خود آورده است، تنها ۲۷ درصد جمعیت جهان از امنیت اجتماعی برخوردارند و امنیت اجتماعی با تاثیر مثبت بر تولید محصولات کشاورزی، اشتغال روستایی و کاهش فقر، عاملی برای رشد اقتصاد محلی محسوب می‌شود(Ahenkan & Osei-Kojo, 2014; ESCAP, 2017) .

هدف دوم : پایان گرسنگی، رسیدن به امنیت غذیی و بهبود تغذیه و توسعه کشاورزی پایدار

فائو در بررسی هدف دوم توسعه پایدار در خصوص پایان گرسنگی و امنیت غذایی آورده است که در حال حاضر غذای تولیدی در دنیا بیش از میزان مورد نیاز برای سیر کردن همه افراد جهان است، اما هنوز ۸۰۰ میلیون نفر دچار سو تغذیه حاد هستند بدین ترتیب که از هر سه نفر بر روی این کره خاکی، یک نفر سوءتغذیه دارد.

یکی از بزرگترین چالش‌هایی که جهان با آن روبرو است پاسخ به این سؤال است که چطور می‌توان نیازهای تغذیه‌ای جمعیتی که تا سال ۲۰۵۰ به حدود ۱۰ میلیارد نفر می‌رسد را تأمین و غذاهایی با کیفیت مناسب برای زندگی سالم ارائه داد.

برای سیرکردن ۲ میلیارد نفر دیگر تا سال ۲۰۵۰ میلادی (۱۴۲۹ شمسی)، می‌بایست تولید مواد غذایی در جهان را تا ۶۰ درصد و در کشورهای در حال توسعه تقریباً تا دو برابر افزایش داد. در پی تغییرات آب و هوایی و تأثیرات آن بر روی کشاورزی این شرایط پیچیده‌تر می‌شود.

اما یکی از معضلاتی که سد راه تأمین این هدف خواهد بود، مشکلات زیست محیطی است. به این ترتیب که تأمین مواد غذایی برای تعداد افراد بیشتری در جهان از یک سو و در عین حال حفاظت از محیط زیست از چالش بسیار بزرگی به شمار می‌رود، اما می‌توان با ایجاد تغییراتی در سیستم غذایی و کشاورزی از طریق توانمندسازی دولت و امنیت سیاسی به تولید و مصرف متنوع و پایداری رسید.

امنیت غذایی موضوع پیچیده‌ای است که به رویکرد جامعی نیاز دارد و شامل مجموعه‌ای از فعالیت‌های مکمل با هدف دستیابی به امنیت غذایی، حذف سوءتغذیه ، توجه به تولید و درآمد تمام تولیدکنندگان خرده فروش مواد غذایی، انعطاف پذیری در سیستم تولید مواد غذایی و استفاده پایدار از منابع ژنتیکی و تنوع زیستی است.

سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد در این خصوص نوشته است: «رسیدن به نقطه صفر گرسنگی در قلب وظایف فائو است که برای رسیدن به این مهم این سازمان با دولت و دیگر سازمان‌ها در برنامه‌ها و سیاست‌های عمومی آن‌ها در راستای امنیت غذایی، تغذیه و کشاورزی پایدار فعالیت می‌کند». آمارهای فائو از میزان گرسنگی می‌تواند وضعیت ناپسمان جهان و مسیر دشوار رسیدن به اهداف ۱۵ ساله توسعه پایدار را مشخص کند (Cheo & Tapiwa, 2021).

هدف سوم: سلامتی

از سال ۱۹۹۰ میزان مرگ و میر مادران ۵۰ ٪ در آفریقا و ۶۰ ٪ در آسیا کاهش پیدا کرده است

هدف چهارم: کیفیت آموزش

طبق گزارشات فائو میزان ثبت نام در آموزش ابتدایی در کشورهای در حال توسعه به ۹۱ ٪ رسیده است.

هدف پنجم: برابری جنسیتی

در سطح جهان زنان به ازای هر دلار که مردان در همان کار کسب می کنند فقط ۷۷ سنت دریافت می‌کنند

هدف ششم: آب تمیز و بهداشتی

۲/۴ میلیارد نفر در سراسر جهان به سرویس‌های بهداشتی اولیه مانند توالت دسترسی ندارند.

هدف هفتم: انرژی های تجدید پذیر

از هر ۷ نفر یک نفر دسترسی به برق ندارد، و بیشتر این افرادی که دسترسی به برق ندارند در مناطق روستایی زندگی می‌کنند.

هدف هشتم: شغل خوب و امنیت شغلی

در سال ۲۰۱۷ حدود ۳۰۰ میلیون کارگر در فقر شدید زندگی می‌کردند که کمتر از ۹ دلار در روز درامد داشتند.

هدف نهم: نواری در زیر ساخت ها

در کشور های در حال توسعه به سختی ۳۰ ٪ محصولات کشاورزی به صورت صنعتی تولید می‌شود این در حالی است که در کشور های توسعه یافته ۹۸ ٪ محصولات کشاورزی به صورت صنعتی تولید می شود.

هدف دهم: کاهش نابرابری ها

یک مطالعه اخیر دانشگاه هاروارد نشان داده است که برابری جنسیتی در نیروی کار می‌تواند تا سال ۲۰۲۵ ، ۲۸ هزار میلیارد دلار به اقتصاد جهان بی‌افزاید.

هدف یازدهم: شهر و جوامع پایدار

بیش از نیمی از جمعیت جهان اکنون در مناطق شهری زندگی می‌کنند که تا سال ۲۰۵۰ این رقم به ۶/۵ میلیارد نفر خواهد رسید.

هدف دوازدهم: مسئولیت مصرف

کمتر از ۳٪ آب جهان قابل آشامیدن است که از این مقدار ۲/۵ ٪ در قطب جنوب و شمال و یخچال‌های قطبی هستند و زندگی بشریت فقط به ۰/۵٪ آب متکی است.

هدف سیزدهم: آب و هوا

از سال ۱۹۷۰ تعداد بلایای طبیعی در سراسر جهان به حدود ۴۰۰ بار در سال افزایش یافته است.

هدف چهاردهم: زندگی زیر آب

در سطح جهان ارزش منابع دریایی و ساحلی سالانه حدود ۳ تریلیون دلار آمریکا یعنی ۵ ٪ از تولید ناخالص جهان است.

هدف پانزدهم: زندگی بر روی زمین

۱/۶ میلیارد نفر برای معیشت خود به جنگل‌ها وابسته اند. بطوری که ۲/۶ میلیارد نفر در سراسر جهان برای درامدزایی مستقیماً به کشاورزی وابسته اند.

هدف شانزدهم: صلح و عدالت

فساد، رشوه، دزدی و فرار مالیتی حدود ۱/۲۶ تریلیون دلار برای کشورهای در حال توسعه در هر سال هزینه دارد.

هدف هفدهم: مشارکت برای اهداف

سازمان ملل متحد می‌گوید برای رسیدن به این اهداف توسعه پایدار به ۷-۵ تریلیون دلار سرمایه گذاری سالیانه نیاز است (Halisçelik & Soytas, 2019).

امنیت غذایی

امنیت غذایی در شرایطی وجود دارد که همه افراد در هر زمان از دسترسی جسمی و اقتصادی به غذای سالم و مفید برخوردار باشند؛ که نیازهای غذایی آن ها را برای یک زندگی فعال و سالم براورده کند.

این تعریف چهار بعد اصلی امنیت غذایی را معرفی می کند. ۱- موجود بودن غذا ۲- دسترسی اقتصادی و فیزیکی به مواد غذایی ۳- پایداری در دریافت غذا ۴- پایداری این سه بعد در طول زمان

عنصر موجود بودن غذا تنها به میزان مواد غذایی در مرزهای ملی که درگذشته عنصر اصلی امنیت غذایی بود، تکیه ندارد و امروزه شامل تولید (عرضه داخلی) و واردات مواد غذایی نیز می‌باشد.

مفهوم «دسترسی به غذا» نیز دسترسی فیزیکی و اقتصادی به منابع جهت تأمین اقلام غذایی مورد نیاز جامعه است و به معنای «پایداری در دریافت غذا»، ثبات و پایداری دریافت ارزش‌های غذایی مورد نیاز جامعه می‌باشد.

طبق تعریف ، FAO امنیت غذایی را دسترسی همه مردم به غذای کافی در تمام اوقات برای داشتن یک جسم سالم می داند. موجود بودن غذا، دسترسی به غذا، پایداری در دریافت غذا (Pérez-Escamilla, Gubert, Rogers, & Hromi-Fiedler, 2017).

تفاوت امینت غذایی با ایمنی غذایی

ایمنی غذایی (Food safety): اطمینان یافتن از این که غذایی که مردم جامعه مصرف می کنند به طور کامل سالم و فاقد هر گونه آلودگی باشد. این آلودگی شامل آلودگی میکروبی و شیمیایی است. ایمنی غذا از جهت آلودگی به باکتری‌های باقیمانده مواد شیمیایی مانند سموم، آنتی بیوتیک‌ها، فلزات سنگین، هورمون‌ها و یکسری حشرات نیز مورد نظر است.

برای شناسایی جمعیت‌های ناامن غذایی، محققان باید بر روی شاخص‌های مختلف برای سنجش چهار بعد امنیت غذایی، فراهمی، دسترسی، بهره مندی سلولی و ثبات، تکیه کنند. معیارهای موجود مواردی از قبیل: شاخص‌های ملی فراهمی و دسترسی، شاخص‌های دسترسی خانوار و استفاده از آن، سنجش‌های فیزیکی یافته‌های تغذیه‌ای و سلامتی و اقدامات تجربی جدید در مورد امنیت غذایی را شامل می‌شود. در بیشتر کشورهای دارای درآمد پایین، تولیدات داخلی بخش عمده ای از کالاهای غذایی کشور را تأمین می‌کنند. طی چند دهه گذشته، در اکثر کشورها رشد تولید و عملکرد، امنیت غذایی را بهبود بخشیده است. در بسیاری از کشورهای در حال توسعه، افزایش بهره وری کشاورزی به طور قابل توجهی باعث بهبود امنیت غذایی شده است. به طور متوسط، رشد سریع‌تر بهره وری

کشاورزی، باعث کاهش بیشتر در ناامنی غذایی می‌شود. دستاوردهای موجود از طریق تحقیقات بهره وری و استفاده از تکنولوژی، از طریق گسترش، دسترسی به بازار و ابزارهای مدیریت ریسک، به بهبود امنیت غذایی در بسیاری از کشورها کمک کرده است (Kleter & Marvin, 2009).

تجارت مواد غذایی

در کشورهایی که آب و هوا و یا فقدان منابع زمینی و یا آب، تولیدات داخلی را محدود می کند، واردات مواد غذایی نقش اصلی را در بهبود ناامنی غذایی ایفا می کند. همچنین در کشورهای دیگر، واردات مواد غذایی نقش مکمل را ایفا می‌کند. بعضی کشورها وابستگی خود را به واردات محدود می‌کنند، زیرا نگرانی‌هایی در مورد تأثیرات بر تولید و اشتغال داخلی و همچنین ذخایر ارزی و زیرساخت‌های ناکافی وجود دارد. با این حال، در بلند مدت، تعدادی از کشورهای در حال توسعه، با رقابت در بازارهای جهانی برای کالاها و خدمات و باز کردن بازارهای غذایی برای تجارت بین المللی، راه حل‌های امنیت غذایی مؤثر را پیدا کرده‌اند (Sachs, 2015).

برنامه‌های خالص سلامت و امنیت غذایی

کشورها انواع مختلفی از برنامه‌های شبکه ایمنی مواد غذایی داخلی را به کار می برند، از کمک های غذایی گرفته تا روش‌های جدیدتر که انتقال پول نقد مشروط و بدون قید و شرط را مهیا می‌کند.

برنامه‌های یارانه نقدی می‌توانند از روش‌های قدیمی ر، موثرتر باشند، اما همه کشورها بازارهای غذایی و ظرفیت اداری کافی برای اجرای آن‌ها را ندارند. با این حال، پیشرفت در فن آوری اطلاعات، شناسایی شخصی، بانکداری و تلفن‌های همراه از گسترش برنامه‌های انتقال پول هدفمند پشتیبانی می‌کند. این نوآوری‌ها می توانند برنامه‌ها را موثرتر و و باعث کاهش تحریم‌های بازار در ارتباط با خرید، توزیع و نگهداری کالاهای موجود در برنامه های سنتی غیرمجاز بشوند (Kleter & Marvin, 2009).

تغذیه

چالش‌های تغذیه‌ای حتی در زمانی که فراهمی مواد غذایی و دسترسی به آن بهبود یافته است، همچنان ادامه دارد. تنوع غذایی کلیدی برای بهبود تغذیه است. رژیم‌های غذایی متداول متنوع‌تر شده‌اند، اما به طور گسترده‌ای در دسترس گروه‌های با درآمد پایین یا زیر گروه‌های آسیب پذیر مانند مادران و کودکان خردسال نمی‌باشند. همچنین عواملی به غیر از غذا مانند آب تمیز و بهداشتی از عوامل کلیدی در بهبود بهره وری مواد غذایی و تغذیه در میان این گروه‌ها هستند (Kleter & Marvin, 2009).

بهره‌وری کشاورزی و امنیت غذایی

رشد بهره‌وری در کشاورزی می‌تواند امنیت غذایی را به طور مستقیم با افزایش دسترسی به مواد غذایی و به طور غیر مستقیم با بهبود دسترسی به مواد غذایی، بهره مندی و ثبات، بهبود بخشد. به طور متوسط، کشورهایی که رشد بیشتری را در بهره وری کشاورزی به دست آورده‌اند، همچنان شاهد کاهش بیشتر شیوع ناامنی غذایی بوده‌اند. سرمایه گذاری در تحقیقات کشاورزی و توسعه فناوری، همراه با پیشرفت در محیط گسترده‌تر (مثلاً زیرساخت‌ها، دسترسی به بازار، مؤسسات و اقدامات مدیریت ریسک)، کلید حفظ رشد اقتصادی درازمدت است. با دادن مجوز به تولید مواد غذایی بیشتر از یک مجموعه از ورودی‌ها، بهره‌وری فاکتور کل کشاورزی (TFP)

افزایش یافته، و گسترش تولید غذا را در کاهش هزینه‌های واقعی، تسهیل می‌کند. TFP به عنوان نسبت کل خروجی به مجموع ورودی کل تعریف شده است، و رشد در TFP بازتابی از دستاوردهای تکنولوژی‌های جدید و بهبود کارایی فرایند تولید است. مقایسه رشد متوسط جهانی TFP و شاخص کل قیمت‌های واقعی مواد غذایی و روند آن رابطه‌ی بلندمدت بین بهره‌وری کشاورزی و قیمت مواد غذایی را نشان می‌دهد (Gillingham et al., 2007).

منابع رشد بهره وری در کشاورزی

رشد TFP ممکن است در فرم‌های مختلفی از قبیل: تکنولوژی جدید (به عنوان مثال، تنوع یا ابزارها جدید)، فرآیندهای جدید، مؤسسات جدید (به عنوان مثال، فرم‌های جدید قراردادها یا سازوکارهای سیاست) و بازارهای جدید (به عنوان مثال، ایجاد یک بازار برای محصول با ارزش افزوده) باشد.

مشکلات در حال ظهور در بهره‌وری کشاورزی و امنیت غذایی

نقش تحقیقات کشاورزی

بهره‌وری برای سیستم مواد غذایی کشاورزی گسترده‌تر

ارتباط بهرهوری- انعطاف پذیری

ریسک مربوط به تغییرات آب و هوایی

تجارت در کشاورزی و سهم آن در امنیت غذایی

تجارت می‌تواند به ابعاد مختلف امنیت غذایی، از جمله فراهمی مواد غذایی، دسترسی، بهره برداری و ثبات کمک کند. افزایش وابستگی به تجارت همچنین چالش‌های بالقوه‌ای را برای توسعه کشاورزی داخلی ارائه می‌دهد و در برخی شرایط بازار ممکن است بازارهای داخلی را به سمت نوسانات قیمت بیشتر سوق دهد. بسیاری از کشورها ناامن برای صادرات مواد غذایی، وارد کننده مواد غذایی خالص هستند. واردات به عنوان یک عامل مهم برای بهبود امنیت غذایی در کشورهای با پتانسیل تولید محدود می‌باشد. در بیشتر ۷۶ کشور کم درآمد و ناامن که درآمد متوسط دارند، و به طور مرتب از سوی USDA پایش می‌شوند، تولید داخلی منبع اصلی به دست آوردن امنیت غذایی می باشد.

واردات تجاری، در تضاد با کمک غذایی، مسئول رشد واردات غلات و مواد غذایی معادل غلات در ۷۶ کشور بوده است. سهم کمک غذایی در واردات غلات از اواسط دهه ی ۱۹۹۰ به طور جهانی و در تمام مناطق کم درآمد کاهش یافته است. برای برخی از کشورها، توانایی تولید ظرفیت مالی برای واردات غذا از طریق درآمد حاصل از صادرات و سایر درآمدهای خارجی و ایجاد توافق بین واردات

مواد غذایی و هزینه‌های سرمایه گذاری در مناطق مختلف مانند کشاورزی و وجود زیرساخت‌ها برای ملاحظات سیاست واردات مواد غذایی در نظر گرفته می‌شوند (Gillingham et al., 2007).

واردات مواد غذایی چگونه بر امنیت غذایی تأثیر می گذارد؟

واضح‌ترین راه این است که واردات از طریق دسترسی مواد غذایی (food availability) می‌تواند امنیت غذایی را افزایش دهد . همچنین واردات می‌تواند دسترسی فیزیکی و اقتصادی به مواد غذایی و مواد مغذی را بهبود بخشد. این امر به این بستگی دارد که آیا تدارکات داخلی، بازارها و برنامه ها می توانند به موقع واردات را به مناطق کم درآمد و خانواده ها با قیمت مقرون به صرفه توزیع کنند. واردات می‌تواند از طریق افزایش دسترسی به مواد غذایی و دسترسی به رژیم‌های با کیفیت بالاتر، به ابعاد مختلف استفاده از امنیت غذایی کمک کند. از سال ۱۹۹۰، روند واردات سرانه و سهم فراهمی غلات (از جمله معادل غلات ریشه و غده) در ۷۶ کشور کم درآمد و درآمد متوسط که توسط USDA پایش می شود، وجود دارد، اما این مسئله در مناطق مختلف تفاوت‌های قابل توجهی دارد. واردات و سهم واردات در جنوب و جنوب شرقی آسیا و مناطق جنوب صحرای آفریقا نسبتاً پایین است، در صورتی که در این مناطق کشورهای بسیاری وجود دارد که دارای بخش‌های قابل توجه کشاورزی با منابع زمین و آب برای رشد مواد غذایی هستند. در اکثر ۷۶ کشور کم درآمد و متوسط که توسط USDA پایش شده‌اند، از سال ۲۰۰۰ به میزان قابل توجهی جمعیت‌های ناامن غذایی در آن‌ها کاهش یافته است، اما با کمک‌های مختلف از دستاوردهای تجارت و تولید داخلی، پیشرفت چشمگیری داشته‌اند. به طور کلی، در ۷۶ کشور مورد مطالعه، عمدتاً تولید داخلی منبع اصلی ذخایر غله در سرانه و ریشه‌ها و غده‌های معادل غلات بوده است (Hoddinott & Yohannes, 2002).

بنابراین در کنار چاقی و گرسنگی، عدم امنیت غذایی (food insecurity) یکی دیگر از چالش های پیش روی در جهان است. با تغییر رژیم غذایی سالم با خوردن میوه و سیزیجات بیشتر و کاهش مصرف غذاهای فست فودی می‌شود به تحقق هدف گرسنگی صفر که از اهداف توسعه پایدار است کمک شود. بیش از ۸۲ میلیون نفر تقریباً از هر ۹ نفر ۱ نفر در سراسر جهان گرسنه هستند و سوء تغذیه از هر ۳ نفر یک نفر را تحت تأثیر قرار می دهد. طبق گفته سازمان ملل جهان با بحران افراطی روبه رو شده است بطوری که بسیاری تحت تاثیر چاقی و دیگران ناامنی غذایی هستند. انسان ها با تغییر رژیم غذایی خود از غذاهای فصلی و عمدتاً بر پایه گیاه و فیبر به رژیم‌های پرکالری غنی از نشاسته، قند، نمک، چربی و غذاهای فراوری شده روی آورده است. استفاده از رژیم‌های غذایی نامناسب اغلب به دلیل جهانی شدن، شهر نشینی و افزایش درامد بوده است. افراد وقت کمی را برای تهیه غذا در خانه صرف می‌کنند و غذای پخته شده و مواد غذایی بسته بندی شده را نیز فقط با کلیک کردن فراهم می‌کنند. از طرفی بسیاری از مردم در سطح جهان از ناامنی غذایی رنج می برند وضعیتی که در ان فرد از دسترسی کافی به مقادیر کافی غذای سالم و مغذی برای داشتن یک زندگی عادی و سالم برخوردار نیستند. امنیت غذایی در دوران ما فقط یک مقدار نیست بلکه کیفیت را نیز شامل می شود. رژیم‌های غذایی ناسالم اکنون به یک عامل مهم و پیش رو در ایجاد بیماری و مرگ و میر در سطح جهان تبدیل شده است. یک ضرورتی که امروزه وجود دارد در دسترس بودن رژیم‌های سالم و پایدار و مقرون به صرفه برای همگان است بنابراین یکی از راه‌های مقابله با ناامنی غذایی رژیم‌های غذایی سالم است که باید در اختیار همگان قرار گیرد (Pérez-Escamilla & Segall-Corrêa, 2008).

راهکارهای مقابله با ناامنی غذایی Food insecurity

۱- استفاده از رژیم‌های غذایی متنوع: بیش از ۳۰۰۰۰ گونه گیاهی خوراکی برای بشریت شناخته شده است که از این تعداد فقط ۲۰۰۰ مورد در سطح مزارع کشت داده می‌شوند و در پایان روز ۵۰٪ از کالری مورد نیاز انسان تنها از ۸ محصول اصلی یعنی گندم، ذرت، برنج، جو و لوبیا، مغزها، سیب زمینی و سورگوم تأمین می‌شود.

۲- در سطح مزرعه برای تأمین نیازهای تغذیه‌ای، محصولات بومی و فصلی بیشتری باید کشت داده شود. در حال حاضر این کار انجام می‌شود و معتقدند که این کار یک روش مهم در مبارزه با ناامنی غذایی است.

۳- تولید محصولات با نمک، چربی و قند کمتر توسط صنایع خصوصی .

۴- عامل دیگر، جلوگیری از هدررفت مواد غذایی است. طبق گزارش فائو در ۲۰۱۹، در سطح جهان حدود ۱۴٪ از محصولات غذایی پس از برداشت از بین می‌روند و حدود ۶۰٪ از کل ریز مغذی‌ها بدلیل هدر رفت میوه و سبزجات و محصولات حیوانی در سطوح مختلف پس از برداشت از بین می‌روند. با ارائه زیرساخت‌های بیشتر و فناوری‌های جدید می‌توان از این تلفات و هدررفت جلوگیری کرد. ۵۰ ٪ از هدررفت ریز مغذی‌ها جلوگیری می‌شود (Pérez-Escamilla & Segall-Corrêa, 2008).

وضعیت امنیت غذایی و تغذیه در جهان سال ۲۰۱۹

گرسنگی جهانی هنوز پس از ۳ سال نه تنها روبه کاهش نیست بلکه چاقی در حال رشد و افزایش است. در سراسر جهان بیش از ۸۲ میلیون نفر هم چنان گرسنه هستند. ۸۲۰ میلیون نفر در سال ۲۰۱۸ غذای کافی برای خوردن نداشتند. از ۸۱۱ میلیون در سال گذشته، این سومین سال افزایش در یک ردیف است. این امر تأکید دارد بر چالش عظیم دستیابی به اهداف توسعه پایدار که پایان دادن به گرسنگی تا سال ۲۰۳۰ است.

نسخه جدید گزارش فائو درباره امنیت غذایی و تغذیه

سرعت پیشرفت در نصف شدن تعداد کودکانی که دارای رشد نامناسب هستند و کاهش تعداد نوزادانی که با وزن کم بدنیا می‌ایند بسیار کند است که این باعث می‌شود دومین هدف توسعه پایدار که پایان گرسنگی باشد را بیشتر دور کند و در عین حال علاوه بر این چالش‌ها اضافه وزن و چاقی در همه‌ی مناطق به ویژه در بین کودکان و بزرگسالان روبه افزایش است. بیشترین شکاف در امریکا لاتین است، بطوریکه شانس زنان در مقایسه با مردان در مواجه با عدم امنیت غذایی بیشتر است.

گرسنگی در بسیاری از کشورهایی که رشد اقتصادی در آن‌ها متوقف است به ویژه در کشورهای با درامد متوسط و کشورهایی که به تجارت کالاهای اولیه بین المللی متکی هستند در حال افزایش است. در گزارش سالانه سازمان ملل متحد امده است که نابرابری در درامد در بسیاری از کشورهایی که گرسنگی روبه افزایش است، وجود دارد. که این مقابله با کندی رکود اقتصادی برای فقرا و قشر اسیب پذیر و یا حاشیه نشین‌ها را دشوارتر می کند. رهبران سازمان ملل گفته‌اند که ما باید تحول ساختاری طرفدار فقر را با تمرکز بر مردم تقویت کنیم و اجتماعات را در مرکز قرار دهیم تا اسیب پذیری‌های اقتصادی را کاهش دهیم و خود را در مسیر پایان دادن به گرسنگی و ناامنی غذایی و انواع اشکال سوء تغذیه قرار دهیم (Pérez-Escamilla et al., 2017). ناامنی غذایی بیشتر از گرسنگی است. حدود ۲ میلیون نفر در جهان ناامنی شدید غذایی را تجربه کرده‌اند.

ناامنی غذایی متوسط (۱/۳ میلیون نفر)

ناامنی غذایی شدید (۷۰۴ میلیون نفر)

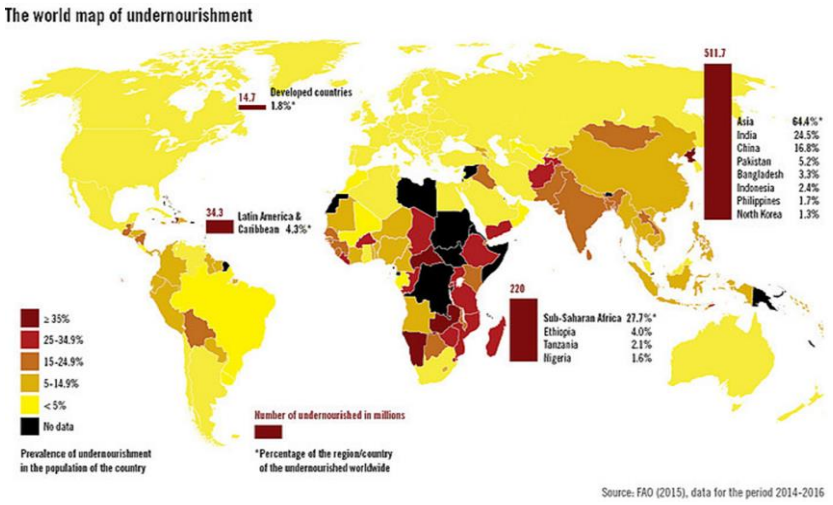
پیشرفت آهسته در آسیا و افریقا

وضعیت در افریقا نگران کننده است زیرا بیشترین میزان گرسنگی در جهان را دارد. تقریباً در تمامی مناطق با شیب ارام اما پیوسته روبه افزایش است. کنیا، تانزانیا، اوگاندا، اتیوپی، سومالی، ماداگاسکار بویژه در شرق افریقا نزدیک به یک سوم از جمعیت (۳۰/۸ ٪) دچار سوء تغذیه هستند. علاوه بر شرایط آب و هوایی، کشمکش‌ها و درگیری‌ها، رکود اقتصادی نیز باعث وخیم‌تر شدن اوضاع می‌شود. در سال ۲۰۱۱ تقریباً نیمی از کشورهایی که گرسنگی در آن‌ها بدلیل رکود اقتصادی رخ داده در آفریقا بوده است.

بیشترین افراد مبتلا به سوء تغذیه در آسیا زندگی می‌کنند. بیش از ۵۰۰ میلیون در کشورهای جنوب اسیا مانند افغانستان، هند، پاکستان، بنگلادش، نپال و بوتان و. اسیا و افریقا در کنارهم بیشترین سهم از اشکال سوء تغذیه (۹ کودک از ۱۰ کودک تلف می‌شوند) را در جهان را دارند.

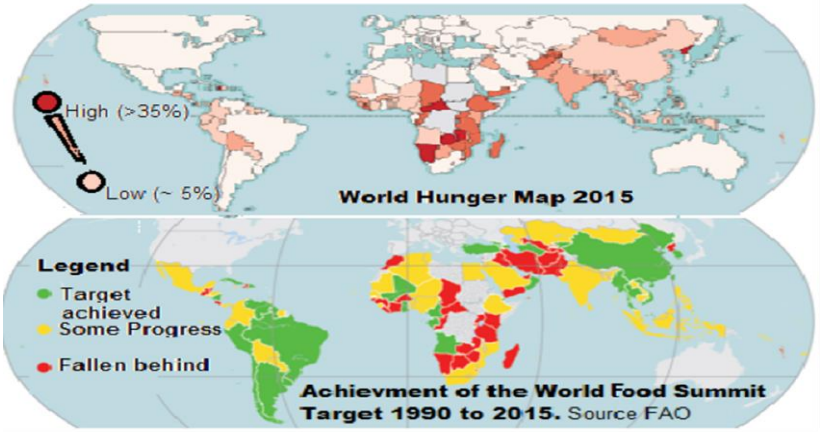
در جنوب آسیا و شرق افریقا ۱ کودک از هر ۳ کودک رشد نمی‌کند. علاوه بر چالش‌های مثل عدم رشد و مرگ و میر در آسیا و افریقا حدود سه چهارم از کل کودکان دارای اضافه وزن هستند که عمدتاً رژیم های غذایی ناسالم را مصرف می‌کنند (Ahenkan & Osei-Kojo, 2014; ESCAP, 2017).

نقشه‌های جهانی سوء تغذیه :



شکل ۱: ۱/۸ ٪ (۱۴/۷ میلیون در کشورهای توسعه یافته) ۴/۳٪، (۳۴/۳ میلیون نفر در امریکای لاتین)، ۶۴٪ (۵۱۱/۷ میلیون نفر در اسیا)، ۲۷/۷ ٪ (۲۲۰ میلیون در افریقا)

نقشه گرسنگی جهان در سال ۲۰۱۵



شکل ۲: کشورهایی که گرسنگی شدید دارند بیشتر از ۳۵ ٪، کشورهایی گرسنگی کمتری دارند ۵ ٪، تعداد افراد گرسنه در جهان در سال ۲۰۱۸، ۸۲۱/۶ میلیون نفر (۱ نفر از هر ۹ نفر)، آسیا ۵۱۳/۹ میلیون نفر، افریقا ۲۵۶/۱ میلیون، امریکا لاتین ۴۲/۵ میلیون، کودکان زیر ۵ سال مبتلا به عدم رشد و نمو (وزن کم نسبت به قد): ۴۹/۵ میلیون، کودکان زیر ۵ سال که اضافه وزن دارند (۴۰ میلیون نفر)، کودکان و جوانان در سنین مدرسه که اضافه وزن دارند (۳۳۸ میلیون)، بزرگسالانی که چاق هستند (۶۷۲ میلیون نفر)، تعداد ناامنی‌های غذایی متوسط و شدید (۲میلیارد نفر)، نوزادانی که با وزن کم بدنیا می‌آیند ۲۰/۵ ملیلون نفر (۱ نفر از ۷ نفر)، کودکان زیر ۵ سال که رشد و نمو ناقص دارند (قدکوتاه نسبت به سن) ۱۴۸/۹ میلیون نفر (Ahenkan & Osei-Kojo, 2014; ESCAP, 2017).

بحث و نتیجه‌گیری

علیرغم تلاش‌هایی که در جهان صورت گرفته براساس آخرین داده‌های سازمان ملل در سال ۲۰۱۶، حدود ۸۱۵ میلیون نفر یعنی ۱۱ درصد از جمعیت جهان هنوز از گرسنگی رنج می‌برند. شواهد جدید همچنان نشان می‌دهد که تعداد افراد گرسنه در جهان رو به رشد است وَ پیشرفت های محدودی در زمینه پرداختن به انواع مختلف سوء تغذیه، از کم وزنی کودکان تا چاقی بزرگسالان، و سلامت صدها میلیون انسان در معرض خطر انجام شده است.

اوضاع در آمریکای جنوبی و بیشتر مناطق آفریقا رو به وخامت است و بنظر می‌رسد در تمام طول این سال‌ها نابرابری‌هایی که به سوءتغذیه و گرسنگی دامن می‌زند افزایش داشته است و متأسفانه همیشه کودکان و زنان بیشترین آسیب را می‌بینند. این نکته همچنین حائز اهمیت است که در حالی‌که میلیون‌ها نفر گرسنه هستند ، ۶۷۲ میلیون نفر از چاقی رنج می‌برند و ۱.۳ میلیارد نفر دارای اضافه وزن هستند.

- در حدود ۸۰۰ میلیون نفر در جهان یا به عبارتی یک نفر از هر ۹ نفر از گرسنگی رنج می‌برند.

- میزان گرسنگی در طول دهه گذشته شاهد کاهش ۱۶۷میلیون نفری بوده و از سال‌های۹۲-۱۹۹۰ میلادی (۷۱-۱۳۶۹ شمسی)، ۲۱۶ میلیون نفر افت داشته است.

- از هر ۴ نفری که در جنوب صحرای آفریقا زندگی می‌کند، یک نفر از گرسنگی بیش از حد رنج می‌برد. آسیای جنوبی منطقه‌ای است که بیشترین افراد دچار سوء تغذیه (در حدود ۲۸۱ میلیون نفر) در آن به‌سر می‌برند.
- جهان قابلیت تولید غذا به میزان کافی برای تغذیه تمام افراد جهان را داراست.
- از هر ۴ نفر کودک زیر پنج سال، یک کودک بدلیل سوءتغذیه مزمن، نسبت به سن خود از کوتاهی قد رنج می‌برد.
- بیش از ۲ میلیارد نفر از کمبود یک یا بیش از یک ریز مغذی رنج می‌برند که گرسنگی پنهان نام گرفته است.
- ۱/۹ میلیارد نفر دارای اضافه وزن بوده که از این میان ۶۰۰ میلیون نفر چاق هستند.
- در طول نیم قرن گذشته تولید محصولات کشاورزی بین ۲ تا ۴ درصد رشد داشته است در حالی که سطح زیر کشت سالانه مزارع دائمی و زمین‌های قابل کشت، یک درصد افزایش داشته است.
- مزرعه داران کوچک که زمین‌های مزروعی آنها کمتر از ۲ هکتار است، ۹۰ درصد از ۵۷۰ میلیون مزارع جهان را شامل می‌شوند که میزان عمده غذای جهان را تأمین می‌کنند.
- بطور تخمینی ۷۵ درصد از تنوع ژنتیکی محصولات در دهه ۱۹۰۰ میلادی از بین رفته است و ۱۷ درصد از گونه حیوانات اهلی در زمره گونه‌های در خطر انقراض طبقه بندی شده‌اند.
- تنها سه نوع از گونه‌های محصولاتی همچون گندم، برنج و ذرت تأمین کننده تقریبا نیمی از کالری مصرفی افراد جهان هستند و پنج گونه حیوانی گاو، گوسفند، بز، خوک و مرغ ۳۱ درصد از پروتئین مصرفی روزانه افراد را برآورده می‌کنند (Halisçelik & Soytas, 2019).

منابع

Ahenkan, A., & Osei-Kojo, A. (2014). Achieving sustainable development in Africa: Progress, challenges and prospects. *International Journal of Development and Sustainability*, *3*(1), 162-176.

Al-Jawaldeh, A., & Abbass, M. M. (2022). Unhealthy dietary habits and obesity: the major risk factors beyond non-communicable diseases in the eastern mediterranean region. *Frontiers in nutrition*, *9*, 817808.

Change, F. C. Biodiversity and Nutrition Nexus. Evidence and Emerging Policy and Programming Opportunities; FAO: Rome, Italy, 2021. *Google Scholar*.

Cheo, A., & Tapiwa, K. (2021). SDG2—Zero Hunger: food security, improved nutrition and sustainable agriculture: concise guides to the United Nations sustainable development goals. In: Emerald Publishing Limited Bingley.

ESCAP, U. (2017). Achieving sustainable development goals in East and North-East Asia.

Gillingham, M. B., Purnell, J. Q., Jordan, J., Stadler, D., Haqq, A. M., & Harding, C. O. (2007). Effects of higher dietary protein intake on energy balance and metabolic control in children with long-chain 3-hydroxy acyl-CoA dehydrogenase (LCHAD) or trifunctional protein (TFP) deficiency. *Molecular genetics and metabolism*, *90*(1), 64-69.

Halisçelik, E., & Soytas, M. A. (2019). Sustainable development from millennium 2015 to Sustainable Development Goals 2030. *Sustainable Development*, *27*(4), 545-572.

Hoddinott, J., & Yohannes, Y. (2002). Dietary diversity as a food security indicator.

International, W. C. R. F. (2014). The Link between Food, Nutrition, Diet and Non-Communicable Diseases. In: World Cancer Research Fund International London, UK.

Kleter, G. A., & Marvin, H. J. (2009). Indicators of emerging hazards and risks to food safety. *Food and Chemical Toxicology*, *47*(5), 1022-1039.

Knez, M., Ranić, M., & Gurinović, M. (2024). Underutilized plants increase biodiversity, improve food and nutrition security, reduce malnutrition, and enhance human health and well-being. Let's put them back on the plate! *Nutrition Reviews*, *82*(8), 1111-1124.

Larson, P. D., & Larson, N. M. (2019). The Hunger of Nations: an empirical study of inter-relationships among the Sustainable Development Goals (SDGs). *Journal of Sustainable Development*, *12*(6), 39-47.

Leal Filho, W., Lovren, V. O., Will, M., Salvia, A. L., & Frankenberger, F. (2021). Poverty: A central barrier to the implementation of the UN Sustainable Development Goals. *Environmental Science & Policy*, *125*, 96-104.

Pérez-Escamilla, R., Gubert, M. B., Rogers, B., & Hromi-Fiedler, A. (2017). Food security measurement and governance: Assessment of the usefulness of diverse food insecurity indicators for policy makers. *Global Food Security*, *14*, 96-104.

Pérez-Escamilla, R., & Segall-Corrêa, A. M. (2008). Food insecurity measurement and indicators. *Revista de Nutrição*, *21*, 15s-26s.

Sachs, J. D. (2015). Achieving the sustainable development goals. *Journal of International Business Ethics*, *8*(2), 53-62.



An overview of food security, society, and food access

Sara Safaeian Laein[1], Mohammad Sayah Laein [2], Seyed Mohammadreza Bolandi[3], Shiba Yousefvand[4]
[1]Department of Food Hygiene and Aquaculture, Faculty of Veterinary Medicine, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
[2]Network veterinary city of Mashhad, Razavi Khorasan Province, Mashhad, Iran
[3]Department of Pharmacology, Faculty of Veterinary Medicine, Islamic Azad University of Karaj branch, Iran
[4]Department of Basic Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
Corresponding Author: safaeianlaein@gmail.com

Abstract
Today's industrialization and mechanization have led to a rise in health problems among people. Nutritional problems, manifesting in various forms such as obesity, hunger, and malnutrition, are among the major health issues that people face. Most of these dietary problems can be attributed to lifestyle changes, ranging from diets rich in fiber, grains, legumes, and vegetables to meat and processed diets. In addition to being harmful to people, processed foods are also harmful to the environment. The decrease in a diet rich in fiber and seeds can be attributed to a decrease in plant biodiversity and climate change. To improve the nutritional conditions of the world, the United Nations established the Sustainable Development Goals in 2015 with 17 points to eradicate poverty, protect the environment, and ensure well-being. Eradicating poverty and hunger requires producing 60% to 2 times more food. Considering the environmental and climatic conditions of the earth, this is complicated. To end poverty, hunger, and malnutrition, there is a need to ensure people's food security with healthy, sustainable, and affordable diets at all times.

Keywords: “Food security, Biodiversity, Malnutrition, Hunger, Obesity”.



مروری بر راهکارهای بهبود پایداری حرارتی پروتئین سرمی شیر در نوشیدنی های لبنی استریل با پروتئین بالا

سید حسین رضوی زادگان جهرمی*[۱]، حسین کرمی[۲]

[۱] استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[۲] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

نویسنده مسوول:sh.razavizadegan@iut.ac.ir

چکیده

پروتئین سرمی شیر یکی از محصولات جانبی کارخانه تولید پنیر و از محصولات اصلی پالایشگاه های شیر در دنیا می‌باشد که به انواع تجاری مختلف در بازار یافت می شود. به‌دلیل خواص تغذیه‌ای و عمکردی ویژه ای که پروتئین سرمی شیر دارد، استفاده از آن‌ها در محصولاتی غذایی مختلف به ویژه نوشیدنی‌های لبنی به صورت روز افزون در حال گسترش است. یکی از عواملی که استفاده از پروتئین سرمی شیر در انواع محصولات لبنی در غلظت بالا (۵ درصد به بالا) با مشکل مواجه کرده است موضوع حساسیت و ناپایداری آن به حرارت می باشد بطوری که در اثر حرارت سریع دناتوره شده و به تبع آن خواص ساختار و عملکردی آن دچار تغییر شده و در نهایت می‌تواند به تجمع و تشکیل ژل در غلظت های بالا تر از ۵ درصد منجر شود. از آنجایی که فرآیند حرارتی یکی از عوامل کلیدی در فرآوری محصولات غذایی به جهت حذف بار میکروبی و افزایش عمر ماندگاری محصولات می باشد، لذا موضوع پایداری حرارتی پروتئین سرمی شیر بسیار حائز اهمیت می باشد. مطالعات متعددی در خصوص بهبود پایداری حرارتی پروتئین سرمی شیر صورت گرفته است که هر یک از آن‌ها به نوبه خود از مکانیسم خاصی تبعیت می کند. در این تحقیق به اختصار به انواع مکانیسم های مطرح شده پرداخته شده است که می تواند برای تولید محصولات حاوی مقادیر بالای پروتئین سرمی شیر مفید باشد.

واژگان کلیدی: پروتئین سرمی شیر، پایداری حرارتی، دناتوراسیون، پروتئین های مقاوم به حرارت سرمی شیر.

مقدمه

امروزه با افزایش روز افزون آگاهی افراد و تغییر عادات غذایی، تمایل مصرف‌کنندگان به مصرف غذاهای سالم، مقوی، طبیعی و جلوگیری‌کننده از بیماری‌های مختلف که اصطلاحاً به آن‌ها غذاهای عملگرا[۱۳۲] گفته می‌شود، به‌طور چشمگیری در حال افزایش است (Kokwar et al., 2022). ثابت شده‌است که غذاهای عملگرا علاوه بر تامین انرژی مورد نیاز روزانه، ریسک بیماری در فرد مصرف‌کننده را به‌طور معنی داری کاهش می‌دهند (Dos Santos et al., 2017). یکی از بخش‌های مهم و درحال توسعه در خصوص تولید غذاهای عملگرا، گروه محصولات لبنی می‌باشند که در این بین نوشیدنی‌های لبنی شاخه بسیار مهمی از محصولات لبنی عملگرا بوده و پتانسیل بسیار بالایی برای این منظور دارند (Özer & Kirmaci, 2010; Rezvani & Goli, 2024).

نوشیدنی‌ها دسته‌ای از مواد غذایی هستند که بخش بزرگی از بازار جهانی غذاهای عملگرا، سالم و چند منظوره را به خود اختصاص داده‌اند (Joshi et al., 2020). طبق گزارشات، حجم بازار جهانی نوشیدنی در سال ۲۰۱۸ حدود ۱۵۴۴/۶۱ بیلیون دلار بوده است که این میزان در سال ۲۰۲۴ به عدد ۱۸۵۴/۵۸۹ بیلیون دلار تخمین زده شده است. در گزارشی دیگر بیان شده است که نوشیدنی‌های عملگرا حدود ۹ بیلیون دلار از سهم کل بازار نوشیدنی را به خود اختصاص داده است (Chavan et al., 2015). این حجم بزرگ و رو به رشد بازار سبب شده است که فعالیت در این حوزه برای اغلب تولیدکنندگان و محققان بسیار جذاب باشد و ضرورت نوآوری، تحقیقات و ارائه محصولات جدید بیش از پیش درک گردد (Joshi et al., 2020). به‌طور کلی، نوشیدنی‌های لبنی در انواع مختلف فرآیند شده و غیر فرآیند شده در حضور و عدم حضور عصاره میوه‌جات، تخمیری و غیر تخمیری، گازدار و انواع الکلی می‌توان طبقه‌بندی کرد. نوشیدنی‌های بر پایه پروتئین سرمی (آب پنیر)[۱۳۳] شیر یکی از انواع مختلف نوشیدنی‌های لبنی بوده که درقالب هر یک از انواع فوق می‌توان تولید کرد. این نوع از نوشیدنی به‌دلیل خواص عملکردی و سلامت محوری بالایی که دارد بسیار مورد توجه طیف وسیعی از مصرف‌کنندگان قرار گرفته است (Chavan et al., 2015; Joshi et al., 2020).

پروتئین‌های سرمی محصول جانبی[۱۳۴] کارخانه تولید پنیر می‌باشند که به دلیل ارزش بیولوژیکی بالایی که دارد مورد توجه بسیاری از دانشمندان و محققان قرار گرفته است. طبق بررسی‌های صورت گرفته، حدود ۳۳٪ از شیر تولیدی در جهان به میزان ۱۹ میلیون تن در سال صرف تولید انواع پنیر می‌گردد (Blasko, 2011)، که ارزش بازار جهانی پروتئین‌های سرمی حدود ۶/۳ بیلیون یورو می‌باشد. این امر ضرورت پرداختن به این حوزه را بیش از پیش آشکار می‌سازد (Affertsholt, 2010). پروتئین‌های سرمی ۲۰٪ از پروتئین‌های شیر را تشکیل می‌دهند که شامل فراکسیون‌های بتا-لاکتوگلوبولین (حدود 3.2g/l)، آلفا-لاکتالبومین (حدود 1.2g/l)، سرم آلبومین گاوی (BSA، حدود 0.4g/l) و ایمنوگلوبولین (حدود 0.7g/l) است (Wijayanti et al., 2014). اهمیت پروتئین‌های سرمی نه‌تنها به‌دلیل ویژگی‌های تغذیه‌ای، بلکه جنبه‌های سلامت محوری و تکنولوژیکی منحصر به فرد آن سبب شده تا در بین انواع پروتئین غذایی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار باشد (Rasouli et al., 2020). پروتئین‌های سرمی دارای خواص ضد

[132] Functional food
[133] Whey protein
[134] By product

سرطانی (به‌دلیل حضور اسیدهای آمینه گوگردی سیستئین و متیونین و ایمینو گلوبولین‌ها) (Joshi et al., 2020; McIntosh et al., 1998)، کاهش‌دهنده فشار خون، قند خون و استرس و افسردگی می‌باشد (Triani & Foegeding, 2019). از لحاظ تغذیه‌ای، پروتئین‌های سرمی شیر حاوی مقدار زیادی ویتامین‌های محلول در آب نظیر فولیک اسید، کوبالامین و ریبوفلاوین است (Joshi et al., 2020; Naik et al., 2009; Sakhale et al., 2012).همچنین به‌دلیل حضور مقدار زیادی اسیدهای آمینه شاخه‌دار (لوسین، ایزو لوسین، والین) در ساختار خود سبب رشد و احیاء ماهیچه‌ها و همچنین تقویت سنتز پروتئین در بدن می‌شود لذا از این پروتئین در جهت حفظ و تقویت عضلات و مدیریت وزن بدن به‌وفور در جیره‌های غذایی استفاده می‌شود (Joshi et al., 2020; Triani & Foegeding, 2019). در کنار این موارد، نسبت کارایی بالای پروتئین و قدرت جذب بالای آن در بدن سبب شده که جزء پروتئین‌های بسیار با کیفیت محسوب گردد (Joshi et al., 2020). از لحاظ تکنولوژیکی، به‌دلیل حلالیت بسیار بالای آن در رنج وسیعی از pH و خواص خوب امولسیون‌کنندگی، کف‌کنندگی، ژل شوندگی، ویسکوزیته، ظرفیت نگهداری آب، ایجاد بافت، چسبندگی و قدرت جذب آب، روغن و طعم بالایی که دارد به‌همراه احساس دهانی خوب در حین مصرف سبب شده است که در اغلب فرمولاسیون‌های غذایی بخصوص در نوشیدنی‌های عملگرا به وفور استفاده گردد (Rasouli et al., 2020; Zhang et al., 2022).

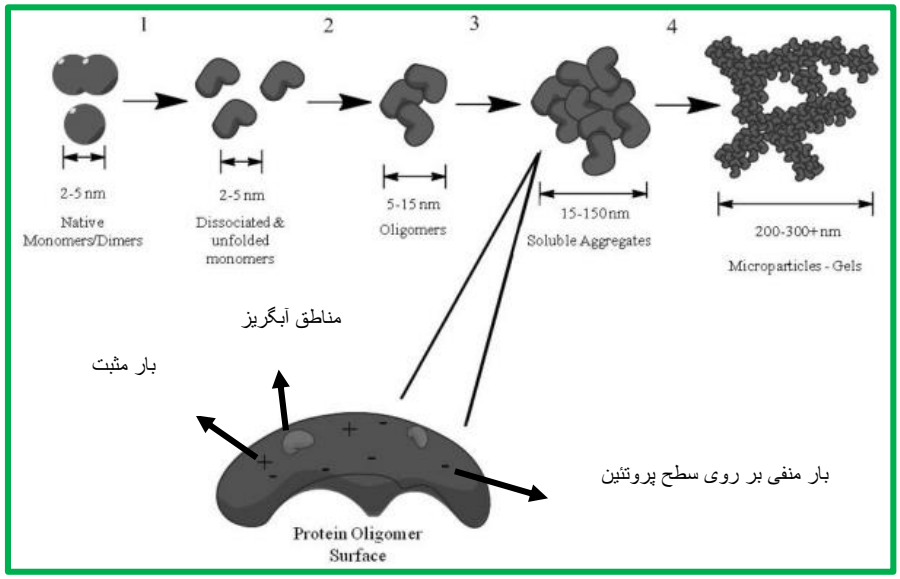
در سال‌های اخیر، تقاضای مصرف‌کنندگان برای تغذیه غنی‌شده با پروتئین‌های سرمی شیر، بعنوان جایگزین وعده‌های غذایی در قالب نوشیدنی‌های تغذیه‌ای بالینی و پزشکی حاوی پروتئین سرمی بالا (ترجیحاً بیش از ۱۰ درصد پروتئین) در حال افزایش است. این نوع نوشیدنی‌های بر اساس pH به دو نوع اسیدی و خنثی تقسیم می‌شوند. در هر دو نوع آن، به‌دلایل ایمنی مواد غذایی و افزایش ماندگاری آن‌ها تحت عملیات حرارتی شدید، مانند استریلیزاسیون ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد برای ۱۵-۲۰ دقیقه یا فرایند UHT (۱۴۰ درجه سانتی‌گراد برای ۳-۴ ثانیه) قرار می‌گیرند (Sutariya & Patel, 2017). علی‌رغم خواص منحصربه‌فرد پروتئین‌های سرمی، ثابت شده است که در صورتی که محلولی از این نوع پروتئین‌ها در غلظت بیش‌تر از ۵ درصد تحت فرآیند حرارتی بیش‌تر از ۸۵ درجه سانتی‌گراد قرار گیرد، شروع به کواگوله شدن و در نهایت تشکیل ژل می‌کند. این مسئله حساسیت نسبت به حرارت، یکی از مهم‌ترین محدودیت‌های استفاده از پروتئین‌های سرمی در فرمولاسیون نوشیدنی‌های لبنی با پروتئین بالا می‌باشد که در اغلب فرمولاسیون‌های غذایی غیر نوشیدنی نیز مشاهده می‌شود (Du et al., 2021; Triani & Foegeding, 2019).

مکانیسم دناتوراسیون، تجمع و تشکیل ژل پروتئین سرمی شیر

به‌طور کلی نیروهای جاذبه و دافعه مولکولی در پایداری ساختمان سوم پروتئین‌ها نقش دارند (Swarnalatha & Mor, 2019). زمانی که دما از یک مقدار بحرانی فراتر رود (بالاتر از ۸۵ درجه سانتی‌گراد)، دناتوره شدن پروتئین شروع می‌شود و تمام گروه‌های واکنش پذیر که در ابتدا در داخل پروتئین دفن شده‌اند مانند گروه‌های آبگریز و سولفیدریل در سطح و در معرض قرارگرفته که در غلظت‌های بالای پروتئین (معمولاً بیش از ۸-۱۰٪ پروتئین) سبب نزدیک شدن پروتئین‌ها به یکدیگر و تشکیل ژل می‌شود (Ag, 1949). بنابراین به دلیل پایداری حرارتی ضعیف پروتئین‌های سرمی، رسوب، تجمع، لخته‌سازی، ته‌نشینی یا ژل شدن در نوشیدنی‌ها نمایان می‌شود به‌ویژه اگر نوشیدنی‌ها تحت عملیات حرارتی شدید قرار گیرند (Ryan et al., 2012; Sutariya & Patel, 2017) (شکل ۲شکل ۲). بسته به شرایط حرارت‌دهی و ترکیب پروتئین، کمپلکس‌هایی با اندازه مولکولی متفاوت ایجاد می‌شوند

Formatted: Font: 11 pt, Not Italic, Complex Script Font: 12 pt, Not Bold

(Swarnalatha & Mor, 2019). تبادل بین مولکولی سولفیدریل آزاد و پیوند دی‌سولفیدی یک برهمکنش کووالانسی اصلی در نظر گرفته می‌شود که نقش مهمی در تجمع و ژل شدن پروتئین‌های آب پنیر ایفا می‌کند (Sutariya & Patel, 2017). رفتار پروتئین سرمی شیر خیلی وابسته به رفتار بتا-لاکتوگلوبولین بعنوان بزرگترین فراکسیون موجود در پروتئین‌های سرمی می‌باشد (Nikolaidis et al., 2017). بتا-لاکتوگلوبولین دارای یک گروه SH- آزاد (Cys121) و دو پیوند دی‌سولفیدی(Cys66–Cys160 و Cys106–Cys119) می‌باشد. Cys16، Cys66 و Cys121 نقش مهمی را در واکنش‌های تجمعی بتا-لاکتوگلوبولین ایفا می‌کنند. Cys66–Cys160 پیوندهای دی‌سولفیدی درگیر در واکنش تبادلی SH/S-S- تجمع بتا-لاکتوگلوبولین می‌باشند، دلیل آن نیز قرارگیری آن‌ها در بخش بیرونی و سطح بتا-لاکتوگلوبولین می‌باشد. بقیه ی گروه‌های دی‌سولفیدی در قسمت داخلی ساختار بتا-لاکتوگلوبولین می‌باشند و از این رو کم‌تر در دسترس گروه‌های سولفیدریل آزاد فعال قرار می‌گیرند. Cys121 دارای فعال‌ترین گروه سولفیدریل آزاد می‌باشد و واکنش تبادلی درون‌مولکولی دی‌سولفیدی را با Cys66–Cys160 آغاز می‌کند و سبب تشکیل پل‌های دی‌سولفیدی جدید بین Cys121–Cys160، Cys121–Cys66 و یا Cys160–Cys160 می‌شود و دیمرهای غیر طبیعی و یک گروه سولفیدریل آزاد فعال جدید ایجاد می‌شوند. گروه سولفیدریل فعال جدید از طریق واکنش با پل‌های S-S مونومرها و دیمرهای دیگر سبب تشکیل پلیمر می‌شود. Cys160 سبب تشکیل پیوند دی‌سولفیدی با Cys11 و Cys88 از کاپاکازئین می‌شود (Wijayanti et al., 2014). این تغییرات سبب ناپایداری حرارتی پروتئین سرمی شیر بار منفی شده و در نهایت منجر به رسوب، ژل‌دهی، افزایش ویسکوزیته و جدایی فاز می‌شود (Burrington, 2012).



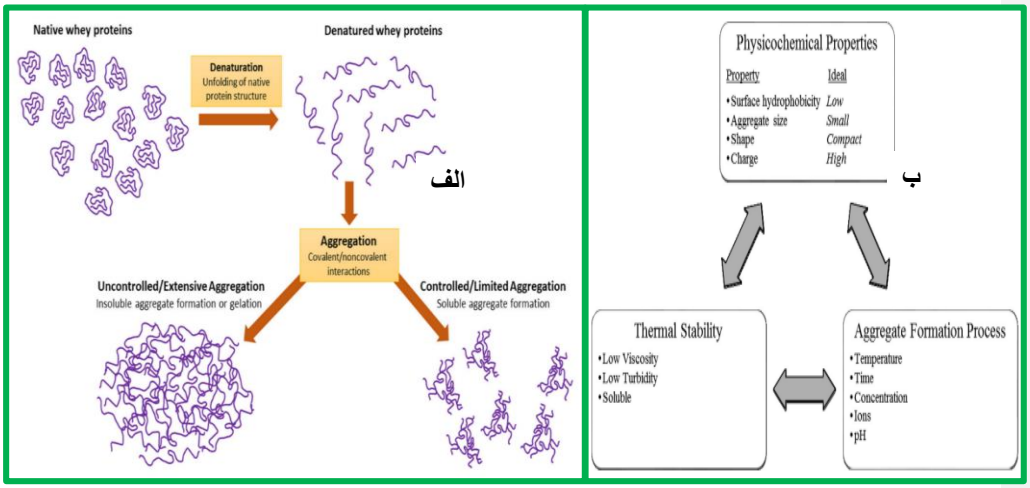
شکل ۲- مراحل و نحوه دناتوره شدن، تشکیل تجمعات پروتئینی کوچک و بزرگ و ژل شدن پروتئین سرمی شیر تحت تاثیر حرارت (*Ryan et al., 2013*).

بررسی منابع انواع روش‌های افزایش پایداری حرارتی پروتئین سرمی شیر

منظور از پایداری حرارتی، توانایی پروتئین برای سالم ماندن در فرایند حرارتی بدون ایجاد تغییرات نامطلوب و مضر همچون کدورت زیاد، افزایش ویسکوزیته، جدایی فاز، ته‌نشینی و یا تشکیل ژل می‌باشد (Burrington, 2012). برای اینکه بتوان نوشیدنی‌های با پروتئین بالا و پایدار در برابر حرارت را با ماندگاری طولانی فرموله کرد، مهم است که اطمینان حاصل شود که پروتئین سرمی مورد استفاده در چنین فرمولاسیون‌های نوشیدنی با پروتئین بالا پایدار در برابر حرارت است (Sutariya & Patel, 2017). در زیر برخی از روش‌های بکار رفته جهت افزایش پایداری حرارتی پروتئین‌های سرمی شیر به تفکیک نوع روش آورده شده است.

پروتئین‌های سرمی تجمع یافته محلول

پروتئین‌های سرمی تجمع یافته محلول، به عنوان یک ترکیب حد واسط بین پروتئین‌های مونومر و ژل‌ها یا رسوبات نامحلول تعریف می‌شوند. این پروتئین ها در طی فرایند حرارت دهی پروتئین‌های سرمی شیر در غلظت‌های کمتر از غلظت بحرانی تشکیل ژل و تحت شرایط کنترل شده یعنی کنترل PH، غلظت نمک، غلظت پروتئین، دمای حرارت دهی و مدت زمان حرارت دهی تشکیل می‌شوند (Wijayanti et al., 2014).



شکل ۳- الف) تفاوت تشکیل تجمع نامحلول و تجمع محلول در پروتئین سرمی شیر (*Finnegan et al., 2024*). ب) عوامل موثر در نوع تجمعات پروتئینی و ایجاد تجمعات پروتئینی پایدار محلول (*Ryan et al., 2012*)

این نوع پروتئین ها سبب تولید خواص فیزیکوشیمیایی مطلوب می‌شود و می‌توانند برای بهبود پایداری حرارتی پروتئین سرمی با کاربرد احتمالی در نوشیدنی‌ها استفاده شوند. این مکانیسم، پایداری حرارتی را نسبت به پروتئین‌های طبیعی به خصوص در حضور نمک‌ها بهبود بخشیده است کاهش اندازه کلی تجمع‌ها و تغییر شکل تجمع‌ها، پایداری حرارتی را افزایش می‌دهد. این پروتئین‌ها در هنگام گرم شدن در محلول‌های نمکی به دلیل بار منفی کلی بالاتر، ساختار فشرده‌تر با انشعاب کمتر و اندازه کوچک، کمتر مستعد برهمکنش‌های ثانویه و تشکیل ژل هستند (Ryan et al., 2012) (شکل ۳شکل ۳).

مسدود کردن گروه‌های سولفیدریل آزاد از طریق افزودن مواد شیمیائی

در این روش از ترکیب دی تیو پی نیتروبنزوئات (DTNB)[135] بعنوان یک عامل واکنش دهنده‌ی اختصاصی (مهارکننده) با گروه تیول آزاد می‌توان از تجمع مونومرهای بتا-لاکتوگلوبولین جلوگیری کرد. در واقع DTNB مونومرهای حاوی SH- فعال را به دام می‌اندازد و از انجام واکنش تبادلی SH/S-S- که سبب تجمع پروتئین‌ها می‌شود جلوگیری می‌کند. از آنجایی که واکنش DTNB با گروه‌های SH- آزاد آهسته است بنابراین برای دستیابی به حداکثر فعالیت DTNB باید ساختار پروتئین یک مرتبه توسط حرارت یا عوامل کاهنده مثل گوانیدین هیدروکلراید باز شود و گروه‌های SH- آزاد موجود در ساختار به سطح بیایند. از طرفی واکنش بتا-لاکتوگلوبولین با DTNB هسته هیدروفوب را مختل می‌کند و سبب ناپایدار شدن دیمرها می‌شود و در نتیجه سبب راحت‌تر شدن تبدیل دیمرها به مونومرهای تفکیک شده می‌شود. از ترکیبات دیگری مانند ان- اتیل مالی ایمید[136]، سدیم دودسیل[137]، اوره[138] و مرکاپتواتانول[139] نیز می‌توان استفاده کرد. این روش، روش مناسبی برای افزایش پایداری پروتئین سرمی در مواد غذایی به‌دلیل ایمن نبودن آن‌ها نمی‌باشد (Wijayanti et al., 2014).

افزودن آب اکسیژنه

افزودن پراکسید هیدروژن (یک ترکیب اکسیدان) به پروتئین سرمی شیر در غلظت بالاتر از ۰/۰۷۲ درصد غلظت پروتئین، سبب بهبود پایداری حرارتی و کاهش دناتوراسیون و تجمع در پروتئین سرمی شیر می‌شود و در حرارت‌دهی در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد نیز در حالت محلول باقی می‌ماند. مکانیسم اثر پراکسید هیدروژن بر روی پروتئین سرمی از طریق تبدیل غیر قابل برگشت Cys121 آزاد در بتا-لاکتوگلوبولین به اسید سولفونیک با تیمار کامل پراکسید هیدروژن احتمالاً می‌تواند از تبادل بین مولکولی سولفیدریل-دی سولفید جلوگیری کند و در نتیجه از تجمع پروتئین آب پنیر جلوگیری می‌کند. این اتفاق در معادله زیر نمایش داده شده است (Sutariya & Patel, 2017).

$$R^1\text{–S–S–}R^2 + R' - SH + 3\,H_2O_2 \rightarrow R^1 - S - S - R^2 + R' - SO_3H + 3H_2O$$

[135] Dithio(bis)-p-nitrobenzoate
[136] N-ethylmaleimide (NEM)
[137] Sodium dodecyl
[138] Urea
[139] Mercaptoethanol

Formatted: Font: 12 pt, Not Italic, Complex Script Font: 12 pt, Not Bold, (Complex) Persian (Iran)

گلیکاسیون با قندها از طریق واکنش مایلارد

اتصال استخلاف قندی به پروتئین از طریق واکنش مایلارد سبب افزایش پایداری پروتئین می‌گردد. دلیل این امر، افزایش بار خالص بر روی ترکیب کنژوگه پروتئین- قند می‌باشد که سبب افزایش دافعه الکترواستاتیک و تغییر در ساختار بتا-لاکتوگلوبولین می‌شود و در نتیجه از تجمع و نزدیک شدن پروتئین‌ها به هم جلوگیری می‌کند (Wijayanti et al., 2014).

افزودن ترکیبات هیدروفوب

افزودن سدیم دودسیل سولفات[۱۴۰] و پالمیتات[۱۴۱] به محلول حرارت دهی بتا-لاکتوگلوبولین (با نسبت مولی ۱ به ۱/۱ پروتئین-لیگاند) ساختار طبیعی بتا-لاکتوگلوبولین را در برابر تغییراتی که در اثر حرارت دهی در آن به وجود می‌آید محافظت می‌کند. دلیل این امر این است که، این لیگاندها تمایل زیادی به حفره آبگریز بتا-لاکتوگلوبولین دارند و از ساختار بتا-لاکتوگلوبولین طبیعی در برابر دناتوراسیون حرارتی محافظت می‌کنند (Wijayanti et al., 2014).

اسیدهای چرب غیر اشباع مثل لینولئیک اسید کونژوگه[۱۴۲] و میریستیک اسید به دلیل تمایل بالایی که نسبت به بتا-لاکتوگلوبولین دارند، سبب اثر محافظتی بر روی آن در طول حرارت دهی می‌شوند و از دناتوره شدن آن جلوگیری می‌کند (Swarnalatha & Mor, 2019).

افزودن عوامل شلاته کننده مواد معدنی[۱۴۳]

کلسیم می‌تواند باعث تجمع پروتئین، افزایش ویسکوزیته، تشکیل ژل و رسوب شود. در واقع کلسیم به عنوان کاتیون دو ظرفیتی می‌تواند به راحتی به گروه کربوکسیل روی سطح پروتئین متصل شود و از طریق برهمکنش الکترواستاتیک به گروه‌های کربوکسیل (-COO-Ca-COO-) روی پروتئین متصل شود. سپس کلسیم پل‌های کلسیمی بین پروتئین‌ها ایجاد می‌کند و کلسیم دافعه الکترواستاتیکی را کاهش می‌دهد (Du et al., 2021). به منظور اجتناب از اثرات نامطلوب ناشی از کلسیم، تعدادی از مطالعات برای غلبه بر چالش با افزودن عوامل شلاته کننده کلسیم مانند EDTA، نمک‌های اتصال دهنده کلسیم (CBS) و غیره بررسی شده‌اند (Du et al., 2021; Hebishy et al., 2019). پایداری حرارتی ایجاد شده در اثر افزودن این ترکیبات ناشی از توانایی این ترکیبات برای اتصال با یون کلسیم در دسترس است که سبب محدود کردن اتصال متقابل پروتئین و افزایش دافعه الکترواستاتیک بین مولکول‌های پروتئین می‌شود (Hebishy et al., 2019; Swarnalatha & Mor, 2019).

[140] Sodium dodecyl sulfate
[141] Palmitate
[142] Conjugated linoleic acid (CLA)
[143] Chelation of minerals

اثرات افزودن هیدروکلوئیدهای مختلف و سدیم هگزا متا فسفات (SHMP)[144] بر پایداری حرارتی پروتئین سرمی کنسانتره

سدیم هگزا متا فسفات (SHMP) یک نمک فسفات سفید، بی مزه، محلول در آب اما نامحلول در حلال‌های آلی ($NaPO_3$) است. به دلیل ماهیت پلی آنیونی SHMP، این مولکول می‌تواند در امتداد مکان‌های باردار دیگر پلی الکترولیت‌ها مانند پروتئین‌ها یا هیدروکلوئیدها جذب شود و جهت گیری کند. در نتیجه، دافعه بار بین مولکول‌ها (پروتئین- پروتئین، هیدروکلوئید-هیدروکلوئید و پروتئین-هیدروکلوئید) در مقادیر pH بالاتر از نقاط ایزوالکتریک آنها می‌تواند افزایش یابد. برعکس، در مقادیر $pH < pI$، SHMP می‌تواند رسوب پروتئین را با برهمکنش‌های کاتیون-آنیون القا کند. این یافته‌ها نشان می‌دهد که SHMP نه تنها یک عامل شلاته کننده است، بلکه یک عامل بازدارنده دفلوکولاسیون یا دناتوره‌سازی با اثرات احتمالی بر هیدروکلوئیدها و برهمکنش‌های آن‌ها با مولکول‌های پروتئین است. بنابراین استفاده از مقادیر بهینه SHMP در کنار نسبت‌های خاص LMP، i-carrageenan، k-carrageenan، زانتان یا صمغ‌های گوار منجر به پایداری فیزیکی رضایت‌بخش دیسپرسیون‌های پروتئین سرمی می‌شود (Rasouli et al., 2020).

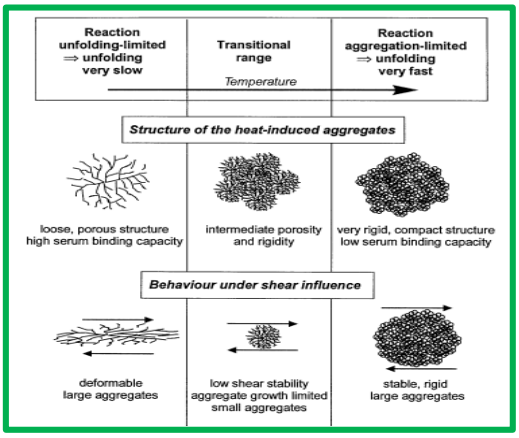
فشار هیدرواستاتیک بالا[145]

غلظت کم پروتئین و فشارکم تا ۲۰۰ مگاپاسکال سبب دناتوراسیون برگشت پذیر پروتئین می‌شود و فشارهای بالا (با لاتر از ۳۰۰ مگاپاسکال) سبب دناتوزاسیون غیرقابل برگشت پروتئین می‌شود. فرایند فشار بالا سبب تغییر تعادل واکنش‌های درون مولکولی (هیدروفوب و الکترو استاتیک) و واکنش بین پروتئین حلال می‌شود. پیوندهای هیدروژنی نسبت به فشار بالا حساس نیستند و در طی فراین فشار بالا ساختار سوم وچهارم پروتئین‌های کروی را مختل می‌کند و به طور نسبی اثر کمی بر روی سختار دوم پروتئین‌ها دارد. فرایند پروتئین سرمی ایزوله و کنسانتره با فشار هیدرو استاتیک بالا هنوز هم یکسری از انتظارات را برآورده نکرده است که پتانسیل استفاده در زمینه صنعتی را فراهم کند (Swarnalatha & Mor, 2019).

[144] Sodium hexametaphosphate
[145] High hydrostatic pressure

تولید میکرو ذره[۱۴۶]

منظور از میکروذره کردن، تولید پروتئین‌های سرمی شیر به اندازه ذرات با قطر ۱ تا ۱۰ میکرومتر می‌باشد که تحت تیمار حرارتی و نیروهای برشی و فشار بالا به شکل کروی درآمده‌اند. دستگاه‌های برشی مورد استفاده شامل هموژنایزرهای فشار بالا مانند میکروسیال سازها، اکسترودرها و مبدل‌های حرارتی سطح تراش می‌باشند (Spiegel, 1999; Wijayanti et al., 2014).



شکل ۳- مراحل تولید میکروذره پروتئین سرمی با استفاده از نیروی برشی و حرارت (Spiegel, 1999).

در این روش گروههای تیول فعال در درون پروتئین دفن شده و اجازه داده نمی‌شود تا از طریق تبادلات گروههای سولفیدریل و دی سولفید پایداری حرارتی پروتئین سرمی شیر را کاهش دهد. در این روش چگالی بالایی از اتصالات عرضی کووالانسی در ذرات ریزساختارهای پروتئین ایجاد می‌شود. در نتیجه، چرخش گروه‌های اسید آمینه روی زنجیره‌ها محدود می‌شود، مکان‌های مدفون نمی‌توانند در معرض سطح ذرات قرار گیرند. در مقابل، انعطاف‌پذیری زنجیره‌های پپتیدی در نتیجه سایر فعل و انفعالات فیزیکی به اسید آمینه آزادی چرخش بیش‌تر و قرار گرفتن در معرض بیش‌تر در سطح می‌دهد که منجر به کاهش پایداری حرارتی در مقایسه با زنجیره‌های غالباً توسط پیوندهای دی‌سولفیدی می‌شود. از این رو، پروتئین‌هایی با درجه بالایی از گروه‌های سولفیدریل قابل دسترس برای پیوند دی‌سولفیدی بین مولکولی، قادر به تشکیل ساختارهای مقاوم در برابر حرارت هستند (Allahdad et al., 2023).

[146] Microparticulate

میکروانکپسولاسیون[147] پروتئین از طریق میکرو امولسیون ها

امروزه از روش‌های مختلفی برای انکپسوله کردن پروتئین سرمی استفاده می‌شود و پروتئین‌های سرمی پایدار در برابر حرارت و شفاف ایجاد می‌شود (Burrington, 2012). در این روش، در صورتی که یک پیش تیمار حرارتی (۹۰ درجه سانتی‌گراد به

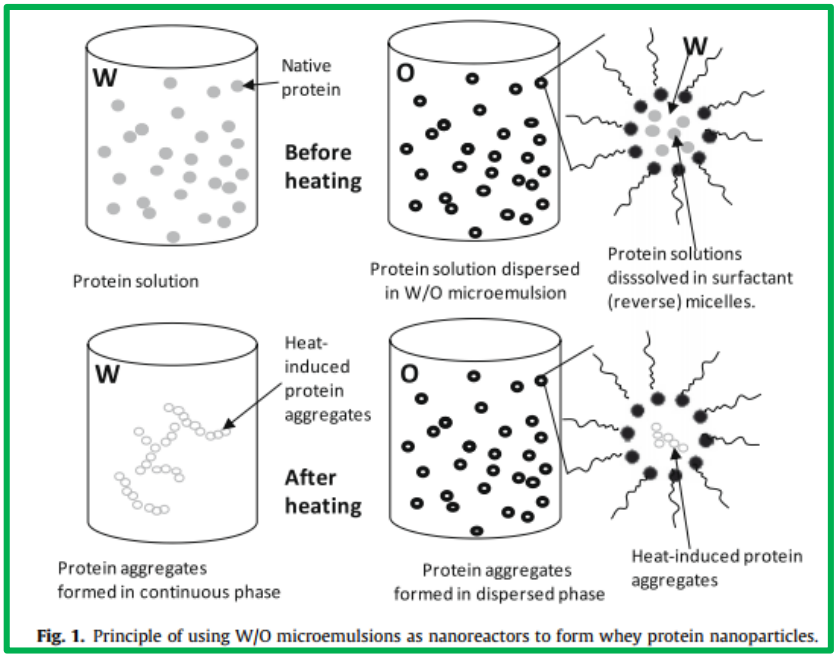


Fig. 1. Principle of using W/O microemulsions as nanoreactors to form whey protein nanoparticles.

شکل۴- فرآیند تولید پروتئین سرمی مقاوم به حرارت به روش امولسیون آب در روغن (Zhang & Zhong, 2010**).**

مدت ۲۰ دقیقه) روی محلول‌های WPI (۵٪ وزنی-حجمی) در میسل‌های میکروامولسیون‌های آب در روغن به اندازه نانومتر اعمال شود، این پیش تیمار حرارتی پروتئین‌های آب پنیر طبیعی را از طریق فعل و انفعالات هیدروفوب و یا واکنش‌های تبادلی –SH/S-S به‌طور برگشت ناپذیر دناتوره می‌کند و آنها را برای عملیات حرارتی بیشتر پایدار می‌کند. میکروامولسیون آب/روغن ذرات نانومتری با قطر ۵ تا ۱۰۰ نانومتر تولید می‌کند، بنابراین فضای موجود برای تشکیل ذرات پروتئین تجمع یافته در امولسیون محدود خواهد بود و همچنین این نانو ذرات یک دیسپرسیون شفاف ایجاد می‌کنند و حتی در حضور 100 mM NaCl نیز ژل تشکیل نمی‌دهند (Zhang & Zhong, 2010) .

[147] Microencapsulation

استفاده از تیمار اولتراسونیک

در مطالعه‌ای مشخص شد که پروتئین سرمی اصلاح شده با تیمار اولتراسونیک در مقایسه با پروتئین سرمی طبیعی تقریباً شش برابر پایداری حرارتی بالاتری دارد. تاثیر اولتراسوند، عمدتاً به دلیل نیروهای برشی است که منجر به تجزیه زنجیره پلی پپتیدی پروتئین می‌شود، لذا برهمکنش‌های دی‌سولفیدی بین مولکولی و برهمکنش‌های آبگریز غیرکووالانسی را که در طول فرآیند تولید پروتئین سرمی ایجاد می‌شوند مختل می‌کند. علاوه بر این، فراصوت گروه‌های آزاد SH- را نیز غیرفعال (اکسید) می‌کند که باعث کاهش پدیده تجمع مجدد پروتئین در طول پردازش (حرارتی، خشک‌کردن با اسپری درایر و بازسازی) پس از فراصوت با تولید ذرات پروتئینی پایدارتر، کوچک‌تر، منظم‌تر و همگن‌تر شود (Khatkar et al., 2018). ذکر این نکته الزامی است که فرایند اولتراسوند به‌تنهایی نمی‌تواند سبب افزایش پایداری حرارتی پروتئین‌های سرمی شود و حتما باید یک پیش تیمار حرارتی قبل از فرایند اولتراسوند انجام شود (Wijayanti et al., 2014).

هیدرولیز آنزیمی با آنزیم پروتئاز

هیدرولیز آنزیمی با آنزیم پروتئاز ساختار سوم پروتئین را مختل می‌کند و وزن مولکولی پروتئین را کاهش می‌دهد و در نتیجه خواص عملکردی آن را تغییر می‌دهد (de Castro & Sato, 2014). در واقع هیدرولیز ۵ الی ۱۰ درصد پیوندهای پپتیدی (درجه هیدرلیز) پروتئین سرمی شیر سبب افزایش پایداری حرارتی و بهبود خصوصیات عملکردی آن می‌شود و هیدرولیز بیش از حد سبب کاهش پایداری حرارتی و خصوصیات عملکردی آن می‌شود. تغییر در خصوصیات عملکردی پروتئین سرمی هیدرولیز شده مربوط به تغییر خصوصیات فیزیکی پپتید یعنی کاهش وزن مولکولی، گروه‌های هیدروفوب بیش‌تر در سطح و گروه‌های یونی بیش‌تر می‌باشد. معمولاً پروتئین‌های سرمی هیدرولیز شده سبب افزایش پایداری حرارتی ، افزایش حلالیت، کاهش ویسکوزیته و تغییر خصوصیات کف‌کنندگی و ژل‌کنندگی و امولسیون‌کنندگی نسبت به پروتئین‌های سرمی طبیعی می‌شوند. فرایند هیدرولیز سبب ایجاد پپتیدهایی می‌شود که ساختار دوم کمی دارند و بنابراین در طی فرایند حرارتی تغییرات بسیار جزئی تغییر در ساختارشان ایجاد می‌شود (Burrington, 2012).

دافعه الکترواستاتیک

ترکیب هیدرولیز آنزیمی با دافعه الکترواستاتیک می‌تواند سبب افزایش پایداری حرارتی و شفافیت پروتئین سرمی شود. دو روش برای تغییر بار در پروتئین سرمی وجود دارد: ۱- .بخش‌های دارای بار مثبت بر روی پروتئین با واکنش سوکسینالاسیون (تغییر گروه‌های آمین نوع اول) در PH 8 مسدود شوند. این واکنش سبب کاهش گروه‌های بازی و افزایش گروه‌های اسیدی و در نتیجه سبب افزایش دافعه الکترواستاتیک می‌شود. ۲- واکنش آمیداسیون بارهای منفی گروه‌های گاما کربوکسیل را مسدود می‌کند و آن‌ها را به آمینو اسیدهای بدون بار تبدیل می‌کند. بنابراین این واکنش‌ها سبب افزایش دافعه الکترواستاتیک در پروتئین‌های سرمی می‌شوند و از تجمع پروتئین‌ها در محدوده PH 3.8-4.6 جلوگیری می‌کند (Burrington, 2012).

ایجاد اتصالات عرضی با آنزیم ترانس گلوتامیناز[148]

آنزیم ترانس گلوتامیناز سبب کاتالیز واکنش اتصال عرضی بین گروه کربوکسی آمید گلوتامین (دهنده آسیل) و گروه آمینه لیزین و یا سایر آمین‌های نوع اول (گیرنده آسیل) می‌شود (Ruzengwe et al., 2020). زمانی که لیزین به عنوان گیرنده آسیل عمل می‌کند پیوند کوالانسی ایزوپپتیدی در پروتئین شکل می‌گیرد که سبب ایجاد اتصالات عرضی درون‌مولکولی و بین‌مولکولی می‌شود (Swarnalatha & Mor, 2019). کاهش گروه آمینه آزاد در حضور TGase نشان دهنده تشکیل پیوندهای ایزوپپتیدی گلوتامین-لیزین است (Ruzengwe et al., 2020). آنزیم ترانس گلوتامیناز از طریق افزایش اتصالات کووالانس عرضی درون و برون مولکولی در پروتئین، انرژی لازم برای باز شدن ساختار پروتئین را افزایش داده لذا نیاز به نیروی بیش‌تری از حالت طبیعی برای غیر طبیعی کردن (دناتوراسیون) پروتئین سرمی شیر لازم است که از این طریق سبب افزایش پایداری حرارتی پروتئین می‌شود. این آنزیم همچنین بر روی تعداد گروههای تیول آزاد فعال اثر گذاشته و احتمالاً به‌دلیل تغییرات ساختاری پروتئین میزان آن‌ها را کم‌تر می‌کند.

ترکیب آسیاب فوق ریز[149] و ایجاد اتصال عرضی با آنزیم ترانس گلوتامیناز

بتا-لاکتوگلوبولین و آلفا-لاکتالبومین به ترتیب حاوی دو پیوند دی سولفیدی و چهار پیوند دی سولفیدی هستند که در ساختار طبیعی پروتئین سرمی دفن شده‌اند، بنابراین بستر مناسبی برای اتصال عرضی TGase نیستند. پروتئین سرمی ایزوله برای بهبود دسترسی TGase به اسیدهای آمینه گلوتامین و لیزین باید دناتوره شود، با توجه به اینکه پروتئین سرمی تیمار شده با آسیاب فوق ریز سبب ایجاد ذرات با اندازه کوچک‌تر و خواص سطحی بهتر می‌شود، می‌توان گفت که آسیاب فوق ریز به طور بالقوه روش خوبی برای افزایش میزان دسترسی TGase به پروتئین سرمی می‌باشد (Wang et al., 2020).

نتیجه گیری کلی

با توجه به مطالعات انجام شده و نتایج حاصل می‌توان گفت که روش های موثر و کاربردی جهت افزایش پایداری حرارتی پروتئین سرمی شیر وجود دارد، که با استفاده از این روش ها می‌توان میزان استفاده از پروتئین سرمی شیر را تا حدودی در محصولات حاوی این پروتئین افزایش داد و از خواص کاربردی آن‌ها استفاده کرد بدون اینکه اثرات نامطلوب ناشی از حرارت‌دهی درآن‌ها ایجاد شود.

منابع

Affertsholt, T. (2010). Global opportunities for whey and lactose ingredients 2010-2014. 3A Business Consulting.

Ag, G. (1949). Determination of serum proteins by means of the biuret reaction. J. biol. Chem., 177, 751-766.

Allahdad, Z., Salmieri, S & ,.Lacroix, M. (2023). Fabrication of heat-stable composite microparticles from egg and whey proteins and their application in emulsion stabilization. Food Hydrocolloids, 144, 108943.

Blasko, B. (2011). World importance and present tendencies of dairy sector. APSTRACT: Applied Studies in Agribusiness and Commerce, 5, 119-124.

Burrington, K. (2012). Whey protein heat stability. Estados Unidos, 27(2), 411-420.

[148] Transglutaminaseenzyme
[149] Superfine grinding

Chavan, R., Shraddha, R., Kumar, A., & Nalawade, T. (2015). Whey based beverage: its functionality ,formulations, health benefits and applications.

de Castro, R. J. S., & Sato, H. H. (2014). Comparison and synergistic effects of intact proteins and their hydrolysates on the functional properties and antioxidant activities in a simultaneous process of enzymatic hydrolysis. Food and Bioproducts Processing, 92(1), 80-88.

Dos Santos, K. M., de Oliveira, I. C., Lopes, M. A., Cruz, A. P. G., Buriti, F. C., & Cabral, L. M. (2017). Addition of grape pomace extract to probiotic fermented goat milk: The effect on phenolic content, probiotic viability and sensory acceptability. Journal of the Science of Food and Agriculture, 97(4), 1108-1115.

Du, Q., Ji, X., Lyu, F., Liu, J., & Ding, Y. (2021). Heat stability and rheology of high-calorie whey protein emulsion : Effects of calcium ions. Food hydrocolloids, 114, 106583.

Finnegan, E. W., Goulding, D. A., O'Callaghan, T., & O'Mahony, J. A. (2024). From lab-based to in-line: Analytical tools for the characterization of whey protein denaturation and aggregation–A review. Comprehensive reviews in food science and food safety, 23(2), e13289.

Hebishy, E., Joubran, Y., Murphy, E., & O'Mahony, J. A. (2019). Influence of calcium-binding salts on heat stability and fouling of whey protein isolate dispersions. International Dairy Journal, 91, 71-81.

Joshi, J., Gururani, P., Vishnoi, S., & Srivastava, A. (2020). Whey based beverages: A review. Octa J. Biosci, 8, 30-37.

Khatkar, A. B., Kaur, A., Khatkar, S. K., & Mehta, N. (2018). Characterization of heat-stable whey protein: Impact of ultrasound on rheological, thermal, structural and morphological properties. Ultrasonics sonochemistry, 49, 333-342.

Kokwar, M. A., Arya, S. S., & Bhat, M. S. (2022). A cereal-based nondairy probiotic functional beverage: An insight into the improvement in quality characteristics, sensory profile, and shelf-life. Journal of Food Processing and Preservation, 46(1), e16147.

McIntosh, G. H., Royle, P. J., Le Leu, R. K., Regester, G. O., Johnson, M. A., Grinsted, R. L., Kenward, R. S., & Smithers, G. W. (1998). Whey proteins as functional food ingredients? International Dairy Journal, 8(5-6), 425-434.

Naik, Y., Khare, A., Choudhary, P., Goel, B., & Shrivastava, A. (2009). Studies on physico-chemical and sensory characteristics of whey based watermelon beverage. Asian Journal of Research in Chemistry, 2(1), 57-59.

Nikolaidis, A., Andreadis, M., & Moschakis, T. (2017). Effect of heat, pH, ultrasonication and ethanol on the denaturation of whey protein isolate using a newly developed approach in the analysis of difference-UV spectra. Food Chemistry, 232, 425-433.

Özer, B. H., & Kirmaci, H. A. (2010). Functional milks and dairy beverages. International Journal of Dairy Technology, 63(1), 1-15.

Rasouli, M., Abbasi, S., Azarikia, F., & Ettelaie ,R. (2020). On the heat stability of whey protein: Effect of sodium hexametaphosphate. International Journal of Dairy Technology, 73(1), 46-56.

Rezvani, Z., & Goli, S. A. H. (2024). Production of milk-based drink enriched by dietary fiber using carrot pomace: Physicochemical and organoleptic properties during storage. Food hydrocolloids, 151, 109834.

Ruzengwe, F. M., Amonsou, E. O., & Kudanga, T. (2020). Transglutaminase-mediated crosslinking of Bambara groundnut protein hydrogels: Implications on rheological, textural and microstructural properties. Food Research International, 137, 109734.

Ryan, K., Vardhanabhuti, B., Jaramillo, D., Van Zanten, J., Coupland, J., & Foegeding, E. (2012). Stability and mechanism of whey protein soluble aggregates thermally treated with salts. Food Hydrocolloids, 27(2), 411-420.

Ryan, K. N., Zhong, Q., & Foegeding, E. A. (2013). Use of whey protein soluble aggregates for thermal stability—A hypothesis paper. Journal of Food Science, 78(8), R1105-R1115.

Sakhale, B., Pawar, V., & Ranveer, R. (2012). Studies on the development and storage of whey based RTS beverage from mango cv. Kesar.

Spiegel, T. (1999). Whey protein aggregation under shear conditions–effects of lactose and heating temperature on aggregate size and structure. International journal of food science & technology, 34(5-6), 523-531.

Sutariya, S., & Patel, H. (2017). Effect of hydrogen peroxide on improving the heat stability of whey protein isolate solutions. Food Chemistry, 223, 114-120.

Swarnalatha, G & ,.Mor, S. (2019). Different approaches to improve thermostability of whey proteins: a review. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci, 8(4), 1679-1688.

Triani, R., & Foegeding, E. A. (2019). Heat stability of whey protein ingredients based on state diagrams . International Dairy Journal, 91, 25-35.

Wang, C., Li, T., Ma, L., Li, T., Yu, H., Hou, J., & Jiang, Z. (2020). Consequences of superfine grinding treatment on structure, physicochemical and rheological properties of transglutaminase-crosslinked whey protein isolate. Food Chemistry, 309, 125757.

Wijayanti, H. B., Bansal, N., & Deeth, H. C. (2014). Stability of whey proteins during thermal processing: A review. Comprehensive reviews in food science and food safety, 13(6), 1235-1251.

Zhang, L., Xiao, Q ,.Wang, Y., Hu, J., Xiong, H., & Zhao, Q. (2022). Effects of sequential enzymatic hydrolysis and transglutaminase crosslinking on functional, rheological, and structural properties of whey protein isolate. Lwt, 153, 112415.

Zhang, W., & Zhong, Q .(۲۰۱۰) .Microemulsions as nanoreactors to produce whey protein nanoparticles with enhanced heat stability by thermal pretreatment. Food Chemistry, 119(4), 1318-1325.

An overview of approaches for improving the thermal stability of milk whey protein in sterilized high protein dairy beverage

Seyed Hossein Razavizadegan Jahromi[1], Hossein Karami[2]

[1]Assisstant professor, Department of Food Science and Technology, College of Agriculture, Isfahan University of Technology

[2]Master's student, Department of Food Science and Technology, College of Agriculture, Isfahan University of Technology

Corresponding Author.: sh.razavizadegan@iut.ac.ir

Abstract

Milk serum protein is one of the by-products of the cheese factory and one of the main products of the milk refineries company worldwide, known in different commercial types on the market. Due to the special nutritional and functional properties of milk serum protein, their use in various food products, especially dairy drinks, is increasing. The main issue of whey protein application in different dairy products, involving high concentration of whey protein, above 5 %, is its sensitivity and instability to heat, so that it is rapidly denatured by heat and consequently it can lead to protein aggregation and gel formation. Since the thermal process is vital in the processing of food products to increase the shelf life of the products, the thermal stability of milk serum protein is very important. Several studies have been conducted on improving the thermal stability of milk serum protein, representing a specific mechanism. In this research, a diversity of approaches has been briefly discussed, which can be useful for the production of products containing high amounts of milk serum protein.

Keywords: Whey protein, Thermal stability, Denaturation, Milk heat stable whey protein.

دومین همایش ملی پژوهش های کاربردی
امنیت غذایی، ایمنی غذایی و سلامت
«همزمان با روز جهانی غذا؛ ۲۵ مهرماه ۱۴۰۳»
موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

مروری بر کاربرد طیف سنجی شکست ناشی از لیزر(LIBS) در صنایع غلات

زهرا صالحی[۱*]، مهدیه قمری[۲]، هاجر زارعی[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد صنایع غذایی، موسسه آموزش عالی بصیر، آبیک، قزوین، ایران
۲- استادیار گروه صنایع غذایی، موسسه آموزش عالی بصیر، آبیک، قزوین، ایران
۳- هاجر زارعی پژوهشگر پسادکتری دانشگاه امیر کبیر، تهران، ایران
*نویسنده مسوول: Salehizahra868@gmail.com

چکیده

امروزه امنیت غذایی یکی از مسائل مهم دنیا می‌باشد وآلودگی مواد غذایی به فلزات سنگین بر اثر وجود این آلاینده‌ها در آب، خاک و هوا یک خطر جدی برای کیفیت و امنیت مواد غذایی به شمار می‌رود و به یک معضل جهانی تبدیل شده است. فلزات سنگین قابل تجزیه زیستی نیستند لذا می توانند وارد زنجیره غذایی شده و با مصرف مواد غذایی آلوده وارد بدن انسان شوند و در ایجاد بیماری‌های کلیوی، عصبی، استخوانی و همچنین سرطان مشارکت کنند. غلات و بویژه گندم و برنج یکی از مهمترین تولیدات غذایی برای انسان می باشند. از این رو باتوجه به احتمال وجود برخی عناصر سمی سرطانزا طی دهه های اخیر ضرورت دستیابی به امنیت غذایی، موجب افزایش تحقیق و سنجش در خصوص میزان فلزات سنگین در مواد غذایی شده است. روش های مختلفی برای شناسایی فلزات سنگین وجود دارد که بیناب نمایی ناشی از شکست لیزر یکی از جدیدترین، پرکاربردترین و سریع ترین روش هاست. دراین پژوهش ارایه گزارشی مروری از مطالعات مربوط به آلودگی مواد غذایی از جمله برنج، آرد و نان و پاستا به فلزات سنگین بوده است.

واژگان کلیدی: غلات، فلزات سنگین، طیف سنجی شکست ناشی از لیزر.

مقدمه

مصرف محصولات غلات بخاطر مطلوبیت مواد مغذی و مزه و طعم فراوان در دنیا بسیار رایج است(وهاجی، ۱۳۹۵). غلات بویژه گندم و محصولات آن و برنج یکی از مهمترین تولیدات غذایی برای انسان می باشند غلات نقش ویژه و مهمی در الگوی مصرف هر کشوری را در دنیا دارد و به همین دلیل از دیرباز حکومت های حاکم بر دنیا برخوردی فعال در جهت ازدیاد غلات بویژه گندم مورد نیاز کشور خود کرده اند. در سالهای اخیر نگرانی زیادی در رابطه با گستردگی آلودگی‌های محیطی با عناصر سنگین کادمیوم، سرب، جیوه و ... و ارتباط آنها با سلامت عمومی به وجود آمده است(Canli and Gülüzar,2003)

فلزات سنگین از راه‌های مختلف وارد زنجیره مواد غذایی انسان و حیوان می‌شوند. آلودگی مواد غذایی به فلزات سنگین نه تنها با فعالیت انسان حاصل می‌شود بلکه به طور طبیعی نیز ممکن است این آلاینده‌ها به غذا راه یابند که به طور مثال می توان خاک‌های آلوده به فلزات سنگین در مناطق صنعتی و استخراج معادن را نام برد(Watson,2001). یکی از روش های نوین شناسایی عناصر طیف سنجی شکست ناشی از لیزر (LIBS) [150] بوده که برای اولین بار برای کاربرد های تحلیلی تقریبا بلافاصله پس از اختراع لیزر معرفی و پیشنهاد شد. امروزه به طور گسترده به عنوان یک تحلیل جایگزین برای کاربردهای متعدد استفاده می‌شود. اصل عملکرد LIBS بسیار ساده است و مبتنی بر تعامل یک پرتو لیزر، که به اندازه کافی قدرتمند است که معمولاً بیرون یا درون نمونه متمرکز می شود و باعث تجزیه دی الکتریک مواد می شود، در نتیجه منجر به تشکیل اتم ها و مولکول های برانگیخته و غیر برانگیخته تشکیل شده از پلاسما و قطعات گونه های مولکولی، الکترون ها و یون ها که تجزیه و تحلیل طیف سنجی آنها دراصل می تواند اثر انگشت ترکیب عنصری مواد را فراهم کند(Palleschi,2020). ویژگی های اصلی LIBS همانطور که در حال حاضر انجام می شود، استفاده از لیزر برای به دست آوردن همزمان نمونه برداری از مواد و گرمایش آن برای تولید گسیل نوری اتمی است(2020 . Palleschi).ابزارها و لوازمLIBS ، نسبت به سایر روش‌های متداول ساده تر بوده، بطوریکه می توان مجموعه ای از این ابزارآلات را به صورت یک وسیله قابل حمل، قدرتمند و قابل استفاده در هر محیطی بکار برد. این روش جهت تجزیه و تحلیل کیفی و کمی مواد مختلف با حساسیتی بالا در حدppm به کار می‌رود(Ghezelbash,2014). این روش به خوبی تثبیت شده و نیازی به آماده سازی نمونه یا پیش تصفیه ندارد و فقط مقدار بسیار کمی از نمونه جدا می شود(François et al,2020). به دلیل اهمیت بررسی وجود فلزات سنگین در غلات، در این مطالعه به بررسی میزان فلزات سنگین در نان، برنج و ماکارونی که جز پرمصرف ترین مواد غذایی ایرانیان به روش LIBS که یکی از سریع ترین روش های شناسایی عناصر می باشد، خواهیم پرداخت.

فلزات سنگین

فلزات سنگین از مهم ترین آلاینده های شیمیایی مواد غذایی محسوب می شوند . ایراد اصلی فلزات سنگین آن است که در بدن متابولیزه نمی گردند و در واقع پس از ورود به بدن دیگر از آن دفع نشده و در بافت ها انباشته می شوند. این فلزات

[150] Laser Induced Breakdown Spectroscopy

همچنین رشد و گسترش عفونت های ویروسی، باکتریایی و قارچی را افزایش می دهند(Karim et al,2000). تمامی فلزات سنگین در بدن اثرات زیان باری برجای می گذارند که از آن جمله میتوان به سرطان، تخریب کلیه ها و مشکلات ریوی اشاره کرد. از مهمترین این فلزات میتوان به سرب، کادمیوم، نیکل، آرسنیک و جیوه اشاره کرد. کادمیوم پس از ورود به بدن در کلیه ها جمع شده و از عوارض نامطلوب حضور آن در بدن میتوان به اسهال، استفراغ شدید، شکستگی استخوان، عقیم شدن و... اشاره کرد. سرب به طور طبیعی د ر محیط زیست وجود دارد و یکی از چهار فلزی است که بیشترین عوارض را بر روی سلامتی انسان میگذارد. افزایش فشار خون، آسیب به کلیه، اختلال سیستم عصبی و کاهش قدرت یادگیری از عوارض منفی افزایش غلظت سرب در بدن است. آرسنیک به اشکال گوناگون وجود دارد و میزان سمیت آن به سرعت دفع، میزان تجمع آن در بدن و بافت‌های سلولی بستگی دارد. فشارخون، سرطان پوست، سرطان مثانه و مشکلات تنفسی از عوارض ورود آرسنیک به بدن است(Rokni,2007).

عناصر و اهمیتشان در محصولات غذایی

وجودعناصر فلزی و سمی بالقوه به یک نگرانی جهانی در سال های اخیر در جهان تبدیل شده است. تخمین زده می شود که بیش از ۹۰ درصد قرار گرفتن در معرض PTE[151] ها به دلیل دریافت این ترکیبات از طریق آب و غذا است. آلودگی محصولات زراعی به مقادیر بیش از حدPTE مانند نیکل(Ni) ، آرسنیک(As) ، کروم(Cr) ، کادمیوم(Cd) ، آهن (Fe)، سرب(Pb) ، روی(Zn) و مس (Cu) می تواند عمدتاً از منابع انسانی و فعالیت های انسانی از جمله استخراج معادن، استفاده از لجن فاضلاب برای آبیاری و حتی استفاده از کودها و آفت کش ها سرچشمه بگیرد(Yaradua et al ,2019).

حد مجاز WHO/FDA به ترتیب ۰.۰۲، ۱.۶۳، ۰.۴۱، ۰.۲۱، ۳ و ۲۷.۴ برای کروم، نیکل، سرب، کادمیوم، مس و روی(mg/ kg) در غلات کامل تعریف شده است(Jaafarzadeh et al,2022) همچنین، طبق استاندارد کمیسیون اروپا(EU) ، ۰.۲۴ (mg/kg) برای هر دو سرب و کادمیوم در گندم اعلام شده است(Rahimi et al,2021). اگرچه برخی PTE ها از جمله روی، مس و آهن مورد نیاز هستند، مصرف بیش از حد این عناصر فلزی ممکن است اثرات نامطلوبی بر سلامتی داشته باشد. باتوجه به پایداری، تجزیه ناپذیری و پتانسیل تجمع زیستی، عناصر فلزی ممکن است دراستخوان، ریه، کبد و کلیه ها انباشته شوند و می‌توانند به شدت عملکرد طبیعی ارگان ها و غدد حیاتی را مختل کنند(Dallatu et al, 2016). قرار گرفتن مکرر در معرض عناصر فلزی ممکن است باعث ایجاد مسمومیت عصبی، جهش زایی، سرطانزایی، تراتوژنیسیته و سمیت ژنتیکی و همچنین ایجاد آسیب عملکرد روانی اجتماعی، مشکلات ایمنی، و اختلالات غدد درون ریز شود. (Rani et al,2022) مطالعات قبلی رویPET ها نشان داده است که قرار گرفتن در معرض غلظت های بالای فلزات (Cr، Cd، As، NiوPb) از طریق غذا می‌تواند منجر به مشکلات سلامتی متعددی مانند سرطان پوست، ضایعات پوستی، مشکلات عروق محیطی و نوروپاتی محیطی شود(Miranzadeh et al,2021). مواجهه مزمن با سرب می تواند منجر به مشکلاتی مانند کاهش ضریب هوشی و اختلالات رشد در کودکان و همچنین افزایش فشار خون در بزرگسالان شود (Shokri et al,2022).

[151] Potentially toxic elements

روش تعیین غلظت

برای ارزیابی غلظت عناصر مختلف موجود در نمونـه هـا از دو شاخص بین المللی RDI (Recommended Daily Intake) بـــرای عناصـــر مفیـــد وPTWI(Tolerable Provisional Intake Weekly) برای عناصر سنگین میتوان استفاده کرد.

از منحنی بـولتزمن (Plot Boltzmann) و "روش CF-LIBS (Calibration Free-LIBS) "آزاد کالیبراسیون برای بدست آوردن غلظت نمونه ها استفاده می شود. برای این کار یکی از عناصری که اطلاعات طیفی آن ثبت شـده، انتخاب و با استفاده از اطلاعات تئـوری مربـوط بـه تـراز های طیفی کـــه از سایت استاندارد مـواد گرفته شده، اســـتخراج میگردد، منحنی شدت بر حسب انرژی ترازهای متناظر رسـم می شود و با استفاده از نرم افزار Matlab بهترین خط بـا کمتـرین خطا بر آن برازش می‌شود. عرض از مبدا خط فـوق بـا غلظـت عنصر انتخابی متناسب است. به طور مثال جهـت کـالیبره نمودن داده های مربوط به عناصر اصلی، عنصر کلسیم به عنوان مرجع انتخاب می گردد و در مورد عناصر جزئی و سنگین عنصـر مرجع به ترتیب آهن و سرب تعیین می شود(قزلباش و همکاران،۱۳۹۴)

روش های تحلیلیLIBS

برای تجزیه و تحلیل کیفی، زمانی که هیچ خطی در طیف LIBS برای یک عنصر مشخص شناسایی نشد، به این معنی است که عنصر در ترکیب نمونه وجود ندارد .شناسایی هر خط طیفی برای شناخت دقیق هر خط و عنصر شیمیایی نمونه های آزمایش شده مفید بود. محبوب ترین پایگاه داده اتمی یکی از مؤسسه ملی استانداردها و فناوری(NIST) است، و برخی از داده های تکمیلی، مانند پایگاه داده Kurucz و غیره، قابل توجه است. گاهی اوقات، برای افزایش اطمینان طبقه بندی، از روش های شیمی سنجی، روش های یادگیری ماشین یا الگوریتم های هوش مصنوعی برای تعیین ترکیب عنصری، نوع، سطح یا توالی ماده استفاده می شود، مانند آنالیز مؤلفه های اصلی (PCA)، تجزیه و تحلیل مؤلفه های مستقلMeans-K. (ICA) تجزیه و تحلیل حداقل ، (PLS-DA) مربعات جزئی ازسوی دیگر، تجزیه و تحلیل کمی با LIBS در اینجا به عنوان تعیین غلظت عناصر شیمیایی در یک نمونه تعریف شد. منحنی کالیبراسیون و رویکردهای LIBS بدون کالیبراسیون برای تکمیل یک اندازه گیری کمی مورد مطالعه قرار گرفتند. به منظور بهبود دقت و تکرارپذیری اندازه گیری، روش های شیمی سنجی، روش های یادگیری ماشین یا الگوریتم های هوش مصنوعی به آخرین نقطه داغ در تحلیل کمیLIBS ، مانند رگرسیون حداقل مربعات جزئی(PLSR) ، شبکه های عصبی مصنوعی تبدیل شده اند(ANN) ، رگرسیون لجستیک(LR) ، رگرسیون خطی چند متغیره(MLR) ، ماشین یادگیری شدید (ELM)، جنگل تصادفی (RF)، یادگیری عمیق. این الگوریتم ها به طور گسترده در تجزیه و تحلیل و محاسبه محتوای اندازه گیری شده ماده مورد استفاده قرار گرفتند(Keqiang,2020).

کاربرد شناسایی عناصر و تکنیک LIBS در غلات

باتوجه به تنوع محتویات، کیفیت و قابلیت استفاده از خاک، مطالعه علمی سیستماتیک در مورد ترکیبات عنصری و شیمیایی (عناصر غذایی اصلی و فرعی، عناصر کمیاب، فلزات سنگین و غیره) خاک بسیار حائز اهمیت است. تشخیص سریع و دقیق و جلوگیری از آلودگی خاک (عمدتاً در آلاینده های فلزات سنگین) به عنوان یک موضوع مهم و جدی در کشاورزی مدرن و توسعه پایدار کشاورزی

تلقی می شود. به منظور مطالعه ترکیب شیمیایی خاک، اخیراً از طیف سنجی شکست ناشی از لیزر (LIBS) استفاده شده است. فناوریLIBS ، نوعی طیف سنجی انتشار اتمی، به عنوان یک "سوپراستار" آینده در زمینه تجزیه و تحلیل شیمیایی و تکنیک های تحلیل سبز در نظر گرفته می شود. فلزات سنگین در خاک آلاینده های خطرناکی هستند که به راحتی از طریق جذب توسط گیاهان و آلودگی آب های زیرزمینی به زنجیره غذایی منتقل می شوند. فلزات سمی سنگین در خاک می‌توانند از طریق زنجیره غذایی در بدن انسان جمع شوند و در نهایت سلامتی را تهدید کنند. نظارت برغلظت عناصری مانند فلزات سمی سنگین، عناصر غذایی و عناصر ریز در خاک برای تحقیقات محیطی، کشاورزی و بهداشت عمومی از اهمیت بالایی برخوردار است(Keqiang et al,2020). طیف سنجی جرمی پلاسما جفت القایی(MS-ICP) طیف سنجی جذب اتمی شعله (FAAS)و کروماتوگرافی گازی- طیف سنجی جرمی (MS-GC)و غیره. با این حال، این روش‌ها زمان بر، پیچیده هستند و معمولاً به آزمایشگاه شیمیایی نیاز دارند. برای نتایج کمی و تجهیزات گران قیمت است. بنابراین، تجزیه و تحلیل بسیاری از نمونه ها معمولا گران است و برای مدت طولانی دوام می آورد). Lee et al,2004) برای تعیین عناصر خاک از انواع تکنیک های آنالیز شیمیایی استفاده می شود. مانند طیف سنجی فلورسانس اتمی(AFS) ، طیف سنجی نشری پلاسما-اپتیکال جفت شده القایی(OES-ICP) ، طیف سنجی فلورسانس اشعه ایکس(XRFS) ، طیف سنجی شکست ناشی از لیزر(LIBS) ، که گاهی اوقات طیف سنجی پلاسمای القاشده با لیزر(LIPS) یا طیف سنجی جرقه لیزری(LSS) نیز نامیده می شود، به سرعت به عنوان یک تکنیک تحلیلی در چند دهه گذشته توسعه یافته است. فن آوری LIBS یک تکنیک سریع، درجا، کم مخرب، مقرون به صرفه و قابل اعتماد است که برای تجزیه و تحلیل کمی و کیفی همزمان عناصر اصلی و کمیاب در نمونه های جامد، مایع یا گاز مناسب است. در فناوریLIBS ، یک پالس لیزر دقیقا برروی سطح نمونه هدف متمرکز می شود و مقدار مشخصی از نمونه را برای ایجاد پلاسما از بین می برد. این طیف با ترسیم شدت در برابر طول موج از انتشار نور تولید شده از قطعات اتمی، یونی و مولکولی جمع آوری می شود. طیف LIBS شناسایی شده حاوی دو نوع اطلاعات در مورد ترکیب و محتوای نمونه است، طول موج طیف مشخصه بانوع عنصر مطابقت دارد و قدرت نسبی طیف مشخصه با غلظت عنصر مطابقت دارد .باتوجه به ویژگی های ابزاریLIBS ، می توان به آنالیز پیشرفته دست یافت و محدودیت های تکنیک های آنالیز شیمیایی، از جمله درمان غیرآمادگی یا کم نمونه، تجزیه وتحلیل، کاربرد میدانی درجا، برطرف شد. بر اساس این توانایی های منحصر به فرد، LIBSبه طور گستردهای درآن استفاده شده است (Keqiang et al,2020). در کشاورزی می توان از LIBS در بسیاری ازجنبه ها مانند خاک، آلودگی خاک، مواد مغذی گیاهی، غلات و دانه ها، میوه ها و سبزیجات استفاده کرد(Nicolodelli et al; 2019)

کاربرد LIBS در برنج

اصطلاح برنج عمدتاً به دو گونه از خانواده علف های Poaceae اشاره دارد که برای مصرف انسان مهم هستند اوریزا ساتیوا(برنج آسیایی) واوریزا گلابریما(برنج آفریقایی) اوریزاساتیوا در سطح جهانی (در بسیاری از مناطق از جمله آسیا، آمریکای شمالی و جنوبی،اتحادیه اروپا، خاورمیانه و آفریقا) رشد می کند. اوریزا گلابریما فقط در غرب آفریقا کشت می شود. با این حالاوریزا گلابریما در حال جایگزینی استاوریزا ساتیوابه دلیل انطباق آن با طیفی از طاقچه های اکولوژیکی و رژیم های اقلیمی. اوریزا ساتیوا دارای سه زیرگونه است: اندیکا، ژاپنی، وجاوانیکا، دو مورد اول رایج ترین هستند. تفاوت اصلی بین آنها ظاهر دانه و در منشاء / شرایط رشد آب

و هوایی است. اینانديکا واریته ها بیشتر در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری آسیا رشد می کنند، دانه های آنها بلند و غیر چسبنده است. برنج ژاپنی با دانه های کوتاه/ متوسط و چسبناک مشخص می شود، مکان های بهینه برای کشت آن در مزارع خشک و آب و هوای معتدل (ژاپن و شمال چین) است. این جاوانیکاواریته های آن دانه متوسط هستند و در مناطق گرمسیری و کوهستانی ماداگاسکارو اندونزی رشد می کنند.(Vlachos and Arvanitoyannis, 2008).

محصول نهایی برداشت و خرمن برنج "شالی برنج" با لایه پوسته بیرونی، لایه های جوانه و سبوس و آندوسپرم است. مراحل بعدی فرآوری از شالیزاری به قهوه ای و بعدا به سفید، پوست گیری، آسیاب، پرداخت است. این فرآیندها به از دست دادن قابل توجه ویتامین‌ها و مواد معدنی کمک می کند که عمدتاً در سبوس و لایه های جوانه بیرونی از آنجایی که برنج آسیاب شده منبع ضعیفی از ریزمغذی ها است، فناوری هایی برای کاهش تلفات در طی آسیاب کردن و یا افزودن این اجزا به برنج آسیاب شده برای جلوگیری از خطر کمبود ویتامین و مواد معدنی(VMD) وجود دارد(de Pee, 2014).

درتجارت جهانی برنج، بیشتر روش های متقلبانه از طریق تقلب و برچسب گذاری متقلبانه برنج صورت می گیرد. علیرغم مقررات، کلاهبرداری ها به طور مرتب از طریق برچسب گذاری نادرست ظاهرمی شوند. شایع ترین تقلب باسماتی هندی و پاکستانی (برنج مرغوب بر اساس عطرو بوی خاص آن) مربوط به برچسب گذاری اشتباه با استفاده از انواع ارزان تر مانند غیرمعطر است. .نوع دیگری از تقلب، افزودن طعم مصنوعی برای پوشاندن استفاده از انواع برنج بدون طعم است. این مورد در مورد برنج ازWuchang ، چیندر سال ۲۰۱۰، "رسوایی" Wuchang بود. برنج Wuchang فقط در استان شمالی هیلونگجیانگ کشت می‌شود و با عطر و طعم آن شناخته می شود. علاوه بر تقلب در طعم برنج، رقیق سازی با برنج با کیفیت پایین تر و سایر انواع تقویت کننده مصنوعی توسط مؤسسه حفاظت از غذا و دفاع(۲۰۱۷) ذکر شده است. سازمان غذا و داروی هند(FDA) دانه های برنج و سبوس هایی را که قرار بود با زردچوبه و مواد سرطان زا، کرومات سرب و رنگ های سودان مخلوط شود، بازیابی کرد. اینها برای رسیدن به رنگ زرد و قرمز مناسب به کاری اضافه می شوند. در چین، اصطلاح "برنج سمی" یا "برنج سمی" به برنج هایی اطلاق می شودکه با پارافین پوشانده شده اند تا بازارپسندی را افزایش دهند، اما به دلیل مواد سرطانزا، اثرات منفی بر سلامتی دارند. از سال ۲۰۱۶، شایعاتی در مورد برنج تقلبی به نام "برنج پلاستیکی" در بسیاری از کشورها در رسانه ها ظاهرشد. با این حال، هیچ یک تایید نشد، اعتقاد بر این است که از آنجایی که به اصطلاح "برنج پلاستیکی" برنج بسیار قدیمی و بی‌کیفیت است که برای ایجاد ظاهر با کیفیت بالا پردازش شده است. با این حال، در سال ۲۰۱۷ FSA برنج تقلبی به نام «برنج پلاستیکی» را پیدا کرد که با سیب زمینی و سیب زمینی شیرین همراه با رزین های صنعتی نگهداری می شد و در چین و دیگر بازارهای آسیایی از جمله هند، اندونزی و ویتنام فروخته می شد. تولید برنج تقلبی یک خطر بالقوه برای سلامتی است.

تحقیق در مورد ارزیابی اصالت برنج دراروپا، موضوع اصلی در ارزیابی اصالت مواد غذایی، تعیین منشا محصولات است. مقررات مربوط به حفاظت از نشانه های جغرافیایی، نام های بسیار خاص مبدا برای برخی محصولات غذایی وجود دارد. چنین محصولاتی با نشانه های زیر طبقه بندی می‌شوند: به عنوان نام حفاظت شده مبدا(PDO) ، نشان جغرافیایی حفاظت شده(PGI) وتخصص های سنتی تضمین شده (TSG) این استانداردها برای محافظت از مشتریان دربرابر برچسب نادرست مواد غذایی ایجاد شده است. درحال حاضر،

تحقیقات عمدتاً بر روی اصالت برنج برای منشاء گیاهی و جغرافیایی یا روش های کشت آن متمرکز است. موارد تقلب تاثیرات منفی بر صنعت، اعتماد مصرف کننده دارد و ممکن است با خطرات سلامتی مرتبط باشد. به موازات توسعه روش های جدید برای انجام تقلب برنج، تعداد تکنیک های تحلیلی مورد استفاده برای شناسایی آنها نیز در حال افزایش است. در طول ۲۰ سال گذشته تجزیه و تحلیل اصالت موادغذایی انتخابی، حساس و قابل اعتمادتر شده است. توسعه روش های جدید بررسی داده های آماری، طبقه بندی بهتر نمونه ها را نسبت به استفاده از روش های اصلی اجزای اصلی فراهم می کند. تحقیقات در مورد کاربرد ابزارهای تحلیلی مختلف در زمینه اصالت برنج به صورت پویا در حال توسعه است.(Magdalena Sliwinska Bartel et al,2021)

بررسی اصالت برنج باسماتی

باسماتی محبوب ترین خاستگاه گیاه شناسی برنج است و از نظر اصالت بیشتر مورد آزمایش و ارزیابی قرار گرفته است. این به دلیل صنعت قوی و شهرت تخصص آن به عنوان یک محصول برتر است. پروفایل های متابولیت برنج باسماتی و غیرباسماتی توسط Orbitrap HILIC LC-MS مورد مطالعه قرار گرفت. از بین ۱۷۵۲ ترکیب شناسایی شده، ۳۲۹ متابولیت پس از تجزیه و تحلیل آماری برای هر گروه برنج انتخاب شد و با استفاده از ۵۰ ANOVA متابولیت از برنج باسماتی و غیر باسماتی شناسایی شد .علاوه بر این، روش های ساده ای برای تشخیص تقلب باسماتی مانند بوییدن پس از جوشاندن در آب و کروماتوگرافی ترکیبات طعم دهنده وجود دارد، روش های مبتنی بر PCRبرای ارزیابی اصالت مؤثر هستند(Magdalena Sliwinska-Bartel et al,2021) .

بررسی منشا برنج آمریکای جنوبی

محققان تعیین منشا برنج از مناطق جنوب و میانه غربی برزیل را بر اساس غلظت بیست عنصر (مس، روی، منیزیم، B، فسفر ، به عنوان، سرب، کادمیوم، منگنز، سه، کبالت، کروم، آهن، آهن، کادوم،منگنز، آهن، ، فلزات و فلزات آهنی) مورد بررسی قرار دادند. آنها از ICP-MS برای ارزیابی و انتخاب عناصر استفاده کردند.(Maione, et al,2016) از LIBS برای تعیین منشا برنج قهوه ای آرژانتینی، با استفاده از تقویت گرادیان شدید(XGBoost) و یک الگوریتم kNN برای ارزیابی داده ها استفاده کرد Magdalena) . Sliwinska-Bartel et al,2021)

ارزیابی منشا برنج از قاره های مختلف

منشا برنج قهوه ای و وحشی از فرانسه، ایتالیا، تایلند، هند و کانادا با استفاده از UPLC-HR-Q -TOF -MS و PCA وOPLS-DAمورد بررسی قرار گرفته است. تمایز برنج از تایلند، فرانسه، ژاپن، هند، ایتالیا و پاکستان توسط گزارش شده است. با استفاده از طیف سنجی جرمی جفت القایی با وضوح بالا (HR -ICP -MS) همراه با PCA و DA براساس بیست یک عنصر ، منگنز ، B, Co, Sr, ,Mo, Cd, Cs, Ba, Pb, Ti, V, As, Seمس،Rb، منیزیم، Al، کروم، آهن، نیکل و روی. اندازه گیری غلظت های چند عنصری(Ba ,Sr ,Rb ,Cu ,Ni ,Co ,Fe ,Al) و نسبت های ایزوتوپی Srو Pb در برنج ژاپن، ایالات متحده آمریکا، چین و تایلند توسط استفاده از طیف سنجی NIR دستی همراه با شیمی سنجی برای اصالت و کیفیت برنج. آنها با استفاده از ۵۲۰ نمونه، درجه های کیفی مختلف(کیفیت بالا، متوسط و پایین) و منشاء (غنا، تایلند و ویتنام) را مشخص کردند .مدل پردازش داده شامل تصحیح پراکندگی ضربی(MSC) ، PCAو k-NN بود و بیش از ٪90طبقه بندی صحیح نمونه ها را نشان داد-Magdalena Sliwinska) . Bartel et al, 2021)

آرد و نان

غلات از اولین غذاهای شناخته شده بشر بوده که از زمان های بسیار کهن تاکنون همواره نقش بسیار مهمی در اقتصاد و تغذیه مردم دنیا به ویژه کشورهای در حال توسعه داشته است و به همین جهت سمبل غلات یعنی گندم و نان حاصل از آن همواره در میان مذاهب و فرهنگ های کشورهای مختلف دنیا، مقام والا و ارزنده ای داشته است و خواهد داشت. آرد از اجزای اصلی تشکیل دهنده نان می باشد. لذا جهت بهبود کیفیت نان لازم است کیفیت آرد مصرفی بهبود یابد تا از ضایعات این کالا اساسی و استراتژیک کاسته شود. به منظور بهبود کیفیت آرد، یا باید آرد برای مدتی نگهداری و هوادهی شود یا از بهبود دهنده ها استفاده شود(شهمیری و همکاران،۱۳۹۳).

محبوب ترین و پرمصرف ترین غلات با خواص تغذیه ای و غذایی گندم است .سبوس، آندوسپرم و جوانه سه جزء دانه گندم هستند. لایه بیرونی سبوس حاوی ۵۰ تا ۸۰ درصدمواد معدنی (منیزیم، روی، آهن و مس)، آنتی اکسیدان ها (آنتوسیانین)، ویتامین B و ۵۰ درصد فیبر است(Poudel and Bhatta, 2017). مصرف غلات سرشار از آنتوسیانین با کاهش خطر ابتلا به بیماریهای مزمن مرتبط است. آنتوسیانین عمدتاً در لایه های بیرونی هسته (پریکارپ و آلورون) وجود دارد. دارای خواص آنتی اکسیدانی است و می تواند به جلوگیری از آسیب رادیکالهای آزاد کمک کند(Francavilla and Joye,2020).

به دلیل وجود مواد شیمیایی گیاهی از جمله فنولیک ها، لیگنین، کاروتنوئیدها و ویتامین E، اثرات ارتقاء دهنده سلامتی دارند. فیبرغذایی و آنتی اکسیدان ها (گندم سیاه) موجود در آنتوسیانین های گندم معمولا ازگندم کامل و سبوس گندم به دست می‌آیند. اسید فنولیک آزادانه ظاهر می شود و استری می شود. دارای فعالیت آنتی اکسیدانی قوی است که فواید بالقوه ای برای سلامتی دارد. مواد شیمیایی گیاهی مفید اصلی در سبوس و جوانه گندم قرار دارند.(Kaur et al,2022) گندم حاوی فیبر غذایی به شکل سلولز و آرابینوکسیلان است که با افزایش سیری و کاهش مصرف گلوکز، بیفیدوباکتریوم (مارکرهای روده سالم) را افزایش می دهد و تخلیه معده را به تاخیر می اندازد که همگی به کاهش وزن کمک می کنند(Chiremba et al,2012) .

به دلیل پایین بودن قیمت نان و با توجه به اینکه غذای اصلی مردم را تشکیل می دهد کمتر کسی به فکر تقلب در این ماده غذایی می افتد اما با این وجود گاهی افراد سودجو و متقلب در این ماده غذایی هم تقلب می کنندکه از آن ها می‌توان به موارذیر اشاره کرد:

۱. اضافه کردن نشاسته به آرد: عده ای از متقلبین، مقداری نشاسته سیب زمینی و برنج به نان اضافه میکنند و در نتیجه خمیر آب بیشتری جذب می کند.

۲. اضافه کردن آرد های دیگر: مانند آرد جو و ذرت به آرد گندم

۳. استفاده از آرد های کهنه: در مورد آرد های کهنه که به علت فساد چربی، دارای اسیدیته بالایی هستند، متقلبین مقداری کربنات یا بی کربنات سدیم به آرد اضافه می کنند. این مواد اسید های حاصل از فساد را خنثی کرده و عیب کهنگی و ماندگی آرد را می پوشانند. لازم به یاداوری است که برخی از این ترکیبات گاهی برای کمک به عمل آمدن خمیر به آن اضافه می شوند.

۴. اضافه کردن زاج برای سفید کردن سطح نان: نان های سفید در پاره ای از مناطق دارای طرفداران بیشتری هستند و لذا پاره ای از متقلبین مقداری زاج سفید یا سولفات مس یا براکس به آردهای تیره اضافه می کنند.

۵. اضافه کردن سایر ترکیبات مانند گچ، پودر استخوان و امثال آن به آرد (بیگ محمدی،۱۳۹۰).

بررسی پتانسیل غلظت عناصر سمی در آرد گندم به روش ICP-OES

باتوجه به کاربرد زیاد آرد گندم در فرآورده های نانوایی و قنادی در سراسر جهان به ویژه در ایران، بررسی میزان عناصر فلزی و ضروری در دانه گندم و آرد گندم ضروری است. همچنین، شواهد اپیدمیولوژیک نشان داده است که تنها مقایسه غلظت فلزات سمی با مقادیر استاندارد نمی تواند دقیقاً نشان دهنده بهداشتی و بی خطر بودن ماده غذائی باشد. در نتیجه، دستیابی به ارزیابی احتمالی خطر سلامت انسان(HRA) برای دسترسی به برخی اطلاعات جدید ضروری است.

بر اساس مطالعه بررسی شده توسط پیرهادی و همکاران در سال ۲۰۲۲، که بر روی غلظت عناصر سمی بالقوه(PTEs) در نمونه های گندم، آرد سنگک و نان لواش و تأثیر احتمالی فرآیند آسیاب(به دلیل استهلاک دستگاه) انجام شده، به این صورت بوده که سطوح PTE در نمونه های آزمایش شده (تعداد۲۷۰) از ۱۰ کارخانه در ایران توسط (OES-ICP طیف سنجی نشر اتمی پلاسمای جفت شده القایی) تعیین شده است، و همچنین خطر مرتبط با سلامت انسان ناشی از مصرف آردهای نان گندم، سنگک و لواش در بزرگسالان و کودکان برآورد شده است. در این رویکرد از ضریب خطر ۹۵ درصد(HQ) ، شاخص خطر (HI) و شاخص کل خطر (THI)به عنوان علامتی برای به خطرانداختن سلامت افراد مصرف کننده استفاده شده است. تفاوت معنی داری در غلظت نیکل بین گندم و دو برند آرد یعنی سنگک و لواش مشاهده شده. ترتیب غلظت PTEs در نمونه های گندم و آرد به ترتیب Fe^{152}< Zn^{153}< Cu^{154}< Ni^{155}< Cr^{156}< Pb^{157}< As^{158}< Cd^{159}بوده است. مطابق با یافته ها، غلظت PTEs درهمه نمونه ها کمتر از حد مجاز تعیین شده توسط کمیسیون اروپا و کمیته JECFA بوده. مصرف سرانه نان برای بزرگسالان ۰.۴۵ کیلوگرم و برای کودکان ۰.۲۷ کیلوگرم در روز است. محتوای بالای مصرف روزانه کروم، سرب، کادمیوم و جیوه موجود در نان، اثرات نامطلوبی بر سلامتی افراد دارد. بنابراین جلوگیری از ورود PTE به گندم، نان، برنج و سایر محصولات کشاورزی در مراحل کشت، برداشت و آسیاب، نگهداری آرد و پخت نان ضروری است. نتایج نشان داد، غلظت PTEs در آرد گندم، لواش و سنگک، سطح تمام عناصرکمیاب فلزی و ضروری کمتر از WHO/FDA و حد مجاز استاندارد کمیسیون اروپا بود. بیشترین غلظت PTE در نمونه های گندم مشاهده شد و با آسیاب و کاهش عیار عصاره گیری (درصد) کاهش یافت. میانگین کل غلظت نیکل، کروم و آهن دربین نمونه های مختلف گندم و آرد، این تفاوت معنی دار بود. بنابراین، کنترل کیفیت منظم آرد گندم، در کارخانه ها به منظور تامین مواد غذایی سالم و ایمن و جلوگیری از

[152] Ferrum
[153] Zinc
[154] Cuprum
[155] Nickel
[156] Chromium
[157] Plumbum
[158] Arsenic
[159] Cadmium

حضورPTE ها در زنجیره غذایی ضروری است. بررسی تمامی مراحل آسیاب به صورت جداگانه و تاثیر هر مرحله در مطالعات آتی قابل ارزیابی است و باید مورد بررسی قرار گیرد(Pirhadi et al,2022).

تشخیص تقلب در آرد کینوا

دانه های کینوا نسبت به سایر غلات پروتئین بیشتری دارند، و دارای سطوح بالای متیونین و لیزین و همچنین حاوی مقدار قابل توجهی فیبر، مواد معدنی مانند کلسیم و آهن و پلی فنل ها است. علاوه بر این، آرد کینوا (در میان دیگر آردها) به عنوان جایگزینی برای گندم مورد توجه فزاینده ای قرار گرفته است. آردکینوا به دلیل ویژگی های ایمنی و تغذیه ای به عنوان جایگزینی برای آرد گندم در فرمولاسیون نان مورد توجه روزافزونی قرار گرفته است. این علاقه فزاینده به کینوا باعث افزایش تقاضا شده است و هدفی برای تقلبات احتمالی با غلات به دلیل ارزان تر بودن است. درسال های اخیر، افزایش علاقه به کینوا به دلیل ارزش غذایی آن، باعث ترویج تقاضا برای هر دو، دانه کینوا و آرد کینوا شده است.

تقلب یک محصول غذایی شامل افزودن جایگزینی یا جایگزینی عمدی است. حذف یک ماده غذایی بدون اطلاع خریدار، برای سود اقتصادی می باشد. تقلب غذایی، خطر سلامت عمومی را در پی دارد. بنابراین برای سلامت مصرف کنندگان، دولت ها و صنایع باید برای پیشگیری سرمایه گذاری کنند(Su and Sun, 2017). تلاش های متعددی برای ارزیابی کیفیت محصولات غذایی توسط این سازمان صورت گرفته است. به عنوان رویکرد اثر انگشت شناخته می شود که مبتنی بر دریافت سیگنال یا تصویر توسط برخی افراد است ابزارهای تحلیلی، مانند اثر انگشت الکتروفورز (تکنیک های تشخیص پروتئین یاDNA)، انگشت نگاری طیفی (رزونانس مغناطیسی هسته ای، طیف سنجی مادون قرمز، طیف UV-Vis ، طیف سنجی رامان، طیف سنجی جرمی و تصویربرداری طیفی یا انگشت نگاری کروماتوگرافی (کروماتوگرافی گازی، کروماتوگرافی مایع یا کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا).(Ellis et al,2012)

FT-NIR حالت های اصلی کشش ارتعاشی و چرخشی مولکولی را کنترل می کند. پیوندهایی که مشخصات شیمیایی نمونه را تولید می کنند و مقدار بیشتری از مواد شیمیایی را فراهم می کنند. بنابراین، FT-MIRبرای تشخیص استفاده شد. از جمله موادتقلبی در شیر خام، روغن فندق، گوشت گاو خام و پخته، عسل و مربا، حتی بیشتر FT-MIR برای طبقه بندی غلات استفاده شده است مانند آرد،مانند گندم، جو و گندم سیاه.

تکنیک های طیف سنجی، مانند FT-MIR، زمانی که در ترکیب با روش های آماری چند متغیره که به آن نیز شیمی سنجی می گویند. روش هایی که در آن هراندازه گیری با چندین متغیر مرتبط است. متغیرهای طیف سنجی شدت های مرتبط با فرکانس هر طیف به دست آمده، برای هرنمونه معمولاًاین متغیرها همبستگی بالایی دارند و ممکن است شامل سیستماتیک نیز باشند تغییرات،مانند، جبران افزودنی ناشی از تداخلات شیمیایی یا مربوط به تجهیزات می باشد. با استفاده از روش های کمومتری می توان بر این عوارض غلبه کرد .کاهش تأثیر منفی متغیرهای غیر مرتبط، بهبود تفسیر داده ها و یا با به دست آوردن مدل های ساده تر و قوی تر امکان پذیر است(van den Berg et al,2013).

پاستا

مصرف محصولات غلات بخاطر مطلوبیت مواد مغذی و مزه و طعم فراوان در دنیا بسیار رایج است، انواع مختلف مواد تشکیل دهنده پاستا و فرآیند شکل دهی آن و همچنین نحوه گوناگون استفاده از آن این محصول غذایی را بسیار جذاب و پرطرفدار ساخته است. پاستا از غذاهای اصلی از زمان باستان دربسیاری از کشور ها در سراسر دنیا بوده است .بسیاری از افزاینده ها ایجاد شده در صنعت تولید پاستا اهداف مختلفی دارد که بخاطر فقدان آگاهی لازم در مورد استفاده از آن گاهی مورد استفاده نادرست قرار می گیرد، که باعث آسیب رساندن به سلامت انسان نیز می گردد از این رو بررسی تاثیر و کاربرد افزودنی های مختلف و انواع فرآوری و غنی سازی پاستا برای استفاده درست در سبد غذایی بسیار لازم می باشد. با توجه به تقاضای بسیار زیاد و گوناگونی سلیقه های مصرفی در این ماده غذایی طیفی گسترده از دستور العمل های پخت و پز پاستا در دنیا متداول شده که این امر خود باعث جذابیت بیشترمصرف کنندگان و رشد مصرف آن در دنیا گردیده است. همچنین با توجه به شیوع بیماری های ناشی از عدم رژیم غذایی مناسب، امروزه غذاهای سالم باهدف ممانعت از برخی بیماری ها جایگاه ویژه ای یافته است .بنابراین، در سال های اخیر صنعت غذا به سوی تولید این گونه محصولات یافته سوق است(وهاجی،۱۳۹۵).

ماکارونی باید تنها با استفاده از گندم دوروم تولید شود. تریتیکوم تورگیدوم(دوروم) از آنجایی که مناسب ترین نوع غلات برای تولید ماکارونی با کیفیت بالا است. هدف از تصویب این قانون ارائه محصول باکیفیت برای مصرف کنندگان و جلوگیری از استفاده از سایر غلات که می تواند تقلب تلقی شود، بوده است. همین روش در فرانسه ویونان نیز اعمال می شود. با این حال، همان قانون استفاده از آرد گندم معمولی را در تولید ماکارونی خشک مجاز می داند، مشروط بر اینکه روی اطلاعات برچسب محصول مشخص شده باشد. با این حال، در حالی که ترجیح مصرف کنندگان گندم دوروم در برخی ازکشورها مانند اسپانیا، ایالات متحده آمریکا، کانادا و استرالیا است، گندم معمولی را میتوان در ماکارونی خشک شده در کشورهای دیگر در آمریکای جنوبی. برخی از کشورها مانند ایتالیا، فرانسه و ترکیه مقررات و قوانینی برای استفاده از گندم دوروم در تولید ماکارونی دارند(Alary et al,2002)

اتحادیه اروپا به دلایل غیرقابل پیش بینی آلودگی ماکارونی را با گندم معمولی تا ۳ درصد مجاز می داند. با این حال، برخی از تولیدکنندگان از گندم معمولی یا مخلوط گندم های معمولی و دوروم برای تولید ماکارونی برای کسب سود ناعادلانه استفاده می کنند زیرا قیمت نسبتاً پایین گندم معمولی در مقایسه با گندم دوروم است. پاستا از گندم معمولی تهیه می شود و یا مخلوطی از گندم معمولی و گندم دوروم بدون ذکر بر روی برچسب تقلب یا تقلب غذایی محسوب می شود.تفاوت های عملی در کشورهای مختلف باعث تنوع محدودیت های قانونی، به ویژه درمورد اعمال تقلب در واردات و صادرات می شود. برچسب گذاری صحیح مهم ترین معیاری است که به مصرف کنندگان امکان انتخاب آگاهانه را می دهد. مصرف کنندگان وتولیدکنندگان ماکارونی شایسته باید در برابر چنین تقلبات و منافع ناعادلانه ناشی از فروش محصولات دارای برچسب اشتباه به دلیل نگرانی های اقتصادی و اخلاقی محافظت شوند(Kelly and Bhave, 2007)

تقلب عمدی آرد گندم دوروم با آرد گندم معمولی شامل روش های الکتروفورتیک، ایمونولوژیک یا کروماتوگرافی می باشد. روش‌های مبتنی بر DNA مانند واکنش زنجیره ای پلیمراز (PCR)یاReal Time PCR. و طیف سنجی مانند طیف سنجی مادون قرمز (IR)از جمله نزدیک(NIR) اواسط (MIR) و تبدیل فوریه (FTIR) . روش های مبتنی بر DNA علاوه بر قابل اعتماد بودن، دارای معایب قابل توجهی مانند نیاز به زمان برای مراحل استخراجDNA ، آماده سازی نمونه، نیاز به پرسنل واجد شرایط و مواد شیمیایی

خورنده هستند. علاوه بر این، تشخیص مولکول هایی که مستقیماً بر موفقیت آنالیز تأثیر می گذارند، می تواند تحت تأثیر دمای بالا، فشارو فرآیندهای شیمیایی در روش های کروماتوگرافی و الکتروفورتیک قرار گیرد. به خصوص در روش های مبتنی بر پروتئین، محدودیت قابل توجهی از نظر دناتوره شدن پروتئین در فرآیند تولید وجود دارد. تا آنجا که ما می دانیم، علیرغم موفقیت نسبی حاصل از روش های مبتنی برDNA ، کروماتوگرافی و الکتروفورتیک برای تعیین تقلب آرد گندم دوروم با آرد معمولی، استفاده از تجزیه و تحلیل چند عنصری طیف سنجی مبتنی بر لیزر هنوز گزارش نشده است. مطالعات متعددی وجود دارد که در آنها ترکیب عنصری در نمونه های گندم دوروم و معمولی به صورت جداگانه با استفاده از طیف سنجی جرمی پلاسما جفت شده القایی-(MS ICP) و طیف سنجی انتشار نوری (OES-ICP)، طیف سنجی جذب اتمی شعله(FAAS) تعیین شد. با این حال، این تفاوت های عنصری قبلا برای شناسایی نوع آرد گندم و تقلب احتمالی استفاده نشده است. هنگامی که مطالعات قبلی در ادبیات مورد بررسی قرار می گیرد، عناصری مانند فسفر، پتاسیم، کلسیم،منیزیم، منگنز، آهن و روی، بسته به رقم، به ویژه بین نمونه های گندم معمولی و دوروم،موقعیت جغرافیایی و عمل آسیاب، تغییرات قابل توجهی را نشان دادند. لازم به ذکر است که نتایج به دست آمده در مطالعات مختلف در فواصل زمانی مختلف برای انواع نمونه گزارش می شود زیرا محصول یک کالای کشاورزی است که می تواند تحت تأثیر رقم، خاک، عرض جغرافیایی، عمل کشاورزی، فصل،دما، تیمارهای پس از برداشت قرار گیرد. در این مرحله، نیاز به روشی است که امکان تجزیه و تحلیل سریع، ساده، غیر مخرب، سازگار با محیط زیست و چند عنصری را فراهم کند که از معایب روش های آنالیز قبلی مانند استفاده مضر از مواد شیمیایی، کار شدیدو نیازهای زمانی، به وضوح قابل مشاهده است.(Sezer et al,2022)

ازاین نظر، طیف سنجی شکست ناشی از لیزر(LIBS) یک راه حل آسان برای چالش های جاری ارائه می دهد. LIBS یک تکنیک طیف سنجی نوری مبتنی بر لیزر است که توانایی تشخیص ترکیب عنصری نمونه را دارد. درLIBS ، یک نمونه در معرض پالس لیزر قرار گرفته است که باعث ایجاد فرسایش در سطح هدف می شود. انتشار ثبت شده پلاسما ترکیب عنصری نمونه را نشان می دهد. در سال های اخیر، LIBSیک تکنیک نوظهور در آنالیز عنصری نمونه های مواد غذایی است که به دلیل مزایای متعدد و قابل توجهی موثر از جمله سریع، غیر مخرب، حداقل بدون آماده سازی نمونه، عدم وجود موادشیمیایی خطرناک، قابلیت حمل و اطلاعات مکانی است. علاوه بر این، چندین کاربرد LIBSدر تجزیه و تحلیل نمونه های غلات وجود دارد.(Markiewicz-Keszycka et al,2018)

تمرکز مطالعه بانوسزار وهمکاران در سال ۲۰۲۲ برای اولین بار ارزیابیLIBS همراه با رگرسیون حداقل تمایز جزئی (DA-PLS) وPLS ، شناسایی آرد گندم دوروم و معمولی و تعیین نسبت تقلب در نمونه های آرد و ماکارونی بود. نتایج نشان می‌دهد که LIBS می تواند یک تکنیک سریع و کاربردی با حداقل آماده سازی نمونه برای تشخیص تقلب آرد گندم معمولی در ماکارونی های تولید شده باشد.(Sezer et al,2022).

نتیجه گیری

با توجه به اینکه قوت غالب مردم برنج ، نان و اخیرا پاستا می باشد. لذا بررسی کیفی این محصولات در بازار مصرف به منظور حفظ سلامت مصرف کنندگان ضروری می‌باشد. لذا در بین روش های نوین شناسایی طیف سنجی شکست ناشی از لیزر نسبت بـه سایر

روش‌های متداول ساده تر بوده، بطوریکه می توان مجموعه ای از این ابزارآلات را به صورت یک وسیله قابل حمل، قدرتمند و قابل استفاده در هر محیطی بکار برد. این روش جهت تجزیه و تحلیل کیفی و کمی مواد مختلف با حساسیتی بالا در حدppm به کار می‌رود. البته وجود ماده سمی در یک ماده غذایی به معنی منع مصرف آن ماده غذایی نیست بلکه با برنامه ریزی صحیح مصرف مواد غذایی حاوی فلزات سنگین می‌توان از مضرات حاصل از این عناصر در بدن جلوگیری به عمل آورد.

منابع

بیگ محمدی،، ز.۱۳۹۰. تقلبات مورد استفاده در صنایع غذایی و روش های شناسایی آن ها، اولین سمینار ملی امنیت غذایی حوزه معاونت پژوهش و فناوری، دانشگاه آزاد اسلامی سواد کوه.

شهمیری. ع، سیدین اردبیلی. س. م، حسینی. س. ا، آقا قلی زاده. ر. اثر زمان نگهداری بر روی ویژگی های فیزیکوشیمیایی آرد گندم. اولین کنفرانس ملی الکترونی علوم و کشاورزی و محیط زیست. ۱۳۹۳.

قزلباش، م. دربانی، س. م. روستا، س. اسلامی مجد، ع. الکتابی،م. س. موسوی آذر، ع. کاربرد بیناب فروشکست القایی لیزری در شناسایی و تعیین غلظت عناصر موجود در شیر. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران. ۱۳۹۴. سال دهم. شماره ۱. صفحات ۸۹-۹۶.

وهاجی، ن. ۱۳۹۵، بررسی انواع فرآوری و غنی سازی بر روی پاستا و تاثیر بر کیفیت نهایی آن، کنفرانس دستاوردهای نوین در صنایع غذایی و تغذیه سالم.

Alary, R., Serin, A., Duviau, M.P., Jourdrier, P., Gautier, M.F., (2002). Quantification of common wheat adulteration of durum wheat pasta using real-time quantitative polymerase chain reaction (PCR). Cereal Chem. 79, 553–558.

Chiremba., C. Taylor., J.R. Rooney., L.W. Beta., T. (2012). Phenolic acid content of sorghum and maize cultivars varying in hardness, Food Chem. 134 (1) 81–88.

Canli, Mustafa, and Gülüzar Atli. (2003). The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. Environmental pollution 121.1 (2003): 129-136.

Dallatu., Y.A. Shallangwa., G.A. Ibrahim., W.A. (2016) Effect of milling on the level of heavy metal contamination of some Nigerian foodstuffs, Int. J. Chem. Mat. Environ. Res. 3 29–34.

de Pee, S. (2014). Proposing nutrients and nutrient levels for rice fortification. Annals of the New York Academy of Sciences, 1324, 55–66. https://doi.org/10.1111/ nyas.12478.

Ellis, D. I., Brewster, V. L., Dunn, W. B., Allwood, J. W., Golovanov, A. P., & Goodacre, R. (2012). Fingerprinting food: current technologies for the detection of food adulteration and contamination. Chemical Society Reviews, 41(17), 5706. https://doi.org/10.1039/c2cs35138b

Francavilla., A. Joye., I.J. (2020). Anthocyanins in whole grain cereals and their potential effect on health, Nutrients. 12 (10) 2922.

François., E., Gazeli, O., Couris, S., Angelopoulos, G. N., Blanpain, B., & Malfliet., A. (2020). Laser-induced breakdown spectroscopy analysis of the free surface of liquid secondary copper slag. Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy, 170, 105921. https://doi.org/10.1016/j.sab.2020.105921.

Ghezelbash., M. (2014). Setting up Laser Induced Break down Spectroscopy on various metal samples by time resolved method. Isfahan: Malek Ashtar University of Technology, M. C. Factiuality of Applied Sciences Optics & Laser Science and Technology Research Center. [in Persian].

Jaafarzadeh., N. Panahi Fard., M. Jorfi., S. Zahedi., A. Feizi., R. (2022). Non-carcinogenic risk assessment of Cr and Pb in vegetables grown in the industrial area in the southwest of Iran using Monte Carlo Simulation approach, Int. J. Environ. Res. 16 1–10.

Kaur., L. Mao., B. Beniwal., A.S Kaur., R. Chian., F.M. Singh., J. (2022). Alternative proteins vs animal proteins: the influence of structure and processing on their gastro-small intestinal digestion, Trends Food Sci. Technol. 122. 275–286.

Kelly, F., Bhave, M., (2007). Application of a DNA-based test to detect adulteration of bread wheat in pasta. J. Food Qual. 30, 237–252.

Karim., G, Kiani., SM, Rokni., N, Razavi.Rohani., SM, Motalebi., A. (2000). Status pollution heavy metals in foods of animal origin and aquatic in Iran. J Food Sci Tech. 34:25-35[in Persian].

Keqiang., Y, Jie., R., Yanru., Z. (2020). Principles, developments and applications of laser-induced breakdown spectroscopy in agriculture: A review, Artificial Intelligence in Agriculture 4, 127-139.

Lee, W.B., Wu, J., Lee, Y.I., Sneddon, J., 2004. Recent applications of laser-induced break down spectrometry: a review of material approaches. Appl. Spectrosc. Rev. 39, 27–9

Miranzadeh., M.B. Mostafaii., G. Kafaei., R. Rezvani., M. Ghalhari, Atoof., F. Hoseindoost., G. Karamali., F. (2021). Determination of heavy metals in cream foundations and assessment of their dermal sensitivity, carcinogenicity, and noncarcinogenicity, Int. J. Environ. Anal. Chem. 1–13.

Magdalena Sliwinska-Bartel, D. (2021). Thorburn Burns, Christopher Elliott , , Rice fraud a global problem: A review of analytical tools to detect species, country of origin and adulterations, Trends in Food Science & Technology 116,36-46, Poland. www.elsevier.com/locate/tifs

Maione, C., Batista, B. L., Campiglia, A. D., Barbosa, F., Jr., & Barbosa, R. M. (2016). Classification of geographic origin of rice by data mining and inductively coupled plasma mass spectrometry. Computers and Electronics in Agriculture, 121, 101–107. https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.11.009

Markiewicz-Keszycka, M., Casado-Gavalda, M.P., Cama-Moncunill, X., CamaMoncunill, R., Dixit, Y., Cullen, P.J., Sullivan, C., (2018). Laser-induced breakdown spectroscopy (LIBS) for rapid analysis of ash, potassium and magnesium in gluten free flours. Food Chem. 244, 324–330.

Nicolodelli, G., Cabral, J., Menegatti, C.R., Marangoni, B., Senesi, G.S., (2019). Recent advances and future trends in libs applications to agricultural materials and their food deriva tives: an overview of developments in the last decade Part I. Soils and fertilizers. Trac-Trend Anal. Chem. 115, 70–82.

Poudel., R. Bhatta., M. (2017). Review of nutraceuticals and functional properties of whole wheat, J. Nutr. Food Sci. 7 (1) 1–7.

Rahimi., M. Rahimi., G. Ebrahimi., E. Moradi., S. (2021). Assessing the distribution of cadmium under different land-use types and its effect on human health in different gender and age groups, Environ. Sci. Pollut. Control Ser. 28 49258–49267.

Rani., R., Sharma., P. Kumar., R. Hajam., Y.A. (2022). Effects of heavy metals and pesticides on fish, in: Bacterial Fish Diseases, Elsevier, pp. 59–86.

Rokni., N. (2007). Principles of Food Hygiene. Tehran University Press :43-50[in Persian].

Sezer., B, Unuvar., A, Hakki Boyaci,. I. Koksel, H., (2022). Rapid discrimination of authenticity in wheat flour and pasta samples using LIBS, Journal of Cereal Science, 104 ,103435.

Shokri., S. Abdoli., N. Sadighara., P. Mahvi., A.H. Esrafili., A. Gholami., M. Jannat., B. Yousefi., M. (2022), Risk assessment of heavy metals consumption through onion on human health in Iran, Food Chem. X 14. 100283.

Palleschi., V. (2020). Laser-induced breakdown spectroscopy: principles of the technique and future trends- Applied and Laser Spectroscopy Laboratory, Instituteof Chemistry of Organometallic Compounds, National Research Council, CNR Research Area, Pisa, Italy. vol. 6, no. 2, pp. 18–16.

Pirhadi., M. Alikor., M. Tajdar-oran, B. Jahed Khaniki, G. Nazmara, Sh. Ebadi Fathabad., A, Rezvani Ghalhari., M. Sadighara., P. (2022), Potential toxic elements (PTEs) concentration in wheat and flour products in Iran: A probabilistic risk assessment, Heliyon, 8 ,e11803.

Su, W.-H., and Sun, D.-W. (2017). Evaluation of spectral imaging for inspection of adulterants in terms of common wheat flour, cassava flour and corn flour in organic Avatar wheat (Triticum spp.) flour. Journal of Food Engineering, 200, 59–69. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2016.12.014

van den Berg, F., Lyndgaard, C. B., Sørensen, K. M., & Engelsen, S. B. (2013). Process Analytical Technology in the food industry. Trends in Food Science & Technology, 31(1), 27–35. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2012.04.007

Vlachos, A., and Arvanitoyannis, I. S. (2008). A review of rice authenticity/adulteration methods and results. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 48(6), 553–598. https://doi.org/10.1080/10408390701558175

Watson, D.L (2001) Food Chemical Safety Vol.1, Contaminants. Wood head Publishing pp:2.

[37] Yaradua., A. Alhassan., A. Saulawa., L. Nasir., A. Matazu., K. Usman., A. Idi., A. Muhammad, I. Mohammad., A. (2019) Evaluation of health effect of some selected heavy metals in maize cultivated in Katsina state, North west Nigeria, Asian Plant Res. J1–12



تضمین امنیت غذایی از طریق کشت پایدار هالوفیت ها

عسگر شیرین زاده*

گروه کشاورزی، واحد پارس آباد مغان، دانشگاه آزاد اسلامی، پارس آباد مغان، ایران
Asgar.shirinzadeh@gmail.com

چکیده:

در چند سال گذشته، تغییرات آب و هوایی جهانی باعث خشکسالی شدید، شور شدن خاک، بارندگی های نامنظم و سایر تغییرات در محیط زیست در سراسر جهان شده است. انتظار می رود تغییرات آب و هوایی جهانی تا پایان قرن بیست و یکم منجر به کاهش عملکرد محصولات و منابع آب شیرین شود. کاهش منابع آب جهانی همراه با شور شدن آب های سطحی و زیرسطحی و خاک، مسائل مربوط به کمبود آب، تخریب خاک و امنیت غذایی را تشدید می کند. دو مورد از بارزترین تهدیدها برای کشاورزی پایدار افزایش جمعیت و کاهش منابع زمین قابل کشت است. به دلیل افزایش تقاضا برای غذا، زمین های بیشتری از جمله مناطق شور برای تولید مواد غذایی گنجانده می شود. ولی در حال حاضر محصولات عمده فعلی جهان برای تامین کالری، پروتئین، چربی و مواد مغذی مورد نیاز مردم در رژیم غذایی خود ناکافی هستند. و با توجه به فشارهای اضافی ناشی از بی ثباتی سیاسی و اقتصادی، به نظر می رسد برای تغذیه مردم در این شرایط ، به محصولات جدید، توسعه یافته و سازگار محلی نیاز هست. بنابراین، هالوفیت‌ها یکی از راه‌حل‌های جایگزین برای مشکلات مربوط به امنیت غذایی، کمبود آب شیرین، شوری و تنوع رژیم‌های غذایی برای تغذیه سالم‌تر در نظر گرفته می‌شوند. این گیاهان بدلیل تنوع بالا در طبقه بندی، توزیع جغرافیایی وسیع و تنوع بسیار زیاد در پاسخ به شوری، می‌توانند جایگزین پایداری برای دستیابی به امنیت غذایی در زمین‌های حاشیه‌ای باشند. تا تقاضای رو به رشد مواد غذایی را برآورده کنند. هالوفیت ها علاوه بر حفظ تعادل اکولوژیکی، برای اهداف مختلف کشاورزی و غیرکشاورزی دارای ارزش تجاری، گیاهان جایگزین برای تولید غذا، علوفه، سوخت و محصولات دارویی و همچنین پاکسازی محیط از فلزات سنگین و نمک) کاربرد دارند، که در این فصل، برخی از این پتانسیل ها را مورد بحث قرار دادیم

واژگان کلیدی: امنیت غذایی، کشاورزی پایدار، هالوفیت ها، نمک، گیاهان جایگزین

مقدمه

امنیت غذایی و امنیت زیست محیطی دو رکن همه جوامع هستند. رشد بی‌وقفه جمعیت انسان در سراسر جهان بر اساس پیش‌بینی سازمان ملل به ۹/۷ میلیارد نفر تا سال ۲۰۵۰ مشهود است (United Nation,2019). انتظار می رود تقاضای جهانی غذا ۷۰ تا ۱۰۰ درصد افزایش یابد و برای پاسخگویی به این تقاضای غذای اضافی، افزایش ۵۰ درصدی پیش بینی شده در عملکرد محصولات عمده غذایی مورد نیاز است (Godfray *et al*.,2010). علاوه بر این، امنیت غذایی در جهان به طور قابل توجهی تحت تأثیر تغییرات شدید آب و هوا است (Fahad *et al*., 2017). این تغییر غیرقابل پیش‌بینی در اقلیم، منجر به تنش‌های غیرزیستی متعددی از جمله شوری، خشکسالی، گرما و دمای پایین شده است که معاش و بهره‌وری کشاورزی را تهدید می‌کند (Fahad *et al*.,2014). این امر همچنین باعث افزایش قابل توجهی در وقوع رویدادهای شدید آب و هوایی مانند سیل، طوفان، و غیره شده است (Fahad *et al*., 2015). تخریب زمین یکی از پیامدهای شدید تغییرات اقلیمی جهانی است که به دلایل دیگری مانند از بین رفتن پوشش گیاهی، فرسایش خاک، مدیریت ناکافی آب، استفاده بیش از حد از کودها، تخریب خاک و آب‌های زیرزمینی، شهرنشینی و ضعف در مدیریت کشاورزی با سرعتی نگران‌کننده در حال وقوع است (Wingeyer *et al*., 2015). یکی از دلایل اصلی تخریب زمین، ایجاد شوری خاک در نتیجه عوامل طبیعی و انسانی است (akram *et al*., 2018). تخمین زده می‌شود که خاک‌های کشاورزی هر ساله به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان به دلیل شوری خاک، حدود ۱ تا ۲ درصد کاهش می‌یابد (Kafi *et al*., 2008). به طور متوسط، ۸۳۱ میلیون هکتار از خاک جهان تحت تأثیر نمک است که بیش از ۶٪ از کل مساحت زمین را تشکیل می دهد (FAO, 2008). در ایران نیز شوری یک مسئله فراگیر و محدود کننده تولید پایدار کشاورزی است به طوری که قسمت های زیادی از مناطق خشک و نیمه خشک کشور، به ویژه فلات مرکزی (دشت کویر، فم، بیابان لوت، طبس و...)، دشت های ساحلی شمال، جنوب کشور و دشت خوزستان و سطح قابل توجهی از حوضه شمالی دریاچه ارومیه، مبتلا به سطوح مختلف شوری اند. برخلاف بزرگی و گستردگی مسئله شوری، تاکنون برنامه جامعه ای برای مهار آن وجود ندارد. (Moameni,2010). شوری خاک به دو: شوری اولیه و شوری ثانویه گروه بندی می شود. شوری اولیه به دلیل وجود نمک‌های زیرزمینی و در اثر سایر فرآیندهای طبیعی مانند هوازدگی مواد اولیه، رسوب نمک دریا توسط باد و باران، غرق آب شدن زمین‌های ساحلی توسط آب جزر و مد و غیره رخ می‌دهد. شوری ثانویه نتیجه انسان‌زایی است. فعالیت های القایی مثل آبیاری بیش از حد، آبیاری با آب حاوی نمک، زهکشی ضعیف به دلیل از دست دادن مسیرهای طبیعی آب، کاربرد غیر علمی کودهای معدنی و سایر اصلاحات خاک عامل ایجاد شوری ثانویه است (Hasanuzzaman *et al*.,2018). علاوه بر این، عواملی مانند تغییرات آب و هوایی جهانی، انحراف بیشتر زمین‌های کشاورزی تولیدی به سمت اهداف غیرکشاورزی دیگر به عنوان بخشی از شهرنشینی سریع و نرخ هشدار دهنده کاهش کربن آلی خاک منجر به افزایش بیشتر شوری خاک می‌شود (Mubeen *et al*.,2020؛ Farhana *et al*.,2020). بنابراین گزینه‌های ما در حال تمام شدن است، و تنها گزینه باقی مانده این است که این زمین‌های شور و بایر را به زیر کشت ببریم تا تقاضای رو به رشد مواد غذایی را برآورده کنیم و مهم‌تر از آن برای رسیدگی به نگرانی‌های رو به رشد اقلیمی و اکولوژیکی، عمده محصولات کشاورزی و درختان را نمی توان در چنین خاکهایی کشت کرد زیرا تحمل کمی نسبت به نمک دارند (Glenn *et al*.,1998). بنابراین تولید کشاورزی آینده در این خاک های شور باید بر اساس محصولات متحمل به نمک باشد که خوراکی هستند و یا دارای اهمیت اقتصادی و اکولوژیکی هستند (Rozema *et al*.,2008). توسعه استراتژی‌هایی برای استفاده از زمین‌های شور برای رسیدگی به مشکل زمین‌های زراعی ناکافی و مقابله با چالش تامین امنیت غذایی برای جمعیت پیش‌بینی‌شده ۹/۳ میلیارد نفری جهان تا سال ۲۰۵۰ بسیار مهم خواهد بود(Liu *et al*.,2021).

هالوفیت ها به عنوان گیاهانی تعریف می شوند که می توانند زنده بمانند و چرخه زندگی خود را در محیط های حاوی مساوی یا بیش از ۲۰۰ میلی مولار NaCl تکمیل نمایند (Flowers *et al*., 2008). تمایز بین هالوفیت ها و غیر هالوفیت ها در این است که در هالوفیت ها، شوری مناسب (از جمله سطوح شوری که در آن ۹۹٪ گیاهان غیر هالوفیت می میرند) باعث رشد رویشی و زایشی آنها می شود (Yuan *et al*., 2019). تقریباً ۲۳۵۰۰۰ گونه گیاهی در جهان وجود دارد که تقریباً ۲۶۰۰۰ گونه از آنها به هالوفیت ها اختصاص دارد. در میان ۲۸۹۱ گونه گیاهان عالی، ۲۵ گونه هالوفیت و ۱۵۰ گونه گیاه مقاوم به نمک وجود دارد (Shrivastava *et al*.,2015). بخش بزرگی از زمین های شور در مقیاس جهانی را می توان با کشت این تنوع از گیاهان هالوفیتی برای تولید غذا، علوفه و سایر، مولد ساخت. شوری خاک بیشتر زمین های کشاورزی آبی را در سراسر جهان از بین برده است زیرا محصولات حساس به نمک نمی توانند در چنین شرایطی زنده بمانند. با این حال، هالوفیت ها می توانند در زیستگاه های شور بسیار متنوع زنده بمانند و تکثیر شوند، زیرا توانایی آنها برای زنده ماندن در شرایط شدید و متنوع شور با تکامل مکانیسم های تطبیقی مختلف است. بنا این دلایل نیاز به بررسی پتانسیل های هالوفیت ها وجود دارد. که در مقاله به برخی از این پتانسیل ها پرداخته می شود.

تأثیر شوری و محتوای آب بر میکروارگانیسم های خاک

کشت محصولات زراعی در سرتاسر جهان با یک چالش رو به افزایش ناشی از شور شدن و تجمع نمک درخاک مواجه است. سطوح بالای نمک در خاک باعث ایجاد تنش یونی در گیاهان می شود و به دلیل افزایش غلظت یون های Na^+، مسیرهای سلولی مختل و ساختار خاک را تخریب می کند، و بر نفوذ آب و ریشه (Gul *et al*., 2014) و عملکرد محصول تأثیر منفی می گذارد و آن را به یک محدودیت برجسته در کشاورزی نوین تبدیل می کند (USDA, 2018). شوری به شدت بهره وری کشاورزی را با مشکل مواجه کرده، همراه با تغییرات آب و هوایی مانند افزایش دما و الگوهای آب و هوایی نامنظم، تجمع نمک را تشدید می کند و زمین های وسیعی را که زمانی حاصلخیز بوده، برای کشت نامناسب می کند. برآوردهای سازمان خواربار و کشاورزی نشان می دهد که در حال حاضر حدود ۲۰ درصد از زمین های کشاورزی جهان تحت تأثیر شوری قرار دارند و در صورت تداوم روند فعلی، پیش بینی می شود که این رقم تا سال ۲۰۵۰ تا ۵۰ درصد افزایش یابد (Roy *et al*., 2021). بر اساس روند شور شدن قابل توجه زمین های قابل کشت در سرتاسر جهان، تعدادی از رویکردها از جمله مهندسی ژنتیک برای بهبود تحمل گیاهان زراعی به تنش شوری انجام شده است(Ju *et al*.,2019). اما شواهد روزافزونی وجود دارد که نشان می دهد جامعه میکروبی مرتبط با گیاه از جمله هالوفیت ها نقش کلیدی در ایجاد تحمل به تنش گیاهی دارند (Meinzer *et al*., 2019). بر اساس مطالعات انجام شده هالوفیت‌ها باعث رشد ریزوباکتری‌هایی می‌شوند که می‌توانند رشد گیاه را تحریک کرده و تحمل نمک را در محصولات غیر شور افزایش دهند (Etesami and Beattie, 2018). ریزوسفر ناحیه ای در خاک است که موسیلاژ دفع شده توسط ریشه های گیاهان به عنوان یک منبع مهم کربن، تأثیر زیادی بر گونه های باکتریایی ریزوسفر دارد (Nazari *et al*., 2021). گیاهان با دفع موسیلاژ، از توانایی میکروبی در تجزیه قندها، تثبیت نیتروژن، حذف عوامل بیماری‌زا و جذب و تامین قند برای باکتری های هالوفیل، بهره می‌برند. همچنین گونه‌هایی از باکتری‌ها و قارچ‌هایی که در بافت‌های گیاهی زندگی می‌کنند نقش مهمی را در سازگاری آن‌ها با تنش شوری دارند (Fatima *et al*., 2023). باکتری های هالوفیل مکانیسم های متعددی برای مقابله با تنش اسمزی محیط های شور دارند. هالوفیل ها برای جلوگیری از خشک شدن در حضور نمک از دو مکانسیم اصلی تجمع ترکیبات آلی محلول در آب در سیتوپلاسم و کنترل شار یون های معدنی استفاده می کنند. بسیاری از هالوفیل ها از تجمع ترکیبات آلی محلول در آب (اکتوئین، هیدروکسی اکتوئین، بتائین و کولین) برای جبران تنش اسمزی محیط های بسیار شور استفاده می کنند. تجمع این ترکیبات یا اسمولیت ها به کشیدن آب به داخل سلول باکتری کمک می کند و از خشک شدن سلول جلوگیری می کند. استراتژی دیگری که توسط طیف گسترده ای از هالوفیل ها به کار می رود، کنترل شار یون های معدنی در سلول است. اگر سلولی دارای هجوم یون های معدنی باشد، این می تواند منجر به خشک شدن سلول و در نهایت مرگ ارگانیسم شود. یکی از روش‌های جلوگیری از این هجوم یون‌ها، معمولاً یون‌های سدیم، پمپاژ فعال پتاسیم

درون سلولی به خارج از سلول است. این پتاسیم معمولاً به شکل KCl می آید و صادرات KCl به جبران هجوم NaCl از محیط شور کمک می کند (Chen *et a*l.,2008). مکانیسم(هایی) که توسط باکتری های هالوفیل باعث تحریک رشد گیاه می شود ممکن است شامل تولید ترکیبات فرار یا سیگنال های دیگری باشد که بیان ژن ها را برای افزایش رشد از طریق افزایش فتوسنتز (Taj *et al*., 2021) و سایر فرآیندها، از جمله افزایش بیان پروتئین های انتقال یون غشای گیاهی، تحریک می کند. البته مکانیسم های دیگری نیز در منابع مختلف ذکر شده است. برخی از میکروب ها اگزوپلی ساکاریدها را در ریزوسفر تولید می کنند که آب و مواد مغذی را به دام می اندازد و جذب یون های سدیم گیاه را از خاک کاهش می دهد. برخی از میکروب ها رشد قارچ ها و پاتوژن های گیاهی را مهار می کنند و/یا جامعه میکروبی خاصی را در ریزوسفر انتخاب می کنند. افزایش دسترسی گیاه به مواد مغذی برخی از میکروب‌ها به عنوان محرک‌های گیاهی عمل می‌کنند تا ABA، IAA و سایر هورمون‌های گیاهی را تولید کنند، که با افزایش بیان ژن‌های گیاهی خاص، تشکیل شاخه و رشد گیاه را تحریک می‌کنند. میکروب ها می توانند به عنوان کودهای زیستی برای تولید مواد مغذی یا بهبود تثبیت نیتروژن برای گیاه و/یا افزایش فتوسنتز عمل کنند. همچنین در حل شدن و انتقال یون هایی مانند فسفات و آهن (توسط سیدروفورها) به گیاه کمک کنند. این دو عنصر(فسفات و آهن) برای گیاه حیاتی هستند اما اغلب به وفور کم هستند. و یا فقط در اشکال معدنی وجود دارند که باید برای استفاده توسط گیاهان حل شوند(Cam *et a*l., 2023؛ Zakavi *et al*., 2022). میکروارگانیسم های خاک از طریق کانی سازی مواد آلی به مواد مغذی قابل دسترس گیاه، نقش محوری در خاک دارند. به همین دلیل حفظ فعالیت میکروبی در خاک بسیار مهم است. میکروب های متحمل به شوری خاک از طریق سنتز اسمولیت ها با تنش اسمزی مقابله می کنند که به آنها اجازه می دهد تا تورژسانس سلولی و متابولیسم خود را حفظ کنند. علاقه به استفاده از ریزوباکتری های محرک رشد (PGPRs) برای بهبود تنش شوری در تولید محصول روبه افزایش است. PGPRs های مقاوم به نمک بدلیل اینکه پتانسیل ارتقاء کشاورزی در خاک های شور را دارند، تعامل بین گیاه و میکروب را به اشکال تضاد و هم افزایی ایجاد کرده است که در دومی علاوه بر فراهم کردن فضا و غذا، از چنین روابطی برای مقابله با تنش‌های زیستی و غیرزیستی نیز استفاده می‌کند. همین مورد در هالوفیت‌هایی مشاهده شده است که در ترکیب با میکروب‌های اپی فیتیک و اندوفیت به طور موثرتری با تنش مقابله می‌کنند (Ruppel *et al*. 2013)، و به عنوان تحمل تنش اکولوژیکی همراه با فرآیندهای ژنتیکی عمل می‌کنند. میکروارگانسیم های مورد بحث شامل قارچ‌ها، باکتری‌ها هستند که میزان تحمل متفاوتی به شوری دارند و می توانند با طیف وسیعی از فشار اسمزی خارجی سازگار و تنش را بهبود بخشند. مطالعات نشان داده است که هالوفیل‌ها توانایی امیدوارکننده‌ای برای مقابله با چنین تنش ها را دارند (Siliakus *et al*. 2017)، اما برای استفاده موفق در این زمینه باید کارهای بیشتری انجام شود

حفاظت از محیط زیست و اکوتوریسم

حفاظت از محیط زیست و اکوتوریسم موضوع دیگری است که هالوفیت ها از طریق خدمات مختلف اکوسیستمی مانند حفاظت از ساحل، تثبیت خاک و احیای زمین و ترسیب کربن نقش مهمی در حفاظت از محیط زیست دارند (Waris ؛ Shaygan *et al*., 2021 *et al*., 2022). هالوفیت هایی مانند جنگل های حرا می توانند برای مکان های اکوتوریسمی(Breckle., 2016؛) و پرورش ماهی و میگو (Colette et al., 2022) استفاده شوند. منطقه کاواک شمال غرب ترکیه (Boer *et al*.,2014)، جنگل های حرای بالی اندونزی (Ginantra., 2022) و جنگل حرای ساندابان نمونه هایی با جاذبه گردشگری محبوب برای دانشمندان و دوستداران محیط زیست است (Salam *et al*., 2000) جایی که آنها می توانند منظره طبیعی را تجربه کنند، گیاهان و جانوران متنوع را کشف کنند و اهمیت اکولوژیکی و فرهنگی حرا را درک کنند (Ginantra., 2022). حراها گیاهان هالوفیتی مهم در مناطق جزر و مدی گرمسیری و نیمه گرمسیری نقاط مختلف دنیا هستند و برای نگهداری اکولوژیکی، تصفیه و آبزی پروری دریایی اهمیت زیادی دارند (Jia *et al*., 2020). با این حال، از دهه ۱۹۵۰، جمعیت حرا به شدت آسیب دیده است و بخش قابل توجهی از جمعیت حرا به دلیل عوامل طبیعی مانند

افزایش سطح دریا به دلیل گرم شدن آب و هوا و مداخلات انسانی ناپدید شده اند (Dan *et al*., 2016). کاهش سریع جمعیت حرا منجر به افزایش آلودگی جزر و مدی در مناطق ساحلی می شود. منابع شیلات به طور فزاینده ای کمیاب می شوند و محیط زیست به شدت آسیب می بیند. بنابراین حفاظت از زیستگاه های حرا نقش مهمی در حفظ اقتصاد منطقه ای دارد (Liao and Zhang, 2014). گیاهان هالوفیتی به لحاظ جنبه های اجتماعی و اقتصادی برای رفاه انسان بسیار ارزشمند هستند. بسیاری از این هالوفیت ها می توانند منبع غذایی برای انسان و دام در مناطق خشک و نیمه خشک باشند، جایی که شوری خاک و کمبود آب شیرین محدودیت های اصلی برای تولید هستند (Panta *et al*., 2014). طبق گزارش علف هالوفیت *Panicum Turgidum* می تواند سالانه تا ۶۰۰۰۰ کیلوگرم در هکتار علوفه در زمین های شور تولید کند که از نظر خواص علوفه ای قابل مقایسه با ذرت است علاوه بر خواص علوفه (Khan *et al*., 2009)، هالوفیت ها همچنین می توانند برای تولید انواع محصولات غذایی از جمله سبزیجات و غلات استفاده شوند (Panta., 2014). کینوا، خرفه و سالیکورنیا نمونه هالوفیت های هستند که قبلا به عنوان محصولات غذایی جایگزین محبوبیت پیدا کرده اند (Devi *et al*., 2019 ؛ Katel *et al*., 2023). در واقع دانه های کینوا در حال حاضر به طور گسترده فروخته می شود و به عنوان یک غذای فوق العاده با فواید متعدد در نظر گرفته می شود (Salvador *et al*., 2023). گیاهان هالوفیتی توانایی قابل توجهی در حذف نمک های اضافی خاک و آب دارند و در نتیجه خاک را بهبود می بخشند (Karakas *et al*., 2020).

کاهش تغییرات آب و هوایی با واسطه هالوفیت

اثر آب و هوای شیوه‌های کشاورزی کنونی به‌طور واضح مشابه با سوزاندن سوخت‌های فسیلی است. پایداری شیوه‌های کشاورزی کنونی زیر سوال می‌رود زیرا آنها منابع غنی را هدر می‌دهند و به عنوان عوامل اولیه تغییرات آب و هوایی جهانی عمل می‌کنند (Pareek *et al*., 2020). بنابراین باید یک تغییر اجتناب ناپذیر در اخلاق تحقیق و سیاست گذاری برای تمرکز بیشتر بر محصولاتی که به خوبی با محدود کردن منابع رشد می کنند، ایجاد شود. کشاورزی نسل بعدی همچنین باید بر پایه محصولات جایگزین مانند هالوفیت ها و حرا که مصرف آب و مواد مغذی کارآمد هستند و بازدهی پایدار در شرایط مختلف محیطی دارند، باشد. پتانسیل کاهش تغییرات آب و هوایی هالوفیت ها را می توان تنها با یک مثال توضیح داد. *Suaeda fruticosa* که می تواند در زیر شوری خاک ۶۵ دسی زیمنس بر متر، پ هاش مساوی ۱۰/۵ و در زیر آب کم یا بدون آب، زنده بماند و چرخه زندگی خود را کامل کند (Wungrampha *et al*., 2019). این گونه هالوفیت ها و سایر گیاهان شور پتانسیل فوق العاده ای در صرفه جویی در آب، جلوگیری از فرسایش خاک و کاشت مجدد خاک های شور و سدیم دار دارند که در سناریوی کنونی تغییرات جهانی بسیار ضروری است. مدیریت علمی مزارع هالوفیتی پتانسیل فوق العاده ای برای جلوگیری از شور شدن بیشتر سفره های زیرزمینی دارد. با توجه به تغییرات آب و هوایی، سیلاب جهانی کاملاً رایج شده و با افزایش سطح آب پس از سیل، حالت غرقابی ایجاد می شود] که در چنین شرایطی، هالوفیت ها توانایی کاهش سطح آب شور و بازیابی زمین آسیب دیده را دارند (Arora and Rao, 2017). گونه های حرا نقش اساسی در حفاظت از اکوسیستم ساحلی ما دارند. ریشه های هوایی فراوان این گونه ها زیستگاه صدها موجود است که عمدتاً در معرض انقراض هستند. بسیاری از گونه ها به سواحل شنی سازگار بوده و از فرسایش خاک جلوگیری می کنند. مهمتر از آن، نقش حرا به عنوان یک معیشت برای تامین منابع کشاورزان فقیر را نمی توان دست کم گرفت (Dagar, 2015). بر اساس گزارش (Farzi *et al*., 2017) هالوفیت های *Salicornia Europaea*، *Salsola Crassa* و *Bienertia Cycloptera* توانایی بسیار خوبی برای کاهش شوری آب تالاب های مصنوعی دارند. همچنین هالوفیت ها می توانند برای تصفیه فاضلاب صنایعی مانند نفت و گاز استفاده شوند (Yassen *et al*.,2022؛ Park *et al*., 2023). این گیاهان تجمع دهنده های قوی فلزات سنگین بوده و از آنها برای گیاه پالایی خاک های آلوده به فلزات سنگین (Aziz *et al*., 2022)، همچنین به عنوان یک منبع تجدید پذیر انرژی زیستی، مانند سوخت زیستی، استفاده می شوند. بنابراین به کاهش اتکا به سوخت های فسیلی و مبارزه با تغییرات آب و هوایی کمک می کنند (Abideen *et al*., 2023). به همین دلیل این گیاهان را می توان در زمین های حاشیه ای که برای محصولات معمولی مناسب نیستند، کشت کرده و معضل غذا در مقابل سوخت

را کاهش داد (Abideen *et al*., 2014). جالب توجه است که بسیاری از هالوفیت ها دارای ترکیب لیگنوسلولز مشابه یا حتی بهتری در مقایسه با مواد اولیه سوخت زیستی معمولی هستند که باعث می شود زیست توده هالوفیتی برای تولید سوخت زیستی بیواتانول بسیار مناسب باشد (Abideen *et al*., 2023). به طور مشابه دانه های تعدادی از هالوفیت ها سرشار از روغن هستند که می توانند به بیودیزل، شکل دیگری از سوخت زیستی، تبدیل شوند (Abideen *et al*., 2014). هالوفیت های بی شماری بعنوان نامزدهای امیدوارکننده برای تولید بیودیزل، بیومتان در منابع دیگر ذکر شده است (Cayenne *et al*., 2022).

پتانسیل ترسیب کربن هالوفیت ها

ترسیب کربن به عنوان فرآیند افزایش ذخایر کربن آلی توسط مداخلات علمی مناسب مدیریت زمین تعریف می شود. برای مهار هر چه بیشتر دی اکسید کربن اتمسفر و ذخیره آن در خاک، باید تلاش های بسیار بزرگتری انجام داد. گزارش شده است که این پتانسیل بسیار زیادی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه ای دارد (Wang *et al*., 2010). هالوفیت ها به احیای خاک های بایر شور و سدیم کمک می کنند و کربن را بیشتر و بیشتر می گیرند تا وضعیت کربن آلی خاک های غیرحاصلخیز را غنی کنند. ICAR-CSSRI روی پتانسیل ترسیب کربن اجزای مختلف کشاورزی در خاک‌های سدیم شور کار کرده است. نتایج نشان داد که این درختان به دلیل سرعت رشد بالا، چوب جذاب و خاصیت زهکشی زیستی خود به عنوان مخزن کربن عمل می کنند. چندین مطالعه دیگر توسط گروه های تحقیقاتی ICAR-CSSRI پتانسیل بسیار بالای ترسیب کربن را در گونه های درختی مانند *Eucalyptus tereticornis*، *Syzygium cumini*، *Pongamia pinnata* و *Populus deltoides* نشان داده است (Chinchmalatmre *et al*., 2015 ؛ Kumar *et al*., 2016).

هالوفیت های مورد استفاده برای سوخت زیستی

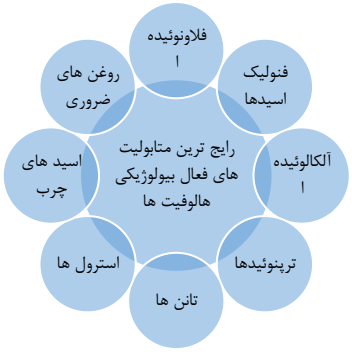
تقاضای جهانی انرژی به طور چشمگیری در حال افزایش است و انتظار می رود تا سال ۲۰۵۰ افزایش ۵۰ درصدی نسبت به زمان کنونی (۲۰۲۰) داشته باشد (اداره اطلاعات انرژی ایالات متحده، EIA). در چند دهه گذشته، بخش عمده ای از تقاضای انرژی (۸۱/۴ درصد) با سوخت های فسیلی (نفت، گاز طبیعی و زغال سنگ) تامین می شود. اگر این روند ادامه پیدا کند، ذخایر کلی سوخت فسیلی جهان در کمتر از ۴۵ سال آینده خالی خواهد شد. برخلاف سوخت‌های فسیلی، سوخت‌های زیستی پایدار هستند زیرا توسط کربن موجود در جو تولید می‌شوند و در طبیعت تجدیدپذیر هستند. به طور سنتی، سوخت های زیستی (بیواتانول، بیودیزل، روغن بیوجت، و غیره) با استفاده از محصولات غذایی یا محصولات گلیکوفیتی (نیشکر، ذرت، گندم، سیب زمینی شیرین، چغندرقند، و غیره) به دست آمده است. با این حال، از آنجایی که این محصولات گیاهی به عنوان خوراک دام یا غذا نیز استفاده می شوند، نگرانی فزاینده ای وجود دارد که انحراف آنها برای تولید سوخت های زیستی ممکن است منجر به کمبود جهانی غذا و افزایش قیمت مواد غذایی شود. برای مقابله با معضل غذا در مقابل سوخت، علاقه به استفاده از زیست توده غیرغذایی برای تولید سوخت های زیستی معطوف گردید (Chundawat *et al*.,2011). منبع سوخت های زیستی غیر خوراکی می تواند زیست توده لیگنوسلولزی یا محصولات دانه های روغنی غیرخوراکی باشد (Hader, 2013). تولید سوخت از این منابع پتانسیل زیادی برای به حداقل رساندن آثار سوء روی محیط زیست، بهبود کیفیت خاک و ایجاد مشاغل با مهارت بالا در زمینه توسعه فناوری و فرآوری را دارد. با این حال، این منابع سوخت زیستی بدون عواقب نبوده و نیاز به بررسی دقیق از طیفی از دیدگاهای زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی دارد (Hasnain *et al*., 2021). محتوای لیگنین بالا در این محصولات یکی از دلایل اصلی مقاومت در برابر تبدیل به اتانول است. همچنین، فناوری تبدیل بیوشیمیایی زیست توده لیگنوسلولزی گران است و هنوز در حال توسعه است (Chundawat *et al*., 2011). محدودیت عمده در مورد این محصولات این است که آنها رقابتی ناموجه و نامطلوب برای زمین های زراعی و منابع آب شیرین مورد استفاده برای کشاورزی معمولی ایجاد می کنند. بنابراین، کاشت در مقیاس وسیع محصولات بیوانرژی، که به منابع آب شیرین نیاز دارند، ممکن

است امکان پذیر نباشد (Kennedy *et al*., 2007؛ Koonin *et al*., 2006) با وجود اینکه در دنیا بیش از ۸۰۰ میلیون هکتار زمین های جزر و مدی ساحلی تحت تأثیر شوری وجود دارد. واضح است اگر بتوانیم از این حجم عظیم فضای خالی استفاده نشده برای رشد مواد اولیه سوخت زیستی که امکان آبیاری با آب دریا را دارند، استفاده کنیم، می‌توانیم بر موانع بزرگ مرتبط با کشاورزی برای سوخت‌های زیستی غلبه کنیم (Rozema and Flowers, 2008). هالوفیت ها پتانسیل زیادی در احیای مکان های شور تخریب شده و همچنین تثبیت ساحلی دارند (Sharma *et al*., 2016). علاوه بر این، چندین هالوفیت منبع تولید زیست توده لیگنوسلولزی ارزان برای تولید سوخت زیستی هستند (Behera and Ramachandran, 2021). چشم انداز استفاده از مواد اولیه گیاهی برای تولید سوخت زیستی تنها زمانی محقق می شود که بتوانیم گونه های جایگزینی را شناسایی کنیم که نه تنها بتوانند در خاک های شور به خوبی رشد کنند. بلکه برای منابع مورد نیازشان با کشاورزی سنتی هیچگونه تداخلی نداشته باشند. هالوفیت ها توانایی قابل توجهی برای رشد در شرایط شوری بالا را دارند. آنها را می توان بدون به خطر انداختن بیوماس و عملکرد دانه شان، با آب آبیاری کرد. عملکرد دانه هاوفیت ها انها را به عنوان کاندید جایگزین خوب برای محصولات بیوانرژی قرار می دهد. هم روغن تولید شده از دانه ها و هم زیست توده لیگنوسلولزی هالوفیت ها می توانند برای تولید سوخت زیستی استفاده شوند (Sharma *et al*., 2016). چندین محقق در سراسر جهان این پتانسیل را تشخیص داده اند و چندین هالوفیت را برای تحمل نمک، محتویات روغن دانه و ترکیب زیست توده لیگنوسلولزی آنها ارزیابی کرده اند (Ma *et al*., 2011). سورگوم شیرین و *Manihot esculenta* به طور گسترده در خاک شور کاشته می شوند. سورگوم شیرین که ساقه هایی با قند بالا تولید می کند، می تواند در هر هکتار حدود ۱۰۰ تن ساقه تازه تولید کند که می تواند حدود ۵ تن اتانول زیستی تولید کند (Liu *et al*., ,2021). هالوفیت های متعددی مانند *Suaeda aralocaspica* ، *Ricinus communis*، *Crithmum maritimum*، *Salicornia bigelovii*، *Kosteletzkya virginica*، *Euphorbia tirucalli*، *Descurainaia Sophia* می توانند غلظت های بالایی از روغن (بالای ۲۰ درصد) ذخیره کنند و بعنوان منبع بیوانرژی مورد استفاده واقع شوند(Abideen *et al*., 2012؛2014).

هالوفیت های مورد استفاده در پزشکی

هالوفیت ها از دیرباز برای اهداف دارویی استفاده می شده اند. با این حال، برای چندین دهه، استفاده از آنها کاملاً تجربی بوده و تقریباً هیچ دانشی از ترکیبات زیست فعال زیربنای کاربردهای مختلف وجود نداشت. در دهه‌های اخیر، مشکل رو به رشد مقاومت آنتی‌بیوتیکی، تحقیقاتی را در مورد رویکردهای ضد میکروبی جایگزین آغاز کرد و هالوفیت‌ها، همراه با سایر گیاهان دارویی، به عنوان یک رگ دارویی ناشناخته مورد توجه قرار گرفتند. (Ferreira *et al*., 2022). طب سنتی پایه اصلی ارائه مراقبت های بهداشتی در بسیاری از کشورهای در حال توسعه است. در گزارش جهانی (WHO , 2019)، ۳۴ کشور طب سنتی را در فهرست داروهای ضروری ملی خود گنجانده اند و ۱۰۷ کشور عضو استفاده از داروهای سنتی را تایید کرده اند. طب سنتی در برخی کشورها مانند هند، چین، آفریقای جنوبی، غنا، مکزیک و روسیه، در واقع منبع اصلی مراقبت های بهداشتی است، یا حداقل یک منبع مراقبت بهداشتی بسیار مهم برای جوامع فقیرتر، کمتر تحصیل کرده و روستایی است (Oyebode *et al*., 2016). بسیاری از هالوفیت ها برای قرن ها در طب سنتی به اشکال مختلف از جمله برگ ها، ریشه ها، دانه ها، میوه ها، پوست، یا گیاهان کامل به عنوان عصاره، جوشانده یا دم کرده، سریش، پودرشده، به شکل خمیر یا ضماد مچاله شده، و سوزانده یا خاکستر استفاده می شوند (Ferreira *et al*., 2022). یک توافق کلی در مورد پتانسیل متابولیت های گیاهی به عنوان داروهای ضد میکروبی جدید یا کمکی برای شیمی درمانی ضد میکروبی وجود دارد. از آنجایی که هالوفیت ها در مناطق ساحلی و خشک به خوبی نشان داده شده اند، از دیرباز در طب سنتی مورد استفاده قرار گرفته اند و بنابراین، کاندیدهای اورژانسی برای آزمایش متابولیت های زیست فعال جدید هستند. در واقع، چندین مطالعه وجود دارد که ارتباط بین استفاده تجربی از این گیاهان برای درمان عفونت ها با شواهد فوتوشیمی ترکیباتی که زمینه ساز اثرات ضد میکروبی هستند را نشان می دهند. اخیرا در مجموع ۲۵۸ هالوفیت از نقاط مختلف جهان با خواص دارویی گزارش شده است

(Garcia *et al*., 2023). این هالوفیت ها دارای ترکیبات فعال با خواص ضد میکروبی، آنتی اکسیدانی و ضد التهابی هستند (Arya *et al*., 2019). هالوفیت ها منبع روغن های ضروری نیز هستند (Shaygan *et al*., 2022؛ Turcios *et al*., 2021). گزارش شده است که دو هالوفیت خوراکی *Crithmum Maritimum* و *Inula Crithmoides* حاوی اسانس با فعالیت ضد میکروبی خوب هستند (Jallali *et al*., 2014). با این حال، تلاش ها در بررسی ترکیبات ضد میکروبی جدید و نشان دادن اثر آنها در شرایط آزمایشگاهی هنوز به آنتی بیوتیکی موثر برای سودمندی بالینی و سودآوری اقتصادی منجر نشده است. نگرانی در مورد میکروب های مقاوم به دارو توجه را به ترکیبات ضد میکروبی موثر مشتق شده از گیاه جلب کرده است. زندگی جدیدی در انتظار گیاهانی است که قرن ها در درمان بیماری های عفونی مورد استفاده قرار گرفته اند. شناسایی و تعیین کمیت شناخته شده و حتی کشف مولکول های زیست فعال جدید و کوچک تولید شده توسط گیاهان به عنوان متابولیت های ثانویه، اشکال جدیدی از درمان را برای بسیاری از بیماری های عفونی و غیر عفونی فراهم می کند. روش های استخراج مناسب و بهینه، تست های حساسیت و بالینی هنوز مورد نیاز است. چشم انداز نتایج تحقیقات بیشتر امیدوارکننده به نظر می رسد و ممکن است با کشف بالقوه درمان های جدید و موثر منجر به پیشرفت های قابل توجهی شود (Perrino *et al*.,2021 و Vaou *et al*.,2021,). بسیاری از متابولیت های فعال زیستی توسط گیاهان در پاسخ به استرس یا القای شرایط محیطی یا همزیستی های میکروبی در بافت های گیاهی بیان می شوند. نمونه‌هایی از مشخص‌ترین متابولیت‌های فعال بیولوژیکی موجود در هالوفیت‌ها، اسیدهای فنولیک، استرول‌ها و ترپنوئیدها هستند (شکل ۱).



نتیجه گیری کلی

هالوفیت ها بعنوان گیاهان مقاوم به نمک می توانند در محیط های شور (۲۰۰ میلی مولار معادل NaCl یا بیشتر) رشد کنند. علیرغم اینکه این میزان شوری اکثر گیاهان زراعی را از بین می برد. ولی هالوفیت ها پتانسیل این را دارند که به عنوان منبعی پایدار از غذا، سوخت، علوفه، فیبر، اسانس‌ها و داروها و بسیاری از کاربردهای دیگر مورد استفاده قرار گیرند. هالوفیت ها به دلیل توانایی خود در مقاومت در برابر شوری و خشکسالی بالا، تجمع مقادیر زیادی نمک و یون های سمی فلزی و نگهداری کم در مرحله رشد، پتانسیل زیادی برای احیای زمین، بهبود حاصلخیزی خاک، افزایش ترسیب کربن و تولید کربن دارند. مواد خام خنثی برای سوخت زیستی، می تواند به کاهش اثرات منفی تغییرات آب و هوایی جهان کمک کند. توجه به این نکته مهم است که در حالی که هالوفیت ها مزایای بالقوه ای دارند، محدودیت هایی نیز در استفاده از آنها وجود دارد که تحقیقات بیشتر در مورد موضوعاتی مانند دوام اقتصادی، صلایق مشتری، اثرات زیست محیطی را ضروری می کند. همچنین باید در نظر داشت که هالوفیت ها تنها یکی از اجزای مجموعه

گسترده تری از استراتژی ها برای کاهش و سازگاری با تغییرات آب و هوایی هستند. در نتیجه آزمایش‌های میدانی، مطالعات مدل‌سازی، نوآوری‌های زراعی، و متاآنالیزهایی که سناریوهای مختلف تغییرات آب و هوایی را بررسی می‌کنند، برای پر کردن این خلاء ها مورد نیاز است. برای ادغام هالوفیت‌ها در برنامه‌های کاهش/انطباق تغییرات آب و هوایی، در نظر گرفتن شرایط محلی و معاوضه‌های بالقوه با سایر کاربری‌های زمین و فعالیت‌های حفاظتی نیز مهم است. از این رو، استراتژی‌ها و سیاست‌های مناسب مبتنی بر تحقیق نیز برای دستیابی به پتانسیل کامل هالوفیت‌ها به‌عنوان منبعی پایدار برای رسیدگی به مسائل مربوط به تغییرات آب و هوایی مورد نیاز است. بسیاری از قوانین و ذخایر طبیعی ملی برای حفاظت از هالوفیت در کشورهای مختلف جهان وضع شده است. با این حال، باید توجه بیشتری به حفاظت از هالوفیت ها شود، زیرا زیستگاه های بومی آنها به طور فزاینده ای توسط فعالیت های انسانی تهدید می شود و جمعیت برخی از هالوفیت ها در حال کاهش است. به عنوان یکی از گام‌های حفاظت از این گونه‌ها، باید ذخیره‌گاه‌های طبیعی ملی بیشتری برای حفظ گونه‌ها و زیستگاه‌های بومی آن‌ها ایجاد شود. ایجاد باغ هایی که در آن هالوفیت های مختلف می توانند معرفی، تکثیر و محافظت شوند نیز به حفظ این منبع طبیعی مهم برای تحقیقات علمی، کشاورزی و استفاده های زیست محیطی کمک می کند. کارهای مشارکتی بیشتر نیاز به ایجاد بانک های منابع ژرم پلاسم هالوفیت بیشتری در جهان برای جمع آوری و حفظ بیشتر گونه های هالوفیت دارد. برای استفاده از هالوفیت ها، توسعه پایدار هالوفیت ها یک پیش نیاز ضروری در آینده برای جلوگیری از بهره برداری بیش از حد است. این گیاهان با کاربردهای اقتصادی متنوع، جهت جدیدی را در توسعه و بهره برداری از خاک های شور– قلیا به ما ارائه می دهند. استفاده از روش های بیولوژیکی در شرایط شور-قلیا نه تنها می تواند مزایای اقتصادی خوبی داشته باشد، بلکه می تواند دلیلی برتوسعه سبز و پایدار باشد. با این حال، هنوز باید در مورد استفاده از هالوفیت ها محتاط باشیم. ما باید از هالوفیت های نادر و در معرض انقراض محافظت کنیم، از بهره برداری و استفاده بیش از حد جلوگیری کنیم، و قوانین مربوطه را برای حفاظت و استفاده از هالوفیت ها تدوین کنیم تا به توسعه هماهنگ بین حفاظت و بهره برداری دست یابیم.

منابع

Abideen Z., Ansari R., Gul B., Khan M. A. 2012. The place of halophytes in Pakistan’s biofuel industry. Biofuels. 3: 211–220.

Abideen, Z., R. Ansari, M. Hasnain, T.J. Flowers, H.W. Koyro, A. El-Keblawy, M. Abouleish, and M.A. Khan. 2023. Potential use of saline resources for biofuel production using halophytes and marine algae: Prospects and pitfalls. Frontiers of Plant Science. 14: 1026063.

Abideen, Z., A. Hameed, H.W. Koyro, B. Gul, R. Ansari, and M.A. Khan. 2014. Sustainable biofuel production from non-food sources-An overview. Emirates Journal of Food and Agriculture. 26: 1057–1066.

Akram, R., Turan, V., Wahid, A., Ijaz, M., Shahid, M.A., Kaleem, S., Hafeez, A., Maqbool, M.M., Chaudhary, H.J., Munis, M.F.H., Mubeen, M., Sadiq, N., Murtaza, R., Kazmi, D.H., Ali, S., Khan, N., Sultana, S.R., Fahad, S., Amin, A., Nasim, J. 2018. Paddy land pollutants and their role in climate change. In: Hashmi MZ, Varma A, editors. Environmental Pollution of Paddy Soils, Soil Biology. Environmental Pollution of Paddy Soils. 113-127

Arora, S and Rao, G.G. 2017. Bio-amelioration of salt-affected soils through halophyte plant species. In: Arora S, Singh AK, Singh YP, editors. Bioremediation of Salt Affected Soils: An Indian Perspective. Switzerland: Springer Cham. 71-85

Aziz, I., and A. Mujeeb. 2022, Halophytes for phytoremediation of hazardous metal (loid) s: A terse review on metal tolerance, bio-indication and hyperaccumulation. Journal of Hazardous. Materials. 424, 127309.

Arya, S.S., S. Devi, K. Ram, S. Kumar, N. Kumar, A. Mann, A. Kumar, and G. Chand. 2019. The Plants of Therapeutic Medicine. In Ecophysiology, Abiotic Stress Responses and Utilization of Halophytes; Hasanuzzaman, M., Nahar, K., Öztürk, M., Eds.; Springer: Singapore. 271–287.

Breckle, S.W. 2016. Halophytes and saline vegetation of Afghanistan, a potential rich source for people. In Halophytes for Food Security in Dry Lands; Khan, M.A., Ozturk, M., Gul, B., Ahmed, M.Z., Eds.; Academic Press: Cambridge Massachusetts, USA. 49–66.

Behera, S., and S. Ramachandran. 2021. Potential uses of halophytes for biofuel production: opportunities and challenges. Sustainable Biofuels. 425-448

Cayenne, A., A.E. Turcios, M.H. Thomsen, R.M. Rocha, J. Papenbrock, and H. Uellendahl. 2022. Halophytes as Feedstock for Biogas Production: Composition Analysis and Biomethane Potential of Salicornia spp. Plant Material from Hydroponic and Seawater Irrigation Systems. Fermentation. 8(4): 189.

Chundawat, S. P., Beckham, G. T., Himmel, M. E., and Dale, B. E. (2011). Deconstruction of lignocellulosic biomass to fuels and chemicals. Annu. Rev. Chem. Biomol. Eng. 2, 121–145. doi: 10.1146/annurev-chembioeng-061010- 114205

Chinchmalatpure, A.R., D. Camus, M. Shukla, and S. Kad. 2015. Quasi equilibrium of soil carbon stock in saline Vertisols under different land use systems. ICAR-Central Soil Salinity Research Institute, Karnal, India. Salinity News. 21(2): 4.

Chen, L.Z., N.F.Y. Tam, J.H. Huang, X.Q. Zeng, X.L. Meng, C.R. Zhong, Y.S. Wong, and G.H. Lin. 2008. Comparison of ecophysiological characteristic between introduced and indigenous mangrove species in China. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 79: 644–652.

Colette, M., L. Guentas, P. Gunkel-Grillon, N. Callac, L. Della Patrona. 2022. Is halophyte species growing in the vicinity of the shrimp ponds a promising agri-aquaculture system for shrimp ponds remediation in New Caledonia? Marine Pollution Bulletin. 177, 113563.

Dagar., J.C. 2015. Yadav RK, Dar SR, Ahamad S. Liquorice (Glycyrrhiza glabra): a potential salt-tolerant, highly remunerative medicinal crop for remediation of alkali soils. Current Science. 108:1683-1687.

Dan, X.Q., B.W. Liao, Z.B. Wu, H.J. Wu, D.M. Bao, W.Q. Dan, and S.H. Liu. 2016. Resources, conservation status and main threats of mangrove wetlands in China. Ecology and Environment. 25: 1237–1243.

Devi, S., A. Kumar, S.S. Arya, A. Kumari, N. Kumar, G. Chand, A. Mann, V. Goyal, and Pooja. 2019. Economic Utilization and Potential of Halophytes. In Ecophysiology, Abiotic Stress Responses and Utilization of Halophytes; Hasanuzzaman, M., Nahar, K., Öztürk, M., Eds.; Springer: Singapore. 195–220.

Etesami, H., and G.A. Beattie.2018. Mining halophytes for plant growth-promoting halotolerant bacteria to enhance the salinity tolerance of non-halophytic crops. Frontiers in Microbiology. 9: 148.

Farzi, A., S.M. Borghei, and M. Vossoughi. 2017. The use of halophytic plants for salt phytoremediation in constructed wetlands. International Journal of Phytoremediation. 19: 643–650.

Fatima, I., S.Hakim, A. Imran, N. Ahmad, M. Imtiaz, H. Ali, E.U. Islam, S. Yousaf, M.S. Mirza, and F. Mubeen. 2022. Exploring biocontrol and growth-promoting potential of multifaceted PGPR isolated from natural suppressive soil against the causal agent of chickpea wilt. Microbioly Research. 260:127015.

Farhana, G., A. Ishfaq, A. Muhammad, J. Dawood, S. Fahad, L. Xiuling, W. Depeng, and F. Muhammad. 2020. Syed. Use of crop growth model to simulate the impact of climate change on yield of various wheat cultivars under different agro-environmental conditions in Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. Arabian Journal of Geoscien.13:112.

Fahad, S., A.A. Bajwa, U. Nazir, S.A. Anjum, A. Farooq, A. Zohaib, S. Sadia, W. Nasim, S. Adkins, S. Saud, M.Z. Ihsan, H. Alharby, C. Wu, D. Wang, and J. Huang. 2017. Crop production under drought and heat stress: Plant responses and management Options. Frontiers in Plant Science. 8:1147-1162.

Fahad, S., S. Hussain, A. Bano, S. Saud, S. Hassan, D. Shan, F.A. Khan, F. Khan, Y. Chen, C. Wu, M.A. Tabassum, M.X. Chun, M. Afzal, A. Jan, M.T. Jan, and J. Huang. 2014. Potential role of phytohormones and plant growth-promoting rhizobacteria in abiotic stresses: consequences for changing environment. Environmental Science and Pollution Research. 22(7):4907-4921.

Fahad, S., S. Hussain, S. Saud, M. Tanveer, A.A. Bajwa, S. Hassan, A.N. Shah, A. Ullah, C. Wu, F.A. Khan, F. Shah, S. Ullah, Y.Chen and J.A. Huang. 2015. biochar application protects rice pollen from high-temperature stress. Plant Physiology and Biochemistry. 96:281-287.

FAO. FAO Soils portal. Management. Salt-affected soils [Internet]. 2008. Available from: http://www.fao.org/soils-portal/soil-management/management-of-some-problem-soils/salt-affected-soils/more-information-on-salt-affected-soils/en//[Accessed: 2020-08-20.

Flowers, T.J. and T.D. Colmer. 2008. Salinity tolerance in halophytes. New phytologist. 179: 945–963.

Ferreira, M.J., D.C.G.A. Pinto, A. Cunha, and H. Silva. 2022. Halophytes as Medicinal Plants against Human Infectious Diseases. Applied Science. 12: 7493.

Garcia-Caparros, P., M.J. Al-Azzawi, and T.J. Flowers. 2023. Economic Uses of Salt-Tolerant Plants. Plants. 12: 2669.

Gul B., R. Ansari, H. Ali, M.Y. Adnan, D.J. Weber, B.L. Nielsen, H.W. Koyro, and M.A. Khan. 2014. The sustainable utilization of saline resources for livestock feed production in arid and semi-arid regions: A model from Pakistan. Emirates Journal of Food and Agriculture. 26:1032–1045.

Godfray, H.C.J., J.R. Beddington, I.R. Crute, L. Haddad, D. Lawrence, J.F. Muir, J. Pretty, S. Robinson, S.M. Thomas, and C. Toulmin. 2010. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. Science. 327:812-818.

Glenn, E. P., J. Jed Brown, and J.W. O'leary. 1998. Irrigating crops with seawater. Scientific American. 279: 76–81.

Ginantra, I.K. 2022. Mangrove Conservation: An Ecotourism Approach. In Mangrove Biology, Ecosystem, and Conservation, Yllano, O.B., Eds.; IntechOpen: London, UK.

Hasanuzzaman, M., M. Bhuyan, K. Nahar, M. Hossain, J. Mahmud, M. Hossen, and et al. 2018. Potassium: a vital regulator of plant responses and tolerance to abiotic stresses. Agronomy. 8:31.

Hadar, Y. (2013). "Sources for lignocellulosic raw materials for the production of ethanol," in Lignocellulose Conversion, ed. V. Faraco (Berlin: Springer), 21–38.

Hasnain M., Abideen Z., Naz S., Roessner U., Munir N. (2021). Biodiesel production from new algal sources using response surface methodology and microwave application. Biomass Convers. Biorefinery. doi: 10.1007/s13399-021-01560-4.

ICAR-CSSRI. 2015. ICAR–Central Soil Salinity Research Institute. Vision 2050. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi. p 31.

Jallali, I., Y. Zaouali, I. Missaoui, A. Smeoui, C. Abdelly, R. Ksouri. 2014. Variability of antioxidant and antibacterial effects of essential oils and acetonic extracts of two edible halophytes: Crithmum maritimum L. and Inula crithmoïdes L. Food Chem. 145: 1031–1038.

Jia, S. L., Z. Chi, G.L. Liu, Z. Hu, and Z.M. Chi. 2020. Fungi in mangrove ecosystems and their potential applications. Critical Reviews in Biotechnology. 40: 852–864.

Kumar, P., A.K. Mishra, S.K. Chaudhari, R. Singh, K. Singh, P. Rai, C.B. Pandey, D.K. Sharma. 2016. Biomass estimation and carbon sequestration in Populus deltoides plantations in India. Journal of Soil Salinity and Water Quality. 8:25-29.

Katel, S., S.P.S.Y. Yadav, B. Turyasingura, and A. Mehta. 2023. Salicornia as a salt-tolerant crop: Potential for addressing climate change challenges and sustainable agriculture development. Turkish Journal of Food and Agriculture Sciences. 5: 55–67.

Karakas, S., M. Dikilitas, and R. Tıpırdamaz. 2020. Phytoremediation of Salt-Affected Soils Using Halophytes. In Handbook of Halophytes; Grigore, M.N., Ed.; Springer: Cham, Switzerland. 1-18.

Kafi, M., and M.A. Khan. 2008. Crop and Forage Production using Saline Waters. 1sted. New Delhi: Daya Publishing House. 334.

Khan, M.A., R. Ansari, H. Ali, B. Gul, and B.L. Nielsen. 2009. Panicum turgidum, a potentially sustainable cattle feed alternative to maize for saline areas. Agric. Ecosystem and . Environment. 129: 542–546.

Kennedy, D. (2007). The biofuels conundrum. Science 316:515. doi: 10.1126/ science.1142978

Koonin, S. E. (2006). Getting serious about biofuels. Science 311:435. doi: 10.1126/science.1124886

Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. Science. 304(5677):1623-1627.

Liao, B.W., and Q.M. Zhang. 2014. Area, Distribution and species composition of mangroves in China. Wetlands Science. 12: 435–440.

Liu, B., C. Kang, X. Wang, and G. Bao. 2015. Physiological and morphological responses of Leymus chinensisto saline-alkali stress. Grassland Science. 61: 217–226.

Ma, Q., L.J.Yue, J.L. Zhang, and J. Yuan. 2011. Sodium chloride improves photosynthesis and water status in the succulent xerophyte Zygophyllum xanthoxylum. Tree Physiol. 32: 4–13.

Meinzer, M.; Ahmad, N.; Nielsen, B.L.2023. Halophilic Plant-Associated Bacteria with Plant-Growth-Promoting Potential. Microorganisms. 11: 2910.

Mubeen, M., A. Ashfaq, M.H. Hafiz, A. Muhammad, U.F. Hafiz, S. Mazhar, M. Sami ul Din, A. Asad, A. Amjed, S. Fahad, and N. Wajid. 2020. Evaluating the climate change impact on water use efficiency of cotton-wheat in semi-arid conditions using DSSAT model. 2020. Journal of Water and Climate Change. 11 (4): 1661–1675.

Nazari, M (2021). Plant mucilage components and their functions in the rhizosphere. Rhizosphere. 18:100344.

Oyebode, O., N,B. Kandala, P.J. Chilton, and R.J. Lilford. 2016. Use of traditional medicine in middle-income countries: A WHO-SAGE study. Health Policy Plan. 31: 984–991.

Perrino, E.V., F. Valerio, S. Jallali, A. Trani, and G.N. Mezzapesa. 2021. Ecological and Biological Properties of Satureja cuneifolia Ten. and Thymus spinulosus Ten.: Two Wild Officinal Species of Conservation Concern in Apulia (Italy). A Preliminary Survey. Plants. 10(9): 1952.

Panta, S., T. Flowers, P. Lane, R. Doyle, G. Haros, and S. Shabala. 2014. Halophyte agriculture: Success stories. Environmental and Experimental Botany. 107: 71–83.

Park, K., A. Mudgal, V. Mudgal, M. Sagi, D. Standing, P.A. Davies. 2023. Desalination, Water Re-use, and Halophyte Cultivation in Salinized Regions: A Highly Productive Groundwater Treatment System. Environmental Science and Technology. 57: 11863–11875.

Pareek, A., O.P. Dhankher, and C.H. Foyer. 2020. Mitigating the impact of climate change on plant productivity and ecosystem sustainability. Journal of Experimental Botany. 71:451-456.

Roy, S., A.P. Chakraborty, and R. Chakraborty. 2021. Understanding the potential of root microbiome influencing salt-tolerance in plants and mechanisms involved at the transcriptional and translational level. Physiologia Plantarum. 173:1657–1681.

Rozema, J., and T. Flowers T. 2008. Crops for a salinized world. Science. 322(5907):1478-1480.

Ruppel, S., P. Franken, and K.Witzel. 2013. Properties of the halophyte microbiome and their implications for plant salt tolerance. Functional Plant Biology. 40: 940–951.

Salam, M.A., G.R. Lindsay, and M.C. Beveridge.2000. Eco-tourism to protect the reserve mangrove forest the Sundarbans and its flora and fauna. Anatolia. 11: 56–66.

Salvador-Reyes, R., L. Furlan, C. Martínez-Villaluenga, B.M. Dala-Paula, and M.T.P.S. Clerici. 2023. From ancient crop to modern superfood: Exploring the history, diversity, characteristics, technological applications, and culinary uses of Peruvian fava beans. Food International Research. 173: 113394.

Siliakus MF, van der Oost J, Kengen SWM (2017) Adaptations of archaeal and bacterial membranes to variations in temperature, pH and pressure. Extremophiles 21:651–670

Sharma, R., S. Wungrampha, V. Singh, A. Pareek, and M. K. Sharma. 2016. Halophytes As Bioenergy Crops. Frontiers in Plant Science.7:1372.

Shaygan, M., and T. Baumgartl. 2022. Reclamation of salt-affected land: A review. Soil System. 6: 61.

Shrivastava, P., and R. Kumar. 2015. Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation. Saudi Journal of Biological Sciences. 22: 123–131.

United Nation. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Population Prospects 2019 [Internet]. 2019. Available from: https://population.un.org/wpp/Download/Probabilistic/ Population [Accessed: 2020-08-20]

USDA Agricultural Productivity in the U.S. [(accessed on 30 March 2023)];2018 Available online: https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/89832/eib-203.pdf

Taj, Z., and D.Challabathula. 2021. Protection of photosynthesis by halotolerant Staphylococcus sciuri ET101 in tomato (Lycoperiscon esculentum) and rice (Oryza sativa) plants during salinity stress: Possible interplay between carboxylation and oxygenation in stress mitigation. Frontiers in Microbiology. 11:547750.

Turcios, A.E., R. Miglio, R. Vela, G. Sánchez, and T. Bergier, A. Włodyka-Bergier, J.I. Cifuentes, G. Pignataro, T.Avellan, and J. Papenbrock. 2021. From natural habitats to successful application-Role of halophytes in the treatment of saline wastewater in constructed wetlands with a focus on Latin America. Environmental and Experimental of Botany. 190: 104583.

Vaou, N., E. Stavropoulou, C. Voidarou, C. Tsigalou, and E. Bezirtzoglou. 2021. Towards advances in medicinal plant antimicrobial activity: A review study on challenges and future perspectives. Microorganisms. 9: 2041.

Waris, M., J.A. Baig, F.N. Talpur, T.G. Kazi, and H.I. Afridi.2022. An environmental field assessment of soil quality and phytoremediation of toxic metals from saline soil by selected halophytes. Journal of Environmental Health Science and Engineering. 20: 535–544.

Wang, B.S. 2010. Plant Biology Under Stress; Cambridge University Press: Cambridge, UK,

Wungrampha S, R. Joshi R.S. Rathore, S.L. Singla-Pareek, A. Pareek. 2019. CO2 uptake and chlorophyll a fluorescence of Suaeda fruticosa grown under diurnal rhythm and after transfer to continuous dark. Photosynthesis Research. 142(2):211-227.

World Health Organization.2019. WHO Global Report on Traditional and Complementary Medicine 2019; World Health Organization: Geneva, Switzerland.

Wingeyer AB, T.J.C. Amado, M. Pérez-Bidegain, G.A. Studdert, C.H. Perdomo Varela, F.O. Garcia, and D.L. Karlen. 2015. Soil quality impacts of current South American agricultural practices. Sustainability. 7:2213-2242.

Yasseen, B.T., and R.F. Al-Thani.2022. Endophytes and halophytes to remediate industrial wastewater and saline soils: Perspectives from Qatar. Plants 11: 1497.

Yuan, F., M. Chen, J.C. Yang, B.Y. Leng, and B.S. Wang. 2014. A system for the transformation and regeneration of the recretohalophyte Limonium bicolor. In Vitro Cellular & Developmental Biology - Animal. 50: 610–617.

Zakavi, M., H. Askari, and M. Shahrooei. 2022. Maize growth response to different Bacillus strains isolated from a salt-marshland area under salinity stress. BMC Plant Biology. 22:367.



Ensuring Food Security through Sustainable Cultivation of Halophytes

Asgar Shirinzadeh[1*]
1.Department of Agronomy, Islamic Azad University, Parsabad Moghan Branch, Parsabad Moghan, Iran

Abstract

In the past few years, global climate change has caused severe drought, soil salinization, erratic rainfall and other changes in the environment around the world. Global climate change is expected to lead to a decrease in crop yield and freshwater resources by the end of the 21st century. The decline in the global water resources along with the salinization of surface and groundwater and soil further aggravates the issues of water scarcity, soil degradation, and food security. Two of the most prominent threats for sustainable agriculture are an increase in population and a decrease in arable land resources. Because of the increasing demand for food, more and more land, including saline areas, is incorporated for food production. But currently, the current major products of the world are insufficient to provide calories, protein, fat and nutrients needed by people in their diet. And considering the additional pressures caused by political and economic instability, it seems that new, developed and adapted local products are needed to feed people in these conditions. Therefore, halophytes are considered as one of the alternative solutions to the problems related to food security, lack of fresh water, salinity and diversity of diets for healthier nutrition. These plants can be a sustainable alternative to achieve food security in marginal lands due to their high diversity in taxonomy, wide geographical distribution and great diversity in response to salinity. to meet the growing demand for food. In addition to maintaining the ecological balance, halophytes are used for various agricultural and non-agricultural purposes with commercial value, alternative plants for the production of food, fodder, fuel and medicinal products as well as cleaning the environment from heavy metals and salt, which in this season some of these We discussed the potentials.

Keywords: Food Security, sustainable agricultural, Halophytes, Salt, Alternative plants

پیوند تغییرات اقلیمی با ناامنی غذایی: بررسی سیستماتیک مطالعات اخیر

زهرا شادمان پور[1*] ، احمد بدیعی نژاد[2]، ایمان پارسه[3]

[1] کمیته تحقیقات دانشجوئی، دانشکده علوم پزشکی بهبهان، بهبهان، ایران .

[2] گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده علوم پزشکی بهبهان، بهبهان، ایران.

*نویسنده مسئول:zahrasdmn@gmail.com

چکیده

تغییرات اقلیمی به‌عنوان یکی از چالش‌های اساسی قرن حاضر، امنیت غذایی جهانی را به طور جدی تهدید می‌کند. این پژوهش به بررسی تأثیرات تغییرات اقلیمی بر امنیت غذایی پرداخته و چالش‌های مرتبط با تولید، توزیع و دسترسی به غذا را مورد مطالعه قرار می‌دهد. هدف این مقاله، بررسی تجزیه و تحلیل‌های موجود و پیشنهاداتی برای مقابله با این چالش‌ها و تحلیل پیوندهای موجود بین تغییرات اقلیمی و ناامنی غذایی بر اساس مطالعات اخیر است.این پژوهش، به‌صورت مروری سیستماتیک است . برای جستجو پایگاه‌های اطلاعاتی Google Scholar، PubMed، Scopus و Web of Science برای یافتن مقالات مرتبط با این موضوع در بازه زمانی ۲۰۰۹ تا ۲۰۲۳ مورد بررسی قرار گرفتند و جستجو با کلیدواژه‌های ""Climate Change"، "Food Insecurity"، "Impact of Climate Change on Agriculture"، "Food Security"، ""Climate Change and Food Production" و " Environmental Changes and Food Systems" انجام شد. نتایج نشان می‌دهد که تغییرات اقلیمی باعث کاهش بازدهی محصولات کشاورزی، تغییر در الگوهای بارندگی، افزایش دما و تغییرات در اکوسیستم‌های دریایی شده که به نوبه خود منجر به افزایش قیمت‌ها، کاهش دسترسی به منابع غذایی و تشدید سوءتغذیه می‌شود؛ که برای مقابله با این تهدیدات، سیاست‌گذاری‌های مناسب در حوزه کشاورزی پایدار، مدیریت منابع آب و تکنولوژی‌های نوین کشاورزی امری ضروری است.

واژگان کلیدی: تغییر اقلیم، ناامنی غذایی، تأثیر تغییر اقلیم بر کشاورزی، امنیت غذایی، تغییر اقلیم و تولید مواد غذایی.

مقدمه

در دهه‌های اخیر، پیشرفت‌های قابل توجهی در تولید غذا و کاهش سوءتغذیه حاصل شده است اما با این حال، تغییرات اقلیمی به‌عنوان یکی از عوامل اصلی تهدیدکننده کیفیت و کمیت تولیدات کشاورزی و سیستم‌های توزیع غذا و امنیت غذایی مطرح است.(Vermeulen, S. J., et al. 2012)

امنیت غذایی به معنای دسترسی به غذا و توانایی تأمین نیازهای غذایی است و ارتباط نزدیکی با تغییرات اقلیمی دارد. ناامنی غذایی می‌تواند به‌عنوان یک بحران جهانی تلقی شود که به دلایل مختلفی از جمله فقر، جنگ، و تغییرات اقلیمی تشدید می‌شود. با توجه به وابستگی عمیق انسان‌ها به کشاورزی برای تأمین غذا، هرگونه تغییر در شرایط اقلیمی می‌تواند منجر به کاهش تولیدات کشاورزی و در نتیجه ناامنی غذایی شود. بر اساس گزارش‌های سازمان‌های بین‌المللی، انتظار می‌رود که تغییرات اقلیمی تا سال ۲۰۵۰ به‌طور قابل توجهی بر دسترسی به غذا و قیمت‌های آن تأثیر بگذارد.(Niles, M. T., et al. 2017 و United Nations System Standing Committee on Nutrition Secretariat, 2010)

تغییرات اقلیمی به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های جهانی در قرن بیست و یکم شناخته می‌شود. این تغییرات باعث افزایش دما، تغییر در الگوهای بارشی، افزایش آلودگی اوزون در سطح زمین و کاهش تنوع زیستی شده است. این عوامل، به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر تولیدات کشاورزی، ماهیگیری و دامپروری تأثیر می‌گذارند و در نتیجه بر امنیت غذایی و وضعیت تغذیه‌ای افراد آسیب‌پذیر تأثیر منفی می‌گذارند.(Brown, M. 2015) همچنین شواهد قوی مبنی بر اینکه تغییرات آب و هوایی بر کیفیت غذا (تنوع، تراکم مواد مغذی و ایمنی) و قیمت مواد غذایی تأثیر می گذارد وجود دارد. (Manikas, I., et al. 2023)

تغییرات آب و هوایی، کشاورزی و تغذیه به هم مرتبط هستند. تغییرات و تنوع آب و هوا بر دما و بارندگی و همچنین فراوانی و شدت رویدادهای شدید آب و هوایی تأثیر می گذارد. بیشترین تأثیر افزایش دما، امواج گرما و خشکسالی بر کشاورزی، کاهش عملکرد محصولات و بهره‌وری دام و همچنین کاهش در شیلات و جنگل‌داری است .غالب این تاثیرات در مناطقی است که قبلاً در برابر ناامنی غذایی آسیب‌پذیر بوده اند.(FAO. IFAD. UNICEF. WFP.WHO, 2017 و Yuan, X., et al. 2023)

اثرات تغییرات آب و هوایی بر کشاورزی، به نوبه خود، پیامدهای مهمی بر امنیت غذایی و در نتیجه رژیم غذایی و تغذیه انسان خواهد داشت. از آنجایی که این تغییرات بر توانایی انتقال غذا از تولید به بازار تأثیر می گذارد، دسترسی به رژیم های غذایی متنوع و با کیفیت ممکن است محدودتر شود. کاهش دسترسی به غذاهای دارای مواد مغذی کافی متعاقباً منجر به اختلال در وضعیت تغذیه و کاهش انعطاف پذیری، به ویژه در جوامع کم درآمد خواهد شد.(Springmann, M., et al. 2016)

اما اثرات تغیر اقلیم تنها بر کشاورزی محدود نمیشود بلکه با تاثیر بر ماهیگیری و دامپروری نیز امنیت غذایی انسان تهدید میشود. در این بین اقیانوس‌ها نیز تحت تأثیر تغییرات اقلیمی قرار دارند، به‌خصوص از طریق گرمایش و اسیدی شدن آب؛ این تغییرات می‌تواند بر تولید ماهی و دسترسی به مواد مغذی تأثیر بگذارد. کاهش منابع ماهیگیری و افزایش خطرات بهداشتی مرتبط با محصولات دریایی از جمله چالش‌هایی است که ممکن است بروز کند.(Golden, C. D., et al. 2016و Myers, S. S., et al. 2017)

در نگاهی دیگر دامپروری نیز تغییرات اقلیمی باعث افزایش استرس گرمایی برای دام‌ها می‌شود که این امر به کاهش تولید و کیفیت محصولات دامی منجر می‌شود. دام‌ها نیاز به آب بیشتری پیدا می‌کنند و احتمال بروز بیماری‌ها نیز افزایش می‌یابد. همچنین تغییرات

در گونه‌های گیاهی که به‌عنوان علوفه استفاده می‌شوند نیز بر کیفیت تغذیه دام‌ها تأثیر می‌گذارد. (Bernabucci, U., et al. 2010و Myers, S. S., et al. 2017)

به طور کلی تغییرات اقلیمی از طریق مسیرهای مختلف، مانند کاهش تولید و افزایش قیمت‌ها، دسترسی به غذا را کاهش می‌دهد. افراد فقیرتر بیشتر تحت تأثیر قرار می‌گیرند و در نتیجه سوءتغذیه افزایش می‌یابد.(Myers, S. S., et al. 2017)

در سال‌های اخیر، پژوهش‌های علمی متعددی به بررسی ارتباط بین تغییرات اقلیمی و ناامنی غذایی پرداخته‌اند. به همین دلیل هدف از انجام این مقاله بررسی تجزیه و تحلیل‌های موجود و پیشنهاداتی برای مقابله با این چالش‌ها و تحلیل پیوندهای موجود بین تغییرات اقلیمی و ناامنی غذایی بر اساس مطالعات اخیر است.

روش پژوهش یا مواد و روش‌ها

این مطالعه، مروری سیستماتیک در سال ۱۴۰۳ انجام شده است و به بررسی پیوندهای موجود بین تغییرات اقلیمی و ناامنی غذایی بر اساس مطالعات اخیر پرداخته است.

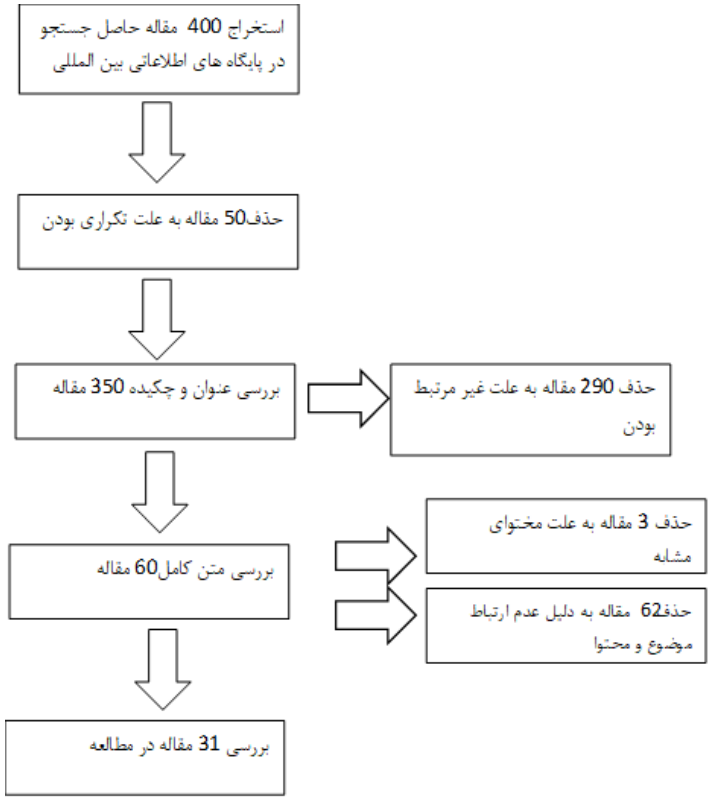
در این مطالعه مقالات تجربی و مروری (انواع مقالات چاپ شده اصیل، کوتاه فرم، کنفرانس های علمی) که با هدف بررسی تغییرات اقلیم و نا امنی غذایی انجام شده بودند وارد شدند.

برای جستجو پایگاه‌های اطلاعاتیGoogle Scholar ، PubMed، Scopusو Web of Science برای یافتن مقالات مرتبط با این موضوع در بازه زمانی ۲۰۰۹ تا ۲۰۲۳ مورد بررسی قرار گرفتند و جستجو با کلیدواژه‌های"Climate Change" ، "Food Insecurity"، "Impact of Climate Change on Agriculture"، "Food Security"، "Climate Change and Food Production"و "Environmental Changes and Food Systems" انجام شد. همچنین برای ارزیابی کیفیت مقالات، از چک لیست PRISMA استفاده شده است که شامل معیارهایی نظیر وضوح عنوان، روش‌شناسی مناسب و نتایج قابل اعتماد می‌باشد.

کلمات کلیدی توسط دو متخصص در حوزه بهداشت محیط تعیین و جستجوی عبارات در پایگاه های اطلاعاتی توسط دو پژوهشگر مستقل صورت گرفت. در جستجوی اولیه ۴۰۰مقاله شناسایی شد. سپس جهت تعیین تناسب مقاله ها با موضوع تحقیق، ابتدا عنوان و سپس چکیده مقالات مورد بررسی قرار گرفتند و معیار های ورود و خروج اعمال شدند. معیار های ورود در این مطالعه شامل مقالاتی که در بازه زمانی ۲۰۰۹تا۲۰۲۳ انتشار یافته بودند و به زبان انگلیسی وجودداشتند و همچنین با موضوع مرتبط بودند. معیار های خروج نیز شامل عدم انتشاره در بازه زمانی انتخابی ، زبان نگارش غیر از انگلیسی و عدم ارتباط با موضوع بود.

پس از اعمال معیار ها در این بازبینی ۶۰ مقاله انتخاب شدند. بعد از استخراج داده جهت بررسی بیشتر تمام متن مقاله ها توسط یکی از محققین مطالعه شد و بعد از حذف مقالات با محتوای محتوای مشابه ، عدم دسترسی به مقاله کامل و عدم ارتباط

محتوا با موضوع ۳۱ مقاله جهت بررسی انتخاب شد. لازم به ذکر است در صورت اختلاف نظر از طریق مذاکره با نفر سوم برطرف گردید.

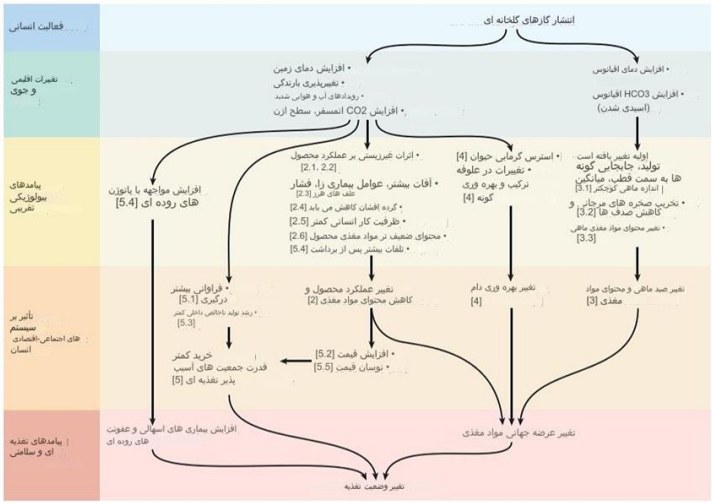


شکل یک. روند انتخاب مقالات

یافته ها

طبق گزارشات دمای زمین در دهه گذشته، ۲۰۰۶-۲۰۱۵، ۱.۰ درجه سانتیگراد (۱.۸ درجه فارنهایت) گرمتر از میانگین قرن بیستم بوده(Battisti, D. S. and R. L. Naylor 2009)، این افزایش دما روابط بین محصولات زراعی، آفات، پاتوژن ها و علف های هرز را تغییر می دهد . تغییرات اقلیمی باعث افزایش دما، تغییر در الگوهای بارشی، افزایش آلودگی اوزون در سطح زمین و کاهش تنوع زیستی شده است. این عوامل، به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر تولیدات کشاورزی، ماهیگیری و دامپروری تأثیر می‌گذارند و در نتیجه بر امنیت غذایی و وضعیت تغذیه‌ای افراد آسیب‌پذیر تأثیر منفی می‌گذارند. غلظت دی اکسید کربن اتمسفر (CO 2) تأثیرات قابل

توجهی بر ناامنی غذایی دارد که در شکل یک مورد بررسی قرار گرفته است.(Kogan, F., et al. 2020و Springmann, M., et al. 2016)



شکل دو. انتشار گازهای گلخانه ای انسانی احتمالاً بر وضعیت تغذیه انسان از طریق مجموعه ای از تغییرات بیوفیزیکی و اجتماعی-اقتصادی تأثیر می گذارد.(Myers, S. S., et al. 2017)

اثرات تغییر اقلیم بر امنیت غذایی

۱ .کشاورزی

۱-۱ **.کاهش عملکرد محصولات:** نتایج نشان می‌دهد که گرم شدن هوا باعث کاهش عملکرد ذرت ، گندم و برنج می شود. میانگین کاهش عملکرد محصولات اصلی مانند گندم و برنج به‌طور قابل توجهی افزایش یافته است. بر اساس تحقیقات، در برخی مناطق، کاهش عملکرد تا ۳۰ درصد در سال‌های اخیر گزارش شده است.این درحالیست که ۱۵ درصد ضرر برای گندم در عرض جغرافیایی پایین هنگامیکه دمای جهانی تا ۴ درجه سانتیگراد گرم می شود وجود دارد. همچنین مدل‌های رشد محصول که اثرات غلظت CO 2را به همراه اثرات دما، در دسترس بودن آب و محدودیت نیتروژن در بر می‌گیرد، نشان‌دهنده ۲۵ درصد کاهش متوسط عملکرد برای ذرت است .(Challinor, A. J., et al. 2014 وRosenzweig, C., et al. 2014)

۱-۲ .از دست دادن مواد مغذی:فراتر از تأثیر آن بر عملکرد، افزایش سطح CO_2 ترکیب غذایی محصولات را نیز تغییر می دهد. ازمایش ها بر غلات و غده های C3 شامل برنج، گندم، جو و سیب زمینی ۷ تا ۱۵ درصد کاهش در محتوای پروتئین را نشان می دهند، در حالی که حبوبات C3 و محصولات C4 کاهش بسیار کم یا ناچیز را نشان می دهند .(Myers, S. S., et al. 2014) با مدلسازی هادر رژیم‌های غذایی کنونی، انتظار می‌رود بیش از ۲۰۰ میلیون نفر به زیر آستانه دریافت پروتئین توصیه‌شده برسند، و سطح کمبود پروتئین در میان افرادی که قبلاً زیر این آستانه هستند، بدتر شود .(Medek, D., et al. 2017) محصولات کشت‌شده در CO_2 بالا همچنین غلظت کمتری از مواد معدنی مهم را نشان می‌دهند.مطالعات نشان داده اند غلظت CO2 550 ppm می تواند منجر به

کاهش ۳-۱۱درصد غلظت روی و آهن در غلات شود (Myers, S. S., et al. 2014) .همچنین کاهش ۵ تا ۱۰ درصدی در غلظت فسفر، پتاسیم، کلسیم، گوگرد، منیزیم، آهن، روی، مس و منگنز در طیف وسیعی از محصولات مشاهده شده است و انتظار می رود این کاهش در محتوای روی، ۱۵۰ تا ۲۰۰ میلیون نفر را در معرض خطر جدید کمبود روی قرار دهد و کمبودهای موجود را تشدید کند(Loladze, I. 2014).

۳-۱ .افزایش قیمت مواد غذایی: پژوهش‌ها حاکی از آن است که تغییرات اقلیمی به‌طور مستقیم منجر به افزایش قیمت مواد غذایی در بازارهای جهانی شده است. این موضوع تأثیرات منفی بر دسترسی به غذا در کشورهای در حال توسعه دارد.(Myers, S. S., et al. 2017)

۴-۱ .تأثیر بر تنوع زیستی: عملکرد محصولات زراعی نسبت به تغییرات دما و دسترسی به آب ، بسیار حساس است (Lobell, D. B. and S. M. Gourdji 2012) .دمای بهینه رشد بسته به ارقام و سایر متغیرهای محیطی متفاوت است (Sánchez, B., et al. 2014)، اما دمای هوا بالاتر از حدود ۳۰ درجه سانتیگراد (۸۶ درجه فارنهایت) عموماً با کاهش عملکرد محصولات دیم همراه است. کاهش تنوع زیستی به‌دلیل تغییرات اقلیمی می‌تواند منجر به کاهش تنوع محصولات کشاورزی و افزایش خطر ناامنی غذایی شود. مطالعات نشان می‌دهد که کاهش تنوع زیستی در زراعت به کاهش بهره‌وری منجر شده است .(Schlenker, W. and M. J. Roberts 2009)

۵-۱ .آفات: تخمین زده می شود که حشرات، پاتوژن ها، قارچ ها و علف های هرز مسئول کاهش تولید محصولات عمده تقریباً ۲۵ تا ۴۰ درصد هستند (Flood, J. 2010) و تلفات سالانه ناشی از آلودگی قارچی به تنهایی باعث کاهش ۸/۵ درصدی در دسترس بودن انرژی جیره جهانی می شود .(Fisher, M. C., et al. 2012) گرم شدن دما باعث افزایش بقای حشرات در زمستان و میزان گیاهخواری می شود. تغییر دما همچنین باعث تغییر در محدوده عرضی آفات و عوامل بیماری زا می شود. محصولات زراعی اغلب فاقد دفاع در برابر آفات و پاتوژن های غیربومی هستند، که نیاز به اصلاح و مدیریت مداوم برای رویارویی با تهدیدات جدید دارند . (Bebber, D. P. 2015)

علاوه بر اثرات تغییر اقلیم، کشاورزان پیش بینی می کنند که افزایش غلظت CO_2 منجر به تغییرات پیچیده در ترکیب علف های هرز و قدرت دفاعی گیاه در برابر آفات و عوامل بیماری زا می شود .(Chauhan, B. S. and K. Ramesh 2015) علاوه بر این، علف‌کش‌ها در کنترل افزایش بیوماس علف‌های هرز ناشی از افزایش غلظت CO 2 کمتر مؤثر هستند (Béné, C., et al. 2016)

۲ .ماهیگیری

اگرچه کشاورزی با توجه به کل انرژی رژیم غذایی بر تولید جهانی غذا غالب است، اما غذاهای دریایی هم در تامین پروتئین، مواد معدنی، ویتامین ها و اسیدهای چرب برای بسیاری از جمعیت ها در سراسر جهان بسارمهم هستند (Béné, C., et al. 2016 ، Beveridge, M. C., et al. 2013، Golden, C. D., et al. 2016و Kawarazuka, N. and C. Béné 2011) برآوردهای اخیر نشان می دهد که کاهش برداشت ماهی باعث آسیب پذیری ۸۴۵ میلیون نفر در برابر کمبود آهن، روی و ویتامین A و ۱.۴ میلیارد نفر در برابر کمبود ویتامین B12 و اسیدهای چرب غیراشباع با زنجیره بلند امگا ۳ خواهد شد (Golden, C. D 2016). تحلیل‌های اخیر پروژه دریای اطراف ما نشان می‌دهد که صید جهانی ماهی از سال ۱۹۹۶ تاکنون ۱.۲۲ میلیون تن (تقریباً ۱ درصد از کل صید جهانی) در سال کاهش یافته است که سه برابر سریع‌تر از آنچه توسط ایالات متحده گزارش شده کاهش یافته است (Pauly, D. and D. Zeller 2016). تجزیه و تحلیل نزدیک به ۵۰۰۰ ماهیگیری در سراسر جهان که ۷۸ درصد از صید جهانی گزارش شده ، نشان داد که ۶۸ درصد از ذخایر ماهی جهانی برای حمایت از حداکثر عملکرد پایدار به زیر اهداف زیست توده کاهش یافته است، و

انتظار می رود تا سال ۲۰۵۰، ۸۸ درصد کمتر از اهداف باشد، که نشان دهنده کاهش در نرخ بهره برداری برای بازسازی ذخایر ماهی مورد نیاز است(Costello, C., et al. 2016) .

۳ .دامپروری

تنش گرمایی عامل اصلی تعیین کننده بهره وری دام است. مطالعات نشان داده اند که افزایش استرس گرمایی در گاو و خوک - با توجه به رویدادهای شدید فردی و تجمع گرمای بیش از حد تاخیر در طول زمان - باعث کاهش بهره وری، مصرف غذا و وزن، شانس بقا و باروری می شود (Nardone, A., et al. 2010وBernabucci, U., et al. 2010) برای طیور، استرس گرمایی باعث کاهش رشد، عملکرد و کیفیت تخم مرغ و گوشت می شود. با این حال، عدم قطعیت زیادی در مورد توانایی سیستم های دام برای انطباق وجود دارد. سیستم های دام به طور کلی نسبت به سیستم های زراعی سازگارتر در نظر گرفته می شوند(Lara, L. J. and M. H. Rostagno 2013)

۴ .اثرات بر امنیت غذایی و تغذیه

در مجموع، تولید جهانی غذا احتمالاً از طریق چندین مسیر مرتبط با تغییرات آب و هوایی که بر کمیت و کیفیت غذای تولید شده در بخش‌های کشاورزی، شیلات و دامداری تأثیر می‌گذارد، تغییر خواهد کرد. اگرچه تعیین کمیت دقیق تأثیرات خالص این تغییرات محیطی خارج از دسترس ما است، چشم‌انداز نگران‌کننده‌ای وجود دارد که ظرفیت ما برای حفظ عرضه کافی از غذاهای مغذی را مختل کند. اگر نتوانیم این کار را انجام دهیم، قدرت خرید جمعیت های ثروتمندتر تضمین می کند که غذا به سمت ثروتمندان جریان می یابد و فقرا را با عرضه ناکافی مواجه می کند. البته، تغذیه و امنیت غذایی نه تنها با عرضه کل تعیین می شود، بلکه با توانایی افراد در دسترسی، استطاعت و استفاده از غذا نیز تعیین می شود. (Barrett, C. B. 2010).

بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعه ساموئل اس. مایرز و همکاران (۲۰۱۷) که تغییرات آب و هوا و سیستم های غذایی جهانی: اثرات بالقوه بر امنیت غذایی و سوء تغذیه مورد بررسی قرار گرفت نتایج نشان داد که تغییرات اقلیمی از طریق کاهش تولید غذا، از دست دادن مواد مغذی و افزایش قیمت‌ها، امنیت غذایی را تهدید می‌کند. به‌ویژه جوامع فقیرتر در معرض خطر بیشتر سوءتغذیه و ناامنی غذایی قرار دارند. اگر اقدام فوری برای مقابله با این چالش‌ها صورت نگیرد، امنیت غذایی جهانی در معرض بحران‌های شدید قرار خواهد گرفت .(Myers, S. S., et al. 2017)

همچنین در مطالعه دیگر از سونیا جی. ورمولن و همکاران (۲۰۱۲) که تغییرات آب و هوا و سیستم های غذایی را مورد بررسی قرار دادند نتایج نشان داد تغییرات اقلیمی به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های جهانی در قرن بیست و یکم شناخته می‌شود. این تغییرات باعث افزایش دما، تغییر در الگوهای بارشی، افزایش آلودگی اوزون در سطح زمین و کاهش تنوع زیستی شده است. این عوامل، به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر تولیدات کشاورزی، ماهیگیری و دامپروری تأثیر می‌گذارند و در نتیجه بر امنیت غذایی و وضعیت تغذیه‌ای افراد آسیب‌پذیر تأثیر منفی می‌گذارند(Vermeulen, S. J., et al. 2012).

نتایج مطالعه براون، ام.ای و همکاران (۲۰۱۵) که تغییرات آب و هوا، امنیت غذایی جهانی و سیستم غذایی ایالات متحده را مورد بررسی قرار دادند نیز با دو نتایج بالا یکسان بود . این نتایج نشان می‌دهد که تغییرات اقلیمی احتمالاً پیشرفت در امنیت غذایی جهانی را با ایجاد اختلال در تولید، کاهش دسترسی محلی به مواد غذایی، افزایش قیمت‌ها، مختل شدن مسیرهای حمل‌ونقل و کاهش ایمنی غذایی تحت تأثیر قرار می‌دهد.(Brown, M. 2015)

نتیجه گیری

نتایج حاصل از بررسی تأثیرات تغییرات اقلیمی بر امنیت غذایی نشان می‌دهد که گرمایش جهانی، افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن و تغییرات الگوهای بارشی، تأثیرات منفی بر کشاورزی، ماهیگیری و دامپروری داشته و می‌تواند به‌طور مستقیم و غیرمستقیم منجر به کاهش تولید غذا، از دست دادن مواد مغذی، و افزایش قیمت مواد غذایی شود(Myers, S. S., et al. 2017).

کاهش عملکرد محصولات زراعی اساسی مانند گندم، برنج و ذرت و از دست دادن مواد مغذی، مانند پروتئین و مواد معدنی از جمله روی و آهن، تهدیدهای عمده‌ای برای امنیت غذایی جهانی به‌شمار می‌آیند. همچنین، افزایش دما و آلودگی اوزون، رشد و بقای آفات و پاتوژن‌ها را افزایش داده و فشار بیشتری بر تولید محصولات کشاورزی وارد می‌کند. در بخش ماهیگیری نیز، کاهش صید و تنوع گونه‌های دریایی تهدیدی جدی برای تامین مواد غذایی و تغذیه به‌ویژه در جوامع وابسته به ماهیگیری محسوب می‌شود.(Pauly, D. and D. Zeller 2016 ،Bebber, D. P. 2015 ،Challinor, A. J., et al. 2014 ،Rosenzweig, C., et al. 2014 و Costello, C., et al. 2016)

همچنین، تأثیرات منفی تغییرات اقلیمی بر دامپروری نیز شامل کاهش بهره‌وری، رشد و باروری حیوانات است. استرس گرمایی به‌ویژه در گاو، خوک و طیور باعث کاهش کیفیت و کمیت محصولات دامی می‌شود(Nardone, A., et ، Bernabucci, U., et al. 2010 al. 2010و Lara, L. J. and M. H. Rostagno 2013)

در نهایت، این نتایج نشان می‌دهد که اگر اقدامات فوری و مناسبی برای مقابله با این تغییرات انجام نشود، تأثیرات منفی بر امنیت غذایی جهانی و به‌ویژه برای جوامع فقیرتر تشدید خواهد شد و ممکن است بخش‌های آسیب‌پذیر جامعه دچار بحران غذایی و سوءتغذیه شوند.(Barrett, C. B. 2010).

منابع

Barrett CB. Measuring food insecurity. Science. 2010;327(5967):825-8.

.Battisti DS, Naylor RL. Historical warnings of future food insecurity with unprecedented seasonal heat. Science. 2009;323(5911):240-4.

.Bebber DP. Range-expanding pests and pathogens in a warming world. Annual review of phytopathology. 2015;53(1):335-56.

.Béné C, Arthur R, Norbury H, Allison EH, Beveridge M, Bush S, et al. Contribution of fisheries and aquaculture to food security and poverty reduction: assessing the current evidence. World development. 2016;79:177-96.

.Bernabucci U, Lacetera N, Baumgard LH, Rhoads RP, Ronchi B, Nardone A. Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. Animal. 2010;4(7):1167-83.

.Beveridge MC, Thilsted S, Phillips M, Metian M, Troell M, Hall S. Meeting the food and nutrition needs of the poor: the role of fish and the opportunities and challenges emerging from the rise of aquaculturea. Journal of fish biology. 2013;83(4):1067-84.

.Brown M. Climate change, global food security, and the US food system. 2015.

.Challinor AJ, Watson J, Lobell DB, Howden SM, Smith D, Chhetri N. A meta-analysis of crop yield under climate change and adaptation. Nature climate change. 2014;4(4):287-91.

.Chauhan BS, Ramesh K. Weed regimes in agro-ecosystems in the changing climate scenario-A review. Indian Journal of Agronomy. 2015;60(4):479-84.

.Costello C, Ovando D, Clavelle T, Strauss CK, Hilborn R, Melnychuk MC, et al. Global fishery prospects under contrasting management regimes. Proceedings of the national academy of sciences. 2016;113(18):5125-9.

.Fisher MC, Henk DA, Briggs CJ, Brownstein JS, Madoff LC, McCraw SL, Gurr SJ. Emerging fungal threats to animal, plant and ecosystem health. Nature. 2012;484(7393):186-94.

.Flood J. The importance of plant health to food security. Food security. 2010;2(3):215-31.

.Golden CD, Allison EH, Cheung WW, Dey MM, Halpern BS, McCauley DJ, et al. Nutrition: Fall in fish catch threatens human health. Nature. 2016;534(7607):317-20.

.Kawarazuka N, Béné C. The potential role of small fish species in improving micronutrient deficiencies in developing countries: building evidence. Public health nutrition. 2011;14(11):1927-38.

.Kogan F, Guo W, Yang W. Near 40-year drought trend during 1981-2019 earth warming and food security. Geomatics, Natural Hazards and Risk. 2020;11(1):469-90.

.Lara LJ, Rostagno MH. Impact of heat stress on poultry production. Animals. 2013;3(2):356-69.

.Lobell DB, Gourdji SM. The influence of climate change on global crop productivity. Plant physiology. 2012;160(4):1686-97.

.Loladze I. Hidden shift of the ionome of plants exposed to elevated CO2 depletes minerals at the base of human nutrition. elife. 2014;3:e02245.

.Manikas I, Ali BM, Sundarakani B. A systematic literature review of indicators measuring food security. Agriculture & food security. 2023;12(1):10.

.Medek D, Schwartz J, Myers S. Rising CO2 poses a threat to global protein intake. Environ Health Perspect. 2017.

.Myers SS, Smith MR, Guth S, Golden CD, Vaitla B, Mueller ND, et al. Climate change and global food systems: potential impacts on food security and undernutrition. Annual review of public health. 2017;38(1):259-77.

.Myers SS, Zanobetti A, Kloog I, Huybers P, Leakey AD, Bloom AJ, et al. Increasing CO2 threatens human nutrition. Nature. 2014;510(7503):139-42.

.Nardone A, Ronchi B, Lacetera N, Ranieri MS, Bernabucci U. Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. Livestock Science. 2010;130(1-3):57-69.

.Niles MT, Ahuja R, Esquivel JM, Mango N, Duncan M, Heller M, Tirado C. Climate change and food systems: Assessing impacts and opportunities. 2017.

.Pauly D, Zeller D. Catch reconstructions reveal that global marine fisheries catches are higher than reported and declining. Nature communications. 2016;7(1):10244.

.Rosenzweig C, Elliott J, Deryng D, Ruane AC, Müller C, Arneth A, et al. Assessing agricultural risks of climate change in the 21st century in a global gridded crop model intercomparison. Proceedings of the national academy of sciences. 2014;111(9):3268-73.

.Sánchez B, Rasmussen A, Porter JR. Temperatures and the growth and development of maize and rice: a review. Global change biology. 2014;20(2):408-17.

.Schlenker W, Roberts MJ. Nonlinear temperature effects indicate severe damages to US crop yields under climate change. Proceedings of the National Academy of sciences. 2009;106(37):15594-8.

.Springmann M, Mason-D'Croz D, Robinson S, Garnett T, Godfray HCJ, Gollin D, et al. Global and regional health effects of future food production under climate change: a modelling study. The Lancet. 2016;387(10031):1937-46.

.Vermeulen SJ, Campbell BM, Ingram JS. Climate change and food systems. Annual review of environment and resources. 2012;37(1):195-222.

.Yuan X, Wang Y, Ji P, Wu P, Sheffield J, Otkin JA. A global transition to flash droughts under climate change. Science. 2023;380(6641):187-91.



The Link Between Climate Change and Food Insecurity: A Systematic Review of Recent Studies

Zahra shademanpur[1]*, Ahmad Badeenezhad[2] , Iman Parseh [2]
[1] Student research committee, Behbahan Faculty of medical sciences, Behbahan, Iran.
[2] Department of Environmental Health Engineering, Behbahan Faculty of Medical Sciences, Behbahan, Iran.
Corresponding: (zahrasdmn@gmail.com)

Abstract

Climate change, as one of the fundamental challenges of the present century, seriously threatens global food security. This research examines the impacts of climate change on food security, studying challenges related to food production, distribution, and access. The aim of this article is to review and analyze existing studies, offer suggestions to address these challenges, and assess the links between climate change and food insecurity based on recent research. This study is a systematic review. Databases such as Google Scholar, PubMed, Scopus, and Web of Science were searched for articles on this topic from 2009 to 2023, using keywords like "Climate Change," "Food Insecurity," "Impact of Climate Change on Agriculture," "Food Security," "Climate Change and Food Production," and "Environmental Changes and Food Systems." The results indicate that climate change has led to reduced agricultural yields, shifts in rainfall patterns, temperature increases, and changes in marine ecosystems, which in turn have caused rising food prices, reduced access to food resources, and worsened malnutrition. To counter these threats, appropriate policies in sustainable agriculture, water resource management, and modern agricultural technologies are essential.

Keywords: "Climate Change" ،"Food Insecurity" ،"Impact of Climate Change on Agriculture" ،"Food Security" ،"Climate Change and Food Production".

تقلبات موادغذایی: خطرات سلامتی و روش‌های تشخیص آنها

رومینا محبی[۱]، مهدیه احدی سکرآباد[۲*]، الهام سادات طباطبایی راد[۳]

۱. **دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران**
۲. ***دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه فناوری صنایع غذایی، دانشکده فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران، ایران**
۳. **دانش آموخته کارشناسی، واحد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران**

نویسنده مسئول: mahdiyeh.ahadi@ut.ac.ir

چکیده

تقلبات در موادغذایی از ابتدای تمدن مورد نگرانی واقع‌شده‌است. زیرا، نه تنها کیفیت محصولات غذایی را کاهش می‌دهد بلکه، منجر به عوارض زیادی بر روی سلامتی می‌شود. آزمایش معتبر از مواد غذایی و تشخیص تقلبات انواع محصولات غذایی برای ارزیابی و اطمینان از حمایت از مصرف‌کننده در برابر فعالیت‌های تقلب مورد نیاز است. در این مقاله، ما سعی داریم انواع مختلفی از تقلبات مواد غذایی انجام شده، خطرات ایجاد شده توسط این تقلبات و روش‌های تشخیص موجود برای آن‌ها را بررسی کنیم. اهمیت ایمنی و قوانین موادغذایی گسترش روش‌های مختلفی مانند فیزیکی، بیوشیمیایی / ایمونولوژیکی و سایر روش‌های مولکولی برای تشخیص تقلبات در موادغذایی را ایجاد می‌کند. و روش‌های مولکولی برای تشخیص تقلبات بیولوژیکی در موادغذایی بیشتر ترجیح داده می‌شوند. اگرچه روش‌های فیزیکی و بیوشیمیایی برای تشخیص سایر تقلبات در موادغذایی مزیت دارد.

واژگان کلیدی: غذا، تقلب، ایمنی مواد غذایی، روش‌های تشخیص، تقلبات

مقدمه

تقلب در مواد غذایی، ارائه نادرست عمدی هویت واقعی یک محصول یا ماده غذایی برای منافع اقتصادی، تهدیدی برای اعتماد مصرف‌کننده و سلامت عمومی است و هم از سوی نهادهای نظارتی و هم از سوی صنایع غذایی مورد توجه قرار گرفته‌است (Everstine et al., 2018). تقلب شیر با ملامین در چین حدود ۲۹۰۰۰۰ مصرف کننده را تحت تاثیر قرار داده است که بیش از ۵۰۰۰۰ نفر در بیمارستان بستری شده اند. این حادثه تنها در ۳ ماه اول ۳ میلیارد دلار برای شرکت ها هزینه داشت. به طور کلی، تقلب در مواد غذایی برای صنایع غذایی حدود ۱۰ تا ۱۵ میلیارد دلار در سال هزینه دارد. رویدادهای تقلب در مواد غذایی همچنین باعث اثرات ثانویه می شود، از جمله باعث از دست دادن اعتماد عمومی به تلاش های صنعت برای اطمینان از ایمنی عرضه مواد غذایی و اثربخشی سیستم های نظارتی دولت می‌شود. به دلیل هزینه های شدید بهداشت عمومی و اقتصادی، تقلب در مواد غذایی مورد توجه بیشتر نهادهای نظارتی و صنایع غذایی قرار گرفته است (Roy and Yadav., 2022). محصولات غذایی و آشامیدنی اغلب هدف تقلب (عمدی یا غیرعمدی) می‌باشند، در حالیکه، زنجیره‌های تامین معمولاً با مواد فاسد شدنی سروکار دارند، محصولاتی که در صورت عدم مدیریت صحیح می‌توانند برای مصرف کنندگان مضر باشند (Bansal et al., 2017).

انواع تقلبات مواد غذایی

تقلبات موادغذایی شامل اضافه کردن مواد بی‌فایده، مضر و غیرضروری به موادغذایی است که باعث کاهش کیفیت مواد غذایی می‌شود (Bansal et al., 2017). تقلبات در مواد غذایی را می‌توان در دسته‌بندی‌های زیر تقسیم کرد:

تقلبات عمدی شامل مواد نامرغوب است که دارای خواصی شبیه به مواد غذایی است که به آن‌ها اضافه می‌شوند. بنابراین تشخیص آن‌ها دشوار است. تقلبات می‌تواند ماهیت فیزیکی یا بیولوژیکی داشته باشد. برخی از نمونه‌های تقلبات عمدی شامل افزودن آب به شیر، افزودن ترکیبات غیراصلی به ترکیبات اصلی ادویه‌جات یا از بین بردن یا جایگزینی مواد جامد شیر از ماهیت محصول و غیره است (Bansal et al., 2017).

تقلبات غیرعمدی استفاده از مواد نامطلوب به علت ناآگاهی، بی‌دقتی یا نداشتن امکانات و بهداشت مناسب در هنگام فرآیند مواد غذایی است. این می‌تواند از نوع آلودگی مواد غذایی توسط باکتری‌ها یا قارچ‌ها، فساد مواد غذایی توسط جوندگان، ورود گرد و خاک و سنگ، بقایای مضر از مواد بسته‌بندی و غیره است. یا تقلبات اصلی مانند حضور برخی مواد شیمیایی، ترکیبات آلی یا رادیکال‌هایی که به طور طبیعی در غذاهایی مانند انواع سمی قارچ، سبزیجات، ماهی و غذاهای دریایی وجود دارند (Bansal et al., 2017).

خطرات سلامتی تقلبات موادغذایی

تقلبات مواد غذایی، با بسیاری از بیماری‌ها از جمله بیماری‌های خفیف تا شرایط تهدیدآمیز مانند مشکل بینایی، مشکل کبدی، بیماری‌های پوستی و معده و اختلالات مانند اسهال در جامعه ارتباط دارد. نمونه‌های گسترده و متداول دیده می‌شود مانند آسم، بیماری‌های پوستی و سرطان ناشی از مصرف ماهی، میوه، گوشت، شیر است که با مواد شیمیایی مانند فرمالین دچار تقلب در مواد غذایی شدند. سلامتی انسان نسبت به تقلب موادغذایی بسیار حساس است و بعضی اوقات اثرات جانبی آن مانند اسهال، اسهال خونی و استفراغ فورا مشخص می‌شود. از جمله موارد تقلب در مواد غذایی استفاده از بذر تمبر هندی به جای پودر قهوه است که می‌تواند باعث

اسهال شود. تقلبات در مواد غذایی که با خامه در ارتباط هستند مانند محصولات شیرینی‌پزی و لبنیات همچنین می‌توانند باعث درد شکمی و گرفتگی و استفراغ شوند. شیرها و کنسرو گوشت که به صورت مناسب فرآوری نشده ممکن است باعث مسمومیت غذایی و درد شکمی یا سایر عفونت‌های غذایی شوند که معمولاً با تب و لرز همراه است (Bansal et al., 2017).

انواع روش‌های تشخیص تقلبات

جایگزینی هر ماده‌ای در مواد غذایی به صورت جایگزینی کامل یا جزئی صورت می‌گیرد. تشخیص جایگزینی جزئی قبل از بررسی تقلبات سخت است. برای تشخیص تقلبات علاوه بر تحقیق و بررسی در مورد جایگزینی جزئی مواد غذایی باید بدانیم که آیا این نوع تقلب به صورت عمدی یا غیرعمدی است.

روش‌های مختلفی، بر اساس خصوصیات مورفولوژیکی، ویژگی‌های آناتومی، نشانگرهای ارگانولپتیک (بو، رنگ، بافت) و آزمایش شیمیایی برای تایید موادغذایی و بررسی تقلبات است(Bansal et al., 2017).

امروزه می‌توان سه استراتژی اساسی را برای نشان دادن تقلبات بیان کرد:

- با نشان دادن وجود ماده خارجی یا نشانگر در کالا
- با نشان دادن اینکه یک جزء از سطح طبیعی جدا شده
- با نشان دادن اینکه بعید است شکل آن تغییر کند.

در میان این‌ها، اولین استراتژی تشخیص تقلبات با نشان دادن حضور از مواد خارجی یا یک نشانگر بهترین و ساده‌ترین در نظر گرفته می‌شود. با استفاده از روش‌های مختلفی بر اساس نوع ماده تقلبات قابل تشخیص است. این روش‌ها شامل فیزیکی، شیمیایی و جدیدترین روش مبتنی بر DNA مولکولی است(Bansal et al., 2017).

روش‌های فیزیکی

روش‌های فیزیکی مختلفی برای تشخیص تقلبات از جمله تجزیه و تحلیل ساختار بصری ماکروسکوپیک و میکروسکوپیک و همچنین تجزیه و تحلیل مواد غذایی با بررسی پارامترهای فیزیکی مانند مورفولوژی، بافت، حلالیت، دانسیته توده انجام شدند. این روش‌ها طراحی شدند اما تشخیص کیفی تقلبات را تضمین نمی‌کنند. تجزیه و تحلیل ساختار بصری، با استفاده از ویژگی های ماکروسکوپیک و میکروسکوپیک در مورد تشخیص میکروبی به ویژه در مورد قارچها بسیار مفید است. علاوه براین، ارزیابی میکروسکوپیک برخی از ادویه‌جات مانند زیره ، گشنیز ، فلفل و میخک منجر به تشخیص آسان نشاسته غیراساسی در این ادویه جات پودری می‌شود. در مورد

در مورد سایر تقلبات، روش‌های میکروسکوپیک الکترونیکی یا نوری برای تشخیص در مورد عسل خیلی امیدوارکننده نبود. تقلبات عسل از طریق میکروسکوپ نوری با قند نیشکر و محصولات نیشکر قابل تشخیص است (Bansal et al., 2017).

روش‌های شیمیایی و بیوشیمیایی

روش‌های مختلف شیمیایی و بیوشیمیایی برای تشخیص تقلبات طراحی شده‌اند که می‌توان مبتنی بر کروماتوگرافی، طیف سنجی، ایمونولوژی و الکتروفورز طبقه بندی کرد. اگرچه این روش‌ها، از تکنیک‌های فیزیکی دقیق‌تر و حساس تر هستند. اما کاربرد آن‌ها نیاز به صرف هزینه و آموزش تخصصی دارد (Bansal et al., 2017).

HPLC می‌تواند به عنوان یک ابزار کنترل کیفیت استفاده شود زیرا می‌تواند ترکیبات شیمیایی مختلفی را از مخلوط‌ها جدا کند . همچنین، برای توصیف محصولات غذایی یا برای تشخیص تقلبات استفاده می‌شود. تقلبات روغن زیتون با روغن فندوق، مربای به با پوره سیب یا گلابی آب مرکبات با فلاون گلیکوزیدها، برخی از نمونه‌هایی است که در آن تقلبات با استفاده از HPLC تشخیص داده‌شده‌است. کروماتوگرافی گازی (GC) برای جداسازی ترکیبات آلی فرار استفاده می‌شود. GC همراه با طیف‌سنجی جرمی (MS) و طیف‌سنجی مادون قرمز تبدیل فوریه (FTIR) به طور گسترده‌ای برای تشخیص تقلبات روش‌های غیرمخربی برای نمونه‌ی مواد غذایی

هستند. کروماتوگرافی گازی معمولا برای تشخیص دادن در بین انواع مختلف همان محصول، تشخیص تقلبات و تایید و شناسایی ترکیبات آلی استفاده می‌شود. از بین تکنیک‌های طیف‌سنجی، طیف‌سنج مادون قرمز نزدیک (NIR) در تشخیص سریع تقلبات در مواد خام کمک می‌کند اما قادر به شناسایی ناخالصی‌ها نیستند. همچنین، NIR به عنوان ابزاری برای تشخیص تقلبات محصولات بر پایه سویا که برای خوراک حیوانات استفاده می‌شود. روش الکتروفورز در تشخیص تقلبات مواد غذایی مانند تشخیص و تعیین کمیت آب پنیر اضافی در شیر و نوشیدنی‌های لبنی استفاده شده‌است (Bansal et al., 2017).

روش‌های مبتنی بر DNA / تکنیک های مولکولی

در میان تکنیک‌های مختلف برای تشخیص تقلبات، استفاده از ابزارهای مولکولی مبتنی بر DNA می‌تواند برای تشخیص بهتر تقلبات در کالاهای معامله شده با منشاء گیاهی، به خصوص، هنگامیکه، تقلبات مواد بیولوژیکی هستند، کاربرد داشته باشد. تکنیک‌های Omicsکه شامل تجزیه و تحلیل و به کارگیری DNA، RNA، پروتئین یا لیپید برای بخش مهمی از بیولوژی مولکولی ژنتیک و بیوشیمی و غیره مناسب است. تشخیص تقلبات از کالای اصلی مواد غذایی را می‌توان به راحتی توسط نشانگرهای مولکولی انجام داد. عمدتا سه استراتژی برای تشخیص تقلبات براساس روش‌های مبتنی بر DNA: مبتنی بر PCR، مبتنی بر توالی، مبتنی بر هیبریداسیون دنبال می‌شوند (Bansal et al., 2017).

۵-تقلبات گوشت و فرآورده‌های گوشتی

گوشت منبع اصلی پروتئین است که حاوی پروتئین ۲۰ تا ۳۵ درصد است، همراه با چربی و تمام اسیدهای آمینه ضروری (لیزین، ترئونین، متیونین، فنیل آلانین ، تریپتوفان ، لوسین ، ایزولوسین و والین) و همچنین، حاوی مقادیر زیادی از ریز مغذی‌های مختلف می‌باشد (Aida et al. 2005). تقلب در گوشت و فرآورده‌های گوشتی پرهزینه با جایگزینی آن با گوشت ارزان‌تر یک روش رایج است که در سرتاسر جهان قابل مشاهده است. توانایی تشخیص گونه‌های کمتر مرغوب یا انواع نامرغوب در فرآورده‌های گوشتی نه‌تنها از نظر اقتصادی، سلامتی و مذهبی حائز اهمیت است، بلکه برای اطمینان از تقلب و رعایت قوانین هم دارای اهمیت بسیار است. گوشت و فرآورده‌های گوشتی، تامین‌کننده‌ی اصلی پروتئین بدن انسان بوده که بیانگر اهمیت مصرف آن‌ها در تغذیه انسان می‌باشد. سوءاستفاده‌ی

برخی از تولیدکنندگان مواد غذایی، موجب توجه بیشتر به ترکیبات تشکیل‌دهنده محصولات غذایی گوشتی شده‌است. از این رو، برچسب گذاری صحیح محصولات به خصوص در محصولات فرآوری شده که توانایی تشخیص یک جزء از سایر اجزاء دشوار است، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. آزمایش اصالت گونه‌های حیوانی موجود در مواد غذایی به دلایل اقتصادی، ایمنی، قانونی، شرعی و بهداشتی بسیار مهم است. مصرف محصول حاوی پروتئین‌های گوشتی مورد بررسی قرار نگرفته می‌تواند باعث واکنش حساسیت در افراد مستعد شود. برای شناسایی اصالت گوشت حلال و تفکیک آن از گوشت حرام از روش‌های واکنش زنجیره‌ای پلیمراز و با به کارگیری تکنیک‌های مختلف آن بوده‌است. با استفاده از روش Real-Time PCR به شناسایی نوع گوشت به صورت خام و فرآوری شده پرداخته‌اند. مشتریان علاقه‌مند به دانستن منشاء غذاها به دلایل مرتبط با کیفیت، دلایل سلامتی و ایمنی و نگرانی‌های مربوط به سالم بودن حیوان هستند. به دلیل برخی هزینه‌ها و دلایل مذهبی تولیدکنندگان گوشت مجبورند قوانینی که توسط موسسات حقوقی صادر شده‌است را رعایت کنند (Murphy et al., 2014).

آزمون بافت شناسی (Histotechniques) روشی است که برای مشاهده بافت‌های حیوانی به کار رفته و به عنوان ماده اولیه در مواد غذایی به ویژه فرآورده‌های گوشتی در سطح میکروسکوپی به منظور کنترل کیفیت محصول مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش از سال ۱۹۱۰ به عنوان آزمایشگاه کنترل کیفی در صنایع غذایی جهان مورد استفاده قرار گرفته است(Demez and Clerjon., 2008). روش‌های اسپکتروسکوپیک مانند NIR روش‌های معمولی در ارزیابی کیفیت و تشخیص تقلبات موجود در مواد غذایی هستند. اساس این روش بر هم‌کنش امواج الکترومغناطیسی با مواد غذایی است. کارایی این روش به عنوان یک روش ساده و سریع و غیرمخرب برای شناسایی تقلبات گوشت‌چرخ‌کرده به اثبات رسیده‌است. با این حال این روش در تشخیص گونه هایی که از نظر مولکولی مشابه هستند، مناسب نبوده و همچنین مستلزم ملزومات و نرم‌افزارهای گران و تخصصی برای تجزیه و تحلیل داده می‌باشد (Alamprese et al., 2013).

بینی الکترونیکی دستگاهی است که بر اساس حس بویایی انسان به منظور تشخیص طعم و بوی موادغذایی طراحی شده‌است. این تکنولوژی بر اساس تشخیص ترکیبات فرار موجود در نمونه مواد غذایی با استفاده از سنسورهای دستگاه عمل می‌کند. یکی از معایب این روش، استفاده از سنسورهایی است که برای انواع مختلف ویژگی‌های مواد غذایی به صورت انتخابی عمل نکرده که این امر باعث کاهش کارایی آن در تشخیص دقیق تقلبات محصولات گوشتی می‌شود. از مزایای این روش می‌توان به حساسیت، سرعت بالا و نیاز به مقدار کم نمونه ماده غذایی اشاره کرد (Reid et al., 2006).

Species-specific PCR، این تکنیک مناسب ترین روش برای تشخیص تقلبات در محصولات گوشتی مخلوط به شمار می‌روند. در این روش شدت باند در تصاویر ژل متناسب با غلظت DNA است، بنابراین این تکنیک می‌تواند به عنوان یک روش نیمه‌کمی برای تشخیص گونه‌های مختلف گوشت استفاده شود (Matsunaga et al., 1999).

SSCP-PCR، به علت هزینه کم و حساسیت بالا ابزاری مناسب برای تشخیص تقلبات در فراورده‌های گوشتی به شمار می‌رود، در این روش از الکتروفورز ژلی تک رشته DNA برای مشخص شدن اختلاف تک نوکلئوتیدی بین قطعات DNA تکثیر شده استفاده می‌شود.

از این تکنیک برای مشاهده تغییرات نوکلئوتیدی بین نمونه‌ها DNA بدون انجام توالی‌یابی استفاده می‌شود. این روش به طور موفقیت آمیزی برای تشخیص DNA گونه‌های مختلف از جمله ماهی و خوک استفاده می‌شود. ایراد اصلی این روش، نیاز به وجود شرایط کنترل شده و دقیق و لودکردن منظم نمونه‌ها در کنار هم، بر روی ژل برای به دست آوردن نتایج قابل تکرار است (Weder et al., 2001).

Real-time PCR، مبتنی بر توانایی تشخیص و محاسبه محصولات PCR یا قطعات DNA در حین پیشرفت چرخه‌های واکنش می‌باشد. در این تکنیک، تشخیص با استفاده از یک رنگ فلئورسنتی که در زمان تولید محصول به آن متصل می‌شود، ممکن می‌گردد.

این تکنیک جهت تشخیص کمی گونه‌های حیوانی مورد استفاده در مواد غذایی خام و فرآورده‌های گوشتی و شناسایی کمی تقلبات در محصولات گوشتی به کار می‌رود. از مزایای این روش می‌توان به دقت بالا، توانایی بررسی و آنالیز داده‌ها، قابلیت اطمینان بالا به نتایج حاصله و تکرارپذیری آزمایش اشاره نمود (Maurer., 2006).

هیبریداسیون DNA، تکنیکی که به طور گسترده در مطالعات مولکولی اولیه در زمینه تشخیص گونه‌های گوشت استفاده‌شده‌است که در این روش مواد هسته‌ای هدف، با استفاده از نشانگرها و بدون نیاز به تقویت، قابل شناسایی و اندازه‌گیری می‌باشند. علی‌رغم دقت و حساسیت بالا این روش برای تفکیک گونه‌های نزدیک به هم مناسب نیست و در این روش از مواد رادیواکتیو که خطرناک و گران هستند، استفاده می‌شود که مزایای این روش را کمرنگ می‌نماید (Dohno et al., 2011).

تقلبات محصولات لبنی

شیر و محصولات لبنی بدلیل تقاضای بالا و گرانی قیمت مستعد تقلب هستند که تقلب از طریق افزودن یک ماده خارجی یا سایر مواد ارزان قیمت، مکمل ها، حذف عناصر حیاتی صورت می پذیرد تا محتوای چربی، محتوای پروتئین و ماندگاری شیر و حجم آن افزایش

یابد (Roy and Yadav., 2022).روش‌های مختلفی برای شناسایی نوع شیر به کار رفته در محصولات لبنی وجود دارد. از جمله، می‌توان به روش‌های ایمونولوژیکی، الکتروفورتیک و تکنیک‌های کروماتوگرافی اشاره کرد. در این میان انواع روشهای الکتروفورز، HPLC و ELISA در اروپا به طور گسترده برای شناسایی شیر گاو شناسایی شده‌اند. اگرچه، روش‌های ایمونولوژیک، الکتروفورتیک همیشه نمی‌توانند شیر گونه‌های نزدیک به یکدیگر مانند گاو و بوفالو یا بز و گوسفند را از یکدیگر تشخیص دهند و اغلب برای شناسایی مواد حرارت دیده مناسب نیستند. روش‌های کروماتوگرافی، نیز تنها قادر به شناسایی اختلاف چند درصدی از اسیدهای چرب می‌باشد(Dalmasso A et al., 2004). روش‌های مولکولی برای شناسایی گونه‌های مختلف به کار گرفته شده‌اند و ثابت شده که قابل اعتماد، حساس و سریع هستند. که در این میان واکنش زنجیره‌ای پلی مراز (PCR) به طور گسترده و بیش از سایر تکنیک‌های مولکولی برای تشخیص گونه حیوانی به کار رفته در موادغذایی مورد استفاده قرار گرفته‌است(Asensio, L. et al., 2001).

تقلب شیر بدون چربی با آب و شیرخشک با استفاده از بینی الکترونیکی مبتنی بر حسگرهای MOS مورد بررسی قرار گرفت. پودر شیر مورد استفاده به عنوان تقلب با شیر بدون چربی مخلوط شد، در غلظت های مختلف تقلب از ۰ تا ۱۰۰٪ با افزایش ۲۰٪ (v/v) در هر تقلب نمونه محتوای پروتئین مخلوط (مشابه شیر بدون چربی با همگن‌سازی با امواج اولتراسونیک) تهیه شد. شیر بدون چربی نیز با ۵ میلی‌لیتر،۱۰میلی‌لیتر، ۱۵میلی‌لیتر و۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر به خوبی مخلوط شده بود. اندازه گیری بینی الکترونیکی هر روز به مدت ۷روز در۱±۲۰ درجه سلسیوس جمع‌آوری و با استفاده از PCA و LDA بررسی شد (Yu et al., 2007).

برای کاهش باکتری جمعیت و برای اطمینان ازکیفیت شیر خام، استفاده از عوامل ضدمیکروبی مانند مواد شوینده نیز رایج است. عمل تقلب در تحقیقی دیگر، ترکیب پودر شوینده به عنوان عامل تقلبی در شیر خام تا سطح غلظت ۰/۳٪ مورد بررسی قرار گرفت (Tohidi et al., 2018).

تقلبات روغن

روغن‌ها و چربی‌ها دارای کاربردهای فراوانی در تولید محصولات و فرآورده‌های غذایی هستند. روغن زیتون یک محصول مهم اقتصادی است. عطر و طعم خوب و دلپذیری دارد و از نظر مزایای ارزش غذایی و سلامتی از نظر بین‌المللی مورد توجه است. با توجه به قیمت

بالای این محصول همواره مورد تهدید برای انواع تقلبات است. تحقیقات زیادی در زمینه تشخیص تقلبات روغن‌های گیاهی انجام شده‌است. دلیل اصلی برای تقلب روغن‌های گیاهی کسب سود بیشتر و مزایای تجاری است. از روش‌های تشخیصی پرکاربرد می‌توان به روش‌های کروماتوگرافی برای ترکیب اسیدچرب، ترکیب تری‌گلیسریدها، ترکیبات جزئی مانند استرول‌ها و ترکیبات فنولی و رنگدانه‌ها، الکل‌های چرب و هیدروکربن‌ها اشاره کرد (بنفشه‌چین و همکاران، ۱۴۰۰).

نتیجه گیری

افزایش روز افزون تقلبات مواد غذایی یا آلاینده‌های مواد غذایی باعث هشدار در مورد ایمنی مواد غذایی و منجر به پیشرفت‌های چشمگیر در روش‌های تحلیلی برای تجزیه و تحلیل آلاینده‌ها و تقلبات شده‌است. امروزه آزمایشگاه‌های مواد غذایی مجبور به جایگزین‌کردن روش‌های قدیمی با تکنیک‌های مدرن تحلیلی شده‌است که به آنها امکان می‌دهد، پاسخی مناسب در تقاضای جهانی در مورد ایمنی، کیفیت و قابلیت ردیابی موادغذایی، داشته باشند و باعث توسعه روش‌های تحلیلی قانع‌کننده‌تر از جمله روش‌های مولکولی برای آسان و کم‌هزینه‌کردن تشخیص تقلبات موادغذایی شوند. درحال‌حاضر، همچنین، تکنیک‌های تفکیک به عنوان یکی از روش‌های ارجح‌تر برای تشخیص تقلبات استفاده می‌شود. نیاز به جایگزین یا تکمیل این تکنیک‌ها با تکنیک‌های تشخیص حساس‌تر مانند طیف سنجی وجود.

دارد. برای شناسایی آلاینده‌های بیولوژیکی در مواد غذایی، تکنیک‌های مولکولی که موجودات زنده یا برخی از محصولات آنها مانند آنزیم‌ها، آنتی‌بادی‌ها و یا DNA را به کار می‌گیرند، برای شناسایی تقلبات استفاده می‌شوند. روش‌های مولکولی و تکنیک‌های مبتنی بر DNA اجازه می‌دهد تا سریع و بادقت بیشتری آلاینده‌های میکروبی در مواد غذایی شناسایی شوند و کمک به تعیین اصالت گونه‌ها در گوشت، شیر و غیره می‌کند. روش‌های مولکولی برای تشخیص تقلبات بیولوژیکی در موادغذایی بیشتر ترجیح داده می‌شوند. با این وجود، روش‌های فیزیکی و بیوشیمیایی برای تشخیص سایر تقلبات در موادغذایی مزیت دارد.اگرچه، روش مولکولی برای تشخیص تقلبات مراحلی را طی کرده‌اند، اما تکنیک تشخیص تقلبات و به عنوان بهترین تکنیک هنوز هم باید در سطح صنعتی کاربرد عملی آن طی شود، تا اثبات شود (Bansal et al., 2017).

منابع

• بنفشه‌چین، الف. پیرسا، س. امیری، ص. تشخیص تقلب افزودن روغن‌های گیاهی (پالم، سویا و ذرت) به روغن زیتون با استفاده از کروماتوگرافی مایع با کارآیی بالا و پروفایل توکوفرول ها و توکوتری انول ها،۱۴۰۰، شمارهٔ ۱۱۷، ص. ۲۴۵-۲۲۹.

- Aida, A. A., Man, Y. C., Wong, C. M. V. L., Raha, A. R., & Son, R. (2005). Analysis of raw meats and fats of pigs using polymerase chain reaction for Halal authentication. Meat science, 69(1), 47-52.
- Alamprese, C., Casale, M., Sinelli, N., Lanteri, S., & Casiraghi, E. (2013). Detection of minced beef adulteration with turkey meat by UV–vis, NIR and MIR spectroscopy. LWT-Food Science and Technology, 53(1), 225-232.
- Asensio, L., González, I., Fernández, A., Céspedes, A., Rodríguez, M. A., Hernández, P. E., & García, T. (2001). Identification of Nile perch (Lates niloticus), grouper (Epinephelus guaza), and wreck fish (Polyprion americanus) fillets by PCR amplification of the 5S rDNA gene. Journal of AOAC International, 84(3), 777-781.
- Bansal, S., Singh, A., Mangal, M., Mangal, A. K., & Kumar, S. (2017). Food adulteration: Sources, health risks, and detection methods. Critical reviews in food science and nutrition, 57(6), 1174-1189.
- Dalmasso, A., Fontanella, E., Piatti, P., Civera, T., Rosati, S., & Bottero, M. T. (2004). A multiplex PCR assay for the identification of animal species in feedstuffs. Molecular and cellular probes, 18(2), 81-87.
- Damez, J. L., & Clerjon, S. (2008). Meat quality assessment using biophysical methods related to meat structure. Meat science, 80(1), 132-149.

- Dohno, C., & Nakatani, K. (2011). Control of DNA hybridization by photoswitchable molecular glue. Chemical Society Reviews, 40(12), 5718-5729.
- Everstine, K., Abt, E., McColl, D., Popping, B., Morrison-Rowe, S., Lane, R. W., ... & Chin, H. B. (2018). Development of a hazard classification scheme for substances used in the fraudulent adulteration of foods. Journal of food protection, 81(1), 31-36.
- Maurer, J. J. (2006). The mythology of PCR: a warning to the wise. In PCR methods in foods (pp. 27-40). Boston, MA: Springer US.
- Matsunaga, T., Chikuni, K., Tanabe, R., Muroya, S., Shibata, K., Yamada, J., & Shinmura, Y. (1999). A quick and simple method for the identification of meat species and meat products by PCR assay. Meat science, 51(2), 143-148.
- Maurer, J. J. (2006). The mythology of PCR: a warning to the wise. In PCR methods in foods (pp. 27-40). Boston, MA: Springer US.
- Murphy, K. J., Parker, B., Dyer, K. A., Davis, C. R., Coates, A. M., Buckley, J. D., & Howe, P. R. (2014). A comparison of regular consumption of fresh lean pork, beef and chicken on body composition: a randomized cross-over trial. Nutrients, 6(2), 682-696.
- Reid, L. M., O'donnell, C. P., & Downey, G. (2006). Recent technological advances for the determination of food authenticity. Trends in food science & technology, 17(7), 344-353.
- Roy, M., & Yadav, B. K. (2022). Electronic nose for detection of food adulteration: A review. Journal of Food Science and Technology, 1-13.
- Tohidi, M., Ghasemi-Varnamkhasti, M., Ghafarinia, V., Bonyadian, M., & Mohtasebi, S. S. (2018). Development of a metal oxide semiconductor-based artificial nose as a fast, reliable and non-expensive analytical technique for aroma profiling of milk adulteration. International dairy journal, 77, 38-46.
- Weder, J. K., Rehbein, H., & Kaiser, K. P. (2001). On the specificity of tuna-directed primers in PCR-SSCP analysis of fish and meat. European Food Research and Technology, 213, 139-144.
- Yu, H., Wang, J., & Xu, Y. (2007). Identification of adulterated milk using electronic nose. Sensors and Materials, 19(5), 275-285.

Food adulteration: health risks and their detection methods

Romina Mohebbi[1], Mahdiyeh Ahadi Sakrabad[2*], Elham Sadat Tabatabaei rad[3]

[1]MSc Graduated, Department of Food Science and Technology, Sari Agricultural Science and Natural Resources University, Sari, Iran
[2*]Department of Food Technology, Abureihan Faculty of Agricultural Technology, University of Tehran, Tehran, Iran
[3]Department of Food Industry Technology,Islami Azad Faculty of Agriculture Technology University, Varamin, Tehran, Iran
Corresponding Author: mahdiyeh.ahadi@ut.ac.ir

Abstract

Food fraud has been a concern since the beginning of civilization. Because, it not only reduces the quality of food products, but also leads to many complications on health. Authentic testing of food and detection of frauds of various food products is needed to evaluate and ensure the protection of the consumer against fraud activities. In this article, we try to examine the different types of food frauds, the risks created by these frauds and the detection methods available for them. The importance of food safety and laws creates the development of various methods such as physical, biochemical/immunological and other molecular methods to detect adulteration in food. And molecular methods are preferred to detect biological adulteration in food. Although physical and biochemical methods have advantages for detecting other food adulterations.

Keywords: Food, fraud, food safety, detection methods, frauds.



تهیه عصاره خارخاسک (*T. terrestris*) با استفاده از حلال‌های یوتکتیک ژرف و بررسی ترکیبات فنولی و خواص آنتی اکسیدانی آن

مریم کفاش[۱]، مریم رضایی زاده[۱]، مسلم جهانی[۲*]، فروغ بلادر[۳]

۱- دستیار پژوهشی، گروه شیمی مواد غذایی، موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی، مشهد، ایران
۲- استادیار گروه شیمی مواد غذایی، موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی، مشهد، ایران
۳- مدیر تحقیق و توسعه، شرکت داروسازی کیمیاگر طوس، مشهد، ایران
* Corresponding author:: m.jahani@RIFST.ac.ir

چکیده

در این مطالعه پس از تهیه عصاره خارخاسک با ترکیب روش فراصوت و حلال‌های یوتکتیک به بررسی ترکیبات فنولی و نیز خواص آنتی اکسیدانی به روش پرداخته شد. برای این منظور سه نوع حلال یوتکنیک (با نسبت های مولی مختلف کولین کلراید-اسید اگزالیک) تهیه و عصاره گیری تحت امواج فراصوت انجام شده و کولین کلراید (۱): اسیداگزالیک (۲) به عنوان بهترین حلال انتخاب شد. در ادامه برای بهینه یابی پارامترها شامل نسبت آب/DES، زمان استخراج و دما از روش سطح پاسخ و طرح مرکب مرکزی استفاده شد. بر اساس نتایج بیشترین محتوای ترکیبات فنولی (۳/۵۴ معادل میلی گرم گالیک اسید در گرم) و بالاترین ظرفیت آنتی اکسیدانی (۶۵/۷۴ درصد بازدارندگی رادیکال DPPH) با محتوای نسبت آب/DES ۴۱/۸۹ (درصد وزنی)، زمان استخراج ۳۱/۲۲ دقیقه و دمای ۳۸/۱۱ درجه سانتیگراد به دست آمد.

واژگان کلیدی: ترکیبات فنولی، خارخاسک، حلال یوتکتیک، گیاهان دارویی

مقدمه

خارخاسک (*Tribulus terrestris*)،گیاهی یکساله بوده که در مناطق گرم و مرطوب، در نواحی مدیترانه و نواحی گرم اروپا، آسیا، آفریقا و استرالیا پراکنده است. این گیاه دارای فواید مختلفی بوده و در طب سنتی برای درمان انواع بیماری ها از جمله دفع سنگ کلیه، کاهش فشار خون، خواص ضد دیابتی، درمان بیماری های دستگاه قلبی-عروقی، اختلالات معده-روده ای، تقویت عملکرد جنسی در مردان و درمان بیماری های کبدی توصیه می شود. در داروشناسی چینی از میوه های خارخاسک برای تقویت کلیه ها و به عنوان دارویی برای بهبود سرفه، بینایی، خارش پوستی، سردرد، سرگیجه و انسداد مجرای پستان استفاده می گردد. همچنین از میوه های این گیاه در هند، در درمان ناباروری و ناتوانی جنسی، استفاده می شود. در سودان نیز به عنوان تسکین دهنده و درمان نفریت و اختلالات التهابی استفاده می گردد. از سوی دیگر ریشه ها و میوه های خارخاسک در افزایش عملکرد قلبی نیز مؤثر است (Zhu et al., 2017).

به طور معمول، پلی فنل ها و سایر ترکیبات فعال زیستی در ماتریس های گیاهی با حلال های آلی مانند اتانول، متانول و استون استخراج می شوند. با این حال، این حلال‌های آلی معایب ذاتی مختلفی از جمله فراریت، سمیت بالا، زیست تخریب پذیری ضعیف، اشتعال پذیری و هزینه بالا دارند. حلال‌های یوتکتیک عمیق (DES)[۱۶۰] به عنوان انواع جدیدی از آنالوگ‌های مایعات یونی، توسط برهمکنش پیوند هیدروژنی بین گیرنده‌های پیوند هیدروژنی (HBAs) و اهداکنندگان پیوند هیدروژنی (HBDs) تشکیل می‌شوند. در مقایسه با حلال‌های آلی، DESها نه تنها سازگار با محیط زیست، پایدار، کمتر فرار، و به آسانی در محیط تجزیه می‌شوند، بلکه دارای مزایای سنتز آسان و کارایی بالا هستند. بنابراین، DESها ممکن است به عنوان حلال های سبز برای استخراج موثر ترکیبات فعال زیستی از گیاهان دارویی واجد شرایط باشند (Wu et al., 2020). در مقایسه با سایر فناوری‌های استخراج (استخراج جامد-مایع، استخراج به کمک هم زدن و استخراج به کمک آنزیم) با حلال‌های آلی، استخراج با کمک امواج فراصوت (UAE) مبتنی بر DES نه تنها می‌تواند مصرف حلال‌ها، نیروی کار و انرژی را تا حد زیادی کاهش دهد، اما همچنین می تواند ساختار دیواره های سلولی گیاه را با کاویتاسیون صوتی تخریب کند و سپس بازیابی اجزای فعال زیستی را افزایش دهد (Alrugaibah et al., 2021).

در این پژوهش تاثیر متغیرهای زمان، دما و غلظت DES بر محتوای ترکیبات فنولی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره خارخاسک بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

مواد شیمیایی و معرف‌ها

نمونه گیاه خارخاسک از شرکت داروسازی کیمیاگر طوس تهیه شد. نمونه با آسیاب به پودری نرم تبدیل شده و از الک مش ۳۵ عبور داده شد و برای آزمون‌های بعدی مورد استفاده قرار گرفت. نمونه‌ها در بسته‌های پلی اتیلنی و درون دسیکاتور نگهداری شدند. کولین کلراید (Ch)، اگزالیک اسید (OA)، معرف فولین سیوکالتیو، سدیم کربنات، اسیدگالیک مونوهیدرات، ۱و۱-دی فنیل-۲-پیکریل-هیدرازیل-هیدرات (DPPH) از شرکت سیگما آلدریچ تهیه شدند. سایر ترکیبات شیمیایی و حلال‌ها از درجه آزمایشگاهی بوده و بدون هرگونه خالص سازی مورد استفاده قرار گرفتند.

[160]- Deep eutectic solvent

آزمون‌های فیزیکوشیمیایی

رطوبت نمونه به روش معمول آون گذاری تا رسیدن به وزن ثابت تعیین شد. برای تعیین خاکستر از روش کوره‌گذاری در دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد تا رسیدن به وزن ثابت استفاده شد (AOAC, 2000). میزان پروتئین به روش کجلدال اندازه‌گیری شد.

تهیه حلال عمیق یوتکتیک

در این پژوهش از سه حلال یوتیک مختلف استفاده شد که در همه آن‌ها دریافت کنندهٔ پیوند هیدروژنی کولین کلراید و اسید اگزالیک دهنده پیوند هیدروژنی بود. اجزای مورد نظر با نسبت های مولی مختلف در یک فلاسک با یکدیگر مخلوط شده و در دمای ۵۰ درجه سانتی گراد به وسیله همزن مغناطیسی در ۲۵۰ دور در دقیقه مخلوط شدند تا زمانی که مایع بی رنگ به دست آید. پس از تشکیل حلال DES، ۵۰ درصد وزنی آب به منظور کاهش ویسکوزیته حلال و کمک به فرآیند استخراج اضافه شد.

استخراج به کمک امواج فراصوت

پودر نمونه به نسبت وزنی ۱ به ۱۰ با حلال مورد نظر مخلوط شده و پس از ورتکس شدن به حمام فراصوت منتقل شد. استخراج تحت امواج فراصوت (توان ۵۰ وات و فرکانس ۴۰ کیلوهرتز) و در مدت زمان ۳۰ دقیقه انجام شد. در بازه های زمانی ۱۵ دقیقه نمونه ها از حمام فراصوت خارج و به مدت ۱۰ ثانیه ورتکس شدند. در نهایت نمونه ها بمدت۱۰دقیقه در g× ۵۰۰۰ سانتریفیوز شده و فاز فوقانی نمونه با استفاده از کاغذ صافی واتمی شماره ۴۱ صاف شده و برای آنالیزهای بعدی به یک میکروتیوپ منتقل شد.

تعیین فنل کل

برای تعیین محتوای فنلی کل، ۰/۵ میلی‌لیتر عصاره به ۲/۵ میلی‌لیتر معرف فولین-سیوکالتیو ۱۰٪ اضافه شد. پس از ۵ دقیقه، ۲ میلی‌لیتر سدیم کربنات ۷/۵٪ افزوده شده و نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق و مکان تاریک نگهداری شدند. در نهایت جذب نمونه‌ها در طول موج ۷۶۵ نانومتر اندازه‌گیری شد. به عنوان استاندارد از اسیدگالیک استفاده شده و نتایج به صورت میلی‌گرم معادل اسید گالیک در هر ۱۰۰ گرم پودر نمونه خشک (mg GAE/100 g) بیان شد (Esmaeelian et al., 2021).

ارزیابی ظرفیت آنتی اکسیدانی با روش DPPH

ابتدا یک میلی‌لیتر از غلظت‌های مختلف عصاره گیاهی به ۲ میلی‌لیتر محلول متانولی معرف DPPH (۰/۰۰۴ درصد وزنی/حجمی) افزوده شد. نمونه‌ها به طور کامل مخلوط شده و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق نگهداری شدند. سپس جذب محلول‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر در مقابل حلال خالص اندازه‌گیری شد. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی به صورت درصد بازدارندگی رادیکال DPPH مطابق معادله (۱) تعیین می شود (Esmaeelian et al., 2021).

رابطه (۱)

$$\text{درصد بازدارندگی} = \frac{(\text{جذب شاهد}) - (\text{جذب نمونه})}{\text{جذب شاهد}} \times 100$$

طراحی آزمایش و آنالیز آماری

برای بهینه‌یابی فرآیند استخراج، از روش طراحی آزمایش و طرح مرکب مرکزی استفاده شد تا تاثیر هر یک از متغیرها بر روی محتوای ترکیبات فنولی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره تعیین شود. سطوح متغیرهای مستقل اعمال شده در جدول ۱ ذکر شده است.

جدول ۱: سطوح متغیرهای مستقل با توجه به طرح مرکب مرکزی برای تهیه عصاره DES خارخاسک

متغیر	کد	سطح متغیرهای مستقل				
نسبت آب در حلال DES (درصد وزنی)	A	۱۰	۲۰	۳۰	٤٠	٥٠
زمان استخراج (دقیقه)	B	۱۵	۳۵	۵۵	۷۵	۹۵
دما (درجه سانتیگراد)	C	۳۰	٤٠	٥٠	٦٠	۷۰

همچنین، ماتریکس طرح مرکب مرکزی در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲: ماتریکس طرح مرکب مرکزی برای تهیه عصاره DES خارخاسک

			Factor 1	Factor 2	Factor 3
Std	Run	Block	A:Water /DES %wt	B:Time min	C:Temp. C
16	1	Block 1	30	55	50
3	2	Block 1	18.10792885	78.7841423	38.10792885
5	3	Block 1	18.10792885	31.2158577	61.89207115
15	4	Block 1	30	55	50
12	5	Block 1	30	95	50
11	6	Block 1	30	15	50
6	7	Block 1	41.89207115	31.2158577	61.89207115
14	8	Block 1	30	55	70
1	9	Block 1	18.10792885	31.2158577	38.10792885
17	10	Block 1	30	55	50
8	11	Block 1	41.89207115	78.7841423	61.89207115
2	12	Block 1	41.89207115	31.2158577	38.10792885
4	13	Block 1	41.89207115	78.7841423	38.10792885
18	14	Block 1	30	55	50
13	15	Block 1	30	55	30
9	16	Block 1	10	55	50
10	17	Block 1	50	55	50
7	18	Block 1	18.10792885	78.7841423	61.89207115

پس از عصاره گیری، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها (درصد بازدارندگی رادیکال DPPH در غلظت ثابتی از عصاره) و محتوای ترکیبات فنولی کل اندازه‌گیری شد. داده‌ها با آزمون آماری آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و بهترین مدل انتخاب شد.

یافته ها

نتایج نشان داد که بخش قابل توجهی از نمونه تحت بررسی را فیبر و پروتئین تشکیل می‌دهد (جدول ۳). حلال های مختلف در شرایط مشابه بررسی شدند و نتایج آنالیز واریانس (ANOVA) نشان داد بالاترین محتوای ترکیبات فنولی با حلال یوتکتیک کولین کلراید (۱)-اسید اگزالیک (۲) بدست آمده و کمترین محتوای ترکیبات فنولی در حلال آب مشاهده شده است. بالاترین ظرفیت آنتی اکسیدانی نیز در عصاره بدست آمده با کولین کلراید (۱)-اسید اگزالیک (۲) مشاهده شد که با حلال با نسبت مولی ۱ به ۱ اختلاف معنی داری ندارد (در سطح اطمینان ۹۵ درصد). با توجه به این نتایج حلال یوتکتیک کولین کلراید (۱)-اسید اگزالیک (۲) به عنوان گزینه بهینه انتخاب شد (جدول ۴).

جدول ۳: ترکیب شیمیایی پودر خارخاسک

ردیف	آزمون	نتیجه آزمون (گرم در یکصدگرم)*
۱	رطوبت	**4.46±0.11**
۲	پروتئین	**15.31±0.11**
۳	خاکستر	**10.14±0.18**
٤	خاکستر نامحلول در اسید	**0.23±0.06**
٥	فیبر کل	**22.37±1.29**
٦	کل مواد جامد	**95.54±0.15**

* نتایج بصورت انحراف استاندارد ± میانگین و با سه تکرار بیان شده‌اند.

جدول ۴: تجزیه و تحلیل واریانس محتوای ترکیبات فنولی کل و بازدارندگی رادیکال DPPH در عصاره DES خارخاسک

حلال	TPC (mg GAE/100 g)	DPPH (%Inhibition)
Ch-OA (1-2)	140.75±9.54^{ab}	63.447±3.90^{a}
Ch-OA (1-1)	117.64±13.41^{bc}	63.809±3.54^{a}
Ch-OA (2-1)	92.72±13.94^{cd}	46.981±0.89^{c}
EtOH-H_2O	35.56±1.29^{e}	59.964±2.19^{b}
H_2O	20.44±2.38^{e}	45.773±2.26^{cd}

* نتایج بصورت انحراف استاندارد ± میانگین و با سه تکرار بیان شده‌اند. فعالیت آنتی اکسیدانی در غلظت ۲۵۰ میلی گرم بر لیتر عصاره اندازه گیری شده است.

استخراج عصاره خارخاسک با استفاده از کولین کلراید (۱)-اسید اگزالیک (۲) به عنوان حلال و تحت شرایط مختلف (مطابق با ماتریکس طرح مرکب مرکزی) انجام شد. محتوای ترکیبات فنولی و همچنین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها مورد تجزیه و تحلیل واریانس قرار گرفتند که نتایج آن به همراه ضرایب همبستگی مدل‌ها در جدول ۵ ذکر شده است. نتایج آنالیز واریانس نشان می‌دهد که مدل انتخاب شده در همه موارد معنی‌دار است و گواه آن مقدار p-value پایین مدل‌ها است. معنی‌دار بودن تمام اثرات خطی، درجه دوم و متقابل متغیرها نیز بررسی شدند. اثراتی که معنی‌دار نیستند ($P>0/05$) را می‌توان بدون اختلال در پیوستگی مدل حذف نمود. همچنین، آزمون عدم برازش ($P<0/05$) نیز مناسب بودن مدل‌ها برای پیش بینی دقیق تغییرات را نشان می‌دهد. تجزیه

واریانس نشان داد که مقادیر عدم برازش برای همه مدل‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشد. ضریب همبستگی (R^2) میزان همبستگی مقادیر مشاهده شده و پیش بینی شده را نشان می‌دهد و هرچه به یک نزدیکتر باشد به آن معنی است که مدل و داده‌های واقعی انطباق بهتری دارند. همچنین ضرایب همبستگی تنظیم شده ($Adj\text{-}R^2$) و ضرایب پراکندگی (CV)[۱۶۱] نیز برای بررسی شایستگی مدل‌ها ارزیابی شدند. بالا بودن مقدار R^2 همواره دلالت بر مناسب بودن مدل ندارد و افزودن یک متغیر اضافی به مدل جدا از اینکه این متغیر از نظر آماری معنی‌دار است یا خیر، همواره R^2 را افزایش می‌دهد. بنابراین ترجیحا از ضریب همبستگی تنظیم شده برای ارزیابی شایستگی مدل استفاده می‌شود که باید بالاتر از ۸۵ درصد باشد.

جدول ۵: تجزیه و تحلیل واریانس محتوای ترکیبات فنولی کل و بازدارندگی رادیکال DPPH در عصاره DES خارخاسک

	TPC (mg GAE/100 g)		DPPH (%Inhibition)	
Source	F-value	p-value Prob>P	F-value	p-value Prob>P
Model	23.78115	< 0.0001*	27.11092	< 0.0001*
A-Water	52.90031	< 0.0001	25.14175	0.0010
B-Time	32.46293	0.0005	0.902508	0.3699
C-Temp.	6.112962	0.0386	6.710175	0.0321
AB	34.70841	0.0004	16.38197	0.0037
AC	52.37973	< 0.0001	155.8739	< 0.0001
BC	5.544124	0.0463	8.163198	0.0212
A^2	21.16292	0.0018	2.62411	0.1439
B^2	0.650576	0.4432	3.165726	0.1131
C^2	2.553595	0.1487	22.06027	0.0015
Lack of Fit	0.726279	0.6488**	0.72542	0.6492**
Std. Dev.	0.082301		1.470803	
Mean	2.739795		60.93695	
C.V. %	3.003895		2.413647	
PRESS	0.270155		98.93754	
R-Squared	0.963969		0.968254	
Adj R-Squared	0.923434		0.932539	
Pred R-Squared	0.820364		0.818509	
Adeq Precision	18.51779		19.32475	

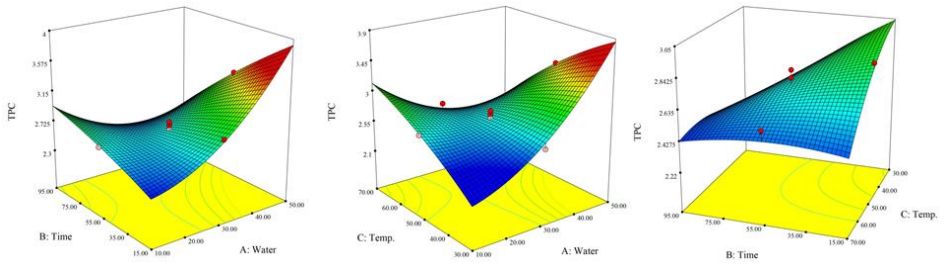
* Significant
** not significant

[161]- Coefficient of variation

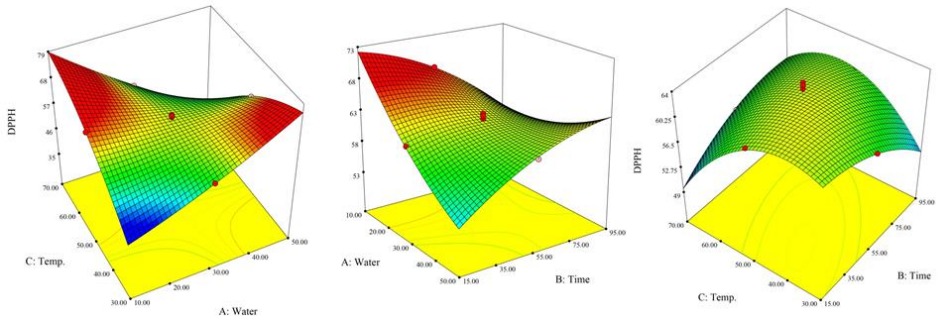
نتایج نشان می‌دهد که مقادیر R^2 و Adj-R^2 به هم نزدیک هستند که به مفهوم عدم حضور ترم‌های غیرضروری در مدل‌ها است. مقادیر ضریب پراکندگی کوچکتر از ۱۰ درصد نشان می‌دهد که مدل انتخاب شده به شکلی منطقی تکرارپذیر است. پارامتر Adeq Precision محدوده مقدار پیش بینی شده در نقاط طراحی را نسبت به متوسط خطای پیش بینی مقایسه می‌کند. این پارامتر نسبت سیگنال به نویز را نشان می‌دهد و مقادیر بزرگتر از ۴ برای آن مطلوب هستند. پارامتر R^2-پیش بینی شده (Pred-R^2) مقدار پراکندگی در داده‌های جدید که توسط مدل شرح داده می‌شود را نشان می‌دهد و به طور کلی عدد نزدیک به یک ترجیح داده می‌شود. پارامتر PRESS نیز معیاری است از اینکه مدل تا چه اندازه می‌تواند هر نقطه در طرح را پوشش دهد. کاهش درPRESS و Pred-R^2 در مقایسه با R^2 برازش یافته دلالت بر شایستگی پیش بینی توسط مدل دارد.

تاثیر شرایط استخراج به محتوای ترکیبات فنولی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

شکل ۱ تاثیر متغیرهای مختلف بر محتوای ترکیبات فنلی عصاره خارخاسک را نشان می‌دهد. در محتوای آب ثابت (۳۰ درصد) با افزایش دما محتوای ترکیبات فنولی عصاره کاهش می‌یابد. افزایش زمان تا ۵۵ دقیقه سبب افزایش و پس از آن موجب کاهش جزئی در محتوای ترکیبات فنولی شده است. در زمان ثابت ۵۵ دقیقه، افزایش دما و افزایش محتوای آب حلال سبب افزایش محتوای ترکیبات فنولی شد. همچنین در دمای ثابت (۵۵ درجه سانتیگراد)، افزایش محتوای آب و زمان استخراج سبب افزایش محتوای ترکیبات فنولی عصاره شده است. در پژوهش Wu و همکاران (۲۰۲۰) نیز به تاثیر معنی دار محتوای آب در حلال DES بر میزان ترکیبات فنولی عصاره اشاره شده است (Wu et al., 2020).



شکل ۱: پاسخ سطح محتوای ترکیبات فنولی کل به عنوان تابعی از محتوای آب حلال، دما و زمان استخراج در عصاره DES خارخاسک



شکل ۲: پاسخ سطح ظرفیت آنتی اکسیدانی به عنوان تابعی از محتوای آب حلال، دما و زمان استخراج در عصاره DES خارخاسک

شکل ۲ تاثیر متغیرهای مختلف بر ظرفیت آنتی اکسیدانی عصاره خارخاسک را نشان می‌دهد. در دمای ثابت (۵۰ درجه سانتیگراد)، با افزایش زمان استخراج ظرفیت آنتی اکسیدانی عصاره افزایش یافته اما افزایش محتوای آب در حلال سبب کاهش ظرفیت آنتی اکسیدانی شده است. در زمان ثابت ۵۵ دقیقه، افزایش محتوای آب حلال و افزایش دما سبب افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی عصاره‌ها شده است. در محتوای ثابت آب (۳۰ درصد)، افزایش دما تا ۵۰ درجه سانتیگراد سبب افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی شده و پس از آن ظرفیت آنتی اکسیدانی عصاره‌ها کاهش داشته است. همچنین زمان‌های طولانی تر از ۵۵ دقیقه سبب کاهش ظرفیت آنتی اکسیدانی عصاره شده است. در پژوهش Lakka و همکاران (۲۰۱۹)، بیشترین بازده استخراج و ظرفیت آنتی اکسیدانی عصاره گلبرگ زعفران در محدوده دمایی ۶۰-۵۰ درجه سانتیگراد و با DES لاکتیک اسید (۵)-گلایسین (۱) حاصل شده است (Lakka et al., 2019).

بهینه یابی و اعتبارسنجی

بهینه یابی با استفاده از نرم افزار دیزاین اکسپرت و با هدف دستیابی به بالاترین محتوای ترکیبات فنولی و بیشترین ظرفیت آنتی اکسیدانی عصاره‌ها در شرایط تحت بررسی انجام شد (جدول ۶). همچنین آزمون‌های تاییدی تفاوت معنی داری ($p<0/05$) بین مقادیر تجربی و مقادیر پیش بینی شده نشان نمی‌دهد. در پژوهش Wu و همکاران (۲۰۲۰) نیز دمای ۴۰ درجه سانتیگراد و محتوای آب ۳۷ درصد به عنوان شرایط بهینه برای استخراج عصاره برگ *Moringa oleifera L.* گزارش شده است (Wu et al., 2020).

جدول ۶: مقادیر پیش بینی شده و تجربی برای متغیرهای مستقل در نقطه بهینه استخراج عصاره آبی اسطوخودوس

	پیش بینی شده							تجربی	
نمونه	دما	زمان	محتوای آب	مطلوبیت	TPC (mg GAE/100 g)	DPPH (%Inhibition)		TPC (mg GAE/100 g)	DPPH (%Inhibition)
شسته شده	38.11	31.22	41.89	0.937	3.54	65.74			

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج نشان می‌دهد عصاره‌های بدست آمده با حلال یوتکتیک، محتوای ترکیبات فنولی و ظرفیت آنتی اکسیدانی بالاتری نسبت به آب و اتانول به عنوان حلال‌های مرسوم دارند. نسبت مولی جزء دهنده و پذیرنده پیوند هیدروژنی تاثیر معنی داری بر استخراج ترکیبات موثره توسط حلال یوتکتیک دارد و غربالگری حلال مناسب یک مرحله اساسی است. همچنین نسبت آب/DES تاثیر قابل توجهی بر کارآیی استخراج ترکیبات موثره گیاهی دارد. نتایج آنالیز واریانس نشان داد نسبت آب/DES، زمان و دما به ترتیب بیشترین تاثیر را بر محتوای ترکیبات فنولی عصاره خارخاسک دارند. اما در ظرفیت آنتی اکسیدانی عصاره‌ها، نسبت آب/DES و زمان به ترتیب بیشترین و کمترین تاثیر را نشان دادند. کارهای پژوهشی آینده باید بر روی پایداری و فعالیت زیستی عصاره خارخاسک در DES تمرکز نماید تا به طور کامل قابلیت آن برای کاربرد در مواد غذایی، آرایشی و دارویی ارزیابی نماید.

منابع

Alrugaibah, Mohammed, Yagiz, Yavuz, & Gu, Liwei. (2021). Use natural deep eutectic solvents as efficient green reagents to extract procyanidins and anthocyanins from cranberry pomace and predictive modeling by RSM and artificial neural networking. Separation and Purification Technology, 255, 117720. doi: https://doi.org/10.1016/j.seppur.2020.117720

Esmaeelian, Mozhgan, Jahani, Moslem, Feizy, Javad, & Einafshar, Soodabeh. (2021). Effects of Ultrasound-Assisted and Direct Solvent Extraction Methods on the Antioxidant and Antibacterial Properties of Saffron (Crocus sativus L.) Corm Extract. Food Analytical Methods, 14(1), 74-87. doi: 10.1007/s12161-020-01855-8

Lakka, Achillia, Grigorakis, Spyros, Karageorgou, Ioanna, Batra, Georgia, Kaltsa, Olga, Bozinou, Eleni, . . . Makris, Dimitris P. (2019). Saffron Processing Wastes as a Bioresource of High-Value Added Compounds: Development of a Green Extraction Process for Polyphenol Recovery Using a Natural Deep Eutectic Solvent. Antioxidants, 8(12). doi:10.3390/antiox8120586

Wu, Lingfeng, Li, Lei, Chen, Shengjie, Wang, Lu, & Lin, Xue. (2020). Deep eutectic solvent-based ultrasonic-assisted extraction of phenolic compounds from Moringa oleifera L. leaves: Optimization, comparison and antioxidant activity. Separation and Purification Technology, 247, 117014. doi: https://doi.org/10.1016/j.seppur.2020.117014

Zhu, Wenyi, Du, Yijie, Meng, Hong, Dong, Yinmao, & Li, Li. (2017). A review of traditional pharmacological uses, phytochemistry, and pharmacological activities of Tribulus terrestris. Chemistry Central Journal, 11(1), 60. doi: 10.1186/s13065-017-0289-x



Preparation of *Tribulus terrestris* extract using deep eutectic solvents and investigation of its phenolic compounds and antioxidant properties

Maryam Kaffash[1], Maryam Rezaeizadeh[1], Moslem Jahani[2*], Foroogh Belador[3]

1. Research Assistant, Department of Food Chemistry, Research Institute of Food Science and Technology (RIFST), Mashhad, Iran

2. Assistant Professor, Department of Food Chemistry, Research Institute of Food Science and Technology (RIFST), Mashhad, Iran

3. Research and Development Manager, Kimiagar Toos pharmaceutical Co. Mashhad, Iran.

Corresponding Author: m.jahani@RIFST.ac.ir

Abstract

In this study, phenolic compounds and antioxidant properties were investigated after the preparation of *Tribulus terrestris* extract using ultrasound-assisted extraction and deep eutectic solvents (DES). For this purpose, three types of eutectic solvents (with different molar ratios of choline chloride-oxalic acid) were prepared and the sample was extracted under ultrasonic waves. A choline chloride (1): oxalic acid (2) DES was selected as the best solvent. In the following, response surface method and central composite design were used to optimize the parameters including water/DES ratio, extraction time and temperature. Based on the results of the highest content of phenolic compounds (3.54 mg gallic acid equivalent per gram) and the highest antioxidant capacity (65.74% of DPPH radical inhibition) was obtained with a water/DES ratio of 41.89 (weight percent), an extraction time of 22 31.0 min, and at 38.11˚C.

Keywords: Phenolic compounds; *Tribulus terrestris*; Deep eutectic solvent; Medicinal plants

خصوصیات و کاربردهای سلولز و کربوکسی متیل سلولز

نگین کرمی*
دانش‌آموخته دکتری تخصصی بهداشت مواد غذایی، گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
neginkarami87@gmail.com

چکیده
سلولز فراوان‌ترین ماده آلی موجود در طبیعت است و تقریباً یک سوم وزن تمام مواد گیاهی را شامل می‌شود. کربوکسی متیل سلولز یا صمغ سلولز، پس از سلولز زانتات و سلولز استات مهم‌ترین مشتق صنعتی سلولز با تولید جهانی بیش از ۳۰۰ هزار تن در سال است. کربوکسی متیل سلولز مربوط به خانواده هیدروکلوئیدها است. بسیاری از هیدروکلوئیدها انرژی کمی داشته و در غذاهای رژیمی به‌کار می‌روند. این ترکیبات بر طعم و عطر غذا اثری نداشته و در تشکیل ژل، نگهداری آب، امولسیون‌کردن، مقاومت در برابر نفوذ روغن‌ها و چربی‌ها و حلال‌های آلی سودمند می‌باشند. کربوکسی متیل سلولز سال‌ها به‌دلیل غیرسمی‌بودن و حساسیت‌زا نبودن در صنایع غذایی، دارویی و بهداشتی مورد استفاده قرار گرفته است. در پژوهش حاضر خصوصیات و کاربردهای سلولز و کربوکسی متیل سلولز مرور شده است.

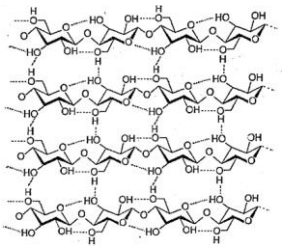
واژگان کلیدی: سلولز، کربوکسی متیل سلولز، صنایع غذایی

مقدمه

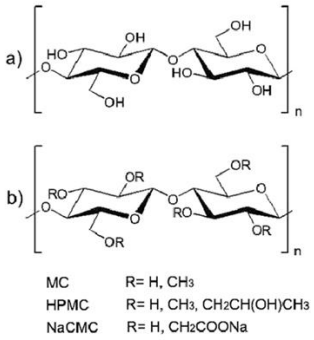
در سال‌های اخیر، پلیمرهای زیست‌تخریب‌پذیر به‌دست‌آمده از منابع تجدیدپذیر به عنوان جایگزینی برای پلیمرهای بسته‌بندی مشتق از مواد نفتی برای کاهش آلودگی زیست‌محیطی و خطرات سلامتی انسان همراه با بهبود ارزش اقتصادی استفاده شده است. سلولز به عنوان عمده‌ترین ترکیب موجود در دیواره سلولی گیاهان شناخته می‌شود (Panahirad et al., 2021). این ماده یک هموپلیمر نامحلول در آب است، که به صورت خطی و با وزن مولکولی بالا در طبیعت موجود می‌باشد. نواحی کریستالی آن توسط تعداد زیادی پیوندهای هیدروژنی به یکدیگر متصل هستند. این ماده به عنوان یک فیبر نامحلول دسته‌بندی می‌شود و شامل حداقل ۳۰۰۰ واحد گلوکز است. این ماده مولکولی با زنجیره بلند است که ساختاری انعطاف‌پذیر و سخت دارد و از واحدهای D-1، β-4 گلوکوپیرانوز تشکیل شده، که به وسیله پیوند گلیکوزیدی ۱، β-۴ بین کربن ۱ و ۴ به یکدیگر متصل می‌شوند و به ازای هر یک از این واحدها سه گروه عاملی هیدروکسیلی یا OH (به استثنای واحدهای دو انتهای زنجیره سلولزی) وجود دارد، که هیدروکسیل متصل به کربن ۶ از نوع اول و هیدروکسیل متصل به کربن ۲ و ۳ از نوع دوم است. با توجه به حضور سه گروه هیدروکسیل سلولز مولکولی مستعد برای انجام واکنش‌های شیمیایی نظیر استریفیکاسیون، اتریفیکاسیون و اکسیداسیون است. کربوکسی متیل‌سلولز به دلیل توانایی آن در تشکیل ماتریکس پیوسته، زیست‌تخریب‌پذیری، تجدیدپذیری، غیرسمی‌بودن، در دسترس‌بودن و قیمت پایین بطورگسترده در تولید انواع مختلف فیلم‌های خوراکی مورد استفاده قرار گرفته است (Yildirim-Yalcin et al., 2022). هدف از مطالعه حاضر، مروری بر خصوصیات و کاربردهای سلولز و کربوکسی متیل سلولز می‌باشد.

. سلولز

سلولز فراوان‌ترین ماده آلی موجود در طبیعت است و تقریباً یک سوم وزن تمام مواد گیاهی را شامل می‌شود (شکل ۱ و ۲). این بیوپلیمر در سال ۱۸۳۸ میلادی توسط یک شیمیدان فرانسوی کشف شد. سلولز مهم‌ترین ترکیب ساختاری دیواره‌های سلول‌های گیاهی است. دستگاه گوارش انسان قادر به هضم سلولز نیست و آن را بدون تغییر دفع می‌کند (Wüstenberg et al., 2014). اما برخی جانوران مانند نشخوارکننده‌ها و موریانه‌ها می‌توانند سلولز را به کمک میکروارگانیسم‌هایی که در دستگاه گوارش آن‌ها زندگی می‌کنند، هضم کنند. این میکروارگانیسم‌ها با آزادکردن آنزیم‌هایی به هضم سلولز کمک می‌کند. هرچند که سلولز قابلیت تولید فیلم خوبی دارد ولی به دلیل ساختار سفت و مستحکم و قابلیت جذب آب پایین و انحلال کم آن در آب، معمولاً از مشتقات سلولز برای تولید فیلم استفاده می‌شود. مهم‌ترین مشتقات سلولز که در این زمینه مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از: متیل سلولز و کربوکسی متیل سلولز (Adinugraha et al., 2005).



شکل ۱. قطعه‌ای از مولکول سلولز.



شکل ۲. واحدهای تکراری ساختمان سلولز (a) و مشتقات آن (b).

مشتقات سلولز

کربوکسی متیل سلولز یا صمغ سلولز، پس از سلولز زانتات و سلولز استات مهم‌ترین مشتق صنعتی سلولز با تولید جهانی بیش از ۳۰۰ هزار تن در سال است. در فرآیند تهیه آن، ابتدا قلیا سلولز با خیساندن در محلول غلیظ هیدروکسیدسدیم تهیه شده و سپس با سدیم مونوکلرواستات وارد واکنش شده که محصول واکنش، نمک سدیم کربوکسی متیل سلولز است و در مراحل بعد، از ناخالصی سدیم کلرید عاری می‌شود. بنابراین، کربوکسی متیل سلولز تجاری در واقع سدیم کربوکسی متیل سلولز است. اگرچه کربوکسی متیل سلولز به‌طور معمول با درجه استخلاف ۰/۸-۰/۴ تهیه می‌شود، درجه استخلاف آن تا حدود ۱/۵ نیز قابل افزایش است (Fennema, 1996). اما فراوان‌ترین نمونه‌های تجاری، درجه استخلاف حدود ۰/۷ دارند، یعنی در ساختار آن به ازای هر ۱۰ واحد گلوکوپیرانوزیل به‌طور میانگین هفت گروه کربوکسی متیل وجود دارد. مقدار درجه پلیمریزاسیون برای نمونه‌های تجاری بین ۱۰۰۰-۲۰۰ متغیر است. نمونه‌های با درجه استخلاف ۰/۸-۰/۶ در آب به خوبی حل شده و محلول‌های گرانرو و کاملاً بی‌رنگ و شفافی ایجاد می‌کنند. به علت دارابودن گروه سدیم کربوکسیلات، کربوکسی متیل سلولز پلی‌الکترولیتی که بسته به مقدار درجه استخلاف، اسیدیته آن بر گستره ۵-۴ تغییر می‌کند، بنابراین خواص محلولی و گرانروی آن بر حسب pH تغییر می‌کند (Hsieh, 2007). چنانچه درجه استخلاف در حدود ۰/۲۵-۰/۰۵ باشد، کربوکسی متیل سلولز فقط در قلیا انحلال‌پذیر خواهد بود. سلولز به علت ساختار شیمیایی خاص خود، بسیار کریستالی و نامحلول است. اما کربوکسی متیل سلولز محلول در آب بوده و به تنهایی فیلم‌های انعطاف‌پذیر و مستحکمی را تشکیل می‌دهند. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مشتقات سلولز متاثر از نوع و ماهیت ترکیب جانشین شده، درجه استخلاف، میزان پراکنش این ترکیب در کل مولکول، میانگین وزنی مولکولی و توزیع وزن مولکولی است (Atasağun et al., 2020).

کاربردهای کربوکسی متیل سلولز

کربوکسی متیل سلولز مربوط به خانواده هیدروکلوئیدها است. بسیاری از هیدروکلوئیدها انرژی کمی داشته و در غذاهای رژیمی به‌کار می‌روند. این ترکیبات بر طعم و عطر غذا اثری نداشته و در تشکیل ژل، نگهداری آب، امولسیون‌کردن، مقاومت در برابر نفوذ روغن‌ها و چربی‌ها و حلال‌های آلی سودمند می‌باشند. کربوکسی متیل سلولز سال‌ها به‌دلیل غیرسمی‌بودن و حساسیت‌زا نبودن در صنایع غذایی، دارویی و بهداشتی مورد استفاده قرار گرفته است. فیلم‌های سلولز مانع خوبی در برابر اکسیژن و ترکیبات معطر هستند و مقاومت آن‌ها در برابر بخار آب با افزودن چربی‌ها افزایش می‌یابد (Vaclavik et al., 2008). مهم‌ترین مشتقات سلولز که برای تولید فیلم مناسب هستند عبارتند از اتر سلولز، متیل سلولز، کربوکسی متیل سلولز و هیدروکسی پروپیل سلولز. براند تبرگر در سال ۱۹۰۸ میلادی سلوفان را به‌عنوان اولین پوشش سلولزی توسعه داد. از دهه ۱۹۸۰ میلادی به بعد فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی از سلولز تهیه شد. اسیداولئیک می‌تواند به‌طور موثری خواص آب‌گریزی فیلم کربوکسی متیل سلولز را افزایش دهد. همچنین، خواص آب-گریزی سطح فیلم‌ها را نیز افزایش دهد ولی با افزایش غلظت آن، مقدار اندیس زردی نیز افزایش می‌یابد که چندان مطلوب تلقی نمی‌شود. از آنجایی که سلولز اترها خواص متنوعی دارند، عموماً به‌عنوان افزودنی در رنگ‌ها نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند (Balasubramanya, and Shaikh, 2007). آن‌ها نه تنها خواص رئولوژیکی را بهتر می‌کنند بلکه به‌عنوان عامل تغلیظ‌کننده رنگدانه و نگهدارنده آب نیز عمل می‌کنند. خصوصیاتی نظیر مقاومت در برابر پاشیدن، تاریخ مصرف، توان پاشندگی و زمان کاربری رنگ تا حد زیادی به عملکرد سلولز اترها وابسته است. در تولید رنگ‌ها از دو دسته سلولز اترهای اصلی به نام‌های تک اترها و اترهای مخلوط استفاده می‌شود. در تک اترها، زنجیرهای جانبی متصل به پلیمر سلولزی تنها متشکل از یک نوع استخلاف است، به‌طور مثال: هیدروکسی اتیل سلولز و کربوکسی متیل سلولز. از سوی دیگر، اترهای مخلوط سلولزی حاوی زنجیره‌های جانبی با دو نوع استخلاف همراه هستند که برای نمونه می‌توان از متیل هیدروکسی اتیل سلولز، متیل هیدروکسی پروپیل سلولز و اتیل هیدروکسی اتیل سلولز نام برد. در صنایع غذایی کربوکسی متیل سلولز به‌عنوان یک افزودنی غذایی برای اصلاح و تغییر گرانروی و حجم دادن به غذاهای رژیمی و کم انرژی، انواع بستنی، شربت و غذاهای آماده استفاده می‌شود. در انواع نوشابه‌های اسیدی، به‌عنوان پایدارکننده امولسیون و شفاف‌کننده به‌کار می‌رود. در دسرهای یخی و بستنی جهت کنترل رشد بلورهای یخ و شکر، نیز از آن استفاده می‌شود. همچنین، این ماده برای حفظ گرانروی و رطوبت و بهبود خمیر در انواع غذاهای تنوری کاربرد دارد. در تهیه بیشتر غذاهای سرخ‌شده، کربوکسی متیل سلولز می‌تواند جذب چربی را کاهش و بیات‌شدن این غذاها را به تعویق بیاندازد. در فرآیند خشک‌کردن میوه‌ها به روش اسمز، کربوکسی متیل سلولز به‌عنوان پوشش و لایه نازک خوراکی به‌کار می‌رود. در این فرآیند وجود لایه‌های نازک آن، از نفوذ مواد جامد محلول به بافت میوه جلوگیری می‌کند، بدون آنکه بر مقدار خارج‌شدن آب از آن اثر بگذارد (Latif et al., 2007).

در صنایع دارویی در تهیه انواع کرم، پماد، شوینده‌های پوستی از کربوکسی متیل سلولز به‌عنوان پایدارکننده، حجم‌دهنده و تشکیل-دهنده لایه نازک استفاده می‌شود. در فرآورده‌هایی که حالت ژل دارند، کربوکسی متیل سلولز باعث نگهداری خاصیت کلوئیدی می‌شود. در تهیه قرص‌های بسیار ریز نقش تشکیل پیوندهای محکم را داشته و در شربت‌های خوراکی به‌عنوان شناورکننده ذره‌ها به‌کار می‌رود. در قطره‌های چشم کربوکسی متیل سلولز نقش ماده‌ای روان‌کننده و غیرفرار را داشته و به تازگی در جراحی‌های مربوط به دیسک کمر برای جلوگیری از بافت فیبروز که عامل دردهای شدید است، از آن استفاده می‌شود. در صنایع آرایشی و بهداشتی نیز کربوکسی متیل سلولز در تولید شامپوها و برای پایدارکردن کف و به‌خاطر ظرفیت بالاتر تشکیل پیوند با آب کاربرد دارند. در کرم‌ها و شوینده‌های پوستی جهت پایدارکردن امولسیون، تشکیل لایه نازک و به‌عنوان حجم‌دهنده از کربوکسی متیل سلولز استفاده می‌شود. کربوکسی متیل سلولز معمولی یا خالص‌نشده، نیز کاربردهایی در صنایع دارد که از آن جمله می‌توان به تولید رنگ‌های محلول در آب، پاک‌کننده‌ها، فرآورده‌های کاغذی، پارچه‌ای، سرامیک و گل‌های حفاری اشاره کرد. در این ترکیب‌ها از کربوکسی متیل سلولز

به‌عنوان تشکیل‌دهنده پیوند با آب و ایجادکننده چسبندگی و به‌عنوان حجم‌دهنده، تعلیق‌کننده، نرم‌کننده، افزایش‌دهنده سطح، تشکیل لایه‌های پایدار در برابر روغن و چاپ تصویر روی پارچه‌ها استفاده می‌شود (Mohkami and Talaeipour, 2011).

کربوکسی متیل سلولز ماده‌ای پرکاربرد در صنایع مختلف بوده که با توجه به کاربردهای وسیع آن متاسفانه با هدف تولید، مورد توجه و استقبال شایان تولیدکنندگان قرار نگرفته است. کربوکسی متیل سلولز را می توان از ضایعات کشاورزی و سرشاخه‌ها و سایر پسماندهای لیگنوسلولزی تولید کرد. در حالی‌که مواد اولیه مزبور غالباً سوزانده و یا دفن می‌گردند. بنابراین، مطالعه و ترویج پیرامون این ماده با ارزش افزوده بالا ضروری به‌نظر می‌رسد. از طرفی، نگاه به آمار رو به رشد مصرف این مشتق سلولزی ارزشمند در ایران و جهان، و همچنین روند رو به رشد واردات آن حکایت از لزوم توجه بیشتر پژوهشگران به معرفی و بهبود شرایط تولید اقتصادی آن با تکیه بر منابع مواد اولیه و دانش بومی دارد.

نتیجه‌گیری

طبق پژوهش مروری صورت‌گرفته پلیمرهای بر پایه کربوکسی‌متیل سلولز می‌توانند به عنوان ترکیبی فراوان و ارزان‌قیمت در بسته-بندی مواد غذایی مورد استفاده قرار گیرند. با این وجود، تحقیقات بیشتر در زمینه کاهش هزینه‌های تولید پلیمرهای بسته‌بندی ضروری و برای تجاری‌سازی آن‌ها نیاز به آزمایشات تکمیلی می‌باشد.

منابع

Adinugraha, M.P. and Marseno, D.W., 2005. Synthesis and characterization of sodium carboxymethylcellulose from Cavendish banana pseudo stem (*Musa cavendishii* Lambert). *Carbohydrate Polymers*, 62(2), 164-169.

Atasağun, H.G. and Bhat, G.S., 2020. Advancement in flushable wipes: modern technologies and characterization. *Journal of Industrial Textiles*, 49(6), 722-747.

Balasubramanya, R.H. and Shaikh, A.J., 2007. Utilization of Cottonseed By-Products. Model training course on "Cultivation of long staple cotton". *The text*, 131.

Fennema, O.R., 1996. Food Chemistry (Vol. 76). CRC Press.

Hsieh, Y.L., 2007. Chemical structure and properties of cotton. Cotton: Science and Technology, 3-34.

Latif, A., Anwar, T. and Noor, S., 2007. Two step synthesis and characterization of carboxymethylcellulose from rayon grade wood pulp and cotton linter. *Journal-Chemical Society of Pakistan*, 29(2), 143-147.

Mohkami, M. and Talaeipour, M., 2011. Investigation of the chemical structure of carboxylated and carboxymethylated fibers from waste paper via XRD and FTIR analysis. *Bioresources*, 6(2), 1988-2003.

Panahirad, S., Dadpour, M., Peighambardoust, S. H., Soltanzadeh, M., Gullón, B., Alirezalu, K., & Lorenzo, J. M. (2021). Applications of carboxymethyl cellulose-and pectin-based active edible coatings in preservation of fruits and vegetables: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 110, 663-673.

Vaclavik, V.A., Christian, E.W. and Campbell, T., 2008. Essentials of food science (Vol. 42). New York: Springer.

Wüstenberg, T., 2014. Cellulose and cellulose derivatives in the food industry: fundamentals and applications. *John Wiley & Sons.*

Yildirim-Yalcin, M., Tornuk, F., & Toker, O. S. (2022). Recent advances in the improvement of carboxymethyl cellulose-based edible films. *Trends in Food Science & Technology*, 129, 179-193.



Properties and applications of cellulose and carboxymethyl cellulose

Negin Karami*
PhD graduated, Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran
Corresponding Author E. mail: neginkarami87@gmail.com

Abstract

Cellulose is the most abundant organic substance in nature and it includes approximately one third of the weight of all plant materials. Carboxymethyl cellulose or cellulose gum is the most important industrial derivative of cellulose after cellulose xanthate and cellulose acetate with a global production of more than 300000 tons/year. Carboxymethyl cellulose belongs to the family of hydrocolloids. Many hydrocolloids have little energy and are used in healthy foods. These compounds have no adverse effect on the taste and flavor of food and are beneficial in forming gels, water retention, emulsification, resistance to penetration of oils and fats and organic solvents. Carboxymethyl cellulose has been used in the food and pharmaceutical industries due to its non-toxicity and non-allergenic properties. In the current research, the properties and applications of cellulose and carboxymethyl cellulose have been reviewed.

Keywords: Cellulose, Carboxymethyl cellulose, Food industry

خصوصیات و کاربردهای صنعتی کیتین و کیتوزان

نگین کرمی*

دانش‌آموخته دکتری تخصصی بهداشت مواد غذایی، گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
*نویسنده مسوول: neginkarami87@gmail.com

چکیده

کیتین پس از داستیله‌شدن، به کیتوزان با نام علمی β-D(1-4)–2-amino-2-deoxy-α-glucan تبدیل می‌شود که به واسطه حذف گروه استیلی و ایجاد گروه آمینی خاصیت بازی پیدا کرده و یک پلیمر جداگانه با خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوت محسوب می‌شود. کیتین و کیتوزان به عنوان یک آمینوپلی‌ساکارید طبیعی که دارای ساختمان بی‌نظیر و خصوصیاتی چندمنظوره هستند، به طور وسیعی در پزشکی و صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرند. از جمله خصوصیات بارز آن‌ها می‌توان به سازگاری زیستی بالا، زیست-تخریب‌پذیری قابل‌قبول در کنار سمیت پایین، همچنین خواص ضدمیکروبی و ضدحساسیت آن‌ها اشاره کرد. در مطالعه مروری حاضر ویژگی‌ها و کاربردهای صنعتی کیتین و کیتوزان مرور شده است.

واژگان کلیدی: کیتین، کیتوزان، صنایع غذایی، بسته‌بندی

مقدمه

۱. کیتوزان

کیتین پس از داستیله‌شدن، به کیتوزان با نام علمی β-D(1-4)–2-amino-2-deoxy-α-glucan تبدیل می‌شودکه به واسطه حذف گروه استیلی و ایجاد گروه آمینی خاصیت بازی پیدا کرده و یک پلیمر جداگانه با خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوت محسوب می‌شود. این دو پلیمر، پلی‌ساکارید نیتروژن‌دار طبیعی هستند که در ساختمان شیمیایی هر کدام بیشتر از ۵۰۰۰ مونومر گلوکزآمین وجود دارد. به علت ساختار شیمیایی، خصوصیات و عملکردهای متفاوت، باعث شده که تاکنون بیش از ۳۰۰۰ اختراع کاربردی از کیتین و کیتوزان و مشتقات آن‌ها به ثبت برسد. کیتین از فراوان‌ترین بیوپلیمرها بعد از سلولز می‌باشد. کیتین یک پلی‌ساکارید طبیعی است و به طور برجسته در پوسته سخت‌پوستانی مثل خرچنگ و میگو، کوتیکول حشرات و دیواره سلولی قارچ‌ها یافت می‌شود. تاریخچه کیتین و کیتوزان به قرن ۱۹ میلادی باز می‌گردد. برای اولین بار در سال ۱۸۱۱ میلادی یک دانشمند فرانسوی به نام براکونوت کیتین را از قارچ استخراج کرد. سپس، روگت در سال ۱۸۵۹ میلادی کیتوزان را از فرآیند استیل‌زدایی قلیایی کیتین در حضور هیدروکسیدپتاسیم به دست آورد و در نهایت در سال ۱۹۵۰ میلادی ساختار آن به طور کامل کشف شد. کیتین و کیتوزان به عنوان یک آمینوپلی‌ساکارید طبیعی که دارای ساختمان بی‌نظیر و خصوصیاتی چندمنظوره هستند، به طور وسیعی در پزشکی و صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرند. از جمله خصوصیات بارز آن‌ها می‌توان به سازگاری زیستی بالا، زیست‌تخریب‌پذیری قابل‌قبول در کنار سمیت پایین، همچنین خواص ضدمیکروبی و ضدحساسیت آن‌ها اشاره کرد (Krajewska, 2005).

بیشتر پلی‌ساکاریدهای موجود در طبیعت از جمله سلولز[۱۶۲]، دکسترین[۱۶۳]، پکتین[۱۶۴]، آلژینیک اسید[۱۶۵]، آگار[۱۶۶]، آگارز[۱۶۷] وکاراگینان[۱۶۸] به صورت خنثی و اسیدی می‌باشند. در حالی‌که کیتین و کیتوزان به صورت بازی در طبیعت موجود است، وجود همین خصوصیت منحصر به‌فرد است که آن‌ها را قادر می‌سازد تا به صورت شیمیایی با چربی‌ها، کلسترول، پروتئین‌ها، RNA، DNA و یون‌های فلزی پیوند تشکیل دهند. کیتین به دلیل خاصیت چربی‌دوستی بالا در آب و بسیاری از حلال‌های آلی نامحلول بوده و کیتوزان نیز در محلول اسیدهای رقیق در اسیدیته کمتر از ۶ قابل‌حل است. این پلیمرها در صنایع مختلف داروسازی، آرایشی، کشاورزی، صنایع غذایی، تولیدات گیاهی، پالایش آب، زیست‌فناوری، پزشکی، کاغذسازی، پالایش فلزات سنگین، تغذیه حیوانات، شیمی فیبر و نساجی کاربرد دارند. تا به حال بیش از ۳۰۰ منبع مختلف از انواع بی‌مهرگان و گیاهان دریایی، باکتری‌ها، حشرات، قارچ‌ها و مخمرها برای استخراج این مواد مورد بررسی قرار گرفته‌اند. در حال حاضر، پوسته میگو و خرچنگ منابع اصلی استخراج این مواد است. میزان نیاز جهانی کیتین ۱۵۰۰۰۰ تن در سال برآورد شده، در حالی که میزان تولید فعلی آن ۳۰۰۰ تن در سال می‌باشد. عدم امکان تولید بیشتر به دلیل محدودیت منابع قابل‌دسترس و فصلی‌بودن صید سخت‌پوستان می‌باشد. در حال حاضر،

[162] Cellulose
[163] Dextran
[164] Pectin
[165] Alginic acid
[166] Agar
[167] Agarose
[168] Carrageenan

بیش از ۴۵ شرکت در دنیا به تولید و تجارت آن اشتغال دارند، تجارت جهانی آن‌ها سالیانه میلیون‌ها دلار می‌باشد که ژاپن بزرگترین مصرف‌کننده و آمریکا بزرگترین تولیدکننده آن می‌باشد. نظر به اهمیت و کاربردهای فراوان این دو کوپلیمر طبیعی دستیابی به منابع جدید و روش‌های نوین در عمل‌آوری آن‌ها مدنظر بسیاری از کشورها می‌باشد (van den Broek et al., 2015).

۱-۱. خصوصیات شیمیایی و فیزیکی کیتین و کیتوزان

اصلی‌ترین پارامترهایی که تأثیر مستقیم بر خواص کیتین و کیتوزان دارند عبارت از: وزن مولکولی[۱۶۹]، درجه استیل‌زدایی[۱۷۰] و میزان بلورینگی[۱۷۱]. اما برای کاربردهای انسانی از جمله صنایع غذایی و پزشکی علاوه بر موارد بالا، درصد خلوص (محتوای خاکستر تولیدشده)، میزان رطوبت، محتوای فلزات سنگین و میزان پروتئین آن‌ها نیز تعیین می‌شود. امروزه در بازار، معمولاً درجه استیل‌زدایی و وزن مولکولی کیتین و کیتوزان مشخص می‌شود (Priyadarshi & Rhim, 2020).

۱-۲. خصوصیات بیولوژیکی کیتین و کیتوزان

کیتین و کیتوزان توجه زیادی را به خصوص در زمینه صنایع پزشکی و دارویی به خود جلب کرده‌اند، از مهمترین خصوصیاتی که آن‌ها را مناسب این کاربردها کرده است، می‌توان به سازگاری زیستی بالا، زیست تخریب‌پذیری و غیرسمی‌بودن آن‌ها اشاره کرد. علاوه بر این موارد، خصوصیات بیولوژیکی چون چسبندگی زیستی، ضدسرطان، ضدمیکروب، کاهش‌دهنده التهاب و درد، آنتی-اکسیدان، منعقدکننده خون و کاهش‌دهنده کلسترول، آن‌ها را از دیگر پلیمرهای زیستی متمایز کرده است. بیش از یک دهه است که از آن‌ها به عنوان یک ترکیب بی‌خطر در فرمولاسیون داروها استفاده می‌شود. همچنین، به دلیل خاصیت چسبندگی که دارد می‌تواند به عنوان ماده مؤثر در اتصال بافت‌های سخت و نرم به هم به‌کار رود (No et al., 2007).

۱-۳. کاربردهای کیتین و کیتوزان

حلالیت پایین کیتین، مهمترین عامل محدودکننده مصرف این بیوپلیمر محسوب می‌شود. علی‌رغم این محدودیت، تاکنون کاربردهای زیادی از کیتین و مشتقات آن گزارش شده است. از این رو، کیتوزان به دلیل وجود گروه‌های آمین آزاد در طول زنجیره پلیمر و توانایی تشکیل کیلیت و حلالیت خوب در اسیدهای ضعیفی چون اسیداستیک جایگاه مناسبی را در بین پلی‌ساکاریدها به خود اختصاص داده است. الیاف ساخته‌شده از کیتین و کیتوزان برای تهیه نخ‌های بخیه قابل‌جذب و همچنین تهیه پارچه جهت بهبود زخم بسیار مؤثر هستند و پارچه‌های تهیه‌شده از این الیاف می‌تواند برای تصفیه فاضلاب‌ها از یون‌های فلزات سنگین مورداستفاده قرار گیرند. کیتین و کیتوزان به دلیل خواص شیمیایی و فیزیکی بسیار مناسب و همچنین خواص زیستی منحصر به فرد در صنعت و پزشکی جایگاه بسیار خوبی نسبت به دیگر پلی‌ساکاریدها پیدا کرده‌اند که در ادامه به بعضی از موارد استفاده آن‌ها اشاره می‌شود (Oladzadabbasabadi et al., 2022).

۱-۳-۱. تصفیه فاضلاب و مهندسی آب

کیتوزان به دلیل ماهیت پلی‌کاتیونی، می‌تواند به عنوان یک عامل لخته‌کننده عمل کند و همچنین می‌تواند به عنوان یک عامل کیلیت‌کننده، یون‌های فلزات سنگین را به دام بیندازد. با استفاده از مشتقات کیتوزان در یک محیط اسیدی یون‌های فلزی را از فاضلاب می‌توان خارج نمود. کیتوزان می‌تواند به طورکامل با رزین ترکیب‌شده و برای به دام‌انداختن فلزات سنگین از آب به‌کار رود.

[169] Molecular weight
[170] Degree of deacetylation
[171] Crystallinity

کیتین نیز می‌تواند برای حذف مواد رادیواکتیو در فاضلاب‌های حاوی یون‌های اورانیوم و همچنین آب‌های دارای استات‌جیوه مورد استفاده قرار گیرد. مخلوطی از کیتین و کیتوزان برای جذب آرسنیک از آب‌های آشامیدنی به کار رفته است. حتی نسل جدیدی از غشاهای کیتین و کیتوزان ساخته شده‌اند که کاربرد زیادی دردستگاه‌های دیالیز، همودیالیز، اسمز و اسمز معکوس دارند و برای خالص‌کردن آب استفاده می‌شوند (Gutiérrez et al., 2017).

۲-۳-۱. صنایع کاغذسازی و بسته‌بندی

زیست‌تخریب‌پذیری و سازگاری بالای آن با محیط زیست باعث شده است، که از کیتین و کیتوزان در صنایع بسته‌بندی و همچنین کاغذهای قابل‌بازیافت استفاده شود. کیتوزان به دلیل شباهت زیاد ساختاری با سلولز می‌تواند به راحتی در کارخانه‌های کاغذسازی استفاده شود. کاغذهای تولیدی از کیتوزان دارای سطح صاف و مقاومت بالا در برابر رطوبت هستند، که برای چاپ و نقاشی مناسب می‌باشند. همچنین، به دلیل پیوندهای هیدروژنی بین زنجیره‌های پلیمر، کاغذ قابل‌انعطاف و محکم بوده و در مقابل پارگی مقاومت می‌کند. علاوه براین، کیتوزان به دلیل خاصیت ضدمیکروبی، در صنایع بسته‌بندی موادغذایی استفاده می‌شود (Wang et al., 2018).

۳-۳-۱. صنایع نساجی

الیاف‌های طبیعی چون سلولز و پروتئین، نسبت به الیاف‌های سنتزی، در برابر باکتری‌ها آسیب‌پذیرتر هستند. از این رو، استفاده از عوامل ضدباکتری برای جلوگیری یا به تأخیرانداختن رشد باکتری، بسیار ضروری و به عنوان یک اصل استاندارد در تهیه منسوجات، از اهمیت بالایی برخوردار است. با این حال، نگرانی عمومی از ساختار شیمیایی و سمی این عوامل ضدباکتری و تاثیری که بر محیط‌زیست و موجودات زنده دارند و نیز کارایی و دوام پایین، کاربردشان را محدود کرده است. در نتیجه، کیتوزان به عنوان یک بیوپلیمر طبیعی غیرسمی، زیست‌تخریب‌پذیر و سازگار با محیط‌زیست گزینه مناسبی برای استفاده در صنایع نساجی است و علاوه براین، خاصیت ضدباکتری این نمونه از الیاف‌ها موجب شده که امروزه از آن‌ها در لباس‌های ورزشی، البسه خانم‌ها، کودکان و لباس‌های ظریف، زیبا، ضد بو و ضدحساسیت استفاده شود (Mujtaba et al., 2019).

۴-۳-۱. مواد آرایشی و بهداشتی

معمولاً اسیدهای آلی به عنوان یک حلال مناسب در مواد آرایشی و بهداشتی به کار می‌روند. یک پلی‌آمینوساکارید مثل کیتوزان می‌تواند به راحتی در محیط‌های خنثی و اسیدی به صورت ژل درآید ولی برخلاف اکثر هیدروژل‌هایی که خاصیت آنیونی دارند؛ کیتوزان خاصیت کاتیونی دارد. همین ویژگی سبب می‌شود که به عنوان یک محافظ پوست و مو به کار رود. کیتوزان با بسیاری از ترکیبات مورداستفاده در مواد آرایشی، سازگار است و بسیاری از اشعه‌های فرابنفش را جذب و یا اثرآن‌ها را کاهش می‌دهد. کیتوزان و مو از نظر بار الکتریکی مکمل یکدیگر هستند، به طوری‌که کیتوزان دارای بار مثبت و مو دارای بار منفی است و یک محلول شفاف کیتوزان به صورت یک پوشش انعطاف‌پذیر روی پوست و مو قرار گرفته و باعث افزایش نرمی و لطافت آن می‌شود. کیتین و کیتوزان هر دو در شامپوها، رنگ موها، امولسیون‌ها، افشانه‌ها و تقویت‌کننده‌های مو استفاده می‌شوند. دو ویژگی مهم کیتین، کیتوزان و مشتقات آن‌ها باعث شده تا به عنوان یک کاندیدای خوب برای محافظت از پوست به شمار آیند. ۱) از نظر بار الکتریکی مثبت هستند و ۲) وزن مولکولی آن‌ها عموماً بالا است و نمی‌توانند به داخل پوست نفوذ کنند. بنابراین، از آن‌ها به عنوان یک مرطوب‌کننده استفاده می‌شود. کیتین و کیتوزان باعث خنکی و طراوت هوای دم شده و از رشد باکتری‌ها و پوسیدگی دندان جلوگیری می‌کنند و همین خاصیت موجب شده است که در خمیردندان، دهان‌شویه و آدامس به کار روند. کیتوزان به عنوان یک ماده پرکننده دندان به کار می‌رود، که می‌تواند قارچ‌های روی سطح دندان را از بین ببرد. کیتوزان دارای تمام مشخصاتی است که یک لنز تماسی ایده‌آل باید

داشته باشد، از قبیل پایداری مکانیکی، شفافیت بالا، نفوذپذیری در مقابل هوا به خصوص اکسیژن، مرطوب‌بودن، زیست‌سازگار بودن و ضدمیکروب بودن. از این‌رو، کاربرد وسیعی در چشم پزشکی برای تهیه لنزهای تماسی دارد (de Farias et al., 2019).

۵-۳-۱. صنایع غذایی

کیتوزان به عنوان یک افزودنی غذایی از سال‌های ۱۹۹۵ و ۱۹۸۳ میلادی به ترتیب در کشورهایی نظیر کره جنوبی و ژاپن مصرف می‌شود. افزایش تقاضای مصرف‌کنندگان برای غذاهایی با کیفیت بالا و از نظر بیولوژیکی سالم به همراه فراوانی نسبی آن باعث شده است که محققین و مراکز صنعتی زیادی توجه خود را روی این بیوپلیمر متمرکز کنند. کیتوزان بیشتر به عنوان یک افزودنی غذایی و همچنین به عنوان یکی از اجزاء سازنده مواد بسته‌بندی، نه تنها در جلوگیری از رشد میکروارگانیسم‌ها در غذا بلکه در بهبود کیفیت آن نیز مؤثر است. به دلیل ویژگی‌هایی چون خواص ضدمیکروبی وآنتی‌اکسیدانی و نیز جلوگیری از تغییر طعم و مزه و افزایش ماندگاری، از کیتوزان به عنوان یک افزودنی در فرآورده‌های گوشتی و لبنی استفاده می‌شود. گزارش‌ها نشان داده است که افزودن ۱٪ کیتوزان به گوشت می‌تواند تا ۷۰٪ اکسیداسیون چربی‌ها را در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد کاهش دهد. همچنین، کیتوزان می‌تواند مانع از یخزدگی بیش از حد فرآورده‌های گوشتی شود. کیتین و کیتوزان می‌توانند به عنوان افزودنی غذایی جهت بهبود بافت آن‌ها در ماکارونی، نان و کلوچه استفاده شوند. این اثرات به دلیل خواص ضدمیکروبی و توانایی آن‌ها در جهت کنترل پس‌روی[۱۷۲] نشاسته می‌باشد. کریستال‌های کیتین تأثیر مثبتی بر افزایش حجم قرص نان‌های سفید و نان‌های غنی از پروتئین دارند. کیتوزان به دلیل بار جزئی مثبت می‌تواند در جداسازی ذرات کلوئیدی از آب‌میوه‌ها جهت شفاف‌سازی مورد استفاده قرار گیرد. همچنین، از آن برای کنترل اسیدیته آب‌میوه‌ها نیز استفاده می‌شود. در مقایسه با محلول، فیلم‌های تولیدشده از کیتوزان بی‌خطرند و به طور وسیعی برای بسته‌بندی غذاها استفاده می‌شوند. این بسته‌بندی‌ها علاوه بر این‌که دارای خاصیت ضدمیکروبی هستند، از ویژگی مکانیکی خوبی نیز برخوردار می‌باشند. همچنین، به جای استفاده از مواد نفتی مثل پلی‌اتیلن و پلی‌پروپیلن که غیرخوراکی و از طرفی غیرقابل تجزیه‌زیستی می‌باشند، کیتوزان می‌تواند بهترین گزینه در این خصوص باشد (Haghighi et al., 2020).

۶-۳-۱. کشاورزی

افزایش تقاضای مصرف‌کنندگان برای استفاده از محصولات تازه و عاری از ترکیبات شیمیایی (محصولات ارگانیک) و همچنین تمایل عمومی برای پیداکردن یک روش جایگزین و کم‌هزینه جهت نگهداری محصولات کشاورزی و نیز کاهش عوامل بیماری‌زا در مدت کاشت و برداشت باعث شده است که از ترکیبات طبیعی ضدمیکروبی استفاده شود. از این رو، کیتوزان به دلیل خاصیت ضدمیکروبی که در مقابل گستره وسیعی از باکتری‌ها، ویروس‌ها و قارچ‌ها دارد؛ قادر است بافت گیاه را در مقابل عوامل بیماری‌زا محافظت کند. کیتوزان به عنوان پوششی برای دانه‌های گندم، سبب افزایش بازده محصول می‌شود. همچنین، می‌توان از کیتوزان به عنوان یک عامل آزادسازی کنترل‌شده برای ترکیباتی چون آفت‌کش‌ها، علف‌کش‌ها و ترکیبات مغذی برای رشد گیاه مثل مس، آهن، منگنز و غیره استفاده کرد. خاصیت ضدمیکروبی محلول کیتوزان را می‌توان در جهت ایجاد یک پوشش نازک روی خوراکی‌هایی نظیر میوه و سبزیجات که به صورت یک فیلم محافظ ضدباکتری و ضدقارچ مانع از فساد محصولات کشاورزی می‌شود، به کار برد. همچنین، از آنجایی که کیتوزان خوراکی است، می‌تواند جایگزین مناسبی برای پوشش‌های متداول که از منابع نفتی به دست می‌آیند، باشد (Zhou et al., 2021).

[172] Retrogradation

منابع

van den Broek, L. A., Knoop, R. J., Kappen, F. H., & Boeriu, C. G. (2015). Chitosan films and blends for packaging material. *Carbohydrate Polymers*, 116, 237-242.

de Farias, B. S., Junior, T. R. S. A. C., & de Almeida Pinto, L. A. (2019). Chitosan-functionalized nanofibers: A comprehensive review on challenges and prospects for food applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, 123, 210-220.

Gutiérrez, T. J. (2017). Chitosan applications for the food industry. *Chitosan: Derivatives, composites and applications*, 183-232.

Haghighi, H., Licciardello, F., Fava, P., Siesler, H. W., & Pulvirenti, A. (2020). Recent advances on chitosan-based films for sustainable food packaging applications. *Food Packaging and Shelf Life*, 26, 100551.

Krajewska, B. (2005). Membrane-based processes performed with use of chitin/chitosan materials. *Separation and Purification Technology*, 41(3), 305-312.

Mujtaba, M., Morsi, R. E., Kerch, G., Elsabee, M. Z., Kaya, M., Labidi, J., & Khawar, K. M. (2019). Current advancements in chitosan-based film production for food technology; A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 121, 889-904.

No, H. K., Meyers, S. P., Prinyawiwatkul, W., & Xu, Z. (2007). Applications of chitosan for improvement of quality and shelf life of foods: a review. *Journal of Food Science*, 72(5), R87-R100.

Oladzadabbasabadi, N., Nafchi, A. M., Ariffin, F., Wijekoon, M. J. O., Al-Hassan, A. A., Dheyab, M. A., & Ghasemlou, M. (2022). Recent advances in extraction, modification, and application of chitosan in packaging industry. *Carbohydrate Polymers*, 277, 118876.

Priyadarshi, R., & Rhim, J. W. (2020). Chitosan-based biodegradable functional films for food packaging applications. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 62, 102346.

Wang, H., Qian, J., & Ding, F. (2018). Emerging chitosan-based films for food packaging applications. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(2), 395-413.

Zhou, D. Y., Wu, Z. X., Yin, F. W., Song, S., Li, A., Zhu, B. W., & Yu, L. L. (2021). Chitosan and derivatives: Bioactivities and application in foods. *Annual Review of Food Science and Technology*, 12(1), 407-432.



Properties and industrial application of chitin and chitosan

Negin Karami*
PhD graduated, Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran.
Corresponding Author: neginkarami87@gmail.com

Abstract

After deacetylation, chitin converts into chitosan as β-D (1-4)-2-amino-2-deoxy-α-glucan, which becomes basic by removing the acetyl group and creating an amino group. It is considered an outstanding polymer with different physical and chemical properties. Chitin and chitosan are widely used in medicine and industry as a natural aminopolysaccharide that has a unique structure and multifunctional properties. Among their major characteristics, high biocompatibility, appropriate biodegradability, low toxicity, as well as their antimicrobial and antiallergenic properties can be indicated. In this study, the characteristics and industrial applications of chitin and chitosan have been reviewed.

Keywords: Chitin, Chitosan, Food industry, Packaging

دومین همایش ملی پژوهش های کاربردی
امنیت غذایی، ایمنی غذایی و سلامت
«همزمان با روز جهانی غذا؛ ۲۵ مهرماه ۱۴۰۳»
موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

خصوصیات، روش‌های تولید و کاربرد کاراگینان در صنایع غذایی

نگین کرمی*

دانش‌آموخته دکتری تخصصی بهداشت مواد غذایی، گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
***نویسنده مسوول:** neginkarami87@gmail.com

چکیده

کاراگینان پلی‌ساکارید خطی با گروه آنیونی قوی سولفاته است و ساختار آن شامل واحدهای تکراری D-گالاکتوپیرانوز است که با پیوند گلیکوزیدی آلفا ۱—۲ و بتا ۱—۴ به هم متصل شده‌اند. کاپا-کاراگینان از جلبک قرمز استخراج می‌شود و شامل حلقه ۳ و ۶ انهیدرو و یک گروه سولفاته است. کاراگینان می‌تواند با پروتئین‌ها برهم کنش داده و کمپلکس محلول یا نامحلول تولید کند و به همین دلیل در تولید فرآورده‌های لبنی نظیر شیر شکلاتی استفاده شود. همچنین، از کاراگینان در تولید پنیر، بستنی، فرآورده‌های گوشتی و سرکه اشاره کرد. در مطالعه مروری حاضر، به بررسی ساختار کاراگینان، روش‌های تولید و کاربرد آن در صنایع غذایی پرداخته شده است.

واژگان کلیدی: کاراگینان، صنایع غذایی، پلیمر خوراکی

۱. کاراگینان

کاراگینان یک پلی‌گالاکتان سولفاته است که حاوی ۴۰٪-۱۵٪ استرسولفات می‌باشد. وزن مولکولی نسبی کاراگینان بالای ۱۰۰ کیلودالتون است و از واحدهای متناوب D-گالاکتوز و ۳ و ۶-آنهیدرو گالاکتوز با پیوندهای گلیکوزیدی (آلفا- ۱ و ۳) و (بتا- ۱ و ۴) تشکیل می‌شود. کاراگینان به انواع گوناگونی طبقه‌بندی می‌شود، از قبیل کاپا، لامبدا و آیوتا. همه انواع کاراگینان حاوی ۳۵٪-۲۲٪ گروه‌های سولفات می‌باشند. این طبقه‌بندی بر اساس حلالیت در پتاسیم‌کلرید انجام شده است. تفاوت‌های اولیه که خصوصیات انواع کاراگینان را تحت تاثیر قرار می‌دهد، تعداد و جایگاه گروه‌های استری سولفات و محتوای ۳ و ۶ -آنهیدروگالاکتوز است. اسامی گروه‌های مختلف کاراگینان تعریف ساختارهای شیمیایی را توصیف نمی‌کند و فقط تفاوت‌های کلی در ترکیب و درجه سولفاته‌شدن را در جایگاه‌های خاص پلیمر نشان می‌دهد. سطوح بالاتر استر سولفات نشان‌دهنده دمای حلالیت پایین‌تر و قدرت ایجاد ژل پایین‌تری است. کاپا کاراگینان حاوی ۳۰٪-۲۵٪ استر سولفات و ۳۵٪-۲۸٪ ۳ و ۶-آنهیدروگالاکتوز است. آیوتا کاراگینان حاوی ۳۰٪-۲۸٪ استر سولفات و ۳۰٪-۲۵٪ ۳ و ۶-آنهیدروگالاکتوز است. لامبدا کاراگینان حاوی ۳۹٪-۳۲٪ استر سولفات و فاقد ۳ و ۶-آنهیدروگالاکتوز است. ویژگی‌های قوام‌دهندگی و ایجاد ژل در گونه‌های مختلف کاراگینان کاملاً متفاوت است. مثلاً کاپا کاراگینان با یون‌های پتاسیم ژل‌های با استحکام بالا ایجاد می‌کند، در حالی که آیوتا و لامبدا به صورت جزئی تحت تاثیر قرار می‌گیرند. آیوتا کاراگینان با یون‌های کلسیم تداخل ایجاد کرده و ژل‌های نرم و الاستیک ایجاد می‌کند، در حالی که کلسیم روی لامبدا کاراگینان تاثیری ندارد. عملکرد کاراگینان‌ها در کاربردهای مختلف به طور عمده به خصوصیات رئولوژیکی آن‌ها بستگی دارد. کاراگینان‌ها به‌عنوان پلیمرهای خطی و محلول در آب معمولاً محلول‌های آبی بسیار ویسکوز را تشکیل می‌دهند. ویسکوزیته به غلظت و نوع کاراگینان و وزن مولکولی آن، دما و حضور سایر نمک‌ها بستگی دارد. ویسکوزیته به صورت نمایی با افزایش غلظت افزایش می‌یابد و با افزایش دما کاهش می‌یابد.کاراگینان به دپلیمریزاسیون حساس است و از طریق هیدرولیز کاتالیزور اسیدی در دماهای بالا و pH پایین، ممکن است سریعاً عملکرد خود را به صورت کامل از دست بدهد (Aga et al., 2021).

۱-۱. خواص کاراگینان

۱-۱-۱. حلالیت

کاراگینان‌ها در آب گرم محلول‌اند. خاصیت تیکسوتروپیک[۱۷۳] (به این معنی که این ژل پس از هم خوردن می‌تواند مثل یک مایع غلیظ جریان یابد، اما اگر مدتی در جایی ساکن بماند دوباره به تدریج حالت ژلی بر می‌گردد) لامبدا کاراگینان باعث کاربرد آن در ایجاد غلظت به‌خصوص در صنایع لبنی می‌شود، زیرا ایجاد بافت غیرصمغی و خامه‌ای کرده و بافت مناسبی به محصول می‌دهد. دما یک عامل مهم در تعیین نوع کاراگینان مورداستفاده در سیستم‌های غذایی است. تمام انواع کاراگینان‌ها در دماهای بالا آب را به خود جذب می‌کنند. ژل کاپا و آیوتا کاراگینان در جریان سردشدن در دماهای بین ۴۰ و ۶۰ درجه سانتی‌گراد (بستگی به حضور کاتیون‌ها در محیط دارد) شروع به بسته‌شدن می‌کنند (Sedayu et al., 2019).

۱-۱-۲. پایداری در شرایط اسیدی

محلول‌های کاراگینان در pHهای کمتر از ۴/۳ قوام ژلی و ویسکوزیته خود را از دست می‌دهند. این پدیده به این دلیل رخ می‌دهدکه پیوندهای بین‌مولکولی کاراگینان‌ها درpHهای پایین شروع به هیدرولیزشدن می‌کنند. سرعت هیدرولیز پیوندها با بالارفتن دما و پایین‌رفتن غلظت کاتیون‌ها افزایش پیدا می‌کند. با این حال، پس از کاهش دما به دمای پایین‌تر از تشکیل ژل، کاراگینان پیوند سولفات-پتاسیم را حفظ می‌کند و در نتیجه پدیده هیدرولیزشدن رخ نمی‌دهد. به همین دلیل در محصولات اسیدی، کاراگینان باید دقیقاً قبل از مرحله پرکنی افزوده شود تا از تجزیه پلیمرهای آن جلوگیری شود (Cheng et al., 2022).

۱-۱-۳. خصوصیات ژل

محلول‌های کاپا و آیوتا کاراگینان بین دماهای ۴۰ و ۶۰ درجه سانتی‌گراد و در غلظت‌های مختلف کاتیون‌ها ژل‌هایی با خصوصیات مختلف تشکیل می‌دهند. ژل‌های تشکیل‌شده توسط کاراگینان‌ها برگشت‌پذیر با دما هستند و دمای ذوب ژل و بستن مجدد آن‌ها متفاوت است. این ژل‌ها در دمای اتاق پایدار بوده و با افزایش دما به ۵ تا ۲۰ درجه بالای دمای بستن آن، ژل ذوب می‌شود و با دوباره سردکردن، ژل مجدداً بسته می‌شود. ترکیب یونی ماده غذایی در کارایی و مطلوبیت ژل حاصل از کاراگینان‌ها موثر است. به عنوان مثال، کاپا کاراگینان که برای محصولات دارای یون پتاسیم انتخاب می‌شود ژلی سخت و شکننده را تشکیل می‌دهد. آیوتا کاراگینان در محصولات دارای یون کلسیم برای تشکیل ژل نرم و انعطاف‌پذیر انتخاب می‌شود. حضور این یون‌ها همچنین تاثیر قابل‌توجهی بر دمای جذب آب و حل‌شدن آیوتا و کاپا کاراگینان، دمای تشکیل ژل و ذوب مجدد آن دارد. برای مثال، آیوتا کاراگینان در دمای محیط در آب حل می‌شود، اما افزودن نمک به آب، دمای ژلی‌شدن و میزان بازدهی صمغ را به میزان قابل‌توجهی بالا می‌برد. با توجه به این خصوصیت ژل در سالادهای آماده در دمای پایین به کار می‌رود. نمونه‌ای دیگر، حلالیت کاپا کاراگینان در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد در آب گوشت است، در حالی‌که این صمغ در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد در آب خالص حل می‌شود (Udo et al., 2022).

۱-۲. روش‌های تولید کاراگینان

دو روش برای تولید کاراگینان وجود دارد. در روش اول که در اواخر سال ۱۹۷۰ تا اوایل سال ۱۹۸۰ مورد استفاده قرار می‌گرفت، کاراگینان از عصاره‌گیری جلبک دریایی در محلول آب‌دار به دست می‌آمد. باقیمانده یا تفاله جلبک دریایی را به‌وسیله فیلتر جدا و کاراگینان را از محلول جدا کرده و نهایتاً به صورت ماده جامد خشک در می‌آمد. در این فرآیند بازیافت کاراگینان مشکل بوده و

[173] Thixotropy

هزینه‌های تولیدی نسبت به روش دوم بالاتر بوده است. در روش دوم، کاراگینان از جلبک دریایی عصاره‌گیری‌نشده و ترجیحاً برای شسته‌شدن و خروج ترکیبات از جلبک دریایی، آن را در محلول قلیا و آب قرار می‌دهند. در این فرآیند کاراگینان و دیگر مواد غیرمحلول در محلول از هم جدا می‌شوند. این مواد غیرمحلول در تفاله حاوی مقدار زیادی سلولز و کاراگینان می‌باشد که نهایتاً خشک شده و به عنوان کاراگینان نیمه‌خالص فروخته می‌شوند (Dong et al., 2021).

۳-۱. خالص‌سازی کاراگینان و فیلترکردن آن

برای خروج شن و ماسه، نمک و دیگر مواد خارجی جلبک‌های دریایی شسته می‌شوند. سپس با آب حاوی قلیا مثل هیدروکسیدسدیم برای چند ساعت گرم می‌شوند. البته مدت زمان بسته به نوع جلبک دریایی متفاوت بوده که براساس تجربه به دست می‌آید. به این دلیل از ماده قلیا استفاده می‌شود، چون سبب تغییرات شیمیایی شده که منجر به افزایش استحکام ژل در محصول نهایی می‌گردد. در شرایط شیمیایی، برخی از گروه‌های سولفاته از مولکول‌ها جدا شده و نهایتاً سبب استحکام ژل می‌گردد. جلبک‌های دریایی غیرمحلول به وسیله سانتریفیوژ یا فیلتر جدا می‌شوند. محلول دوباره فیلتر می‌گردد، فشار هوای مورداستفاده در زمان فیلترکردن سبب جلوگیری از بسته‌شدن منافذ فیلتر پارچه‌ای توسط اجسام ژلاتینی می‌گردد. در این مرحله، محلول محتوی ۳٪-۱٪ کاراگینان است و معمولاً می‌توان با تقطیر در خلاء و فیلترکردن مجدد، غلظت کاراگینان را به ۳٪-۲٪ رساند. تا این مرحله از فرآیند، محلول شفاف حاوی کاراگینان به دست آمده است، حال دو روش برای بازیافت آن به عنوان یک ماده جامد وجود دارد (Aga et al., 2021):

الف) روش رسوب الکلی، در این روش الکل ایزوپروپانول اضافه می‌گردد تا اینکه همه کاراگینان به صورت فیبرهای لخته‌مانند رسوب داده شود، سپس با استفاده از سانتریفیوژ یا توری چشمه‌ریز جدا می‌گردد. برای حذف مایعات از لخته‌ها آن‌ها را تحت فشار قرار می‌دهند و بعداً با الکل بیشتری برای آب‌گیری بیشتر شستشو می‌دهند. این ماده حاصل سرانجام خشک شده و به ذراتی با سایز مناسب، ۸۰ مش یا کوچکتر آسیاب می‌گردد. در این فرآیند برای صرفه اقتصادی الکل باید بازیافت گردد (هم از مایعات و هم از خشک‌کن‌ها) و دوباره در سیکل قرار گیرد.

ب) روش ژل، این روش ممکن است به طرق مختلفی انجام گیرد. در طی فرآیند انجماد-یخزدایی، اگر محلول کاراگینان با فشار از طریق منافذ ریز عبور داده شود بخش‌های رشته‌مانندی ایجادشده که وارد محلول کلریدپتاسیم می‌گردد. سپس، این رشته‌ها برای حذف آب، با محلول کلریدپتاسیم بیشتری شستشو داده شده و برای خروج مایعات اضافی تحت فشار قرار گرفته و منجمد می‌گردد. سپس، فرصت داده می‌شود تا یخزدایی انجام گیرد. در این هنگام مقدار زیادی آب خارج می‌گردد. بخش‌های رشته‌مانند با کلریدپتاسیم بیشتری شستشو می‌شوند، سپس به قطعات ریز برش داده شده و در هوای گرم خشک‌کن خشک می‌گردد و در نهایت برای تولید ذرات ریز مناسب آسیاب می‌گردد. به ناچار محصول حاصل حاوی مقداری کلریدپتاسیم است.

۴-۱. کاراگینان نیمه‌خالص و پودر جلبک دریایی

در تولید کاراگینان نیمه‌خالص، محتویات داخل سبد فلزی را در محلول قلیایی هیدروکسیدپتاسیم قرار داده و حدود ۲ ساعت حرارت داده می‌شود. قسمت هیدروکسید به جلبک دریایی نفوذ کرده و مقدار سولفات در کاراگینان را کاهش می‌دهد. بنابراین، ژل مستحکم‌تری از کاراگینان در جلبک دریایی حاصل می‌گردد. قسمت پتاسیم با کاراگینان در جلبک دریایی ترکیب شده و ژل تولید می‌کند که این عوامل سبب جلوگیری از حضور کاراگینان در قسمت محلول می‌گردد. باقیمانده یا تفاله که هنوز جلبک دریایی به نظر می‌رسد، چندین بار برای حذف قلیا و دیگر موادی که در آب محلول هستند، شستشو داده می‌شوند. جلبک‌های دریایی که با قلیا تیمار شده‌اند برای خشک‌شدن در هوای گرم روی صفحات بتنی پهن می‌شود، مثل نوع فیلیپینی. بعد از دو روز آن را خرد و آسیاب

کرده و سپس پودر آن به عنوان کاراگینان نیمه‌خالص یا پودر جلبک دریایی فروخته می‌شود. پودر جلبک دریایی رنگی بوده و غالباً تعداد باکتری در آن زیاد بوده و به همین دلیل برای مصارف انسانی مناسب نمی‌باشد. با این حال، بازار گسترده‌ای جهت تولید غذای کنسروی برای حیوانات خانگی دارد، به دلیل اینکه یک ماده ژلاتینی مناسبی بوده و نسبت به کاراگینان خالص ارزان‌تر است. درجه حرارت استفاده‌شده در فرآیند کنسروکردن تعداد باکتری‌ها را بسیار کاهش می‌دهد و تعداد باقیمانده در پودر جلبک دریایی مشکلی ایجاد نمی‌کند. گاهی اوقات محصول خشک شده و به قطعات ریز تبدیل می‌شود (آسیاب نمی‌گردد) و به عنوان ماده اولیه به تولیدکنندگان کاراگینان خالص فروخته می‌شود و در نتیجه هزینه‌های انتقال نسبت به جلبک دریایی خشک‌شده بسیار کمتر خواهد بود. سهولت در فرآیند، به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای سبب کاهش هزینه‌ها نسبت به کاراگینان خالص می‌گردد. زیرا الکلی در این فرآیند وجود نداشته که بازیافت گردد، تجهیزات تقطیر برای تصفیه‌کردن الکل، تجهیزاتی برای ساختن ژل، یخچال برای انجماد ژل و ابزار گران‌قیمت برای فشردن ژل برای خروج آب وجود ندارد (Zia et al., 2017).

۵-۱. کاراگینان نوع طبیعی فیلیپینی

تولیدکنندگان فیلیپینی محصولی با کیفیت بالا جهت مصارف انسانی با تغییر در فرآیند تولید کاراگینان نیمه‌خالص ایجاد کرده‌اند. بعد از تیمار قلیایی و شستشو با آب محصول را خرد کرده و با محلول بلیچ[۱۷۴] برای حذف رنگ تیمار می‌کنند (قطعات خردشده بهتر تحت تاثیر ماده بلیچ قرار گرفته و از طرفی این ماده سبب کاهش تعداد باکتری‌ها خواهد شد). سپس، برای حذف ماده بلیچ مواد را شستشو داده و محصول در خشک‌کن‌های بسته خشک می‌گردد. در این نوع خشک‌کن هوا به صورت غیرمستقیم از لابه‌لای محصول عبور می‌کند. سیستم خشک‌کن بسته، معمولاً تعداد باکتری را کاهش داده که برای مصارف انسانی مناسب می‌باشد. اگر باز هم کاهش تعداد باکتری مدنظر باشد، قطعات خشک‌شده را می‌توان آسیاب نموده و سپس با اتانول شسته شده و به وسیله تبخیر در خلا برای حذف الکل استفاده نمود. تلاش‌های زیادی برای ایجاد بازار این محصول به عنوان غذای انسانی در کشورهای اروپایی و آمریکایی شده است که نهایتاً سازمان غذا و دارو آن را برای مصرف انسانی مجاز دانسته است. مهمترین اختلاف بین کاراگینان خالص و فلیپینی این است که در نوع فیلیپینی سلولز وجود دارد که در ماده اولیه بوده است در حالی‌که در کاراگینان خالص سلولز به وسیله فیلتر در طی پروسه، برداشته شده است. بنابراین، کاراگینان خالص رنگ محلول روشنی دارد، در حالی که در نوع فیلیپینی محلول مات و کدر می‌باشد. در مواردی که شفافیت محصول اهمیتی نداشته باشد نوع فیلیپینی مناسب خواهد بود (Liu et al., 2021).

۶-۱. کاربردهای کاراگینان

- صنایع غذایی
- تهیه غذای حیوانات خانگی
- تولید خمیر دندان
- تهیه ژل مطبوع و تازه‌کننده هوا.

۱-۶-۱. کاربرد کاراگینان در صنایع غذایی

- ژله
- فرآورده‌های لبنی
- فرآورده‌های گوشتی

[174] Bleech

- تولید سرکه صنعتی.

۱-۱-۶-۱. ژله

دسرهای ژله‌ای با پایه آب و براق‌کننده‌های کیک از مهمترین موارد استفاده سنتی کاراگینان است. در این محصولات استحکام و شکنندگی ژله‌ای کاپا کاراگینان و انعطاف‌پذیری، چسبندگی و عدم آب‌انداختگی ژله‌ای آیوتا کاراگینان مهم است. اخیراً علاوه بر موارد گفته‌شده از کاراگینان در غذاهای مخصوص گیاه‌خواران استفاده می‌شود. در این مورد کاراگینان علاوه بر اینکه ظاهر مشابه با ژله‌های محصولات قدیمی با ژلاتین را می‌دهد، مزایای دیگری از قبیل بسته‌شدن سریعتر ژل و پایداری در دمای محیط را نیز دارد (Van de Velde). از کاراگینان در دسرهای خامه‌ای و موس‌ها استفاده می‌شود. در این محصولات از تمام انواع کاراگینان برای افزایش غلظت و ایجاد ژل استفاده می‌شود. در بسیاری از موارد ترکیب کاپا و لامبدا کاراگینان برای ایجاد ژل با بافت خامه‌ای یا سوسپانسیون استفاده می‌شود. استفاده از آیوتا کاراگینان به همراه نشاسته برای ایجاد حالت قاشق‌خوری و بهبود بافت و پایین‌آوردن ویسکوزیته در هنگام فرآیند استفاده می‌شود. بافت‌های تشکیل‌شده ممکن است از ژل‌های سخت در کرم کارامل تا ژل‌های نرم در دسرهای آماده قاشق‌خور متفاوت باشد (Chauhan & Saxena, 2016).

۲-۱-۶-۱. کاربرد کاراگینان در لبنیات

- شیر شکلاتی
- پنیر
- بستنی
- دسرهای لبنی
- خامه‌های پاستوریزه و استریلیزه؛
- پروتئین‌های آب پنیر.

۱-۲-۱-۶-۱. شیر شکلاتی

در شیر شکلاتی نیز مقداری کاراگینان اضافه شده که سبب معلق‌ماندن ذرات کاکائو می‌گردد. قسمت سولفاته یا آنیونی کاراگینان با پروتئین‌های شیر وارد واکنش می‌شود و به این ترتیب یک کمپلکس کلوییدی پایدار را به وجود می‌آورد و از رسوب شکلات جلوگیری می‌کند (Wang et al., 2024).

۲-۲-۱-۶-۱. پنیر

کاراگینان در پنیرهای پروسس برای حفظ استحکام و یکپارچگی محصول استفاده می‌شود. ۰/۳٪-۰/۵٪ کاراگینان ممکن است محتوای پنیر را کاهش دهد اما محصولی با احساس دهانی مطلوب و ویژگی‌های برش‌پذیری خوب ایجاد کند (Mirzaei et al., 2023).

۳-۲-۱-۷-۱. بستنی

به بستنی نیز مقداری کاراگینان اضافه می‌شود که علاوه بر جلوگیری از خروج آب، سبب چسبیدن ترکیبات به یکدیگر شده و از طرفی سبب کنترل ترکیب و شکل‌گیری کریستال یخ می‌گردد (Jayakody et al., 2022).

۴-۲-۱-۶-۱. دسرهای لبنی

یکی از استفاده‌های سنتی کاراگینان در دسرهای لبنی است. در این موارد سطوح کاراگینان کمتری نسبت به سیستم‌های بر پایه آب استفاده می‌شود. از غلظت ppm ۱۰۰-۲۰۰ کاراگینان برای جلوگیری از جداشدن آب پنیر از برخی محصولات نظیر بستنی، شیر کاکائو و خامه پاستوریزه و استریلیزه استفاده می‌شود. استفاده از کاراگینان در محصولات لبنی اسیدی مثل پنیرهای نرم و ماست مناسب نیست و باعث افزایش میزان آب‌انداختن می‌شود. اما استفاده همزمان از کاراگینان و گالاکتومانان در نسبت مناسب باعث کاهش این حالت می‌شود و حالت خامه‌ای بودن و نرمی به بافت محصول می‌دهد (Guo et al., 2022).

۳-۱-۶-۱. فرآورده‌های گوشتی

در فرآورده‌های گوشتی کاراگینان‌ها به عنوان ژل‌دهنده و نگهدارنده آب استفاده می‌شوند، چون کاهش چربی اغلب منجر به ایجاد بافت‌های سفت و غیرقابل پذیرش می‌شود. علاقه خاصی به افزودن آن‌ها در فرآورده‌های گوشتی کم‌چرب وجود دارد. این ترکیبات خصوصیات بافتی این فرآورده‌ها را به وسیله کاهش سفتی و افزایش آب‌داری بهبود می‌بخشد. به طورمثال، در آماده‌سازی گوشت ران خوک، افزودن کاراگینان به آب شور سبب بهبود کیفیت محصول شده، زیرا کاراگینان با آب آزاد ترکیب شده و با پروتئین‌ها واکنش می‌دهد، بنابراین پروتئین‌های محلول در آب باقی می‌مانند. همچنین، برای جلوگیری از کاهش آب در گوشت پرندگان، از آب حاوی نمک، فسفات و کاراگینان استفاده می‌گردد که با نفوذ آن به عضلات مشکل حل می‌شود. کاهش چربی در فرآورده‌های گوشتی مثل همبرگر سبب خشک‌شدن فرآورده شده و ممکن است مورد رضایت مصرف‌کننده نباشد. اضافه‌کردن کاراگینان به گوشت تازه سبب می‌شود که گوشت در زمان پخته‌شدن خصوصیاتی مثل چربی را داشته باشد و رطوبت را حفظ نموده و محصول بازارپسندی مطلوب خواهد داشت (Martins et al., 2012).

۴-۱-۶-۱. تولید سرکه صنعتی و نوشیدنی‌های غیرالکلی

سرکه صنعتی یک فرآیند بیوشیمیایی است که نیاز به باکتری دارد. تولید اتانول از گلوکز با استفاده از *Zymomonas mobilis* تثبیت‌شده در کاپا کاراگینان در فرمانتور بستر سیال نمونه‌هایی از کاربرد کاراگینان در صنایع غذایی می‌باشد. ماتریکس ژلی کاراگینان سبب حفاظت *Saccharomyces cervisia* تثبیت‌شده می‌شود. در نتیجه تولید مداوم اتانول از ضایعات کارخانجات کنسروسازی آناناس با استفاده از سلول‌های مخمر تثبیت‌شده در کاپا کاراگینان امکان‌پذیر می‌باشد (Mathew et al., 2024). از کاپا کاراگینان در صنعت ماءالشعیر برای شفاف‌سازی آن استفاده می‌شود. به دلیل قابلیت ایجاد ترکیب کاراگینان با پروتئین‌ها و جمع‌کردن آن‌ها و سپس فیلتراسیون ماءالشعیر از کدری آن هنگام سردکردن پس از پاستوریزاسیون جلوگیری می‌شود (Pangestuti & Kim, 2014).

منابع

Aga, M. B., Dar, A. H., Nayik, G. A., Panesar, P. S., Allai, F., Khan, S. A., ... & Altaf, A. (2021). Recent insights into carrageenan-based bio-nanocomposite polymers in food applications: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 192, 197-209.

Chauhan, P. S., & Saxena, A. (2016). Bacterial carrageenases: an overview of production and biotechnological applications. *3 Biotech*, *6*(2), 146, 1-18.

Cheng, C., Chen, S., Su, J., Zhu, M., Zhou, M., Chen, T., & Han, Y. (2022). Recent advances in carrageenan-based films for food packaging applications. *Frontiers in Nutrition*, 9, 1004588.

Dong, Y., Wei, Z., & Xue, C. (2021). Recent advances in carrageenan-based delivery systems for bioactive ingredients: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 112, 348-361.

Guo, Z., Wei, Y., Zhang, Y., Xu, Y., Zheng, L., Zhu, B., & Yao, Z. (2022). Carrageenan oligosaccharides: A comprehensive review of preparation, isolation, purification, structure, biological activities and applications. *Algal Research*, 61, 102593.

Jayakody, M. M., Vanniarachchy, M. P. G., & Wijesekara, I. (2022). Seaweed derived alginate, agar, and carrageenan based edible coatings and films for the food industry: A review. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 16(2), 1195-1227.

Liu, F., Hou, P., Zhang, H., Tang, Q., Xue, C., & Li, R. W. (2021). Food-grade carrageenans and their implications in health and disease. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(4), 3918-3936.

Mathew, S. S., Jaiswal, A. K., & Jaiswal, S. (2024). Carrageenan-based sustainable biomaterials for intelligent food packaging: A review. *Carbohydrate Polymers*, 122267.

Martins, J. T., Cerqueira, M. A., Bourbon, A. I., Pinheiro, A. C., Souza, B. W., & Vicente, A. A. (2012). Synergistic effects between κ-carrageenan and locust bean gum on physicochemical properties of edible films made thereof. *Food Hydrocolloids*, 29(2), 280-289.

Mirzaei, A., Esmkhani, M., Zallaghi, M., Nezafat, Z., & Javanshir, S. (2023). Biomedical and environmental applications of carrageenan-based hydrogels: a review. *Journal of Polymers and the Environment*, 31(5), 1679-1705.

Pangestuti, R., & Kim, S. K. (2014). Biological activities of carrageenan. *Advances in Food and Nutrition Research*, 72, 113-124.

Sedayu, B. B., Cran, M. J., & Bigger, S. W. (2019). A review of property enhancement techniques for carrageenan-based films and coatings. *Carbohydrate Polymers*, 216, 287-302.

Udo, T., Mummaleti, G., Mohan, A., Singh, R. K., & Kong, F. (2023). Current and emerging applications of carrageenan in the food industry. *Food Research International*, 113369.

Van de Velde, F., Lourenço, N. D., Pinheiro, H. M., & Bakker, M. (2002). Carrageenan: A food-grade and biocompatible support for immobilisation techniques. *Advanced Synthesis & Catalysis*, 344(8), 815-835.

Wang, X., Guo, C., & Guo, H. (2024). Progress of Carrageenan-Based Films and Coatings for Food Packaging Applications. *Packaging Technology and Science*, In Press

Zia, K. M., Tabasum, S., Nasif, M., Sultan, N., Aslam, N., Noreen, A., & Zuber, M. (2017). A review on synthesis, properties and applications of natural polymer based carrageenan blends and composites. *International Journal of Biological Macromolecules*, 96, 282-301.



Properties, fabrication method, and application of carrageenan in food industry

Negin Karami*
PhD graduated, Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran.
Corresponding Author.: neginkarami87@gmail.com

Abstract

Carrageenan is a linear polysaccharide with a strong anionic sulfate group, and its structure includes repeating units of D-galactopyranose, which are linked by alpha 1-2 and beta 1-4 glycosidic bonds. Kappa-carrageenan is extracted from red algae and contains 3 and 6 anhydro rings and a sulfate group. Carrageenan can interact with proteins and develop a soluble or insoluble complex, and for this reason, it is utilized in the production of dairy products, such as chocolate milk. It also can indicate that carrageenan might be used in cheese, ice cream, meat products, and vinegar production. In this review study, the structure of carrageenan, its production methods, and application in the food industry have been investigated.

Keywords: Carrageenan, Food industry, Edible polymer



دورریزهای غذایی: چالش جدی در امنیت غذایی

سارا بصیری

گروه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

Email: basiri@shirazu.ac.ir

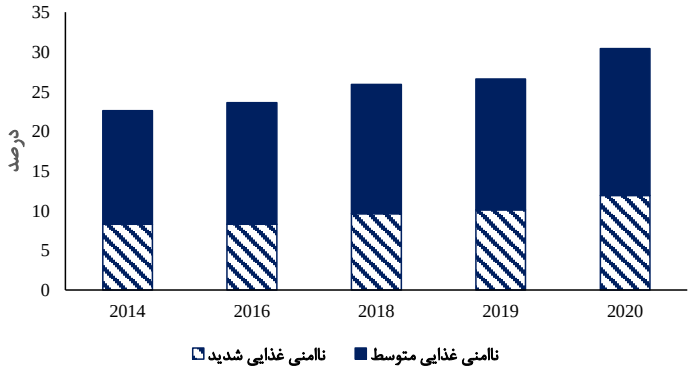
چکیده

ضایعات مواد غذایی، عامل مهمی است که به طور قابل توجهی ناامنی غذایی را در مقیاس جهانی تشدید می‌کند. هر ساله تقریباً یک سوم کل مواد غذایی تولید شده برای مصرف انسان هدر می‌رود که منجر به خسارات اقتصادی قابل توجه، تخریب محیط زیست و افزایش سطح گرسنگی می‌شود. در این مقاله نقش ضایعات غذایی در بروز ناامنی غذایی، عوامل موثر بر افزایش ضایعات مواد غذایی، و استراتژی‌های بالقوه برای کاهش ضایعات مواد غذایی مورد بحث قرار می‌گیرد، و بر اهمیت افزایش تلاش‌های بازیابی، بهبود سیستم‌های توزیع غذا و تقویت آگاهی عمومی در مورد پیامدهای کاهش ضایعات تاکید می‌شود. در نهایت، این مطالعه بر نیاز به رویکردهای یکپارچه‌ای تاکید می‌کند که به کاهش ضایعات غذایی و ناامنی غذایی برای ایجاد یک سیستم غذایی پایدارتر و عادلانه‌تر می‌پردازد.

واژگان کلیدی: دورریزهای غذایی، امنیت غذایی، راهکار

مقدمه

رشد سریع جمعیت جهان (از ۶/۱۵ بیلیون در سال ۲۰۰۰ به ۷/۹۱ بیلیون در سال ۲۰۲۱)، افزایش سطح درآمد جهانی و افزایش تقاضای جهانی برای مصرف برخی مواد غذایی خصوصا پروتئین (از ۷۳/۴۵ گرم در سال ۲۰۰۰ به ۹۱/۴۷ گرم در سال ۲۰۲۱) در دهه‌های گذشته، از عوامل اصلی افزایش تقاضا برای مواد غذایی هستند. گرمایش زمین، کاهش ذخایر آب و خاک، تغییر الگوی بارش، افزایش دورریزهای غذایی، رکودهای اقتصادی و توزیع نامناسب و ناعادلانه ثروت در دنیا از دیگر عوامل چالش‌زا در پاسخ به نیازهای غذایی افراد جامعه می‌باشند. عدم پاسخ صحیح و کافی به این چالش‌ها، به افزایش درصد ناامنی غذایی در دنیا طی سال‌های اخیر منجر شده است. نمودار ۱-روند افزایشی ناامنی غذایی در دنیا طی سال‌های ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۰ را نشان می‌دهد. همانطور که از نمودار بر می‌آید درصد ناامنی غذایی و درصد موارد ناامنی شدید در دنیا در حال افزایش است.



نمودار ۱- درصد ناامنی غذایی در دنیا طی سال های ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۰. برگرفته از FAO & WHO, 2021

برای مقابله با این چالش جدی، راهکارهایی پیشنهاد شده است، که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

(۱) افزایش پایدار سطح تولید غذا: افزایش سطح زیر کشت که با افزایش فشار بر زمین‌های باقی مانده از جمله زمین‌های حاشیه‌ای و جنگل‌ها همراه است، گسترش و اجرای دانش، فن‌آوری و انتخاب بهترین شیوه‌های موجود، و سرمایه‌گذاری در علم و نوآوری جدید و زیرساخت‌های اجتماعی به منظور افزایش بهره وری زمین‌های در حال کشت می‌توانند به افزایش تولید مواد غذایی منجر شوند

(۲) توزیع منطقی محصولات غذایی در مکان و زمان مناسب.

(۳) بهبود زیرساخت‌های تولید، عرضه و نگهداری

(۴) اصلاح عادات مصرف و تغذیه‌ای مصرف کنندگان.

(۵) به حداقل رساندن ضایعات در تمام مراحل سیستم غذایی.

ضایعات و دورریزهای غذایی، در مراحل مختلف تولید، برداشت، پس از برداشت و فرآوری، در انتهای زنجیره غذایی، خرده فروشی و مصرف در زنجیره تامین مواد غذایی اتفاق می‌افتد. ضایعات غذایی معمولاً به محصولات خوراکی اطلاق می‌شود که برای مصارف انسانی در نظر گرفته شده‌اند، اما در عوض دور ریخته شده، از بین رفته، تخریب شده یا توسط آفات مصرف شده‌اند. این اصطلاح برای بخش‌های غیرخوراکی یا نامطلوب مواد غذایی کاربردی ندارد. ضایعات مواد غذایی را می‌توان به دو دسته اجتناب پذیر یا اجتناب ناپذیر طبقه‌بندی کرد. ضایعات غذایی اجتناب پذیر شامل محصولاتی هستند که می‌توانستند خورده شوند، مانند باقیمانده غذا، مواد غذایی که خراب می‌شوند و مواد غذایی که تاریخ مصرف آنها گذشته است. ضایعات غذایی اجتناب ناپذیر شامل ضایعات غیر خوراکی مانند پوست، استخوان، پوسته و تفاله قهوه است.

سهم دورریزهای غذایی در ناامنی غذایی

ضایعات و هدررفت غذایی اساس امنیت غذایی و تغذیه را تضعیف می‌کند. در واقع، هر چهار مؤلفه امنیت غذایی پایدار یعنی در دسترس بودن، دسترسی، استفاده و ثبات را تحت تأثیر قرار می دهد. در جهانی که تقریباً یک میلیارد نفر گرسنه می‌مانند، تقریباً یک سوم کل مواد غذایی تولید شده برای مصرف انسان، که بالغ بر ۱/۳ میلیارد تن است، سالانه به دلیل عملکرد ضعیف در طول زنجیره غذایی (برداشت، ذخیره و حمل و نقل) و همچنین هدر رفتن در سطح عرضه و مصرف از دست رفته یا هدر می‌رود (FAO, 2014). مناطق جغرافیایی مختلف، میزان‌های متفاوتی از هدررفت غذا را نشان می‌دهند، که این امر به شرایط مختلف فرهنگی، اقتصادی و دانش تولیدکنندگان و مصرف کنندگان برمی‌گردد.

تلفات در ابتدای زنجیره غذایی، (بدنبال برداشت ضعیف، حمل و نقل، ذخیره سازی نامناسب)، در کشورهای در حال توسعه مهم‌تر است، در حالی که در کشورهای صنعتی بیشترین تلفات در سطح خرده فروشی و مصرف کننده رخ می‌دهد. مصرف کنندگان در کشورهای ثروتمند سالانه تقریباً به اندازه کل تولید خالص مواد غذایی در جنوب صحرای آفریقا (۲۳۰ میلیون تن) مواد غذایی (۲۲۲ میلیون تن) را هدر می دهند (FAO, 2018).

بنظر می‌آید تلفات و ضایعات زنجیره غذایی از مزرعه تا زمان مصرف توسط مصرف کننده بین ۳۰ تا ۵۰ درصد است. ضایعات غذایی جهانی تقریباً ۲۴٪ از کل کالری غذا را تشکیل می‌دهد. میوه‌ها و سبزیجات، ریشه‌ها و غده‌ها بالاترین میزان هدر رفت را در بین مواد غذایی دارند. تلفات و ضایعات جهانی غذا در سال تقریباً معادل ۳۰٪ غلات، ۴۰-۵۰٪ محصولات ریشه، میوه‌ها و سبزیجات، ۲۰٪ دانه‌های روغنی، گوشت و لبنیات است (FAO, 2013). در مورد تلفات پس از برداشت، میزان تلفات برآورد شده غلات در سطح مزرعه و پس از برداشت به دلیل ذخیره سازی ضعیف در حدود ۲۲-۸ درصد (Bala et al., 2010) و برای محصولات باغی حدود ۱۰۰ درصد تعیین شده است (Parfitt et al., 2010) علاوه بر این، بیش از ۴۰ درصد از شیلات دریایی به عنوان صید جانبی تلف می‌شوند (دیویس و همکاران، ۲۰۰۹). افزایش نسبت اقلام غذایی حیوانی، میوه‌ها و سبزیجات در رژیم غذایی، باعث کاهش ماندگاری غذا شده و می‌تواند خطر تلفات و هدر رفت را افزایش دهد. علاوه بر این، فاصله تا بازار، زنجیره غذایی پیچیده‌تر و تغییرات در ترکیب و تنوع عرضه مواد غذایی فرصت‌هایی را برای هدر رفتن بیشتر مواد غذایی فراهم می‌کند (Lundqvist et al., 2011).

با این حال، اطلاعات دقیقی در مورد ضایعات غذایی در بسیاری از کشورهای در حال توسعه از جمله کشورهای منطقه خاور نزدیک و شمال آفریقا وجود ندارد. جایی که این مشکل ناکارآمدی زنجیره غذایی را تشدید می‌کند و در نتیجه به نا امنی غذایی و تغذیه در میان برخی از گروه های جمعیتی کمک می‌کند. تخمین زده می شود که ۳۴ درصد از منابع غذایی مناسب برای مصرف انسان در منطقه خاور نزدیک و شمال آفریقا از بین می رود یا هدر می رود (Gustavsson et al., 2011).

به طور کلی ضایعات و دورریزهای غذایی، از طرق مختلف می‌توانند سبب تشدید ناامنی غذایی شوند:

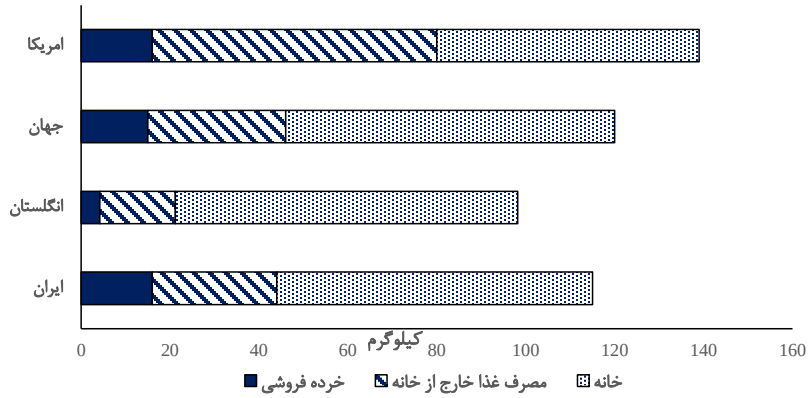
۱) از دست دادن منابع: وقتی غذا به هدر می‌رود، تمام منابعی که در تولید آن استفاده می‌شود مانند آب، زمین، انرژی و نیروی کار نیز هدر می‌رود. این استفاده ناکارآمد از منابع می‌توانست به سمت تولید مواد غذایی بیشتر برای رفع نا امنی غذایی هدایت شود.

۲) افزایش قیمت: ضایعات مواد غذایی به افزایش قیمت مواد غذایی کمک می‌کند. زمانی که غذا هدر می‌رود، هزینه تولید و توزیع در مواد غذایی کمتری پخش می‌شود که منجر به افزایش قیمت برای مصرف کنندگان می‌شود. این امر خصوصا برای جمعیت‌هایی که از نظر غذایی ناامن هستند، چالش جدی‌تری را برای تامین مواد مغذی بوجود می آورد.

۳) توزیع نابرابر: ضایعات مواد غذایی اغلب در مناطقی اتفاق می‌افتد که مواد غذایی فراوان است، در حالی که ناامنی غذایی در مناطقی که دسترسی محدود به غذا وجود دارد، شایع است. توزیع نابرابر منابع غذایی، نابرابری ها در امنیت غذایی را در سطح جهان تشدید می‌کند.

هدررفت غذا در ایران

برآوردهای متفاوتی از میزان ضایعات و تلفات محصولات کشاورزی در ایران از ۱۸/۵ درصد (Noormohammadi, 2012) تا حدود ۳۵ درصد (Rahmani, 2006) وجود دارد. گزارش تعاونی‌های تولیدکنندگان مواد غذایی ایران حاکی از آن است که از حدود ۱۳۰ میلیون تن محصولات غذایی ایران، ۲۵ میلیون تن از بین می‌رود یا ضایع می‌شود (Financial Tribune, 2017). نمودار ۲- سرانه هدررفت مواد غذایی در ایران در مقایسه با برخی نواحی از جهان را نشان می‌دهد.



نمودار ۲- سرانه دورریزهای غذایی در ایران و جهان- ۲۰۱۹. برگرفته از https://ourworldindata.org.

همانطور که از داده‌های نمودار برمی‌آید بیشترین میزان دورریزهای غذایی در زمان نگهداری در منزل صورت می‌گیرد. در ایران دو الگوی رفتاری در مصرف‌کنندگان در ارتباط با ضایعات مواد غذایی در خانه مشاهده می‌شود. در خانوارهای فقیر، خرید بی‌رویه مواد غذایی به صورت عمده و نگهداری آنها در خانه به دلیل نگرانی از نوسانات اقتصادی قیمت مواد غذایی در سال‌های گذشته، در نهایت منجر به هدر رفت بیشتر مواد غذایی شده است. در خانوارهای ثروتمند، مردم عادت دارند پول بیشتری را برای غذا خرج کنند و معمولاً سعی می‌کنند بیشتر از نیاز واقعی خانواده بخرند و بپزند و در نتیجه غذا را هدر می‌دهند (Shabanali Famia et al., 2019)

تاثیر تولید غذا و دورریزهای غذایی بر تغییرات اقلیمی:

حدود نیمی از زمین های قابل سکونت در جهان برای کشاورزی استفاده می‌شود. زمین کشاورزی شامل مراتع مورد استفاده برای چرای دام و زمین‌های زراعی مورد مصرف مستقیم انسان و خوراک دام می‌باشد. بنابراین، کشاورزی بزرگترین کاربر زمین در جهان است که مساحت بیشتری را نسبت به جنگل ها یا علفزارهای وحشی اشغال می‌کند. سه چهارم زمین کشاورزی برای دامداری استفاده می‌شود که شامل مراتع و زمین‌های زراعی جهت تولید خوراک دام می‌باشند. این تنها ۱۸ درصد از کالری جهانی و ۳۷ درصد از پروتئین مورد نیاز را به جهان می‌دهد. یک چهارم دیگر زمین برای محصولات زراعی مصرف انسان است که اکثر کالری و پروتئین جهان را تامین می کند. برای پرورش دام، به زمین بیشتری نیاز است، بدین صورت که برای تولید یک کیلوکالری گوشت گاو یا بره در مقایسه با جایگزین‌های گیاهی، حدود ۱۰۰ برابر زمین بیشتر لازم است. همین امر در ارتباط با پروتئین نیز صدق می‌کند. برای تولید یک گرم پروتئین از گوشت گاو یا گوسفند، در مقایسه با نخود فرنگی یا توفو، تقریباً ۱۰۰ برابر زمین لازم است. البته نوع زمینی

که برای پرورش گاو یا گوسفند استفاده می شود مانند زمین های زراعی غلات، سیب زمینی یا لوبیا نیست. دام را می‌توان در علفزارهای مرتعی، یا در تپه‌های شیب دار که در آن امکان کشت محصولات کشاورزی وجود ندارد، پرورش داد.

یک چهارم تا یک سوم انتشار گازهای گلخانه ای جهانی از سیستم های غذایی و مابقی از منابع انرژی ناشی می‌شود. تولید محصولات غذایی مختلف، میزان گازهای گلخانه‌ای متفاوت تولید می‌کنند. تولید یک کیلوگرم گوشت گاو، ۶۰ کیلوگرم گاز گلخانه‌ای (معادل CO_2) منتشر می‌کند. تولید یک کیلوگرم نخود، تنها ۱ کیلوگرم گاز گلخانه‌ای منتشر می‌کند. گوشت و محصولات لبنی بیشتر از غذاهای گیاهی گازهای گلخانه ای منتشر می‌کنند. ضایعات و دورریزهای غذایی مسئول حدود ۶ درصد از گازهای گلخانه‌ای در دنیا هستند. تولید گازهای گلخانه‌ای مهمترین عامل در تغییرات اقلیمی و گرمایش زمین محسوب می‌شود. انتشار گازهای گلخانه‌ای از غذا به تنهایی، سبب افزایش دما به میزان ۱/۵ تا ۲ درجه سانتیگراد می‌شود. تغییرات اقلیمی همچنین می‌تواند به تخریب لایه ازن، پریشانی در اکوسیستم های آبی و خشکی، از بین رفتن تنوع زیستی، تغییر در ذخیره آب شیرین، کمبود زمین و از بین رفتن دلتای رودخانه‌ها و شهرهای ساحلی، بیابان زایی و مهاجرت جمعیت، تغییر الگوی بیماری‌های عفونی و مشترک بین انسان و دام و تولید محدود مواد غذایی منجر شود. کاهش دورریزهای غذایی، تغییر نوع غذای مصرفی و جایگزینی رژیم‌های غذایی شامل مواد پر کربن مانند گوشت و لبنیات (به ویژه گوشت گاو و بره) به رژیم‌های گیاهی و بهینه‌سازی روش‌های مختلف کشت، برداشت و تولید مواد غذایی می‌تواند به کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای و به دنبال آن کاهش تغییرات اقلیمی کمک کند (Our World in Data; WHO, 2018).

راهکارهای کاهش هدررفت غذا

با توجه به شرایط موجود ارائه راهکارهایی جهت کاهش میزان هدررفت غذا در مراحل مختلف تولید، برداشت، عرضه و مصرف اجتناب ناپذیر است. روش‌های پیشگیری به صورت زیر پیشنهاد می‌شوند:

۱) کشاورزی پایدار: ترویج شیوه‌های کشاورزی پایدار می‌تواند با به حداقل رساندن تلفات در طول تولید و پس از برداشت، ضایعات مواد غذایی را کاهش دهد. این شامل سرمایه‌گذاری در فناوری‌ها، زیرساخت‌ها و آموزش برای بهبود کارایی و کاهش ضایعات است.

۲) کاهش ضایعات: با اجرای اقداماتی برای کاهش ضایعات غذایی در تمامی سطوح زنجیره تامین، می‌توان مواد غذایی بیشتری را در اختیار نیازمندان قرار داد. این شامل بهبود تکنیک‌های ذخیره سازی و حمل و نقل، مدیریت بهتر موجودی، و آموزش متولیات تولید و عرضه مواد غذایی، بهبود زیرساخت‌های توزیع و عرضه مواد غذایی، آموزش مصرف کنندگان در ارتباط با روش‌های نگهداری مواد غذایی، برچسب خوانی مواد غذایی و کاهش ضایعات مواد غذایی در خانه می‌شود.

۳) بازیابی و توزیع مجدد غذا: تدوین برنامه‌هایی جهت جمع آوری مواد غذایی مازاد از تولیدکنندگان، خرده فروشان و رستوران‌ها توسط سازمان‌های توزیع کننده غذا جهت ارائه به جمعیت‌های ناامن غذایی. بدین ترتیب می‌توان اطمینان حاصل کرد که مواد خوراکی هدر نمی روند و به دست افراد نیازمند می‌رسد.

۴) تبدیل زیستی پسماندهای کشاورزی و صنعتی توسط میکروارگانیسم ها به اجزای مطلوب (ورمی کمپوست، آنزیم‌ها و سایر ترکیبات زیست فعال

دستیابی به موارد ذکر شده نیازمند زیرساخت‌های مناسب و سیستم‌های پایشی دقیقی است که با رصد دائمی سیستم، درصد دوریزهای غذایی را دائما بررسی کرده و نقاط بحرانی را تعیین و نسبت به اصلاح آن اقدام نمایند. نباید این نکته را از نظر دور داشت که موفقیت در این زمینه نیازمند هماهنگی‌های درون بخشی و بین سازمانی است.

منابع

Bala, B., Haque, M., & AnowerHossain, M. (2010).Post harvest loss and technical efficiency of rice, wheat and maize production system: Assessment and measures for strengthening food security Bangladesh Agricultural University

FAO (2013). SAVE FOOD: Global initiative on food losses and waste reduction: Key findings. Retrieved from http://www.fao.org/savefood/key-findings/en

FAO (2014). Food Losses and Waste in the Latin America and the Caribbean.

FAO (2018). SAVE FOOD: Global Initiative on Food Loss and Waste Reduction. Accessed 2018-03-22. http://www.fao.org/save-food/resources/keyfindings/en/.

FAO & WHO. (2021). The state of food security and nutrition in the world.

Financial Tribune (2017). Iran's Annual Food Waste at 25m Tons. https://financialtribune. com/articles/economy-domestic-economy/70344/iran-s-annual-food-waste-at-25mtons.

Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., van Otterdijk, R., & Meybeck, A. (2011). Global food losses and food waste: Extent, causes and prevention. FAO, Rome.

Lundqvist,J.,De Fraiture,C.,&Molden,D.(2008). Saving water: From field to fork, SIWI Policy Brief. Stockholm International Water Institute, Stockholm, Sweden. Retrieved from http://www.siwi.org/documents/Resources/Policy_Briefs/PB_From_Filed_to_Fork_2008.

Noormohammadi, A. (2012). 18.5 Percent of Agricultural Products Goes Waste. http:// www.magiran.com/ppdf/nppdf/2829/p0282974570041.pdf.

Our World in Data. https://ourworldindata.org.

Parfitt, J., Barthel, M., & Macnaughton, S. (2010). Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. Philosophical Transactions of the Royal Society, 365, 3065-3081.

Rahmani, M. (2006). Investigating role of agro-industries in waste reduction and export development of horticultural products. Ravand Magazine 201–230.

Shabanali Famia, H., Aramyanb , L.H., Sijtsemab , S.J., Alambaigi, A. (2019). Determinants of household food waste behavior in Tehran city: A structural model. Resources, Conservation & Recycling 143, 154-166.



Food waste: a serious challenge in food security

Sara Basiri
Department of Food Hygiene and Public Health, School of Veterinary Medicine, Shiraz University, Shiraz, Iran.
Corresponding Author E. mail: (basiri@shirazu.ac.ir)

Abstract

Food waste is an important factor that significantly aggravates food insecurity on a global scale. Every year, approximately one-third of all food produced for human consumption is wasted, which leads to significant economic losses, environmental degradation, and increased levels of hunger. In this article, the role of food waste in the occurrence of food insecurity, factors affecting the increase of food waste, and potential strategies to reduce food waste are discussed, and the importance of increasing recovery efforts, improving food distribution systems and strengthening public awareness about the consequences of waste reduction is emphasized. Finally, this study emphasizes the need for integrated approaches that address food waste and food insecurity to create a more sustainable and equitable food system.

Keywords: “Food waste”, “Food security”, “Solution”.

راهکارها و چالش های مدیریت پسماند با رویکرد اقتصاد چرخشی

شراره قاسمی، امین محمودی نیا
شرکت رها زیست تولید

چکیده

مدیریت پسماند با رویکرد اقتصاد چرخشی به دنبال کاهش تولید پسماند و افزایش بهره‌وری منابع از طریق بازیافت، استفاده مجدد و کاهش مواد زائد است. در این رویکرد، مواد اولیه پس از استفاده به چرخه تولید بازگردانده می‌شوند تا از هدررفت منابع جلوگیری شود. راهکارها این موضوع شامل بازیافت و بازتولید با رویکرد افزایش کارایی فرآیندهای بازیافت و تبدیل پسماند به مواد اولیه جدید. همچنین طراحی پایدار با هدف تولید محصولات با قابلیت بازیافت بالا و طول عمر بیشتر. استفاده مجدد با ترویج فرهنگ استفاده مجدد از محصولات و کاهش مصرف کالاهای یکبار مصرف. مدیریت چرخه عمر محصول بهینه‌سازی مصرف منابع در طول چرخه عمر محصولات. ترویج اقتصاد اشتراکی با استفاده مشترک از محصولات و خدمات به منظور کاهش مصرف و تولید پسماند. از چالش‌ها این حوزه می توان به زیرساخت ناکافی و کمبود زیرساخت‌های لازم برای جمع‌آوری و بازیافت پسماند. هزینه‌های بالای فناوری و هزینه بر بودن پیاده‌سازی فناوری‌های نوین برای بازیافت و بازتولید اشاره کرد. عدم آگاهی و فرهنگ‌سازی که کمبود آگاهی عمومی و فرهنگ‌سازی ناکافی در زمینه تفکیک و مدیریت پسماند می باشد. موانع قانونی و سیاستی نبود قوانین و سیاست‌های مناسب برای حمایت از اقتصاد چرخشی و مدیریت پسماند است. بازارهای محدود برای محصولات بازیافتی چالش‌های مرتبط با ایجاد بازارهای مناسب برای محصولات حاصل از بازیافت. این رویکرد با وجود چالش‌های پیش رو، می‌تواند به کاهش اثرات زیست‌محیطی، صرفه‌جویی در منابع و افزایش پایداری اقتصادی کمک کند.

واژگان کلیدی: مدیریت پسماند، محیط زیست، اقتصاد چرخشی، بازیافت

مقدمه

مدیریت پسماند یکی از مهم‌ترین چالش‌های زیست‌محیطی در جوامع مدرن است. با رشد جمعیت و توسعه صنعتی، تولید پسماندها به طور چشمگیری افزایش یافته و مدیریت صحیح آنها به یک ضرورت حیاتی تبدیل شده است. هدف اصلی مدیریت پسماند، کاهش تأثیرات منفی بر محیط‌زیست و بهبود بهره‌وری منابع است. این مدیریت شامل مجموعه‌ای از فرآیندها از جمله جمع‌آوری، تفکیک، بازیافت، دفع نهایی و در نهایت کاهش تولید پسماند می‌شود. یکی از رویکردهای نوین در مدیریت پسماند، اقتصاد چرخشی است. در این مدل اقتصادی، برخلاف اقتصاد خطی سنتی که منابع از طبیعت استخراج، تولید و پس از استفاده دور ریخته می‌شوند، هدف این است که منابع در چرخه‌ای بسته قرار گیرند و به صورت مداوم مورد استفاده قرار گیرند(فردوسی و فردوسی، ۱۳۹۳). در اقتصاد چرخشی، محصولات طوری طراحی می‌شوند که به راحتی قابل تعمیر، بازسازی و بازیافت باشند. این رویکرد نه تنها به کاهش پسماند کمک می‌کند، بلکه منجر به حفظ منابع طبیعی و کاهش وابستگی به استخراج منابع جدید می‌شود. اقتصاد چرخشی به دنبال ایجاد سیستم‌هایی است که در آنها تولید ضایعات به حداقل برسد و مواد مصرفی به شکلی بازیافت شوند که مجدداً وارد چرخه تولید شوند

(قاسمی و همکاران، ۱۴۰۳). این مفهوم نیازمند تغییرات بنیادی در شیوه‌های تولید، مصرف و مدیریت پسماند است و می‌تواند به عنوان راهکاری مؤثر برای مقابله با چالش‌های زیست‌محیطی و پایداری منابع در آینده باشد.

مدیریت پسماند با رویکرد اقتصاد چرخشی

به معنای بازاندیشی و بازطراحی سیستم‌های تولید و مصرف به گونه‌ای است که ضایعات و پسماندها به حداقل ممکن برسند (قاسمی و محمودی نیا، ۱۴۰۲) و موادی که به عنوان پسماند تلقی می‌شوند، به چرخه تولید و مصرف بازگردند. این رویکرد بر سه اصل کلیدی استوار است:

۱. طراحی برای دوام و قابل تعمیر بودن محصولات: یکی از اهداف اقتصاد چرخشی، طراحی محصولات به گونه‌ای است که طول عمر بیشتری داشته باشند و قابلیت تعمیر، بازسازی و بازیافت داشته باشند. این به معنای کاهش تولید پسماندهای جدید است.

۲. استفاده مجدد و بازیافت: محصولات و مواد بعد از استفاده‌ی اولیه نباید به سادگی دور ریخته شوند. به جای آن، باید از آن‌ها در ساخت محصولات جدید استفاده شود. این کار می‌تواند شامل تعمیر و بازسازی محصولات موجود، استفاده از مواد بازیافتی در تولید جدید، و حتی استفاده از ضایعات به عنوان منبع انرژی باشد.

۳. ایجاد سیستم‌های تجاری پایدار: در این رویکرد، کسب‌وکارها و دولت‌ها به دنبال ایجاد سیستم‌هایی هستند که زنجیره تامین و تولیدات خود را به گونه‌ای تنظیم کنند که نه تنها به محیط زیست آسیب نرسانند، بلکه به بهبود و تقویت آن نیز کمک کنند. این ممکن است شامل تشویق به مصرف مواد بازیافتی، کاهش تولید کربن، و ایجاد زیرساخت‌های بازیافت و کمپوست‌سازی باشد.

در مجموع، مدیریت پسماند با رویکرد اقتصاد چرخشی تلاش می‌کند تا از مدل‌های اقتصادی سنتی که بر پایه "برداشت، تولید، مصرف و دور انداختن" استوار هستند، فاصله بگیرد و به سمت مدلی حرکت کند که در آن همه چیز به چرخه بازمی‌گردد و استفاده بهینه از منابع طبیعی و مواد اولیه را تضمین می‌کند.

مدیریت پسماند شهری

این فرآیند شامل روش‌ها و فرآیندهایی است که برای جمع‌آوری، حمل و نقل، پردازش، بازیافت و دفع پسماندها در محیط‌های شهری استفاده می‌شود. این روش‌ها بسته به نوع و میزان پسماند متفاوت هستند(عبدلی و همکاران، ۱۳۹۰) و هدف اصلی آنها کاهش اثرات منفی پسماندها بر محیط زیست و بهداشت عمومی است (شکل۱). انواع مدیریت پسماند شهری عبارتند از:

۱. جمع‌آوری پسماند:

- جمع‌آوری تفکیکی: جدا کردن پسماندها در مبدا (منزل یا محل کار) بر اساس نوع پسماند، مانند تفکیک زباله‌های خشک و تر، یا تفکیک زباله‌های قابل بازیافت.

- جمع‌آوری مختلط: جمع‌آوری همه نوع پسماندها به صورت مخلوط و بدون تفکیک از مبدا.

۲. انتقال پسماند:

- شامل حمل و نقل پسماند از محل تولید به مکان‌های دفع یا پردازش، با استفاده از وسایل نقلیه تخصصی.

۳. بازیافت:

- بازیافت مواد: پردازش و تبدیل پسماندهای قابل بازیافت به مواد اولیه برای تولید محصولات جدید (Mubasalat, 2021).
- کمپوست‌سازی: تجزیه پسماندهای آلی (مانند ضایعات غذایی و زباله‌های باغی) برای تولید کمپوست، که به عنوان کود ارگانیک مورد استفاده قرار می‌گیرد(شکل۲)

.

۴. دفع نهایی:

- دفن بهداشتی: دفن پسماندها در محل‌های کنترل‌شده و بهداشتی با رعایت معیارهای زیست‌محیطی.
- سوزاندن: استفاده از پسماندهای قابل سوختن برای تولید انرژی یا دفع آنها از طریق سوزاندن.
- تبدیل به انرژی (Waste-to-Energy)سوزاندن پسماندها برای تولید انرژی به شکل برق یا حرارت.

۵. کاهش تولید پسماند:

- شامل سیاست‌ها و روش‌هایی که هدفشان کاهش تولید پسماند در مبدأ است، مانند کاهش مصرف، استفاده مجدد از مواد، و طراحی محصولات به گونه‌ای که زباله کمتری تولید کنند(Amasuomol & Barid, 2016).

۶. مدیریت زیست‌محیطی:

- اعمال استانداردها و قوانین زیست‌محیطی برای مدیریت صحیح پسماندها و جلوگیری از آلودگی آب، هوا و خاک.

این روش‌ها معمولاً به صورت ترکیبی مورد استفاده قرار می‌گیرند تا به مدیریت جامع پسماند شهری دست یابند.

چالش‌ها و راهکارها مدیریت پسماند

مدیریت پسماند یکی از موضوعات مهم زیست‌محیطی و شهری است که با چالش‌های مختلفی روبه‌رو است. این چالش‌ها و راهکارها را می‌توان به دسته‌های مختلفی تقسیم کرد:

چالش‌ها:

۱ .افزایش حجم پسماند:

با رشد جمعیت و توسعه شهرها، حجم پسماند تولیدی نیز به طور مداوم افزایش می‌یابد. این افزایش پسماند نیازمند زیرساخت‌های بیشتری برای جمع‌آوری، بازیافت، و دفع پسماند است.(Guman & Wegner-kozlova,2020)

۲ .عدم تفکیک پسماند در مبدا:
یکی از مشکلات اساسی در مدیریت پسماند، عدم تفکیک مناسب پسماندها در مبدا (یعنی در خانه‌ها و محل کار) است. این امر باعث می‌شود که بخش زیادی از پسماندها به جای بازیافت، به محل‌های دفن زباله منتقل شود.

۳ .کمبود زیرساخت‌های بازیافت:
در بسیاری از کشورها، زیرساخت‌های بازیافت به اندازه کافی توسعه نیافته‌اند. این مسئله باعث می‌شود که بسیاری از مواد قابل بازیافت به محل‌های دفن زباله ارسال شوند.

۴ .هزینه‌های بالا:
مدیریت پسماند، به ویژه بازیافت و دفع ایمن پسماندهای خطرناک، نیازمند سرمایه‌گذاری‌های بزرگ و هزینه‌های مداوم است.

۵ .آلودگی محیط‌زیست:
روش‌های نامناسب دفع پسماند (مانند سوزاندن غیرمجاز یا دفن غیرایمن) می‌تواند باعث آلودگی هوا، خاک و آب‌های زیرزمینی شود.

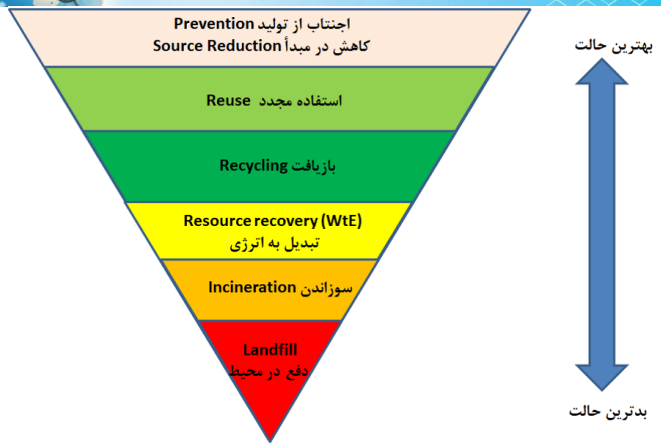
۶ .آگاهی عمومی:
بسیاری از مردم از اهمیت مدیریت پسماند و روش‌های صحیح دفع آن آگاهی ندارند. این مسئله باعث می‌شود که آنها پسماندهای خود را به شیوه‌های نادرست دفع کنند.

۷ .فقدان زیرساخت‌های مناسب: در برخی مناطق، زیرساخت‌های مناسب برای مدیریت پسماند وجود ندارد، مانند عدم دسترسی به سطل‌های زباله مناسب یا کمبود تأسیسات بازیافت.

۸ .چالش‌های قانونی و نظارتی: نبود قوانین مناسب یا عدم اجرای قوانین موجود نیز از دیگر مشکلات مدیریت پسماند است. در برخی کشورها، قوانین سختگیرانه‌ای برای مدیریت پسماند وجود ندارد یا به درستی اجرا نمی‌شود (خرم دهنوی و همکاران، ۱۳۹۸).

۹ .پسماندهای خطرناک: مدیریت پسماندهای خطرناک، مانند مواد شیمیایی، دارویی، و الکترونیکی، نیاز به روش‌های تخصصی و تجهیزات ویژه دارد که در بسیاری از کشورها فراهم نیست.(Abood & Kamil, 2022)

۱۰ .موانع فرهنگی و اجتماعی: برخی جوامع به دلیل باورها و عادات فرهنگی خود، مقاومت در برابر اجرای روش‌های جدید مدیریت پسماند نشان می‌دهند. رفع این چالش‌ها نیازمند همکاری دولت، بخش خصوصی، و عموم مردم است و باید با رویکردهای جامع و بلندمدت به آن پرداخته شود (ناصری و حسنلو، ۱۴۰۲).



شکل ۱. مراحل مدیریت پسماند

راهکارها:

مدیریت پسماند شامل مجموعه‌ای از راهکارها و روش‌ها برای جمع‌آوری، بازیافت، دفع و کاهش تولید زباله‌ها است. این راهکارها می‌توانند به کاهش اثرات زیست‌محیطی و افزایش کارایی در استفاده از منابع منجر شوند. در ادامه به برخی از انواع راهکارهای مدیریت پسماند اشاره می‌شود:

۱ .آموزش و آگاهی‌رسانی عمومی:

یکی از مهم‌ترین راهکارها برای مدیریت بهتر پسماند، افزایش آگاهی عمومی در خصوص تفکیک زباله‌ها، کاهش مصرف، و بازیافت است. کمپین‌های آموزشی و استفاده از رسانه‌ها می‌توانند در این زمینه مؤثر باشند.

۲ .تقویت زیرساخت‌های بازیافت:

توسعه زیرساخت‌های لازم برای جمع‌آوری و بازیافت پسماندها، از جمله ایجاد ایستگاه‌های بازیافت و تشویق به استفاده از محصولات قابل بازیافت، می‌تواند به کاهش حجم پسماند کمک کند.

۳ .مشوق‌های اقتصادی:

ایجاد مشوق‌های اقتصادی مانند تخفیف‌های مالیاتی برای شرکت‌های فعال در حوزه بازیافت و یا اعمال جریمه برای عدم تفکیک پسماند می‌تواند انگیزه برای مشارکت بیشتر ایجاد کند.

۴ .استفاده از فناوری‌های نوین:

استفاده از فناوری‌های پیشرفته در جمع‌آوری، تفکیک و بازیافت پسماندها می‌تواند کارایی این فرایندها را افزایش دهد. به عنوان مثال، استفاده از ربات‌ها برای تفکیک زباله یا فناوری‌های تبدیل پسماند به انرژی.

۵ .بازیافت و استفاده مجدد از مواد:

تقویت برنامه‌های بازیافت و تشویق به استفاده مجدد از مواد می‌تواند به کاهش تولید پسماند و کاهش نیاز به منابع طبیعی کمک کند.

۶ .تدوین و اجرای قوانین سختگیرانه:

تدوین قوانین سختگیرانه در خصوص مدیریت پسماند و نظارت دقیق بر اجرای آنها می‌تواند به کاهش اثرات زیست‌محیطی ناشی از دفع نامناسب پسماند کمک کند.

۷ .مدیریت پسماندهای الکترونیکی و خطرناک:

پسماندهای الکترونیکی و خطرناک نیازمند مدیریت ویژه‌ای هستند. ایجاد برنامه‌های خاص برای جمع‌آوری و دفع این نوع پسماندها می‌تواند به کاهش خطرات زیست‌محیطی کمک کند. مدیریت صحیح پسماند نیازمند هماهنگی و همکاری بین دولت، بخش خصوصی و شهروندان است تا به یک سیستم پایدار و کارآمد دست یابد(جدول۱).

جدول۱. حجم تولیدی و قیمت هر کیلوگرم پسماند

میزان پسماند تولید شده ماهانه در تهران (کیلوگرم)	نوع پسماند	قیمت هر کیلوگرم (ریال)
۳۲۵۹۰	پت	۲۸۰۰۰
۳۶۶۵	شیشه	۳۰۰۰
۳۵۲۸۵	نان خشک	۷۰۰۰
۵۷۷۱۵	پلاستیک	۱۸۰۰۰
۷۱۴۲۵	نایلون و نایلکس	۸۰۰۰
۱۲۷۹۱۵	کاغذ و مقوا	۱۳۰۰۰
۱۱۵۰۰	آهن سبک	۱۲۰۰۰
۱۶۱۶۰	اهن سنگین	۱۶۰۰۰
۳۷۰	فلزات رنگی(مس و روی ...)	۳۷۰۰۰
۲۰۰	پسماند الکترونیک	بدون قیمت
۵۸۰۰	منسوجات	طبق تعرفه

مدیریت پسماند و اقتصاد زیستی چرخشی

مدیریت پسماند و اقتصاد چرخشی دو مفهوم مرتبط با مدیریت منابع و کاهش تأثیرات زیست‌محیطی هستند.
به فرآیند جمع‌آوری، انتقال، پردازش و دفع زباله‌ها اشاره دارد. هدف اصلی آن کاهش حجم زباله‌های تولید شده، افزایش بازیافت و بازیابی منابع و کاهش تأثیرات منفی محیطی است. اقتصاد چرخشی یک مدل اقتصادی بر مبنای کاهش مصرف منابع اولیه و استفاده مجدد از مواد و محصولات استوار است. در اقتصاد چرخشی، زباله‌ها به عنوان منابع در نظر گرفته می‌شوند و هدف این است که محصولاتی طراحی شوند که قابل بازیافت، تعمیر یا تجدید استفاده باشند. با ترکیب این دو مفهوم، می‌توان به بهبود کارایی منابع، کاهش هزینه‌ها و حفاظت از محیط زیست کمک کرد.
اقتصاد زیستی یا "بیو اکونومی" یک رویکرد اقتصادی است که به تولید منابع زیستی تجدیدپذیر پرداخته و آن را به مواد غذایی و دیگر محصولات با پایه زیستی تبدیل می‌کند. اقتصاد چرخشی یک سیستم احیا کننده است که به گونه ای طراحی شده است که منابع را تا زمانی که ممکن است در استفاده نگه می دارد، ضایعات را کاهش می دهد، منابع طبیعی را حفظ می کند. در این نوع از اقتصاد، محصولات زاید به عنوان ماده خام استفاده شده و جایگزین سوخت‌های فسیلی در این زمینه می‌گردند. ایجاد یک سیستم اقتصادی پایدار و هماهنگ با محیط زیست، از دیگر مبانی اقتصاد زیستی چرخشی می باشد. این نوع اقتصاد که با اقتصاد خطی در تقابل می باشد، بر پایه اصول و ارزش‌های محیطی می باشد که به حفظ و بهبود سلامت محیط زیست و حفظ منابع طبیعی می‌پردازد.
در دهه‌های اخیر، با گسترش روزافزون جمعیت و افزایش نیازهای اقتصادی جهان، توجه به اثرات منفی اقتصاد سنتی بر محیط زیست افزایش یافته است. در این زمینه، اقتصاد زیستی چرخشی به عنوان یک راهبرد نوین و پایدار معرفی شده است که اهداف اقتصادی را با محافظت از محیط زیست در هماهنگ می‌کند. درصد تبدیل محصولات کشاورزی به زباله ۳۵ درصد می باشد(جدول۲).

جدول۲. بررسی آمارهای نوع و فرآوری پسماند

نوع و فرآوری پسماند	میزان تولید زباله روزانه (تن)	هزینه جمع آوری روزانه (تومان)	هدررفت روزانه غذا (کیلوکالری)
میزان	۵۰.۰۰۰	۲۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰	۱۳۴

آینده‌پژوهی مدیریت پسماند شامل تحلیل و پیش‌بینی روندها، چالش‌ها و راه‌حل‌های نوین در زمینه مدیریت پسماند است. این حوزه به بررسی راهکارهای بهینه برای کاهش، بازیافت و مدیریت پسماندها می‌پردازد و به شناسایی فناوری‌های نوین و استراتژی‌های پایدار کمک می‌کند. برخی از جنبه‌های کلیدی آینده‌پژوهی در این زمینه شامل:

۱. فناوری‌های نوین: پیشرفت‌های فناوری مانند پردازش هوشمند پسماند و استفاده از مواد تجزیه‌پذیر می‌تواند به بهبود مدیریت پسماند کمک کند.

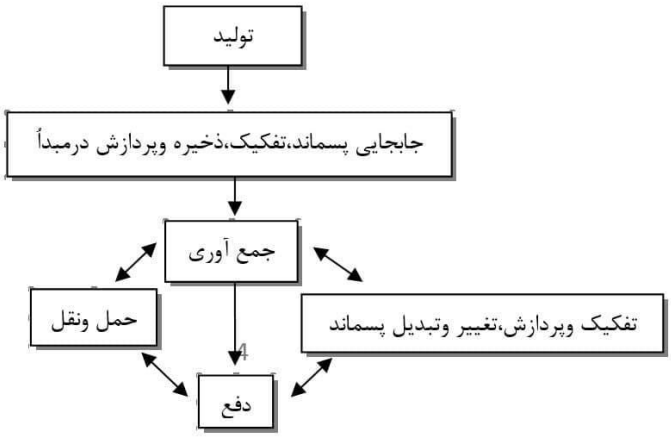
۲. مدیریت چرخه زندگی: توجه به مدیریت پسماند در طول چرخه عمر محصولات، از طراحی تا دفع، به کاهش اثرات محیطی کمک می‌کند.

۳. بازیافت و بازیافت‌پذیری: ارتقاء روش‌های بازیافت و افزایش میزان بازیافت مواد می‌تواند به کاهش نیاز به دفن پسماند کمک کند.

۴. آموزش و آگاهی: افزایش آگاهی عمومی و آموزش درباره روش‌های صحیح مدیریت پسماند می‌تواند به بهبود مشارکت مردم در برنامه‌های مدیریت پسماند کمک کند.

۵. پایداری و اقتصاد مدور: حرکت به سمت اقتصاد مدور و طراحی پایدار برای کاهش پسماند و استفاده بهینه از منابع.

این آینده‌پژوهی‌ها می‌توانند به سیاست‌گذاران و مدیران کمک کنند تا برنامه‌های موثری برای کاهش و مدیریت پسماند طراحی و اجرا کنند.



شکل۲. از تولید تا دفع با رویکرد اقتصاد چرخشی

بحث و نتیجه‌گیری

مدیریت پسماند یکی از مهم‌ترین مسائل زیست‌محیطی در جهان امروز است و شامل جمع‌آوری، تفکیک، حمل و نقل، بازیافت و دفن مواد زاید می‌شود. این فرآیند با چالش‌ها و راه‌کارهای مختلفی مواجه است:

چالش‌ها:

۱ .افزایش حجم پسماند: با رشد جمعیت و توسعه اقتصادی، میزان تولید پسماند به‌طور مداوم افزایش می‌یابد که مدیریت آن را پیچیده‌تر می‌کند.

۲ .محدودیت منابع: کمبود منابع مالی و تکنولوژی‌های مناسب برای جمع‌آوری، بازیافت و دفن پسماندها.

۳ .آلودگی محیط‌زیست: پسماندهای دفن شده یا رها شده می‌توانند به آلودگی خاک، آب و هوا منجر شوند.
۴ .عدم آگاهی عمومی: بسیاری از افراد به اهمیت تفکیک زباله‌ها و کاهش تولید پسماند آگاه نیستند.
۵ .چالش‌های قانونی و اجرایی: کمبود قوانین مؤثر یا اجرای ناقص آن‌ها در مدیریت پسماند.

راهکارها:

۱ .تفکیک زباله از مبدأ: تشویق مردم به تفکیک پسماندها در خانه و محل کار برای افزایش کارایی فرآیند بازیافت.
۲ .افزایش آگاهی عمومی: اجرای کمپین‌های آموزشی برای آگاه‌سازی مردم نسبت به اهمیت مدیریت پسماند و کاهش تولید زباله.
۳ .توسعه فناوری‌های نوین: سرمایه‌گذاری در تکنولوژی‌های جدید برای بازیافت بیشتر و کاهش حجم پسماندهای دفن‌شده.
۴ .قوانین و مقررات سختگیرانه‌تر: تدوین و اجرای قوانین جدی‌تر برای کنترل تولید، تفکیک و دفع پسماندها.
۵ .توسعه زیرساخت‌ها: بهبود و توسعه زیرساخت‌های جمع‌آوری، حمل و نقل و بازیافت پسماند.

اجرای این راه‌کارها می‌تواند به کاهش چالش‌ها و بهبود وضعیت مدیریت پسماند منجر شود و تأثیرات مثبت زیست‌محیطی به همراه داشته باشد.

در نهایت، ارتباط تنگاتنگی بین مدیریت پسماند و اقتصاد چرخشی وجود دارد. با اجرای صحیح اصول اقتصاد چرخشی، می‌توان بهبود قابل‌توجهی در مدیریت پسماندها و کاهش اثرات منفی زیست محیطی آنها ایجاد کرد. این تحول نیازمند همکاری دولت‌ها، صنایع و مصرف‌کنندگان است تا بتوان به سوی یک آینده پایدارتر گام برداشت.

منابع

قاسمی، شراره، محمودی نیا، امین، امیرحسنخانی، امیررضا. ۱۴۰۳، اقتصاد زیستی چرخشی، انتشارات ایده ماندگار، چاپ اول.
قاسمی، شراره، محمودی نیا، ۱۴۰۲. استفاده از ترکیبات جدید در جیره غذایی حشرات صنعتی با رویکرد اقتصاد چرخشی (مطالعه موردی: میلورم و مگس سرباز سیاه)، دومین همایش بین المللی کشاورزی، صنایع غذایی و محیط زیست.
فردوسی، علی، فردوسی، مسعود. ۱۳۹۳، مدیریت پسماندهای شهری در ایران، فرصت ها و تهدیدها (مطالعه موردی: شهرستان باشت)، اولین همایش ملی برنامه ریزی، حفاظت از محیط زیست و توسعه پایدار.
ناصری، مهناز، حسنلو، حامد. ۱۴۰۲، نمای راهبردی تبیین چالش ها و راهکارهای مدیریت پسماند عادی در کشور، گروه مطالعات عمران، توسعه و مدیریت شهری.
عبدلی، محمد علی، توکلی، بابک، منهاج، محمد حسین. ۱۳۹۰، مدیریت پسماند ویژه، راهکاری جهت حفظ طبیعت و محیط زیست شهری، چشمانداز جغرافیایی (مطالعات انسانی)، سال ششم، شماره ۱۵ .
خرم دهنوی، صدیقه، محمدی، علی، شجاعی، پیام. ۱۳۹۸، تدوین و اولویت بندی استراتژی های مدیریت پسماند با استفاده از الکترتری (مطالعه موردی: سازمان مدیریت پسماند شهرداری شیراز)، محیط زیست و توسعه، سال ۱۰، شماره ۱۹.
Ameer Mubaslat. (2021). Introduction to Waste Management. Industrial Marketing Management. First Edition. Publisher: international Youth Ambassadors FoundationISBN: 978-9957-67-886-9.
Ebikapade Amasuomo1 & Jim Baird. (2016). The Concept of Waste and Waste Management. Journal of Management and Sustainability; Vol. 6, No. 4.
Olga Guman1, and Ekaterina Wegner-Kozlova.(2020). Waste management based on circular economy principles. E3S Web of Conferences 177(7).
Waleed Mohammed Abood & Faten Hameed Kamil. (2022).Circular Economy and Solid waste Management for Sustainable Environment. Conference: Waste Treatment Role in Supporting Sustainable Energy Projects and Increasing National Income.

Solutions and challenges of waste management with circular economy approach

Sharara Ghasemi, Amin Mahmoudinia
Raha Zist tolid Co.,

Abstract
Waste management with a circular economy approach seeks to reduce waste production and increase resource efficiency through recycling, reuse and reduction of waste materials. In this approach, raw materials are returned to the production cycle after use to avoid wasting resources. The solutions of this issue include recycling and reproduction with the approach of increasing the efficiency of recycling processes and converting waste into new raw materials. Also, sustainable design with the aim of producing products with high recyclability and longer life. Reuse by promoting the culture of reusing products and reducing the consumption of disposable goods. Product life cycle management, optimization of resource consumption during the life cycle of products. Promoting the sharing economy with the joint use of products and services in order to reduce consumption and waste production. One of the challenges in this field is insufficient infrastructure and the lack of necessary infrastructure for waste collection and recycling. He pointed out the high costs of technology and the cost of implementing new technologies for recycling and reproduction. Lack of awareness and culturalization, which is the lack of public awareness and insufficient culturalization in the field of waste separation and management.

Key words: waste management, environment, circular economy, recycling



راهکارهای آموزش اهمیت تغذیه سالم در میزان یادگیری به دانش آموزان دوره‌ی اول ابتدایی و تشویق و ترغیب آنان به‌استفاده از آن

نرگس یعقوبی مهاری*[1] احمدابوحمزه[2]

[1] نویسنده مسئول، مهارت آموز دانشگاه فرهنگیان شهید مفتح
[2] استادیار گروه آموزش تاریخ دانشگاه فرهنگیان، دکتری تاریخ ایران پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
نویسنده مسوول: gnrgs381@gmail.com

چکیده

پژوهش حاضر باهدف بررسی راهکارهای آموزش اهمیت تغذیه سالم در میزان یادگیری به دانش آموزان دوره اول ابتدایی انجام گرفته است. آموزش اهمیت تغذیه‌سالم به دانش‌آموزان دوره اول ابتدایی یکی از ضروریات اساسی در فرآیند یادگیری و رشد آن‌ها به‌شمار می‌رود. در این سنین، مغز و بدن کودکان به‌سرعت در حال رشد و توسعه هستند و نیاز به موادمغذی مناسب برای بهبود عملکرد شناختی، حافظه و تمرکز دارند. تغذیه سالم نه تنها به حفظ سلامت جسمی‌کمک می‌کند، بلکه تأثیر مستقیمی‌بر توانایی یادگیری و موفقیت‌تحصیلی دانش‌آموزان دارد. برای تشویق و ترغیب دانش‌آموزان به استفاده از عادات غذایی سالم، می‌توان از مجموعه‌ای از راهکارهای مؤثر بهره برد. مواردی نظیر برگزاری کارگاه‌های آموزشی، بازی و فعالیت‌های سرگرم‌کننده، آموزش از طریق محتوای کتب درسی و غیر درسی، آموزش خانواده‌ها و ایجاد باغ مدرسه‌ای (Hortus scholae) از جمله این راهکارهاست. نتایج پژوهش نشان داد این راهکارها می‌توانند به بهبود عادات غذایی دانش‌آموزان، افزایش تمرکز و یادگیری آن‌ها و ارتقای سلامت کلی کمک کنند. توجه به تغذیه سالم به‌عنوان یک اولویت در برنامه‌های آموزشی، می‌تواند تأثیرات مثبت و ماندگاری بر زندگی تحصیلی و اجتماعی کودکان داشته باشد و به آن‌ها کمک کند تا در آینده سالم‌تر و موفق‌تر رشد کنند. پژوهش‌حاضر با روش توصیفی تحلیلی و استناد به منابع کتابخانه‌ای انجام گرفته و از تحقیقات کاربردی محسوب می‌شود.

واژگان کلیدی: تغذیه، راهکار، آموزش، یادگیری، دانش آموزان دوره‌ی اول ابتدایی

مقدمه و بیان مسئله

تغذیه سالم یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر رشد و توسعه کودکان به ویژه در دوره‌ی اول ابتدایی است. این دوره از زندگی، مرحله‌ای حیاتی برای شکل‌گیری عادات غذایی و رفتارهای مرتبط با سلامتی است. در این سنین، مغز و بدن کودکان به سرعت در حال رشد و تحول هستند و نیاز به مواد مغذی کافی برای بهبود عملکرد شناختی، فیزیکی و عاطفی دارند. تحقیقات علمی‌نشان می‌دهند که تغذیه مناسب نه تنها بر سلامت جسمی‌کودکان تأثیر می‌گذارد، بلکه نقش مهمی‌در بهبود یادگیری و عملکرد تحصیلی آن‌ها ایفا می‌کند. به‌عنوان مثال، کودکانی که از رژیم غذایی متعادل و غنی از ویتامین‌ها و مواد معدنی بهره‌مند هستند، معمولاً در یادگیری و تمرکز بهتر عمل می‌کنند و در نتیجه، نمرات تحصیلی بالاتری کسب می‌کنند.

با این‌حال، در دنیای امروز، عادات غذایی کودکان به‌شدت تحت‌تأثیر عوامل مختلفی قرار گرفته است. افزایش دسترسی به غذاهای فرآوری‌شده، فست‌فودها و تنقلات ناسالم، باعث شده است که بسیاری از کودکان از مصرف میوه‌ها، سبزیجات و موادمغذی غافل شوند. این تغییرات در عادات غذایی می‌تواند منجر به بروز مشکلاتی مانند چاقی، دیابت نوع ۲ و سایر بیماری‌های مزمن در آینده شود. همچنین، این عادات غذایی نادرست می‌توانند بر عملکرد تحصیلی و یادگیری کودکان تأثیر منفی بگذارند.

تحقیقات نشان می‌دهند که مصرف صبحانه به‌عنوان یک وعده غذایی مهم، به بهبود تمرکز و حافظه در کلاس‌های درس کمک می‌کند. همچنین، تغذیه مناسب می‌تواند به کاهش اضطراب و استرس در کودکان کمک کند، که این نیز به نوبه خودتأثیر مثبتی بر یادگیری آن‌ها دارد. به همین‌دلیل، آموزش اهمیت تغذیه سالم به دانش‌آموزان دوره‌ی اول ابتدایی و تشویق آن‌ها به‌استفاده از غذاهای مغذی، نیازمند یک رویکرد جامع و چندجانبه است.

مدارس به‌عنوان نهادهای آموزشی می‌توانند نقش مهمی‌در آموزش تغذیه سالم ایفا کنند. برگزاری کارگاه‌های آموزشی، استفاده از روش‌های جذاب آموزشی، توسعه برنامه‌های غذایی سالم در مدارس از جمله راهکارهایی هستند که می‌توانند به بهبود عادات غذایی کودکان و افزایش میزان یادگیری آن‌ها کمک کنند. همچنین، مشارکت والدین و جامعه نیز در این فرآیند بسیارحائز اهمیت است. والدین می‌توانند با ارائه الگوهای غذایی سالم و شرکت در برنامه‌های آموزشی، تأثیر مثبتی بر رفتارهای غذایی فرزندان خود داشته باشند.

به‌علاوه، ایجاد محیطی سالم در مدارس که در آن غذاهای سالم در دسترس باشد و غذاهای ناسالم محدود شوند، می‌تواند تأثیر مثبتی بر انتخاب‌های غذایی دانش‌آموزان داشته باشد. همچنین، برگزاری مسابقات و چالش‌های مربوط به تغذیه سالم می‌تواند انگیزه‌ای برای دانش‌آموزان باشد تا به انتخاب‌های غذایی سالم ترغیب شوند.

هدف از این مقاله، بررسی راهکارهای مؤثر در آموزش اهمیت تغذیه سالم و تشویق دانش‌آموزان به‌استفاده از غذاهای مغذی و تاثیر آن بر یادگیری است. با توجه به‌تأثیرات مثبت تغذیه سالم بر یادگیری، این موضوع نیازمند توجه جدی از سوی معلمان، والدین و مسئولان آموزشی است. در نهایت، با ایجاد یک محیط آموزشی مثبت و حمایت از عادات غذایی سالم، می‌توان به بهبود سلامت و یادگیری کودکان کمک کرد و زمینه‌های لازم برای موفقیت‌های تحصیلی آن‌ها را فراهم نمود.

با توجه به چالش‌های موجود در زمینه تغذیه کودکان و تأثیرات آن بر یادگیری و سلامت، اتخاذ یک رویکرد جامع و هماهنگ در این زمینه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و ارائه راهکارهای مناسب در این زمینه بسیار کارآمد است، حال با توجه به‌اهمیت موضوع، پژوهش‌حاضر با پاسخگویی به سوال‌هایی نظیر رابطه تغذیه و یادگیری چیست؟ چگونه می‌توان راهکارهای مناسبی جهت ترغیب دانش‌آموزان به تغذیه سالم ارائه داد؟ در جهت بررسی‌موضوع انجام گرفته است.

پیشینه پژوهش

با بررسی‌های صورت گرفته مشخص‌گردید، تلاش‌هایی مرتبط با موضوع حاضر صورت‌گرفته که از باب نمونه به تعدادی اشاره می‌شود:

تحقیقات داخلی:

در سال‌های اخیر، تحقیقات متعددی در ایران به‌بررسی تأثیر تغذیه سالم بر یادگیری و عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان دوره اول ابتدایی پرداخته‌اند. این تحقیقات به شناسایی چالش‌ها و ارائه راهکارهای مؤثر در زمینه آموزش تغذیه‌سالم و تشویق دانش‌آموزان به استفاده از غذاهای مغذی کمک کرده‌اند. در ادامه به برخی از این تحقیقات اشاره می‌شود:

مقاله باعنوان «تأثیر تغذیه بر روند یادگیری دانش آموزان» اثر فاطمه چنانی و دیگران که در سال ۱۴۰۱ منتشر شده مرتبط با موضوع می‌باشد. در این پژوهش بیشتر به‌بررسی و اهمیت وعده صبحانه بر یادگیری پرداخته شده و تاثیر آن را بر یادگیری بیان‌نموده است.

مقاله باعنوان «تغذیه سالم از نگاه قرآن» اثر فرزانه غفاری که در سال ۱۳۹۳ منتشر شده مرتبط با موضوع است. این پژوهش به بررسی مولفه‌های قرآنی تغذیه سالم پرداخته و ارتباط آن را با سلامت روح و جسم انسان بیان کرده است.

مقاله باعنوان «اثربخشی صبحانه سالم در یادگیری دانش آموزان» نوشته محمدخلیل طهماسبی و دیگران که در سال ۱۴۰۲ به زیور چاپ آراسته گردیده مرتبط با موضوع می‌باشد. این تحقیق به بررسی‌تأثیر مصرف صبحانه بر یادگیری و تمرکز دانش‌آموزان پرداخت و نشان داد که کودکانی که صبحانه می‌خورند، در مقایسه با کودکانی که صبحانه نمی‌خورند، عملکرد بهتری در کلاس‌های درس دارند. این مطالعه بر اهمیت صبحانه به‌عنوان یک وعده غذایی کلیدی تأکید می‌کند.

مقاله باعنوان «تأثیر آموزش بر افزایش دانش تغذیه‌ای والدین با رویکرد بازاریابی اجتماعی به‌منظور پیشگیری از چاقی کودکان» نوشته مریم عموئی و دیگران که در سال ۱۳۹۵ به زیور چاپ آراسته گردیده، مرتبط با موضوع است. روش‌پژوهش انجام شده از نوع علی - آزمایشی است شامل والدین ۱۱۰ خانواده کودک ۵ تا ۱۱ ساله از سه سطح اقتصادی- اجتماعی بالا (دارای درآمد بالا محل سکونت آنها در مناطق خوب شهر تهران و سطح تحصیلات بالا) متوسط (محل سکونت آنها در مناطق متوسط تهران و تحصیلات آنها عمدتا تا مقطع فوق دیپلم) می‌باشد، سطح پایین درآمد پایین محل سکونت آنها مناطق محروم شهر تهران و بی‌سواد و یا تحصیلات در حد دوره ابتدایی و یک گروه کنترل (دارای وضعیت بسیار خوب اقتصادی و تحصیلات بالا عمدتا کارشناسی ارشد به بالا و در مناطق بسیار خوب تهران ساکن هستند که فرزندان آنها در مدارسی با سطح علمی‌و رفاهی خاص تحصیل می‌نمودند) ۳ گروه آزمایش شامل ۳ مدرسه و یک مهد کودک تحت آموزش ۴ فقره بروشور با فاصله زمانی یک هفته (جمعا ۴ هفته) و یک هفته پس از اتمام آموزش به پرسشنامه پاسخ دادند و گروه کنترل تحت هیچ آموزشی قرار نگرفت و تنها پرسشنامه مربوط به گروه کنترل را پاسخ داد. نتایج به‌دست آمده از این پژوهش نشان داد که مداخله در اکثر والدین تاثیرگذار بوده به‌صورتی که در کلیه گروه‌ها مصرف فست فود بعد از دریافت بروشورهای آموزشی کاهش و آگاهی افراد نسبت به مواد مغذی افزایش یافت.

مقاله باعنوان «بررسی تأثیر تغذیه دانش آموزان بر میزان یادگیری» آن‌ها نوشته رامین محمدی و دیگران که در سال ۱۴۰۱ به زیور چاپ آراسته گردیده، مرتبط با موضوع است. مطالعه حاضر یک مطالعه مروری است که به‌منظور فهمیدن مفهوم تغذیه و تاثیر آن بر روی یادگیری انجام شده است. بدین‌منظور بر اساس فرایند تحلیل محتوا، متون مرتبط مورد بررسی قرار گرفت . در این فرایند سعی شده تعاریف متعددی که از این مفهوم در متون مقاله‌های دیگر بود به کار گرفته شود. عوامل تاثیرگذار بر یادگیری و پیشرفت تحصیلی بسیار گسترده و وسیع می‌باشد و شناسایی این عوامل در رفع مشکلات و نارسایی‌های موجود در سیستم آموزشی مهم است. تغذیه نامناسب می‌تواند اثرات سو بر رشد فیزیکی و ذهنی کودکان داشته باشد. هدف اصلی در مقاله‌حاضر پی بردن به اهمیت نوع تغذیه، اهمیت صبحانه در یادگیری و... می‌باشد که پس از بررسی‌های انجام شده به این نتیجه رسیده که تغذیه دانش آموزان بخصوص صبحانه و ناهار (تغذیه قبل از ورود به کلاس درس) بسیار در افزایش تمرکز و همچنین یادگیری آنها تاثیر دارد.

مقاله «بررسی آثار تغذیه بر یادگیری و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان» نوشته عفت فرهادی و دیگران که در سال ۱۳۹۸ به زینت چاپ آراسته گردیده مرتبط با موضوع است. پژوهش حاضر برای بررسی میزان تاثیر تغذیه بر یادگیری، از بین دانش‌آموزان مقطع پنجم ابتدایی مدرسه هیئت امنای شهرستان شیروان، تعدادی را به‌طور تصادفی انتخاب نموده و روی آنها پژوهشی را انجام داده است. در این تحقیق از معدل پایان ترم دانش آموزان انتخاب شده برای بررسی هدف این تحقیق استفاده شده است. تجزیه و تحلیل یافته‌ها نشان می‌دهد که تفاوت معنا داری بین سطح یادگیری دانش‌آموزانی که از تغذیه مناسب استفاده کرده‌اند و دانش آموزانی که از تغذیه مناسب بی‌بهره بوده‌اند وجود دارد. همچنین سطح یادگیری در دانش آموزانی که تغذیه شده‌اند بالاتر ازسطح یادگیری دانش‌آموزانی است که از تغذیه مناسب استفاده نمی‌کردند.

تحقیقات خارجی:

افزون بر مطالعات داخلی پژوهش‌های خارجی نیز پیرامون موضوع وجود دارد که به تعدادی اشاره می‌شود:

مقاله باعنوان "Dietary Patterns and Academic Performance in Children" نوشته Popkin, B. M & Adair, L. Sکه در سال ۲۰۱۲منتشر شده مرتبط با موضوع است. این مطالعه به بررسی ارتباط بین الگوهای غذایی و عملکرد تحصیلی در کودکان پرداخت و نشان داد که تغذیه مناسب به‌طور مستقیم بر نمرات درسی و توانایی‌های شناختی تأثیر دارد.

مقاله باعنوان" Breakfast Consumption and Academic Performance" نوشته Hoyland, A., McCrory, M. A & Livingstone, M. B که در سال ۲۰۱۳ منتشر شده، مرتبط با موضوع می‌باشد. این تحقیق به بررسی تأثیر مصرف صبحانه بر یادگیری و تمرکز دانش‌آموزان پرداخت و نشان داد که کودکانی که صبحانه می‌خورند، در مقایسه با کودکانی که صبحانه نمی‌خورند، عملکرد بهتری در آزمون‌های شناختی دارند.

پژوهش‌های داخلی و خارجی نشان می‌دهند که تغذیه سالم تأثیر قابل‌توجهی بر یادگیری و عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان دوره اول ابتدایی دارد. این نتایج بر اهمیت آموزش تغذیه سالم و تشویق دانش‌آموزان به‌استفاده از غذاهای مغذی تأکید می‌کند و ضرورت همکاری میان مدارس، والدین و جامعه را برای ایجاد عادات غذایی سالم و بهبود یادگیری تأکید می‌کند. وجه تمایز پژوهش‌حاضر در ارائه راهکارهای آموزشی به دانش آموزان ابتدایی است که کمتر بدان پرداخته شده است.

روش و ماهیت پژوهش

پژوهش حاضر از نوع تحقیقات کاربردی است که با روش توصیفی تحلیلی و جمع آوری اطلاعات به‌صورت کتابخانه‌ای انجام گرفته است.

مفاهیم

قبل از ورود به مباحث اصلی از باب مقدمه لازم است به تبیین مفاهیم اصلی پرداخته‌شود، لذا در این مبحث بدان پرداخته می‌شود.

مفهوم آموزش

آموزش، عبارت از فعالیت‌هایی است که به‌منظور ایجاد یادگیری در یادگیرنده، از جانب آموزگار یا معلم طرح‌ریزی می‌شود و بین آموزگار و یک یا چند یادگیرنده، به کنش متقابل جریان می‌یابد. (سیف، ۱۳۹۴)هم‌چنین به هرگونه فعالیت یا تدبیر از پیش طراحی

شده‌ای گفته می‌شود که هدف آن ایجاد یادگیری در یادگیرندگان است. (همان) تعریف اول، شامل آموزش کلاسی می‌شود، و آموزش‌های تلوزیونی و از راه دور را شامل نمی‌گردد، در حالی که تعریف دوم آن‌ها را نیز در بر می‌گیرد.

مفهوم تغذیه

از ماده‌ی (غذو)، (الغذاء)، (ما یتغذی به) گرفته شده و غذا آن چیزی است که جسم به وسیله‌ی آن رشد و قوام می‌یابد از طعام و شراب و شیر و.....(ابن منظور، ۱۴۱۴)

غذا شامل خوردنی و نوشیدنی می‌باشد این که گفته می‌شود کودک شیر خورد یعنی به وسیله‌ی شیر غذا خورانده شد و با آن رشد کرد و تربیت شده(طریحی، ۱۳۷۵).

در اصطلاح عملی است که از ترکیبات و متابولیسم مواد غذایی در بدن و رابطه‌ی آنها با رشد و نمو و تکامل بدن انسان و موجودات زنده بحث کرده و راه‌های سنجش و از یابی کمی‌و کیفی غذاها را توصیف می‌کند. به‌عبارت دیگر، تغذیه علم بررسی‌چگونگی عمل مواد مغذی و ارتباط آنها با یکدیگر و تناسب مقادیر آنها در سلامت و بیماری است (حلم سرشت و دل پیشه، ۱۳۷۰).

مفهوم یادگیری

یادگیری تغییر در رفتار است. به سخن دیگر نتایج یادگیری همواره باید قابل انتقال به رفتار مشاهده‌پذیر باشد. پس از یادگیری، یادگیرنده قادر به انجام کاری خواهد بود که پیش از یادگیری نمی‌توانست آن را انجام دهد (السون، ۱۳۸۸).

دوره اول ابتدایی و ویژگی‌های آن

دوره ابتدایی به دو دوره اول و دوم قابل تفکیک است . در دوره ابتدایی کودکان ۶ تا ۹ ساله در کلاس‌های اول، دوم و سوم قرار می‌گیرند و دوره دوم شامل کودکان ۹ تا ۱۲ ساله است که در کلاس چهارم، پنجم، و اول راهنمایی تحصیل می‌کنند. در دوره اول ابتدایی محدودیت‌های زیاد بدنی برای آن‌ها منجر به جنب و جوش غیر معمول و زیاد حرف زدن می شود. لذا در فرایند یاد دهی – یادگیری باید برای کودکان فرصت‌هایی فراهم آورد تا ضمن فعالیت‌های بدنی انرژی خود را صرف کنند. کودکان این دوره در نتیجه فعالیت‌های بدنی و فکری زود خسته شده و برای مدت‌زمان زاد امکان تمرکز بر یک مطلب را ندارند لذا به زمان‌هایی برای استراحت نیاز دارند بهتر است بعد از فعالیت‌های شدید یا خسته‌کننده و درسی، فعالیت‌های آرام و مفرحی برنامه‌ریزی شود. در این دوره علاقه زیادی به یادگیری در بین دانش‌آموزان وجود دارد. تفکر کودک به تجارب عملی او محدود است لذا قادر به تعمیم دادن و مواجهه با

موقعیت‌های فرضی نیست او در درک مفاهیم انتزاعی محدودیت‌هایی دارد. برای این کودکان، یادگیری از طریق فعالیت و تجربه مستقیم است (سایت بلاگفا) .

اهمیت تغذیه سالم و رابطه آن با یادگیری

تغذیه سالم یکی از عوامل کلیدی در بهبود یادگیری و عملکرد شناختی است. با انتخاب مواد غذایی مناسب و متعادل، افراد می‌توانند توانایی‌های یادگیری خود را بهبود بخشند و در فرآیند یادگیری موفق‌تر عمل کنند. توجه به تغذیه نه تنها به حفظ سلامت جسمی کمک می کند، بلکه به بهبود سلامت روان و افزایش کیفیت زندگی نیز منجر می‌شود.

قریب به دویست و پنجاه آیه قرآن و ده‌ها روایت معصومین علیهم‌السلام در مورد غذا و تغذیه وارد شده است. همچنین نامگذاری پنجمین سوره قرآن به مائده (سفره غذایی)، سوگند خداوند به غذا (والتّین والزّیتون)، درخواست مائده آسمانی توسط حضرت عیسی علیه السلام و درخواست غذا توسط حضرت موسی علیه السلام، هر کدام مهر تاییدی بر اهمیت غذا و تغذیه می‌باشند.

همچنین از صفات خداوند، رزاق و معطم بودن است و خداوند بر اهل مکه به دو چیز منت می‌نهد: «غذا» و «امنیت»: «ٱلَّذِی أَطۡعَمَهُم مِّنۡ جُوعٖ وَءَامَنَهُم مِّنۡ خَوۡفِۭ؛ همان کس که آنها را از گرسنگی نجات داد و از ترس و ناامنی ایمن ساخت». (قریش،۴)

در قرآن به دانه‌ها و غلات تحت عنوان «زرع و حبّ» اشاره شده است. «وَهُوَ ٱلَّذِیٓ أَنشَأَ... ٱلزَّرۡعَ مُخۡتَلِفًا أُكُلُهُۥ؛ و اوست خدایی که (برای شما) انواع زراعت را پدیدآورد که با هم متفاوتند»؛ (انعام، ۱۴۱) هم‌چنین در سوره عبس آیات ۲۵ تا ۳۲ به‌هشت نوع مواد غذایی گیاهی و نباتی پرداخته است که حاکی از اهمیت و اولویت نبایات و میوه‌ها در تغذیه انسان‌هاست.

از آنجا که آب یکی از آفریده‌های مهم و حیاتی در این جهان است و از نگاه اسلام با مشیت و اراده و تدبیر و حکمت خداوند متعال به‌شکلی خاص و کیفیت و خاصیتی معین آفریده شده است خداوند متعال در آیات متعددی انسان را به تفکر در آب و شکرگزاری این نعمت بزرگ یادآور شده است.(غفاری،۱۳۹۳) از نگاه قرآن غذای انسان وابسته به آب است: «و أنزل من السماء ماء فأخرج به من الثمرات رزقاً لکم». (بقره/ ۲۲)

چنانکه مشهود است در آیات فوق خداوند از انسان می‌خواهد که به‌نوع طعام خود و مسیر تهیه آن بنگرد، اینکه خداوند به‌واسطه آب حبوبات و دانه‌ها و نیز انواع میوه‌ها را برای انسان‌ها و برای چهارپایانشان به‌عنوان متاع رویانده است و بدین‌طریق خداوند با ذکر مراحل و نوع طعام بشر از او دعوت می‌کند که به کیفیت و چگونگی تهیه و مواد تشکیل‌دهنده غذایش توجه نماید. (غفاری، ۱۳۹۳) هم چنین در روایات آمده درباره پنیر از امام صادق علیه‌السلام سوال شد، فرمود: «دردی است، که درمانی هم در آن نیست» .(کلینی، ۱۳۹۳) تمام این آیات و روایات نشان از اهمیت تغذیه و تاثیر آن بر جسم و روح انسان دارد.

تغذیه در هر سنی مهم است اما در کودکان نقش موثرتری دارد زیرا بر رشد و یادگیری آن‌ها اثر می‌گذارد، در دوران کودکی به خصوص دبستان توجه به تغذیه مناسب ضروری است زیرا زمان رشد سریع کودکان در این زمان است، اما متاسفانه خیلی از خانواده‌ها

به غذاهای آماده فاقد ارزش روی می‌آورند با این حال می‌توان با آموزش بهداشت و تغذیه در بهبود رشد جسمانی و ذهنی افراد را به تاثیر و اهمیت تغذیه متوجه کرد تا تغذیه مناسب را جایگزین رفتارهای تغذیه‌ای نامناسب کنند(چنانی و دیگران، ۱۴۰۱).

براساس مطالعات انجام شده گفته شده که تغذیه درست و سالم در قدرت یادگیری کودکان موثر است و کودکان در این دوران مدرسه‌ای باید به نیازهای سلول‌های خود و اینکه چطور بتوانند توانمند و کارا باشند آگاه شوند زیرا پیشرفت تحصیلی مثاثر از چگونگی مصرف تغذیه است(همان).

کودکان به‌دلیل نیازهای ویژه غذایی جهت تامین رشد به‌طور قابل‌توجهی در معرض ابتلا به سوءتغذیه هستند. در حدود ۷۰٪ کودکان سوءتغذیه ای دنیا در آسیا زندگی می‌کنند و این منطقه بالاترین درصد کودکان سوءتغذیه‌ای را در دنیا دارد(فشارکی نیا و دیگران، ۱۳۸۷).

در این سن، مغز و بدن کودکان به‌سرعت در حال رشد و توسعه هستند و نیاز به موادمغذی مناسب برای بهبود عملکرد شناختی، یادگیری و سلامت کلی دارند. مغز کودکان به‌عنوان مرکز پردازش اطلاعات، نیازمند انرژی و موادمغذی است. موادمغذی مانند پروتئین‌ها، چربی‌های سالم، ویتامین‌ها و مواد معدنی نقش حیاتی در فرآیندهای شناختی، از جمله حافظه، توجه و تمرکز دارند. به عنوان مثال، پروتئین‌ها به تولید انتقال‌دهنده‌های عصبی کمک می‌کنند که برای ارتباطات بین سلول‌های مغزی ضروری هستند. همچنین، چربی‌های امگا ۳ که در ماهی‌های چرب و مغزها یافت می‌شوند، به تقویت ساختار مغز و بهبود عملکرد شناختی کمک می‌کنند. (ر.ک: جدول ش۱)

در سال‌های ابتدایی زندگی، مغز به شدت در حال توسعه است و نیاز به انرژی و مواد مغذی دارد تا به درستی عمل کند. علاوه بر این، تغذیه سالم می‌تواند به بهبود رفتار و خلق و خوی کودکان کمک کند. کودکانی که از تغذیه مناسب برخوردارند، معمولاً رفتارهای بهتری دارند و کمتر دچار مشکلات رفتاری می‌شوند. این موضوع به نوبه خود می‌تواند به بهبود تعاملات اجتماعی و یادگیری در محیط مدرسه کمک کند. به همین ترتیب، تغذیه مناسب می‌تواند به کاهش اضطراب و افسردگی در کودکان کمک کند، که این امر نیز تأثیر مستقیمی‌بر توانایی یادگیری آن‌ها دارد.

در دنیای امروز، با افزایش فشارهای تحصیلی و اجتماعی، توجه به تغذیه سالم بیش از پیش اهمیت یافته است. بسیاری از کودکان به دلیل مشغله‌های روزمره و دسترسی آسان به غذاهای فرآوری‌شده و ناسالم، از دریافت مواد مغذی ضروری محروم می‌شوند. این موضوع می‌تواند به‌مشکلاتی مانند کمبود توجه، افت تحصیلی و مشکلات رفتاری منجر شود.

به‌طور کلی، تغذیه سالم و یادگیری در دوران ابتدایی به هم وابسته‌اند و توجه به این موضوع می‌تواند تأثیرات مثبت و ماندگاری بر زندگی کودکان داشته باشد. در ادامه این مقاله، به‌بیان راهکارهای مناسب برای ترویج این فرهنگ پرداخته می‌شود.

راهکارهای آموزش تغذیه سالم

آموزش تغذیه سالم به دانش‌آموزان دوره ابتدایی یکی از مهم‌ترین اقداماتی است که می‌تواند به بهبود سلامت و یادگیری آن‌ها کمک کند. در اینجا به برخی از راهکارهای مؤثر برای آموزش تغذیه سالم به این گروه سنی اشاره می‌شود:

الف- برگزاری کارگاه‌های آموزشی

برگزاری کارگاه‌های آموزشی در مدارس که شامل تهیه غذاهای سالم و آشنایی با مواد مغذی باشد. این کارگاه‌ها می‌توانند شامل تهیه سالاد، بشقاب میوه و غذاهای ساده و سالم باشند. در این کارگاه‌ها دانش آموزان با مشارکت یکدیگر به تهیه غذاهای سالم

می‌پردازند و با توجه به‌ویژگی یادگیری در این دوره، این آموزش بهترین نوع یادگیری است. هم چنین می‌توان نمایشگاهی با نقاشی‌های متحرک و سه بعدی و جذاب ارائه داد که از طریق مشاهده با مواد غذایی سالم آشنا شوند.

ب- استفاده از بازی‌ها و فعالیت‌های سرگرم‌کننده

بازی‌های آموزشی: طراحی بازی‌هایی که به یادگیری درباره مواد غذایی و تغذیه سالم کمک کند. به‌عنوان مثال، بازی‌هایی که در آن‌ها دانش‌آموزان باید مواد غذایی سالم را شناسایی کنند. هم چنین با اجرای نمایش نامه و بازی توسط خود دانش آموزان با مواد غذایی سالم و ناسالم آشنا شوند.

مسابقات: برگزاری مسابقات در زمینه تهیه غذاهای سالم یا طراحی وعده‌های غذایی متعادل.

ج- طراحی برنامه‌های تغذیه‌ای در مدارس

ارائه تغذیه سالم در بوفه: ارائه وعده‌های غذایی سالم و متعادل در بوفه مدارس و حذف غذاهای ناسالم مانند تنقلات و نوشیدنی‌های شیرین و...

توزیع میان‌وعده‌های سالم: ارائه میان‌وعده‌های سالم مانند میوه‌ها و سبزیجات به دانش‌آموزان در طول روز

برنامه هفتگی تغذیه سالم: در این برنامه در هر روز تعدادی از مواد غذایی سالم توسط دانش آموزان آورده می‌شود و با بیان فوائد آن‌ها به صورت عادت غذایی سالم مطرح می‌شود. وعده‌های غذایی مصرفی در ساعات مدرسه یکی از موارد مهم آموزش تغذیه در مدارس است که هدف اصلی در این آموزش، افزایش آگاهی و عملکرد کودکان در ارتباط با نوع غذای مصرفی در محیط مدرسه می‌باشد.

د- آموزش از طریق محتوای درسی و غیر درسی

کودکان برای رشد و نموی بهتر و کسب مهارت‌هایی برای انتخاب صحیح مواد غذایی به‌آموزش تغذیه نیاز دارند(پروین پورعبداللهی و همکاران، ۱۳۸۴) گنجاندن موضوعات تغذیه در دروسی مثل علوم و مطالعات. به‌عنوان مثال، می‌توان در درس علوم به بررسی مواد مغذی و تأثیر آن‌ها بر بدن پرداخت و با تصاویر جذاب این آموزش‌ها بیان شود.

استفاده از کتاب‌های آموزشی در قالب داستان و شعر که به زبان ساده و جذاب به موضوع تغذیه سالم می‌پردازند.

ه- آموزش خانواده و ترویج فرهنگ تغذیه سالم

ضرورت برنامه‌های آموزش تغذیه در مدارس به خصوص برای کودکان خانواده‌های کم درآمد بیشتر است، زیرا این قبیل خانواده‌ها، درگیر مشکلات فراوانی می‌باشند که در این میان مشکلات زندگی بر مسائل تغذیه‌ای و بهداشتی کودکان پیشی می‌گیرد. بی‌سوادی

پدر و مادر و فقر اقتصادی این قبیل کودکان را بیشتر در معرض کمبودهای تغذیه‌ای قرار می‌دهد. افزایش آگاهی والدین در مورد الگوهای صحیح تغذیه‌ای یکی از فاکتورهای مؤثر در بازدهی مثبت برنامه‌های آموزش تغذیه در مدارس می‌باشد. (همان)

برگزاری جلسات توجیهی حضوری و انلاین: برگزاری جلسات آموزشی برای والدین درباره اهمیت تغذیه سالم و نحوه حمایت از فرزندان در انتخاب غذاهای سالم.

ایجاد ارتباط با خانواده‌ها: ارسال اطلاعات و منابع آموزشی به خانواده‌ها از طریق شبکه‌های مجازی و بروشور

و- استفاده از فناوری و ابزارهای نوین

تولید و انتشار ویدیوها و محتوای آموزشی آنلاین درباره تغذیه سالم که دانش‌آموزان بتوانند به‌راحتی به آن دسترسی پیدا کنند.

ز- ایجاد باغ‌های مدرسه‌ای

ایجاد باغ‌های مدرسه‌ای که دانش‌آموزان بتوانند در آن‌ها سبزیجات و میوه‌ها را کشت کنند. این فعالیت می‌تواند به آن‌ها کمک کند تا با فرآیند رشد غذا آشنا شوند و اهمیت مصرف مواد غذایی تازه را درک کنند.

آموزش تغذیه سالم به دانش‌آموزان دوره ابتدایی نیازمند رویکردهای متنوع و جذاب است که بتواند توجه آن‌ها را جلب کند و اطلاعات مفیدی را به آن‌ها منتقل کند. با استفاده از این راهکارها، می‌توان به بهبود عادات غذایی و سلامت کلی دانش‌آموزان کمک کرد و زمینه‌ساز یادگیری بهتر آن‌ها شد.

یافته‌های پژوهش

جدول شماره (۱): رابطه‌ی بین تغذیه سالم و یادگیری و انواع مواد مغذی

مولفه‌های تغذیه سالم	تاثیر بر یادگیری	توضیحات	انواع
میوه و سبزیجات	افزایش تمرکز و حافظه	میوه‌ها سرشار ازویتامین‌ها و آنتی اکسیدان هستند که به بهبود عملکرد مغز کمک می‌کنند.	موز، آناناس، سیب، خیار، کیوی، پرتقال، نارنگی، کاهو، کرفس، هویج و...
پروتئین کافی	تقویت تمرکز و تفکر تحلیلی	پروتئین‌ها به تولید انتقال دهنده‌های عصبی کمک می‌کنند	گوشت، مرغ، ماهی، میگو و...
چربی‌های سالم	بهبود عملکرد مغز	چربی‌های امگا ۳ موجود در ماهی و مغزهای خوراکی به تقویت ساختار مغز و بهبود عملکرد شناختی کمک می‌کند.	کره بادام زمینی، پسته، فندق، بادام، گردو و...
آب	جلوگیری از خستگی و افزایش تمرکز	کمبود آب باعث خستگی و کاهش تمرکز مغز می‌شود، لذا هیدراته بودن برای بهبود عملکرد مغز ضروری است.	
کربوهیدرات‌های پیچیده	تامین انرژی پایدار	انرژی لازم برای مغز را تامین می‌کند و شامل غلات‌ها می‌باشد.	نان سبوس‌دار، پاستا، جو دوسر و...
کاهش قند و چربی‌های اشباع	جلوگیری از افت انرژی و تمرکز	مصرف زیاد قند و چربی باعث فراموشی و عدم تمرکز می‌شود.	شکلات، شیرینی، چیپس، پفک و فست فودها
تنظیم وعده‌های غذایی	حفظ ثبات قند خون و انرژی	توجه به وعده‌های غذایی باعث تامین انرژی و افزایش یادگیری است.	صبحانه، ناهار، شام و میان وعده

جدول شماره(۲) : بیان راهکارهای آموزش تغذیه سالم

راهکارها	توضیحات
برگزاری کارگاه‌های آموزشی	طراحی بشقاب سلامت شامل انواع سالاد، میوه و غذاهای سبک و سالم
بازی و فعالیت‌های سرگرم کننده	اجرای نمایش، بازی‌های آموزشی و مسابقه
طراحی برنامه‌های تغذیه‌ای	ارائه تغذیه سالم در بوفه مدارس، توزیع میان وعده‌های سالم، اجرای برنامه هفتگی تغذیه سالم
آموزش از طریق محتوای درسی و غیر درسی	گنجاندن محتوای آموزشی جذاب در کتب درسی، استفاده از کتاب‌های داستان و شعر
آموزش خانواده	برگزاری کارگاه‌های آموزشی حضوری و آنلاین
استفاده از فناوری و ابزارهای نوین	تهیه کلیپ، پادکست و محتوای آموزشی
ایجاد باغ‌های مدرسه‌ای	کشت سبزیجات و میوه در مدارس

پیشنهادات

با توجه به نقش مهم مدرسه و معلمان در آموزش کودکان پیشنهاد می‌شود ضمن آموزش‌های مناسب به معلمان در زمینه اهمیت تغذیه سالم و رابطه مستقیم آن با یادگیری در محتوای کتب درسی نیز به آموزش تغذیه سالم در قالب تصاویر و محتواهای جذاب پرداخته شود تا دانش آموزان با این مساله مانوس شوند.

نتیجه گیری

با بررسی‌های انجام گرفته مشخص گردید، مدرسه به‌عنوان نهادی ارزشمند در کنار خانواده می‌تواند با برنامه‌ریزی‌های صحیح و اصولی نقش چشمگیری در آموزش دانش آموزان در زمینه توجه به اهمیت تغذیه سالم و نهادینه سازی فرهنگ آن داشته باشد، هم چنین برگزاری برنامه‌های متنوع و شاد عامل مهمی‌در ایجاد انگیزه محسوب می‌شود. توجه به تغذیه سالم توجه به رشد و پیشرفت دانش آموزان و در نهایت رشد و پیشرفت جامعه خواهد بود، لذا ارائه و اجرائی کردن راهکارهای متنوع در این امر راه‌گشاست.

منابع

قرآن کریم

ألسون، ام، اچ .و هرگنهان، بی، آر (۱۳۸۸) . مقدمه‌ای بر نظریه‌های یادگیری. (صفحات۱۴-۱۵). ترجمه علی‌اکبر سیف، تهران: نشر دوران

ابن منظور،م. (۱۴۱۴ق).لسان العرب. (جلد۱۵، صفحه ۱۱۹). بیروت: دار صادر

چنانی، ف و دیگران. تاثیر تغذیه بر روند یادگیری دانش آموزان، ۱۴۰۱، مجله علمی‌مطالعات روان شناسی و علوم تربیتی، دوره۸، ش۴، ص۲۰۵

حلم سرشت، پ. و دل پیشه، ا (۱۳۷۰). اصول تغذیه و بهداشت مواد غذایی. (صفحه۱). بی جا: سهامی‌مهر

پورعبداللهی، پ و همکاران. تاثیر آموزش تغذیه بر آگاهی و عملکرد دانش‌آموزان ابتدایی در مورد مصرف تنقلات،۱۳۸۴، دانشگاه علوم پزشکی زنجان، دوره۱۳، ش۵۱، صص۱۳-۲۰

سیف، ع ا (۱۳۹۴). روانشناسی پرورشی نوین. (صفحات۱۴-۱۵). بی جا: نشر دوران

فشارکی نیا، آ و دیگران. بررسی وضعیت تغذیه‌ای دانش آموزان دبستانی استان خراسان جنوبی در سال ۱۳۸۵، آذر ۱۳۸۷، دانشگاه علوم پزشکی قم، ش۳، ص۱

غفاری، ف. تغذیه سالم از نگاه قرآن، ۱۳۹۳، مجله علمی‌پژوهشی علوم پزشکی زنجان، دوره۲۲، ش۹۰، ص۱۰۱

طریحی، ف (۱۳۷۵).مجمع البحرین. (جلد۱، صفحه۳۱۴). تهران: مرتضوی

کلینی،م (۱۳۹۳). اصول کافی.(جلد۶، صفحه۳۴۰). بی جا: دار الثقلین

The strategies of teaching the importance of healthy nutrition in the learning rate to the students of the first year of elementary school and encouraging them to use it

Narges Yacoubi Mahari[1]. Ahmad Abu Hamzah[2]

[1] The responsible author is a skilled student at Farhangian Shahid Muftah University.

[2] Assistant Professor of Department of History Education, Farhangian University, Ph.D. in History of Iran, Institute of Humanities and Cultural Studies

Corresponding Author gnrgs381@gmail.com

Abstract

The present research has been conducted with the aim of investigating the strategies of teaching the importance of healthy nutrition in the learning rate to the students of the first year of elementary school. Teaching the importance of healthy nutrition to first grade students is one of the basic necessities in their learning and growth process. At these ages, children's brains and bodies are rapidly growing and developing, and they need the right nutrients to improve cognitive performance, memory, and concentration. Healthy eating not only helps to maintain physical health, but also has a direct impact on students' learning ability and academic success. To encourage and encourage students to use healthy eating habits, a series of effective solutions can be used. Things like holding educational workshops, games and fun activities, teaching through the content of textbooks and non-textbooks, educating families and creating school gardens are among these solutions. The results of the research showed that these strategies can help improve students' eating habits, increase their concentration and learning, and improve overall health. Paying attention to healthy nutrition as a priority in educational programs can have positive and lasting effects on the academic and social life of children and help them grow in a healthier and more successful future. The current research was carried out with descriptive analytical method and referring to library sources and it is considered as an applied research.

Keywords: nutrition, solution, education, learning, first grade students.



مروری بر راهکارهای کاهش آکریل آمید در محصولات نانوایی و سیب زمینی سرخ شده

سید حسین رضوی زادگان جهرمی[۱]، مینو افراز[۲]

[۱] استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[۲] دانشجوی **کارشناسی** گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

*نویسندگان مسوول: sh.razavizadegan@iut.ac.ir و Afrazminoo@gmail.com

چکیده

امنیت غذایی یکی از موضوعات کلیدی و مهم در اغلب جوامع بشری است که در چند دهه اخیر ضرورت پرداختن به شناخت عوامل مهم در ایجاد و کاهش مخاطرات آن بصورت روز افزون احساس می گردد. آکریل آمید یکی از ترکیباتی است که به وفور ایمنی مواد غذایی را در طیف وسیعی از محصولات غذایی بخطر انداخته و توسط واکنش مایلارد در مواد غذایی غنی از کربوهیدرات زمانی که در دمای بالاتر از ۱۲۰ درجه سانتی گراد فرآوری می شوند، تشکیل می شود. این ترکیب بسیار سمی بوده و اثرات جبران ناپذیری را بر روی سیستم عصبی و تولید مثل انسان گذاشته و بدلیل ویژگی جهش زا بودن آن، عامل برخی از سرطان های شایع در انسان نیز می باشد. تاکنون راهکارهای مختلفی برای کاهش و کنرتل تولید آن در محصولات غذایی ارائه شده است که بطور کلی در دو دسته حذف پیش سازها قبل از فرآوری و کنترل تولید آن در حین فرآیند طبقه بندی می شود. تلاش برای کاهش آکریل آمید از طریق راهکارهای ارائه شده می تواند نقش بسزائی در بهبود وضعیت ایمنی مواد غذایی ایفا کند.

واژگان کلیدی: ایمنی مواد غذایی، آکریل آمید، نانوایی، محصولات سیب زمینی.

مقدمه

نظر به افزایش آگاهی و بهبود روز افزون استاندارد های زندگی، اهمیت ایمنی در مواد غذایی و توجه به مخاطرات مصرف مواد غذایی نا ایمن بیش از پیش درک می گردد. امروزه تمایل مصرف کنندگان به مصرف مواد غذایی با کیفیت، سالم و ایمن رو به افزایش است. موضوع ایمنی مواد غذایی، موضوعی بسیار استراتژیک برای اغلب کشور ها و دولت ها می باشد. طبق گزارش سازمان بهداشت جهانی در سال ۲۰۱۵، بار بیماری ناشی از مصرف غذای نا ایمن که اغلب بر اساس وجود ۳۱ عامل مخاطره آمیز در مواد غذایی ایجاد می گردد در سطح جهانی و منطقه ای سالانه ۶۰۰ میلیون مورد بیماری ناشی از مصرف غذای ناایمن بوجود آورده که از این بین ۴۲۰ هزار نفر از مبتلایان به امراض، فوت می کنند. در این بین، بار بیماری و مرگ و میر ناشی از صرف غذای نا ایمن، بیشتر بر دوش گروههای آسیب پذیر بخصوص کودکان زیر ۵ سال بوده که اغلب در کشورهای با درآمد مالی کم و متوسط دیده می شود. طبق گزارش بانک جهانی در سال ۲۰۱۹، حدود ۹۵/۲ بیلیون دلار در سال صرف بهبود بیماری ناشی از مصرف غذای ناایمن شده است که این ارقام بیشتر در کشورهایی با درآمد کم و متوسط دیده شده است. بر این اساس کاملاً واضح است که ارتباط مستقیم و تنگاتنگی بین سلامتی افراد، ایمنی مواد غذایی و اقتصاد کشورها وجود دارد. لذا بهمین دلیل، موضوع ایمنی مواد غذایی علاوه بر جنبه های سلامت محوری، تاثیر قابل توجهی بر اقتصاد کشورها می گذارد که اغلب بعنوان مسئله استراتژیک در دولت ها شناخته شده است. لذا پرداختن به شناخت همه جانبه آن می تواند در بهبود و کاهش وضعیت موجود بسیار موثر باشد (WHO, 2015).

۱- تقسیم بندی انواع سموم در محصولات غذایی

Fung et al, (2018) به بررسی انواع سموم موجود در مواد غذایی پرداخته است. بطور کلی، سموم موجود در مواد غذایی به ۳ دسته کلی طبقه بندی می شود.

- سموم طبیعی که شامل آلگا، مواد ضد تغذیه ای، مایکوتوکسین ها و غیره می باشد. این سموم اغلب بعنوان سموم میکروبی که توسط میکروارگانیسم هایی نظیر باکتری، قارچ ها و آلگا ها تولید می شود نیز شناخته می شوند.
- سمومی که بر اساس آلاینده های محیط زیستی که درون آب، خاک و هوا بوده و وارد مواد غذایی می شود. عناصر کمیاب آلی، فلزات سنگین، آلاینده های آلی پایدار و غیره جزء این دسته از سموم می باشند.
- سموم فرآیندی که اغلب ترکیبات شیمیائی هستند که قبل از فرآیند در مواد غذایی وجود نداشته و پس از فرآیند بدلیل شرایط فرآیندی (بخصوص دمای بالا، خشک کردن و تخمیر) در محصول فرآوری شده یافت می شود (Bušová et al, 2020).

۵- **ترکیبات سمی** دیگر که شامل مواد رادیواکتیو، مواد آلرژی زای غذایی، باقیمانده داروها و دیگر سموم موجود در مواد غذایی بغیر از موارد فوق نیز شناسایی شده است (WHO, 2015).

۲- تعریف سم آکریل آمید و بررسی اثرات نامطلوب آن بر سلامتی انسان

آکریل آمید یکی از سموم فرآیندی می باشد که توسط واکنش مایلارد در مواد غذایی غنی از کربوهیدرات زمانی که در دمای بالاتر از ۱۲۰ درجه سانتی گراد فرآوری شوند تشکیل می شود (Bušová et al, 2020). این ترکیب بسیار سمی بوده و اثرات سوئی بر

سلامتی انسان دارد که در زیر به بخشی از آنها پرداخته شده است. آکریل آمید بعنوان یک سم عصبی[۱۷۵] برای دستگاه عصبی انسان و حیوانات شناخته شده است. مکانیسم سمیت عصبی این ترکیب، کاهش انتشار انتقال دهنده های عصبی و در نهایت از بین رفتن پایانه های عصبی می باشد. این اثر احتمالاً بدلیل اتصال آکریل آمید به گروههای سولفیدریل بر روی سیستئین های پروتئین های درگیر در غشاء سلول های عصبی می باشد. از دیگر تاثیرات سم آکریل آمید بر بدن انسان، خاصیت سمیت ژنتیکی[۱۷۶] آن می باشد که بر روی تولید مثل انسان (و همچنین حیوانات) اثر گذاشته و بدلیل تاثیر زیاد آن بر تقسیم سلولی، تولید مثل انسان رو با مشکل مواجه می کند. از دیگر اثرات سوء آن بر بدن انسان، به اثرات سرطان زای آن می توان اشاره کرد. توانایی آن در آسیب های ژنتیکی و جهش از طریق حمله مستقیم به مولکول DNA و شکستن زنجیره آن و یا ایجاد تغییرات ژنی در انسان ثابت شده است. بر این اساس این تغییرات ژنی، نسبت آدنین و گوانین در بافت های مختلف بدنبال قرار گرفتن در معرض این ترکیب سمی افزایش می یابد. سم آکریل آمید علاوه بر اثرات سرطان زایی، بر افزایش بروز تومورهای غده پستانی، غده تیروئید، حفره دهان، رحم، و کلیتورال نیز موثر است (Exon, 2006).

۳- فراوانی آکریل آمید در انواع محصولات غذایی

بطور کلی، آکریل آمید در اکثر محصولات غذایی حرارت دیده (بیش از ۱۲۰ درجه سانتی گراد) و سرخ شده بخصوص موادی که حاوی کربوهیدرات و پروتئین بالایی باشند یافت می شود. جدول ۱ لیست گروه های مختلف غذایی بر اساس میزان حضور آکریل آمید در آنها نشان می دهد. همانطور که دیده می شود، چیپس سیب زمینی، فرنچ فرایز، کراکر، غلات صبحانه جزء محصولاتی هستند که پتانسیل بالایی در ایجاد ترکیب آکریل آمید حین فرآیند در آنها بسیار زیاد می باشد. میزان آکریل آمید در محصولات غذایی

جدول ۱. بررسی مقدار آکریل آمید در برخی از محصولات غذایی با پتانسیل بالای تولید آکریل آمید

Food	ppb Acrylamide[a]
Breads	24–130
Breakfast cereals (RTE)	11–1057
Chocolates	0–74
Coffee (ground, unbrewed)	64–319
Coffee, decaffeinated (ground)	27–351
Coffee with chicory	380–609
Cookies	34–955
Crackers	26–1540
French fries	109–1325
Potato chips	117–2762[b]
Pretzels	46–386
Tortilla chips	130–196

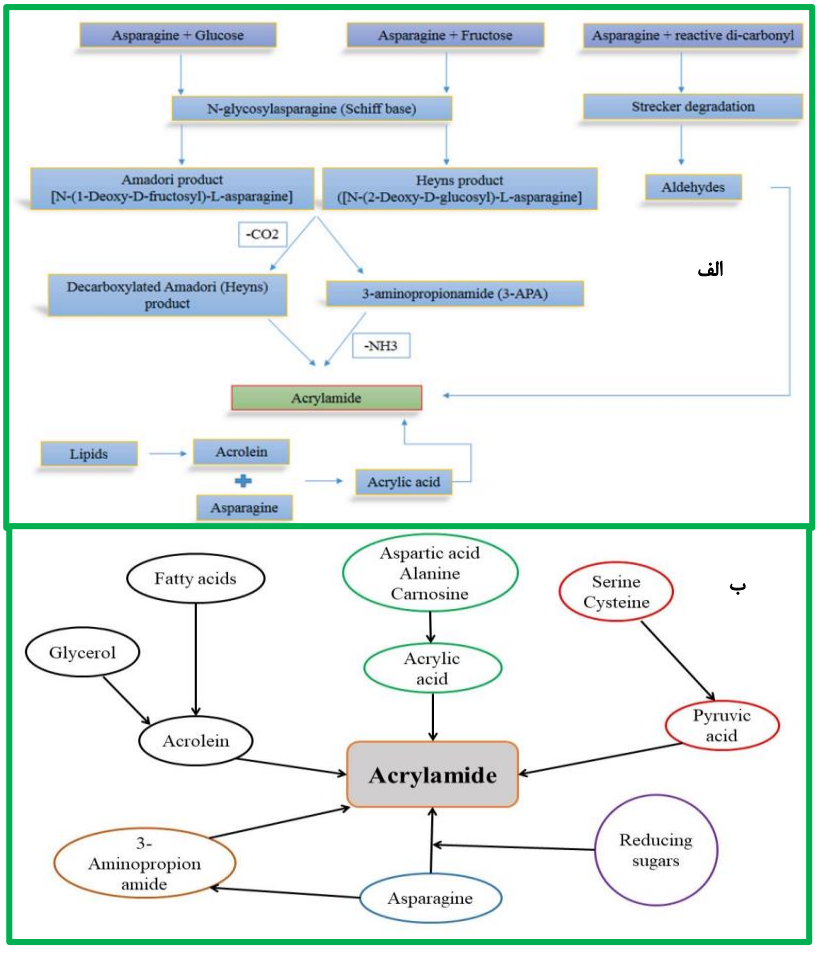
(Damodaran et al, 2007)

[175] Neurotoxic
[176] Genotoxicity

حرارت دیده با پروتئین بالا حدوداً در درنج ۵۰-۵ میکروگرم بر کیلوگرم می باشد اما در محصولات غنی از کربوهیدرات با حرارت بالا در رنج ۴۰۰۰-۱۵۰ میکروگرم بر کیلوگرم می باشد. محصولات غنی از کربوهیدرات بسیار بیشتر در معرض تولید آکریل آمید هستند (Romani et al, 2008). آکریل آمید در غلظت بیشتر از ۱/۵ پی پی ام بسیار سرطانزاست.

۴- مکانیسم تشکیل آکریل آمید در مواد غذایی

معمولاً آکریل آمید در محصولات غذایی مختلف بر اساس چند مکانیسم مختلف که اغلب بر مبنای واکنش مایلارد است تولید می شود. ۱- در حین حرارت دهی نرمال مواد غذایی، قندهای احیاء با اسید آمینه آسپارژین واکنش داده و از طریق واکنش



نمودار ۱. مکانیسم تشکیل آکریل آمید در محصولات مختلف غذایی بر مبنای پیشنهاد (Khezerolou et al, 2018) (الف) و (Nematollahi et al, 2021) (ب)

مایلارد سم آکریل آمید تولید می شود. معمولاً واکنش بین اسید آمینه آسپارژین و گلوکز بیشتر منجر به تولید رنگ می شود اما واکنش آن با فروکتوز اغلب تولید سم آکریل آمید می کند. علاوه بر گلوکز و فروکتوز، ترکیبات دی کربونیل نیز می توانند با آسپارژین ترکیب شده و آکریل آمید را تولید کنند. ۲- مکانیزم دوم، تولید آکریل آمید از طریق مسیر آکرولئین و آمونیا می باشد. در صورتی که ماده غذایی فاقد اسید آمینه آسپارژین اما غنی از روغن و چربی باشد، ترکیبات آکرولئین و آمونیا نقش آسپارژین رو بازی می کنند. ترکیبات آکرولئین و آکریلیک اسید در دمای بالا از تجزیه چربی (تری گلیسرید) بدست می آیند که در واکنش با قندها ترکیب آکریل آمید حاصل می شود. علاوه بر این مکانیسم ها، تخریب اسید آمینه از طریق آمونیا ممکن است منجر به تولید ترکیب آکریل آمید از طریق فرآیند حرارتی گردد (Khezerolou et al, 2018). همچنید در مواردی مشاهده شده است که اسید های آمینه سیستئین و سرین می توانند به اسید پیرووبک تبدیل شوند و در نهایت ترکیب آکریل آمید تولید شود.

۵- راهکارهای کاهش میزان آکریل آمید در محصولات نانوایی

با توجه به مقدار بالای کربوهیدرات در محصولات نانوایی، و پیش ساز بودن آنها در تولید مقدار بیشتری آکریل آمید نسبت به محصولات غنی از پروتئین، اغلب در این محصولات مقدار قابل توجهی آکریل آمید تشکیل می شود که با روش هایی که در زیر به آن اشاره می شود میزان آن را کاهش می دهند.

۵-۱ تغییرات زراعی- ژنتیکی:

شرایط زراعی و ژنتیکی رشد گیاه گندم، تاثیر شگرفی بر میزان اسید آمینه آسپارژین در پروتئین گلوتن گندم داشته و به تبع آن ارتباط مستقیمی بر میزان آکریل آمید تولیدی در محصولات نانوایی خواهد داشت. ثابت شده است که درصورتی که میزان سولفات در کود مصرفی گیاه گندم وجود نداشته باشد، میزان اسید آمینه آسپارژین در گلوتن ۳۰ برابر بیشتر است از زمانی که عنصر سولفات وجود داشته باشد. این امر بخوبی نقش و اهمیت تیمارهای زراعی و ژنتیکی را در جهت کنترل میزان آکریل آمید تولیدی در محصولات نانوایی نشان می دهد. همچنین تحقیقات زیادی در خصوص کنترل آکریل آمید از طریق اصلاح نژاد گیاه گندم و کاهش اسید آمینه آسپارژین و قندهای احیاء صورت گرفته است که نتایج آنها حاکی از موفقیت آمیز بودن این راهکار بوده است (LEVIN, 2008).

۵-۲ دما و زمان پخت:

با افزایش دما (بیش از ۱۲۰ درجه سانتی گراد) و زمان، میزان تولید آکریل آمید در محصولات نانوایی پخته شده افزایش می یابد. مشاهده شده است که اغلب آکریل آمید تولیدی در سطح محصولات نانوایی می باشد. این امر سبب شده تا از طریق راهکارهای مختلفی نظیر پخت در فرهایی که حرارت غیر مستقیم دارند توصیه گردد (LEVIN, 2008).

۵-۳ استفاده از رومال های مخصوص:

یکی از راهکارهای موثر، استفاده از رومال های ویژه بر روی سطح خمیر نان و محصولات نانوایی قبل از پخت می باشد. این محصولات زمانی که در دمای بالای فر قرار می گیرند، سطح آنها که توسط فرمولاسیون رومال پوشیده شده است سبب شده تا پیش سازهای تولید کننده آکریل آمید غیر فعال شوند و علی رغم رنگ قهوه ای ایاد شده از تشکیل آکریل آمید توسط واکنش مایلارد جلوگیری می کند. در تحقیقی نشان داده شده است که در صورتی که سطح نان را با نشاسته ذرت پوشش داده شود، آکریل آمید تولیدی در سطح و مغز نان ه ترتیب ۶۶/۷ و ۷۷/۱ درصد کاهش می یابد. همچنین بیان داشتند که ترکیب رومال و دمای پائین فر منجر به کاهش معنی دار آکریل آمید در محصول نانوایی می گردد (LEVIN, 2008).

۵-۴ استفاده از بیکربنات سدیم:

در برخی از محصولات نانوایی جهت دستیابی به بافتی پولک و متخلل از بیکربنات آمونیوم استفاده می شود. این ترکیب از طریق ایجاد ترکیبات حد واسط دی کربونیل آلفا و ترکیب شدن آن با گروه آمونیا منجر به ایجاد قندهای ایمین می شود که این قندها از

طریق یکسری واکنش هایی به سم آکریل آمید تبدیل می شند. استفاده از ترکیب بیکربنات سدیم بجای بیکربنات آمونیوم، میزان آکریل آمید تولیدی را کاهش می دهد (LEVIN, 2008).

۵-۵ افزودن گلایسین:

بررسی شده است که اسپری کردن اسید آمیه گلایسین بر روی سطح نان تخمیری، میزان تشکیل آکریل آمید را کاهش می دهد. هر چقدر اسید آمینه آسپارژین در نان بیشتر باشد، در اثر افزودن گلایسین میزان کاهش آکریل آمید بیشتر می باشد (LEVIN, 2008).

۵-۶ افزودن ساکارز و ترهالوز:

جایگزینی قندهای احیاء و عسل در فرمولاسیون محصولات نانوایی با ساکارز و ترهالوز (قندهای غیر احیاء)، میزان آکریل آمید تولیدی به یزان ۲۰ برابر کاهش می یابد. مکانیزم جلوگیری آن از طریق ایجاد ترکیبات حدواسط غیر فعال نظیر پیرووالدهید می باشد (LEVIN, 2008).

۵-۷ استفاده از آنزیم آسپارژیناز و دیگر آنزیم ها:

آنزیم آسپارژیناز از طریق تبدیل پیش ساز آسپارژین به اسید آسپارتیک سبب کاهش میزان آکریل آمید تولیدی می شود. آنزیم های دیگر نظیر گلوکز اکسیداز از طریق اکسید کردن گروههای آلدهیدی در قند گلوکز مانع تشکیل ترکیب آکریل آمید می شوند (LEVIN, 2008).

۵-۸ تخمیرهای طولانی:

درصورتی که نان تهیه شده از آرد گندم و یا جو تخمیرشان با مخمر در زمان طولانی انجام شود، میزان اسید آمینه آسپارژین کاهش یافته و بتبع آن میزان آکریل آمید تولیدی نیز کاهش می یابد. علت آن به تغییر اسید آمینه آسپارزین در حین تخمیر به متابولیت های دیگر می توان نسبت داد. تخمیر با مخمر بسیار موثر تر است از تولیدی نان توسط روش خمیر ترش (Arwa et al, 2005).

۶-راهکارهای کاهش میزان آکریل آمید در محصولات سیب زمینی سرخ شده

۶-۱ نگهداری سیب زمینی ها:

بطور کلی میزان قندهای ساکارز، گلوکز، فروکتوز و نشاسته در سیب زمینی در طول زمان تغییر کرده و به یکدیگر تبدیل می شوند. این اتفاق را اصطلاحاً شیرین شدن سرد می نامند که حاصل واکنش اپیمریزاسیون یا انورت شدن قندها می باشد. این واکنش با دما برگشت پذیر می باشد بطوریکه در دمای بالای ۱۰ درجه سانتی گراد تعادل بین انواع قندها و نشاسته ثابت می باشد اما در دمای زیر ۱۰ درجه سانتی گراد، میزان قندهای احاء افزایش می یابد. بهمین دلیل اغلب سیب زمینی ها را در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری می‌کنند (LEVIN, 2008).

در تحقیقی دیگر بررسی شد که میزان قندهای گلوکز، فروکتوز، ساکارز و اسید آمینه آسپارزین در سیب زمینی در طول نگهداری در دمای ۲ درجه سانتی گراد افزایش یافته است. مشاهده شده است که پیش تیمار سیب زمینی ها قبل از نگهداری در دمای ۲ درجه سانتی گراد با کاهش دمای نگهداری به میزان ۰/۲ درجه سانتی گراد در هر روز بطور معنی داری میزان آکریل آمید را در محصولات سرخ شده سیب زمینی کاهش می دهد. همچنین مشاهده شده است که افزایش عنصر نیتروژن در کود مصرفی در زمین زراعی سبب افزایش میزان اسید آمینه آزاد در سیب زمینی می شود که می تواند منجر به تولید آکریل آمید بیشتر شود (Silva and Simon, 2005).

۶-۲ نسبت سطح به حجم غده سیب زمینی:

در تحقیق مشاهده شده است که غدد سیب زمینی با نسبت سطح به حجم کم، افزایش میزان آکریل آمید در سیب زمینی سرخ شده آن با افزایش دما از ۱۲۰ درجه سانتی گراد به ۲۳۰ درجه سانتی گراد در حین زمان سرخ کردنافزایش می یابد. این درحالیست که در غدد سیب زمینی با نسبت سطح به حجم متوسط به بالا، حداکثر میزان آکریل آمید تولیدی در چیپس های سرخ شده در دمای

پائین تری (دمای ۱۶۰ الی ۱۸۰ درجه سانتی گراد) مشاهده می شود. در نمونه های سیب زمینی با نسبت سطح به حجم متوسط به بالا در صورتی که از دماهای بالاتر و زمان طولانی تر استفاده گردد، میزان آکریل آمید تولیدی کاهش می یابد بدلیل ناپایداری و تجزیه ترکیب آکریل آمید (LEVIN, 2008).

۶-۳ میزان رطوبت سیب زمینی:

آب نقش مهم و تعیین کننده ای در تشکیل و حذف آکریل آمید در محصولات سیب زمینی سرخ شده دارد. مشاهده شده است که در رطوبت پائین، انرژی فعالسازی برای تشکیل آکریل آمید در سیب زمینی زیاد بوده (نیازمند حرارت بالاتری می باشد) نسبت به انرژی فعالسازی مورد نیاز برای قهوه ای شدن. همچنین مشاهده شده است که میزان آکریل آمید تولیدی در سیب زمینی با رطوبت بالا زمانی که در دمای بالا قرار می گیرد افزایش می یابد اما قهوه ای شدن در رطوبت متوسط به حداثر خود می رسد. لذا کنترل رطوبت سیب زمینی نقش مهمی در در ایجاد رنگ قهوه ای مطلوب و کاهش میزان آکریل آمید دارد و بعنوان یکی از راهکارهای کاربردی و موثر شناخته شده است (LEVIN, 2008).

۶-۴ شرایط سرخ کردن:

مشخص شده است که پارامرهای سرخ کردن تاثیر مشهودی در کاهش میزان آکریل آمید در محصول سیب زمینی سرخ شده دارد. مشاهده شده است که سرعت شکل گیری آکریل آمید در بازه دمایی ۱۴۰ الی ۱۸۰ درجه سانتی گراد رابطه مستقیمی و خطی با افزایش دما دارد. در این شرایط دمای اشتعال اغلب روغن ها حدود ۱۶۵ درجه سانتی گراد می باشد. همچنین دریافت شده است که بلانچینگ (حرارت ملایم مقدماتی حدود دمای ۹۵ درجه سانتی گراد بمدت ۱ الی ۸ دقیقه) گرم سیب زمینی قبل از سرخ کردن منجر به کاهش معنی دار میزان آکریل آمید در سیب زمینی سرخ شده می گردد که علت این امر کاهش سطح قندهای احیاء و ل قندها و همچنین گلوکز در سیب زمینی می باشد. تاثیر دما در شکل گیری آکریل آمید رد سیب زمینی سرخ شده بسیار بیشتر است از زمان سرخ کردن، لذا کنترل دما تاثیری شگرفی بر کاهش میزان آکریل آمید در محصولات سرخ شده دارد (LEVIN, 2008).

۶-۵ مقاومت حرارتی روغن سرخ کردنی:

هر چند که ترکیبات حاصل از اکسایش در روغن های اکسید شده پیش ساز تشکیل آکریل آمید هستند اما ثابت شده است که اختلاف معنی داری در میزان آکریل آمید تولیدی در محصول سرخ شده توسط روغن اکسید شده یا هیدرولیز شده با روغن سالم ندارد. لذا اکسایش لیپیدها لزوماً منجر به تولید آکریل آمید بیشتر در محصول سرخ شده ندارد زیرا ضریب انتقال حرارت روغن های مختلف با هم متفاوت بوده. برای مثال روغن پالم منر به تولید میزان بیشتری آکریل آمید می شود نسبت به روغن های سرخ کردنی (LEVIN, 2008).

۶-۶ بلانچینگ و خیساندن در محلول اسیدی:

ثابت شده است که بلانچینگ سیب زمینی قبل از سرخ کردن منجر به کاهش معنی داری از ایجاد سم آکریل آمید در محصول سرخ کرده بدلیل کاهش سطح قندهای احیاء در محصول می شود. همچنین دیده شده است که خیساندن اسلایس های سیب زمینی قبل از سرخ کردن در محلول اسید استیک بمدت ۶۰ دقیقه در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد، ۹۰ درصد آکریل آمید تولیدی را کاهش می دهد. علت این کاهش احتمالاً به خروج اسید های آمینه و قندهای احیاء پیش ساز سم آکری آمید ارتباط دارد. بررسی ها نشان می دهد اسید استیک بسیار موثر تر از اسید سیتریک می باشد (LEVIN, 2008).

۶-۷ تخمیر لاکتیکی:

تحقیقات نشان می دهد درصورتی که خلال های سیب زمینی قبل از سرخ کردن با اسیدلاکتیک باکتری ها خمیر شود به میزان ۴۸ الی ۷۱ درصد شکل گیری سم آکریل آمید کاهش می یابد و اگر ترکیب بلانچینگ و تخمیر لاکتیکی با هم انجام شود این میزان به ۹۰ درصد کاهش می یابد. تخمیر های لاکتیکی منر به کاهش ایجاد رنگ قهوه ای مطلوب در سیب زمینی سرخ شده ها می گردد (LEVIN, 2008).

۶-۸ تاثیر ترکیبات اسیدی کننده و pH:

pH اولیه محصول بسیار در شکل گیری سم آکریل آمید موثر است. معمولاً در رنج pH ی ۶ الی ۸/۵ واکنش مایلارد و شکل گیری سم آکریل آمید حداکثر است و در صورتی که pH از این میزان کاهش یابد، میزان تولید آکریل آمید بدلیل پروتونه شدن گروه آمینی فعال و همچنین تبدیل اسید آمینه آسپارژین به آکریلیک اسید کاهش می یابد. بطور کلی بررسی شده است که ترکیب pH و دما در تشکیل و حذف آکریل آمید بسیار موثر است. حدکثر تولید آکریل آمید در رنج دمای ۱۲۰ الی ۱۶۰ دره سانتی راد و pH ۶ الی ۸/۵ می باشد. در صورتی که میزان دما افزایش یابد (۱۸۰ الی ۲۰ درجه سانتی گراد) و pH کاهش یابد، میزان آکریل آمید تولیدی کاهش می یابد بدلیل تخریب و تجزیه ساختار آکریل آمید در این شرایط. لذا وابستگی دمایی ثابت های سرعت تشیل و تجریب آکریل آمید بسیار به pH بستگی دارد. برای مثال سرعت تشکیل آکریل آمید در دمای ۱۶۰ درجه سانتی گراد در pH ۴ حدود ۱۰ برابر کمتر است نسبت به pH ۸. هر چند که شرایط اسیدی در کاهش آکریل آمید موثر است اما تاثیر آن بر طعم و مطلوبیت حسی سیب زمینی های سرخ شده رو نباید نادیده رفت (LEVIN, 2008).

۹-۶ افزودن اسید های آمینه محافظتی:

بررسی ها نشان می دهد که درصورتی که اسیدهای آمینه سیستئین، گلایسین و لیزین قبل از سرخ کردن بر روی خلال های سیب زمینی اسپری شود، کاهش معنی داری در میزان سم آکریل آمید تولیدی مشاهده می شود. نقش گلایسین و سیستئین در کاهش آکریل آید پر رنگ تر از لیزین می باشد. مکانیزم عمل این اسیدهای آمینه از طریق رقابت با اسید آمینه آسپارژین در اتصال به گروه های کربونیل قندهای احیاء و جلوگیری از تشکیل آکریل آمید می باشد. همچنین، گروه تیول سیستئین می تواند با ترکیب آکریل آمید پیوند کووالانس دهد و تحت تیمار حرارتی القائ شده و حذف یک واحد سولفید هیدروژن به ترکیب دهیدروآلانین تبدیل شود. در مرحله بعد گروه آمین اسید آمینه آسپارژین رقابت می کند در واکنش با پیوند دوگانه ترکیب دهیدروآلانین ه از ترکیب آکریل آمید بدست آمده است. لذا بدیهی است که با توجه به ماهیت اسید آمینه آزاد، امکان افزایش و کاهش میزان اکریل آمید در محصول وجود دارد (LEVIN, 2008).

۱۰-۶ نقش حفاظتی پروتئین نخود:

تحقیقات نشان داده است که در صورتی که سطح خلال های سیب زمینی قبل از حرارت دهی با خمیر و یا محلولی از پروتئین نخود پوشانده شود، میزان سم آکریل آمید تولیدی در سرخ کردن عمیق کاهش می یابد. بیان شده است که اثر حفاظتی پروتئین نخود در کاهش آکریل آمید تولیدی به ویژگی های شناخته شده پایداری حرارتی پروتئین بر می گردد. پروتئین های مقاوم به حرارت به نظر می رسد که یک ویژگی عایق حرارتی برای خلال های سیب زمینی داشته و از این طریق تشکیل آکریل آمید را با مشکل روبرو می کنند. همچنین این نقش حفاظتی ممکن است بدلیل اثرات مهارکنندگی آشکار پروتئین در معنی عام ارتباط داشته باشد (Vattem and Shetty, 2003).

۱۱-۶ نقش حفاظتی هیدرولیز های پروتئینی سویا:

در صورتی که محلولی از هیدرولیز پروتئینی سویا بر روی خلال های سیب زمینی قبل از سرخ کردن عمیق اسپری شود، میزان آکریل آمیدی تولیدی کاهش می یابد بدلیل واکنش گروه های آمینی آزاد پپتیدهای سویا با ترکیب آکریل آمید که منجر به تشکیل پیوند کووالانس با آنها حین حرارت سرخ کردن شده و از این طریق سمیت آنها را کاهش می دهد (Cook & Taylor, 2005).

۱۲-۶ نقش حفاظتی فلزات:

ثابت شده است که نمک های کلرید کلسیم و کلرید سدیم سبب کاهش تشکیل سم آکریل آمید در محصولات سرخ کردنی می شوند. همچنین مشاهده شده است که تیمار کردن خلال های سیب زمینی با کمپلکس کلسیم-فیتات در حضور و بدون حضور کلرید آهن تشکیل آکریل آمید را در سرخ کردن کاهش می دهد. اشاره شده است که علت آن بخاطر بر همکنش های یونی و الکتروستاتیکی بر قرار شده با اسید آمینه آسپارژین بوده و گروه آمین فعال آنرا قبل از واکنش با قندهای احیاء مهار می کند که سبب جلوگیری از شکل گیری ترکیب حدواسط باز شیف شده و بتبع آن سم آکریل آمید تشکیل نمی شود (LEVIN, 2008).

۱۳-۶نقش حفاظتی ترکیبات آنتی اکسیدان:

بیان شده است که ترکیبات آنتی اکسیدانی سبب کاهش شکل گیری سم آکریل آمید می شوند. مکانیزم اصلی آنها جذب الکترون های آزاد فعال از ترکیبات حدواسط رادیکالی آزادی که در حین واکنش مایلارد ایجاد می گردد می باشد (LEVIN, 2008).

۱۴-۶ نقش ترکیبات گلیکوآلکالوئیدی:

هر چقدر میزان ترکیبات گلیکوآلکالوئیدی درسیب زمینی زیاد باشد، میزان سم آکریل آمید تولیدی در محصول سرخ شده کاهش می یابد. ترکیبات گلیکوآلکالوئیدی در اثر فرآیندهای بلانچینگ و پوست گیری کاهش می یابند. مکانیزم اصلی ترکیبات گلیکوآلکالوئیدی تغییر نقش بیولوژیکی سم آکریل آمید می باشد لذا در ترکیب با آن سمیت آن را کاهش می دهند (LEVIN, 2008).

۷-نتیجه گیری کلی

با توجه به این موضوع که اغلب مواد غذایی فرآوری شده و خام حاوی مقدار قابل توجهی کربوهیدرات و پروتئین هستند، احتمال **شکل گیری س**موم فرآیندی در حین فرآوری محصولات غذایی بطور چشمگیری افزایش می یابد. راهکاری متعددی که در جهت کاهش سم آکریل آمید ارائه شده است اغلب قادر به کاهش معنی داری از میزان آکریل آمید تولیدی بوده لذا این امکان وجود دارد تا حد المقدرو، میزان ترکیب سمی آکریل آمید در محصولات غذایی کاهش یابد که در این بین نقش تیمارهای فرآیندی بسیار از راهکار های دیگر پر رنگ تر بوده و با کنترل این پارامترها می توان محصولات فرآوری شده سالم تهیه کرد.

منابع

https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety

Arwa Mustafa, Roger Andersson, Johan Rosén, Afaf Kamal-Eldin, & Åman, P. (2005). Factors Influencing Acrylamide Content and Color in Rye Crisp Bread. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53, 5985-5989.

Bušová, M., Bencko, V., Kromerová, K., Nadjo, I., & Babjaková, J. (2020). Occurrence of acrylamide in selected food products. Central European journal of public health, 28(4), 320-324.

Cook, D. J., & Taylor, A. J. (2005). On-line MS/MS monitoring of acrylamide generation in potato-and cereal-based systems. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53(23), 8926-8933.

Damodaran, S., Parkin, K. L., & Fennema, O. R. (2007). Fennema's food chemistry: CRC press.

Exon, J. (2006). A review of the toxicology of acrylamide. Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B, 9(5), 397-412.

Fung, F., Wang, H.-S., & Menon, S. (2018). Food safety in the 21st century. Biomedical journal, 41(2), 88-95.

Khezerolou, A., Alizadeh-Sani, M., Zolfaghari Firouzsalari, N., & Ehsani, A. (2018). Formation, properties, and reduction methods of acrylamide in foods: A review study. Journal of Nutrition, Fasting and Health, 6(1 (Special issue on Food Safety)), 52-59.

LEVIN, M. F. A. C. E. (2008). Review of Methods for the Reduction of Dietary Content and Toxicity of Acrylamide. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56, 6113-6140.

Nematollahi, A., Meybodi, N. M., & Khaneghah, A. M. (2021). An overview of the combination of emerging technologies with conventional methods to reduce acrylamide in different food products: Perspectives and future challenges. Food Control, 127, 108144.

Romani, S., Bacchiocca, M., Rocculi, P., & Dalla Rosa, M. (2008). Effect of frying time on acrylamide content and quality aspects of French fries. European Food Research and Technology, 226, 555-560.

Silva, E. M., & Simon, P. W. (2005). Genetic, physiological, and environmental factors affecting acrylamide concentration in fried potato products. In M. Friedman & D. S. Mottram (Eds.), In Chemistry and Safety of Acrylamide in Food (pp. pp 371-386.): Springer: New York,.

Vattem, D. A., & Shetty, K. (2003). Acrylamide in food: a model for mechanism of formation and its reduction. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 4(3), 331-338.



Review of the reduction approaches of Acrylamide in the bakery and fried potato productes

Seyed Hossein Razavizadegan Jahromi[1], Minoo Afraz[2]
[1]Assisstant professor, Department of Food Science and Technology, College of Agriculture, Isfahan University of Technology
[2]Undergraduate student, Department of Food Science and Technology, College of Agriculture, Isfahan University of Technology
Corresponding Author: sh.razavizadegan@iut.ac.ir

Abstract

Food security is one of the key and main issues in most human societies, and the factors of its formation and reduction have recently found to be so necessary. Acrylamide is one of the food safety-threatening compounds in a wide range of food products and is formed by the Maillard reaction in carbohydrate-rich foods when they are processed at temperatures above 120°C. This compound is very toxic and has irreparable effects on the nervous system and human reproduction, and due to its mutagenic properties, it is also the cause of some common cancers in humans. Until now, various solutions have been presented to reduce and control its formation in food products, which are generally classified into two categories. (i) Removing precursors before processing and (ii) controlling its generation over the process. Efforts to reduce acrylamide via the presented solutions can play a great role in improving the food safety situation**.**

Keywords: Food safety, Acrylamide, Bakery, Potato products.

دومین همایش ملی پژوهش های کاربردی
امنیت غذایی، ایمنی غذایی و سلامت
«همزمان با روز جهانی غذا؛ ۲۵ مهرماه ۱۴۰۳»
مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

سیاست خودکفایی و امنیت غذایی در ایران: ارزیابی مطالعه موردی گندم

مریم اسدپور گلوگاهی*[۱]، علیرضا کرباسی[۲]، سعید جلالیان[۳]

[۱] دانشجوی دکتری اقتصادکشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

[۲] استاد اقتصاد کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

[۳] دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

نویسنده مسوول: asadpourmaryam75@gmail.com

چکیده

امنیت غذایی در جهان بر بسیاری از زمینه‌های سیاسی، اقتصادی و اجتماعی تأثیرگذار است. از آنجا که امنیت غذایی دسترسی به غذای سالم و کافی در همه ایام عمر و برای یک زندگی سالم و شاداب بوده و دولت‌ها موظف‌اند آن را تأمین نمایند، از این‌رو حوزه تامین غذایی یکی از دغدغه‌های اساسی هر دولتی تلقی می‌شود. ایران به‌دلیل قرار گرفتن در موقعیت حساس جغرافیایی-سیاسی خاورمیانه همواره در معرض تهدیدات سیاسی و اقتصادی قرار داشته است. لذا این مطالعه به بحث در مورد اثرات اجتماعی و اقتصادی سیاست خودکفایی در ایران می‌پردازد. در مرحله اول، هزینه‌ها و مزایای سیاست خودکفایی ارائه می‌شود و استدلال می‌کند که سیاست‌های خودکفایی بی‌طرف نیستند اما باید برای اثرات توزیع آنها در مولفه‌های مختلف در طول زمان ارزیابی شود. سپس با استفاده از سیاست خودکفایی گندم، اثرات خود را بر مولفه‌ها و نهادهای مختلف اقتصادی آشکار می‌کند. و در نهایت، به ارزیابی سیاست خودکفایی گندم و امنیت غذایی پرداخته می‌شود. این تحلیل بیان می‌کند که سیاست خودکفایی و امنیت غذایی در ایران، با افزایش تامین تقاضای داخلی و ثبات قیمت محصولات مرتبط با گندم برای مصرف‌کنندگان کم درآمد، به هدف خود مبنی بر سیاست حمایت از مصرف‌کنندگان با درآمد کمتر دست یافت.

واژگان کلیدی: امنیت غذایی، خودکفایی، گندم، ایران.

مقدمه

مشکلات جهانی ناشی از خشکسالی، جنگ و منازعات بین‌المللی در ده سال گذشته، منجر به کمبود موادغذایی و افزایش قیمت آن در سال‌های اخیر به‌ویژه در سال ۲۰۱۸ گردید (کولیوند و منیری، ۱۴۰۲). بر این اساس، خودکفایی غذایی در دستور کار سیاست-گذاری در تعدادی از کشورها قرار گرفت. سیاست خودکفایی غذا به طور کلی به عنوان "توانایی یک کشور، منطقه یا خانواده برای تامین نیازهای غذایی خود از تولید داخلی خود" تعریف می‌شود (Lombardozzi and Djanibekov., 2020).

اگرچه تولید جهانی موادغذایی در سه دهه گذشته دو برابر شده است، اما بیش از ۸۰۰ میلیون نفر در سراسر جهان هنوز تحت تأثیر گرسنگی شدید قرار دارند (Clapp et al., 2022). بر این اساس، سازمان ملل متحد «گرسنگی صفر» را در چارچوب برنامه‌های توسعه پایدار ۲۰۳۰ برای پایان دادن به گرسنگی در سراسر جهان و ارتقای دسترسی به غذا برای همه در برنامه‌های توسعه پایدار گنجانده است (Clapp., 2017). همچنین، امروزه به علت افزایش جمعیت، مسئله امنیت غذایی در سطح جهان ابعاد تازه‌ای بخود گرفته و به یکی از مباحث مهم در کلیه کشورهای جهان تبدیل شده است (کوچکی و همکاران، ۲۰۰۷؛ کولیوند و منیری، ۱۴۰۲). همچنین، براساس برآوردهای انجام گرفته، تا بیست و پنج سال آینده می‌بایست مقدار تولید محصولات غذایی در کشورهای در حال توسعه، ۷۰ درصد بیشتر از تولید فعلی آن‌ها باشد، تا بتوانند جوابگوی نیازهای داخلی جمعیت رو به افزایش خود باشند (خادمی نوش‌آبادی، ۱۴۰۱). چالش‌های امنیت غذایی برای سال‌های متمادی یک مسئله مهم جهانی بوده است. به این دلیل که امنیت غذایی پدیده‌ای جامع است که اقشار مختلف اجتماعی-سیاسی، محیط‌زیستی و اقتصادی را در برمی‌گیرد (Amhamed et al., 2023).

افزایش قیمت موادغذایی در سراسر جهان چالش‌های زیادی را در مبارزه با ناامنی غذایی ایجاد کرده است که از جمله دلایل آن می‌توان به از دست‌دادن زمین‌های کشاورزی، محدودیت‌های تجاری و صادراتی محصولات عمده کشاورزی، افزایش قیمت نفت که بر صنعت کود تاثیر می‌گذارد، و کاهش سرعت ذخیره در بخش غلات و محدودیت آن در سراسر جهان اشاره کرد. علاوه بر این، رشد جمعیت در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه باعث افزایش مصرف موادغذایی شده است که به طور مستقیم در افزایش هزینه‌ها اثرگذار است (Amhamed et al., 2023).

امنیت غذایی در در طول سالیان متمادی دارای یک سیر تحولی بوده؛ بطورکلی، در تعریفی که بر اساس سازمان خواروبار جهانی ارائه شده است امنیت غذایی را دسترسی فیزیکی، اجتماعی و اقتصادی همه مردم به غذای کافی، ایمن و مغذی می‌داند تا نیازهای رژیمی و ترجیحات غذایی خویش را بمنظور برخورداری از یک زندگی فعال و سالم تامین کنند. دراین تعریف امنیت غذایی دارای چهار بعد «مصرف غذا»، «موجود بودن غذا»، «دسترسی به غذا» و «پایداری در دریافت غذا» است. امنیت غذایی معمولا در سه سطح سطح مزرعه، سطح ملی و سطح بین‌المللی در نظر گرفته می‌شود (کوچکی و همکاران، ۲۰۰۷؛ Amhamed et al., 2023؛ معتقد و همکاران، ۱۴۰۲؛ Chand and KC., 2020؛ Clapp et al., 2022).

خوداتکایی غذایی، تولید و صادرات کالاهایی است که در آن کشور مزیت نسبی دارد (که فرصت‌های زیادی از جمله تولید منابع مالی و واردات سایر محصولات کشاورزی را فراهم می‌کند)، همچنین، خودکفایی غذایی و حاکمیت غذایی بر افزایش تولید داخلی محصولات اساسی کشاورزی استوار است، اگرچه این کشور مزیت نسبی در آن ندارد (Chand and KC., 2020). در یک تعریف کلی خودکفایی

یعنی میزان تولیدات داخلی به اندازه‌ای باشد که کشور را از واردات کالای مشابه بی‌نیاز سازد. در واقع، باید حجم تولیدات داخلی برای نیاز داخلی کفایت کند و کشور را از وابستگی برهاند (احمدی و همکاران، ۱۴۰۰) لذا، از آنجا که خودکفایی یکی از اصول امنیت غذایی می‌باشد، دستیابی به این مهم تنها از طریق افزایش تولید موادغذایی ممکن خواهد بود (کوچکی و همکاران، ۲۰۰۷). نوسانات قیمت به طور نامتناسبی بر گروه‌های کم درآمد در هر کشور تأثیر می‌گذارد. این گروه‌ها که سهم بیشتری از بودجه خانوار خود را صرف موادغذایی می‌کنند، اثر تورم قیمت موادغذایی بر این گروه شدیدتر است. به بیان دیگر، کشش قیمت موادغذایی در کشورهای در حال توسعه بسیار بیشتر از کشورهای توسعه یافته است. مصرف، تولید را جهت می‌دهد و این دو در کنار هم جهت سرمایه‌گذاری را مشخص می‌کنند. رونق تولید داخلی و کاستن از وارداتی که می‌تواند به افول و کم رونقی و توقف واحدهای تولیدی داخلی منجر شود استقلال اقتصادی، قطع وابستگی به خارج و تکنولوژی در سطح کلان را به دنبال دارد (احمدی و همکاران، ۱۴۰۰). ناامنی غذا و فقر به یکدیگر وابسته هستند، فقر علت اصلی ناامنی غذا و درواقع بزرگترین مانع دسترسی به غذا، فقر و درآمد پایین است. ناامنی غذایی و فقر بطور عمده متوجه دهک‌های پایین می‌باشد (مظفری قره بلاغ، ۱۴۰۲). بر اساس آخرین گزارش وضعیت جهانی امنیت غذایی و تغذیه که توسط فائو و سازمان ملل منتشر شده است، حدود ۶۹۰ میلیون نفر یا ۸.۹ درصد از جمعیت جهان گرسنه هستند. در مقایسه با ارقام قبلی، این رقم در یک سال ۱۰ میلیون نفر و در پنج سال نزدیک به ۶۰ میلیون نفر افزایش یافته است. همچنین، ۷۵۰ میلیون نفر در معرض سطوح شدید ناامنی غذایی هستند و حدود ۲ میلیارد نفر به طور منظم به غذای سالم، مغذی و کافی دسترسی ندارند (FAO., 2024).

محصول گندم، از محصول‌های اساسی و راهبردی تامین‌کننده نیاز غذایی است که پهنه گسترده‌ای از زمین‌های زراعی کشور را به خود اختصاص می‌دهد و یکی از منبع‌های اصلی درآمد کشاورزان می‌باشد. بنابر آمار سازمان خواروبار و کشاورزی (فائو) تولید گندم در جهان در سال زراعی ۲۰۲۱-۲۲ به ۷۷۹.۳۳ میلیون تن رسیده است که سرانه مصرف جهانی آن برابر با ۸.۶۶کیلوگرم به ازای هر نفر می‌باشد. بنابر آمار سال ۲۰۲۲ فائو، کشور چین با تولید سالانه ۱۳۸ میلیون تن گندم بزرگترین تولیدکننده گندم در جهان بوده و کشورهای هند، روسیه و امریکا به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار داشته‌اند. ایران نیز با ۱۳.۲میلیون تن تولید گندم در رده ۱۲ جهان قرار دارد. سرانه مصرف گندم در ایران برابر با ۱۵۷ کیلوگرم به ازای هر نفر می‌باشد که این میزان مصرف، ۴۷.۲ برابر میانگین جهانی است (قهرمان زاده و همکاران، ۱۴۰۲). گندم از جمله محصولات اساسی است که در بین محصولات غذایی سهم بالایی در تامین انرژی و پروتئین مورد نیاز خانوارها در کشور دارد به طوری که طی سال‌های ۱۳۶۸ الی ۱۳۹۶، سهم گندم در عرضه سرانه انرژی و پروتئین به ترتیب ۴۰ و ۴۴ درصد بوده است (فکاری سردهایی و همکاران، ۱۳۹۹).

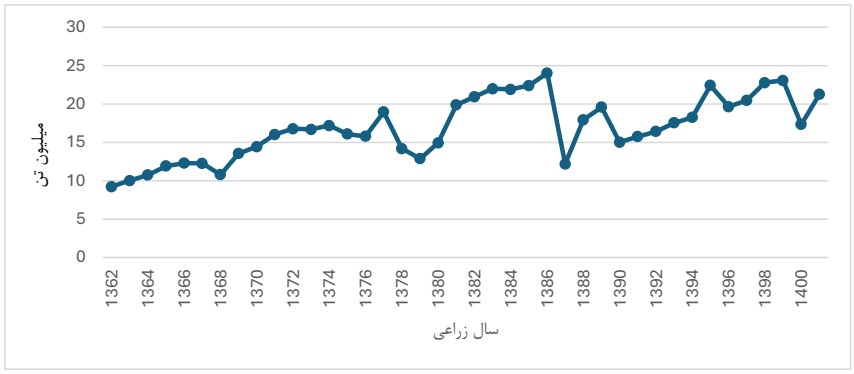
افزایش عرضه ملی غذا به طور خودکار به بهبود دسترسی فقرا به غذا و دریافت مواد مغذی کافی یا کیفیت رضایت بخش غذا منجر نمی‌شود. با این حال، عواملی از جمله ظرفیت تولید داخلی، شرایط جغرافیایی، استراتژی‌های اقتصادی برای مقابله با ناامنی غذایی، تجارت و روندهای بازار بین‌المللی در تصمیم‌گیری در مورد تخصیص منابع برای رسیدن به عرضه پایدار و مقرون به صرفه موادغذایی اصلی در سطح ملی به حساب می‌آیند. لذا هدف این پژوهش بررسی پیامدهای چنین سیاستی در ایران می‌باشد. لذا، با توجه به آنچه بیان شد و با توجه به اینکه گندم بعنوان یک فاکتور بسیار مهم در تامین نیاز غذایی انسان‌ها می‌باشد، پژوهش حاضر بدنبال ارزیابی امنیت غذایی و خودکفایی محصول گندم در ایران با توجه به روند افزایش جمعیت و نیاز روزافزون کشور به این محصول می‌باشد. که اکنون به تحلیل آماری وضعیت خودکفایی گندم و تعامل آن با امنیت غذایی ایران می‌پردازیم.

مطالعه موردی: سیاست گندم در ایران

ایران به دلیل قرار گرفتن در موقعیت حساس جغرافیایی-سیاسی خاورمیانه همواره در معرض تهدیدات سیاسی و اقتصادی قرار داشته است. ازاین‌رو، کاهش وابستگی به واردات و تأمین خودکفایی در تولید محصولات استراتژیک همواره در زمره مهمترین تأکیدات و مقررات وضع شده در کشور به شمار آمده است. این کشور منعکس کننده شرایط بسیاری از کشورهای کم درآمد مانند جمعیت رو به رشد، رژیم غذایی مبتنی بر گندم (سالانه ۱۷۱ کیلوگرم سرانه یا حدود ۴۷ درصد از کالری دریافتی روزانه) می‌باشد. بررسی سرانه مصرف موادغذایی در ایران نشان می‌دهد که در میان کالاهای اساسی، فرآورده‌های خانواده گندم بیشترین سهم را در تامین امنیت غذایی افراد جامعه به خود اختصاص داده‌اند، به نحوی که در حدود ۲۵ درصد موادغذایی موجود در الگوی تغذیه مردم ایران متشکل از محصولات مشتق شده از گندم است و حدود ۴۰ درصد امنیت غذایی کشور وابسته به این گیاه می‌باشد (عباسیان و همکاران، ۱۳۹۹؛ لجم اورک رمه چری و همکاران، ۱۴۰۱). همچنین، عادت غذایی شهروندان به طور چشمگیری تحت تأثیر درآمد خانوار، در دسترس بودن کالاهای متنوع و قرار گرفتن در معرض سبک زندگی و فرهنگ‌های مختلف قرار گرفته است. با این حال، وقتی یک بحران غذایی غیر منتظره وجود دارد، سیاست‌های مختلفی مورد ارزیابی قرار می‌گیرند، و هر سیاست یا ترکیبی از سیاست‌هایی که در برابر شوک مقاومت می‌کنند ممکن است بهترین سیاست را که یک کشور ممکن است برای دستیابی به امنیت غذایی اتخاذ کند، بررسی می‌کند (Amhamed et al., 2023).

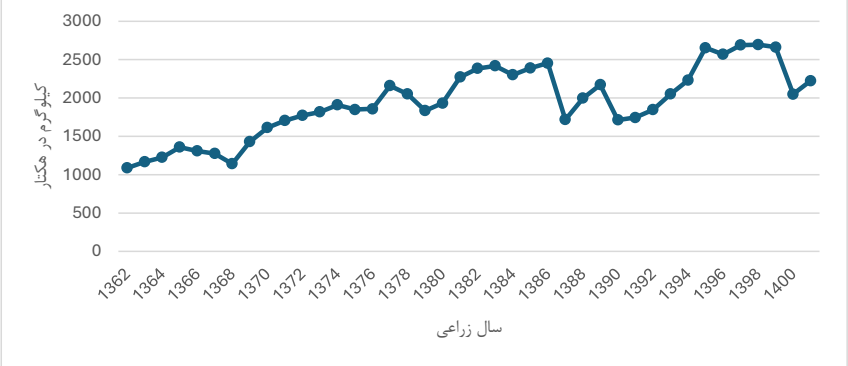
علاوه براین، در سند چشم‌انداز بیست ساله کشور و سیاست‌های کلی اقتصاد نیز به کرات بر ضرورت دستیابی به خودکفایی و پایداری در تولیدات اساسی بخش کشاورزی از جمله گندم در داخل کشور تأکید شده است. بنابراین، به نظر می‌رسد که متناسب با افزایش رشد جمعیت و به تبع آن افزایش تقاضای محصولات کشاورزی در کشور در سال‌های آینده، مسئله تأمین گندم مورد نیاز جامعه با چالش‌های بیشتری مواجه شود (علی‌پور و همکاران، ۱۳۹۷). از طرف دیگر، از آنجایی که صادرکنندگان گندم همسایه نیز با تغییر بازار مواجه بودند و نمی‌توانستند صادرات گندم کافی و سریع را تضمین کنند، بسیاری از رهبران آسیای مرکزی سیاست خودکفایی گندم را معرفی کردند و شروع به افزایش تولید گندم داخلی کردند (Lerman et al., 2016). در این راستا، دولت مجموعه‌ای از اقدامات را به منظور افزایش تولید و کاهش واردات گندم بکار گرفت. همچنین، با توجه به تقاضای داخلی گندم، هر سال اختلاف بین عرضه و تقاضا از طریق واردات تامین شده است. در سال‌های ۱۳۶۰-۱۳۹۳ میزان واردات گندم تا دهه ۸۰ روند صعودی داشته که پس از آن تولید افزایش یافته، تا جایی که هدف خودکفایی و رهایی از واردات این محصول باشد، تا حدود زیادی در اواسط دهه ۱۳۸۰ محقق شد و پس از آن این روند همواره نوساناتی داشته است (ریاحی و همکاران، ۱۳۹۷).

بر اساس نمودار (۱) در طی سال‌های ۱۳۶۲-۱۴۰۱ تولید گندم دارای روند افزایشی و کاهشی بوده است. تولید گندم در سال ۱۳۸۶ در بالاترین مقدار به میزان ۲۴ میلیون هکتار می‌باشد که پس از طی نوسانات در طول سال‌های اخیر، به ۲۱ میلیون تن در سال ۱۴۰۱ رسیده است. بیشترین افزایش سالانه میزان تولید کل گندم نسبت به سال قبل مربوط به سال‌های ۱۳۹۹و ۱۳۸۶ به ترتیب با میزان تولید ۲۳ و ۲۴ میلیون تن و بیشترین تغییرات کاهشی مربوط به سال ۱۳۸۷ با ۵۵.۹۴- درصد می‌باشد. همچنین، نمودار (۱) نشان می‌دهد تغییرات کاهشی سال‌های اخیر مربوط به سال ۱۴۰۰ که تولید گندم به میزان ۲۴.۸۵- درصد نسبت به سال ۹۹ بوده است و پس از آن در سال ۱۴۰۱ به میزان ۲۲.۷۲ درصد افزایش یافته است. بطور کلی بر اساس گزارش جهاد کشاورزی، نرخ تولید گندم بطور متوسط سالانه ۳.۰۸ رشد داشته است.



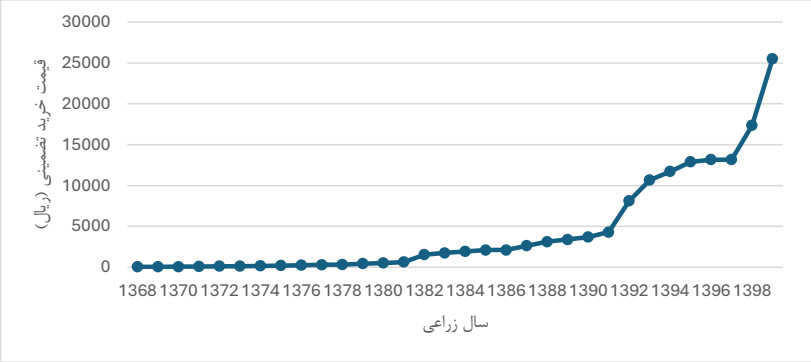
نمودار ۱.روند میزان تولید گندم طی سال‌های ۱۳۶۲-۱۴۰۱ (ماخذ: بانک اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی، (۱۴۰۳))

روند عملکرد تولید گندم طی دوره زمانی ۱۳۶۲-۱۴۰۱ در نمودار (۲) نشان داده شده است. مطابق نمودار، عملکرد گندم از ۱.۱ تن در هکتار در سال ۱۳۶۲ به ۲.۲ تن در هکتار در سال ۱۴۰۱ افزایش یافته، که بیانگر رشد ۱.۷ برابری آن با متوسط عملکرد ۱.۹ تن در هکتار است. با توجه به روند صعودی میانگین عملکرد در هکتار گندم، می‌توان گفت که اقدامات فنی و مبتنی بر فناوری (از جمله بهبود مکانیزاسیون، استفاده از ارقام پرمحصول، مبارزه با آفات و بیماری‌ها و افزایش دسترسی به کودهای شیمیایی و دامی در راستای عملکرد این محصول موفقیت آمیز بوده است.



نمودار ۲. روند عملکرد تولید گندم طی سال‌های ۱۳۶۲-۱۴۰۱ (ماخذ: بانک اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی، (۱۴۰۳))

در استراتژی امنیت غذایی برای سال‌های زیادی گندم به عنوان یک محصول استراتژیک تعریف شده است، و بازار گندم را برای حفظ قیمت‌های مقرون به صرفه و پایدار بازار به ویژه برای اقشار کم درآمد تنظیم می‌کند (Lombardozzi and Djanibekov., 2020). با توجه به اهمیت تأمین گندم مورد نیاز کشور، تاکنون برنامه‌ریزی‌های متعددی به منظور ارتقای میزان خودکفایی گندم در دستور کار سیاست‌گذاری قرار داشته و سیاست‌های حمایتی متنوعی در این زمینه به کار گرفته شده است که از آن جمله می‌توان به تعیین قیمت خرید تضمینی برای محصول گندم، پرداخت یارانه به نهاده‌های تولید گندم و اعطای بیمه تولید این محصول اشاره نمود. در سال ۱۳۸۹، قانون افزایش بهره‌وری کشاورزی و منابع طبیعی در مجلس تصویب شد که در ماده ۳۳ این قانون، به جایگزینی سیاست قیمت تضمینی بجای خرید تضمینی محصولات کشاورزی با استفاده از ظرفیت‌های بورس کالا اشاره شده است. در سیاست قیمت تضمینی، دولت قیمت تضمینی را اعلام می‌کند و کشاورزان محصولات خود را در بورس کالا عرضه می‌کنند. اگر قیمت کشف شده محصول در بورس پایین‌تر از قیمت تضمینی اعلامی از سوی دولت باشد، ما به‌التفاوت قیمت از سوی دولت پرداخت می‌شود (روستایی و همکاران، ۱۳۹۹). روند قیمت تضمینی گندم طی سال‌های ۱۳۶۸-۱۴۰۰ در نمودار (۳) ارائه شده است. که سیاست حمایتی می‌تواند از جمله دلایل افزایش تولید در طی این سال‌ها باشد. قیمت تضمینی گندم در بازه زمانی یاد شده بیانگر آن است که تا سال ۱۳۹۱ دارای یک شیب ملایم افزایشی بوده ولی بعد آن با یک شیب تندتر افزایشی شده است.



نمودار ۳.روند قیمت تضمینی محصول گندم طی سال‌های ۱۳۶۹-۱۳۹۹ (ماخذ: بانک اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی، (۲۰۲۴))

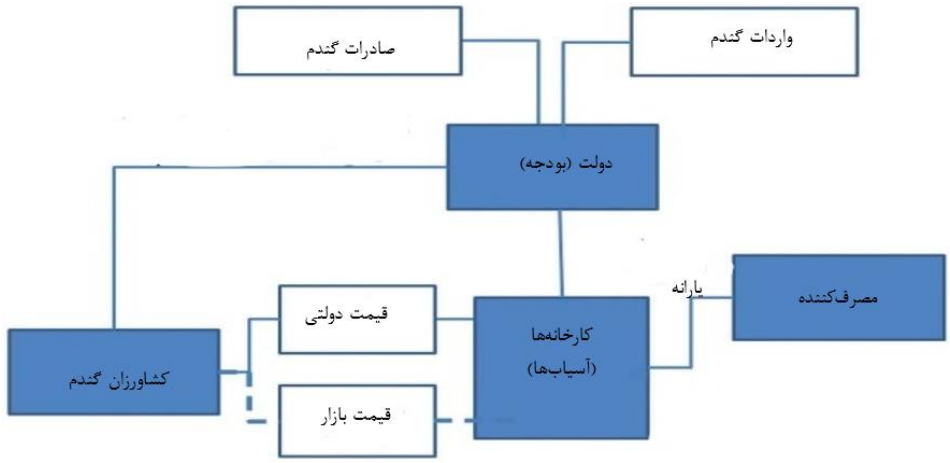
پیرامون سیاست خودکفایی گندم استدلال‌ها و نظرات متفاوتی وجود دارد و بطور خلاصه در جدول (۱) آورده شده است که نشان دهنده ابعاد مختلف این سیاست‌ها می‌باشد. اگرچه بسیاری از محققان موافق سیاست خودکفایی بوده‌اند، برخی دیگر خاطرنشان می‌کنند که سیاست خودکفایی شرط کافی یا ضروری برای تضمین امنیت غذایی نیست (Lombardozzi and Djanibekov., 2020).

جدول ۲. دیدگاه‌های موافق و مخالف سیاست خودکفایی گندم

دیدگاه موافق	دیدگاه مخالف
بدلیل تولید ناپایدار گندم در انگلستان، سیاست خودکفایی قرار گریری در معرض واردات موادغذایی و همچنین نوسانات قیمت را کاهش می‌دهد و سبب کاهش خطر کسری در تراز پرداخت خواهد شد (Bush, 2010).	رفاه ناشی از واردات و موجودی انبار کاهش می‌یابد چرا که بار جبران کمبود تقاضا بر عهده موجودی انبار بوده و موجودی انبار کاهش می‌یابد (ریاحی و همکاران، ۱۳۹۷)
در صورت تولید بسیار زیاد گندم، درآمدهای صادراتی، مشاغل جدید و توسعه مالی ایجاد می‌شود و کشور می‌تواند بعنوان تامین‌کننده بالقوه در منطقه شناسایی شود (Lombardozzi and Djanibekov., 2020).	دسترسی به گندم با کیفیت بالا که می‌تواند از واردات تامین شود، محدود می‌شود (Lombardozzi and Djanibekov., 2020).
سیاست خودکفایی می‌تواند به افزایش تقاضای غذا به دلیل رشد جمعیت به عنوان محصول اصلی در کشور، کمک کند (Clapp., 2017).	کاهش عملکرد و تولید گندم به دلیل کاهش بارش‌ها در کشور پدیده‌ای است که می‌تواند بیش از پیش بر افزایش وابستگی کشور به گندم وارداتی همزمان با رشد جمعیت در کشور بیافزاید (علی‌پور و همکاران، ۱۳۹۷).
شوک‌های جهانی مانند کووید۱۹ می‌توانند خطرات ناشی از سبد غذایی و تجارت را تشدید کنند (Wassenius et al., 2023).	از آنجا که تنش‌های سیاسی بین کشورها می‌تواند منجر به اختلال در تجارت شود، سیاست خودکفایی می‌تواند وابستگی به گندم را با تکیه بر منابع غذایی کمی به حداقل برساند و ممکن است آسیب‌پذیری واردکنندگان موادغذایی را افزایش دهد (Lombardozzi and Djanibekov., 2020).
رونق تولید داخلی و کاستن از وارداتی که میتواند به افول و کم رونقی و توقف واحدهای تولیدی داخلی منجر شود استقلال اقتصادی، قطع وابستگی به خارج و تکنولوژی در سطح کلان را به دنبال دارد (احمدی و همکاران، ۱۴۰۰)	به دلیل تنوع شرایط اقلیمی و قابلیت‌های بهره‌برداری از منابع تولید، دستیابی به خودکفایی را محدود کرده است (احمدی و همکاران، ۱۴۰۰).

مواد و روش

این مطالعه هزینه¬ها و مزایای اقتصادی سیاست گندم در ایران را تحلیل می¬کند و اثرات اجتماعی سیاسی را در طول زمان بر چهار مولفه اقتصادی در زنجیره ارزش که شامل دولت، کشاورزان گندم، مصرف¬کنندگان و کارخانه¬ها را نشان می¬دهد که بر اساس مطالعه Lombardozzi and Djanibekov، (۲۰۲۰) در نظر گرفته شده است. جریان سیاست خودکفایی در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل ۴. مولفه‌های زنجیره ارزش گندم (Lombardozzi and Djanibekov., 2020).

هدف دولت به حداقل رساندن هزینه جهت واردات گندم و توزیع پایدار گندم به مصرف‌کنندگان کم درآمد روستایی و شهری بوده است. بودجه دولت از درآمد صادرات گندم و با مالیات بر بخش کارخانه‌ها (آسیاب) افزایش می‌یابد.

کارخانه‌های آرد دولتی (آسیاب‌ها) در پی بازیابی هزینه‌های عملیاتی هستند و ملزم به تولید نان یارانه‌ای ارزانتر هستند. لذا، به عنوان یک مولفه در نظر گرفته می‌شوند. بخش کارخانه‌ها (آسیاب) از تفاوت قیمت‌ها با تولید گندم از کشاورزان با قیمت‌های تضمینی (۵۰ ریال در سال ۱۳۶۸ و ۲۵۵۰۰ ریال در سال ۱۳۹۹) و همچنین صادرات آرد گندم هر تن با قیمت ۴۶۴۷ میلیارد ریال در سال ۱۳۹۹ بوده است. عدم منفعت کارخانه‌ها از اجرای برنامه یارانه بوده است که در سال ۱۳۹۹ قیمت فروش آزاد یک کیلو گندم در کل کشور ۲۴۰۹۵ ریال بوده است. در نتیجه، متوسط قیمت‌های آزاد و فروش به دولت این محصول ۲۴۸۳۰ریال بوده است. متوسط قیمت فروش این محصول (آزاد و دولتی) نسبت به سال ۱۳۹۸ معادل ۴۴.۲ درصد افزایش داشته است (مرکز آمار ایران، ۱۴۰۳). با این حال، ایران همچنان وارد کننده است و تنها در اواسط دهه ۸۰ به خودکفایی در گندم رسیده است.

جهت تحلیل اثر سیاست خودکفایی بر مصرف‌کنندگان در نظر گرفته شده است. کسانی که کمتر از خط ۲.۱۵ دلار در روز زندگی می‌کنند به عنوان مصرف‌کنندگان کم درآمد(فقیر) و کسانی که بالاتر از خط از ۲.۱۵ دلار در روز زندگی می‌کنند بعنوان مصرف-کنندگان با درآمد بیشتر (غیر فقیر) در نظر گرفته شده‌اند. بر اساس گزارش بانک جهانی در سال ۱۹۹۰ و ۲۰۲۲ به‌ترتیب ۸.۴۰ و ۰.۵ درصد از جمعیت با نرخ ۲.۱۵ دلار در روز زندگی می‌کردند (World Bank., 2024).

مصرف‌کنندگان غیر فقیر می‌توانند از محصولات گندم باکیفیت مانند آرد و نان مخلوط وارداتی استفاده کنند. مصرف‌کنندگان کم درآمد شهری محصولات گندم داخلی مخلوط با گندم وارداتی را توسط کارخانه‌های دولتی با قیمت یارانه خریداری می‌کنند. همچنین،

مصرف‌کنندگان کم درآمد روستایی عمدتاً گندم تولید شده در زمین‌های خود را مصرف می‌کنند. هزینه و منفعت هر مولفه در زنجیره ارزش گندم در جدول ۲ خلاصه شده است.

جدول ۳. توزیع هزینه و منفعت بین مولفه‌های مختلف در زنجیره ارزش

مولفه‌ها	منفعت	هزینه
کارخانه‌ها	آرد گندم (آزاد) با قیمت بالاتر	تهیه دانه گندم با قیمت تضمینی دولت
کشاورزان	قیمت تضمینی گندم، تسهیلات بانکی	تهیه نهاده تولید گندم و عدم تناسب قیمت تضمینی با نرخ تورم در برخی سال‌ها
مصرف‌کنندگان	دسترسی دانه گندم داخلی با قیمت پایینتر که برای تولید گندم با کیفیت بالا استفاده می‌شود، دسترسی نان یارانه‌ای بوسیله یارانه نان	اعمال تعرفه واردات محصولات گندم مرغوب
دولت (بودجه)	درآمد حاصل از تعرفه‌های صادرات و واردات گندم و آرد. همچنین، مالیات بر بخش کارخانه‌ها (آسیاب)	اجرای سیاست یارانه نهاده برای کشاورزان تولیدکننده گندم

منافع و هزینه‌های سیاست خودکفایی گندم

در بخش قبل، چهار مولفه اصلی در زنجیره ارزش گندم در ایران که مصرف‌کنندگان، کشاورزان گندم، کارخانه‌ها (بخش آسیاب) و دولت مشخص شده است.

جدول (۳) اطلاعات ارزیابی منافع و هزینه‌های زنجیره ارزش در سال ۱۳۹۹ را نشان می‌دهد، با توجه به سیاست خودکفایی، ایران یک تولیدکننده گندم است که درآمد و اشتغال میلیون‌ها نفر را در بخش کشاورزی فراهم می‌کند. تولید گندم ایران در سال ۱۳۹۹ به ۱۰.۴ میلیون تن رسید که حدود ۲۰ درصد از کل تولید محصول ۷۴.۴ میلیون تن آن را تشکیل می‌داد. در حالی که کشور ۱۱۸۱۶۰۰ تن گندم وارد کرده و صادرات نزدیک به صفر بوده است لذا می‌توان به نقش حیاتی گندم در تامین موادغذایی داخلی ایران به جهت حفظ امنیت غذایی و حمایت از بخش کشاورزی اشاره کرد. حدود۵۶ درصد از اراضی کشاورزی ایران برای تولید گندم کشت شده است.

جدول ۴. اطلاعات مولفه‌های زنجیره ارزش

مولفه	واحد	۱۳۹۹	منبع
سهم جمعیت با درآمد کم (فقیر)	درصد	۳۱.۴	وزارت تعاون،کار و رفاه اجتماعی، (۱۴۰۰)
قیمت			
قیمت گندم درجه یک	ریال	۲۴۰۰۰	مرکز آمار ایران، (۱۴۰۳)
قیمت گندم داخلی	ریال	۲۲۰۰۰	مرکز آمار ایران، (۱۴۰۳)
تولید			
حجم گندم وارداتی	میلیون تن	۱.۱۸	Ghaziani et al., (2023)
حجم گندم تولید شده	میلیون تن	۱۰.۴	مرکز آمار ایران، (۱۴۰۳)
سطح گندم کشت شده	میلیون هکتار	۶.۶	مرکز آمار ایران، (۱۴۰۳)

سهم اراضی به کشت گندم	درصد	۵۶	مرکز آمار ایران، (۱۴۰۳)

مطابق اینکه هدف سیاست خودکفایی تضمین ثبات قیمت و عرضه نان یارانه‌ای است و به عنوان یک سیاست حامی مصرف‌کنندگان با درآمد کم (فقیر) توجیه می‌شود، نتایج نشان می‌دهد که به نظر می‌رسد منافع مصرف‌کنندگان با درآمد کم در واقع از سیاست خودکفایی گندم، بهره‌مندی و دسترسی به نان ارزان‌تر با استفاده از یارانه نان می‌باشد. همچنین، نیازهای فقیرترین و آسیب‌پذیرترین خانواده‌ها در اولویت قرار گرفته می‌شوند، تا از این طریق شرایط امنیت غذایی برای آن‌ها ایجاد و یک درآمد مناسب برای حمایت از معیشت کشاورزان خرده‌مالک و کارگران زنجیره ارزش غذا تضمین شود.

کارخانه‌ها (آسیاب) نیز از سیاست خودکفایی گندم اما کمتر از مصرف‌کنندگان کم درآمد بهره‌مند شده‌اند. همانطور که قبلاً اشاره شد، کارخانه‌ها عمدتاً دولتی هستند و برای تهیه و توزیع گندم داخلی با دولت هماهنگی دارند. در واقع، این منفعت از طریق اجرای سیاست خرید گندم حاصل شد که کشاورزان را مجبور کرد نیمی از محصول خود را به قیمت‌های تعیین شده توسط دولت به کارخانه‌های نیمه دولتی بفروشند. همچنین، کارخانه‌ها با فروش گندم (داخلی+ وارداتی) به مصرف‌کنندگان از سیاست گندم منفعت می‌برند. با این وجود، کارخانه‌ها مجبور به تقبل هزینه‌های یارانه نان را بودند که از طریق آن نان را با قیمتی کمتر از قیمت بازار به مصرف‌کنندگان بفروشند. مصرف کنندگان نیز با هزینه ناشی از افزایش قیمت محصولات گندم وارداتی بدلیل تعرفه واردات، مواجه شدند.

بودجه دولت از تعرفه اعمال شده بر گندم و آرد و از مالیات بر کارخانه‌ها به دست می‌آید و سیاست گندم با یارانه‌های نهاده‌ای به کشاورزان همراه است. با این حال، از آنجا که سیاست خودکفایی گندم یک سیاست جایگزین واردات است، بیشترین نفع بودجه دولت از تولید گندم در داخل کشور به جای واردات از همسایگان بوده است. در طرف مقابل، اگرچه کشاورزان از یارانه‌های نهاده‌ای برای کود، بذر، سوخت و ماشین‌آلات بهره‌مند می‌شدند؛ بیشترین هزینه مربوط به کشاورزان گندم در سیاست گندم بوده است (Zorya et al., 2019).

در نهایت، علیرغم دسترسی به محصولات ارزانتر گندم با کیفیت بالا تولید شده از ترکیب گندم داخلی با کیفیت پایینتر با گندم وارداتی با کیفیت بالاتر، مصرف‌کنندگان غیر فقیر به دلیل تعرفه‌های وارداتی که بر گندم مرغوب وارداتی اعمال می‌شود و سبب گرانتر شدن آن می‌شود، از سیاست گندم محروم شدند. بطور کلی، از نظر اقتصادی-اجتماعی سیاست خودکفایی گندم می‌تواند بعنوان یک سیاست موفق در نظر گرفته شود، اما سایر ناکارآمدی‌ها مانند کیفیت پایین محصول داخلی، تلفات بازده، عملکرد پایین و عدم استفاده از ظرفیت صادراتی محصولات با ارزش، در نظر گرفته نشده است.

علاوه‌بر این، می‌توان استدلال کرد که سیاست خودکفایی به هدف امنیت‌غذایی (که در این مطالعه درصد شیوع سوءتغذیه[۱۷۷] در نظر گرفته شده است) کمک قابل توجهی نکرده است. در واقع، داده‌ها نشان می‌دهد که در اواسط دهه ۸۰، درصد شیوع سوء تغذیه برحسب جمعیت ۶.۱ درصد با همین درصد یکسان در سال ۱۳۹۹رسیده است (World Bank., 2024). اگرچه ممکن است بهبود تغذیه منحصراً توسط سیاست خودکفایی ایجاد نشده باشد.

ارزیابی سیاست خودکفایی گندم

در این بخش، ارتباط سیاست خودکفایی گندم در شرایط فعلی که با تغییرات سریع اجتماعی-اقتصادی مشخص می‌شود، ارزیابی می‌شود. با این حال، در شرایط رشد تولید ناخالص داخلی و افزایش درآمد سرانه، در نتیجه صنعتی شدن، کاهش فقر و شهرنشینی،

[۱۷۷] شیوع سوءتغذیه درصد جمعیتی است که مصرف غذای معمولی آن‌ها برای تأمین سطوح انرژی غذایی لازم برای حفظ یک زندگی سالم و فعالیت عادی کافی نیست.

تغییر رژیم‌های غذایی از غذای اصلی غلات بعنوان غذای غنی از پروتئین مشاهده می‌شود (Lombardozzi and Djanibekov., 2020). در مطالعه ریاحی و همکاران (۱۳۹۷) پیرامون ارزیابی آثار رفاهی خودکفایی نشان داد که رفاه کل جامعه ناشی از کاهش واردات کمتر شده، اما رفاه مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان افزایش یافته است. باتوجه به جمعیت در حال رشد، سهم مصرف‌کنندگان تغییر کرده است، بنابراین مصرف‌کنندگان نیز بیشتر خواستار نان نیز هستند. دولت همچنین مقادیر زیادی گندم سالانه را به منظور تضمین امنیت غذایی مصرف‌کنندگان فقیر (کم درآمد) وارد کرده است.

با توجه به اینکه ممکن است امنیت غذایی منحصراً توسط سیاست خودکفایی ایجاد نشده باشد، اما چنین سیاستی به دستیابی به چنین اهدافی و جلوگیری از اختلالات عرضه کمک می‌کند. با این حال، در شرایط رشد تولید ناخالص داخلی و افزایش درآمد سرانه، در نتیجه صنعتی شدن و کاهش فقر، مشاهده تغییر رژیم‌های غذایی از غلات به غذای غنی از پروتئین مشهود است (Kearney., 2010). به بیان دیگر، مصرف سرانه گندم در میان مصرف‌کنندگان کم درآمد بیشتر است.

برآوردها نشان می‌دهد که خط فقر در سال ۱۳۹۹ نسبت به سال ۱۳۹۸ رشد ۳۸ درصدی داشته و به نظر می‌رسد سیاست خودکفایی گندم اهمیت بیشتری بدست آورده است. همچنین، مصرف‌کنندگان با درآمد کم از سیاست نان یارانه‌ای بهره‌مند خواهند شد، اما دستاوردهای مطلق آنها در حال حاضر کمتر است. مصرف‌کنندگان با درآمد بیشتر به دلیل تعرفه وارداتی اعمال شده بر گندم با کیفیت بالا، و وجود قیمت‌های متفاوت برای گندم وارداتی و داخلی و محصولات گندم، منافعشان کاهش می‌یابد.

کارخانجات آرد به‌جهت برطرف کردن تقاضای سهم رو به رشد مصرف‌کنندگان، به گسترش ترکیب گندم داخلی با گندم با کیفیت وارداتی پرداختند. آرد گندم ایران به طور فزاینده‌ای در کشورهای همسایه مانند افغانستان و عراق جای پیدا کرده است. با تغییر سریع ساختار اقتصاد، الگوی تجارت گندم نیز تغییر کرد. بطور کلی، در سال ۱۳۹۹ ایران همچنان واردکننده گندم از آلمان، روسیه، امارات متحده عربی، هنگ کنگ، انگلستان و ترکیه است. اما مقصد گندم وارداتی در سال‌های مختلف متغیر است.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش به مطالعه موردی گندم در ایران، عملیاتی شدن سیاست خودکفایی در طول زمان پرداخته شد. همچنین، انتقادهای مختلف نظری و سیاستی پیرامون سیاست خودکفایی گندم بررسی شد. و با استفاده از مطالعه Clapp., (2017) و Lombardozzi and Djanibekov., (2020) اثرات اقتصادی آن در بین مولفه‌های مختلف و همچنین جهت نیل به اهداف اجتماعی و سیاسی بین زمانی این واقعیت برجسته شد که مصرف‌کنندگان با داشتن درآمدهای متنوع، انواع مختلفی از تقاضا را برای گندم بیان می‌کنند. این تحلیل بیان می‌کند که سیاست خودکفایی و امنیت غذایی در ایران، با افزایش تامین تقاضای داخلی و ثبات قیمت محصولات مرتبط با گندم برای مصرف‌کنندگان با درآمد کم، به هدف خود مبنی بر سیاست حمایت از مصرف‌کنندگان با درآمد کمتر دست یافت. دسترسی به گندم ارزان از طریق چنین سیاستی به بخش آسیاب اجازه داده است تا از منافع اقتصادی برخوردار شود.

با این وجود، با توجه به اینکه گندم مهمترین منبع غذایی در کشورهای در حال توسعه است. سیاستی که هم ثبات عرضه را تضمین می‌کند و هم به دنبال مهار نوسانات قیمت است، گزینه مطلوبی به نظر می‌رسد. وضعیت کشاورزان در زنجیره ارزش گندم در ایران از طریق اصلاحات کشاورزی اخیر بهبود یافته است. با این حال، برای درک اینکه آیا سود بلندمدت بازدهی حاصل از آزادسازی بخش گندم داخلی بیشتر از زیان آن خواهد بود، به تحلیل‌های بین بخشی بیشتری نیاز است.

از آنجایی که بخش فرآوری محصولات کشاورزی دارای پتانسیل استراتژیک صادرات، ایجاد اشتغال و رشد اقتصادی است، منطقی است که ادعا کنیم تغییر در الگوهای ملی مصرف گندم با جایگزینی سبد محصولات فعلی فرصت بیشتری برای در نظر گرفتن تقویت تولید محصولات با ارزش بالا و تامین امنیت غذایی جامعه ایجاد کرده است. علاوه بر این، با وجود اینکه ایران توانسته است

موفقیت‌هایی در افزایش تولید محصولات بویژه گندم به‌دست آورد؛ اما این افزایش تولید یا خودکفایی، به دلایل مختلف از جمله فقدان یک برنامه‌ریزی بلندمدت و علمی و نیز شرایط اقلیمی ناپایدار و شکننده، ناپایدار بوده است. لذا پیشنهاد می‌شود ارزیابی دقیق و عینی شرایط منحصر به فرد کشور انجام شود که می‌تواند به ایجاد فضای سیاستی در چارچوب قوانین تجارت بین‌المللی کمک کند.

منابع

احمدی، ز.، فتاحی اردکانی، ا. فهرستی ثانی، م. و نشاط، ا. تحلیل عوامل موثر بر ضریب خودکفایی گندم در ایران. ۱۴۰۰. مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران. دوره ۲-۵۲. شماره ۴.

خادمی نوش‌آبادی. م. امیدی نجف‌آبادی، م. میردامادی، م. بکارگیری فناوری‌های کشاورزی اقلیم هوشمند در مزارع گندم؛ طراحی مدل قصد رفتاری با رویکرد بیزی. ۱۴۰۱. نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی. سال ۹. شماره ۴. ص ۱۰۵-۱۲۴.

روستایی، ب. کاظم نژاد، م. ربیعی، م. و حسینی، س. ز. بررسی تاثیر سیاست‌های خرید و قیمت تضمینی بر سطح زیرکشت و تولید محصول گندم. ۱۳۹۹. اقتصاد کشاورزی و توسعه. سال ۲۸. شماره ۱۱۱.

ریاحی، ف. نجفی علمدارلو، ح. و وکیل‌پور، م. ارزیابی آثار رفاهی خودکفایی پایدار در بازار گندم ایران. ۱۳۹۷. اقتصاد کشاورزی و توسعه. سال ۲۶. شماره ۱۰۱.

عباسیان، ع.، امیری، م.، نیری، ش.، و جلالی بیدگلی، ز. طراحی مدل خط مشی‌گذاری خرید تضمینی گندم در ایران. ۱۳۹۹. فصلنامه سیاستگذاری عمومی. دوره۶. شماره ۴. ص ۲۳-۴۱.

علی‌پور، ع.، موسوی، س. ح. خلیلیان، ص. و مرتضوی س. ا. خودکفایی گندم و رشد جمعیت در چشم‌انداز ۱۴۰۴ در ایران (درآمدی بر نقش سیاست خرید تضمینی). ۱۳۹۷. مجله تحقیقات و توسعه کشاورزی ایران. دوره ۲-۴۹. شماره ۴.

فکاری سردهایی، ب. شاهنوشی، ن. محمدی، ح. آینده پژوهی گندم ایران. ۱۳۹۹. اقتصاد کشاورزی. جلد ۱۴. شماره ۱.

قهرمانزاده، م. دشتی. ق. واحدی هلان، ج. و بابایی، ع. پیامدهای اثرگذاری سیاست خرید تضمینی گندم بر تغییرپذیری‌های قیمت گندم و رفاه کل. ۱۴۰۲. اقتصاد کشاورزی. جلد۱۷. شماره ۳.

کولیوند، خ. و منیری، ک. تحلیل روند امنیت غذایی جمهوری اسلامی ایران در دو محصول راهبردی گندم و برنج تا سال ۱۴۱۰. ۱۴۰۲. فصلنامه دولت پژوهی ایران معاصر. سال ۹. ص ۱۰۳-۱۲۷.

لجم‌اورک رمه‌چری، ش. مهدوی دامغانی، ع. لیاقتی، ه. بررسی اگرواکولوژیک روند تاریخی تغییرات تولید و سطح زیر کشت گندم و تغییرات جمعیتی در ایران در دوره ۱۳۴۰-۱۳۹۹. ۱۴۰۱. فصلنامه علوم محیطی. دوره ۲۰. شماره ۴.

مرکز آمار ایران. ۱۴۰۳. https://amar.org.ir/

معتقد، م. شعبانعلی فمی،ح. اسدی، ع. کلانتری، خ. براتی، ع. و علم بیگی، ا. عوامل موثر بر امنیتغذایی خانوارهای کشاورزان در واحدهای بهره‌برداری کوچک مقیاس استان همدان باتاکید بر تاثیر تاب‌آوری. ۱۴۰۲. فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای انسانی. دوره ۵۴. شماره ۱. ص ۱-۲۷.

مظفری قره بلاغ، ص. محمدی یگانه، ب. و چراغی، م. تحلیل تاب آوری خانوارهای روستایی در برابر ناامنی غذایی مطالعه موردی: شهرستان زنجان. ۱۴۰۲. فصلنامه علمی مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی، دوره ۱۸. شماره ۴. ص ۲۱۱-۲۲۰.

وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی. چشم‌انداز فقر در سال ۱۳۹۹. ۱۴۰۰.

وزارت جهاد کشاورزی، ۱۴۰۳. https://www.maj.ir/

Amhamed, A., Genidi, N., Abotaleb, A., Sodiq, A., Abdullatif, Y., Hushari, M., & and Al-kuwari, M. (2023). Food security strategy to enhance food self-sufficiency and overcome international food supply chain crisis: the state of Qatar as a case study. Green Technology, Resilience, and Sustainability, 3(3), 1-18.

Baer-Nawrocka, A., & Sadowski, A. (2019). Food security and food self-sufficiency around the world: A typology of countries. Plos One, 14(3).

Beltran-Peña, A., Rosa, L., & D'Odorico, P. (2020). Global food self-sufficiency in the 21st century under sustainable intensification of agriculture. Environmental Research Letters, 15, 1-11.

Bush, R. (2010). Food Riots: Poverty, Power and Protest. Journal of Agrarian Change, 10(1), 119-129.

Chand, H., & Kc, B. (2020). Quality Seeds For Food Security And Food Self -Sufficiency During Havoc Of Covid-19 In Nepal. Tropical Agroecosystems, 1(2), 80-87.

Clapp, J. (2017). Food self-sufficiency: Making sense of it, and when it makes sense. Food Policy, 66, 88-96.

Clapp, J. William G. Moseley, Barbara Burlingame, Paola Termine, (2022), Viewpoint: The case for a six-dimensional food security framework, Food Policy, Volume 106, Pages 263-278.

FAO. (2024). Retrieved from https://www.fao.org

Ghaziani, S., Dehbozorgi, G., Bakhshoodeh, M., & Doluschitz, R. (2023). Identifying Loss and Waste Hotspots and Data Gaps throughout the Wheat and Bread Lifecycle in the Fars Province of Iran through Value Stream Mapping. Sustainability, 15, 1-24.

Kearney, J. (2010). Food Consumption Trends and Drivers. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 365(1554), 2793-2807.

koocheki, A., Yazdi Samadi, B., Mazaheri, D., Valizadeh, R., Rezaei, A., & and Vojdani, P. (2007). food security and field crops production in iran. Academy of Sciences letter, 177-237.

Lerman, Z., Sedik, D., Yusupov, Y., Stanchin, I., & Kazakevich, I. (2016). Wheat Production and Regional Food Security in CIS: The Case of Belarus, Turkmenistan and Uzbekistan. FAO Policy Studies on Rural Transition, 2016(1).

Lombardozzi, L., & and Djanibekov, N. (2020). Can self-sufficiency policy improve food security? An inter-temporal assessment of the wheat value chain in Uzbekistan. Eurasian Geography and Economics, 1-20. doi:10.1080/15387216.2020.1744462

Wassenius, E., Porka, M., Nystrom, M., & Søgaard Jørgensen, P. (2023). A global analysis of potential self-sufficiency and diversity displays diverse. Global Food Security, 37, 1-7.

World Bank. (2024). Retrieved from https://data.worldbank.org/

Zorya, S., Djanibekov, N., & Petrick, M. (2019). Farm Restructuring in Uzbekistan: How Did It Go and What Is Next? . World Bank Group.



Self-sufficiency and food security policy in Iran: evaluation of the wheat case study

Maryam Asadpour Galougahi, Alireza Karbasi, Saeed Jalalian

1-PhD Student of Agricultural Economics, Ferdowsi University of Mashhad
2-Professor of Agricultural Economics, Ferdowsi University of Mashhad
3- PhD Student of Agricultural Economics, Ferdowsi University of Mashhad
Corresponding Author E. mail: asadpourmaryam75@gmail.com

Abstract

Food security in the world impacts many political, economic, and social areas. Since food security involves access to healthy and sufficient food at all times for a healthy and vibrant life, and governments are obliged to ensure it, the field of food supply is considered one of the fundamental concerns of any government. Due to its sensitive geopolitical position in the Middle East, Iran has always been exposed to political and economic threats. Therefore, this study discusses the social and economic effects of the self-sufficiency policy in Iran. In the first stage, the costs and benefits of the self-sufficiency policy are presented, arguing that self-sufficiency policies are not neutral but must be evaluated for their distributional effects across different components over time. Then, using the wheat self-sufficiency policy, it reveals its effects on various economic components and institutions. Finally, the wheat self-sufficiency policy and food security are evaluated. This analysis indicates that the self-sufficiency and food security policy in Iran, by increasing the supply of domestic demand and stabilizing the prices of wheat-related products for low-income consumers, has achieved its goal of supporting lower-income consumers.

Keywords: Food Security, Self Sufficiency, Wheat, Iran.

دومین همایش ملی پژوهش های کاربردی
امنیت غذایی، ایمنی غذایی و سلامت
«همزمان با روز جهانی غذا؛ ۲۵ مهرماه ۱۴۰۳»
موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

سیاست‌های امنیت غذایی از منظر اسناد بالادستی در ایران

فاطمه سخی*[۱]، زری سرابی[۲]، ناصر شاهنوشی[۳]،

[۱] دانش‌آموخته دکتری اقتصاد کشاورزی، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
[۲] دانش‌آموخته دکتری اقتصاد کشاورزی، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
[۳] استاد گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
* نویسنده مسئول:fatemesakhi@yahoo.com

چکیده

امروزه چالش‌هایی چون افزایش گرسنگی در سطح جهان، عدم وجود تعادل در رژیم غذایی روزانه افراد، تخریب محیط‌زیست و منابع طبیعی و دیگر مسائل، باعث شده است مسئله امنیت غذایی به یکی از مهمترین مسائل جوامع بشری تبدیل شود. در قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران ضرورت تأمین نیازهای اساسی و رفع فقر و برطرف ساختن هر نوع محرومیت در زمینه تغذیه و رفاه فردی و اجتماعی در جامعه مورد تأکید قرار گرفته و در برنامه‌های توسعه و سند چشم‌انداز بیست ساله کشور نیز به بهبود وضعیت امنیت غذایی توجه ویژه‌ای مبذول شده است. در این تحقیق با رهیافت توصیفی-تحلیلی و مطالعه اسناد برنامه‌های توسعه بعد از انقلاب اسلامی، سند ملی دانش‌بنیان امنیت غذایی، قانون اساسی و سیاست‌های کلی نظام به استخراج مضامین آن‌ها در چارچوب امنیت غذایی و تطبیق‌پذیری و کفایت این اسناد در تأمین امنیت غذایی پرداخته شد. یافته‌های حاصل از بررسی اسناد بالادستی بیانگر آن است که به ارکان چهارگانه امنیت غذایی توجه نشده و همچنین عملکرد این اسناد بر اساس اهداف در نظر گرفته شده نبوده است. بنابراین توصیه می‌شود دولتمردان، سیاست‌گذاران، و برنامه‌ریزان کشوری اهتمام ویژه در راستای تحقق اهداف برنامه هفتم توسعه به عنوان مهم‌ترین برنامه کنونی کشور، را برای دستیابی موثر و پایدار به ارکان امنیت غذایی با نظارت کافی و بعضاً سختگیرانه و با پیروی از بیانات مقام معظم رهبری در خصوص اهمیت تأمین امنیت غذایی در دستور کار خود قرار دهند.

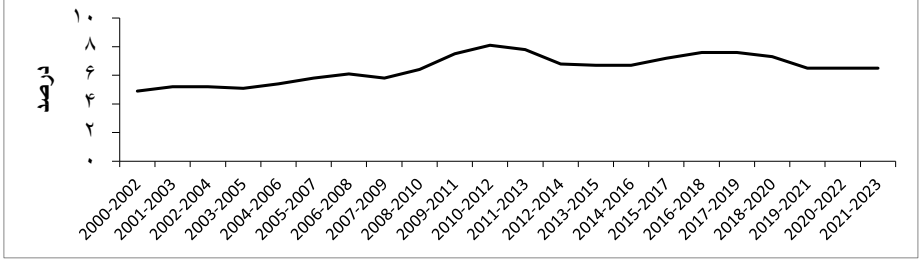
کلید واژه‌ها: برنامه‌های توسعه، سند ملی دانش‌بنیان امنیت غذایی، سیاست‌های کلی نظام، قانون اساسی

مقدمه

امنیت غذایی، مقوله‌ای حاکمیتی است که بسیاری از اجزاء حاکمیت و عموم مردم در آن نقش ایفا می‌نمایند. گسترش تعاملات در سطح جهان سبب شده است که مهمترین ذینفعان آن، نه تنها ۸۵ میلیون نفر جمعیت ایران، بلکه می‌تواند همسایگان و یا سایر کشورهای جهان باشند. این به معنای اطمینان از ثبات و حتی افزایش تقاضا برای غذا در دهه‌های آتی است(سخی و باغستانی،۱۴۰۳).

امنیت غذایی زیربنای امنیت اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی کشور است و به عنوان یکی از مهمترین حقوق فرد و جامعه محسوب می‌شود. همچنین حقوق نسل‌های آینده با حفاظت از منابع پایه تولید و بهره‌برداری پایدار از این منابع مدنظر قرار می‌گیرد (شورای عالی انقلاب فرهنگی، ۱۴۰۲). بر اساس تعریف سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO)، امنیت غذایی به معنای دسترسی فیزیکی، اقتصادی و عادلانه همه مردم در طول زندگی به غذای کافی، سالم، مغذی در جهت رفع نیازهای یک رژیم تغذیه‌ای سازگار با سلیقه‌ها و ترجیحات آنها برای برخورداری از یک زندگی سالم و فعال است (FAO ،2023). بنابراین ارکان امنیت غذایی شامل زنجیره به هم پیوسته‌ای از "فراهمی غذا "، "دسترسی به غذا" ،"مصرف و سلامت غذا" و "تاب‌آوری (ثبات وپایداری)" است (شورای عالی انقلاب فرهنگی، ۱۴۰۲). در این زنجیره حرکت به سمت حکمرانی مردمی و مدیریت جهادی باید به عنوان یک سیاست کلان در جهت‌دهی تمامی فرایندهای زنجیره غذایی اتخاذ شود. این مهم زمانی به دست می‌آید که همه مردم همواره به غذای کافی، سالم، مغذی و حلال دسترسی فیزیکی و اقتصادی داشته باشند و این غذا نیازهای فرد برای یک زندگی سالم و فعال را فراهم سازد.

فراهمی غذا به تامین کمی و کیفی غذای مورد نیاز آحاد جامعه با بهره‌گیری از تولید داخل، خالص تجارت، ذخایر و کشت فراسرزمینی اشاره می‌کند. دسترسی غذا نیز دو مفهوم دسترسی اقتصادی به غذا و دسترسی فیزیکی غذا را در بر می‌گیرد که منظور از دسترسی اقتصادی قدرت خرید اقلام سبد غذایی مطلوب برای آحاد مردم است. دسترسی فیزیکی نیز عرضه کافی و توزیع مناسب و قابل دسترس اقلام سبد غذایی مطلوب است (HLPE, 2012). سومین رکن از امنیت غذایی بحث مصرف و سلامت غذا را مطرح می‌کند. الگوی مصرف غذا شامل فرآیند بررسی، خرید و مصرف مواد غذایی برای رفع نیازها یا برآوردن خواسته‌های غذایی متناسب با بوم، مزاج و نیازهای انسان است و سلامت غذا، نیز اصول و اقدامات لازم برای تولید، فرآوری، نگهداری، انبارداری، حمل و نقل، تبادل و مصرف موادغذایی برای حفظ سلامت آنها می‌باشد. آخرین رکن امنیت غذایی ثبات و پایداری غذا است. این رکن بیان می‌کند که امنیت غذایی وضعیتی است که در یک لحظه، یک روز، یا یک فصل اتفاق نمی‌افتد، بلکه وضعیتی دائمی است و بر مبنای پایداری است. زمانی سیستم غذا دارای ثبات خواهد بود که نوسانات آن در کوتاه‌مدت در حداقل ممکن بوده و زمانی پایدار است که رفاه نسل‌های آتی را تحت تاثیر قرار نداده و تخریب منابع پایه مانند آب، خاک و تنوع‌زیستی را نداشته باشد. امنیت غذایی زمانی تاب‌آور خواهد بود که دارای ثبات و پایداری باشد (Berry et al., 2015). امروزه خطراتی که امنیت و رفاه جوامع بشری را تهدید می‌کند شامل فقر و گرسنگی است که این بحران به وضوح در کشور ایران نیز مشهود است. به عنوان نمونه میزان فقر مناطق روستایی و شهری به ترتیب ۲۷/۶ و ۵۳ درصد می‌باشد که این امر مشکل سوء تغذیه را در پی دارد. در کشور ایران بیش از ۳ میلیون شهروند از سوء تغذیه رنج می‌برند و بیش از ۱۷ میلیون نفر از تأمین غذای سالم برای خانوادهایشان عاجزند که این پدیده موجود مشکلاتی در وضعیت سلامت کلی افراد نظیر دریافت ناکافی انرژی و مواد مغذی بویژه کلسیم و آهن و ویتأمینB2 و شیوع کم وزنی و کوتاه قدی کودکان، پوکی استخوان، کمی خونی و سایر بیماری‌های ناشی از سوء تغذیه می‌شود. روند تغییر سه ساله شیوع سو تغذیه در ایران در بازه زمانی ۲۰۲۳-۲۰۰۰ در شکل (۱) آمده است. بر اساس گزارش سازمان خوارو و بار کشاورزی و ملل متحد (FAO)، روند سوء تغذیه در ایران که به صورت میانگین سه سال متوالی محاسبه شده است، از دوره ۲۰۰۲-۲۰۰۰ الی ۲۰۱۲-۲۰۱۰، صعودی بوده است و پس از آن با نوسان‌هایی همراه بوده تا اینکه از دوره‌های ۲۰۲۱-۲۰۱۹، ۲۰۲۲-۲۰۲۰ و ۲۰۲۳-۲۰۲۱ درصد سوء تغذیه در ایران بدون تغییر مانده است.



نمودار (۱)-شیوع سوء تغذیه با میانگین سه دوره در ایران

منبع: سازمان خوارو بار کشاورزی و ملل متحد (۲۰۲۳)

طبق بیانات مقام معظم رهبری «مسئله‌ی امنیت غذایی، مسئله‌ی درجه یک است و نباید از آن غفلت کرد». همچنین ایشان می‌فرمایند: «پایه‌ی اول خودکفایی، خودکفایی در امور تغذیه مردم است. ما که می‌خواهیم با ابرقدرت‌ها و زورگوها و چپاولگرهای دنیا سینه به سینه شویم و با آنها مقابله کنیم، باید اساسی‌ترین و اصلی‌ترین نیاز مردم و کشور، یعنی امر تغذیه را به نقطه‌ی اطمینان بخشی برسانیم». لذا تضمین امنیت ملی یکی از اصلی‌ترین اهداف و تکالیف حاکمیت‌های سیاسی محسوب می‌شود. تاریخ روابط بین کشورها نشان می‌دهد که کشورهای قدرتمند در بیشتر موارد از مواد غذایی به عنوان سلاح به مثابه حربه‌ای سیاسی برای ایجاد فشار هر چه بیشتر علیه کشورهای دیگر استفاده می‌کنند و به همین جهت سعی کشورها بر این است که در تأمین مواد غذایی مهم و اساسی در حد شکنندگی قرار نگیرند و سهم قابل قبولی از آن را با تکیه بر بکارگیری ظرفیت‌های کشور به منظور افزایش تولیدات داخلی برای خود حفظ کنند. لذا در این تحقیق سعی بر آن است به پرسش‌های زیر پاسخ داده شود:

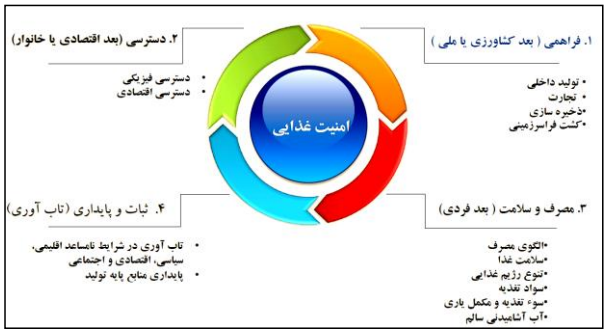
۱. امنیت غذایی در قوانین و اسناد بالادستی جمهوری اسلامی ایران تا چه میزان مورد توجه قرار گرفته اند؟ ۲. آیا قوانین و مقررات گذشته و فعلی کفایت لازم برای تامین امنیت غذایی جمعیت بالغ بر ۸۰ میلیون نفری در ایران را دارند؟

برای پاسخ به پرسش‌های مطرح شده، در ادامه این تحقیق به جایگاه امنیت غذایی در اسناد بالادستی پرداخته شده است.

روش پژوهش

تحقیق حاضر از نظر هدف در زمره تحقیقات کاربردی طبقه‌بندی می‌شود. در این تحقیق، با استفاده از رویکردی توصیفی-تحلیلی و به شیوه سند پژوهی و با مطالعه تطبیقی اسناد کتابخانه‌ای به تحلیل و بررسی قوانین و مقررات مرتبط با سیاست‌های امنیت غذایی پرداخته شده است. اسناد مورد استفاده در این تحقیق، اسناد منتشر شده قانون اساسی، سند چشم‌انداز، سیاست‌های کلی نظام و برنامه‌های توسعه در خصوص امنیت غذایی است و با توجه به اهداف برنامه‌ها، سیاست‌های بخش کشاورزی در تأمین امنیت غذایی و تولید محصولات راهبردی و میزان سرمایه‌گذاری و واردات و صادرات کشور را در نظر گرفته شده است.

ارکان امنیت غذایی برای درک بهتر مفهوم آن در شکل (۲) آمده است.



شکل (۲)- ارکان امنیت غذایی

یافته‌ها

اسناد بالادستی در جمهوری اسلامی ایران همچون قانون اساسی، سند چشم‌انداز، سیاست‌های کلی نظام و برنامه‌های توسعه، به طور صریح در خصوص مسئله امنیت غذایی و خودکفایی در محصولات راهبردی اعلام موضع کرده و دستیابی به امنیت غذایی با تکیه بر توان تولید داخل و مبتنی بر خودکفایی در تولید محصولات اساسی کشاورزی را ضروری دانسته‌اند. در این اسناد، ضمن مشخص کردن خطوط کلی در دستیابی به امنیت غذایی، دولت‌ها موظف شده‌اند که در قوانین بودجه سالیانه و سیاست‌های اجرایی خود اقدامات ضروری را جهت دستیابی به این هدف، تهیه و تدوین کنند. در ادامه به اهم تکالیف اسناد بالادستی و قوانین دائمی در راستای تحقق امنیت غذایی و خودکفایی مبنی بر اصول و بندهای مرتبط مندرج در اسناد مذکور اشاره شده است.

۱- قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران

فصل سیزدهم قانون اساسی، اصل یکصد و هفتاد و ششم که شامل ۳ بند است مربوط به امنیت ملی و دو اصل مربوط به کشاورزی و امنیت غذایی است. تبیین این اصول می‌تواند جایگاه امنیت غذایی را در میان شاخص‌های امنیت ملی نشان دهد. این اصول شامل اصل سوم که خود شامل شانزده بند می‌باشد و بندهای دوازده و سیزده مربوط به کشاورزی و امنیت غذایی است. اصل چهل و سوم شامل ۹ بند است که بندهای ۱ و ۹ آن مربوط به امنیت غذایی و کشاورزی است.

الف)- اصل سوم (خودکفائی):

دولت جمهوری اسلامی ایران موظف است برای نیل به اهداف مذکور در اصل دوم، همه امکانات خود را برای امور زیر بکار برد:

بند۱۲- پی‌ریزی اقتصادی صحیح و عادلانه بر طبق ضوابط اسلامی جهت ایجاد رفاه و رفع فقر و برطرف ساختن هر نوع محرومیت در زمینه‌های تغذیه و مسکن و کار و بهداشت و تعمیم بیمه.

بند ۱۳- تامین خودکفائی در علوم و فنون صنعت و کشاورزی و امور نظامی و مانند اینها.

ب)- اصل چهل و سوم (تأمین نیاز اساسی و خوراک)

برای تأمین استقلال اقتصادی جامعه و ریشه کن کردن فقر و محرومیت و برآوردن نیازهای انسان در جریان رشد، با حفظ آزادگی او، اقتصاد جمهوری اسلامی ایران بر اساس ضوابط زیر استوار می‌شود:

بند ۱- تأمین نیازهای اساسی: مسکن، خوراک، پوشاک، بهداشت، درمان، آموزش و پرورش و امکانات لازم برای تشکیل خانواده برای همه.

بند ۹- تأکید بر افزایش تولیدات کشاورزی، دامی و صنعتی که نیازهای عمومی را تأمین کند و کشور را به مرحله خودکفائی برساند و از وابستگی برهاند.

ج)-در اصل پنجاهم قانون اساسی به پایداری محیطزیست اشاره شده است: در جمهوری اسلامی، حفاظت محیطزیست که نسل امروز و نسل‌های بعد باید در آن حیات اجتماعی رو به رشدی داشته باشند، وظیفه عمومی تلقی می‌گردد. از این‌رو فعالیت‌های اقتصادی و غیر آن که با آلودگی محیطزیست یا تخریب غیرقابل جبران آن ملازمه پیدا کند، ممنوع است.

۲-سیاست‌های کلی نظام در بخش کشاورزی

۱-تأمین امنیت غذایی با تکیه بر تولید از منابع داخلی و نیل به خودکفایی در محصولات اساسی، ارتقاء سطح سلامت مواد غذایی تا استاندارد جهانی، اصلاح و بهینه نمودن الگوی مصرف و حمایت مؤثر از تولید و صادرات در محصولات دارای مزیت‌های نسبی و ایجاد مزیت‌های جدید (از جمله هدفمند نمودن یارانه‌ها در جهت تولید و صادرات).

۲-حمایت مؤثر از ساماندهی فرآیند تولید و اصلاح نظام بازار محصولات کشاورزی با هدف بهبود رابطه مبادله بخش با سایر بخش‌ها، افزایش بهره‌وری، کاهش هزینه‌های تولید، رعایت قیمت تمام‌شده محصولات اساسی، تأمین درآمد تولیدکنندگان و منافع مصرف‌کنندگان و بهبود کیفیت مواد و فرآورده‌های غذایی.

۳-تخصیص یارانه هدفمند به بخش کشاورزی در جهت تحقق خودکفایی، حمایت از ساخت زیربناها، مراعات معیارهای زیست محیطی، قابلیت انعطاف در شرایط محیطی مختلف و ارتقاء قدرت رقابت در بازارهای داخلی و بین المللی.

۳- سیاست‌های کلی سلامت

تأمین امنیت غذایی و بهره‌مندی عادلانه آحاد مردم از سبد غذایی سالم، مطلوب و کافی، آب و هوای پاک، امکانات ورزشی همگانی و فرآورده‌های بهداشتی ایمن همراه با رعایت استانداردهای ملی و معیارهای منطقه‌ای و جهانی.

۴- قانون تشکیل وزارت جهادکشاورزی

ماده ۱- در راستای اصلاح و بهسازی تشکیلات دولت و به منظور فراهم آوردن موجبات توسعه پایدار کشاورزی و منابع طبیعی و افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی در جهت تأمین امنیت غذایی، رشد سرمایه‌گذاری، عمران و توسعه روستاها و مناطق عشایری و در جهت انسجام بخشیدن به برنامه‌ها و سیاست‌ها و رعایت پیوستگی وظایف و استفاده بهینه از امکانات و نیروی انسانی موجود، وزارتخانه‌های کشاورزی و جهاد سازندگی ادغام و وزارت جهاد کشاورزی با کلیه اختیارات و وظایفی که وزارتخانه‌های مذکور به موجب قوانین و مقررات مختلف دارا بوده‌اند تشکیل می‌گردد.

۵-وظایف وزارت جهاد کشاورزی براساس قانون تشکیل وزارت جهادکشاورزی مصوب ۱۳۷۹/۱۰/۰۶ مجلس شورای اسلامی

۱. افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی در جهت تأمین امنیت غذایی؛
۲. توسعه پایدار کشاورزی و منابع طبیعی؛
۳. عمران و توسعه روستاها و مناطق عشایری؛
٤. توسعه و حمایت از صنایع کوچک تبدیلی و تکمیلی بخش کشاورزی و صنایع روستایی؛

۵. اتخاذ سیاست‌های حمایتی و تشویقی در زمینه توسعه و ارتقاء فن آوری در تولید؛
٦. ماشین‌آلات و ادوات مورد استفاده در بخش کشاورزی؛
۷. حمایت از توسعه سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی؛
۸. اعمال مدیریت یکپارچه توزیع و مصرف آب در سطح مزارع؛
۹. حمایت از تولیدکنندگان بخش کشاورزی از طریق: تعیین قیمت تضمینی، خرید محصولات اساسی، تنظیم بازار، جلوگیری از توزیع بی‌موقع محصولات وارداتی و سایر ابزارها و سیاست‌های حمایتی.

۶- قانون افزایش بهره‌وری بخش کشاورزی و منابع طبیعی

ماده ۳۱ - از تاریخ تصویب این قانون، دولت موظف است حمایت‌های قانونی خود از بهره‌برداران و تولیدکنندگان بخش کشاورزی و منابع طبیعی را با اولویت تولید محصولات زیر تنظیم و اقدام نماید:

الف-محصولات راهبردی: محصولاتی که مستقیماً در امنیت غذایی نقش دارد و به این واسطه ضرورتاً باید در داخل کشور تولید شود.

ب-محصولات ویژه: محصولاتی که بیشترین ارزش تولید را به ازاء نهاده‌های مصرف شده ایجاد می‌نماید و یا حلقه‌های بزرگتری در زنجیره ارزش ایجاد و می‌تواند محور رشد بخش کشاورزی باشد و یا با توجه به مزیت‌های صادراتی، حداقل ده درصد (۱۰٪) سهم بازار دنیا را در اختیار خود دارد.

پ محصولات خاص منطقه‌ای: محصولاتی که تولید آنها در کشور ممکن است همراه با مزیت نباشد ولی به واسطه شرایط خاص منطقه‌ای، تولید آنها اجتناب‌ناپذیر است و باید در جهت ایجاد مزیت برای آن محصولات اقدام نمود.

ترکیب نوع محصولات در طبقه‌بندی فوق‌الذکر طی برنامه‌های پنج ساله توسعه کشور توسط وزارت جهادکشاورزی تعیین و ابلاغ می‌گردد.

۷- سیاست‌های کلی اقتصادمقاومتی ابلاغی مقام معظم رهبری

افزایش تولید داخلی نهاده‌ها و کالاهای اساسی (بویژه دراقلام وارداتی)، و اولویت دادن به تولید محصولات و خدمات راهبردی و ایجاد تنوع در مبادی تأمین کالاهای وارداتی با هدف کاهش وابستگی به کشورهای محدود و خاص.

تأمین امنیت غذا و درمان و ایجاد ذخایر راهبردی با تأکید بر افزایش کمی و کیفی تولید (مواد اولیه و کالا).

مدیریت مصرف با تأکید بر اجرای سیاست‌های کلی اصلاح الگوی مصرف و ترویج مصرف کالاهای داخلی همراه با برنامه‌ریزی برای ارتقاء کیفیت و رقابت‌پذیری در تولید.

۸- سیاست‌های کلی برنامه‌های اول تا هفتم توسعه

در بند (۴) اهداف کلی برنامه اول توسعه «کاهش وابستگی اقتصادی با تأکید بر خودکفایی محصولات استراتژیک» مورد تأکید قرار گرفته است و به این منظور خط‌مشی‌های معینی در نظر گرفته شد.

از ۱۰۱ تبصره قانون برنامه دوم توسعه، تبصره‌های ۷۱ تا ۸۲ به طور مستقیم در حیطه مسائل بخش کشاورزی و منابع طبیعی بودند که موضوع خودکفایی مواد غذایی در تبصره ۷۵ مورد تأکید قرار گرفت. بر مبنای این تبصره به منظور حفظ محوریت آب و کشاورزی در طول برنامه دوم توسعه، دولت مکلف گردیده است. در اعمال سیاست‌ها و خط‌مشی‌های مقرر شده به نحوی عمل نماید تا در تأمین مواد غذایی و فرآورده‌های دامی موردنیاز کشور در سال پایان برنامه حتی‌الامکان به خودکفایی برسد.

در برنامه پنج ساله دوم توسعه کشور درخصوص امنیت غذایی آمده است که: «رشد و توسعه پایدار اقتصادی با محوریت بخش کشاورزی می‌باشد و دولت تأمین امنیت اقتصادی اجتماعی و قضایی تولیدکنندگان و تضمین سرمایه‌گذاری‌های بخش خصوصی در امر کشاورزی را مورد تأکید قرار خواهد داد».

در واقع هدف کیفی برنامه دوم توسعه کشور در راستای بخش کشاورزی جهت رسیدن به امنیت غذایی:

۱-تأمین رشد و توسعه پایدار کشاورزی با تأکید بر حفظ، احیاء و بهره‌برداری متعادل از منابع پایه (آب و خاک، پوشش گیاهی، محیط‌زیست و هوا).

۲-افزایش تولیدات کشاورزی به‌منظور تأمین نیازهای غذایی جامعه، مواد خام موردنیاز صنایع، توسعه صادرات و کاهش واردات محصولات کشاورزی است.

امنیت غذایی از تعامل آنچه که در برنامه دوم توسعه کشور مطرح گردیده، مترادف با خودکفایی در تأمین محصولات کشاورزی و غذایی به عنوان شاخصی مهم در راستای استقلال سیاسی و اقتصادی جمهوری اسلامی ایران است. در برنامه پنج ساله دوم توسعه کشور یکی از ابعاد مهم امنیت ملی که به آن توجه شده، امنیت اقتصادی است و به صراحت یکی از راه‌های رسیدن به توسعه بخش کشاورزی و تحقق امنیت غذائی : «توسعه امنیت قضایی و تعمیم امنیت اقتصادی است». در سند برنامه سوم توسعه کشور مباحث مربوط به امنیت غذایی و امنیت ملی جمهوری اسلامی ایران را می‌توان در چهار بُعد اقتصادی، سیاسی فرهنگی، منابع محیطی و نظامی مطرح نمود. در برنامه سوم توسعه در دو ماده ۱۰۹ و ۱۹۷ به مباحث خودکفایی و امنیت غذایی توجه شده است. در ماده ۱۰۷ این برنامه تمامی تمهیدات در نظر گرفته شده در راستای افزایش تولید و خودکفایی محصولات می‌باشد، لیکن در بند «د» بر افزایش تولید علوفه به ویژه ذُرت، سویا و پودر ماهی به منظور کاهش وابستگی به علوفه وارداتی و در بند «و» بر افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی و آبزیان با هدف تأمین امنیت غذایی تصریح شده است.

در تدوین برنامه چهارم توسعه، لزوم شکل‌گیری تشکیلات فرابخشی و ضرورت ایجاد تمرکز در سیاست‌گذاری، راهبری و هدایت کلان بخش سلامت و حذف تشکیلات چندگانه و موضوع و نقش امنیت غذایی و تغذیه در توسعه مورد توجه قرار گرفت لذا در بند الف ماده ۸۴ این قانون، تشکیل شورای عالی سلامت و امنیت غذایی با ادغام شورای غذا و تغذیه و شورای عالی سلامت، به تصویب رسید[۱۷۸].

در ماده (۱۸) قانون برنامه چهارم خودکفایی و تأمین امنیت غذایی مورد تأکید قرار گرفته است. طبق مفاد این ماده دولت مکلف گردید ظرف مدت شش ماه پس از تصویب قانون، برنامه توسعه بخش کشاورزی و منابع طبیعی را با محوریت خودکفایی در تولید محصولات اساسی کشاورزی، تأمین امنیت غذایی، اقتصادی نمودن تولید و توسعه صادرات محصولات کشاورزی، ارتقای رشد ارزش‌افزوده بخش کشاورزی حداقل به میزان رشد پیش‌بینی‌شده در قانون برنامه، تهیه و از طریق انجام اقدامات پیش‌بینی‌شده به مرحله اجرا درآورد. وزارت بهداشت با توجه به سند چشم‌انداز و بند دوازدهم سیاست‌های کلی برنامه چهارم توسعه مکلف است در جهت تحقق عدالت اجتماعی و ایجاد فرصت‌های برابر و ارتقاء سطح شاخص‌هایی از قبیل آموزش، سلامت، تأمین غذا، افزایش درآمد سرانه و مبارزه با فساد تلاش کند. تحقق راهبردهای لازم با مواد قانونی ۱۸، ۸۴، ۸۵، ۸۶، ۸۹، ۹۷، ۱۱۷، ۱۳۵، ۱۳۶ برنامه چهارم توسعه مورد حمایت به استناد ماده ۸۴ قانون برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران:

[۱۷۸] هم اکنون این شورا به عنوان سازمانی مستقل زیر نظر رئیس جمهور و به دبیری وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی فعال است.

دولت موظف است به‌منظور نهادینه کردن مدیریت، سیاست‌گذاری، ارزشیابی و هماهنگی این قلمرو ازجمله امنیت غذا و تغذیه در کشور، تأمین سبد مطلوب غذایی و کاهش بیماریهای ناشی از سوء تغذیه و گسترش سلامت همگانی در کشور، اقدامات ذیل را به عمل آورد:

الف: تشکیل «شورای عالی سلامت و امنیت غذایی» با ادغام «شورای غذا و تغذیه» و «شورای عالی سلامت» پس از طی مراحل قانونی.

ب: «تهیه و اجرای برنامه‌های آموزشی لازم» به منظور ارتقاء فرهنگ و سواد تغذیه‌ای جامعه.

ج: تخصیص منابع اعتباری، تسهیلات بانکی و یارانه‌ای لازم برای تولید، تأمین، توزیع و مصرف مواد غذایی، درجهت دستیابی به سبد مطلوب غذایی و اختصاص منابع لازم برای شروع و تدارک برای ترویج غذای سالم درقالب میان وعده غذایی دانش‌آموزان و همچنین کمک غذایی برای اقشار نیازمند.

د: تهیه و اجرای برنامه‌های ایمنی غذا و کاهش ضایعات مواد غذایی از تولید به مصرف.

در قانون برنامه پنجم توسعه مواد ۱۴۳ و ۱۴۹ دولت را به منظور تامین امنیت غذایی موظف و مجاز به انجام برخی اقدامات به شرح زیر نموده است:

ماده ۱۴۳- به منظور حفظ ظرفیت تولید و نیل به خودکفایی در تولید محصولات اساسی کشاورزی و دامی از جمله گندم، جو، ذرت، برنج، دانه‌های روغنی، چغندرقند و نیشکر، گوشت سفید، گوشت قرمز، شیر و تخم‌مرغ، اصلاح الگوی مصرف بر اساس استانداردهای تغذیه، گسترش کشاورزی صنعتی و دانش‌بنیان، فراهم نمودن زیرساخت‌های امنیت غذایی و ارتقاء ارزش‌افزوده بخش کشاورزی بر مبنای ملاحظات توسعه پایدار سالانه به میزان هفت درصد (۷٪) نسبت به سال ۱۳۸۸ در طول برنامه اقدامات زیر انجام می‌شود:

الف) ارتقاء راندمان آبیاری بخش به حداقل چهل درصد (۴۰٪) در سال آخر برنامه از طریق اجرای عملیات زیربنایی آب و خاک از جمله طرح‌های تجهیز و نوسازی، توسعه شبکه‌ها، زهکش‌ها و روش‌های نوین آبیاری و اجرای عملیات به زراعی و به‌نژادی.

ب) تحویل آب موردنیاز کشاورزان به صورت حجمی براساس الگوی کشت هر منطقه و با استفاده از مشارکت بخش غیردولتی.

ج) ارتقاء شاخص بهره‌وری مصرف آب در بخش کشاورزی و افزایش تولید محصول به ازاء واحد حجم مصرفی.

د) گسترش مبارزه تلفیقی با آفات و بیماری‌های گیاهی، مصرف بهینه سموم، کودشیمیایی، مواد زیست‌شناختی (بیولوژیکی) و داروهای دامی و همچنین مبارزه زیست‌شناختی (بیولوژیکی) و توسعه کشت زیستی (ارگانیک) مدیریت تلفیقی تولید و اعمال استانداردهای ملی کنترل کیفی تولیدات و فرآورده‌های کشاورزی در راستای پوشش حداقل بیست و پنج درصد (۲۵٪) سطح تولید تا پایان برنامه.

هـ) برون‌سپاری فعالیت‌های غیرحاکمیتی و تصدی‌گری‌های بخش کشاورزی به بخش‌های خصوصی و تعاونی با تأکید بر به کارگیری کارشناسان تعیین صلاحیت‌شده عضو سازمان نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی و سازمان نظام دامپزشکی به عنوان ناظر و یا مشاور فنی مزارع کشاورزی و واحدهای دامی و دامپروری و آبزی‌پروری، تعاونی‌ها و تشکل‌های بخش کشاورزی.

و) نوسازی ماشین‌آلات کشاورزی و خارج از رده‌کردن حداقل (۲۰۰) هزار دستگاه ماشین‌آلات فرسوده کشاورزی و توسعه ماشینی کردن (مکانیزاسیون) بر مبنای اقلیم و شرایط و همچنین قابلیت و توانایی کشاورزان هر منطقه به گونه‌ای که در پایان برنامه، ضریب نفوذ ماشینی‌کردن (مکانیزاسیون) از یک اسب بخار در هکتار سال ۱۳۸۸ به (۱/۵) اسب بخار در هکتار در سال آخر برنامه برسد.

ز) ترویج استفاده از کودهای آلی و زیستی (ارگانیک) در سطح مزارع و باغ‌های کشور حداقل در سقف یارانه سال آخر برنامه چهارم و افزایش میزان مصرف این گونه کودها به سی و پنج درصد (۳۵٪) کل کودهای مصرفی در پایان برنامه.

ح) صدور سند مالکیت کلیه اراضی کشاورزی توسط سازمان ثبت اسناد و املاک کشور تا پایان برنامه.

ط) گسترش پوشش بیمه تولیدات بخش کشاورزی و عوامل تولید به میزان حداقل پنجاه درصد (۵۰٪) تولیدات تا پایان برنامه.

ی) دولت به منظور تجهیز منابع برای سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی، بخشی از منابع خود را که در چهارچوب بودجه سالانه مشخص خواهد شد از طریق دستگاه اجرائی ذی‌ربط به عنوان کمک به تشکیل و افزایش سرمایه صندوق‌های غیردولتی حمایت از توسعه بخش کشاورزی و یا به صورت وجوه اداره‌شده در اختیار صندوق‌های مذکور قرار دهد. مبالغ پرداختی به صندوق‌ها به هزینه قطعی منظور می‌شود.

ماده ۱۴۹ - دولت مجاز است با هدف تأمین امنیت غذایی اقدامات زیر را انجام دهد:

الف) حمایت مالی از توسعه کشتارگاه‌های صنعتی و بهبود کشتارگاه‌های سنتی و نیمه صنعتی توسط بخش غیردولتی به منظور ارتقای شاخص بهداشت کشتار انواع دام

ب) ارتقای سطح کلی حمایت از کشاورزی به حداقل سی و پنج درصد (۳۵ درصد) ارزش تولید این بخش

ج) حمایت از افزایش تولید پروتئین حیوانی حاصل از انواع دام، طیور و آبزیان.

در برنامه ششم توسعه نیز توجه ویژه‌ای به امنیت غذایی شده است:

ماده (۳۱): تأمین امنیت غذایی و نیل به خودکفایی در محصولات اساسی زراعی، دامی و آبزی به میزان ۹۵ درصد در پایان اجرای قانون برنامه و افزایش تولیدات کشاورزی به ویژه محصولات دارای مزیت صادراتی، رسیدن به تراز تجاری مثبت، تقویت و تکمیل زنجیره‌های تولید و توسعه صادرات و ارتقای بهره‌وری آب و خاک کشاورزی.

ماده (۳۲) بند «الف»: اتخاذ موقعیت مناسب خرید یا فروش در قراردادهای سلف و استفاده از ابزارهای مالی بازار اوراق بهادار جمهوری اسامی ایران به منظور کاهش التهابات بازار کالاهای اساسی و تأمین ذخایر محصولات راهبردی.

ماده (۳۵) بند «ت»: طراحی و اجرای الگوی کشت با تأکید بر محصولات راهبردی.

ماده (۷۲) بند «ت»: الزام وزارتخانه‌های جهاد کشاورزی و بهداشت، درمان و آموزش پزشکی به تدوین و اجرای سازوکارهای تأمین غذای سالم.

سیاست‌های کلی برنامه هفتم با اولویت پیشرفت اقتصادی توأم با عدالت در خصوص امنیت غذایی به شرح زیر است:

بر اساس ماده ۳۲ از فصل هفتم برنامه توسعه هفتم با عنوان «امنیت غذایی و ارتقای تولید محصولات کشاورزی»، در اجرای سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی و بندهای (۶) و (۱۱) سیاست‌های کلی برنامه پنجساله هفتم و به‌منظور تأمین امنیت غذایی پایدار و غذای سالم و با کیفیت برای آحاد جامعه، پایداری مناطق روستایی و عشایری و توزیع متعادل جمعیت بین مناطق روستایی و شهری و تحقق اهداف کمّی زیر مطابق با احکام این فصل اقدام می‌شود:

تأمین امنیت غذایی و تولید حداقل ۹۰ درصد کالاهای اساسی و اقلام غذایی در داخل، همراه با حفظ و ارتقاء ذخایر ژنتیکی و منابع آبی و افزایش سطح سلامت و ایمنی مواد غذایی، اصلاح الگوی کشت با توجه به مزیت‌های منطقه‌ای و منابع آبی و با اولویت‌بخشی به تولید کالاهای راهبردی کشاورزی.

جدول (۱)- سنجه عملکردی امنیت غذایی و ارتقای تولید محصولات کشاورزی

سنجه عملکردی	واحد متعارف	هدف کمّی
متوسط وزنی ضریب خودکفایی محصولات اساسی کشاورزی (گندم– جو– برنج، حبوبات- گوشت قرمز و سفید و شکر)	درصد (در پایان برنامه)	۹۰
متوسط وزنی ضریب خودکفایی محصولات اساسی کشاورزی (ذرت و دانه‌های روغنی)	درصد (در پایان برنامه)	۴۰
توسعه کشاورزی فراسرزمینی	میلیون هکتار (در پایان برنامه)	۲

منبع: برنامه هفتم توسعه

ماده ۳۳- به‌منظور افزایش ضریب خودکفایی و بهره‌برداری بهینه و یکپارچه از منابع و عوامل تولید، به‌ویژه منابع آب و خاک و نیز بهبود معیشت کشاورزان، روستاییان و عشایر، وزارت جهاد کشاورزی مکلف است با همکاری سازمان و سایر دستگاه‌های اجرائی ذی‌ربط بر اساس اسناد آمایش سرزمین و شرایط اقلیمی، متناسب با استعدادها و قابلیت‌های منطقه‌ای و مزیتهای اقتصادی و با رعایت ملاحظات زیست‌محیطی و معیشت بهره‌برداران با رعایت سیاست‌های کلی نظام از جمله سیاست‌های کلی محیط‌زیست و منابع طبیعی نسبت به موارد زیر اقدام نماید:

الف- برنامه تولید بهینه (الگوی کشت) محصولات موضوع ماده (۳۱) قانون افزایش بهره‌وری بخش کشاورزی و منابع طبیعی مصوب ۱۳۸۹/۴/۲۳ را بر اساس یک برنامه پنجساله تهیه و هرساله تا سه‌ماه قبل از شروع سال زراعی در هر حوضه آبخیز و دشت، تعیین و کلیه حمایت‌های قیمتی و غیرقیمتی خویش را بر اساس این برنامه اجرا نماید.

ب- حمایت از کشاورزان متناسب با میزان رعایت برنامه تولید بهینه (الگوی کشت) تعیین‌شده صورت می‌گیرد در غیر این‌صورت هرگونه حمایت مرتبط با برنامه مزبور به-منزله تصرف غیرقانونی در اموال عمومی است.

پ- تا سال پایانی اجرای این قانون نسبت به برنامه انتقال تدریجی حمایت‌های قیمتی و غیرقیمتی، فنی، مالی و تسهیلاتی بخش تولید محصولات کشاورزی و غذایی به انتهای زنجیره تولید (تولیدکننده) بر اساس کیفیت و کمیت محصول تولیدی و متناسب با برنامه بهینه تولید (الگوی کشت) اقدام قانونی به‌عمل آورد.

ماده ۳۴- به‌منظور افزایش سطح سلامت و ایمنی مواد غذایی و جلوگیری از تعارض منافع، وزارتخانه‌های بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و جهاد کشاورزی مجازند برای کارآمدسازی نظارت بهداشتی و فنی دولت بر کارخانه‌ها و کارگاه‌های تهیه مواد خوردنی، آشامیدنی، آرایشی و بهداشتی موضوع قانون مواد خوردنی و آشامیدنی و آرایشی و بهداشتی مصوب ۱۳۴۶/۴/۲۲ با اصلاحات و الحاقات بعدی و قانون مربوط به مقررات امور پزشکی و دارویی و مواد خوردنی و آشامیدنی مصوب ۱۳۳۴/۳/۲۹ با اصلاحات و الحاقات بعدی و کشتارگاه‌ها و کارخانه‌های تولید و تهیه فراورده‌های خام دامی موضوع قانون سازمان دامپزشکی کشور مصوب ۱۳۵۰/۳/۲۴ با اصلاحات و الحاقات بعدی و قانون نظارت شرعی بر ذبح و صید مصوب ۱۳۸۷/۱۲/۱۴، نسبت به صدور مجوز تأسیس کانون‌های مسؤولان فنی و بهداشتی با رعایت قانون تسهیل صدور مجوزهای کسب و کار اقدام نمایند. در فصل ۲۱ برنامه هفتم توسعه با عنوان «سیاست خارجی»، ماده ۱۰۱، بند خ، سیاست (دیپلماسی) اقتصادی، به بهره‌گیری از کشت فراسرزمینی در راستای ارتقای امنیت غذایی کشور اشاره شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

طبق اصل سوم قانون اساسی و سیاست‌های کلی نظام در بخش کشاورزی و برنامه‌های اول تا هفتم توسعه، خودکفایی باید در دستور کار قرار گیرد ولی طبق آمار وزرات جهاد کشاورزی از سال ۱۳۹۱ تا ۱۴۰۱، ناپایداری زیادی در ضریب خودکفایی در بسیاری از محصولات کشاورزی دیده شده است. برای مثال؛ به طور میانگین ناپایداری ضریب خودکفایی انرژی حاصل از غذا (۸۰ - ۵۵ درصد) و ضریب خودکفایی پروتئین خوراکی (۸۷ - ۶۰ درصد) در سه دهه اخیر، ناپایداری در خودکفایی محصولات مهمی مانند گندم و وابستگی در برخی از اقلام محصولات اساسی شامل روغن خوراکی (۹۳٪)، شکر (۵۰٪)، برنج (۲۹٪)، حبوبات (۲۴٪)، گوشت قرمز (۱۶٪)، خوراک دام و طیور (ذرت، جو و و کنجاله به ترتیب با وابستگی ۸۸٪، ۴۶٪ و ۸۸٪ دیده شد. همچنین برنامه ششم و هفتم توسعه تاکید ویژه‌ای به اصلاح الگوی کشت نموده‌اند در حالیکه الگوی بهینه کشت در بسیاری از مناطق صورت نگرفته است.

بر اساس برنامه‌های اول تا هفتم توسعه، اصل چهل و سوم قانون اساسی و سیاست‌های اقتصاد مقاومتی افزایش تولید و عدم وابستگی به واردات باید در دستور کار قرار گیرد در حالی‌که طبق آمار گمرک در سال ۱۴۰۱ وابستگی بالا به واردات نهاده‌هایی مانند بذور هیبرید سبری و صیفی (بیش از ۹۰٪)، کودهای فسفره و پتاسه (بیش از ۸۰ ٪)، مواد اولیه تولید دارو و مکمل‌های غذای دام، طیور و آبزیان (۱۰۰٪)، مواد موثره و افزودنی‌های آفتکش‌ها (۱۰۰٪)، واکسن آبزیان و طیور(۶۵٪)، تخم چشم زده و بچه ماهی (۵۰ ٪) و تولید اجداد گوشتی (بیش از ۹۰٪) دیده شد. طبق برنامه‌های اول تا هفتم توسعه و ماده اول قانون جهاد کشاورزی، عمران و توسعه روستاها و مناطق عشایری، توسعه و حمایت از صنایع کوچک تبدیلی و تکمیلی بخش کشاورزی و صنایع روستایی، اتخاذ سیاست‌های حمایتی و تشویقی در زمینه توسعه و ارتقاء فن‌آوری در تولید و حمایت از توسعه سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی باید در دستور کار قرار گیرد حال آنکه طبق آمار بانک مرکزی سهم سرمایه‌گذاری نسبت به سهم ارزش‌افزوده بخش کشاورزی و سرمایه‌گذاری انجام شده طی ۴۰ سال گذشته کمتر از ۴ درصد است. همچنین سهم تسهیلات اعطایی بانک‌ها به این بخش از کل تسهیلات اعطایی ۷/۷ درصد بوده و بودجه بخش کشاورزی تنها ۲/۵ درصد از بودجه سنواتی کشور را به خود اختصاص داده است. لازم به ذکر است که تنها در برنامه هفتم توسعه، به توسعه کشت فراسرزمین که از مؤلفه‌های رکن فراهمی غذا می‌باشد، پرداخته شده است. اصل پنجاهم قانون اساسی، برنامه پنجم، ششم و هفتم توسعه به بحث پایداری در امنیت غذایی اختصاص دارد. در حالی‌که چالش‌های بسیاری در این رکن دیده شده است. راندمان آبیاری حدود ۴۵٪ و بهره‌وری آب ۱.۴۵کیلوگرم بر مترمکعب است که رقم پایینی است. همچنین خرد شدن و تغییر گسترده کاربری اراضی کشاورزی، پایین بودن سهم خاک‌های کلاس ۱، ۲ و ۳ به ترتیب ۶٪، ۲۱٪و ۲۷٪، پایین بودن ماده آلی خاک در بیش از ۸۰ درصد خاک‌ها، متعادل نبودن عناصر غذایی و پایین بودن حاصلخیزی خاک (خلاء نیتروژن، فسفر و پتاسیم به ترتیب ۴ ٪ ۵۰ ٪ و۹۰ ٪ و وجود درجات مختلف شوری خاک در ۶.۸ میلیون هکتار از اراضی زراعی کشور و بالا بودن میزان فرسایش خاک (حدود ۱۶ تن در هکتار) از دیگر چالش‌های رکن پایداری می باشد. قاچاق و صادرات برخی محصولات کشاورزی و مواد غذایی یارانه‌ای تولید داخل و وارداتی به کشورهای همسایه و عدم ثبات و در اولویت قرار نداشتن تعاملات بازرگانی در بخش کشاورزی با برخی از کشورهای همسایه و منطقه از بزرگترین چالش‌های رکن پایداری امنیت غذایی است. در برنامه چهارم

توسعه و همچنین سیاست‌های کلی سلامت، به رکن سالم و مغذی بودن غذا اشاره شد. در حالی‌که بهینه نبودن الگوی مصرف، شیوع بالای انواع سوءتغذیه و بیماری‌های غیرواگیر مرتبط با تغذیه، پایین بودن سطح فرهنگ و سواد تغذیه‌ای و کم تحرکی از جمله چالش‌های امنیت غذایی در کشور ایران می‌باشد. همچنین در هیچ یک از برنامه‌های توسعه به کاهش ضایعات کشاورزی اشاره نکرده است، در حالی‌که وزارت جهاد کشاورزی خاطر نشان کرده است به دلیل ضعف موجود در صنایع تبدیلی و تکمیلی سالانه متجاوز از ۲۰ درصد تولیدات کشاورزی کشور هدر می‌رود. کارشناسان، ارزش اقتصادی ضایعات محصولات کشاورزی را یک تا پنج میلیارد دلار برآورد کرده‌اند که می‌توان با آن غذای ۱۵ میلیون نفر را فراهم کرد. برای دستیابی به امنیت غذایی پایدار با حفظ ارزش‌های کشورمان موارد ذیل پیشنهاد می‌گردد. بر اساس یافته‌های حاصل از بررسی قوانین، سیاست‌های کلی و برنامه‌های پنجساله توسعه بعد از انقلاب اسلامی، و عملکرد نامناسب کلی این اسناد در کشور، توصیه می‌شود دولتمردان، سیاست‌گذاران، و برنامه‌ریزان کشوری اهتمام ویژه در راستای تحقق اهداف برنامه هفتم توسعه به عنوان مهم‌ترین برنامه کنونی کشور، را برای دستیابی موثر و پایدار به ارکان امنیت غذایی با نظارت کافی و بعضاً سختگیرانه و با پیروی از بیانات مقام معظم رهبری در خصوص اهمیت تأمین امنیت غذایی در دستور کار خود قرار دهند. کشت فراسرزمینی که تنها در برنامه هفتم توسعه بدان پرداخته شده است، چنانچه با مدیریت و نظارت صحیح صورت گیرد علاوه بر تأمین امنیت غذایی به ایجاد روابط سیاسی و اقتصادی در سطح بین‌الملل نیز خواهد انجامید. افزون بر دسترسی فیزیکی به غذا که از ارکان مهم امنیت غذایی می‌باشد و با تولید داخلی که در سیاست‌های کشور نیز به آن تأکید شده است و همچنین با تجارت و کشت فرا سرزمینی نیز قابل دستیابی است، می‌بایست در دسترسی اقتصادی مردم به غذا نیز اقدامات مناسبی برای بهبود قدرت خرید مردم با کاهش تورم و افزایش سطح درآمد قابل تصرف آنان که به افزایش رفاه جامعه و کاهش هزینه‌های معیشتی به ویژه هزینه خوراک منجر می‌شود، صورت گیرد. در تدوین هر گونه سیاست و برنامه‌ای توسط دولت لازم است به چالش‌ها و مسائل برنامه‌ها و سیاست‌های پیشین نگاه ژرف‌اندیشانه‌ای شود تا در آینده کمتر با چالش‌های احتمالی مواجه شویم. بررسی سیاست‌ها و برنامه‌های غذایی و همچنین سیستم‌های غذایی کشورهای مختلف به طور خاص کشورهایی دارای شرایط اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی مشابه با ایران، می‌تواند در بهبود سیاست‌های غذایی و دستیابی به برنامه‌های بومی شده و سازگار با شرایط کشور اثرگذار باشد. دیگر پیشنهاداتی که می تواند به بهبود امنیت غذایی کشور ایران کمک کنند شامل:"مدیریت مناسب منابع آب"، "کاهش فرسایش خاک"، "کاهش وابستگی به واردات در برخی اقلام غذایی نظیر روغن نباتی، برنج، علوفه و شکر"، "توزیع برابر غذا و فراهم ساختن شرایط دسترسی اقشار کم درآمد شهری و روستایی به غذای کافی و مغذی از طریق سیاست‌های حمایتی نظیر یارانه"، "کاهش ضایعات محصولات کشاورزی و توسعه صنایع تبدیلی، تکمیلی و نگهداری محصولات کشاورزی و امکانات ذخیره‌سازی متناسب با افزایش تولید"، "ایجاد هماهنگی کافی بین بخش‌های تولید، بازرگانی، صنعت و بهداشت در ارتباط با امنیت غذایی"، "توجه کافی به حوزه ایمنی و سلامت غذا"، "کاهش نابرابری اشتغال و تولید در بخش کشاورزی"،"افزایش اعتبارات و سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی و همچنین تخصیص بودجه مناسب به بخش تحقیقات کشاورزی در راستای رفع سریع مشکلات مختلف پیش روی تولید"، "توجه به بهره برداران خرد در سیاست‌گذاری‌های بخش کشاورزی"،"کاهش میزان تغییر کاربری زمین‌های کشاورزی"،

"ترویج الگوی مصرف صحیح مواد غذایی در سطح جامعه با برنامه‌های فرهنگی و تبلیغی"،" حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان جهت ارتقای فن‌آوری تولید در بخش کشاورزی"، "استفاده از ارقام مناسب کیفی و توجه به استانداردهای بذر شامل رنگ دانه، اندازه، پابلند و مقاوم به بیماری‌های اپیدمی، بذرهای هیبرید، دسترسی به هسته‌های اولیهٔ بذری ارقام جدید، تنوع ارقام با پتانسیل تولید بالا و تنوع ژنتیکی ارقام متناسب با مناطق کشت و شرایط اقلیمی مانند خشک‌سالی، شوری، تنش‌های حرارتی با تشویق و سرمایه‌گذاری در شرکت‌های دانش‌بنیان" و "حمایت از اجرای مناسب و به‌روز عملیات مکانیزاسیون در مراحل کشت، داشت و برداشت جهت افزایش عملکرد و کاهش ضایعات" می باشد.

منابع و مأخذ

قانون برنامه پنجساله اول پیشرفت جمهوری اسلامی ایران (۱۳۶۸-۱۳۷۲).

قانون برنامه پنجساله دوم پیشرفت جمهوری اسلامی ایران (۱۳۷۴-۱۳۷۸).

قانون برنامه پنجساله سوم پیشرفت جمهوری اسلامی ایران (۱۳۷۹-۱۳۸۳).

قانون برنامه پنجساله چهارم پیشرفت جمهوری اسلامی ایران (۱۳۸۴-۱۳۸۸).

قانون برنامه پنجساله پنجم پیشرفت جمهوری اسلامی ایران (۱۳۹۰-۱۳۹۴).

قانون برنامه پنجساله ششم پیشرفت جمهوری اسلامی ایران (۱۳۹۶-۱۴۰۰).

قانون برنامه پنجساله هفتم پیشرفت جمهوری اسلامی ایران (۱۴۰۳-۱۴۰۷).

سخی، ف.، و باغستانی، ع.ا. (۱۴۰۳). شاخص جهانی گرسنگی و جایگاه ایران در میان کشورهای همسایه. سیزدهمین کنفرانس ملی اقتصاد کشاورزی ایران، ۱۸ و ۱۹ شهریورماه، کرج، ایران.

شورای عالی انقلاب فرهنگی. (۱۴۰۲). سند ملی دانش بنیان امنیت غذایی. تهران. ایران.

اتاق بازرگانی صنایع و معادن، گزارش امنیت غذایی کشورارزیابی خود اتکایی کشاورزی و غذایی ایران با نگاهی به وضعیت تغذیه و مصرف مواد غذایی در جامعه (۱۳۹۱-۱۳۶۸)، تهران، بهار ۱۳۹۲.

وزارت جهاد کشاورزی، (۱۳۸۸)، بسته پیشنهادی امنیت غذایی.

موسسه پژوهشهای برنامه ریزی و اقتصاد کشاورزی، تهران، ایران.

Berry, E.M., Dernini, S., Burlingame, B., Meybeck, A., Conforti, P. (2015). Food security and sustainability: can one exist without the other? Public Health Nutr. 18, 2293–2302. Expert Panel of the American Institute of Nutrition & Life Science Research Office, 1990.

FAO.(2023). Sustainable Diets and Biodiversity. FAO, Rome. Available at: http://www.fao.org/docrep/016/i3004e/i3004e.pdf.

HLPE.(2012). Social Protection for Food Security. HLPE Report 4. A report by the High-Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security (HLPE), Rome.



Food security policies from the perspective of overhead plan in Iran

Fatmeh Sakhi[1]*, Zari Sarabi[2], Naser Shahnoush[3]
PhD candidate in Agricultural Economics, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, School of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran [1].
PhD candidate in Agricultural Economics, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, School of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran[2]
Professor, Department of Agricultural Economics, University of Ferdowsi, Mashhad, Iran [3].
Corresponding Author E. mail: fatemesakhi@yahoo.com

Abstract

Today, challenges such as increasing hunger in the world, lack of balance in people's daily diet, destruction of the environment and natural resources, make food security one of the most important issues of human societies. In the Constitution of the Islamic Republic of Iran, it is necessary to provide basic needs, eliminate poverty and malnutrition, as well as improve individual and social welfare in the society. Moreover, in the country's development plans and twenty-year vision document, special attention has been paid to improving food security. In this research, we investigate and adapt the contents of food security that employed in documents such as “Development Programs after the Islamic revolution”, "the National Food Security Knowledge Enterprise Document”, “the Constitution Law’ and “the General Policies of the System” with current situation food security in Iran. Our findings indicate that all aspects of the four pillars of food security have not been implemented according to the intended goals. Therefore, we recommend that statesmen, policy makers and planners pay strict and serious attention to the "7th Development Plan" - the most important current program of Iran- to achieve effective and sustainable food security pillars. In addition, they should consider in their agenda the statements of the leadership regarding food security.

keyword: Development Plans, the National Food Security Knowledge Enterprise Document, General policies of the system, Constitution law.



شناسایی روند ارکان امنیت غذایی در ایران
از منظر شاخص‌های سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد

علی اکبر باغستانی [۱*]، فاطمه سخی [۲]

[۱] استادیار پژوهشی، موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصادکشاورزی و توسعه روستایی. تهران. ایران.
[۲] دانش‌آموخته دکتری اقتصادکشاورزی، دانشکده های کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران. کرج. البرز.
*نویسنده مسوول: a.baghestany@agri-peri.ac.ir

چکیده

قانون اساسی و سند چشم‌انداز بیست ساله کشور، برنامه‌های پنج‌ساله پیشرفت (توسعه) جمهوری اسلامی ایران، اهمیت و توجه گسترده‌ای به تأمین امنیت غذایی داشته است. چندبعدی و کیفی بودن، ضعف در نظام رصد پایش سبب شده است تا سنجش وضعیت امنیت غذایی یکی از چالش‌های پیش‌روی سیاستگذاران باشد. برای سنجش وضعیت امنیت غذایی در سطح ملی شاخص‌های مختلفی پیشنهاد شده که به تغییر مفهوم عملیاتی امنیت غذایی و نوع شاخص‌ها و روش‌های مورد استفاده برای سنجش آن نیز انجامیده است. از این‌رو در این مطالعه وضعیت ارکان چهارگانه امنیت غذایی بر اساس آمار سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد (FAO) طی سال‌های ۲۰۲۳-۲۰۰۰ میلادی ارایه شده است. تحلیل این داده‌ها فرصتی فراهم می‌آورد تا نارسایی‌ها به تفکیک ارکان چهارگانه امنیت غذایی مورد ارزیابی و تحلیل واقع شود. همچنین آمار و اطلاعات سازمان فائو، امکان بررسی روند و وضعیت شاخص امنیت غذایی برای ایران را تسهیل می‌کند. یافته‌ها نشان داده است که ایران اگر چه در رکن فراهمی غذا عملکرد مناسبی داشته است، اما از وضعیت مطلوبی به ویژه در زمینه دسترسی اقتصادی به غذا شیوع چاقی میان جمعیت بزرگسال، شیوع کم‌خونی تغذیه‌ای در زنان در سنین باروری و نسبت وابستگی به واردات غلات برخوردار نیست.

واژگان کلیدی: دسترسی فیزیکی و اقتصادی، ثبات و پایداری، سلامت و مصرف، فراهمی غذا

مقدمه

جمعیت کره زمین با سپری کردن روندی افزایشی به حدود هشت میلیارد نفر در سال ۲۰۲۱ میلادی رسیده است و پیش‌بینی‌ها حکایت از عبور جمعیت از مرز ۹/۵ میلیارد نفر طی ۳۰ سال آینده را دارد (خادر و همکاران[۱۷۹]، ۲۰۲۰). تولید دست‌کم ۶۰ درصد مواد غذایی بیشتر در مقایسه با حال حاضر برای تأمین نیاز غذایی چنین جمعیتی از بزرگترین چالش‌های پیش‌روی بشر محسوب می‌شود (صفری،۱۴۰۲). بنابراین تأمین غذای کافی، مقرون به صرفه، مغذی و ایمن برای جمعیت رو به رشد جهانی برای جامعه بشری همواره چالش‌برانگیز است. این وظیفه زمانی‌که از دولت‌ها انتظار می‌رود امنیت غذایی را بدون ایجاد تغییرات اقلیمی، تخریب منابع آب و زمین و فرسایش تنوع‌زیستی تأمین کنند، دشوارتر می‌شود (ابو و اولدوج-ترون[۱۸۰]، ۲۰۱۹). تا زمانی‌که خودکفایی غذایی و رفاه شهروندان به امنیت غذایی پایدار بستگی داشته باشد، امنیت غذایی یک اولویت جهانی باقی خواهد ماند (اهن و نوروود[۱۸۱]، ۲۰۲۱). طبق تعریف اجلاس جهانی غذا در سال ۱۹۹۶، امنیت غذایی زمانی حاصل می‌شود که همه مردم در همه زمان‌ها به مواد غذایی کافی، ایمن و مغذی دسترسی فیزیکی و اقتصادی داشته باشند تا نیازهای غذایی و ترجیحات غذایی خود را برای یک زندگی فعال و سالم برآورده کنند (سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد[۱۸۲]، ۲۰۰۹). این تعریف از سوی سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO)، چهار رکن امنیت غذایی را پایه‌گذاری کرده است: فراهم بودن، دسترسی، مصرف و پایداری. در همین راستا، هر نوع تحلیل، برنامه و پایش امنیت غذایی با توجه به اهداف از پیش تعریف‌شده، نیاز به سنجش امنیت غذایی معتبر و قابل اعتماد دارد. اندازه‌گیری چنین مفهوم غیرقابل مشاهده‌ای به‌عنوان یک ساختار نهفته، به دلیل ماهیت پیچیده و در حال تکامل آن، چالش‌برانگیز باقی مانده است: زیرا دارای ارکان و مؤلفه‌های بسیاری است، و مستلزم مجموعه‌ای از موقعیت‌ها است که کاربرد معیارهای دوگانه را بی‌اعتبار می‌کند (ایزرائیلوف و سیلبر[۱۸۳]، ۲۰۱۹). اندازه‌گیری امنیت غذایی دو مسئله اساسی و در عین حال متمایز ایجاد می‌کند: تعیین اینکه چه چیزی اندازه‌گیری می‌شود و چگونه اندازه‌گیری می‌شود. مسئله اول به استفاده از شاخص‌های مناسب برای ارکان مختلف (در دسترس بودن، دسترسی، مصرف و پایداری) و مؤلفه‌ها (کمیت، کیفیت، ایمنی و مقبولیت، رجحان فرهنگی) اشاره دارد، در حالی‌که مسئله دوم به روش‌شناسی اعمال‌شده برای محاسبه شاخص‌ها (یعنی داده‌ها، روش‌ها و مدل‌ها) اشاره دارد (مانیکاس و همکاران[۱۸۴]، ۲۰۲۳).

محققان شاخص‌های مختلفی را برای اندازه‌گیری امنیت غذایی پیشنهاد کرده‌اند. در طول این مدت، تعریف و مفهوم عملیاتی امنیت غذایی نیز تغییر کرده و به همراه آن، نوع شاخص‌ها و روش‌های مورد استفاده برای سنجش آن نیز تغییر کرده است. یکی از این تغییرات مهم، تغییر پارادایم «از جهانی و ملی به خانوار و فردی، از دیدگاه غذا اول[۱۸۵] به دیدگاه معیشتی و از شاخص‌های عینی به ادراک ذهنی» است (ماکسول[۱۸۶]، ۱۹۹۶).

با وجود تحقیقات برای هماهنگ‌سازی بهتر روش‌های اندازه‌گیری امنیت غذایی در راستای تعمیم‌پذیری آنها، اتفاق نظری میان دولت‌ها، سازمان‌های شبه‌حقوقی و محققان در مورد شاخص‌ها و روش‌هایی که برای اندازه‌گیری و نظارت بر امنیت غذایی در سطح

[179] Khader et al
[180] Abu and Oldewage-Theron
[181] Ahn and Norwood
[182] Food and Agriculture Organization (FAO)
[183] Izraelov and Silber
[184] Manikas et al
[185] Food-First
[186] Maxwell

جهانی، ملی و خانوار و سطوح فردی به کار گرفته شود، وجود ندارد (کارلتو و همکاران[۱۸۷]،۲۰۱۳). از سوی دیگر، تعدد بیش از حد شاخص‌ها، تعیین اینکه کدام یک از شاخص‌ها منعکس‌کننده ابعاد (در دسترس بودن، دسترسی، استفاده، یا پایداری)، مؤلفه‌ها (کمیت، کیفیت، ایمنی، پذیرش فرهنگی/ترجیحات)، و سطوح (جهانی، ملی، منطقه‌ای، خانوار یا فردی) امنیت غذایی هستند را دشوار می‌سازد (باوادی و همکاران[۱۸۸]،۲۰۱۲).

محدودیت‌های عملی اندازه‌گیری‌های امنیت غذایی موجود، مقایسه میان شاخص‌ها از نظر مکان و زمان را به دلایل مختلفی پیچیده می‌کند. اول، برخی از شاخص‌ها ترکیبی هستند که دو یا چند بعد امنیت غذایی را اندازه‌گیری می‌کنند، در حالی‌که برخی دیگر یک بعد را اندازه‌گیری می‌کنند. دوم، برخی از شاخص‌ها بر عوامل مؤثر در امنیت غذایی تمرکز دارند تا بر نتایج امنیت غذایی. سوم، برخی از شاخص‌ها کمی هستند، در حالی‌که برخی دیگر معیارهای کیفی مبتنی بر ادراک افراد هستند. چهارم، سطوح تحلیل نیز بسیار متفاوت است، زیرا برخی از شاخص‌ها در سطح جهانی و ملی هستند، در حالی‌که برخی دیگر در سطح خانوار و فردی هستند. مورد آخر اینکه، اهداف مورد نظر شاخص‌ها از ابزارهای حمایتی گرفته تا نظارت و ارزیابی پیشرفت به سمت اهداف سیاستی تعریف‌شده نیز باید در نظر گرفته شود (مانیکاس و همکاران[۱]،۲۰۲۳).

گرچه شاخص‌های امنیت غذایی متعددی برای استفاده در تحقیقات توسعه داده شده‌اند، اما هیچ توافقی بر سر «بهترین» شاخص امنیت غذایی در میان دانشمندان یا متخصصان برای اندازه‌گیری، تجزیه و تحلیل و نظارت بر امنیت غذایی وجود ندارد. یک شاخص امنیت غذایی ایده‌آل لازم است چهار بعد امنیت غذایی را دربرگیرد تا تعریف امنیت غذایی اجلاس جهانی غذا در سال ۱۹۹۶را منعکس کند (کاکاوال و گیوفریدا[۱۸۹]،۲۰۲۰).

بر اساس مطالب بیان‌شده در خصوص اهمیت امنیت غذایی در کشورهای جهان، در ایران نیز در چارچوب قانون اساسی و سند چشم‌انداز بیست ساله کشور، برنامه‌های پنج‌ساله پیشرفت (توسعه) جمهوری اسلامی ایران، اهمیت و توجه گسترده‌ای به تأمین امنیت غذایی شده است. اما در خصوص سنجه یا معیار اندازه‌گیری برون‌دادهای ناشی از اقدامات و سیاست‌های اتخاذ شده، اتفاق نظر وجود ندارد. از این رو در این مطالعه وضعیت ارکان چهارگانه امنیت غذایی بر اساس آمار سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد (FAO) بررسی می‌شود. هدف اصلی این است که تحلیلی از روندها و نارسایی‌های احتمالی متناسب با شرایط ایران شناسایی و تحلیل شود. از این‌رو پرسش اصلی این است که روند و وضعیت شاخص امنیت غذایی برای ایران بر اساس آمار و اطلاعات سازمان FAO چگونه است. نتایج این مطالعه، به‌ویژه جمع‌آوری داده‌های موردنیاز برای اندازه‌گیری امنیت غذایی، می‌تواند توسط ذینفعان امنیت غذایی مانند دولت‌ها، متخصصان و دانشگاهیان برای تدریس و همچنین مداخلات و ارزیابی‌های مرتبط با سیاست مورد استفاده قرار گیرد.

روش پژوهش

سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد، شاخص‌های مناسب برای سنجش امنیت غذایی را در ۶۸ شاخص و پنج گروه دسته‌بندی و حسب شاخص به صورت سالانه و یا متوسط سه‌ساله برای کشورها گزارش می‌نماید. شاخص‌ها در گروه‌های فراهمی، دسترسی، مصرف، ثبات و سایر شاخص‌ها منتشر می‌شوند. همچنین برخی شاخص‌ها نیز به صورت منتخب گزارش می‌شوند. داده‌های موجود بر مبنای دوره زمانی ۲۰۲۳-۲۰۰۰ در این پژوهش جمع‌آوری شده است.

[187] Carletto et al
[188] Bawadi et al
[189] Caccavale and Giuffrida

برخی از شاخص‌ها توسط سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد محاسبه، برخی دیگر نیز از سایر سازمان‌های بین‌المللی توسط فائو برداشت و گزارش شده است. مجموعه شاخص‌های امنیت غذایی از مجموعه بازنگری شده‌ای از شاخص‌ها بر اساس الزامات نظارت بر اهداف توسعه پایدار (SDGs) و در دسترس بودن داده‌ها شکل گرفته است. جدول زیر شاخص‌هایی را که به عنوان ارکان چهارگانه امنیت غذایی شامل فراهمی[190]، دسترسی[191]، مصرف (بهره‌مندی)[192] و ثبات[193]، در پایگاه اینترنتی سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد گزارش شده و در واقع برون‌داد امنیت غذایی محسوب می‌شوند را نشان می‌دهد.

جدول (۱) شاخص‌های فائو در خصوص ارکان چهارگانه امنیت غذایی ایران

	شاخص	واحد
فراهمی غذا[۱]	متوسط کفایت عرضه‌ی انرژی رژیم غذایی (میانگین سه ساله)	درصد (٪)
	سهم عرضه انرژی حاصل از غلات، ریشه‌ها و غده‌ها (کیلوکالری /نفر/روز) متوسط سه ساله	درصد (٪)
	میانگین عرضه پروتئین (گرم/نفر/روز) میانگین سه ساله	گرم/نفر/روز
	متوسط عرضه‌ی پروتئین با منشاء دامی (گرم/نفر/روز) میانگین سه ساله	گرم/نفر/روز
دسترسی به غذا[۲]	تراکم ریل راه‌آهن (کل مسیر بر حسب کیلومتر در ۱۰۰ کیلومتر مربع از زمین)	کیلومتر
	تولید ناخالص داخلی سرانه (ثابت سال ۲۰۱۷- دلار بین‌المللی براساس معیار برابری قدرت خرید)	یک دلار
	درصد شیوع کمبود تغذیه (متوسط سه ساله)	درصد (٪)
	درصدی از جمعیت کل که دچار ناامنی غذایی شدید هستند (متوسط سه ساله)	درصد (٪)
	درصدی از جمعیت کل که دچار ناامنی غذایی متوسط و شدید هستند (متوسط سه ساله)	درصد (٪)
سلامت و مصرف غذا[۲]	درصدی از جمعیت که از خدمات آب آشامیدنی بهداشتی استفاده می نمایند.	درصد (٪)
	درصدی از جمعیت که از خدمات اولیه آب آشامیدنی برخوردار هستند.	درصد (٪)
	درصدی از جمعیت که از خدمات بهداشتی اولیه برخوردار هستند.	درصد (٪)
	شیوع کم خونی میان زنان در سن باروری (۱۵ تا ۴۹ سال)	درصد (٪)
	درصد کودکان زیر ۵ سال دچار کوتاه‌قدی تغذیه‌ای	درصد (٪)
	درصد کودکان زیر ۵ سال دچار اضافه وزن	درصد (٪)
	شیوع چاقی در جمعیت بزرگسال (۱۸ سال و بالاتر)	درصد (٪)
ثبات[۳]	شاخص نسبت وابستگی به واردات غلات (متوسط سه ساله)	درصد (٪)
	درصد اراضی قابل کشت مجهز به سیستم آبیاری (متوسط سه ساله)	درصد (٪)
	ارزش واردات غذا از کل تجارت کالاها (متوسط سه ساله)	درصد (٪)
	ثبات سیاسی و نبود خشونت یا تروریسم (شاخص)[۱]	شاخص
	تغییرات عرضه سرانه غذا (کیلوکالری/نفر/روز)	کیلوکالری/نفر/روز

[۱] داده‌های مندرج در جدول براساس برآورد فائو است.
[۲] داده‌های مندرج در جدول برگرفته از اطلاعات سازمان‌های بین‌المللی و توسط فائو گزارش شده است.
[۳] داده‌ها از اطلاعات سازمان‌های بین‌المللی گرفته شده است. سایر داده‌های مندرج در جدول، برآورد فائو می‌باشد.
مأخذ: http://www.fao.org/faostat/en/#data/FS

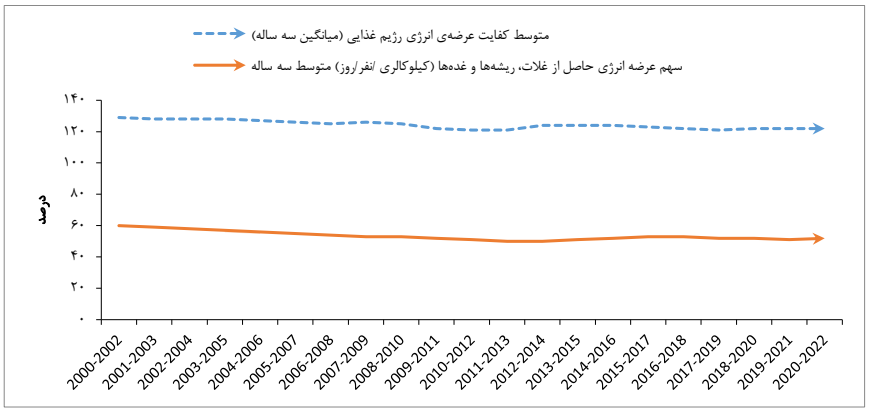
[190] Availability
[191] Accessibility
[192] Utilization
[193] Stability

یافته‌های تحقیق

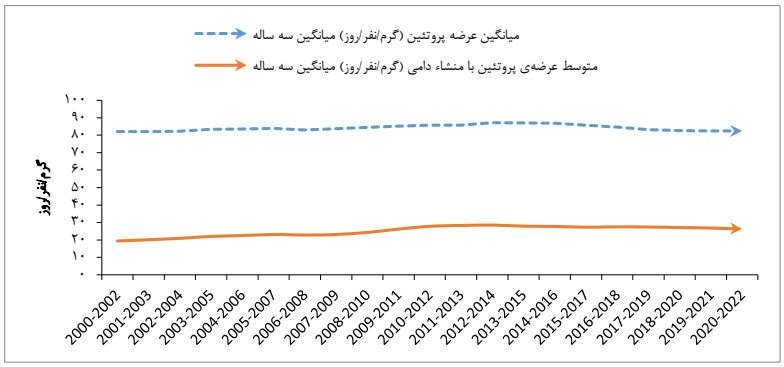
در این بخش از پژوهش حاضر شاخص‌های مرتبط با ارکان چهارگانه امنیت غذایی بر اساس آمار منتشر شده سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد (FAO) برای ایران ارایه می‌شود.

الف) فراهمی غذا

روند شاخص‌های مرتبط با رکن فراهمی غذا که در جدول (۱) نشان داده شد، در نمودارهای (۱و۲) نیز با جزئیات بیشتر آمده است. همانطور که مشاهده می‌شود سهم عرضه‌ی انرژی و متوسط کفایت آن در رژیم غذایی در دوره ۲۰۲۳-۲۰۰۰، از روند با ثباتی برای ایران برخوردار بوده است.



نمودار (۱) سهم عرضه انرژی غلات و .. و کفایت عرضه انرژی در رژیم غذایی ایران
(منبع: FAO,2023)



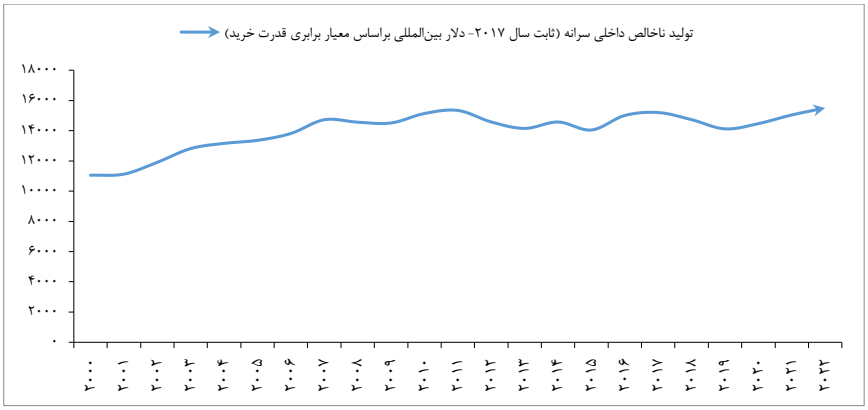
نمودار (۲) متوسط عرضه پروتئین دامی و میانگین عرضه پروتئین در ایران(منبع: FAO,2023)

همانطور که در نمودار (۲) نیز نشان داده شده است، متوسط عرضه‌ی پروتئین دامی و همچنین میانگین عرضه پروتئین در کشور برای دوره زمانی مورد بررسی بدون تغییر بوده و روند باثباتی را طی نموده است.

به نظر می‌رسد شاخص‌های فائو در خصوص رکن فراهمی امنیت غذایی، کفایت لازم را برای بررسی وضعیت فراهمی در ایران نداشته باشند. زیرا رکن فراهمی غذا متاثر از «تولید»، «تجارت» و «ذخایر راهبردی»، «غذاهای جدید» و «کشت فراسرزمینی» است که اطلاعات آن لحاظ نشده است. از این‌رو در سطح ملی، نیاز است تا شاخص‌های تولید، تجارت و ذخایر و کشت فراسرزمینی نیز در نظر گرفته شوند.

ب) دسترسی به غذا

یکی از معیارهای دسترسی به غذا، وضعیت قدرت خرید افراد یک کشور است. در نمودار (۴) روند تولید ناخالص داخلی سرانه که بیانگر قدرت خرید خانوارهای ایرانی طی دوره (۲۰۲۲-۲۰۰۰) می‌باشد، نشان داده شده است. این متغیر در دوره مورد بررسی با نوسان‌های کمی روند رو به افزایش داشته است.



نمودار (۳) روند تولید ناخالص داخلی سرانه بر حسب برابری قدرت خرید در ایران

(منبع: FAO,2023)

شاخص بررسی شده در نمودار (۳)، برای رکن دسترسی اقتصادی به غذا در این پژوهش در نظر گرفته شده‌اند. دسترسی به غذا به دو دسته دسترسی فیزیکی و اقتصادی دسته‌بندی می‌شود. تعیین شاخص‌های اختصاصی دسترسی فیزیکی دارای دشواری‌های بیشتری در مقایسه با دسترسی اقتصادی است. ناهمگنی و تنوع در نظام‌های توزیع میان کشورهای سبب شده است تا فائو تلاش نماید با ارایه آمار تراکم ریل، تصویری از آن ارایه نماید. از این‌رو یکی از نارسایی‌های آمار فائو در سنجش ارکان امنیت غذایی، ضعف در ارزیابی وضعیت دسترسی فیزیکی به غذاست.

ج) مصرف و سلامت غذا

در جدول (۲)، آمار مرتبط با رکن مصرف و سلامت غذا آورده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود، در دو دهه گذشته روند شاخص‌های آب آشامیدنی سالم، خدمات اولیه آب آشامیدنی و همچنین خدمات اولیه بهداشتی روند صعودی داشته و رو به بهبود

رفته که نشان‌دهندهٔ عملکرد مناسب سیاست‌های کشور در زمینه ارائه خدمات بهداشتی و رفاهی می‌باشد. شیوع کم‌خونی در زنان در سن بارداری، روند رو به بهبودی در کشور نداشته و از سال ۲۰۱۵ به بعد با رشد اندکی نسبت به سال‌های قبل، روند افزایشی داشته است. همچنین درصد کودکان زیر پنج سال که دارای اضافه وزن هستند در دو دهه اخیر کاهش داشته است. کوتاه‌قدی ناشی از تغذیه ناکافی و نامناسب در کودکان زیر پنج سال در ایران در دو دهه گذشته به طور چشمگیری کاهش یافته است. این آمار به تنهایی بر بهبود شرایط سلامت و مصرف کودکان دلالت ندارد. زیرا لازم است برای هر استان و منطقه کشور بررسی صورت گیرد. آمار شیوع چاقی در جمعیت بزرگسال (۱۸ سال و بالاتر) نیز حاکی از روند صعودی اضافه وزن (چاقی) در افراد بزرگسالان در کشور است.

این شاخص برای رکن سلامت و مصرف غذا، نیز دچار نارسایی‌هایی است. وضعیت مغذی بودن غذا، الگوهای تغذیه‌ای و سواد تغذیه‌ای باعث شده است تا شاخص‌های ارائه شده توسط فائو نتواند به خوبی این رکن را پوشش دهد. تعریف شاخص‌های ملی در خصوص این رکن نیز از اهمیت بیشتری برخوردار است.

جدول (۲) شاخص‌های فائو در خصوص رکن سلامت و مصرف غذا در ایران

سال	درصدی از جمعیت که از خدمات آب آشامیدنی بهداشتی استفاده می نمایند.	درصدی از جمعیت که از خدمات اولیه آب آشامیدنی برخوردار هستند.	درصدی از جمعیت که از خدمات بهداشتی اولیه برخوردار هستند.	شیوع کم خونی میان زنان در سن باروری (۱۵ تا ۴۹ سال)	درصد کودکان زیر ۵ سال دچار کوتاه‌قدی تغذیه‌ای	درصد کودکان زیر ۵ سال دچار اضافه وزن	شیوع چاقی در جمعیت بزرگسال (۱۸ سال و بالاتر)
۲۰۰۰	۹۰	۹۴	۷۸	۲۷/۴	۱۵/۲	۵/۹	۱۴/۸
۲۰۰۱	۹۱	۹۴	۷۹	۲۶/۵	۱۳/۷	۶/۱	۱۵/۳
۲۰۰۲	۹۱	۹۵	۸۰	۲۶	۱۲/۳	۶/۲	۱۵/۸
۲۰۰۳	۹۱	۹۵	۸۰	۲۵/۵	۱۱	۶/۴	۱۶/۳
۲۰۰۴	۹۱	۹۵	۸۱	۲۵	۹/۹	۶/۵	۱۶/۸
۲۰۰۵	۹۱	۹۵	۸۲	۲۴/۵	۹	۶/۵	۱۷/۲
۲۰۰۶	۹۲	۹۵	۸۳	۲۴/۱	۸/۳	۶/۴	۱۷/۶
۲۰۰۷	۹۲	۹۶	۸۳	۲۳/۸	۷/۷	۶/۳	۱۸
۲۰۰۸	۹۲	۹۶	۸۴	۲۳/۴	۷/۲	۶/۱	۱۸/۴
۲۰۰۹	۹۲	۹۶	۸۴	۲۳/۲	۶/۸	۵/۸	۱۸/۸
۲۰۱۰	۹۲	۹۶	۸۵	۲۳	۶/۴	۵/۵	۱۹/۲
۲۰۱۱	۹۳	۹۶	۸۶	۲۲/۸	۶/۱	۵/۱	۱۹/۵
۲۰۱۲	۹۳	۹۶	۸۶	۲۲/۸	۵/۹	۴/۸	۱۹/۹
۲۰۱۳	۹۳	۹۶	۸۷	۲۲/۸	۵/۷	۴/۵	۲۰/۳
۲۰۱۴	۹۳	۹۷	۸۸	۲۲/۹	۵/۶	۴/۳	۲۰/۸
۲۰۱۵	۹۳	۹۷	۸۸	۲۳	۵/۵	۴/۱	۲۱/۳
۲۰۱۶	۹۳	۹۷	۸۹	۲۳/۱	۵/۵	۴	۲۱/۸
۲۰۱۷	۹۴	۹۷	۸۹	۲۳/۴	۵/۳	۳/۹	۲۲/۲
۲۰۱۸	۹۴	۹۷	۹۰	۲۳/۷	۵/۲	۳/۸	۲۲/۷
۲۰۱۹	۹۴	۹۷	۹۰	۲۴/۱	۵/۱	۳/۸	۲۳/۱
۲۰۲۰	۹۴	۹۷	۹۰	-	۴/۹	۳/۸	۲۳/۵
۲۰۲۱	۹۴	۹۸	۹۰	-	۴/۸	۳/۸	۲۳/۹
۲۰۲۲	۹۴	۹۸	۹۰	-	۴/۷	۳/۸	۲۴/۳

منبع: FAO,2023

د) ثبات در ارکان امنیت غذایی

ثبات به معنای این است که نوسانات در ارکان و اجزاء امنیت غذایی به حداقل رسیده باشد. پایداری نیز به این معنا است که رفاه نسل آتی بواسطه فعالیت ارکان و اجزاء امنیت غذایی کاهش نیابد. زمانی که سیستم غذا بتواند در صورت وارد شدن تکانه، در کوتاه‌ترین زمان ممکن به تعادل بازگردد یا به طور همزمان ثبات و پایداری را داشته باشد، «تاب‌آور» خواهد بود. جدول (۳) شاخص‌های پیشنهادی فائو برای رکن ثبات را نشان می‌دهد.

بر اساس اطلاعات جدول (۳)، نسبت وابستگی به واردات غلات به طور میانگین سه‌ساله، دارای روند افزایشی در دوره مورد بررسی بوده است. این شاخص معیاری از وابستگی کشور از واردات غلات را نشان می‌دهد. هر چه این شاخص بیشتر باشد، وابستگی بیشتر است. نسبت وابستگی به واردات غلات نشان می‌دهد که چه مقدار از غله مورد نیاز وارد شده و چه مقدار از محل تولیدات داخل کشور تامین می‌شود. نتایج این شاخص نیز نشان می‌دهد که وابستگی به واردات غلات در طول زمان برای ایران، افزایشی بوده است. اطلاعات جدول (۳) نشان می‌دهد که درصد اراضی قابل کشت مجهز به سیستم آبیاری با متوسط سه‌ساله، در دوره مورد بررسی تقریباً ثابت بوده است. این شاخص معیاری از وابستگی کشاورزی یک کشور یا منطقه به آبیاری است. این شاخص نشان‌دهنده اقداماتی برای مقابله با آسیب‌پذیری کشاورزی در برابر تنش آبی و شوک‌های اقلیمی (مانند خشکسالی) است که بسته به الگوهای تولید و تجارت پیامدهایی برای امنیت غذایی در سطح ملی دارد. همچنین ارزش واردات غذا از کل واردات کالاها با متوسط سه‌ساله، روندی صعودی داشته است. که بیانگر وابستگی بیشتر کشور به واردات غذا می‌باشد. این شاخص نیز معیاری از آسیب‌پذیری کشور دربرابر عوامل محدودکننده تجارت مانند قیمت‌های جهانی، تحریم‌ها، محدودیت‌های تراکنش مالی و سیاست‌های تجاری کشورهای مبداء را ارائه می‌دهد. همچنین بکارگیری ذخایر ارزی را برای پرداخت هزینه واردات مواد غذایی نشان می‌دهد که بسته به الگوهای تولید و تجارت پیامدهایی برای امنیت غذایی در سطح ملی دارد.

جدول (۳) شاخص‌های فائو در خصوص رکن ثبات غذا در ایران

سال‌ها	شاخص نسبت وابستگی به واردات غلات (متوسط سه ساله)	درصد اراضی قابل کشت مجهز به سیستم آبیاری (متوسط سه ساله)	ارزش واردات غذا از کل صادرات کالاها (متوسط سه ساله)
۲۰۰۰-۲۰۰۲	۳۷/۴	۴/۹	۸
۲۰۰۱-۲۰۰۳	۲۹/۶	۵	۷
۲۰۰۲-۲۰۰۴	۲۱/۳	۵	۶
۲۰۰۳-۲۰۰۵	۱۸/۴	۵/۱	۵
۲۰۰۴-۲۰۰۶	۱۸/۱	۵/۳	۵
۲۰۰۵-۲۰۰۷	۱۷/۷	۵/۳	۴
۲۰۰۶-۲۰۰۸	۲۴/۳	۵/۴	۵
۲۰۰۷-۲۰۰۹	۳۱/۴	۵/۵	۶
۲۰۰۸-۲۰۱۰	۳۷/۲	۵/۶	۷
۲۰۰۹-۲۰۱۱	۳۶/۳	۵/۷	۷
۲۰۱۰-۲۰۱۲	۳۶/۷	۵/۸	۸
۲۰۱۱-۲۰۱۳	۳۸/۹	۵/۸	۹
۲۰۱۲-۲۰۱۴	۴۱/۹	۵/۹	۱۱
۲۰۱۳-۲۰۱۵	۴۰/۴	۵/۹	۱۲
۲۰۱۴-۲۰۱۶	۳۷/۴	۵/۹	۱۱
۲۰۱۵-۲۰۱۷	۳۶/۷	۵/۹	۱۱
۲۰۱۶-۲۰۱۸	۳۷/۴	۵/۹	۱۰
۲۰۱۷-۲۰۱۹	۳۹/۸	۵/۹	۱۱
۲۰۱۸-۲۰۲۰	۴۴/۴	۵/۹	۱۲

۲۰۱۹-۲۰۲۱	۴۷/۸	۵/۹	۱۴
۲۰۲۰-۲۰۲۲	۵۳/۴	۵/۹	۱۴

منبع: FAO,2023

جدول (۴) وضعیت ثبات سیاسی و عرضه سرانه غذا در ایران

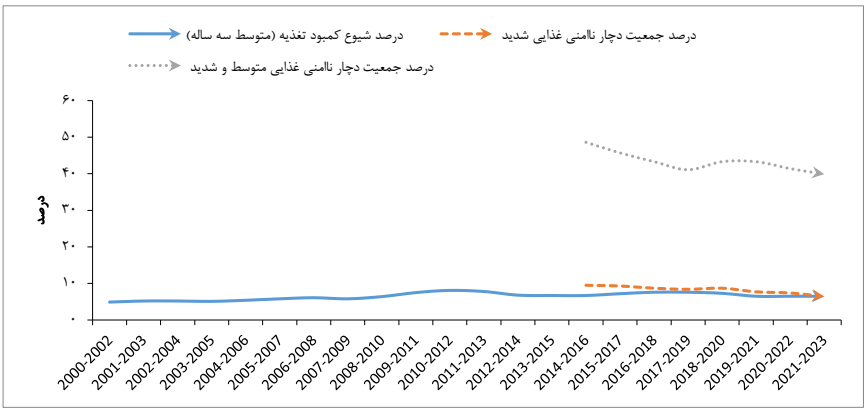
سال	ثبات سیاسی و نبود خشونت یا تروریسم (شاخص)	تغییرات عرضه سرانه غذا (کیلوکالری/نفر/روز)
۲۰۰۰	-۰/۷۳	۲۰
۲۰۰۱	-	۲۱
۲۰۰۲	-۰/۷۷	۲۱
۲۰۰۳	-۰/۷۸	۲۵
۲۰۰۴	-۰/۷۶	۱۹
۲۰۰۵	-۰/۷۸	۲۷
۲۰۰۶	-۱/۰۴	۳۳
۲۰۰۷	-۰/۹۳	۳۴
۲۰۰۸	-۰/۹۴	۳۰
۲۰۰۹	-۱/۵۶	۲۷
۲۰۱۰	-۱/۶۳	۳۸
۲۰۱۱	-۱/۴۲	۴۸
۲۰۱۲	-۱/۳۲	۷۷
۲۰۱۳	-۱/۲۵	۷۵
۲۰۱۴	-۰/۸۷	۷۸
۲۰۱۵	-۰/۹۲	۷۱
۲۰۱۶	-۰/۸۱	۷۱
۲۰۱۷	-۰/۹۳	۲۶
۲۰۱۸	-۱/۳۴	۳۰
۲۰۱۹	-۱/۷۱	۴۲
۲۰۲۰	-۱/۷	۳۷
۲۰۲۱	-۱/۵۸	۳۹
۲۰۲۲	-۱/۵۹	۳۶

منبع: FAO,2023

در جدول (۴) آمار ثبات سیاسی و نبود خشونت یا تروریسم و تغییرات عرضه سرانه غذا ارائه شده است. ثبات سیاسی در کشور در دوره ۲۰۲۲-۲۰۰۰، همواره رقمی منفی بوده است. ثبات سیاسی و فقدان خشونت، تصورات احتمال بی‌ثباتی یا سرنگونی دولت با ابزارهای غیرقانونی یا خشونت‌آمیز، از جمله خشونت با انگیزه سیاسی و تروریسم را اندازه‌گیری می‌کند. این شاخص معیاری از شوک‌های سیاسی را ارائه می‌دهد. انتظار می‌رود هر چه این شاخص منفی‌تر شود، کشورها از ثبات بیشتری برخوردار و اجزاء امنیت غذایی ارتباط باثبات‌تری با یکدیگر داشته باشند. شاخص دیگر نشان دهنده ثبات در رکن فراهمی غذا، تغییرات عرضه سرانه غذا در روز است. این شاخص که بر مبنای تغییرات در عرضه انرژی حاصل از غذا براساس کیلوکالری به ازای هر نفر در روز است، نشان می‌دهد که تامین انرژی مورد نیاز برای فعالیت‌های روزانه چه میزان نوسان داشته است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که این شاخص طی دوره مورد بررسی، از روندی صعودی برخوردار بوده است. در برخی موارد نگرانی از ضعف در دسترسی اقتصادی به غذا سبب می‌شود تا دولت‌ها تلاش نمایند از طریق ایجاد مازاد عرضه، قیمت‌ها را کاهش و دسترسی اقتصادی را تسهیل نمایند. این در حالی است که مازاد عرضه، از طریق افزایش تولید و واردات به معنای فشار بر منابع پایه شامل آب، خاک و تنوع زیستی و منابع ارزی یک کشور

خواهد بود. از این‌رو تنظیم عرضه و توجه به الگوی مصرف می‌تواند، از افزایش فشار به منظور تولید بیشتر بکاهد. افزایش نامتناسب عرضه سرانه در کنار کاهش تحرک و الگوی نامناسب تغذیه‌ای، سبب افزایش پدیده چاقی می‌شود. اطلاعات مندرج در جدول (۲) و روند چاقی در کشور نیز وجود این پدیده را تایید می‌نماید.

عملکرد مناسب ارکان امنیت غذایی سبب بروز برخی برون‌دادها می‌شود. یکی از برون‌دادها، وضعیت گرسنگی در کشورها است. تغذیه ناکافی یا کمبود تغذیه براساس نسبت دریافت کالری به کالری مورد نیاز افراد برای زندگی سالم و فعال سنجیده می‌شود. در نمودار (۴)، درصد شیوع کمبود تغذیه و همچنین درصد ناامنی غذایی شدید و متوسط غذایی در کل جمعیت بر اساس میانگین سه‌ساله ارائه شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود، درصد شیوع کمبود تغذیه در ایران که به صورت میانگین سه ساله محاسبه شده است، از دوره ۲۰۰۲-۲۰۰۰ الی ۲۰۱۲-۲۰۱۰، صعودی و پس از آن با نوسان‌هایی همراه بوده تا اینکه در دوره‌های ۲۰۲۱-۲۰۱۹،۲۰۲۲-۲۰۲۰، و ۲۰۲۳-۲۰۲۱ درصد سوءتغذیه در ایران بدون تغییر مانده است. ناامنی غذایی شدید در کل جمعیت و ناامنی غذایی شدید و متوسط در جمعیت، در دور مورد بررسی (۲۰۲۳-۲۰۲۱؛۲۰۱۶-۲۰۱۴) بر اساس اطلاعات در دسترس، رو به کاهش رفته است.



نمودار (۴) شاخص‌های فائو در شیوع کمبود تغذیه و ناامنی غذایی در ایران

(منبع: FAO,2023)

افزایش عرضه سرانه غذا، افزایش عرضه سرانه کالری، سبب شده است تا روند کلی این شاخص‌ها کاهشی باشد. نکته قابل تامل این است که شاخص تغذیه ناکافی سیری شکمی را نشان داده و تصویری از وضعیت سیری سلولی به معنای دریافت پروتئین، املاح، ویتامین‌ها و مواد معدنی مورد نیاز ارایه نمی‌نماید.

بحث و نتیجه‌گیری

امنیت غذایی زمانی حاصل می‌شود که همواره، همه افراد در همه‌ی زمان‌ها به غذای کافی، سالم، مغذی برای یک زندگی سالم، فعال و شاداب با توجه به ترجیحات تغذیه‌ای دسترسی فیزیکی و اقتصادی داشته باشند. این تعریف سبب شده است تا ارکان چهارگانه امنیت غذایی «فراهمی غذا»، «دسترسی به غذا»، «مصرف و سلامت غذا» و «ثبات و پایداری (تاب‌آوری)» مورد توجه سیاستگذاران قرار گیرد. از این‌رو تحلیل‌گران و سازمان‌های بین‌المللی تلاش نمودند تا به کمک شاخص‌های کمی وضعیت ارکان امنیت غذایی را

مورد سنجش قرار دهند. یکی از این سازمان‌ها، سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد است. در این مطالعه تلاش شده است تا به کمک منتخبی از شاخص‌های امنیت غذایی که توسط فائو ارایه شده است، وضعیت کلی امنیت غذایی در ایران مورد ارزیابی قرار گیرد. یافته‌ها نشان داده است که روند وضعیت کفایت عرضه غذا، از ثبات برخوردار بوده است. این در حالی است که ضعف در دسترسی اقتصادی به غذا، سبب شده است تا سیری شکمی و افزایش دریافت انرژی در اولویت خانوارها قرار گرفته و در کنار پدیده کم‌تحرکی و تغییر سبک زندگی، چاقی افزایش پیدا نماید. دسترسی فیزیکی به غذا نیز دچار ضعف شاخص سنجش است. در زمینه مصرف و سلامت غذا نیز شاخص‌های فائو نشان می‌دهد که شیوع کم‌خونی در زنان در سنین باروری، روند رو به بهبودی در کشور نداشته و از سال ۲۰۱۵ به بعد با رشد اندکی نسبت به سال‌های قبل، روند افزایشی داشته است. همچنین درصد کودکان زیر پنج سال که دارای اضافه وزن هستند در دو دهه اخیر کاهش داشته است. کوتاه‌قدی ناشی از تغذیه ناکافی و نامناسب در کودکان زیر پنج سال در ایران در دو دهه گذشته به طور چشمگیری کاهش یافته است. آمار شیوع چاقی در جمعیت بزرگسال (۱۸ سال و بالاتر) نیز حاکی از روند صعودی اضافه وزن (چاقی) در افراد بزرگسالان در کشور است.

بررسی رکن ثبات نیز نشان می‌دهد که نارسایی‌ها و ضعف‌هایی در ثبات بخشی به ارکان امنیت غذایی مشاهده می‌شود. افزایش ضریب وابستگی به غلات و ارزش واردات غذا نشان می‌دهد که رکن ثبات در فراهمی غذا، دچار نوساناتی شده است. تکیه بر دنیای خارج برای تامین غذا، مخاطرات بازاری و تحولات جهانی را به بازار داخلی منتقل می‌نماید.

آمار و اطلاعات سازمان خواروبار و کشاورزی (FAO) بیانگر برخی نارسایی‌ها در تأمین ابعاد و شناسایی وضعیت امنیت غذایی کشور می‌باشد. از این‌رو، نیاز است تا شاخصی که به صورت پویا و جامع به مطالعه امنیت غذایی پرداخته و یک چارچوب تحلیلی نیرومند و منسجم برای سنجش و تعمیق درک از ناامنی غذایی در سراسر جهان ارائه دهد و بیشتر جنبه‌های کمی و کیفی امنیت غذایی را وارد محاسبات نماید، انتخاب شود. چن و همکاران،۲۰۱۵ نیز این یافته را تایید می‌نمایند.

با توجه به یافته‌های مطالعه پیشنهاد می‌شود، توجه به خودکفایی در تولید پروتئین گیاهی به ویژه حبوبات و توجه ویژه به دسترسی فیزیکی و اقتصادی به میوه‌ها، سبزیجات به منظور تامین ویتامین‌ها، املاح و مواد معدنی در رژیم غذا در دستور کار قرار گیرد. به منظور کاهش چاقی نیز در کنار تنوع بخشی به رژیم غذایی و افزایش سهم پروتئینف تغییر در الگوی تغذیه و تحرک بیشتر اقشار جامه ضرورت دارد. همچنین طراحی و پیاده‌سازی سنجه‌های کمی ویژه اجزاء ارکان امنیت غذایی به منظور طراحی نظام رصد و پایش امنیت غذایی کشور اهمیت دارد. پیشنهاد می‌شود، مجموعه‌ای از شاخص‌های انفرادی و شاخص‌های ترکیبی طراحی شود.

منابع

صفری، ی. ۱۳۹۷. پیامدهای آلودگی خاک‌های کشور به فلزات سنگین برای امنیت غذایی. دومین همایش بینالمللی و سومین همایش ملی کشاورزی، محیطزیست و امنیت غذایی. ۱۵ اسفند ۱۳۹۷. دانشگاه جیرفت.

Abu, B., & Oldewage-Theron, W. (2019). Food insecurity among college students in West Texas. Br Food J. 121(3):738–54.

Ahn, S., & Norwood, F.B. (2021). Measuring food insecurity during the COVID-19 pandemic of spring 2020. Appl Econ Perspect Policy. 43(1):162–8.

Bawadi, H.A., Tayyem, R.F., Dwairy, A.N., & Al-Akour, N. (2012). Prevalence of food insecurity among women in northern Jordan. J Health Popul Nutr,30(1):49.
Caccavale, O.M., & Giuffrida, V. (2020). The Proteus composite index: towards a better metric for global food security. World Dev. 126: 104709.
Carletto, C., Zezza, A., & Banerjee, R. (2013). Towards better measurement of household food security: harmonizing indicators and the role of household surveys. Glob Food Sec. 2:30–40.
Chen, C., Shih, J., Chang, C., & Hsu, S.H. (2015). Trade liberalization and food security: A case study of Taiwan using global food security index (GFSI). Proceedings of the Agricultural Economics Association Annual Meeting; July 26-28; San Francisco, CA.
Food and Agriculture Organization (2009). Declaration of the world summit on food security. Rome. http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/Summit/Docs/Final_Declaration/WSFS09_Declaration.pdf Accessed 24 Feb 2021.
Food and Agriculture Organization. (2015). State of food insecurity in the world 2015. Rome, Italy.
Khader, B.F.Y., Y.A. Yigezu, M.A. Duwayri, A.A. Niane, and K. Shideed. (2020). Where in the value chain are we losing the most food? The case of wheat in Jordan. Food Security, Doi: 10.1007/s12571-019-00962-7.
Izraelov, M., & Silber, J. (2019). An assessment of the global food security index. Food Secur. 11, 1135–1152. https://doi.org/10.1007/s12571-019-00941-y.
Manikas, I., Ali, B.M. & Sundarakani, B. (2023). A systematic literature review of indicators measuring food security. Agric and Food Secur 12,10. https://doi.org/10.1186/s40066-023-00415-7.
Maxwell S. Food security: a post-modern perspective. Food Policy. 1996; 21:155–70



Study the Food Security Pillars trend for Iran from Indicators of the Food and Agriculture Organization of the United Nations point of views

Ali Akbar Baghestany[1*], Fatemeh Sakhi[2]

[1]Assistant Professor, Agricultural Planning, Economic and Rural Development Research Institute (APERDRI). Tehran. Iran.

[2] Ph.D. in Agricultural Economics. Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran. Karj. Alborz.

Corresponding Author[*] E. mail: a.baghestany@agri-peri.ac.ir

Abstract

The constitutional law and the country's twenty-year landscape document, along with the five-years development plans of the Islamic Republic of Iran, have emphasized the importance of food security. Due to its multi-dimensional and qualitative concept, the weakness of the monitoring system has led to policymakers, faced with some food security challenges. Various indicators have been proposed to measure the state of food security at the national level, leading to a shift in the operational concept of food security and the types of indicators and methods used for its measurement. Therefore, this study presents the status of the four dimensions of food security based on Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) data, during 2000-2023. Analyzing these data provides an opportunity to evaluate and analyze the inadequacies by separating the four dimensions of food security. Additionally, the statistics and information from FAO facilitate the examination of the trend and status of the food security index for Iran. The findings indicate that although Iran has performed well in terms of food availability, it faces unfavorable conditions, particularly regarding economic access to food, the prevalence of obesity among the adult population, the prevalence of nutritional anemia in women of reproductive age, and the ratio of dependence on grain imports.

Keywords: “Food Availability”, “Food Consumption and safety”, “Physical and Economical Access”, “Stability and Sustainability”.



شناسایی عوامل جنگ زیستی در امنیت غذایی

رضا رضانژاد*

* استادیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

نویسنده مسوول : rezanezhad@ut.ac.ir

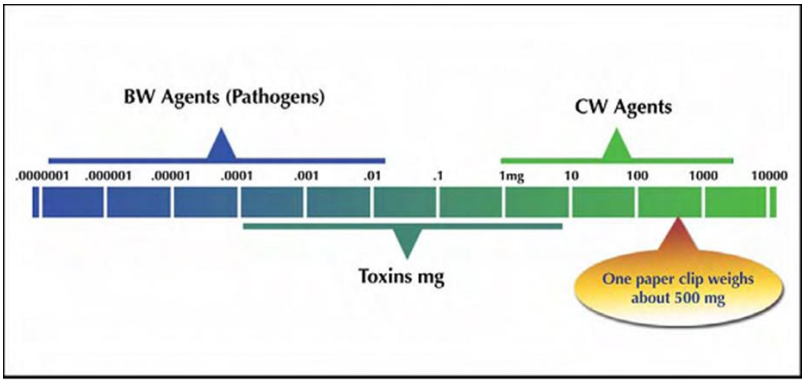
چکیده

جنگ زیستی، جنگ بیولوژیک، یا جنگ میکروبی به مفهوم استفاده هدفمند از عوامل بیولوژیکی، اعم از باکتری‌ها، ویروس‌ها، تک یاخته‌ها، قارچ‌ها، انگل‌ها یا فراورده‌های آن‌ها مانند زهرابه به منظور کشتن یا ناتوان کردن انسان‌ها، جانوران یا گیاهان است. در مفهوم امنیت غذایی یکی از مولفه های بسیار مهم کنترل سلامت و ایمنی مواد غذایی می باشد چرا که مصرف مواد غذایی آلوده موجب بیماری یا مرگ مصرف کنندگان خواهد شد. آلودگی زیستی مواد غذایی می تواند عمدی یا غیرعمدی ایجاد شود که میزان خسارت وتلفات و همچنین هزینه های متحمل شده در آلودگی های عمدی بسیار فراوان می باشد چرا که دشمن بمنظور گرفتن تلفات و همچنین رسیدن به مقاصد پلید خود اقدام به آلوده کردن مواد غذایی می نماید. تا کنون حدود ۱۲۰۰ عامل زیستی که بالقوه می‌توانند به عنوان جنگ‌افزار زیستی استفاده شوند مورد مطالعه قرار گرفته‌اند که این عوامل می تواند در صحنه نبرد و یا بمنظور آسیب به شخصیت های مهم کشوری و لشگری، آسیب به مردم عادی و... استفاده شود. بسیاری از آن‌ها در محیط زیست طبیعی که آب، خاک و جانوران حضور دارند به فراوانی یافت می‌شوند. دامنه عوارض این عوامل از آلرژی‌های خفیف تا مرگ را فرا می‌گیرد. دستکاری ژنتیکی می‌تواند میزان کشندگی یا ناتوان‌سازی این عوامل را بیشتر و درمان آن‌ها را سخت‌تر و پیشگیری از آن‌ها را غیرممکن سازد. از عوامل زیستی می توان براحتی برای آلوده نمودن مواد غذایی، آشامیدنی، البسه و پوشاک، سطوح و... جهت ترور و از بین بردن شخصیت های مهم مورد نظر استفاده نمود.

واژگان کلیدی: هشدار دهنده، آشکارساز، عوامل زیستی، جنگ بیولوژیک

مقدمه

یکی از حوزه های امنیت غذایی تامین سلامت و ایمنی غذا برای مصرف کنندگان می باشد در این راستا کنترل آلودگی های زیستی/ میکروبی مواد غذایی بسیار با اهمیت می باشد این کنترل از آن لحاظ بسیار با اهمیت می باشد که گاهی آلودگی عمدی و بیولوژیک مواد غذایی از سوی کشورهای مستبد و متخاصم بمنظور تسلیم نمودن کشورهای دیگر انجام می شود تا بتوانن با فشار بر افکار عمومی به مقاصد خود برسند. با توجه به اینکه عوامل بیولوژیکی در دزهای بسیار پایین تر از عوامل شیمیایی بیماریزا می باشند، سامانه های آشکارسازی آنها نیز باید از حساسیت بسیار بالایی برخوردار باشند. شکل ۱ مقایسه ای از دز بیماری زای عوامل بیولوژیک، توکسین ها و عوامل شیمیایی را نشان می دهد.



شکل ۱- مقایسه دز سمی عوامل شیمیایی، بیولوژیک و توکسین ها

پیچیده بودن و قابلیت تغییر سریع زمینه محیط اطراف این نیاز را ایجاد می‌کند که سامانه های آشکارساز بیولوژیک درجه بالایی از اختصاصی/ ویژه گزینی بودن، یعنی توانایی تشخیص عوامل بیولوژیکی از سایر مواد بیولوژیکی و غیر بیولوژیکی موجود در محیط پیرامون، را داشته باشند. سرعت یا زمان پاسخ گویی، سهولت استفاده از سامانه های آشکارسازی بیولوژیک (ضرورتهای آماده سازی نمونه) از موارد دیگر است که باید مورد توجه قرار بگیرد. در نظر گرفتن این نیازمندی ها چالش تکنیکی قابل ملاحظه ای را ایجاد می کند که بایستی در طراحی وساخت این سامانه ها مد نظر باشد.

انتخاب پذیری آشکارسازهای بیولوژیک یکی از نکات کلیدی در این حوزه می باشد. توانایی یک دستگاه آشکارساز بیولوژیک در تشخیص و جداسازی عامل بیولوژیک مد نظر از تداخلگرهای محیطی، انتخاب پذیری آن دستگاه گفته می شود. برای مثال گرد و غبار و گرده گیاهان می تواند برای شمارشگر ذره به عنوان یک تداخلگر در نظرگرفته شود، در حالیکه بخار آب و مه برای آشکارسازهای Standoff تداخلگر محسوب می شود. در حال حاضر به صورت تجاری یک دستگاه آشکارساز که درجه بالایی از

انتخاب پذیری را برای آشکارسازی عوامل بیولوژیک دارا باشد، موجود نمی باشد. سامانه هایی که در حال حاضر توسط نیروهای نظامی ساخته شده اند، دارای محدودیت آشکارسازی تعداد کمی از عوامل می باشند و بسیار پرهزینه هستند.

همچنین حساسیت آشکارسازهای بیولوژیک از مولفه های مهم در انتخاب تجهیز مناسب می باشد. حساسیت نسبت سیگنال به نویز می باشد. هرچه این نسبت عدد بزرگتری باشد، حساسیت بیشتر است. به عبارت دیگر کمترین مقدار از عامل که در دستگاه آشکارساز، پاسخ تکرارپذیر بالاتری از نویز سامانه ایجاد کند، حساسیت آن دستگاه تعریف می گردد. تداخلگرها باعث کاهش حساسیت دستگاه می شوند، چرا که نسبت سیگنال به نویز را کاهش می دهند، در نتیجه دستگاه آشکارساز برای بالا بردن این نسبت نیازمند مقدار بیشتری از عامل است.

۱- تقسیم بندی تجهیزات آشکارسازی عوامل بیولوژیک

تجهیزات آشکارساز عوامل بیولوژیک را می توان به دو صورت تقسیم بندی کرد:

۱-۲ براساس نحوه استفاده از آنها توسط کاربران

الف- تجهیزات آشکارساز دستی

تجهیزی است که قابل حمل توسط شخص بوده و در حین حرکت قابل استفاده است.

ب- تجهیزات آشکارساز آزمایشگاهی متحرک

وزن این نوع آشکارساز به اندازه ای است که قابلیت جابجایی توسط فرد یا خودرو را دارد، اما در زمان استفاده باید در محل به صورت ساکن مستقر باشد.

پ- سامانه های آشکارساز ثابت

این نوع دستگاههای آشکارساز به منظور انجام ماموریت در فضاهای بسته مانند ساختمان یا داخل خودرو طراحی شده است.

ت- سامانه های آشکارساز خارج از محیط

سامانه های آشکارسازی خارج از محیط، به منظور پایش وجود عوامل بیولوژیک از فواصل دور (تا ۵ کیلومتر) طراحی شده اند. این سامانه ها معمولا نیازمند یک یا دو اپراتور به منظور انجام عملیات پایش می باشند براساس نوع تکنیک به کار رفته در ساخت آشکارسازها و شرایط محیطی موجود، این آشکارسازها دارای درجه انتخاب پذیری متغیری می باشند. سامانه های آشکارسازی خارج از محیط را می توان به طور مستقیم بر روی خودرو نصب نمود. تعداد ۵ سامانه آشکارسازی خارج از محیط تاکنون ارایه شده است. متاسفانه اطلاعات دقیقی از این سامانه ها در دسترس نمی باشد و مجموعه ای از اطلاعات کلی در این زمینه وجود دارد.

۱-۲ بر اساس تکنولوژی که درساخت آنها به کار می رود.

الف- آشکارسازی براساس تکنولوژیهای ایمونولوژی

اساس این آشکارسازی استفاده از آنتی بادی ها می باشد. شاید این تکنولوژی، تنها تکنولوژی است که با درصد بالایی از موفقیت جهت آشکارسازی باکتری ها،اسپورها، ویروس ها و توکسین ها به‌کارگرفته می شود.

ب- آشکارسازی بر اساس تکنولوژی های مولکولی اسید نوکلئیک

این تکنولوژی ها که با استفاده از تکنیک PCR کار می کنند، عموما حساس تر و ویژه گزین‌تر از تکنولوژی ایمونو می باشند. به عنوان مثال دستگاه آنالایزر نوکلئیک اسید دستی پیشرفته (شکل ۲-۱۴) قادر است به صورت اتوماتیک آماده سازی نمونه و شبیه سازی تست ها را برای چهار نمونه مختلف، برای دو توالی مختلف DNA در زمان ۳۰ دقیقه انجام دهد

ت- آشکارسازی بر اساس تکنولوژی های طیف سنجی جرمی

این تکنولوژی قبل از سال ۲۰۰۱ گزارش شده بود. دستگاه های ساخته شده بر اساس این تکنولوژی قادرند همزمان عوامل شیمیایی و بیولوژیک را با (تاخیر زمانی محدود) شناسایی کنند. به عنوان مثال دستگاه CBMS جهت شناسایی آئروسل B. globigii به کار گرفته شد. امروزه آشکارسازی ۵۰ عامل به صورت ذرات در یک لیتر با این تکنولوژی دست یافتنی می باشد. به عنوان مثال دستگاه CBMS (شکل ۲-۱۵) حدود ۲۵ عامل در یک لیتر را شناسایی می کند.آشکارسازهایی که بر این اساس ساخته می شوند، مزیتهایی از قبیل، استفاده از مقدار بسیار کم نمونه به صورت نمونه گیری خودکار از آئروسل های موجود در هوا و زمان پاسخ دهی کوتاه را دارند که آنها را برای آشکارسازی عوامل بیولوژیک به صورت نقطه ای برجسته می¬کند. هر چند کار با این آشکارسازها نیازمند آموزش و مهارت می باشد.



شکل ۱- دستگاه آشکارساز CBMS

۲- معرفی تجهیزات نوین شناسایی عوامل زیستی

در ادامه به معرفی و مقایسه دو دستگاه معروف و پرکاربرد در حوزه شناسایی عوامل زیستی می پردازیم.

۳-۱ دستگاه LUMINOMETER junior LB 9509

لومینومتر junior دستگاه پرتابل اندازه گیری بار آلودگی میکروبی مواد آشامیدنی- غذایی از طریق اندازه گیری ATP می باشد برای استفاده از این دستگاه کاربر مقداری از ماده مورد آزمون را در داخل مایع همراه دستگاه حل کرده و سپس با اضافه کردن معرف‌های همراه دستگاه ATP درون سلولی آزاد شده و با قرار دادن تیوب در محفظه داخلی دستگاه بار میکروبی ماده غذایی تعیین میگردد .دستگاه دارای سه چراغ قرمز، زرد و سبز میباشد .روشن شدن چراغ قرمز نشاندهنده وجود آلودگی، چراغ زرد نشاندهنده مشکوک بودن و چراغ سبز نشاندهنده عدم وجود آلودگی ماده مورد آزمون میباشد .همچنین با استفاده از این دستگاه میتوان بار آلودگی میکروبی روی سطوح مختلف را نیز اندازه گیری نمود.



شکل۲- دستگاه LUMINOMETER junior LB 9509

۳-۲ دستگاه Met One HHPC-6

این دستگاه پرتابل شمارنده ذرات معلق در هوای محیط‌های بسته می باشد و دارای شش کانال تشخیصی برای اندازه‌گیری ذرات از قطر ۰.۳ میکرومتر تا ۱۰ میکرو متر می‌باشد این قطرها ویروس‌ها،اسپورها، باکتری‌ها، مخمرها، کپک‌ها و دانه‌های گرده گیاهان را شامل می‌گردد.

دارای استانداردهایCFR21 Part 11. ISO 14644-1:2015, CE, FCC می باشد.

توان عملیاتی دستگاه 2.83 لیتر در دقیقه است.

توانایی ذخیره سازی ۱۰ هزار ثبت گزارش را دارد.

دارای باطری لیتیومی با توان کارکرد ۵ ساعت بصورت دائم و ۱۰ ساعت بصورت معمول



شکل ۲- دستگاه Met One HHPC-6

۴-۳-۲ مقایسه انواع دستگاه های آشکارساز عوامل زیستی

جدول۱- مقایسه‌ی انواع دستگاه‌های شناساگر عوامل زیستی

عنوان دستگاه	پرتابل	میزان هشدار اشتباه	مواد قابل شناسایی	اندازه (mm)	وزن (g)	محدوده دمایی عملکرد (C)	محدوده رطوبتی عملکرد (درصد)	زمان پاسخ دهی (ثانیه)	کاربر پسندی	نوع هشدار
BAWIS-04	بله	متوسط	۶ عامل	۲۲۰*۴۵۰*۵۵۰	۲۰۰۰۰	۵ تا ۵۰	۵ تا ۹۵	۴۸۰	متوسط	دیداری و شنیداری
PCR	خیر	-	۱۰ عامل	۲۵۰*۴۰۰*۷۵۰	۳۳۰۰۰	-	-	۱۲۰۰۰	متوسط	-
BIS-01	بله	-	۹ باکتری	۱۸۰*۳۰۰*۴۰۰	۱۰۰۰۰	-	-	زیاد	متوسط	قابلیت تفکیک براساس رنگ
BAWS	بله	متوسط	-	۲۰۰*۳۲۰*۴۲۰	۱۰۰۰۰	-	-	۱۸۰	متوسط	شنیداری
LUMINOMETER junior[1]	بله	خیلی کم	وسیع	۱۷۰*۲۸۰*۱۵۰	۲۰۰۰	۱۵ تا ۳۰	۱۰ تا ۹۰	**	زیاد	دیداری و شنیداری

Met One[2]	بله	خیلی کم	وسیع	۱۱۴*۲۰۹*۵۷	۱۰۰۰	۱۰تا۴۰	۲۰تا۹۰	۲۱	زیاد	دیداری و شنیداری

**قابل تنظیم و بسته به سرعت کاربر

۱. قابلیت دخیره سازی ۲۰۰۰ داده دارد و امکان انتقال داده ها با کامپیوتر را دارد

۲. قابلیت دخیره سازی ۱۰۰۰۰ داده دارد و امکان انتقال داده ها با کامپیوتر را دارد

منابع:

https://www.berthold.com/en/process-control/products/detector-types/

https://defapress.ir/fa/news

A. prientiss, Chemicals in war, McGraw-Hill Book CO., Inc, NEW York NY, 1937.

PAM 14-50, Chemical Corps Training Information Pamphlet, US Army Chemical Center and School, Fort Mc Clellan AL, US Army Chemical Warfare School. Edgewood Arsenal, MD, 1931.

A Handbook of Chemical Warfare Agents, US Army Chemical Ware School. Edgewood Arsenal, ME 1931.

Report of Activities of the Technical Divion During World War II, Office of the Chief Chmical Warfar Service, Army Service Forces, Washington. DC, January 1946.

Report of Chmical Warfare Review Commission, Chmical Warfar Review Commission, Washington. DC, 11 June 1985.

E. Hoshall, Odor Udentification of Chemical Warfarc Agents, Chemical Warfare Service Bulletin 27, no.3, Washington DC, July 1941.

The History of Captured Enemy Toxic Munitions in the Amreican Zone, Europran Theater/Command May 1945 To August 1948, Office of the Chief Chemical Officer. Headquarters, European Command, August 1948.

Data Book on Type-Classified/standard Chemical Agents, Weapons, and Defense Materiel. Report No. CRDC-SP-85009. US Army Chemical Research and Development Center. Aberdeen proving Ground, MD,September 1985.08.22AR

70-1 System Acquisition policy and proce dures, 10 October 1988.

G.G. Outterson R J.Norstrom, and RE. Wyant, Summary Stud of Detection and Warning, Draft Contractor Report, Battelle Columbus Laboratories, US Army Chemical Research and Development Center, Aberdeen proving GAROUND, MD APRIL 1981.

R. Show, J Hoffland, and J. Carrio, Remote Sensing for Chemical Defense,US Army Research Office. Research Triangle park, NC. 26 November 1985

TM 43-0001 26- Army Equipment Data Sheets Chemical Defense Equipment, Department of the Army, 12 may 1982.

Assessment of – Chemical and Biological Senaor Technologies, Board on Army Science and Technology. National Research Council, National Academy Press, Washington DC, 1984.

TM3-6665-319-10, Operators Manual-Water Testing Kil, Chemical Agents: M272, Department of Army, 30 November 1983.



موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

شناسایی وضعیت دسترسی اقتصادی به غذا

علی اکبر باغستانی [۱*]، فاطمه سخی [۲]

[۱] استادیار پژوهشی، موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصادکشاورزی و توسعه روستایی. تهران. ایران.
[۲] دانش‌آموخته دکتری اقتصادکشاورزی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران. کرج. البرز.
*نویسنده مسوول: a.baghestany@agri-peri.ac.ir

چکیده

امنیت غذایی زیربنای امنیت اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی کشور است و به عنوان یکی از مهمترین حقوق فرد و جامعه محسوب می‌شود. همچنین حقوق نسل‌های آینده با حفاظت از منابع پایه تولید و بهره‌برداری پایدار از این منابع مدنظر قرار می‌گیرد. مجموعه‌ای از رویدادهای هشداردهنده از جمله نوسان‌های بیش از حد قیمت مواد غذایی، بحران‌های مالی، و تغییرات آب و هوایی مرتبط که تولید مواد غذایی را تهدید می‌کند، اطمینان از امنیت غذایی را به اولویت اصلی دولت‌ها و جامعه توسعه جهانی تبدیل کرده است. ارکان امنیت غذایی شامل زنجیره به هم پیوسته‌ای از «فراهمی غذا»، «دسترسی به غذا»، «مصرف و سلامت غذا» و «تاب‌آوری (ثبات و پایداری)» است. رکن دسترسی اقتصادی، بیش از سایر ارکان امنیت غذایی به وضعیت رفاهی و معیشتی افراد مرتبط است. رکن دسترسی اقتصادی به غذا به میزان زیادی متاثر از تکانه‌های عرضه و تقاضا، هزینه‌های تولید و بازاررسانی، نوع و ساختار بازار، نوسان‌های قیمتی، تغییرات مکرر سیاست‌های اقتصادی، تکانه‌های سیاسی و اجتماعی، تورم، کاهش قدرت خرید و ناپایداری منابع درآمدی و اشتغال است. از این‌رو، در این پژوهش با رویکردی توصیفی-تحلیلی وضعیت اجزاء مهم رکن دسترسی اقتصادی به غذا در ایران بر اساس آمار مرکز آمار ایران پرداخته شده است. یافته‌های پژوهش بیانگر این است که رکن دسترسی اقتصادی به غذا در ایران دچار چالش‌ها و نارسایی‌هایی شامل کاهش قدرت خرید خانوار به دلیل پایین بودن درآمد اسمی و بالابودن سطح عمومی قیمت‌ها، کاهش درآمد واقعی و در نتیجه بالا رفتن سهم هزینه غذا از هزینه خانوارها، توزیع نابرابر درآمد و در نتیجه افزایش فقر و شکاف فقر می‌باشد.

واژگان کلیدی: سطح عمومی قیمت‌ها، شکاف فقر، ضریب جینی، امنیت غذایی.

مقدمه

امنیت غذایی به عنوان پایه‌ای برای اطمینان از امنیت اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی یک کشور مطرح است. همچنین غذا به عنوان یکی از حقوق اولیه فرد و جامعه محسوب می‌شود. البته تامین حقوق نسل‌های آینده مانند حفاظت از منابع پایه شامل آب، خاک و تنوع زیستی نیز مدنظر قرار می‌گیرد. ارکان امنیت غذایی شامل زنجیره‌ای از «فراهمی غذا»، «دسترسی به غذا»، «مصرف و سلامت غذا»، و «ثبات و پایداری (تاب‌آوری)» است. امنیت غذایی زمانی به دست می‌آید که همه مردم همواره به غذای کافی، سالم، مغذی و حلال دسترسی فیزیکی و اقتصادی داشته باشند و این غذا نیازهای فرد برای یک زندگی سالم و فعال را فراهم سازد (شورای عالی انقلاب فرهنگی،۱۴۰۲). اجزاء و عوامل متنوعی بر عملکرد مناسب ارکان امنیت غذایی موثر است. فراهمی غذا متأثر از تولید، تجارت، ذخیره‌سازی، کشاورزی فراسرزمینی و غذاهای جدید است.

در رکن «دسترسی به غذا»، دسترسی فیزیکی و دسترسی اقتصادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. دسترسی فیزیکی به نظام توزیع، لجستیک و بازاررسانی وابسته است. رکن دسترسی اقتصادی به غذا به میزان زیادی متاثر از تکانه‌های عرضه و تقاضا، هزینه‌های تولید و بازاررسانی، نوع و ساختار بازار، نوسان‌های قیمتی، تغییرات مکرر سیاست‌های اقتصادی، تکانه‌های سیاسی و اجتماعی، تورم، کاهش قدرت خرید و ناپایداری منابع درآمدی و اشتغال است.

«مصرف و سلامت غذا» به الگوی مصرف، سواد تغذیه‌ای، تولید محصول با نهاده و به شیوه سالم در بستر سالم انجام می‌شود. فرهنگ، ترجیحات و تنوع غذایی نیز از اجزای این رکن است. سلامت غذا یکی از ارکانی است که از فراهمی غذا و ودسترسی فیزیکی تاثیر می‌پذیرد. اگر چه یک غذای سالم و مغذی می‌تواند به دلیل شیوه‌ی نامناسب طبخ به غذایی ناسالم تبدیل شود. کیفیت آب آشامیدنی نیز بر سلامت تغذیه موثر است. سلامت غذا از اجزایی است که از «ژن تا سلول» را در بر می‌گیرد. ممکن است اجزا تشکیل دهنده ارکان امنیت غذایی طی زمان دچار نوساناتی شوند. هر میزان این نوسانات افزایش یابد، رکن مورد نظر دچار بی ثباتی می‌شود. هر گاه تامین اجزاء امنیت غذایی به رفاه و حق انتخاب نسل‌های آتی صدمه وارد سازد و تخریب غیرقابل بازگشتی را سبب شود، آن گاه ناپایداری پدید می‌آید. هر گاه ارکان امنیت غذایی از ثبات و پایداری کافی برخوردار باشند، آنگاه تاب‌آور خواهند بود. تاب آوری به وضعیت گفته می‌شود که در صورت بروز شوک یا تکانه برون‌زا دوباره وضعیت رکن مورد نظر به تعادل بازگردد. تاب آوری به میزان زیادی به بهره‌برداری غیراصولی و خارج از توان اکولوژیک منابع پایه و طبیعی (به ویژه آب و خاک)، تغییر اقلیم و پیامدهای ناشی از آن، بلایای طبیعی، مخاطرات بیولوژیک و تکانه‌های سیاسی وابسته است. مساله تاب‌آوری یکی از چالش‌های مشترک انواع نظام‌های غذا در کشورهای مختلف است. باید توجه داشت که امنیت غذایی، مفهومی چند بعدی و چند وجهی است که نمی‌توان آن را در قالب یک عدد خلاصه نمود و لازم است جنبه‌های مختلف آن بررسی شود. از میان ارکان امنیت غذایی، رکن دسترسی اقتصادی، بیش از سایر ارکان به وضعیت رفاهی و معیشتی افراد مرتبط است. برای مثال؛ بر اساس مطالعه انجام‌شدهٔ «خط فقر» توسط وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی، در سال ۱۳۹۸، حدود ۲۶/۵ میلیون نفر از جمعیت ۸۳ میلیون نفری کشور در زیر خط فقر قرار داشته‌اند. همچنین سهم خوراکی‌ها و آشامیدنی‌ها از کل هزینه‌ها در سال ۱۳۹۹ به ۲۳/۴ درصد رسیده که نسبت به سال ۱۳۹۸ که ۲۲/۱ درصد بود، افزایش داشته و این موضوع نشان‌دهندهٔ کاهش سطح رفاه خانوار است. همچنین بر اساس گزارش مذکور، تورم نقطه به نقطه خوراکی‌ها و آشامیدنی‌ها در اسفندماه سال ۹۹، حدود ۶۷ درصد و تورم نقطه به نقطه کالاهای بادوام در این دوره، ۸۳/۸ بوده است. بالا بودن تورم خوراکی‌ها و آشامیدنی‌ها و همچنین کالاهای بادوام از دو جهت سبب می‌شود که فقرا نسبت به سایرین کاهش رفاه بیشتری را متحمل شوند: نخست آنکه هزینه خوراک سهم بیشتری از هزینه‌های فقرا را تشکیل می‌دهد؛ دوم آنکه تورم بالای کالای بادوام، اگرچه باعث افزایش ارزش دارایی گروه‌های بالای درآمدی می‌شود، همزمان به‌عنوان مانعی برای افزایش دارایی فقرا عمل می‌کند. این یافته‌ها نشان می‌دهد

که لازم است، اقدامات آنی برای جبران آسیب‌های دسترسی اقتصادی به غذا در دستور کار قرار گیرد (موسوی نیک و همکاران،۱۴۰۱). وجود این چالش‌ها سبب شده است که در سند ملی دانش‌بنیان امنیت غذایی (۱۴۰۲)، بهره‌مندی عادلانه آحاد مردم از سبد غذایی سالم، مطلوب و کافی، اصلاح و کارآمدسازی نظام توزیع و قیمت، بهبود دسترسی فیزیکی و اقتصادی به غذا و حمایت از اقشار آسیب‌پذیر به عنوان یکی از راهبردهای اساسی مدنظر قرار گیرد.

برخورداری از قدرت خرید برای در اختیار داشتن اقلام سبد غذایی مطلوب برای آحاد مردم یعنی، دسترسی اقتصادی به غذا مستلزم این است که همه خانوارها و اعضای آن منابع کافی و مناسب برای بدست آوردن یک خوراک سالم و مغذی را داشته باشند. این دسترسی، به درآمد خانوارها، توزیع درآمد در میان اعضای خانوار، قیمت موادغذایی و موارد دیگری از این دست بستگی دارد. دسترسی اقتصادی به وسیله عواملی چون فقر، قدرت خرید، تحت تأثیر قرار می‌گیرد، یعنی دسترسی اقتصادی تابعی از درآمد، اشتغال و قیمت‌ها است. از این رو در این مطالعه تلاش شده است تا با در نظر گرفتن روند برخی متغیرها تصویری از وضعیت دسترسی اقتصادی به غذا و نقاط ضعف آن ارایه شود. انتظار می‌رود که یافته‌های این مطالعه به شفاف‌سازی شاخص‌های بعد دسترسی اقتصادی به امنیت غذایی در سطح ملی کمک نماید.

روش پژوهش

تحقیق حاضر از نظر هدف در زمره تحقیقات کاربردی طبقه‌بندی می‌شود. در این تحقیق، با استفاده از رویکردی توصیفی-تحلیلی و به اسناد آمار مرکز آمار ایران اجزاء و عوامل موثر بر دسترسی اقتصادی به غذا طی سال‌های ۱۴۰۰-۱۳۹۱ بررسی شده است. به منظور بررسی وضعیت دسترسی به غذا، معیارها و متغیرهای مختلفی وجود دارد. در این مطالعه از اطلاعات مربوط به هزینه درآمد خانوار که توسط مرکز آمار ایران منتشر می‌شود استفاده شده است. داده‌ها و اطلاعات مربوط به شکاف فقر و خط فقر نیز از پایگاه اینترنتی وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی برداشت شده است. به منظور ارایه فرصت برداشت یکسان از معیارها، تعاریف و محل برداشت داده‌ها در ادامه ارایه شده است. براساس سند ملی دانش بنیان امنیت غذایی (۱۴۰۲)، دسترسی اقتصادی، در بر دارنده قدرت خرید یک فرد یا خانوار برای تامین سبد غذایی مطلوب است. از مهم‌ترین شاخص‌های شناسایی دسترسی به غذا «برابری قدرت خرید» و «نرخ تورم» است.

شاخص برابری قدرت خرید: یکی از شاخص‌های مهم اقتصادی در ارزیابی این بعد امنیت غذایی «برابری قدرت خرید» است. این شاخص در تعیین سطح معیشت و رفاه اقتصادی افراد نقش بسیار مهمی را ایفا می‌کند. در کشورهایی که برابری قدرت خرید بالاتری دارند مردم قادر به خرید غذای با کیفیت بالاتر و متنوع‌تری هستند.

نرخ تورم (تغییر شاخص قیمت مصرف‌کننده) خانوارهای کشور: تغییرات شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی (CPI) معیار سنجش تغییرات قیمت کالاها و خدماتی است که توسط خانوارهای ایرانی به مصرف می‌رسد. این شاخص به عنوان وسیله‌ای برای اندازه‌گیری سطح عمومی قیمت کالاها و خدمات مورد مصرف خانوارها، یکی از بهترین معیارهای سنجش تغییر قدرت خرید پول داخل کشور، به شمار می‌رود. درصد تغییر قیمت تعداد معین و ثابتی از کالاها و خدمات در طول یک دوره مشخص نسبت به دوره مرجع (دوره پایه شاخص)، به آن نرخ تورم می‌گویند[۱۹۴].

سطح قیمت‌های داخلی غذا: محصولات غذایی یک موضوع ضروری با پیامدهای گسترده برای تأمین امنیت غذایی هر کشوری است بنابراین درک پویایی قیمت محصولات غذایی حائز اهمیت است. قیمت غذا تحت تأثیر عواملی مانند شرایط آب و هوایی، شیوه‌های کشاورزی و سیاست‌های اقتصادی است. در این تحقیق آمار تغییرات برخی کالاهای خوراکی منتشر شده توسط مرکز آمار ایران مورد بررسی قرار می‌گیرد.

مخارج پرداختی برای غذا[۱۹۵] (SF) یکی از شاخص‌های سطح خانوار و فردی سنجش امنیت غذایی برای تنوع غذایی و دفعات غذا است. هزینه‌های غذا مؤلفه اصلی ابعاد اساسی رفاه مانند امنیت غذایی، تغذیه، بهداشت و فقر است. شواهد نشان می‌دهد،

[۱۹۴] تعریف در سایت بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران به نشانی https://www.cbi.ir/Inflation/Inflation در دسترس است.

[195] Spending on Food

فقرا و اقشار آسیب‌پذیر، سهم بیشتری از درآمد خود را برای تأمین غذا (به عنوان اساسی‌ترین نیاز) خرج می‌کنند. این پدیده به عنوان قانون انگل شناخته می‌شود و نشان می‌دهد با افزایش درآمد، سهم غذا در کل هزینه‌ها کاهش می‌یابد. در این تحقیق به بررسی آمار سهم هزینه‌ای خوراکی از کل هزینه خانوار منتشر شده توسط مرکز آمار ایران پرداخته شده است.

فقر مطلق سرانه (به ازای هر نفر): فقر مطلق را می‌توان ناتوانی در کسب حداقل استاندارد زندگی تعریف کرد. فقر مطلق عدم دسترسی به حداقل‌های معیشت را در جامعه بررسی کرده و تحت تأثیر توزیع درآمد در جامعه نیست. شکاف فقر نیز متغیری است که در کنار شدت فقر قرار می‌گیرد و فاصله فقرا تا خط فقر را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر نرخ فقر بیانگر این است که چند درصد مردم زیر خط فقر قرار دارند، شکاف فقر محاسبه می‌کند که فقرا چه میزان با خط فقر فاصله دارند. برای مثال؛ ممکن است نرخ فقر در دو سال باهم برابر باشند، اما شکاف فقر در یکی بیشتر از دیگری باشد. بنابراین تعداد افرادی که زیر خط قرار دارند در دو سال یکسان است، اما در سالی که شکاف فقر بوده، وضعیت معیشت فقرا بدتر شده است.

توزیع درآمد (ضریب جینی) کل: یکی از شاخص‌های سنجش نابرابری درآمد جامعه، ضریب جینی[۱۹۶] است. ضریب جینی عددی است بین صفر و یک که عدد صفر به معنی توزیع کاملاً برابر درآمد و عدد یک به معنی نابرابری مطلق در توزیع درآمد است.

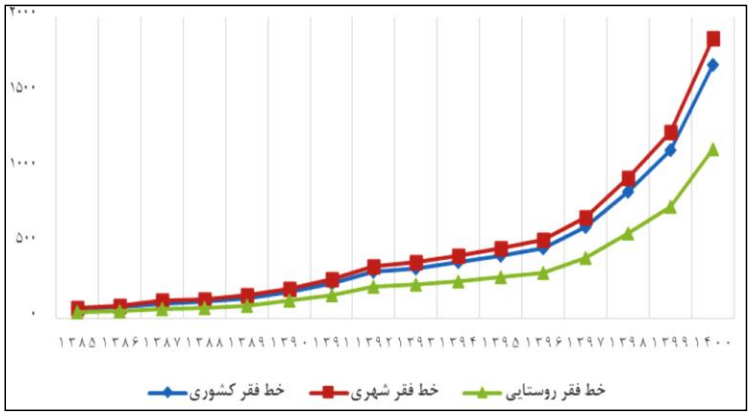
تولید ناخالص داخلی سرانه (به قیمت‌های ثابت ۱۳۹۰): از تقسیم ارزش تولید کالاها و خدمات تولید و مصرف شده در یک اقتصاد طی یک سال، بر جمعیت کشور محاسبه می‌شود. درآمد سرانه در میان شاخص‌های مختلف اقتصاد کلان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با وجود شاخص‌های مختلف سنجش رفاه، همچنان درآمد سرانه به عنوان یکی از معیارهای اصلی سنجش سطح استانداردهای زندگی به شمار می‌رود.

نسبت جمعیت تحت پوشش نهادهای حمایتی به کل جمعیت: فردی که طبق قوانین یا دستورالعمل‌های سازمان بهزیستی کشور و کمیته امداد امام خمینی (ره)، واجد شرایط دریافت خدمت تشخیص داده شده و از خدمات مستمر و یا غیر مستمر این سازمان‌ها برخوردار می‌شود، تحت پوشش نهادهای حمایتی نامیده می‌شود.

یافته‌ها

در این بخش آمار و اطلاعات مرتبط با رکن دسترسی اقتصادی به غذا در ایران در سال‌های ۱۴۰۰-۱۳۹۱پرداخته شده است. خط فقر مطلق سرانه (به ازای هر نفر) متوسط کشوری و خط فقر متوسط نقاط شهری و روستایی برای سال‌های مختلف در نمودار (۱) مشخص شده است. نرخ فقر از سال ۱۳۹۷ به بعد همزمان با تحریم‌ها و رشد سطح عمومی قیمت‌ها، رو به افزایش گذاشته و در سال ۱۴۰۰ به بالاترین مقدار رسیده است. در سال ۱۴۰۰ خط فقر سرانه‌ی متوسط کشوری با رشد حدود ۵۰ درصدی نسبت به سال ۱۳۹۹، به میزان حدود یک میلیون و هفتصد هزار تومان رسیده است. بنابراین با توجه به روند صعودی خط فقر نگرانی‌های در مورد رفاه و سوءتغذیه افراد به وجود می‌آید که نیازمند بکارگیری اقدامات مناسب از سوی دولتمردان و سیاست‌گذاران اقتصادی است. خط فقر با اثرپذیری از نرخ تورم روندی همواره صعودی دارد، اما آنچه بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرد، تعدیل درآمد خانوار متناسب با افزایش خط فقر است.

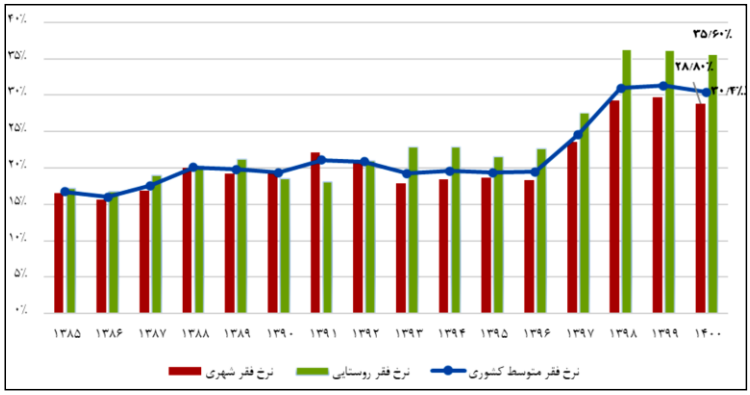
[196] Gini Coefficient



نمودار (۱) خط فقر مطلق سرانه طی سال‌های ۱۴۰۰-۱۳۹۰ (واحد: هزار تومان)

مأخذ: (کاویانی و همکاران، ۱۴۰۲)

با مقایسه هزینه کل خانوارها با خط فقر مطلق، نرخ فقر به معنای درصدی از کل جمعیت که در زیر خط فقر زندگی می‌کنند به دست می‌آید. نمودار (۲) نرخ فقر را نشان می‌دهد.

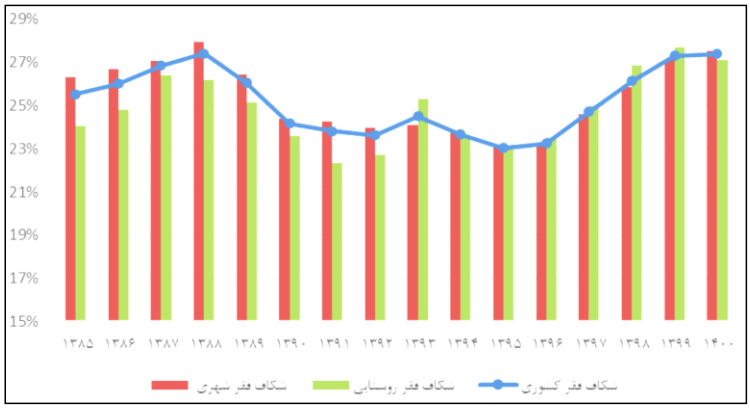


نمودار (۲) روند نرخ فقر، نسبت جمعیت زیر خط فقر به کل جمعیت (واحد: درصد)

مأخذ: (کاویانی و همکاران، ۱۴۰۲)

همانطور که بیان شد، نرخ فقر، درصدی از جمعیت را که زیر خط فقر مطلق زندگی می‌کنند، نشان می‌دهد. به بیان دیگر، درآمد این افراد از عدد خط فقر مطلق کمتر است. روند نرخ فقر نشان می‌دهد از سال ۱۳۹۰ نرخ فقر روند افزایشی دارد و از ۱۹/۴ درصد در این سال به ۳۰/۴ درصد در سال ۱۴۰۰ رسیده است. از سوی دیگر، در سال‌های ۱۳۹۳ الی ۱۳۹۶ در نرخ فقر کاهش جزئی رخ داده است. همچنین در این نمودار مشاهده می‌شود که از سال ۱۳۹۳ به بعد همواره نرخ فقر در مناطق روستایی بالاتر از نرخ فقر در نقاط شهری بوده است.

همانطور که در روش تحقیق بیان شد، شاخص شکاف فقر از شاخص‌هایی است که در بررسی وضعیت فقر مورد استفاده قرار می‌گیرد. در شکاف فقر، میزان و شدت فقر دارای اهمیت بوده، و شکاف فقر متوسط فاصله درآمد هر فرد فقیر با خط فقر به نسبت خط فقر است.

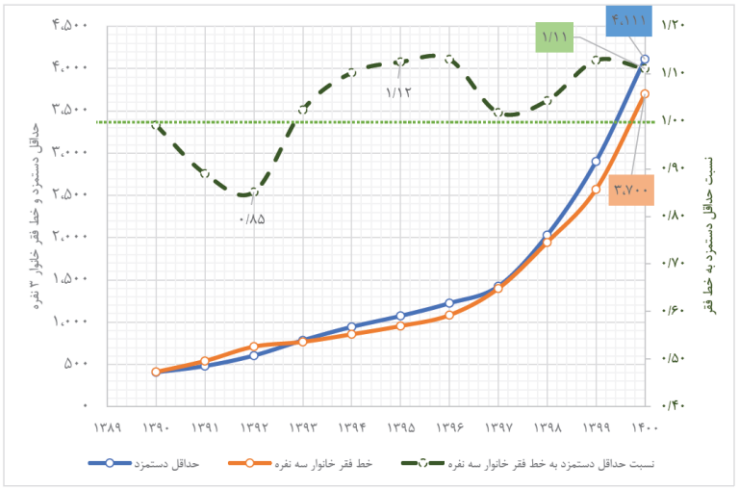


نمودار (۳) شکاف فقر (درصد فاصله فقرا تا خط فقر)

مأخذ: (کاویانی و همکاران، ۱۴۰۲)

شکاف فقر بر اساس نمودار (۳)، از سال ۱۳۹۶ روند افزایشی داشته و در سال ۱۴۰۰ با اندکی افزایش نسبت به سال قبل از آن به بالاترین مقدار رسیده است.

در اقتصادهایی که مدت زمان زیادی تورم را تجربه یا به تورم مزمن گرفتار می‌شوند. نمایی بودن خط فقر امری طبیعی است و لذا افزایش خط فقر در سال ۱۴۰۰ نمی‌تواند به تنهایی معیاری برای کاهش رفاه خانوار کم درآمد و گسترش فقر باشد. حداقل دستمزد یکی از متغیرهایی است که به طور معمول با خط فقر مقایسه می‌شود. خط فقر خانوار سه نفره با حداقل دستمزد در نمودار (۴) آمده است. در سال‌های ۱۳۹۰ الی ۱۳۹۲، حداقل دستمزد زیر خط فقر بوده و در سال ۱۳۹۷ نیز تقریبا برابر با خط فقر شده است.



نمودار (۴) خط فقر خانوار سه نفره و حداقل دستمزد (هزار تومان)

منبع: (موسوی نیک و همکاران، ۱۴۰۱)

در سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ حداقل دستمزد خانوار سه نفره حدود ۱۰ درصد بیش از خط فقر آن خانوار بوده است که بیانگر آن است در صورتی‌که دریافتی خانوار به میزان حداقل دستمزد مصوب دولت باشد می‌تواند آنان را مصون از فقر مطلق نماید[۱۹۷].

در صورتی‌که نسبت حداقل دستمزد زیر خط نقطه‌چین قرار گیرد، یعنی حداقل دستمزد کمتر از خط فقر است. یعنی حداقل دستمزد کمتر از خط فقر است. از آنجایی که میانگین بعد خانوار در کشور در سال ۱۴۰۰ برابر ۳/۲ بوده، در اینجا نیز خط فقر برای خانوار ۳/۲ نفره محاسبه شده و از این‌رو مقداری بالاتر از خط فقر خانوار سه نفره است.

تغیرات سطح عمومی قیمت‌ها، بر وضعیت معیشت گروه‌های مختلف درآمدی و رکن دسترسی اقتصادی به غذا اثرگذار است. نرخ تورم در طول یکسال، در حالی‌که درآمدها ثابت است، به طور مکرر از قدرت خرید خانوارهایی که درآمدهای ثابت دارند، درآمد ناشی از دارایی ندارند یا از توان چانه‌زنی بالایی برای افزایش دستمزد برخوردار نیستند، می‌کاهد و به کاهش رفاه این خانوارها با درآمدهای قبلی، منجر می‌شود. در سال‌هایی که نرخ تورم از نرخ تورم میانگین بلندمدت کشور نیز بیشتر است، به طور معمول درآمدها و به خصوص درآمدهای گروه‌های پایین درآمدی مطابق با تورم رشد پیدا نکرده و در نتیجه، سال به سال از قدرت خرید و رفاه گروه‌های پایین کاسته می‌شود و نابرابری تشدید می‌شود.

جدول (۱) نرخ تورم کل سالانه را برای سال‌های ۱۴۰۰- ۱۳۹۱ و همچنین در دو گروه خدمات و خوراکی‌ها و آشامیدنی‌ها مشخص می‌نماید.

طبق این جدول قبل از سال ۱۳۹۳ نرخ تورم بالای ۲۰ درصد گزارش شده است؛ اما از ابتدای سال ۱۳۹۳ تا انتهای سال ۱۳۹۶ اقتصاد ایران دارای ثبات نسبی در نرخ تورم بوده است. پس از آن با خروج ایالات متحده از برجام و تغییر در مناسبات بین‌المللی، نرخ تورم در سال ۱۳۹۷ افزایش یافت. در ادامه نرخ تورم پس از سال ۱۳۹۸رو به کاهش گذاشته و در سال ۱۴۰۰ افزایش یافته است. به طور کلی به غیر از سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶، در دیگر سال‌ها نرخ تورم در مقادیر بالایی قرار داشته که نشان‌دهندهٔ کاهش قدرت خرید خانوارهای ایرانی است.

[۱۹۷] خطی که با خط چین مشخص شده نسبت حداقل دستمزد برای یک کارگرد متأهل با یک فرزند به خط فقر سه نفره را نشان می‌دهد و خط نقطه چین عدد یک است.

جدول (۱) نرخ تورم سالانه به تفکیک مناطق جغرافیایی و گروه‌های عمده کالا و خدمات

سال	کل	شهری	روستایی	خوراکی و آشامیدنی‌ها و دخانیات	کالاهای غیرخوراکی و خدمات
۱۳۹۱	۲۹/۵	۲۸/۶	۳۲/۷	۴۵/۵	۲۳/۱
۱۳۹۲	۳۲/۸	۳۲/۱	۳۶/۱	۴۴	۲۷/۶
۱۳۹۳	۱۴/۶	۱۴/۸	۱۳/۷	۹/۵	۱۷/۳
۱۳۹۴	۱۱/۱	۱۱/۳	۱۰/۶	۹/۷	۱۱/۸
۱۳۹۵	۶/۹	۶/۸	۷/۲	۷/۵	۶/۶
۱۳۹۶	۸/۲	۸/۱	۸/۸	۱۲/۲	۶/۸
۱۳۹۷	۲۶/۹	۲۶/۶	۲۸/۱	۳۸/۲	۲۲/۴
۱۳۹۸	۳۴/۸	۳۴/۴	۳۷/۳	۴۲/۶	۳۱/۴
۱۳۹۹	۳۶/۴	۳۶/۲	۳۷/۷	۳۹	۳۵/۲
۱۴۰۰	۴۰/۲	۳۹/۷	۴۲/۸	۵۱/۵	۳۴/۶

مأخذ: مرکز آمار ایران (۱۴۰۰)

تغییرات نرخ تورم در زیرگروه‌های شاخص قیمت مصرف‌کننده نیز اثرات متفاوتی بر وضعیت معیشت گروه‌های مختلف درآمدی دارد که در جدول (۱) مشخص شده است.

در بین گروه‌های کالایی، نرخ تورم خوراکی‌ها و آشامیدنی‌ها بیش از کالاهای غیرخوراکی و خدمات بوده و با توجه به این موضوع که هزینه خوراک سهم عمده هزینه فقرا را تشکیل می‌دهد، می‌توان اینگونه قلمداد نمود که از این حیث فقرا نسبت به سایرین کاهش رفاه بیشتری را متحمل می‌شوند. بنابراین در مجموع می‌توان گفت که تورم همچنان در حال کاهش رفاه خانوارهای ایرانی است.

بر اساس اطلاعات جدول (۲)، در گروه خوراکی‌ها و آشامیدنی‌ها، شاخص قیمت «ماهی‌ها و صدف‌داران»، با ۳۸/۳ درصد، کمترین درصد تغییرات و شاخص قیمت «روغن‌ها و چربی‌ها» با ۲۲۴ درصد، بیشترین درصد تغییرات را نسبت به سال ۱۴۰۰ داشته است. همچنین با توجه به ضریب اهمیت گروه کالایی «نان و غلات» در گروه کالاهای خوراکی، شاخص قیمت آن در دوره مورد بررسی افزایش داشته و از ۱۰/۷ درصد در سال ۱۳۹۰، به رقم ۱۷۶ درصد در سال ۱۴۰۰ رسیده است.

جدول (۲) شاخص قیمت کالاها و خدمات مصرفی خانوارهای کل کشور (۱۰۰=۱۴۰۰)

گروه‌های کالاها	ضریب اهمیت	۱۳۹۰	۱۳۹۵	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۹	۱۴۰۰	۱۴۰۱	درصد تغییر سال ۱۴۰۱ به سال ۱۴۰۰
خوراکی و آشامیدنی‌ها	۲۸/۸۲	۸	۲۱/۵	۳۳/۱	۴۷/۳	۶۵/۸	۱۰۰	۱۷۱/۲	۷۱/۲
خوراکی‌ها	۲۷/۴۳	۸/۱	۲۱/۷	۳۳/۴	۴۷/۵	۶۵/۹	۱۰۰	۱۷۳/۲	۷۳/۲
نان و غلات	۶/۳۸	۱۰/۷	۲۶/۲	۳۴/۱	۴۵/۵	۶۷/۵	۱۰۰	۱۷۶	۷۶
گوشت قرمز، سفید و فراورده‌های آنها	۶/۲۹	۸/۴	۲۱/۱	۳۵/۹	۵۳/۸	۶۷/۹	۱۰۰	۱۶۴/۶	۶۴/۶
گوشت قرمز و گوشت ماکیان	۵/۶۵	۹	۲۱/۵	۳۷	۵۵/۲	۶۹	۱۰۰	۱۶۷/۶	۶۷/۶
ماهی‌ها و صدف‌داران	۰/۶۴	۵/۶	۱۸/۹	۲۹/۵	۴۶	۶۱/۳	۱۰۰	۱۳۸/۳	۳۸/۳
شیر، پنیر و تخم‌مرغ	۲/۹۷	۸/۲	۲۰/۹	۳۰/۸	۴۱/۷	۶۲/۳	۱۰۰	۱۸۵/۸	۸۵/۸
روغن‌ها و چربی‌ها	۱/۲۶	۹	۲۲/۹	۳۲/۹	۴۲/۸	۶۲/۱	۱۰۰	۳۲۴	۲۲۴
میوه‌ها و خشکبار	۳/۷	۷/۱	۱۹/۹	۳۳/۸	۴۵/۹	۶۸/۹	۱۰۰	۱۴۴/۱	۴۴/۱
سبزی‌ها و حبوبات	۴/۰۸	۴/۵	۱۷/۸	۳۰/۱	۴۶/۹	۶۲/۲	۱۰۰	۱۶۳/۶	۶۳/۶
قند و شکر و شیرینی‌ها	۱/۵۹	۹/۶	۲۲/۱	۲۹/۱	۴۴	۶۲/۴	۱۰۰	۱۶۰/۵	۶۰/۵

گروه‌های کالاها	ضریب اهمیت	۱۳۹۰	۱۳۹۵	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۹	۱۴۰۰	۱۴۰۱	درصد تغییر سال ۱۴۰۱ به سال ۱۴۰۰
چای، قهوه، کاکائو، نوشابه و آب میوه	۱/۱۵	۸/۹	۲۲/۶	۳۸/۴	۵۶/۸	۶۶/۷	۱۰۰	۱۵۲/۸	۵۲/۸

مأخذ: مرکز آمار ایران. دفتر شاخص قیمت‌ها.

به طور کلی در داده‌های هزینه و درآمد خانوار، بخش هزینه از اعتبار بالاتری برخوردار است. نسبت میانگین هزینه‌های خوراکی و غیرخوراکی در دهک‌های درآمدی به تفکیک مناطق شهری و روستایی کشور، در جدول (۳) آمده است.

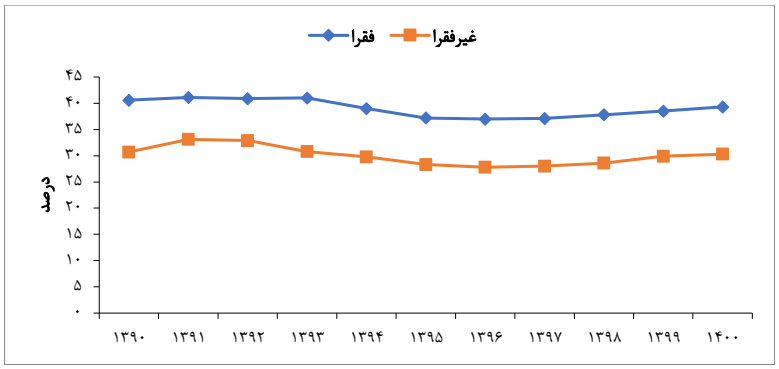
جدول (۳) نسبت میانگین هزینه خوراکی و غیرخوراکی در دو دهک پایین به دو دهک بالا (درصد)

سال	خانوار شهری		خانوار روستایی	
	هزینه‌های خوراکی و دخانی	هزینه‌های غیرخوراکی	هزینه‌های خوراکی و دخانی	هزینه‌های غیرخوراکی
۱۳۹۱	۲۹/۴	۱۳	۲۰/۲	۱۰/۷
۱۳۹۲	۳۱/۶	۱۳/۱	۲۲/۴	۱۱/۴
۱۳۹۳	۳۱	۱۲/۸	۲۰	۱۰/۴
۱۳۹۴	۳۰/۵	۱۲/۸	۲۰/۴	۱۰/۸
۱۳۹۵	۲۹/۷	۱۲/۸	۲۲/۳	۱۱/۳
۱۳۹۶	۲۸/۸	۱۲/۳	۲۰/۵	۱۰/۵
۱۳۹۷	۲۷/۴	۱۱/۳	۲۰	۱۰
۱۳۹۸	۳۰/۷	۱۱/۱	۲۰/۲	۹/۴
۱۳۹۹	۲۷/۴	۱۱/۴	۲۰/۱	۸/۴
۱۴۰۰	۲۷/۷	۱۱/۶	۱۹/۸	۹/۲
متوسط ۱۴۰۰-۱۳۹۱	۲۹/۴	۱۲/۲	۲۰/۶	۱۰/۲

مأخذ: داده‌های هزینه و درآمد خانوار مرکز آمار ایران (۱۴۰۰)

به طور متوسط هزینه خوراکی و دخانی نسبت به هزینه غیرخوراکی در مناطق شهری و روستایی برای دهک‌های درآمدی موردنظر در تمامی سال‌ها بیشتر بوده است. همچنین متوسط هزینه‌های خوراکی در مناطق شهری بیشتر از مناطق روستایی بوده و روند افزایش داشته است. افزایش هزینه‌ها به دلیل افزایش سطح عمومی قیمت‌ها بوده که به کاهش رفاه خانوارها و کاهش قدرت خرید آنها منجر شده است.

برای مقایسه میزان فقر در سطح خانوار می‌توان از شاخص نسبت هزینه گروه مواد خوراکی به کل هزینه‌ها استفاده کرد. هر چه سهم گروه مواد خوراکی از کل هزینه‌ها در خانواری بیشتر باشد، می‌توان فرض کرد که آن خانوار از سطح رفاهی پایین‌تری برخوردار است. در نمودار (۵)، سهم هزینه مواد خوراکی به تفکیک فقرا و غیرفقرا نشان داده شده است.



نمودار (۵) سهم هزینه خوراک از کل هزینه‌ها به تفکیک فقرا و غیرفقرا

مأخذ: مرکز آمار ایران (۱۴۰۰)

با توجه به اینکه خانوارهای فقیر کمتر می‌توانند نیازهای اساسی خود را برطرف نمایند، انتظار می‌رود این افراد سهم بیشتری از درآمد خود را صرف خرید مواد خوراکی کنند. همانطور که در نمودار (۵) نیز مشخص است، سهم هزینه‌های خوراکی خانوارهای فقرا و غیر فقرا همواره در سال‌های مختلف تفاوت فاحشی با یکدیگر داشته و همواره این نسبت برای فقرا بیش از غیرفقرا است. یعنی سهم هزینه‌ی خوراک از کل هزینه‌ی خانوار می‌تواند ملاکی برای تغییرات رفاهی باشد. به طور کلی خانوارهای فقیر درصد بیشتری از درآمد خود را به تامین هزینه‌های خورا کی و آشامیدنی اختصاص می‌دهند.

جدول (۴) سهم هزینه‌های خوراکی و دخانی در سبد مصرفی خانوار شهری و روستایی

	خانوار شهری		خانوار روستایی	
سال	هزینه‌های خوراکی و دخانی	هزینه‌های غیرخوراکی	هزینه‌های خوراکی و دخانی	هزینه‌های غیرخوراکی
۱۳۹۱	۲۷/۱	۷۲/۹	۴۲/۳	۵۷/۷
۱۳۹۲	۲۶/۷	۷۳/۳	۴۳/۳	۵۶/۸
۱۳۹۳	۲۴/۷	۷۵/۳	۴۱/۲	۵۸/۸
۱۳۹۴	۲۳/۸	۷۶/۲	۳۹/۳	۶۰/۷
۱۳۹۵	۲۳/۴	۷۶/۶	۳۸/۱	۶۱/۹
۱۳۹۶	۲۳/۳	۷۶/۷	۳۷/۲	۶۲/۸
۱۳۹۷	۲۴	۷۶	۳۷/۴	۶۲/۶
۱۳۹۸	۲۴/۸	۷۵/۲	۳۹/۳	۶۰/۷
۱۳۹۹	۲۵/۹	۷۴/۱	۴۰/۱	۵۹/۹
۱۴۰۰	۲۶/۷	۷۳/۳	۳۹/۹	۶۰/۱

مأخذ: داده‌های هزینه و درآمد خانوار مرکز آمار ایران (۱۴۰۰)

افزایش نسبت هزینه خوراک به کل هزینه خانوار، نشان‌دهنده آن است که خانوار سهم بیشتری از هزینه‌های خود را به خوراک اختصاص می‌دهد و از این‌رو برای سایر هزینه‌ها مقدار بودجه کمتری در اختیار دارد. این نسبت در جدول (۴) در دوره مورد بررسی در خانوارهای شهری و روستایی کشور رو به کاهش رفته است.

جدول (۵) متوسط هزینه خالص و درآمد یک خانوار شهری و روستایی (هزار ریال)

	خانوارهای شهری		خانوارهای روستایی	
سال	متوسط هزینه	متوسط درآمد	متوسط هزینه	متوسط درآمد
۱۳۹۱	۱۶۴۲۸۱	۱۶۷۲۴۱	۱۰۸۱۸۸	۱۰۱۲۸۱
۱۳۹۲	۲۰۵۹۸۲	۲۰۴۵۴۹	۱۲۹۵۶۰	۱۲۱۰۹۱
۱۳۹۳	۲۳۴۸۶۵	۲۴۱۳۱۸	۱۳۸۵۲۸	۱۳۹۰۵۱
۱۳۹۴	۲۶۲۳۹۷	۲۷۸۸۷۲	۱۴۶۹۸۳	۱۶۱۰۳۸
۱۳۹۵	۲۸۴۸۲۰	۳۱۷۲۱۰	۱۵۶۹۰۷	۱۷۶۸۶۶
۱۳۹۶	۳۲۹۵۲۵	۳۶۶۸۴۸	۱۷۸۶۷۰	۲۰۱۸۴۲
۱۳۹۷	۳۹۳۲۲۷	۴۳۴۹۰۵	۲۱۴۴۷۲	۲۳۳۱۱۴
۱۳۹۸	۴۷۴۳۷۹	۵۴۱۰۰۷	۲۶۱۰۰۶	۲۹۷۰۲۲
۱۳۹۹	۶۲۱۳۹۲	۷۴۶۷۶۴	۳۴۰۶۷۹	۴۲۰۴۷۰
۱۴۰۰	۹۲۵۰۱۷	۱۱۷۴۲۱۷	۵۱۹۱۱۹	۶۳۷۱۳۲

مأخذ: مرکز آمار ایران (۱۴۰۰)

بر اساس اطلاعات جدول (۵)، در سال‌های ۱۳۹۱ الی ۱۴۰۰، هزینه خالص خانوارها در مناطق شهری و روستایی کشور با نوسان همراه بوده است. در سال ۱۴۰۰، متوسط هزینه خالص سالانه خانوار در مناطق شهری و روستایی کشور به ترتیب ۹۲۵۰۱۷ و ۵۱۹۱۱۹ هزار ریال بوده و نسبت به سال قبل نیز به ترتیب رشد ۴۸/۹ و ۵۲/۴ درصدی را نشان می‌دهد.

جدول (۶) تولید ناخالص داخلی سرانه (ثابت ۱۳۹۰) (میلیون ریال)

سال	تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت (۱۰۰=۱۳۹۰)	جمعیت کل کشور (نفر)	تولید ناخالص داخلی سرانه
۱۳۹۱	۶۲۷۹۳۵۱۵۴۶	۷۶۰۸۲۰۰۰	۸۲۵۳۳۹۹۷
۱۳۹۲	۶۴۳۴۳۷۵۵۶۸	۷۷۰۲۵۰۰۰	۸۳۵۳۶۱۹۷
۱۳۹۳	۶۵۸۰۵۵۳۱۰۵	۷۷۹۸۰۰۰۰	۸۴۳۸۷۷۰۳
۱۳۹۴	۶۵۷۷۲۸۶۹۶۹	۷۸۹۴۷۰۰۰	۸۳۳۱۲۶۹۰
۱۳۹۵	۷۵۰۸۸۱۳۶۷۲	۷۹۹۲۶۰۰۰	۹۳۹۴۷۰۷۲
۱۳۹۶	۷۸۶۹۷۶۳۲۸۳	۸۱۰۵۳۰۰۰	۹۷۰۹۴۰۴۱
۱۳۹۷	۷۴۹۷۷۴۴۰۴۴	۸۱۹۶۲۰۰۰	۹۱۴۷۸۲۹۵
۱۳۹۸	۷۱۸۳۷۰۲۷۳۵	۸۲۷۱۰۰۰۰	۸۶۸۵۴۱۰۲
۱۳۹۹	۷۲۵۴۴۹۷۴۲۱	۸۳۴۰۹۰۰۰	۸۶۹۷۴۹۹۶
۱۴۰۰	۷۵۷۰۰۲۵۶۸۶	۸۴۰۵۵۰۰۰	۹۰۰۶۰۳۸۵

مأخذ: مرکز آمار ایران (۱۴۰۰)

همانطورکه در جدول (۶) مشخص است، در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ با افزایش درآمدهای نفتی درآمد سرانه افزایش یافته و در سال‌های بعد رو به کاهش بوده است. در سال ۱۴۰۰ درآمد سرانه در کشور معادل ۹۰ میلیون ریال بوده که نسبت به سال قبل ۳/۵ درصد افزایش داشته است.

ضریب جینی معیاری از توزیع درآمد، به تفکیک مناطق شهری و روستایی در جدول (۷) آمده است.

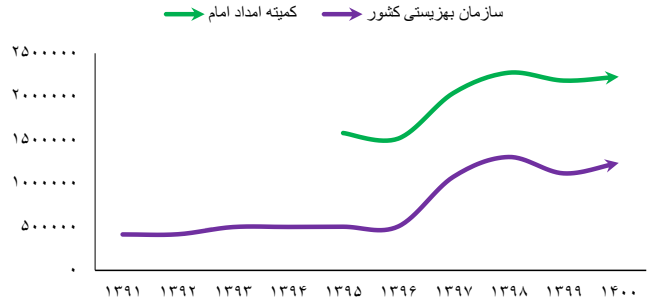
جدول (۷) ضریب جینی به تفکیک مناطق شهری و روستایی

سال	کل کشور	مناطق شهری	مناطق روستایی
۱۳۹۱	۰/۳۶۵۹	۰/۳۵۴۲	۰/۳۳۴۷
۱۳۹۲	۰/۳۶۵۰	۰/۳۵۱۲	۰/۳۲۴۳
۱۳۹۳	۰/۳۷۸۸	۰/۳۶۰۹	۰/۳۴۰۱
۱۳۹۴	۰/۳۸۵۱	۰/۳۶۸۱	۰/۳۳۶۷
۱۳۹۵	۰/۳۹۰۰	۰/۳۷۳۰	۰/۳۳۶۲
۱۳۹۶	۰/۳۹۸۱	۰/۳۷۹۳	۰/۳۵۵۹
۱۳۹۷	۰/۴۰۹۳	۰/۳۹۴۰	۰/۳۵۹۵
۱۳۹۸	۰/۳۹۹۲	۰/۳۸۲۸	۰/۳۵۳۹
۱۳۹۹	۰/۴۰۰۶	۰/۳۸۳۵	۰/۳۵۹۰
۱۴۰۰	۰/۳۹۳۸	۰/۳۷۵۷	۰/۳۵۹۴

مأخذ: مرکز آمار ایران (۱۴۰۰)

در سال ۱۴۰۰ ضریب جینی در مناطق شهری و روستایی به ترتیب معادل ۰/۳۷۵۷ و ۰/۳۵۹۴ بوده و نسبت به سال قبل در مناطق شهری و روستایی به ترتیب ۰/۰۰۷۸ واحد کاهش و ۰/۰۰۰۴ واحد افزایش داشته است.

همانطور که در نمودار (۶) مشخص شده است، بر اساس آمارهای مرکز آمار ایران، طی سه سال اخیر با افزایش فشار اقتصادی بر اقشار کم‌درآمد، تعداد مددجویان نهادهای حمایتی همچون کمیته امداد و بهزیستی به‌طور قابل‌توجهی افزایش یافته است؛ به‌طوری‌که از سال ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۸ تعداد مستمری‌بگیران سازمان بهزیستی با رشد ۱۹ درصدی از ۲ میلیون و ۲۰۴ هزار نفر به ۲ میلیون و ۶۳۳ هزار نفر در پایان سال ۱۳۹۸ رسیده است. همچنین طی این مدت تعداد خانوارهای تحت پوشش کمیته امداد نیز با رشد ۳۱ درصدی از یک میلیون و ۵۸۲ هزار خانوار به ۲ میلیون و ۲۷۶ هزار خانوار رسیده است. قابل ذکر است در حال حاضر ۶ میلیون و ۹۲۰ هزار و ۵۷۳ نفر مددجوی کمیته امداد و بهزیستی هستند که ۲ میلیون و۶۳۳ هزار نفر از آن تحت پوشش سازمان بهزیستی و ۴ میلیون و ۲۸۷ هزار و ۶۰۹ نفر نیز تحت پوشش کمیته امداد قرار دارند.



نمودار (۶) تعداد خانوارهای تحت پوشش نهادهای حمایتی واحد: نفر

مأخذ: مرکز آمار ایران (۱۴۰۰)

بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه، وضعیت دسترسی اقتصادی به غذا در دوره (۱۴۰۰-۱۳۹۰) بررسی شده است. یافته‌ها نشان می‌دهد که اگر چه خط فقر به دلیل اثرپذیری از نرخ تورم روندی صعودی دارد، اما باید تعدیل درآمد خانوار متناسب با افزایش خط فقر مورد توجه قرار گیرد. این عدم توجه سبب شده است تا نرخ فقر به معنای درصدی از جمعیت که زیر خط فقر مطلق زندگی می‌کنند، نیز افزایش یابد. شرایط زمانی نامناسب‌تر بوده است که شکاف فقر به معنای متوسط فاصله درآمد هر فرد فقیر با خط فقر نیز افزایش یافته است. شکاف فقر از سال ۱۳۹۶ روند افزایشی داشته و در سال ۱۴۰۰ با اندکی افزایش نسبت به سال قبل از آن به بالاترین مقدار رسیده است. از این رو پیشنهاد می‌شود تلاش برای افزایش درآمد اسمی و پرداخت‌های جبرانی غیرنقدی برای پرهیز از اثرات تورمی ناشی از افزایش نقدینگی در دستور کار قرار گیرد. زیرا در سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ حداقل دستمزد خانوار سه نفره حدود ۱۰ درصد بیش از خط فقر آن خانوار بوده است که بیانگر آن است در صورتی‌که دریافتی خانوار به میزان حداقل دستمزد مصوب دولت باشد می‌تواند آنان را مصون از فقر مطلق نماید.

نرخ تورم کالاهای خوراکی و آشامیدنی علیرغم نوساناتی، روند صعودی داشته و در سال ۱۴۰۰ به ۵۱.۵ درصد رسیده است. این رشد می‌تواند ناشی از بالابودن هزینه تولید، حذف ارز، تورم انتظاری و تورم ناشی از فشار تقاضا باشد. شناسایی اجزاء موثر بر تورم و سهم آن‌ها می‌تواند موضوع مطالعات آتی باشد. یافته‌ها نشان داده است که سهم غذا از هزینه خانوار شهری در سال ۱۴۰۰، ۲۶.۷ و برای مناطق روستایی ۳۹.۹ درصد بوده است. این سهم تقریباً با سهم این شاخص‌ها در سال ۱۳۹۱ در مناطق شهری و روستایی برابر بوده است. به عبارت دیگر با عنایت به قانون انگل، در عمل سطح رفاه خانوارها در دهه ۱۳۹۰، پیشرفت محسوسی نداشته است. برآیند مجموع سیاست‌ها و اقدامات اتخاذ شده در این دهه نتوانسته است تغییر محسوسی در رفاه خانوارها و بهبود دسترسی اقتصادی به غذا ایفا نماید.

بررسی ضریب جینی نشان می‌دهد نابرابری در مناطق شهری و روستایی افزایش یافته است. میزان این افزایش نیز در مناطق شهری تفاوت چندانی با مناطق روستایی نداشته است. سرایت پذیری تورم از یک سو و تعیین حداقل دستمزد یکسان و اعطای یارانه نقدی یکسان، سبب شده است که در عمل نابرابری کاهش نیابد. شکاف درآمدی در مناطق شهری و روستایی نیز طی زمان حفظ شده است. از این رو پیشنهاد می‌شود تا در انتخاب سیاست‌های حمایتی در مناطق شهری و روستایی تفکیک و تمایز صورت پذیرد. اگر چه بخشی از افزایش جمعیت تحت پوشش نهادهای حمایتی مانند سازمان بهزیستی کشور و کمیته امداد حضرت امام پدیده‌ای مطلوب به معنای پوشش بهتر اقشار آسیب‌پذیر است، اما می‌تواند به معنای افزایش تعداد افراد دچار فقر شدید نیز تلقی شود. توانمندسازی و ایجاد درآمد پایدار و تمرکز حمایت‌ها از این اقشار ضمن تلاش برای بهبود دامنه و پوشش آن، برای ارتقاء وضعیت امنیـت غذایی ضروری است.

منابع

شورای عالی انقلاب فرهنگی. ۱۴۰۲. سند ملی دانش بنیان امنیت غذایی. تهران. ایران.

کاویانی، ز.، پهلوان، م.ص.، بیرجندی، م. ۱۴۰۲. وضعیت فقر و ویژگی‌های فقرا در دهه گذشته (دهه ۹۰). مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. شماره مسلسل: ۱۸۹۵۵، کد موضوعی: ۲۲۰.

موسوی نیک، س.ه.، کاویانی، ز.، پهلوان، م.ص. ۱۴۰۱. مجموعه گزارش‌های فقر، پایش فقر در سال ۱۴۰۰. وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی، معاونت رفاه اجتماعی، دفتر مطالعات رفاه اجتماعی.

مرکز آمار ایران. ۱۴۰۰. داده‌های هزینه و درآمد خانوار. قابل دسترسی در سایت https://amar.org.ir/cost-and-income

مرکز آمار ایران. ۱۴۰۱. سالنامه آماری کشور. شاخص‌های قیمت.

مرکز آمار ایران.۱۴۰۰. شاخص‌های عدالت اجتماعی. چاپ اول. انتشارات دفتر ریاست، روابط عمومی و همکاری‌های بین‌الملل.

Study the Status of Economical Access to Food

Ali Akbar Baghestany[1*], Fatemeh Sakhi[2]
[1]Assistant Professor, Agricultural Planning, Economic and Rural Development Research Institute (APERDRI). Tehran. Iran.
[2] Ph.D. in Agricultural Economics. Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran. Karj. Alborz.
Corresponding Author[*]: a.baghestany@agri-peri.ac.ir

Abstract

Food security is the fundamental base for economic, social, cultural, and political security and is considered one of the most essential rights of humans and society. Additionally, the rights of future generations are taken into consideration by protecting the primary resources of production and ensuring the sustainable exploitation of these resources. Several events, including extreme food price fluctuations, financial crises, and climate changes that threaten food production and put food security as a top priority for governments and the global development community. The dimensions of food security include an interconnected chain of "food availability," "access to food," "food consumption and safety," and "resilience (stability and sustainability)." The dimension of economical access, more than other dimensions of food security, is related to people's welfare and livelihood. Economical access to food is greatly affected by supply and demand, production and marketing costs, market structure, price fluctuations, frequent changes in economic policies, political and social impulses, inflation, decreases in purchasing power, and instability of income and employment sources. Therefore, this study, with a descriptive-analytical approach, discusses the status of the important elements of economical access to food in Iran based on statistics from the Statistics Center of Iran. The findings indicated that economical access to food in Iran suffers from challenges and inadequacies, including a decrease in household purchasing power due to low nominal income and high levels of price, a decrease in real income, and an increase in the share of food costs from household expenditures, as well as an inequal distribution of income, leading to an increase in poverty and the poverty gap.

Keywords: “Price Level”, “Poverty Gap”, “Gini Coefficient”, “Food security”.



غنی‌سازی شیرینی نخودچی بدون گلوتن با آرد کینوا: بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی

مژگان علوی[۱]، معصومه مهربان سنگ آتش[۲]، بهاره صحرائیان[۲*]

[۱] دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، مؤسسه آموزش عالی جهاد دانشگاهی کاشمر، کاشمر، ایران.

گروه پژوهشی کیفیت و ایمنی مواد غذایی، پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی، جهاددانشگاهی خراسان رضوی، مشهد، ایران.[۲]

*نویسنده مسئول: baharehsahraiyan@yahoo.com

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی جایگزینی سطوح متفاوت آرد نخودچی (صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) با آرد کینوا در فرمولاسیون شیرینی بدون گلوتن انجام شد و میزان خاکستر، پروتئین، رطوبت، حجم مخصوص، سفتی بافت و ویژگی‌های حسی نمونه‌های تولیدی ارزیابی شدند. نتایج نشان داد رطوبت، خاکستر و چربی آرد کینوا بیشتر و میزان پروتئین آن کمتر از آرد نخود بود. با افزایش سطح جایگزینی آرد نخودچی با آرد کینوا بر میزان رطوبت و خاکستر افزوده و از میزان پروتئین شیرینی‌های تولیدی کاسته شد. این در حالی بود که نمونه حاوی ۲۵ درصد آرد کینوا از بیشترین حجم مخصوص و کمترین سفتی بافت برخوردار بودند. در نتیجه حضور آرد کینوا و افزایش سطح آن در فرمولاسیون مؤلفه رنگی L^* کاهش و a^* افزایش یافت. ارزیابی حسی نشان‌دهنده برتری نمونه حاوی ۲۵ درصد آرد کینوا بود.

واژگان کلیدی: غنی‌سازی، پروتئین، بدون گلوتن، کینوا، بافت.

مقدمه

در کینوا با نام علمی (*Chenopodium quinoa Willd*) از دسته گیاهان دولپه‌ای و از خانواده چنوپودیاسه، گیاهی یک ساله است (Jan et al, 2018). ارزش بسیار بالای دانه یا بذر آن موجب مقایسه آن با شیرخشک توسط سازمان خوار و بار جهانی (FAO) شده است. کینوا منبعی غنی از پروتئین، آمینواسیدهای لیزین، متیونین، سیستئین، ترئونین و منیزیم، پتاسیم و آهن است. این شبه غله نشاسته کمتر و فیبر رژیمی بیشتری نسبت به سایر غلات (گندم، جو، ذرت و برنج) دارد و غنی از آنتی‌اکسیدان‌هاست (Park and Morita, 2015). کینوا در مقایسه با برخی از غلات رایج (گندم و جو) سرشار از ویتامین‌های مختلف نظیر نیاسین، اسید فولیک، ویتامین‌های A، B_2 و E است (Ronda et al, 2015). از کینوا جهت تولید فراورده‌های بدون گلوتن با ارزش تغذیه‌ای بالا استفاده شده است. Sazesh و Goli (۲۰۲۰) به بررسی جایگزینی بخشی از آرد گندم با آرد کینوا در فرمولاسیون بیسکوئیت و اثر آن بر ویژگی‌های تکنولوژیک فراورده نهایی پرداختند. براساس نتایج این تحقیق دو فرمولاسیون بهینه برای بیسکوئیت گزارش شد. نمونه اول حاوی ۲۸ درصد آرد گندم، ۷۲ درصد آرد کینوا، ۰/۰۵ درصد بی‌کربنات‌سدیم و دمای پخت ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد و نمونه دوم حاوی ۱۰۰ درصد آرد کینوا، ۰/۰۵ درصد بی‌کربنات‌سدیم و دمای پخت ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد بود. نمونه‌های تولید شده با دو فرمولاسیون بهینه دارای کمترین سختی بافت بودند. همچنین با استفاده از این دو فرمولاسیون دانسیته افزایش و محتوی آکریل آمید کاهش یافت. اندیس قهوه‌ای شدن نمونه‌های بهینه مشابه با نمونه شاهد (۱۰۰ درصد آرد گندم) بود. Moawad و همکاران (۲۰۱۸) اثر جایگزینی آرد گندم با آرد کینوا را بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی نان تابه‌ای و بیسکوئیت بررسی کردند. نتایج نشان داد که با افزایش سطح جایگزینی، جذب آب و میزان نرم شدن افزایش، اما پایداری، مقاومت در برابر کشش‌های قبلی و انرژی خمیر کاهش یافت. ارزیابی خصوصیات ارگانولپتیک نشان داد که بین نمونه شاهد و نمونه های حاوی آرد کینوا از نظر طعم و مزه تفاوت معنی داری وجود نداشت. نان تولیدی نسبت به نمونه شاهد از نظر رنگ پوسته، اندازه منافذ و پذیرش کلی امتیاز بالاتری داشت. در زمان نگهداری نان در دمای محیط، سختی نان افزایش و قابلیت ارتجاع کاهش یافت. میزان شدت بیات شدن نان حاوی آرد کینوا، کمتر از نمونه شاهد بود. بیسکوئیت بدون گلوتن حاوی ۱۰۰ درصد آرد کینوا، حاوی بالاترین درصد پروتئین، لیپید، خاکستر و فیبر خام در مقایسه با ذرت و برنج بود. بیسکوئیت حاوی ۱۰۰ درصد آرد کینوا نسبت به سایر نمونه‌ها تیره‌تر بود. Demir و همکاران (۲۰۱۷) از آرد کینوا در فرمولاسیون کلوچه استفاده کردند. نتایج این محققان نشان داد با افزودن آرد کینوا به فرمول محصول هدف، پروتئین، خاکستر، ترکیبات فنولیک و چربی افزایش یافت. همچنین این محققان در همان سال نیز در تحقیقی دیگر از آرد کینوا در سطوح ۴۰، ۵۰ و ۶۰ درصد در تهیه یک نوع سوپ بدون گلوتن استفاده کردند و به بررسی خصوصیات برشی، ویسکوالاستیک و تغییر شکل محصول هدف پرداختند و در نهایت نتایج رضایت‌بخشی مبنی بر بهبود بافت و کیفیت نمونه‌های حاوی کینوا در مقایسه با نمونه های فاقد آن گزارش کردند. Lorusso و همکاران (۲۰۱۷) به منظور تولید ماکارونی، ۲۰ درصد از آرد سمولینا را با آرد کینوا جایگزین کردند. نتایج این محققان نشان داد، نمونه حاوی آرد کینوا در مقایسه با نمونه شاهد از فیبر، پروتئین، اسیدهای آمینه آزاد، ترکیبات فنولیک و فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری برخوردار بود. همچنین نتایج حاکی از آن بود که حضور آرد کینوا در فرمولاسیون ماکارونی سبب کاهش جذب آب هنگام پخت و افزایش مقاومت و کشسانی خمیر شد. Wang و همکاران (۲۰۱۵) از مخلوط آرد کینوا و آرد گندم برای تولید بیسکوئیت، نان و نان بخارپز چینی استفاده نمودند. نتایج این محققان نشان داد که با افزایش درصد آرد کینوا، حجم کاهش و تراکم بافت افزایش یافت. همچنین این محققان سختی و قابلیت جویدن، تیرگی، قرمزی و زردی رنگ را گزارش کردند. بنابراین با توجه به اثرات مثبت تغذیه ای، فیزیکوشیمیایی و حسی آرد

کینوا بر فراورده‌های پخت، هدف از انجام این تحقیق جایگزینی بخشی از آرد نخودچی با آرد کینوا در فرمولاسیون شیرینی نخودچی و بررسی ویژگی‌های کمی و کیفی فراورده نهایی بود.

مواد

آرد کینوا از جهاددانشگاهی خراسان رضوی، امولسیفایر منوگلیسرید از شرکت پارس بهبود آسیا و پودر شکر و شورتنینگ از یک لوازم قنادی معتبر در سطح شهر مشهد خریداری شد.

روش تهیه شیرینی

شیرینی بدون گلوتن شاهد حاوی ۱۰۰ گرم آرد نخودچی، ۵۰ گرم شورتنینگ، ۰/۵ درصد امولسیفایر منوگلیسرید و ۵۰ گرم پودر شکر بود. جهت تهیه تیمارها آرد نخودچی در سطوح صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد با آرد کینوا جایگزین شد. ابتدا پودر شکر و شورتنینگ در مخزن همزن به مدت ۵ دقیقه تا رسیدن به مخلوطی نرم و یکنواخت مخلوط شدند. در مرحله بعد آرد طی چند مرحله به مخلوط قبلی اضافه و تا رسیدن به خمیری یکدست عمل همزدن ادامه یافت. سپس خمیر شیرینی به مدت ۲۴ ساعت در یخچال قرار گرفت. پس از طی شدن مدت زمان استراحت، خمیر شیرینی از یخچال خارج شد و تا رسیدن به دمای حدود ۲۵ درجه سانتی‌گراد در محیط قرار گرفت. در ادامه خمیر شیرینی بدون گلوتن تا رسیدن به قطر ۱ سانتی‌متر پهن و قالب‌زنی با قالب چهار پر کوچک انجام شد. در انتها نمونه‌ها در سینی قرار گرفتند و در فر آزمایشگاهی با دمای ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه پخت شدند.

پروتئین، خاکستر و رطوبت

برای اندازه‌گیری پروتئین، خاکستر و رطوبت از روش AACC (۲۰۰۰) به ترتیب به شماره ۱۲-۴۶ (روش کجلدال)، ۰۱-۰۸ (روش کوره‌گذاری) و ۱۶-۴۴ (روش آون‌گذاری) انجام شد.

حجم مخصوص

ابتدا با استفاده از یک ترازوی دیجیتالی وزن نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. سپس حجم نمونه با روش جایگزینی حجم با دانه کلزا مطابق با استاندارد AACC (۲۰۰۰) به شماره ۱۰-۷۲ انجام شد. در نهایت از تقسیم حجم بر وزن نمونه، حجم مخصوص محاسبه گردید.

بافت

به منظور اندازه‌گیری سفتی بافت بافت نمونه‌های کلوچه در فاصله زمانی ۲ ساعت، ۲ هفته و یک ماه پس از پخت از دستگاه سنجش بافت استفاده شد. برای این منظور از پروب استوانه‌ای به قطر ۵ میلی‌متر استفاده گردید. سرعت قبل از آزمون ۱ میلی‌متر در ثانیه، سرعت آزمون ۰/۵ میلی‌متر در ثانیه، عمق نفوذ ۲ میلی‌متر و میزان بارگذاری ۵۰ کیلوگرم بود (Bassinello et al, 2011).

رنگ ($L^*a^*b^*$)

ارزیابی رنگ ($L^*a^*b^*$) مطابق با روش Saricoban و Yilmaz (۲۰۱۰) انجام گرفت.

ویژگی‌های حسی

خصوصیات حسی شیرینی‌های بدون گلوتن از نظر فرم و شکل، سفتی و نرمی بافت، قابلیت جویدن و بو و مزه ارزیابی شدند. ضریب ارزیابی صفات براساس هدونیک پنج نقطه‌ای از بسیار بد (۱) تا بسیار خوب (۵) و ضریب رتبه هر یک از ویژگی‌ها به ترتیب ۴، ۲، ۲، ۳ و ۳ بود (Jalali et al, 2019). در انتها با داشتن این معلومات، امتیاز پذیرش کلی محاسبه شد.

تجزیه و تحلیل آماری

به منظور تجزیه و تحلیل آماری از یک طرح کاملا تصادفی و نرم افزار Mini-Tab17 استفاده شد. مقایسه میانگین با آزمون توکی انجام گردید ($P<0.05$). کلیه آزمایشات با سه تکرار انجام گرفت. رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel بود.

نتایج و بحث

پروتئین، خاکستر و رطوبت

جدول ۱ نشان‌دهنده میزان پروتئین، خاکستر و رطوبت نمونه‌های تولیدی حاوی سطوح متفاوت آرد کینوا (صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد با افزایش جایگزینی آرد نخودچی با آرد کینوا از میزان پروتئین نمونه‌های تولیدی کاسته و بر میزان خاکستر و رطوبت آن‌ها به طور معنی‌داری ($P<0.05$) افزوده شد. به طوری که نمونه‌های حاوی ۱۰۰ درصد آرد کینوا دارای کمترین میزان پروتئین و بیشترین میزان خاکستر و خاکستر در مقایسه با نمونه شاهد (حاوی ۱۰۰ درصد آرد نخودچی-فاقد آرد کینوا) بودند. Ronda و همکاران (۲۰۱۱) و Gularte و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند آرد نخود پروتئین بالایی (بیش از ۲۰ درصد-حدود ۲۴ درصد) دارد از این رو جهت تولید یا غنی‌سازی فراورده‌های پخت توصیه می‌شود. میانگین پروتئین گزارش شده در دانه کینوا ۲۳- ۱۲ درصد است. این میزان پروتئین کینوا هرچند قابل توجه است و این شبه غله به نوبه خود یک منبع پروتئینی محسوب می‌شود و میانگین پروتئین آن از میزان پروتئین غلات متداول همانند برنج، جو و یا گندم بیشتر است اما میزان آن کمتر از دانه‌های حبوبات از جمله نخود است. با این وجود به میزان بالای اسیدهای آمینه ضروری در کینوا می‌توان آن را به عنوان مکملی برای حبوبات که اغلب متیونین و سیستئین کمی دارند، دانست (Abugoch, 2009). Jancurova و همکاران (۲۰۰۹) به مطالعه و مقایسه ترکیبات شیمیایی کینوا با چند غله رایج پرداختند. براساس مشاهدات این محققان میزان خاکستر در کینوا، گندم، ذرت، برنج و جو به ترتیب ۳/۸، ۲/۲، ۱/۷، ۳/۴ و ۲/۲ درصد بود که این محققان گزارش کردند میزان خاکستر کینوا به طور قابل ملاحظه‌ای بیش از سایر غلات بود. در همین راستا نتایج Moawadو همکاران (۲۰۱۸) نشان داد نان و بیسکوئیت بدون گلوتن حاوی ۱۰۰ درصد آرد کینوا، حاوی بالاترین درصد پروتئین و خاکستر در مقایسه با نمونه‌های حاوی ذرت و برنج بود. Patricia و همکاران (۲۰۱۸) به بررسی جایگزینی آرد برنج با آرد کینوا در فرمولاسیون مافین بدون گلوتن پرداختند. نتایج این محققان نشان داد با افزایش آرد کینوا در مافین میزان رطوبت افزایش یافت این محققان علت این امر را حضور فیبر بیشتر در آرد کینوا در مقایسه با آرد برنج دانستند. همچنین این محققان گزارش کردند میزان رطوبت اولیه آرد کینوا بیش از آرد برنج بود که این امر سبب افزایش رطوبت نمونه‌های حاوی این آرد شد. یافته‌های این پژوهشگران با نتایج تحقیق حاضر مشابهت داشت. زیرا رطوبت آرد کینوا در این پژوهش (۷/۶۷ درصد) بیش از رطوبت آرد نخودچی (۵/۲۳) بود و از آنجا که فرمولاسیون شیرینی بدون گلوتن تولیدی در این پژوهش فاقد آب بود بنابراین میزان رطوبت نمونه‌ها تحت تأثیر میزان رطوبت آردها (نخودچی و کینوا) و حفظ رطوبت ذاتی آرد طی فرایند پخت بود.

جدول ۱- اثر آرد کینوا بر میزان پروتئین، خاکستر و رطوبت شیرینی بدون گلوتن

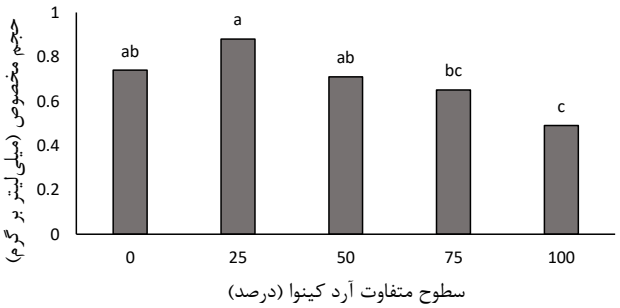
ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی

سطوح متفاوت آرد کینوا (درصد)	پروتئین (درصد)	خاکستر (درصد)	رطوبت (درصد)
صفر (شاهد)	۱۱/۰±۶۹/۲۳^{a}	۱/۰±۱۵/۰۳^{e}	۱/۰±۲۵/۰۳^{c}
۲۵	۱۱/۰±۱۵/۰۲^{ab}	۱/۰±۳۲/۰۲^{d}	۱/۰±۲۶/۰۱^{bc}
۵۰	۱۰/۰±۲۵/۲۱^{b}	۱/۰±۲۵۴۶/۰۱^{c}	۱/۰±۳۷/۰۲^{ab}
۷۵	۹/۰±۰۴/۰۳^{c}	۱/۰±۷۳/۰۱^{b}	۱/۰±۴۳/۰۳^{a}
۱۰۰	۸/۰±۱۷/۱۲^{d}	۱/۰±۸۱/۰۱^{a}	۱/۰±۴۴/۰۱^{a}

حروف مشابه از نظر آماری در سطح $P<0.05$ تفاوت معنی‌داری ندارند.

حجم مخصوص

شکل ۱ نشان‌دهنده حجم مخصوص نمونه‌های تولیدی حاوی سطوح متفاوت آرد کینوا (صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد نمونه حاوی ۲۵ درصد آرد کینوا از بیشترین میزان حجم مخصوص در مقایسه با سایر نمونه های تولیدی برخوردار بود. این در حالی بود که حجم مخصوص نمونه حاوی ۵۰ درصد آرد کینوا با نمونه شاهد (فاقد آرد کینوا) مشابهت داشت و دو نمونه دیگر غنی شده با آرد کینوا (۷۵ و ۱۰۰ درصد آرد کینوا) از حجم مخصوص کمتری نسبت به نمونه شاهد برخوردار بودند. در همین راستا Patricia و همکاران (۲۰۱۸) و Nesliha و همکاران (۲۰۱۸) حضور آرد کینوا به ترتیب در فرمولاسیون مافین و کیک بدون گلوتن را عاملی بر افزایش حجم دانستند. این در حالی است که Turkut و همکاران (۲۰۱۶) حضور تنها ۲۵ درصد آرد کینوا در فرمول نان بدون گلوتن را عاملی مثبت بر افزایش حجم دانستند و افزودن سطوح بالاتر از این آرد هیچگونه اثر قابل ملاحظه‌ای بر حجم نان ایجاد ننمود. براساس مطالعه این محققان چنانچه سطح مصرف آرد کینوا در فراورده‌های نانوایی به درستی انتخاب شود، نه تنها ویژگی‌های بافتی و حجم فراورده تولیدی تنزل نمی‌یابد بلکه به دلیل افزایش میزان فعالیت آلفا گلیکوزیداز در نتیجه افزودن آرد کینوا به فرمولاسیون اولیه، حجم فراورده نهایی افزایش می‌یابد و بافت آن نرم‌تر و یکنواخت‌تر می‌شود.

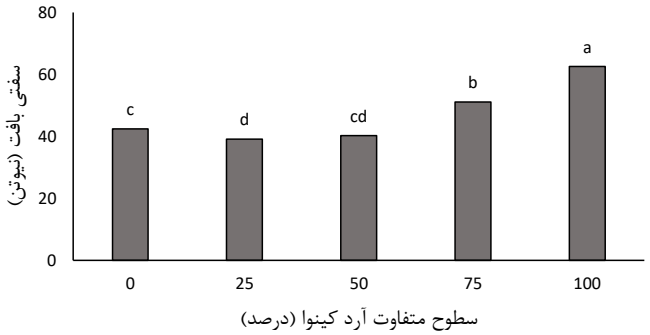


شکل ۱-اثر آرد کینوا بر حجم مخصوص شیرینی بدون گلوتن

بافت

شکل ۲ نشان‌دهنده میزان سفتی بافت نمونه‌های تولیدی حاوی سطوح متفاوت آرد کینوا (صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد میزان سفتی بافت نمونه‌های حاوی ۲۵ و ۵۰ درصد آرد کینوا از نمونه شاهد (فاقد آرد کینوا) کمتر و میزان سفتی بافت نمونه‌های حاوی ۷۵ و ۱۰۰ درصد آرد کینوا از نمونه شاهد (فاقد آرد کینوا) بیشتر بود. کمترین

میزان سفتی بافت در بین شیرینی‌ها در نمونه حاوی ۲۵ درصد آرد کینوا مشاهده شد. Jan و همکاران (۲۰۱۸) از آرد کینوا در فرمولاسیون کلوچه بدون گلوتن استفاده نمودند. نتایج این محققان نشان داد کاربرد آرد کینوا در سطوح کمتر از ۵۰ درصد منجر به بهبود بافت نمونه‌های تولیدی شد. این پژوهشگران گزارش کردند حضور آرد کینوا در فرمول کلوچه بدون گلوتن پخش‌پذیری شکر و روغن در فرمولاسیون را افزایش داد و به موجب آن سفتی بافت کاهش یافت. Milovanovic و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند در نتیجه جایگزینی آرد گندم با کینوا میزان پروتئین، فیبر خام و مقدار روغن نسبت به نمونه شاهد (نان با ۱۰۰ درصد آرد گندم) افزایش یافت. این امر سبب شد در سطوح بیش از ۵۰ درصد جایگزینی افزایش خطی سختی مغز نان و استحکام آن مشاهده شود.



شکل ۲-اثر آرد کینوا بر سفتی بافت شیرینی بدون گلوتن

رنگ ($L^*a^*b^*$)

جدول ۲ نشان‌دهنده رنگ ($L^*a^*b^*$) نمونه‌های تولیدی حاوی سطوح متفاوت آرد کینوا (صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد با افزایش آرد کینوا میزان مؤلفه رنگی L^* و b^* نمونه‌های تولیدی کاهش و میزان مؤلفه رنگی a^* شیرینی‌های بدون گلوتن افزایش یافت. به عبارتی حضور آرد کینوا در فرمولاسیون نمونه‌های تولیدی منجر به تیره شدن رنگ گردید. بنابراین بیشترین میزان روشنایی و زردی و کمترین میزان قرمزی در نمونه شاهد (فاقد آرد کینوا) و کمترین میزان روشنایی و زردی و بیشترین میزان قرمزی در نمونه حاوی ۱۰۰ درصد آرد کینوا مشاهده شد. نتایج این پژوهش با نتایج برخی از پژوهشگران مشابهت دارد. Moawad و همکاران (۲۰۱۸) با بررسی اثر جایگزینی آرد گندم با آرد کینوا در بیسکوئیت تیرگی رنگ را گزارش کردند. این محققان علت تیره شدن رنگ را تفاوت رنگ آردهای مصرفی و از طرفی افزایش سطح پروتئین و اسیدهای آمینه فرمولاسیون به دلیل سطح بالاتر این ترکیبات در آرد کینوا در مقایسه با آرد گندم و شرکت نمودن آن ها در واکنش قهوه‌ای شدن دانستند. Lorusso و همکاران (۲۰۱۷) با جایگزینی آرد سمولینا با آرد کینوا تیره‌تر شدن رنگ ماکارونی را مشاهده نمودند. این محققان تفاوت در رنگدانه‌های آرد، افزایش خاکستر و حضور ترکیبات فنولی بر افزایش رنگ نمونه‌های تولیدی مؤثر دانستند. Wang و همکاران (۲۰۱۵) از مخلوط آرد کینوا و آرد گندم برای تولید بیسکوئیت، نان و نان بخارپز چینی استفاده نمودند. نتایج این محققان نشان داد که با افزایش درصد آرد کینوا تیرگی (کاهش مؤلفه رنگی L^*) و قرمزی رنگ

(مؤلفه رنگی a^*) را گزارش کردند. پیروتی و همکاران (۱۳۹۹) و جلدانی و همکاران (۱۳۹۷) با استفاده از آرد کینوا به ترتیب در فرمولاسیون کیک بدون گلوتن بر پایه آرد برنج نتایج مشابهی مبتنی کاهش روشنایی و افزایش قرمزی مشاهده نمودند. قاسمی‌زاده و همکاران (۱۳۹۶) ضمن گزارش نتایج مشابه علت تیرگی رنگ نان‌های حاوی آرد کینوا را افزایش سطح خاکستر آرد دانستند.

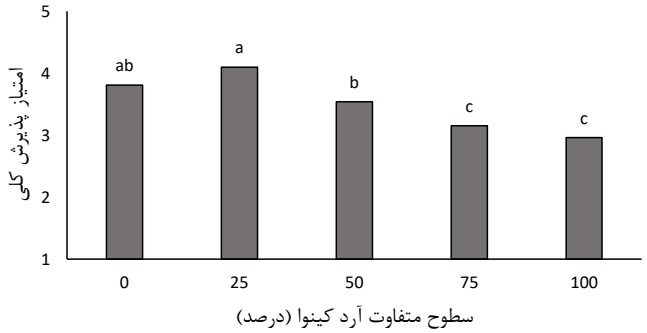
جدول ۲- اثر آرد کینوا بر مولفه‌های رنگی سطح بافت شیرینی بدون گلوتن

سطوح متفاوت آرد کینوا (درصد)	مولفه‌های رنگی سطح		
	L^*	a^{*ns}	b^*
صفر (شاهد)	۶۸/۰±۵۳/۱۴^{a}	۶/۰±۴۳/۴۳^{e}	۳۶/۱±۹۱/۳۱^{a}
۲۵	۵۹/۰±۹۵/۱۵^{b}	۸/۰±۱۸/۱۲^{d}	۳۳/۰±۳۵/۰۴^{b}
۵۰	۵۴/۱±۹۲/۹۱^{c}	۹/۰±۳۹/۴۹^{c}	۳۱/۰±۳۳/۱۵^{c}
۷۵	۵۱/۰±۴۲/۴۶^{d}	۱۰/۰±۲۸/۱۱^{b}	۲۹/۰±۹۰/۱۱^{d}
۱۰۰	۴۹/۱±۴۵/۰۳^{e}	۱۱/۰±۰۵/۴۷^{a}	۲۸/۰±۳۳/۳۳^{e}

حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری در سطح $P<0.05$ با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند.

پذیرش کلی

شکل ۳ نشان‌دهنده امتیاز پذیرش کلی نمونه‌های تولیدی حاوی سطوح متفاوت آرد کینوا (صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) است. براساس ارزیابی حسی و نتایج بدست آمده از پارامترهای بررسی شده (فرم و شکل، سطح، سفتی و نرمی بافت، قابلیت جویدن و بو و مزه) و در نهایت پذیرش کلی می‌توان آرد کینوا تا سطح ۵۰ درصد را جهت تولید شیرینی معرفی نمود که البته لازم به ذکر است نمونه‌های حاوی ۲۵ درصد آرد کینوا از ویژگی‌های حسی مطلوب‌تر و کیفیت بالاتری برخوردار بود. در این راستا نتایج مشابهی در زمینه افزودن آرد کینوا به فرمولاسیون فراورده های پخت از جمله دسته بدون گلوتن موجود است. Nesliha و همکاران (۲۰۱۸) به بررسی اثر استفاده از آرد کینوا در فرمولاسیون کیک بدون گلوتن پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد با افزایش آرد کینوا در فرمولاسیون نرمی بافت کیک افزایش یافت و نمونه حاوی ۵۰ درصد آرد کینوا از بهترین ویژگی‌های حسی به خصوص به لحاظ عطر و مزه و پذیرش کلی برخوردار بود. Turkut و همکاران (۲۰۱۶) با مطالعه در زمینه غنی‌سازی نان بدون گلوتن حاوی آرد کینوا به این نتیجه دست یافتند که افزایش مصرف آرد کینوا در فرمول نان اثر بر حجم مخصوص نداشت. این در حالی بود که نمونه حاوی ۲۵ درصد آرد کینوا از بافت نرم‌تر و ویژگی‌های حسی مطلوب‌تری برخوردار بود. Adriana و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی اثر استفاده آرد کینوا در کلوچه بدون گلوتن پرداختند. در این تحقیق نسبت آرد برنج به کینوا ۹۰-۱۰، ۷۵-۲۵ و ۵۵-۴۵ بود. نتایج حاکی از آن بود با افزایش بیش از ۱۰ درصد آرد کینوا در فرمولاسیون از امتیاز ویژگی‌های حسی و در مجموع امتیاز پذیرش کلی کاسته شد. بنابراین نمونه حاوی ۹۰ درصد آرد برنج و ۱۰ درصد آرد کینوا به عنوان بهترین نمونه این پژوهش معرفی شد.



شکل ۳-اثر آرد کینوا بر امتیاز پذیرش کلی شیرینی بدون گلوتن

نتیجه‌گیری

براساس یافته‌های این پژوهش نمونه‌های حاوی ۲۵ یا ۵۰ درصد آرد کینوا به عنوان برترین شیرینی‌های بدون گلوتن معرفی می‌شوند. زیرا این نمونه‌ها ضمن ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی مطلوب، حاوی مخلوط آرد نخودچی و کینوا هستند. یکی از اهداف این پژوهش تولید فراورده‌ای بدون گلوتن با محتوای پروتئینی بالا و جبران نقص اسیدهای آمینه غلات و حبوبات بود که از طریق اختلاط این دو آرد تا حدود زیادی برطرف می‌گردد.

منابع

پیروتی، ش.، فرجی، ع. و نقی پور، ف. ۱۳۹۹. ارزیابی اثر هم افزایی آرد دانه کینوا و پروتئین آب پنیر به عنوان جایگزین گلوتن در تولید کیک یزدی بر پایه آرد برنج. نشریه نوآوری در علوم و فناوری غذایی، سال ۱۲، شماره ۱، ص: ۶۱-۴۷.

جلدانی، ش.، ناصحی، ب. و انور، ع. ۱۳۹۷. بهینه‌سازی فرمول کیک بدون گلوتن حاوی آرد برنج، کینوا و برگ گیاه خرفه. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، سال ۱۳، شماره ۴، ص: ۱۲۷-۱۱۷.

قاسمی زاده، س.، ناصحی، ب. و نوشاد، م. ۱۳۹۶. بهینه‌سازی فرمول نان بدون گلوتن حاصل از آرد کینوا، ذرت و برنج. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، سال ۱۲، شماره ۱، ص: ۶۸-۵۹.

AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed., Vol. 2. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.

Abugoch, J. (2009). Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.): composition, chemistry, nutritional and functional properties. Advances in Food and Nutrition Research, (58): 1-31.

Adriana, P., Simona, M., Sevastiţa, M. and Anamaria, p. 2015. Effect of quinoa flour addition on quality characteristics of rice gluten-free cookies. Journal of Agroalimentary Processes and Technologies,21(4): 371-378.

Bassinello, P. Z., Freitasb, D. D. G. C., Ascherib, J. L. R., Takeitib, C. Y., Carvalhoa, R. N., Koakuzua, S. N., and Carvalhoc, A. V. 2011. Characterization of cookies formulated with rice and black bean extruded flours. Procedia Food Science, 1: 1645 – 1652.

Demir, M. K., Kutlu, G. and Yilmaz, M. T. 2017. Steady, dynamic and structural deformation (three interval thixotropy test) characteristics of gluten-free Tarhana soup prepared with different concentrations of quinoa flour. Journal of texture studies, 48(2): 95-102.

Gularte, M. A., de la Hera, E., Gómez, M., and Rosell, C. M. 2012. Effect of different fibers on batter and gluten-free layer cake properties. LWT-Food Science and Technology, 48(2), 209-214.

Jalali, M., Sheikholeslami, Z., Elhamirad, A. H., Haddad Khodaparast, M. H. and Karimi, M. 2019. The effect of Balangu Shirazi (Lallemantia Royleana) gum on the quality of gluten-free pan bread containing pre-gelatinization simple corn flour with microeave. Carpathain Journal of Food Science and Technology, 11(2): 68-83.

Jan, K. N., Pansesar, P. S. and Sukhacharn, S. 2018. Optimization of antioxidant activity, textural and sensory characteristics of gluten-free cookies made from whole Indian quinoa flour, LWT- Food Science and Technology, 93: 573-582.

Jancurova, M. Minarovicova, L. and Dandar, A. 2009. Quinoa- a review. Czech Journal of food Science, (27): 71-79.

Lorusso, A., Verni, M., Montemurro, M., Coda, R., Gobbetti, M. and Rizzello, C. G. 2017. Use of fermented quinoa flour for pasta making and evaluation of the technological and nutritional features. LWT- Food Science and Technology, 78: 215-221.

Milovanovic, M. M., Demin, M. A., Vucelic-Radovic, B. V., Zarković, B. M. and Stikic, R. I. 2014. Evaluation of the nutritional quality of wheat bread prepared with quinoa, buckwheat and pumpkin seed blends. Journal of Agricultural Sciences. 59(3): 318-328.

Moawad, E. M. M., Rizk, I. R. S., Kish, Y. F. M. and Youssif, M. R. G. 2018. Effect of substitution of wheat flour with quinoa flour on quality of pan bread abd biscuit. Arab University Journal of Agricultural Science, 26: 2387-2400.

Nesliha, B., Seher, K. and Sebnem, T. 2018. Investigation of the effects of using quinoa flour on gluten-free cake batters and cake properties. Journal of Food Science and Technology, doi.org/10.1007/s13197-018-3523-1.

Park, S. and Morita, N. 2015. Dough and bread making properties of wheat flour substituted by 10% with germinated quinoa flour. Food science and technology international, 11(6): 471-476.

Patricia, P. M. V., Jesica. R. M., Antonella, E. B., and Edgardo, L. C. 2018. Effects of Whole and Malted Quinoa Flour Addition on Gluten-Free Muffins Quality. Journal of Food Science, 84(1): 147-153.

Ronda, F., Oliete, B., Gómez, M., Caballero, P. A., and Pando, V. 2011. Rheological study of layer cake batters made with soybean protein isolate and different starch sources. Journal of Food Engineering, 102(3): 272-277.

Saricoban, C. and Yilmaz, M. T. 2010. Modelling the effects of processing factors on the changes in color parameters of cooked meatballs using response surface methodology. World Applied Sciences Journal, 9(1): 14-22.

Sazesh, B. and Goli, M. 2020. Quinoa as a wheat substitute to improve the textural properties and minimize the carcinogenic acrylamide content of the biscuit. Journal of Food Processing and Prezervation, 1-10, DOI: 10.1111/jfpp.14563.

Turkut, G. M., Cakmak, H., Kumcuoglu, S. and Tavman, S. 2016. Effect of quinoa flour on gluten-free bread batter rheology and bread quality. Journal of Cereal Science, 69: 174-181.

Wang, S., Opassathavorn, A. and Zhu, F. 2015. Influence of Quinoa Flour on Quality Characteristics of Cookie, Bread and C hinese Steamed Bread. Journal of Texture Studies, 46(4): 281-292.

Enrichment of gluten-free chickpea sweets with quinoa flour: investigation of physicochemical and sensory characteristics

M. Alavi[1], M. Mehraban Sangatash[2], B. Sahraiyan[2*]
[1] Department of Food Science and Technology, ACECR Kashmar Higher Education Institute, Kashmar, Iran.
[2] Department of Food Quality and Safety, Food Science and Technology Research Institute, ACECR Khorasan Razavi Branch, Mashhad, Iran.
Corresponding Author.: Baharehsahraiyan@yahoo.com

Abstract

The purpose of this research is to investigate the replacement of different levels of chickpea flour (0, 25, 50, 75, and 100%) with quinoa flour in the formulation of gluten-free cookies. This research evaluated the amount of ash, protein, moisture, specific volume, firmness, and sensory properties of the samples. Increasing the level of replacing chickpea with quinoa flour in the formulation of gluten-free cookies increased the amount of moisture and ash and decreased the amount of protein. The sample containing 25% quinoa flour had the highest specific volume and the lowest firmness. The presence of quinoa flour and the increase of its level in the formulation showed the L* value decreased and the a* value increased. The sensory evaluation showed the sample containing 25% quinoa flour was better than other samples. Therefore, samples containing 25 or 50% quinoa flour are introduced as the best samples of gluten-free cookies in this research.

Keywords: Enrichment, Protein, Gluten-free, Quinoa, Texture.



فعالیت ضد باکتریایی عسل

صمد بدبدک[1*]، سمیه محمدخانی[2]

[1*] دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر، دانشگاه تبریز، تبریز

[2] دانشجوی کارشناسی ارشد، زیست فناوری مواد غذایی، دانشکده کشاورزی تبریز ، دانشگاه تبریز، تبریز

• نویسنده مسئول: s.bodbodak@tabrizu.ac.ir

چکیده

عسل یک عامل ضد میکروبی قوی با طیف وسیعی از اثرات است. اجزای مختلف از قبیل محتوای قند؛ ترکیبات پلی فنول؛ پراکسید هیدروژن؛ ۱،۲ ترکیبات دی کربونیل؛ و دیفنسین-۱ زنبور عسل، به اثرات ضد باکتریایی عسل کمک می‌کنند. مقدار این ترکیبات به منبع شهد، نوع زنبور عسل و شرایط نگهداری بستگی دارد. اثربخشی و قدرت عسل در برابر میکروارگانیسم‌ها به نوع عسل تولید شده بستگی دارد که به منشاء گیاهی، سلامت زنبور، منشاء آن و روش فرآوری بستگی دارد. استفاده از آنتی بیوتیک‌ها با عسل پتانسیل ضد میکروبی بهتری را به همراه داشت و اثرات هم افزایی در برابر بیوفیلم ها مشاهده شد. ترمیم بافت با pH پایین عسل (۳/۵-۴) افزایش می‌یابد که بدلیل کاهش فعالیت پروتئاز در محل زخم، افزایش آزاد شدن اکسیژن از هموگلوبین و تحریک فعالیت فیبروبلاست و ماکروفاژ می‌شود. علاوه بر این، پراکسید هیدروژن دارای اثرات ضد عفونی کننده است و محل زخم را ضد عفونی می‌کند و تولید فاکتور رشد اندوتلیال عروقی را تحریک می‌کند. استفاده از عسل زخم‌ها یا نواحی سوختگی را از رادیکال‌های آزاد پاک می‌کند و جای زخم و انقباضات بیمارگونه را کاهش می‌دهد. پتانسیل ضد التهابی و ضد باکتریایی عسل، ناحیه آسیب دیده را مرطوب نگه می‌دارد و به همین دلیل از وخیم‌تر شدن و فیبروز آن جلوگیری می‌کند. بطور کلی، استفاده از عسل در پزشکی با کاهش هزینه و استفاده از آنتی‌بیوتیک‌های کمتر، بهبودی سریع‌تر و بستری شدن کمتر در بیمارستان همراه است این بررسی به منظور ارائه یک نمای کلی از فعالیت‌های ضد باکتریایی عسل و کاربردهای آن است.

واژگان کلیدی: عسل، ضد باکتری، آنتی بیوتیک‌ها، هم افزایی، زخم و سوختگی

مقدمه

زنبورهای عسل پس از تغذیه از شهد گل، شکوفه‌ها یا مکیدن ترشحات گل عسل درست می‌کنند. ترکیب عسل بستگی به منبع گیاهانی دارد که زنبورها از آن تغذیه می‌کنند (Eteraf-Oskouei and Najafi 2013, Schneider et al. 2013). با این حال، عسل با هر منشا عمدتاً از قندهای گلوکز، ساکارز و فروکتوز تشکیل شده است که ۸۰٪ وزن آن را تشکیل می دهد و ۲۰٪ باقیمانده را آب تشکیل می‌دهد. علاوه بر این، ویتامین‌ها، فلاونوئیدها، اسیدهای آمینه، آنزیم‌ها، مواد معدنی و اسیدهای فنولیک نیز در عسل وجود دارد. عسل دارای اثرات ضد التهابی (Tonks et al. 2003)، التیام بخش (Bergman et al. 1983) آنتی اکسیدانی (Jaganathan et al. 2010) و ضد سرطان (Swellam et al. 2003) است. عسل بعنوان یک درمان مرسوم از زمان‌های قدیم در درمان عفونت‌های باکتریایی، سرماخوردگی و سرفه و بیماری‌های عفونی مختلف استفاده می‌شده است. به نظر می‌رسد تولید پراکسید هیدروژن (H2O2)، دیفنسین-۱ زنبور عسل، اسمولاریته بالا و pH پایین برای اثر ضد باکتریایی عسل مهم هستند. گزارش شده است که سایر مواد شیمیایی گیاهی، به ویژه ترکیبات فنولی، عناصر ضروری هستند که قدرت ضد باکتریایی عسل را تامین می‌کنند. هر دو باکتری بیماریزا گرم مثبت و گرم منفی نسبت به عسل حساس ، از جمله *Staphylococcus aureus* مقاوم به متی سیلین (MRSA) (Jenkins et al. 2014)، Shigella sonnei (Lusby et al. 2005)، *Helicobacter pylori* (Manyi-Loh et al. 2010) و مخمرهایی مانند *Candida albicans* (Irish et al. 2006) هستند اثربخشی و قدرت عسل در برابر میکروارگانیسم‌ها به نوع عسل تولید شده بستگی دارد که به منشاء گیاهی، سلامت زنبور، منشاء آن و روش فرآوری آن بستگی دارد. فعالیت آنتی اکسیدانی عسل بسیار به منشاء گیاهی محل پرورش زنبور عسل بستگی دارد (Chauhan et al. 2010). فعالیت ضد باکتریایی عسل به اسمولاریته، محتوای H2O2، pH پایین، سطح اسیدهای فنولیک و فلاونوئیدهای آن نسبت داده می‌شود. فاکتورهای فیتوشیمیایی مانند تتراسایکلین، اسیدهای چرب، پراکسیدها، اسید اسکوربیک، آمیلاز، ترپن‌ها، فنول‌ها، اسید بنزوئیک و بنزیل الکل‌ها، عواملی هستند که عسل را علیه باکتری‌های بیماریزا فعال می‌کنند و اثر باکتریواستاتیک یا باکتری‌کشی ایجاد می‌کنند (Shears 2000). بطور کلی، تاکنون هیچ ارگانیسمی نسبت به عسل مقاومت نکرده است. هدف از این بررسی، ارائه یک نمای کلی از فعالیت ضد باکتریایی عسل، عوامل زمینه‌ای مؤثر بر اثر ضد باکتریایی آن و کاربردهای آن است.

۲-پارامترهای مربوط به فعالیت ضد میکروبی عسل

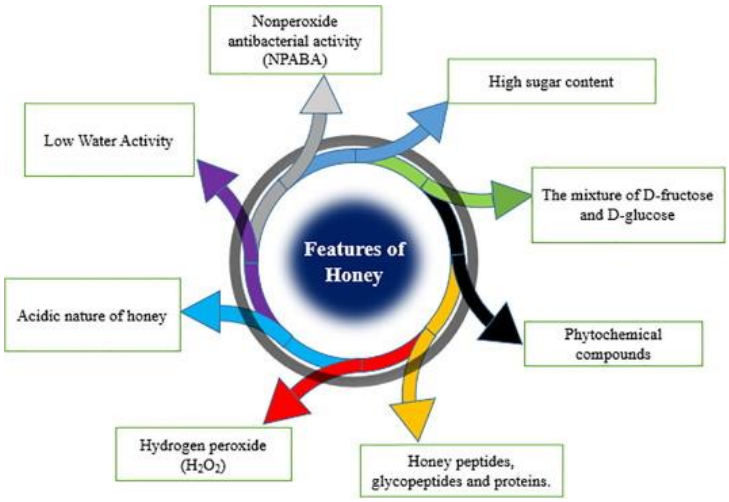
پارامترهای مختلفی بر پتانسیل ضدباکتریایی عسل، از جمله محتوای آب کم آن (فعالیت آبی کم)، ویسکوزیته بالا، اسیدیته و محتوای پراکسید هیدروژن تأثیر می‌گذارند. علاوه بر این، ترکیبات مختلفی با عسل مرتبط هستند و پتانسیل ضد باکتریایی آن را فراهم می‌کنند، از جمله فیتوکمیکال‌ها، پپتیدها، گلیکوپپتیدهای غیر پراکسیداز و پروتئین‌هایی که از ویژگی‌های قابل توجه عسل هستند و با اثرات ضد میکروبی آن مرتبط هستند (شکل ۱) (Molan 1992).

۲-۱-فعالیت آبی کم

آب از اجزای اصلی موجودات زنده است و در مواد غذایی مختلف بصورت مولکول‌های آزاد یا باند شده یافت می‌شود. در عسل، فعالیت آبی، مولکول‌های آب را اندازه‌گیری می‌کند و از ۰/۵۶۲ تا ۰/۶۲ متغیر است، غلظتی که به اندازه کافی پایین است تا اجازه رشد باکتری‌ها یا سایر میکروارگانیسم‌ها را بدهد (Molan 1992).

۲-۲- محتوای قند بالا

اسمز در نتیجه غلظت بالای قند موجود در عسل ایجاد می‌شود. بنابراین عسل خالص و رقیق نشده به دلیل محتوای قندی که دارد از رشد باکتری‌ها جلوگیری می‌کند که فشار اسمزی بر سلول‌های باکتری وارد می‌کند و باعث می‌شود آب از طریق اسمز از سلول‌های باکتری خارج شود. در نتیجه سلول‌ها به دلیل کم آبی کوچک می‌شوند و نمی‌توانند در محلول قند هایپرتونیک زنده بمانند. هنگامیکه عسل با مایعات بدن در محل عفونت مخلوط شود، چنین پتانسیل ضد باکتریایی کمتر خواهد بود (Molan 1992).



شکل ۱- نمودار شماتیک پارامترهایی را نشان می‌دهد که به پتانسیل ضد میکروبی عسل کمک می‌کنند.

۲-۳-اسیدیته

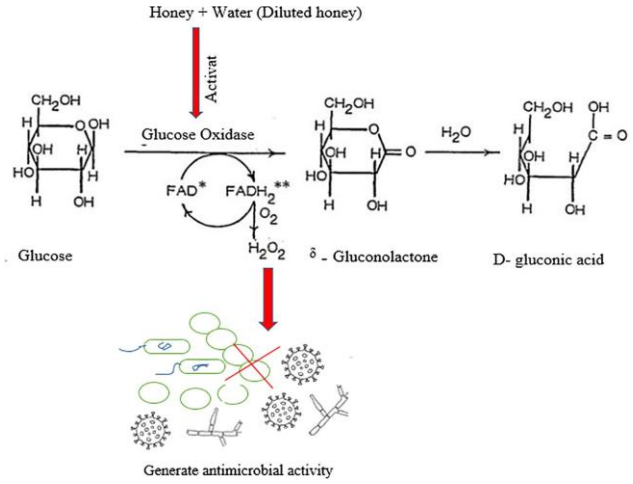
رشد بهینه اکثر میکروارگانیسم‌ها در pH خنثی، بین ۶/۵ تا ۷/۵ رخ می‌دهد. اسیدیته عسل، بین pH، ۳/۲- ۴/۵، ویژگی بسیار بارز اثر ضد باکتریایی آن است. این اسیدیته به دلیل وجود برخی اسیدهای آلی مهم، به ویژه اسید گلوکونیک، که در غلظت ۰.۵٪ (w/v) یافت می‌شود، ایجاد می‌شود. اسید گلیکوژنیک از اکسیداسیون گلوکز توسط آنزیم گلوکز اکسیداز درونزا تولید می‌شود و یک عامل ضد باکتری بسیار قوی است. در عسل خالص رقیق نشده، pH پایین ممکن است به قدرت ضد باکتریایی آن کمک کند، با این حال، pH به تنهایی برای مهار رشد بسیاری از انواع باکتری‌ها وقتی در غذا یا سایر مایعات بدن رقیق می‌شود، کافی نیست (Molan 1992).

۲-۴-پراکسید هیدروژن

پراکسید هیدروژن (H_2O_2) ضدعفونی کننده و عامل اکسید کننده‌ای قوی است (Ali 2004). این عسلی را با اثر ضد باکتریایی خود را فراهم می‌کند و بصورت آنزیمی تولید می‌شود (شکل ۲). آنزیم گلوکز اکسیداز به دلیل شرایط pH پایین بطور طبیعی در حالت غیر فعال در عسل وجود دارد. هنگامیکه عسل رقیق می‌شود، گلوکز اکسیداز فعال می‌شود و روی گلوکز درونزا برای تولید H_2O_2 عمل می‌کند. در واقع، حداکثر سطح پراکسید هیدروژن را می‌توان با رقیق کردن عسل به میزان ۳۰ تا ۵۰ درصد، معمولاً در محدوده ۵ تا ۱۰۰ میکروگرم پراکسید هیدروژن بر گرم عسل (معادل ۰/۱۴۶- ۲/۹۳ میلی‌مولار) بدست آورد. ارتباط خطی بین محتوای H_2O_2 عسل و پتانسیل ضد باکتریایی آن گزارش شده است (Brudzynski 2006).

۲-۵- پروتئین‌ها

تا به امروز، مقالات بسیار کمی در مورد محتوای پروتئین عسل منتشر شده است (Chua et al. 2013). عسل دارای مقادیر نسبتاً کمی پروتئین است که از ۰/۱٪ تا ۰/۵٪ با وزن مولکولی بین ۲۰ تا ۸۰ کیلو دالتون متغیر است (Twari and Irudayaraj 2004). این پروتئین‌ها شامل بسیاری از آنزیم‌های دخیل در متابولیسم قند ، مانند آلفا و بتا گلوکوزیداز، گلوکز اکسیداز و آمیلاز هستند (Won et al., 2008). مطالعات متعدد منتشر شده نشان داده‌اند که پروتئین‌های مهم ژل رویال دارای فعالیت‌های ضد میکروبی و ضد سرطانی و پتانسیل ضد التهابی هستند (Tonks et al. 2003). پپتید ضد باکتری دیفنسین-۱ (Def-1) بدست آمده از زنبورها، جزء اصلی مسئول فعالیت ضد باکتریایی عسل ، به جز عسل مانوکا است (Kwakman et al. 2011). دیفنسین-۱ زنبور عسل علیه باکتری‌های گرم مثبت عمل می‌کند. مطالعات با دیفنسین-۱ نوترکیب قدرت آن را در برابر باکتری‌های گرم منفی، از جمله *P. aeruginosa* و *Salmonella choleraesuis* نشان داد (Tseng et al. 2011).



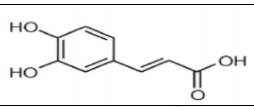
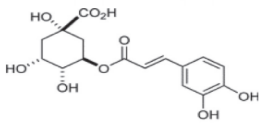
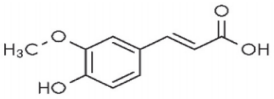
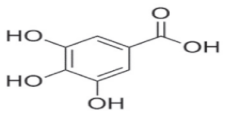
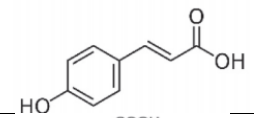
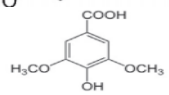
شکل۲-گلوکز اکسیداز تولید پراکسید هیدروژن (H_2O_2) را کاتالیز می‌کند.

۲-۶- ترکیبات ضد باکتری غیر پراکسید (ترکیبات پلی فنولی)

پلی فنول‌ها متابولیت‌های ثانویه گیاهی هستند. آنها گروه متنوعی از مواد شیمیایی هستند که با ساختارهای فنولی خود مشخص می‌شوند و شامل فلاونوئیدها و اسیدهای فنولیک (غیر فلاونوئیدها (جدول ۱ و ۲)) می‌شوند (Cianciosi et al., 2018). این ترکیبات بیولوژیکی از شهد به عسل منتقل می‌شوند و اجزای مهمی از خواص سلامت عسل هستند (Gunes et al. 2017). ترکیبات فنولی در سطوح بالایی در عسل یافت می‌شود و ممکن است به فعالیت ضد باکتریایی آن کمک کند. اثر ضد باکتریایی فنولیک اسید و فلاونوئیدها از اوایل دهه ۱۹۹۰ ثبت شده است (Wahdan 1998). مقدار اسید فنولیک در عسل تحت تأثیر موقعیت جغرافیایی و منبع گیاهی شهد است. علاوه بر این، واضح است که محتوای اسید فنولیک کل (TP) نیز بطور قابل توجهی تحت تأثیر فصل است. Lachman و همکاران ۲۰۱۰، محتوای پلی فنول کل انواع مختلف عسل برداشت شده بین ماه مه و اوت ۲۰۰۶ را تخمین زدند و دریافتند که نمونه‌هایی با بالاترین سطح اسید TP در اوایل ژوئن (میانگین ۱۷۰/۲۱ میلی گرم بر

کیلوگرم) و اسید TP جمع آوری شدند. سطوح در نمونه های جمع آوری شده در جولای کمتر بود (میانگین ۱۶۳.۳۲ میلی گرم بر کیلوگرم). نمونه‌های جمع‌آوری‌شده در ماه‌های دیگر حتی سطوح پایین‌تری از اسید TP داشتند (۸۳/۶۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم). نوع عسل نیز بر میزان فنول آن تأثیر می گذارد.

جدول۱- مکانیسم اثر ضد میکروبی اسیدهای فنولیک رایج موجود در عسل.

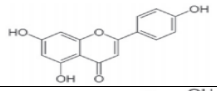
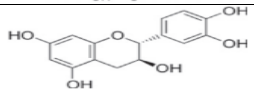
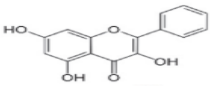
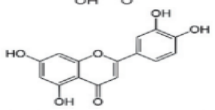
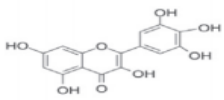
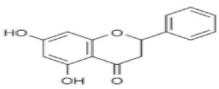
اسید فنولیک	ساختار	مکانیسم	منابع
اسید کافئیک		**استرس اکسیداتیو**	(Arakawa et al. 2004)
اسید کلروژنیک		**نشت سیتوپلاسمی و نوکلئوتیدی در نتیجه نفوذپذیری بالاتر غشاء**	(Górniak et al. 2019)
اسید فرولیک		**اختلال در عملکرد غشای سلولی مرتبط با تغییرات مورفولوژیکی**	(Verdrengh et al. 2004)
اسید گالیک		**نشت داخل سلولی در نتیجه از هم گسیختگی غشای سلولی و افزایش تشکیل منافذ**	(Shi et al. 2016)
p-کوماریک اسید		**اختلال در غشای سلولی و اتصال به DNA باکتری**	(Borges et al. 2013)
اسید سیرینگیک		**اختلال عملکرد غشای سلولی**	(Griep et al. 2007)

در مطالعه انجام شده توسط Lachman و همکاران ۲۰۱۰، محتوای اسید TP بسیار کم ، ۸۲/۵ تا ۲۴۲/۵ میلی گرم بر کیلوگرم عسل و فنول‌های اصلی فلاونوئیدها و اسیدهای فنولیک بودند. عسل مانوکا دارای محتوای اسید فنولیک ۴۳۰ تا ۲۷۰۶ میلی گرم بر کیلوگرم در مقایسه با عسل کانوکا (۴۲۴ تا ۱۵۷۵ میلی گرم بر کیلوگرم) است که در همان زمان از یک مکان جمع آوری شده است (Stephens et al. 2010). سایر انواع عسل، مانند عسل افعی و عسل هدر، دارای محتوای اسید فنولیک بسیار کمتری بودند که بین ۰/۰۵ ± ۱۳۲/۱۷ و ۰/۲۳ ± ۷۲۷/۷۷ میلی گرم بر کیلوگرم متغیر بود (Ferreira et al. 2009). Biesaga and Pyrzynska 2009 مقادیر کمی از ترکیبات فنولی را در همه انواع عسل مورد بررسی گزارش کردند. با این حال، آنها همچنین غلظت‌های مختلفی از اسیدهای زیر را از جمله مریستین ؛ اسید کافئیک؛ اسید کلروژنیک؛ اسید سیرینگیک؛ آپیژنین و اسید وانیلیک گزارش کردند.

۲-۶-۱- اثر ضد باکتریایی عسل

عسل فعالیت ضد باکتریایی در برابر باکتری‌های متعدد در محیط‌های مختلف از خود نشان می‌دهد. اجزای طبیعی عسل فعالیت‌های مختلفی در برابر میکروارگانیسم‌های مختلف دارند (شکل ۳). فعالیت ضد باکتریایی عسل احتمالاً به مرتعی که زنبورها در آن پرورش یافته‌اند، شرایط آب و هوایی و همچنین ترکیب طبیعی شهد گل بستگی دارد (Abd-El Aal et al. 2007). عسل دارای اثر ضد باکتریایی عالی در برابر MRSA و انواع Pseudomonas است که اغلب با عفونت زخم و سوختگی همراه است (Hazrati et al. 2010).

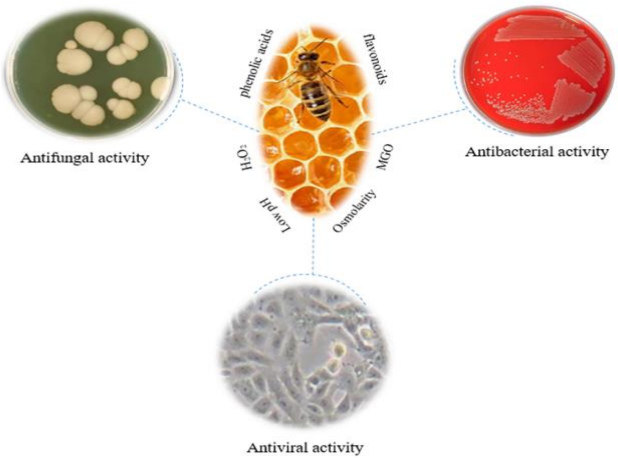
جدول ۲- مکانیسم اثر ضد میکروبی اساسی فلاونوئیدهای رایج موجود در عسل.

فلاونوئیدها			
آپیژنین		DNA ژیراز، کریزین، کامفرول را مهار می کند	(Collins et al. 2019)
کاتچین		تولید پراکسید هیدروژن	(Das et al. 2015)
گالانگین		مهار سنتز پپتیدوگلیکان و ریبوزوم	(Lou et al. 2011)
لوتئولین		مهار FAS-I در مایکوباکتریوم ها و مهار DNA هلیکازهای DnaB و RecBCD	(Collins et al. 2019)
میریستین		مهار DNA B هلیکاز	(Lou et al. 2012)
پینوسمبرین		لیز سلولی را تحریک می کند	(Collins et al. 2019)

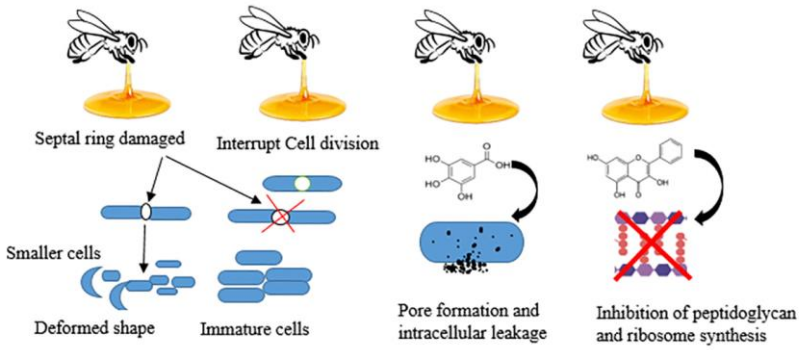
بسیاری از مطالعات نشان دادند که عسل در برابر MRSA، استرپتوکوک‌های همولیتیک و انتروکوک‌های مقاوم به وانکومایسین مؤثر است (شکل ۴) (Lusby et al. 2005). با این حال، انواع عسل محلی تازه شناخته شده ممکن است به خوبی یا حتی بهتر از عسل مانوکا بر اساس فعالیت ضد میکروبی چشمگیرشان باشد. برخلاف عسل مانوکا، فعالیت عسل آلمو عمدتاً به دلیل تولید H_2O_2 است. محلول ۲۵ درصد (v/v) عسل آلمو هیچ گونه فعالیت ضد باکتریایی در حضور آنزیم کاتالاز که فعالیت H_2O_2 را از بین می‌برد، نشان نداد. این برخلاف عسل مانوکا است که پتانسیل ضد باکتریایی خود را در شرایط یکسان حفظ کرد (Sherlock et al. 2010). استرالیزاسیون توسط تابش گاما با فعالیت عسل آلمو تداخلی ندارد (Simon et al., 2009). pH عسل به اندازه‌ای پایین است که باعث مهار پاتوژن‌های باکتریایی خاص مانندS pyogenes (۴/۵)، E. coli (۴/۳)، P. aeruginosa (۴/۴) و Salmonella spp (۴/۰) شود و بنابراین، عسل اسیدی یک عامل ضد باکتری مهم است (Haniyeh et al. 2010).

عسل مانوکا می‌تواند اندازه و شکل باکتری را تعدیل کند که بر حلقه سپتوم درگیر در تقسیم سلولی تأثیر می‌گذارد (Lu et al. 2013). Henriques و همکاران،۲۰۱۰ از میکروسکوپ الکترونی عبوری برای مشاهده اثرات عسل مانوکا بر روی کشت های *S aureus* استفاده کردند و نشان دادند که سلول‌های سپتوم بیشتری در نمونه‌های تیمار شده با عسل مانوکا در مقایسه با نمونه‌های تیمار شده با عسل مصنوعی ساخته شده از قند و آب که در ترکیب خود شبیه عسل طبیعی است، یافت شد. یک مطالعه با استفاده از تصویربرداری فاز-کنتراست نشان داد که باکتری‌های *Bacillus subtilis* و *S. aureus* تحت تیمار با دوز کشنده عسل مانوکا (۴٪ w/v) منجر به ظاهر شدن سلول‌های کوچک‌تر حاوی کروموزوم‌های متراکم شدند (Tonks et al. 2003). جالب توجه است که هر دو Henriques و همکاران ۲۰۱۰ و Lu و همکاران،۲۰۱۳ نشان دادند که استرس ناشی از عسل منجر به تنظیم مثبت رشد سلولی شده و بر تقسیم سلولی باکتریایی تأثیر می‌گذارد.

.مطالعات انجام شده توسط Almasaudi و همکاران (۲۰۱۷) اثربخشی انواع مختلف عسل مانوکا (UMF ۱۰، ۱۶ و ۲۰) را علاوه بر دو نوع عسل Saudi (Sidr و Nigella sativa) بر علیه S. aureus مقاوم و حساس به متی سیلین گرم مثبت و Pseudomonas aeruginosa مقاوم و حساس به ایمی پنم گرم منفی مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که همه سویه‌های باکتری در غلظت‌های بین ۱۰ تا ۵۰ درصد عسل کاملاً مهار می‌شوند، بسته به سویه و اثربخشی نوع عسل مورد استفاده عسل مانوکا UMF-۲۰ نسبت به سایر انواع عسل‌های آزمایش شده بسیار برتر بود و اثر باکتری کشی ایجاد می‌کرد، در حالیکه عسل‌های Saudi باکتریواستاتیک بودند (Almasaudi et al. 2017). اثر ضد باکتریایی عسل را می‌توان به اثر اسمزی، محتوای قند بالا و رطوبت کم، و همچنین وجود اسید گلوکونیک که ماده ضدعفونی‌کننده H_2O_2 تولید می‌کند نسبت داد (O'Grady et al. 1999). بر اساس یک مطالعه آزمایشگاهی، خواص ضد باکتریایی عسل با H_2O_2، متیل گلیوکسال (MGO) و پپتید زنبور عسل ضد میکروبی دیفنسین-۱ مرتبط بود. هر یک از این اجزا مکانیسم‌های عمل متفاوتی را نشان می‌دهند (Khan et al. 2007).



شکل ۳- نمودار شماتیک محدوده فعالیت ضد میکروبی عسل را نشان می‌دهد.



شکل۴- نمایش شماتیک از اثرات ضد میکروبی عسل

۳- نتیجه گیری

عسل به دلیل پتانسیل ضد میکروبی خود شناخته شده است و طیف گسترده‌ای از پتانسیل را در برابر میکروارگانیسم‌ها از جمله باکتری‌ها نشان می‌دهد. بسیاری از عوامل مهم در اثر ضد میکروبی آن ، از جمله اسمولاریته، محتوای H_2O_2، pH پایین، سطح اسید فنولیک و فلاونوئیدها نقش دارند. سایر عوامل فیتوشیمیایی مانند تتراسایکلین، پراکسیدها، آمیلاز، اسیدهای چرب، فنول‌ها، اسید اسکوربیک، ترپن‌ها، بنزیل الکل‌ها و اسید بنزوئیک، عسل را در برابر باکتری‌های بیماریزا فعال می‌کنند و اثر باکتریواستاتیک یا باکتری‌کشی ایجاد می‌کنند. همه این عوامل با توجه به منبع شهد و شرایط نگهداری متفاوت است. ظهور مقاومت باکتریایی به عسل بسیار کم است، زیرا در ترکیب انواع مختلف عسل تغییراتی وجود دارد که به دلیل: ۱) منبع شهد. ۲) شرایط آب و هوایی؛ ۳) مدت زمان ذخیره سازی؛ و ۴) شرایط نگهداری. هنگام استفاده از عسل با آنتی بیوتیک‌ها هم افزایی مشاهده شد. چنین یافته‌هایی بر کاربرد بالقوه عسل با آنتی‌بیوتیک‌ها تأکید می‌کند و اثربخشی آنها را افزایش می‌دهد و MDR احتمالی را کاهش می‌دهد. تعدیل MDR توسط عسل بسیار امیدوار کننده است و ممکن است به دلیل ترکیب پیچیده عسل باشد که حاوی بیش از ۱۸۰ ماده مختلف از جمله ویتامین ها، مواد معدنی، اسیدهای آمینه، آنزیم ها، اسیدهای آلی و سایر ترکیبات است که اثرات ضد باکتریایی خود را بصورت جداگانه، در ترکیب با یکدیگر یا با سایر عوامل خارجی به روشی هم افزایی برای تعدیل MDR اعمال می‌کنند. تجزیه و تحلیل دقیق ترکیب شیمیایی عسل ممکن است ما را قادر سازد تا غلظت مناسب این اجزای هم افزایی را تخمین بزنیم و منجر به تولید موثرترین عسل با طیف وسیع با فعالیت در برابر انواع باکتری های MDR شود. عسل بطور گسترده‌ای در درمان زخم‌های حاد، مزمن، ضربه‌ای و پس از جراحی و همچنین برای زخم‌ها، سوختگی‌ها، بیماری‌های چشمی، بیماری‌های پوستی، مشکلات مخاط دهان و نواحی نکروزه استفاده می‌شود. به این ترتیب، عسل می‌تواند یک عامل جایگزین ضد باکتریایی با پتانسیل درمانی امیدوارکننده در محیط پزشکی باشد. ترکیب شیمیایی دقیق عسل باید شناسایی شود تا بتوان عسل مصنوعی تولید کرد که بتوان از آن برای درمان شرایط پزشکی استفاده کرد.

منابع

Abd-El Aal, A.M., El-Hadidy, M.R., El-Mashad, N.B., El-Sebaie, A.H., 2007. Antimicrobial effect of bee honey in comparison to antibiotics on organisms isolated from infected burns. Ann Burns Fire Disasters 20 (2), 83–88.
Ali, M., 2004. Hydrogen peroxide therapies: recent insights into oxystatic and antimicrobial actions. Townsend Letter for Doctors and Patients 255, 140–144.

Almasaudi, S.B., Al-Nahari, A.A.M., Abd El-Ghany, E.S.M., Barbour, E., Al Muhayawi, S.M., Al-Jaouni, S., Azhar, E., Qari, M., Qari, Y.A., Harakeh, S., 2017. Antimicrobial effect of different types of honey on. Saudi J Biol Sci 24 (6), 1255–1261.
Arakawa, H., Maeda, M., Okubo, S., Shimamura, T., 2004. Role of Hydrogen Peroxide in Bactericidal Action of Catechin. Biol. Pharm. Bull. 27 (3), 277–281.
Bergman, A., Yanai, J., Weiss, J., Bell, D., David, M.P., 1983. Acceleration of wound healing by topical application of honey. The American Journal of Surgery 145 (3), 374–376.
Biesaga, M., Pyrzynska, K., 2009. Liquid chromatography/tandem mass spectrometry studies of the phenolic compounds in honey. Journal of Chromatography A 1216 (38), 6620–6626.
Borges, A., Ferreira, C., Saavedra, M.J., Simões, M., 2013. Antibacterial Activity and Mode of Action of Ferulic and Gallic Acids Against Pathogenic Bacteria. Microbial Drug Resistance 19 (4), 256–265.
Brudzynski, K., 2006. Effect of hydrogen peroxide on antibacterial activities of Canadian honeys. Can. J. Microbiol. 52 (12), 1228–1237.
Chauhan, A., Pandey, V., Chacko, K.M., Khandal, R.K., 2010. Antibacterial activity of raw and processed honey. Electronic Journal of Biology 5 (3), 58–66.
Chua, L.S., Lee, J.Y., Chan, G.F., 2013. Honey protein extraction and determination by mass spectrometry. Anal Bioanal Chem 405 (10), 3063–3074.
Cianciosi, D., Forbes-Hernández, T., Afrin, S., Gasparrini, M., Reboredo-Rodriguez, P., Manna, P., Zhang, J., Bravo Lamas, L., Martínez Flórez, S., Agudo Toyos, P., Quiles, J., Giampieri, F., Battino, M., 2018. Phenolic Compounds in Honey and Their Associated Health Benefits: A Review. Molecules 23 (9), 2322.
Collins, W., Lowen, N., Blake, D.J., 2019. Caffeic Acid Esters Are Effective Bactericidal Compounds Against. Biomolecules 9 (8).
Das, A., Datta, S., Mukherjee, S., Bose, S., Ghosh, S., Dhar, P., 2015. Evaluation of antioxidative, antibacterial and probiotic growth stimulatory activities of Sesamum indicum honey containing phenolic compounds and lignan. LWTFood Science and Technology 61 (1), 244–250.
Eteraf-Oskouei, T., Najafi, M., 2013. Traditional and modern uses of natural honey in human diseases: a review. Iran J Basic Med Sci 16 (6), 731–742.
Ferreira, I.C.F.R., Aires, E., Barreira, J.C.M., Estevinho, L.M., 2009. Antioxidant activity of Portuguese honey samples: Different contributions of the entire honey and phenolic extract. Food Chemistry 114 (4), 1438–1443.
Górniak, I., Bartoszewski, R., Króliczewski, J., 2019. Comprehensive review of antimicrobial activities of plant flavonoids. Phytochem Rev 18 (1), 241–272.
Griep, M.A., Blood, S., Larson, M.A., Koepsell, S.A., Hinrichs, S.H., 2007. Myricetin inhibits Escherichia coli DnaB helicase but not primase. Bioorganic Med. Chem.15, 7203–7208.
Gunes, N., Aydın, L., Belenli, D., Hranitz, J.M., Mengilig, S., Selova, S., 2017. Stress responses of honey bees to organic acid and essential oil treatments against varroa mites. Journal of Apicultural Research 56 (2), 175–181.
Koochak, H., Seyyednejad, S.M., Motamedi, H., 2010. Preliminary study on the antibacterial activity of some medicinal plants of Khuzestan (Iran). Asian Pacific Journal of Tropical Medicine 3 (3), 180–184.
Hazrati, M., Mehrabani, D., Japoni, A., Montasery, H., Azarpira, N., Hamidian-shirazi, A.R., Tanideh, N., 2010. Effect of Honey on Healing of Pseudomonas aeruginosa Infected Burn Wounds in Rat. Journal of Applied Animal Research 37 (2), 161–165.
Henriques, A.F., Jenkins, R.E., Burton, N.F., Cooper, R.A., 2010. The intracellular effects of manuka honey on Staphylococcus aureus. Eur J Clin Microbiol Infect Dis 29 (1), 45–50.
Irish, J., Carter, D.A., Shokohi, T., Blair, S.E., 2006. Honey has an antifungal effect against Candida species. Med Mycol 44 (3), 289–291 .
Jaganathan, S.K., Mandal, S.M., Jana, S.K., Das, S., Mandal, M., 2010. Studies on the phenolic profiling, anti-oxidant and cytotoxic activity of Indian honey: in vitro evaluation. Natural Product Research 24 (14), 1295–1306.
Khan, F. R., U. I. Abadin and N. Rauf. (2007). ‘‘Honey; Nutritional and medical Value.” Medscape Today, from http://www.medscape.com/viewartide/565913.
Kwakman, P.H., Te Velde, A.A., de Boer, L., Vandenbroucke-Grauls, C.M., Zaat, S.A., 2011. Two major medicinal honeys have different mechanisms of bactericidal activity. PLoS One 6 (3):e17709.
Lachman, J., Orsák, M., Hejtmánková, A., Kovár˘ová, E., 2010. Evaluation of antioxidant activity and total phenolics of selected Czech honeys. LWT – Food Science and Technology 43 (1), 52–58.
Lou, Z., Wang, H., Rao, S., Sun, J., Ma, C., Li, J., 2012. p-Coumaric acid kills bacteria through dual damage mechanisms. Food Control 25 (2), 550–554.
Lou, Z., Wang, H., Zhu, S., Ma, C., Wang, Z., 2011. Antibacterial activity and mechanism of action of chlorogenic acid. J Food Sci 76 (6), M398–M403.
Lu, J., Carter, D.A., Turnbull, L., Rosendale, D., Hedderley, D., Stephens, J., Gannabathula, S., Steinhorn, G., Schlothauer, R.C., Whitchurch, C.B., Harry, E.J., 2013. The effect of New Zealand kanuka, manuka and clover honeys on bacterial growth dynamics and cellular morphology varies according to the species. PLoS One 8 (2):e55898.
Lusby, P.E., Coombes, A.L., Wilkinson, J.M., 2005. Bactericidal Activity of Different Honeys against Pathogenic Bacteria. Archives of Medical Research 36 (5), 464–467.
Manyi-Loh, C.E., Clarke, A.M., Munzhelele, T., Green, E., Mkwetshana, N.F., Ndip, R. N., 2010. Selected South African Honeys and Their Extracts Possess In Vitro Anti-Helicobacter pylori Activity. Archives of Medical Research 41 (5), 324–331
Molan, P.C., 1992. The Antibacterial Activity of Honey: 1. The nature of the antibacterial activity. Bee World 73 (1), 5–28.

O'Grady, N.P., Tropea, M., Preas 2nd, H.L., Reda, D., Vandivier, R.W., Banks, S.M., Suffredini, A.F., 1999. Detection of macrophage inflammatory protein (MIP)- 1alpha and MIP-1beta during experimental endotoxemia and human sepsis. J Infect Dis 179 (1), 136–141

Schneider, M., Coyle, S., Warnock, M., Gow, I., Fyfe, L., 2013. Anti-Microbial Activity and Composition of Manuka and Portobello Honey: anti-microbial activity and composition of Manuka and Portobello honey. Phytother. Res. 27 (8), 1162–1168.

Shears, P., 2000. Antimicrobial Resistance in the Tropics. Trop Doct 30 (2), 114–116.

Sherlock, O., Dolan, A., Athman, R., Power, A., Gethin, G., Cowman, S., Humphreys, H., 2010. Comparison of the antimicrobial activity of Ulmo honey from Chile and Manuka honey against methicillin-resistant Staphylococcus aureus, Escherichia coli and Pseudomonas aeruginosa. BMC Complement Altern Med 10, 47.

Shi, C., Zhang, X., Sun, Y.i., Yang, M., Song, K., Zheng, Z., Chen, Y., Liu, X., Jia, Z., Dong, R., Cui, L.u., Xia, X., 2016. Antimicrobial Activity of Ferulic Acid Against Cronobacter sakazakii and Possible Mechanism of Action. Foodborne Pathogens and Disease 13 (4), 196–204.

Simon, Arne, Traynor, Kirsten, Santos, Kai, Blaser, Gisela, Bode, Udo, Molan, Peter, 2009. Medical Honey for Wound Care—Still the 'Latest Resort'? Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine 6 (2), 165–173.

Stephens, Jonathan M., Schlothauer, Ralf C., Morris, Bruce D., Yang, Derek, Fearnley, Liam, Greenwood, David R., Loomes, Kerry M., 2010. Phenolic compounds and methylglyoxal in some New Zealand manuka and kanuka honeys. Food Chemistry 120 (1), 78–86.

Swellam, Tarek, Miyanaga, Naoto, Onozawa, Mizuki, Hattori, Kazunori, Kawai, Koji, Shimazui, Toru, Akaza, Hideyuki, 2003. Antineoplastic activity of honey in an experimental bladder cancer implantation model: In vivo and in vitro studies. Int J Urol 10 (4), 213–219.

Tonks, A.J., Cooper, R.A., Jones, K.P., Blair, S., Parton, J., Tonks, A., 2003. Honey stimulates inflammatory cytokine production from monocytes. Cytokine 21 (5), 242–247.

Tseng, Jun-Ming, Huang, Jun-Ru, Huang, Hsiou-Chen, Tzen, Jason T.C., Chou, WingMing, Peng, Chi-Chung, 2011. Facilitative production of an antimicrobial peptide royalisin and its antibody via an artificial oil-body system. Biotechnol Progress 27 (1), 153–161

Verdrengh, Margareta, Collins, L.Vincent, Bergin, Philip, Tarkowski, Andrej, 2004. Phytoestrogen genistein as an anti-staphylococcal agent. Microbes and Infection 6 (1), 86–92.

Wahdan, H.A.L., 1998. Causes of the antimicrobial activity of honey. Infection 26 (1), 26–31.



The antibacterial activities of honey

Samad Bodbodak [*1] and Somayeh Mohammadkhani [2]

[1*]Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Ahar Faculty of Agriculture and Natural Resources, Tabriz University, Tabriz, Iran

[2] MSc student, Food Biotechnology, Tabriz Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

*Corresponding Author' : s.bodbodak@tabrizu.ac.ir

Abstract

Honey is a powerful antimicrobial agent with a wide range of effects. Various components such as sugar content; polyphenol compounds; hydrogen peroxide; 1,2 dicarbonyl compounds; and bee defensin-1 contribute to the antibacterial effects of honey. The amount of these compounds depends on the source of nectar, the type of bee and the storage conditions. The effectiveness and strength of honey against microorganisms depends on the type of honey produced, which depends on the plant origin, bee health, its origin and processing method. The use of antibiotics with honey brought better antimicrobial potential and synergistic effects against biofilms were observed. Tissue repair increases with the low pH of honey (3-4.5), which is due to the reduction of protease activity at the wound site, the increase of oxygen release from hemoglobin, and the stimulation of fibroblast and macrophage activity. In addition, hydrogen peroxide has antiseptic effects and disinfects the wound site and stimulates the production of vascular endothelial growth factor. The use of honey cleans wounds or burn areas from free radicals and reduces scars and pathological contractions. The anti-inflammatory and antibacterial potential of honey keeps the damaged area moist and therefore prevents it from worsening and fibrosis. In general, the use of honey in medicine is associated with cost reduction and the use of less antibiotics, faster recovery and less hospitalization. This review aims to provide an overview of the antibacterial activities of honey and its uses.

Keywords: Honey, Antibacterial, Antibiotics, Synergy, Wounds and burns.

ی.

دومین همایش ملی پژوهش های کاربردی
امنیت غذایی، ایمنی غذایی و سلامت
«همزمان با روز جهانی غذا؛ ۲۵ مهرماه ۱۴۰۳»
موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

مقایسه تخمیر آب شلغم توسط مخمر ساکارومایسس سرویزیه با لاکتوباسیلوس پلانتاروم

پدرام ح حیدری[1]•

استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی واحدخوی، دانشگاه آزاد اسلامی، خوی، ایران

•نویسنده مسوول: heidaripedram@gmail.com

چکیده

نوشیدنی تخمیری شلغم به رنگ قرمز و طعم ترش که در اثر تخمیر لاکتیکی که با مخلوط کردن شلغم با هویج سیاه و آرد بلغور و نمک وآب و پیروبیوتیک ها تولید میشود. این تحقیق به بررسی نقش میکروارگانیسم های پروبیوتیک (مخمرها و لاکتوباسیلوس ها) در تخمیر آب شلغم بعنوان محصول تخمیری پرداخته است. برای این منظور *ساکارومایسز سرویزیه* با مقدار صفر درصد ، ۱/۲درصد و ۲ درصد وهمچنین لاکتو ب*اسیلوس پلانتاروم* مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج حاصله اسید کل از جنس اسید لاکتیک ۷/۶۱-۷/۶۷ گرم بر لیتر و اسیدیته برابر۳/۴۵-۳/۶۴ میباشد. .در ارزیابی میکروبیولوژیکی آب شلغم، بالاترین تعداد باکتری های اسید لاکتیک در دومین روز تخمیر حاصل شده است. مخمر های *ساکارومایسس* در سومین روز تخمیر مشاهده شده است. تعداد باکتری های کلی فرم در اولین روز تخمیر در حداکثر بوده و سپس از تعدادشان کاسته شده به طوری که در پایان تخمیر در محیط وجود نداشتند. هر دو میکروارگانیسم پروبیوتیک قادر به تخمیر و تولید این آشامیدنی پروبیوتیکی بوده اما میزان الکل و تخمیر و مقدار مقبولیت در محصول تخمیری حاصل از *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* بیشتر از بقیه بود. مطلوب ترین طعم و کیفیت در نمونه آب شلغم ۱.۲ درصدی حاصل شد.

واژگان کلیدی: آب شلغم، تخمیر، ساکارومایسز سرویزیه ، لاکتوباسیلوس پلانتاروم

مقدمه

آشامیدنی های تخمیری محصولاتی هستند که در تولیدشان، فعالیت میکروارگانیسم ها دخالت داشته و موجب تغییرات بیوشیمیایی در آنها میشود و بسته به نوع میکروارگانیسم، فرایند تخمیر می تواند الکلی یا غیر الکلی باشد (Anon, 2001) تخمیر یک فرآیند متابولیکی است که قند طی آن توسط مخمر یا باکتری به اسید، گاز و یا الکل

تبدیل می شود. به منظور اینکه تخمیر به طور موفق انجام شود باید ۳ عامل میکرب، منبع کربن و حرارت حضور داشته باشند. فرایند تخمیر علاوه بر اینکه سبب افزایش ماندگاری محصول میشود بلکه هضم آنرا در دستگاه گوارش تسهیل کرده و آرومای خاصی را در محصول تولید میکند (Chojnacka, 2010) . پروبیوتیکها اگر بصورت متعادل در دستگاه گوارش و بدن انسان توزیع شوند و تعادل فلور میکربی به سود آنها چرخش پیدا کند دارای اثرات سودمندی برای بدن اسان می‌باشند (FAO/WHO 2001; Espinoza and Navarro, 2010).

مخمر ساکارومایسز سرویزیه هم توانایی رشد در حضور اکسیژن را داراست و هم در غیاب ان بخوبی رشد کرده و در محیطهای خنثی تا کمی اسیدی میتواند با تخمیر قندهای نظیر گلوکز ، مانوز ، تره هالوز و گالاکتوز و حتی تخمیر قندهای ۵ کربنه الکل تولید نماید(Karovicova and Kohajdova, 2003) .

لاکتوباسیلوس پلانتاروم یکی دیگر از پروبیوتیک هاست که در غیاب اکسیژن از تخمیر قند میتواند اسیدهای آلی و الکل تولید کند و اگر تعداد آن در روده مناسب باشد میتواند ماندگاری بالایی در این محیط داشته و در حضور نمک با غلظت بالا به رشد خود ادامه دهد (Tanguler and Erten, 2012) . این باکتری قادر به رشد در آب انار بوده و میتواند از منابع مختلف کربنی برای رشد استفاده کند (Mousavi et al., 2011.). برای انتخاب یک پروبیوتیک مناسب در محصول ،باکتری باید دارای ویژگیهای از قبیل تحمل تغییر اسیدیته، رقابت با سایر میکروارگانیسم ها در محیط ،تحمل تغییرات منابع غذایی، نوع متابولیسم و قابلیت پذیرش سوبسترا باشد(Karovicova and Kohajdova, 2003).

تخمیر لاکتیکی با مخلوط کردن ترب شلغم با هویج سیاه و آرد بلغور (گندم خرد شده) و نمک و آب و مخمر آغاز می‌شود این تکنیک در شهرهای آداتا هاتای و آیسل (مناطق مدیترانه ترکیه) شده است (Anon , 2013) . در سال‌های اخیر معمولاً در کلان شهرهایی مثل استانبول آنکارا و ازمیر استفاده شده است (ترکیبات آب شلغم شامل مواد خشک با (۲-۴٪) و پروتئین (۰/۰۹-۰/۰۱۸٪) و نمک (۱/۱-۲/۲٪) اسیدلاکتیک (۰/۵۷۸-۸/۰۵ گرم در لیتر) و خاکستر (۱/۴۶-۲/۰۶٪) و اتانول (۰/۷۹-۶/۴۱٪) بوده، اسیدیته قابل تیتراسیون ۱/۰۶-۹/۱ گرم در لیتر و ۳/۱۵- ۴/۲۵ =pH میباشد (Chojnacka, K, 2010) . آب شلغم یک محصول خانگی است هرچند که اخیراً به شکل تجاری - صنعتی تولید آن افزایش یافته است (Karovicova, J, 2003) دو روش برای تولید تجاری وجود داشته یکی روش سنتی و دیگری روش مستقیم ،دو مرحله در روش سنتی وجود دارد، تخمیر خمیر اولین مرحله و تخمیر هویج دومین مرحله تخمیر بوده از سوی دیگر در روش مستقیم فقط مرحله دوم تخمیر وجود داشته است (Tanguler, H. 2012). در روش سنتی تخمیر خمیر با افزودن خمیر ترش، نمک، آب و آرد بلغور انجام شده، خمیر ترش با استفاده از مخمر نانوایی و در دمای اتاق به مدت چند ساعت و یا در طول شب تخمیر شده است (Espinoza, Y,2010). مخلوط در دمای محیط به مدت ۳ تا ۵ روز قرار داده شده، بخش اصلی در تخمیر خمیر ترش افزایش یافتن تعداد باکتری های لاکتیکی و مخمرهاست (Anon , 2013) . بعد از تخمیر اولیه مخلوط با آب نمک و تکه‌های هویج سیاه و شلغم به عصاره حاصله جهت تخمیر ثانویه افزوده شده است، این مخلوط، بسته به دما ۳در مدت تا ۱۰ روز تخمیر شده

است. بعد از تخمیر ثانویه، آب شلغم به رنگ قرمز ابری و ترش مزه تبدیل می‌شود و بعد از فیلتراسیون در بطری‌ها و ظروف پلاستیکی بسته‌بندی میگردد (Tanguler, H. 2012).

هدف از این مطالعه تولید آشامیدنی تخمیری از شلغم (Brassica rapa) و هویج بنفش (Daucus carota) با استفاده از استارترهای پروبیوتیک : ساکارومایسز سرویزیه و لاکتو باسیلوس پلانتاروم بوده است.

روش پژوهش یا مواد و روش‌ها (فونت B Nazanin – اندازه ۱۲ – پررنگ)

مواد

در این پژوهش از مخمر ساکارومایسس سرویزیه (PTCC 5052) تهیه شده از انستیتو پاستور ایران و لاکتو باسیلوس پلانتاروم(PTCC 1058) خریداری شده از سازمان پژوهشهای علمی صنعتی ایران استفاده گردید. نمونه های شلغم و آرد بلغور و نمک وشکر از بازار شهر خوی و هویج بنفش از سلماس تهیه گردیده است. از نظر زمان کشت و سویه ها دارای شرایط یکسانی بوده اند و در دمای ۴ درجه سانتیگراد و رطوبت ۸۰٪ یخچال نگهداری شدند.

روش

تهیه سوسپانسیون میکربی

جهت فعال سازی سلول مخمر سویه تهیه شده را تحت شرایط استریل به محیط کشت Potato Dextrose Agar منتقل کرده و در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد بمدت ۵ روز انکوبه گردید و باکتری لاکتو باسیلوس پلانتاروم را به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتگراد به محیط کشت MRS Agar انتقال داده شد (Harrigan,1990) . نمونه های مورد مطالعه در این تحقیق عبارت بودند از:

نمونه شاهد:بدون استارتر

نمونه ۱: حاوی ساکارومایسز سرویزیه

نمونه ۲:حاوی لاکتوباسیلوس پلانتاروم

پس از تهیه سرم فیزیولوژی آنرا در لوله اسپکترفوتومتر ریخته سپس از کلنی مخمر و باکتری در آن حل میکنیم . طول موج استاندارد برای مخمر (۵۲۴ نانومتر) و برای باکتری (۵۶۰-۶۲۰ نانومتر) که تعداد سلول میکربی 10^{8} – 10^{10} cfu بدست می آید. (اشرفی ، ۱۳۸۵)

پاستوریزاسیون و تهیه آب شلغم

برای انجام آزمایشات ابتدا نمونه‌های آب شلغم مطابق دستورالعمل روش مستقیم تولید آب شلغم با نسبت‌های ۳ درصد آرد بلغور و ۰.۲ درصد سنگ نمک پودر شده و۲۰ درصد هویج بنفش سلماس و ۲ درصد شلغم و به اندازه کافی آب آشامیدنی که حجم آنرا به یک لیتر رسانده و در دمای ۶۵ درجه سانتیگراد به مدت ۳۰ دقیقه پاستوریزه شده و در دمای ۴ درجه سانتیگراد نگهداری شد.(Özler and Kılıç, 1996).

برای تولید آب شلغم در این مطالعه از روش مستقیم استفاده شد که تخمیر خمیر ترش (تخمیر اول) انجام نمیگیرد(Inceday,2008). کلیه آزمایشات دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی خوی آزمایشگاه میکروبیولوژی و همچنین در آزمایشگاه کنترل کیفی کارخانه بهنوش انجام گرفته شده است.

مرحله تخمیر

تخمیر در این آزمایش در دو مرحله انجام گرفت : تخمیر الکلی و تخمیر لاکتیکی.در ابتدا به میزان 10^{10} cfu/ml از کلنی مخمر به ظرف حاوی آب شلغم اضافه کرده به مدت ۴۸-۷۲ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد برای انجام تخمیر الکلی قرار گرفت.همچنین مخمر به نسبت های صفر و ۱/۲ ٪ و ۲٪ نیز به یکی از نمونه ها اضافه گشت. پس از این مرحله به میزان 10^{10} cfu/ml از باکتری لاکتوباسیلوس پلانتاروم به ظرف مورد نظر انتقال داده و برای انجام تخمیر لاکتیکی به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد انکوباسیون گردید(Canabas and Fenercioglu,1984).

شمارش میکربی

شمارش میکربی بروش پور پلیت انجام گرفت برای شمارش مخمر از محیط کشت Yeast Extract Agar و برای شمارش لاکتوباسیل از محیط کشت MRS Agar استفاده گردید. و برای شمارش از فرمول زیر استفاده گردید (Vinderola and Reinheimer, 2000).

تعداد در هر میلی لیتر=$\sum c / (n1+0.1n2)d$

اندازه گیری pH و الکل

برای انئازه گیری هر یک از پارامترهای زیر مطابق روش ذکر شده در استاندارد ملی ایران عمل گردید. برای اندازه گیری pH از دستگاه pH متر مطابق استاندارد ۴۴۰۴و برای اندازه گیری الکل از استاندارد ۲۶۸۵ میزان الکل در نوشیدنی محاسبه گردید(بی نام ۱۳۸۶و۱۳۷۶).

ارزیابی حسی محصول

ویزگی حسی محصول از قبیل رنگ ،بو ، طعم و میزان پذیرش کلی مصرف کننده مطابق هدونیک ۵ امتیازی توسط ده ارزیاب مورد ارزیابی قرار گرفت. ۲۵ میلی لیتر از محصول در اختیار این افراد در شرایط محیطی کاملا یکسان قرار گرفت.

یافته ها

شمارش مخمر و باکتری لاکتوباسیل

تعداد مخمر و باکتری در سه زمان ۲۴،۴۸،۷۲ شمارش شدند.تعداد مخمر بعد از ۴۸ ساعت افزایش داشته ولی بعد از ۷۲ ساعت تعداد مخمر کاهش یافته بود، تعداد باکتری لاکتوباسیلوس پلانتاروم نیز از الگوی فوق تبعیت میکرد یعنی تا ۴۸ ساعت نخست افزایش داشته اما بعد از ۷۲ ساعت روند کاهشی را شاهد بوده ایم.

سنجش میزان الکل و pH

در این محصول مقدار الکل با گذشت زمان افزایش داشته است بطوریکه در ۲۴ ساعت اول میزان الکل به ۰/۰۲٪ و پس از ۴۸ ساعت به ۰/۰۷٪ و بعد از ۷۲ ساعت به ۰/۱۳٪ افزایش یافت. میزان pH نیز در سه زمان فوق در نمونه شاهد و نمونه مورد اندازه گیری قرار گرفت. در نمونه شاهد و در روز صفر برابر ۶/۲ بود و در نمونه مورد آزمایش (لاکتوباسیل پلانتاروم) در روز اول ۵/۲ شد.در روز دوم pH روند کاهش داشته ۴/۲ و در روز سوم به ۳/۹ رسید.

نتایج ارزیابی حسی

نمونه های شماره گذاری شده بصورت رندوم در اختیار ده ارزیاب قرار گرفت و برای تغییر مزه دهان از آب و نان استفاده شد، شرایط محیطی یکسانی برای ارزیابها فراهم بود و نتایج به ترتیب از بیشترین پذیرش و مقبولیت تا کمترین امتیاز دهی شد.

جدول ۱

ترکیبات	0 درصد	1.2درصد	2 درصد	
(BL) اسید کل از جنس اسید لاکتیک	7,16	7,26		7,76
اسید لاکتیک	5,7	6,03	6,24	
اسید استیک	0,49	0,57	0,51	
PH	3,54	3,53	3,46	
(g/L) اسیدهای فرار از جنس اسید استیک	0,79	0,96	0,88	
(L) الکل اتیلیک	3,74	3,44	3,38	
(g/L) قند کل	0,17	0,3	0,08	
(g/L) قند کاهنده	0,014	0,015	0,015	
(L) خاکستر	16,24	4,13	15,29	
(g/L) نمک	13,50	12,20	13,31	
(g/L) ماده خشک	22,66	23,56	23,9	

بحث و نتیجه‌گیری

ترکیبات کلی آب شلغم حاصل از افزودن صفر درصد ۱/۲ درصد و ۲ درصد مخمر ساکارومایسس سرویزیه در جدول ۱ نشان داده شده است در آب شلغم، اسید کل با تیتراسیون اسیدی مشخص می‌شود مطابق با استاندارد آب شلغم ترکیه TSE ۱۱۱۴۹ مقدار اسیدیته کل از جنس اسیدلاکتیک بایستی از ۶ گرم در لیتر کمتر باشد (Mousavi, Z, 2011).

در این تحقیق اسید لاکتیک حاصله در این نمونه‌ها بالاتر از این میزان است مقدار اسیداستیک در نمونه‌های آب شلغم در این تحقیق ۰/۴۹-۰/۵۷ بوده که بیشترین مقدار مربوط به نمونه ۱/۲ درصدی است در این پژوهش pH نمونه‌ها در پایان تخمیر ۳/۴۶-۳/۳.۵۴۵۴می‌باشد (جدول ۱) کمترین مقدار مربوط به نمونه دو درصدی و بیشترین مقدار pH مربوط به نمونه صفر درصدی میباشد و مطابق استاندارد آب شلغم ترکیه TSE ۱۱۱۴۹ بایستی ۳/۳-۳/۸ باشد (Mousavi, Z, 2011) . pH نمونه‌های تحقیق با pH استاندارد مطابقت دارد نتایج حاصل از ارزیابی اسیدهای فرار بیشترین مقدار مربوط به اسیداستیک

می‌باشد در این تحقیق مقدار اسیدهای فرار از جنس اسیداستیک ۰/۷۹-۰/۹۶گرم در لیتر میباشد (جدول ۱). بیشترین مقدار مربوط به نمونه ۱/۲ درصدی و کمترین مقدار مربوط به نمونه صفر درصدی است در نمونه‌های آب شلغم مقدار الکل اتیلیک ۳/۳۸-۳/۷۴ گرم در لیتر می‌باشد ، بیشترین مقدار الکل اتیلیک مربوط به نمونه صفر درصد و کمترین آن مربوط به نمونه دو درصدی است در ترکیبات کلی آب شلغم حاصل از افزودن صفردرصد -۱/۲ درصد و ۲ درصد مخمر ساکارومایسس سرویزیه در جدول ۱ نشان داده شده است .در طی پژوهشی که جان باش و دریا اوغلو در سال ۱۹۹۳ انجام دادند مقدار الکل اتیلیک را ۱.۳۲-۷.۳۰ گرم در لیتر ثبت کرده‌اند (DERYAOGLU, A. 1990) گونش در ۲۰۰۸ در آب شلغم‌های تولیدی مقدار الکل اتیلیک را ۳/۲۹-۴/۱۲ گرم در لیتر مشخص کرده است. در نمونه‌های آب شلغم در این تحقیق قند کل ۸۰-۳۰۰ میلی گرم در لیتر مشخص شده است (جدول۱) . در تحقیق دریا اوغلی نمونه‌های آب شلغم تهیه شده از بازار را بدون قند اعلام کرده بود .گونش در ۲۰۰۸ مقدار قند را ۲۵۵ تا ۲۸۸ تعیین کرده بود . پایین بودن قند احیا شده نشانگر به اتمام رسیدن موفق تخمیر لاکتیکیست ، مقدار قند احیا شده در نمونه‌ها ۱۴-۱۵/۲ میلی گرم در لیتر میباشد (جدول ۱). بیشترین مقدار مربوط به نمونه ۱/۲درصدی و کمترین مقدار مربوط به نمونه صفر درصد است اوزلر در ۱۹۹۵ مقدار قند احیا شده را ۱۰ تا ۶۰ میلی گرم در لیتر مشخص کرده است و گونش در ۲۰۰۸ مقدار قند کاهنده را ۱۱ تا ۱۳.۸ میلیگرم در لیترمشخص کرده است . وقتی که در آب شلغم ،آب و سایر مواد فرار تبخیر شوند مواد باقیمانده مجموع مواد خشک را تشکیل می‌دهند ماده خشک شامل اسیدهای عالی، نمک، پروتئین، مواد رنگی و مواد معدنی می‌باشند (Canbas,A., 1993) در نمونه‌های مورد آزمایش مقدار ماده خشک ۲۲.۶۶-۲۳.۵۶ می‌باشد (جدول ۱) بیشترین مقدار ماده خشک مربوط به نمونه ۱/۲ درصدی کمترین آن مربوط به نمونه صفر درصد بوده است.

در آنالیز میکروبی انجام شده در روی آب شلغم نتایج زیر حاصل شد از شروع تخمیر تا روز سوم تخمیر در مجموع باکتری‌های مزوفیل آیروبیک افزایش و سپس کاهش مشاهده شد در دهمین روز تخمیر بیشترین مقدار مربوط به نمونه ۱/۲ درصدی و کمترین مقدار مربوط به نمونه دو درصدی است مطابق موسسه استاندارد ترکیه بایستی تعداد باکتری‌های مزوفیل آیروبیک ۱.۰×۱۰^{۴} - ۱.۰×۱۰^{۵} cfu/ml باشد (T.S.E.,2003) گونش در ۲۰۰۸ در طی پژوهشی مجموعه باکتری‌های مزوفیل آیروبیک ۷/۶-۸/۱ log×cfu/ml مشخص کرده است در هر سه نمونه آب شلغم در این پژوهش تعداد باکتری‌های اسید لاکتیکی افزایش مشاهده شده است و بیشترین مقدار مربوط به نمونه ۱/۲ و ۲ درصدی بوده و در نمونه‌های آب شلغم کاهش تا ۷ روز ادامه داشته که کمترین مقدار مربوط به نمونه صفر درصدی می باشد آریجی در ۲۰۰۱ و گونش در ۲۰۰۸ تعداد باکتری های اسید لاکتیکی را ۷/۶۰-۸/۹۵ logcfu/ml مشخص کرده‌اند بیشترین تعداد باکتری‌های اسید لاکتیکی در هفته چهارم مربوط به نمونه ۱/۲ درصدی و کمترین آن مربوط به نمونه ۲ درصدی است تعداد باکتری‌های اسید لاکتیکی با گذشت زمان در دو نمونه ۱/۲ و صفر درصدی افزایش و در نمونه ۲ درصدی کاهش داشته است مجموع کل مخمر در نمونه‌های آب شلغم تا سه روز افزایش داشته که بیشترین آن مربوط به نمونه صفر درصدی و کمترین آن مربوط به نمونه ۲ درصدی است نزدیک به دهمین روز تخمیر مقدار کاهش داشته به طوری که کمترین مقدار مربوطه به نمونه ۲ درصدی و بیشترین آن مربوط به نمونه ۱/۲ درصدی است در رابطه با سایر پژوهش‌هایی که در مورد آب شلغم صورت گرفته است مجموع تعداد مخمر را ۳/۵×۱۰^{۵} – ۱/۱×۱۰^{۷} cfu/ml مشخص کرده‌اند (ARICI, M., 2004).

همچنین گونش در ۲۰۰۳ در آب شلغم‌های تهیه شده تعداد مخمرها را ۶/۷۶-۸/۹۶ logcfu/ml مشخص کرده است در ادامه آزمایشات مجموع کل مخمر در هفته ۴ بیشترین مقدار مربوط به نمونه دو درصدی و کمترین آن مربوط به نمونه صفر درصدی

می‌باشد در نمونه‌های آب شلغم در هر سه نمونه با گذشت زمان مجموعه کل مخمر کاهش یافته است طبق ارزیابی انجام شده بیشترین تعداد مخمر ساکارومایسز در شروع تخمیر مربوط به نمونه ۱/۲ درصدی و کمترین آن مربوط به نمونه دو درصدی بوده و تا سومین روز تخمیر در تعداد مخمرها افزایش وجود داشته است بعد از سومین روز تا پایان تخمیر کاهش مشاهده شده است بیشترین مقدار مربوط به نمونه دو درصدی و کمترین مقدار مربوط به نمونه صفر درصدی است در رابطه با تغییرتعداد مخمر ساکارومایسز در تخمیر تحقیقی انجام نشده است در ادامه آزمایشات بیشترین مقدار مخمر ساکارومایسز در هفته چهارم مربوط به نمونه صفر درصدی و کمترین آن مربوط به نمونه دو درصدی است در دو نمونه صفر و ۱/۲ درصدی با گذشت زمان تعداد مخمر ساکارومایسز افزایش یافته است در حالی که در نمونه دو درصدی با گذشت زمان تعداد کاهش یافته است در نمونه‌های آب شلغم با گذشت زمان از تعداد باکتری کلیفرم کاسته می‌شود در نمونه‌های ۲ درصدی و ۱/۲ درصدی به ترتیب بعد از سومین روز و چهارمین روز و در نمونه های صفر درصدی بعد از ۵ روز باکتری کلیفرم مشاهده نشد . گونش در سال ۲۰۰۸ در پژوهشی که انجام داده بود اظهار داشت که در نمونه‌های آب شلغم بعد از ۵ روز هیچ باکتری کلیفرم مشاهده نشد . ینر در ۱۹۹۷ در مرسین در ۱۰ نمونه آب شلغم متفاوت از مطالعه حاضر مشاهده کرد که باکتری‌های کلیفرم ، فکال ، سالمونلا و استافیلوکوکوس اورئوس بیشتر از استاندارد در نمونه ها وجود دارد ((YENER D,1997) .

نتیجه گیری

نتایج حاصل از این مطالعه نشان میده که هر دو میکروارگانیسم پروبیوتیک قادر به تخمیر و تولید این آشامیدنی پروبیوتیکی بوده اما میزان الکل و تخمیر و مقدار مقبولیت محصول در محصول تخمیری حاصل از لاکتوباسیلوس پلانتاروم بیشتر از بقیه بود.

منابع

Anon. (2013). Turkish Food Codex Regulation on Food Additives; Published Official Newspaper Date: 30.06.2013, Official Newspaper Number: 28693; Republic of Turkey Ministry of Food, Agriculture and Livestock: Ankara, Turkey. Available online: http://www. resmigazete. gov. tr/eskiler/2013/06/ 20130630-4.htm (accessed on 10 April 2017).

Chojnacka, K. (2010). Fermentation products. Chemical Engineering and Chemical Process Technology, 5.

FAO/WHO. (2001). Health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria. Cordoba, Argentina: Food and Agriculture Organization of the United Nation and Word Health Organization Expert Consultation Report.

Espinoza, Y. R. & Navarro, Y. G. (2010). Non-dairy probiotic products. Journal of Food Microbiology, 27, 1-11.

Karovicova, J. & Kohajdova, Z. (2003). Lactic acid fermented vegetable juices. HORT. SCI. (PRAGUE), 30(4), 152–158.

Tanguler, H. & Erten, H. (2012). Occurrence and growth of lactic acid bacteria species during the fermentation of Shalgam (salgam), a traditional Turkish fermented beverage. Food Sci. Technol, 46, 36–41, doi: 10.1016/j.lwt.2011.10.026.

Mousavi, Z. E., Mousavi, S. M., Razavi S. H., Emamd jomesh, Z. & Kiani, H. (2011).

Arici, M.,2004. Microbiological and chemical properties of a drink called shalgam. Ernahrungs-Umschau 51(1),10.

Canbas,A., Deryaoglu, 1993. Salgam Suyuna üretim Teknik veBilesimi Uber index Bir Aristocrat.Doga-TurkishJournal of Agricultural and Forestry, 17:119-129

Canbaş, A. & Fenercioğlu, H. A. (1984) b. Research on Shalgam juice. Gida, 95, 279– 286.

Harrigan, W. F. & McCance, M. E. (1990). Laboratory Methods in Food and Dairy Microbiology, 8th edition. Academic Press, London, p. 452

Ashrafi F,Practical Microb.,1th Edition,Ahsan Published, 1385.

Özler, N. & Kılıç, O. (1996). Researchs on the production of fermented turnip juices. Gida, 21, 323–330.

İncedayı, B., Uylaşer, V. & Çopur, U. A. (2008). A Traditional Turkish beverage Shalgam: Manufacturing technique and nutritional value. Journal of Food, Agriculture and Environment, 6, 31–34.

Vinderola, C. G. & Reinheimer, J. A. (2000). Enumeration Lactobacillus Casei in The Presence of Lactobacillus Acidophilus, B ifidobacteria and Lactic Starter Bacteria in Fermented Dairy Products. International Dairy Journal, 10 (4), 271-275.

Nameless. (1376). Measurement of pH in fruit and vegetable products, Iranian National Standard No. 4404.

Nameless. (1386). Test methods of fruit juices, national standard of Iran. No:2685.

T.S.E.,2003. TSI1149 Salgam Suyuna Standardized, Türkiye Standart lariat Enstitüsü, Ankara.

DERYAOGLU, A. 1990.Salgam Suyuna Üretim ve Bilesimi Üzerine bir Arastirma. Çü Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisa's tezi, Adana.

YENER D,1997 Mersin II Merkezinde Degisk Satis Yerlerinden Alman Salgam suyu Örneklerinden Fisichella, Kimyasal,Suyuna ve Mikrobioloji Özellikleri Üzerine Bir Arastirma. Tracy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gida Mühendisligi Ana Bilim Dali, Yüksek Lisans Tezi, Teairra dag

Comparison of turnip juice fermentation by Saccharomyces cerevisiae yeast with Lactobacillus plantarum

Pedram H.Heidari[1*],
Assistant Professor of Food Science Department, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Khoy Branch, Iran.
Corresponding Author , heidaripedram@gmail.com.

Abstract

A fermented turnip beverage with a red color and sour taste is produced through lactic fermentation by mixing turnips with black carrots, bulgur flour, salt, water, and probiotics. This study investigates the role of probiotic microorganisms (yeasts and lactobacilli) in the fermentation of turnip juice as a fermented product. For this purpose, Saccharomyces cerevisiae at concentrations of 0%, 1.2%, and 2%, as well as Lactobacillus plantarum, were examined. According to the results, the total acid content, in the form of lactic acid, ranged from 7.61 to 7.67 grams per liter, and the acidity was between 3.45 and 3.64. In the microbiological evaluation of turnip juice, the highest number of lactic acid bacteria was observed on the second day of fermentation. Saccharomyces yeasts were observed on the third day of fermentation. The number of coliform bacteria was at its maximum on the first day of fermentation and then decreased, so that by the end of fermentation, they were not present in the environment. Both probiotic microorganisms were capable of fermenting and producing this probiotic beverage, but the alcohol content, fermentation rate, and acceptability of the fermented product from Lactobacillus plantarum were higher than the others. The most desirable taste and quality were obtained in the 1.2% turnip juice sample.

Keywords: "Turnip juice", "fermentation", "yeast amount".

دومین همایش ملی پژوهش های کاربردی
امنیت غذایی، ایمنی غذایی و سلامت
«همزمان با روز جهانی غذا؛ ۲۵ مهرماه ۱۴۰۳»
مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

مطالعه ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی دانه کینوآ و مؤلفه‌های کیفی نان حاصل از آن با نگاه به مزیت‌های این دانه در اجرای راهبردهای امنیت غذایی ایران

مسعود تقی‌زاده[۱*]، حسام‌الدین آخوندزاده[۲]
دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
دانشجوی دکتری، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
*نویسند مسئول: mtaghizadeh@um.ac.ir

چکیده

نان گندم از رایج‌ترین انواع نان‌های مصرفی است. در حال حاضر دانه غلات و فرآورده‌های آن به‌عنوان منبع بسیار خوبی از فیبرهای رژیمی شناخته شده‌اند. از راهکارهای مناسب جهت بهبود ویژگی‌های نان، استفاده از منابع مختلف فیبری جایگزین، مانند شبه غلاتی همچون کینوآ است. کینوآ با نام علمی(*Chenopodium quinoa Willd*) از دسته گیاهان دولپه‌ای و خانواده چنوپودیاسه است. این شبه غله حاوی ۱۶ اسیدآمینه ضروری و غیرضروری است. به همین علت از سوی سازمان خوار و بار جهانی[۱۹۸]به‌عنوان غذای عملگرا معرفی شده است. در این پژوهش ضمن اندازه‌گیری مؤلفه‌های فیزیکوشیمیایی آرد دانه کینوآ، اثر آرد کینوآ در چهار سطح ٪۲۵، ٪۵۰، ٪۷۵ و ٪۱۰۰ به همراه آرد گندم با افزودن بهبوددهنده و بدون افزودن بهبوددهنده بر پارامترهای رنگی، ریزساختار مغز نان (شامل: تعداد کل حفرات، اندازه حفرات و سطح کلی حفرات) و تخلخل بافت مغز نان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد با افزایش درصد آرد کینوآ، پارامتر L* (میزان روشنایی) و a* نمونه‌ها افزایش، درحالی‌که پارامتر b*آن‌ها کاهش‌یافته است. همچنین مشاهده شد با افزایش درصد آرد کینوآ میزان انرژی، آنتروپی و هموژنیتی نمونه‌ها افزایش یافت درحالی‌که، میزان کنتراست و بعدبرخالی نمونه‌ها کاهش پیدا کرد. تعداد کل حفرات، اندازه‌ی حفرات، مساحت کل حفرات و تخلخل نمونه‌ها با افزایش آرد کینوآ تا ٪۵۰ افزایش یافت، درحالی‌که در نمونه‌های ٪۷۵ و ٪۱۰۰، این پارامترها کاهش یافتند. حفرات نمونه‌های ٪۷۵ و ٪۱۰۰ آرد کینوآ بیشتر به شکل دایره درآمده بودند و همچنین اندازه‌ی ریزتری نسبت به حفرات نمونه‌های دیگر داشتند. باتوجه‌به نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان عنوان کرد که باتوجه‌به ساختار مورفولوژیکی نامنظم و پیچیده نان می‌توان از تئوری برخال[۱۹۹] برای بررسی اثرات فرایندها و ترکیبات استفاده نمود، و همچنین آنالیز بافت تصویر به‌خوبی قادر به بیان تغییرات بافت مغز نان در اثر فرمولاسیون‌های مختلف بوده و باتوجه‌به پارامترهای بافتی می‌توان این تغییرات را به طور محسوسی بررسی نمود. بر اساس نتایج حاصله مشخص شد که نمونه‌ی حاوی ٪۵۰ آرد کینوآ به همراه بهبوددهنده خصوصیات بافتی بهتری را از خود نشان داده است.

واژه‌گان کلیدی: آرد کینوآ، خصوصیات فیزیکوشیمیایی، تخلخل، ساختار نان

[198] FAO
[199] Fractal

مقدمه

هم‌زمان با افزایش روزافزون جمعیت، لزوم مدیریت در جوامع مختلف بسیار اهمیت یافته است. یکی از این منابع که جنبه حیاتی دارد، منابع آب و محصولات غذایی است. از این جنبه محصولات باغی، زراعی، بذرکاشت ها و همچنین در حوزه فراوری و صنایع تبدیلی نیز دسته‌بندی منابع اهمیت دوچندان دارد.

در سند راهبردی و ملی تحول امنیت غذایی که در سال ۱۴۰۰ منتشر شده است، چهار محور اصلی در حوزه حفظ امنیت غذایی کشور در یک راهبرد ده ساله برشمرده شده است.

۱- فراهمی غذا
۲- دسترسی به غذا
۳- مصرف و سلامت غذا
۴- پایداری و تاب‌آوری منابع

در این میان بسیار اهمیت دارد که در انتخاب نوع و میزان کشت تمامی مؤلفه‌های فوق موردتوجه و ارزیابی قرار گیرد.

سوءتغذیه ناشی از کمبود پروتئین و انرژی از مهم‌ترین مشکلات موجود در کشورهای درحال‌توسعه می‌باشد. به علت کمبود منابع پروتئین حیوانی، تلاشی بی‌وقفه جهت یافتن منابع جدید پروتئینی و برخورداری از هر دو ویژگی خواص عملکردی و ارزش تغذیه‌ای آنها صورت می‌گیرد (کانو و همکاران، ۲۰۰۷). صورت می‌گیرد امروزه پروتئین‌های گیاهی نقش مهمی در تغذیه جوامع بر عهده دارند، استفاده راهبردی از منابع ارزان‌قیمت گیاهی سرشار از پروتئین می‌تواند باعث بهبود وضعیت تغذیه‌ای شود (مشایخ و همکاران، ۲۰۰۸).

در سال‌های اخیر، کینوآ به علت درصد پروتئین و ارزش غذایی بالای آن موردتوجه قرار متخصصین حوزه صنعت غذا قرار گرفته است. دانه کینوآ متعلق به خانوادهChenopodiaceae جنس Chenopodium و گونهQuinoa است (دالاگنول، ۲۰۱۳). محل اصلی کشت آن کشورهای آمریکای جنوبی ازجمله کلمبیا، اکوادور، پرو، بولیوی، آرژانتین و شیلی می‌باشد و به‌عنوان شبه غله شناخته می‌شود (برگهوفر و شنونلکر، ۲۰۱۰). غذایی بسیار بالای دانه کینوآ باعث شده که سازمان خواربار جهانی (FAO)، آن را با شیرخشک مقایسه نموده و مولتی‌ویتامین یا خاویار گیاهی بنامد (فائو، ۲۰۱۱). همچنین مطابق یافته‌های علمی مشخص شده است دانه کینوآ دارای ارزش پروتئینی بالایی است (فریرا، ۲۰۱۵) و می‌تواند به‌عنوان یک جایگزین ارزشمند برای گندم و برنج به‌حساب آید (اولک و همکاران، ۱۹۹۲). پروتئین موجود در کینوآ از معدود پروتئین‌های غیر حیوانی است که از نظر کمی و کیفی بهتر از دانه دیگر غلات است و میزان پروتئین آن دوبرابر گندم می‌باشد (لیلیان، ۲۰۰۹). دانه کینوآ مقدار لیزین بیشتری از گندم دارد و از نظر میزان اسیدهای آمینه تعادل بهتری برای تغذیه انسان و دام دارد (سپهوند و همکاران، ۲۰۱۰). عدم وجود گلوتن در آرد این دانه آن را برای مصرف بیماران سلیاکی و کسانی که به گلوتن حساسیت دارند نیز امکان‌پذیر نموده است. علت این امر سرعت بالاتر هیدرولیز پروتئین‌های کینوآ توسط اسیدلاکتیک باکتری‌ها نسبت به هیدرولیز پروتئین گندم است (دالاگنول و همکاران، ۲۰۱۳). همچنین باید توجه داشت آرد کینوآ به‌خوبی به‌عنوان نشاسته‌ها کش‌دار در ترکیب با آرد گندم، ذرت، برای تهیه بیسکویت و یا فراوری غذا استفاده می‌شود (سپهوند و همکاران، ۲۰۱۰). محتوای ترکیبات معدنی ازجمله آهن، منیزیم، فیبر، پتاسیم و روی، ویتامین‌هایی نظیر گروه E و B و اسیدآمینه ضروری لیزین موجب توجه به استفاده از این دانه شده است (لیلیان، ۲۰۰۹). باتوجه‌به محتوای ترکیبات دانه کینوآ، مانند فیبرهای مغذی، اسیدهای آمینه ضروری، میزان بالای اسید لینولئیک و دیگر ریز مغذی‌ها، آردهای حاصل از دانه

کینوآ می‌تواند از نظر ویژگی‌های عملکردی و قابلیت استفاده در صنعت غذا مورد ارزیابی قرار گیرد .ویژگی عملکردی، خصوصیات فیزیکوشیمیایی هستند که بر رفتار محصولات غذایی طی فراوری، تولید، نگهداری و آماده‌سازی تأثیر می‌گذارند .از مهم‌ترین ویژگی‌های عملکردی می‌توان به ظرفیت جذب و نگهداری آب و روغن، حلالیت، ژله‌ای شدن، ویژگی‌های بین سطحی، تشکیل فیلم و کف‌کنندگی اشاره کرد (عامری شهرابی و همکاران، ۱۳۹۰؛ کائور و سینگ، ۲۰۰۷).

مواد و روش‌ها

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی کینوآ در تولید نان به‌عنوان یکی از ارکان امنیت غذایی و یکی از کالاهای استراتژیک کاملاً مؤثر و مبرهن است؛ اما حفظ کیفیت و ویژگی‌های حسی نان در تولید و پذیرش محصول اهمیت به سزایی دارد.

تعیین ترکیبات شیمیایی، شاخص رنگی و خواص عملکردی آرد کینوآ

به‌منظور تعیین ترکیبات شیمیایی (درصد رطوبت، چربی و پروتئین) مطابق استاندارد انجمن شیمی ایالات متحده اندازه‌گیری انجام شد (AACC, 2003). محاسبه میزان کربوهیدرات نیز از طریق کسر درصد کلیه ترکیبات از ۱۰۰ صورت پذیرفت. کلیه آزمون‌ها با سه تکرار انجام گرفتند.

بررسی مؤلفه‌های رنگی و تخلخل

در این تحقیق از سیستم ماشین بینایی به طور شبیه‌سازی‌شده استفاده شد. به این صورت که از یک جعبه مستطیلی ابعاد ۵۰*۵۰*۷۵ سانتیمتر مکعب به‌عنوان سکوی تصویربرداری استفاده شد. برای تصویربرداری از دوربین دیجیتال ۱۲ مگاپیکسل (1000D, Canon) استفاده شد. سیستم نورپردازی از چهار لامپ فلورسنت (۱۰ واتی) تشکیل شده بود. نور با زاویه ۴۵ درجه به نمونه تابیده شده بود. تصویربرداری با دوربین دیجیتالی در فاصله ۲۱.۵ سانتی‌متری نمونه انجام شد. کالیبراسیون با استفاده از کاشی سفید که مقادیر مؤلفه‌های رنگی آن مشخص بود انجام شد. مؤلفه L* بیانگر درجه روشنی نمونه هس که می‌تواند مقادیر بین ۰ تا ۱۰۰ را به خود اختصاص دهد. مؤلفه a* گستره رنگ سبز (مقادیر منفی) تا رنگ قرمز (مقادیر مثبت) و مؤلفه b* نیز گستره رنگ آبی (مقادیر منفی) تا رنگ زرد (مقادیر مثبت) را در بر می‌گیرد و به‌منظور بررسی مؤلفه‌های رنگ، نمونه‌ها در یک پلیت شیشه‌ای به قطر ۵۸ میلیمتر و عمق ۱۵ میلی‌متر قرار گرفتند.

دانه کینوآ واریته سفید با منشأ کشت کشور پرو، تهیه، پوست‌گیری و مواد زائد و خارجی آن حذف شد، سپس توسط آسیاب نیمه‌صنعتی موجود در پایلوت تحقیقاتی گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد به آرد با درصد استخراج ۹۶، تبدیل و از الک با مش ۷۵ عبور داده شد. آرد الک شده، در دمای یخچال (۴ درجه سانتیگراد)تا زمان اجرای آزمون، نگهداری گردید. آردگندم مورد آزمایش (رطوبت ۱۱ درصد، پروتئین ۱۲ درصد، خاکستر ۰/۸ درصد، گلوتن مرطوب ۱۴ درصد) با درصد استخراج ۷۶ از کارخانه میثم ستاره طوس (خراسان رضوی، ایران) و مخمرخشک ساکارومایسیس سرویزیه از شرکت آستان قدس رضوی (خراسان رضوی، ایران) تهیه گردید. بهبود دهنده‌ی آنزیمی نان باگت از شرکت اکسیر تکنو پانکو (خراسان رضوی، ایران) شامل آرد نول گندم و آنزیم آلفا آمیلاز تهیه شد. بقیه مواد مورداستفاده شامل روغن، نمک، و شکر از بازار محلی مشهد تهیه گردید.

تهیه نان

به‌منظور تهیه نان قالبی ابتدا مخمر (یک درصد) را با سایر اجزای خشک (۱ درصد نمک، ۱/۵ درصد شکر، ۱۰۰گرم آرد شامل: مخلوط آرد کینوآ در چهار سطح ۲۵٪، ۵۰٪، ۷۵٪ و ۱۰۰٪ و آرد گندم به همراه ۲درصد روغن) را به آن اضافه و مخلوط به طور کامل به

وسیله همزن پایلوت نانوایی با پروب موسوم به اسپیرال، هم زده شد. سپس خمیر در دمای ۳۵ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۷۵-۸۰ درصد به مدت ۳۰ دقیقه در اتاق تخمیر قرار گرفت. خمیر تهیه شده به قطعات ۱۰۰ گرمی تقسیم و در قالب به مدت ۱۵دقیقه در دمای ۳۵ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۷۵-۸۰ درصد تحت استراحت قرار گرفت. پخت قرص‌های خمیر نان در دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۵-۳۰ دقیقه انجام شد، سپس قرص‌های نان سرد و سپس در بسته‌های پلی‌اتیلنی بسته بندی شد (یاسین و همکاران، ۲۰۱۰).

تولید نان طبق دستورالعمل بالا یک‌بار با افزودن بهبوددهنده و یک‌بار بدون افزودن بهبوددهنده در هر چهار سطح آرد کینوآ انجام شد.

اندازه‌گیری مؤلفه‌های فیزیکوشیمیایی

میزان حلالیت پروتئین آرد در مقادیر pH بین ۳ تا۹ با استفاده از روش بیورت تعیین شد (آئوسو و آپنتن، ۲۰۰۲).

اندازه‌گیری میزان چربی به روش سوکسله اندازه‌گیری شد (AACC, 2003)

ظرفیت جذب روغن به روش کائور و سینگ (کائور و سینگ، ۲۰۰۷) بهره برده شد.

ظرفیت امولسیون‌کنندگی و پایداری امولسیون نیز به روش مجذوبی (مجذوبی و همکاران، ۲۰۱۲) اندازه‌گیری گردید.

تجزیه‌وتحلیل آماری

تمام آزمون‌ها با سه تکرار انجام گرفتند و تحلیل داده‌ها با استفاده از طرح کاملاً تصادفی و مقایسه میانگین‌ها به‌وسیله آزمون دانکن در سطح امتیاز ۹۵ درصد اجرا شد. نتایج به دست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS (نسخه ۲۲) تجزیه و تحلیلی شدند و برای رسم نمودارها از نرم افزار اکسل (Excel) ۲۰۱۳ استفاده شد.

یافته‌ها

ترکیب شیمیایی

ترکیب شیمیایی آرد سه واریته کینوآ در مقایسه با آردهای سایر حبوبات و غلات در جدول ۱ نشان‌داده‌شده است:

جدول شماره ۱: مقایسه ویژگی‌های شیمیایی و ساختاری آرد دانه‌های مختلف با کینوآ

نوع آرد	پروتئین	رطوبت	چربی	خاکستر	کربوهیدرات	منبع
کینوآ سیاه	۰.۰۵۴±۱۶.۸۱	۰.۰۰۵±۸.۸۲	۰.۴۵±۵.۴	۰.۹۹۸±۲.۱	۰.۴۶±۶۶.۰	تقی‌زاده و همکاران، ۲۰۲۱
کینوآ سفید	۰.۱۸۲±۱۳.۱۱	۰.۰۵۴±۸.۳۶	۰.۲۹±۳.۹	۰.۹۹۷±۳.۱۶	۰.۵۴±۷۱.۰	تقی‌زاده و همکاران، ۲۰۲۱
کینوآ قرمز	۰.۰۲۸±۱۳.۹۵	۰.۰۲±۸.۷۸	۰.۱±۵.۷	۰.۹۹۶±۲.۶	۰.۲۸±۶۸.۰	تقی‌زاده و همکاران، ۲۰۲۱
دانه نخودسبز	۶.۸۴۲۵.۰	***	۱.۰±۸۶.۰۹	۳.۰±۱۰.۱۸	***	کائور و سینگ، ۲۰۰۷
لوبیای سودانی	۲۴.۶۷	***	۸۷.۰۸	۳.۰±۳۱.۱۹	***	کائور و سینگ، ۲۰۰۷
آرد عدس	۳۸.۹۸	۸.۳۰	۲.۴۳	۲.۹۵	***	اسدپور و همکاران، ۱۳۹۰
آرد لوبیاقرمز	۳۲.۷۰	۸.۱۰	۱.۶۰	۴.۰۸	***	اسدپور و همکاران، ۱۳۹۰
آرد گاودانه	۲۶	۱۰	۱۰	۳	۶۱	تقی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶
آرد شنبلیله	۳۴.۷	۷.۳۳	۵.۷۶	۵.۱۷	۵۹.۵۳	فیضی و همکاران، ۱۳۹۲
آرد گندم	۱۴.۳	۲.۸	۲.۳	۲.۲	۷۸.۴	جانکوروا و همکاران، ۲۰۰۹
آرد برنج	۷.۶	۶.۴	۲.۲	۳.۴	۸۰.۴	جانکوروا و همکاران، ۲۰۰۹
آرد جو	۱۰.۸	۴.۴	۱.۹	۲.۲	۸۰.۷	جانکوروا و همکاران، ۲۰۰۹

این نتایج مشخصاً برتری همه کینوآ در فراهم‌آوری مقادیر نسبتاً بالایی پروتئین، کربوهیدرات و چربی را نشان می‌دهد که ازاین‌حیث در دسترسی به ریزساختارهای اصلی موردنیاز بدن، منبع بسیار خوبی به شمار می‌رود.

مقدار درصد پروتئین در آرد واریته سیاه کینوآ بیشتر از آردهای واریته قرمز و سفید بود و مقدار پروتئین در آردهای سفید و قرمز تقریباً با هم برابر است. همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود مقدار پروتئین آرد کینوآ در مقایسه با سایر حبوبات به جز لوبیای سودانی کمتر ولی در مقایسه با آرد غلات از آرد برنج و جو بیشتر و تقریباً مشابه آرد گندم هست. مقدار درصد چربی در آرد قرمز کینوآ نسبت به ۲ واریته دیگر بیشتر بود، همچنین مقدار درصد چربی در آرد سه واریته کینوآ بیشتر از مقادیر گزارش شده برای این دانه‌ها بهتر بودن ویژگی‌های عملکردی آن نیست بلکه به سایر ترکیبات موجود در نمونه نظیر چربی و کربوهیدرات نیز وابسته است. علاوه بر این، کیفیت و آرایش فضایی پروتئین و میزان اسیدهای آمینه آبدوست و آبگریز از شاخصهای اصلی در تعیین ویژگی‌های عملکردی می‌باشند (بویه و همکاران، ۲۰۱۰، اسدپور و همکاران، ۱۳۹۰)

بررسی پارامترهای رنگی

یکی از پارامترهای مهم در مورد آرد و فرآورده‌های پروتئینی نظیر کنسانتره و ایزوله پروتئینی، رنگ آنهاست. پارامتر L* نشان‌دهنده درجه روشنی هست و مقادیر صفر تا ۱۰۰ را می‌تواند به خود اختصاص دهد، هر قدر میزان L* بیشتر باشد نشان‌دهنده روشن‌تر بودن رنگ است (کائور و سینگ، ۲۰۱۰).

باتوجه‌به مقادیر گزارش شده در جدول ۲ مؤلفه L* در آرد کینوآ واریته سفید بیش از بقیه است که نشان‌دهنده روشن‌تر بودن این آرد در مقایسه با دو واریته دیگر است. پارامترهای a* و b* به ترتیب در آرد واریته سفید و آرد واریته سیاه بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده‌اند.

جدول شماره ۲: مقایسه مؤلفه‌های رنگی آرد کینوآ با آرد سایر دانه

نمونه / پارامتر رنگ	L*	a*	b*	منبع
آرد کینوآ سفید	۹۳.۷۵۸	-۶.۷۵۰	-۲.۷۱۴	تقی‌زاده و همکاران، ۲۰۲۱
آرد کینوآ قرمز	۸۴.۴۷۸	-۴.۲۲۶	-۱.۷۱۳	تقی‌زاده و همکاران، ۲۰۲۱
آرد کینوآ سیاه	۸۸.۱۷۵	-۵.۵۰۴	-۵.۶۸۴	تقی‌زاده و همکاران، ۲۰۲۱
آرد عدس	۹۱.۴	-۱.۱۵	۸.۴	شکراللهی و همکاران، ۱۳۹۲
آرد شنبلیله	۷۸.۹۱	-۱.۰۷	۲۹.۸۳	فیضی و همکاران، ۱۳۹۲
آرد سویا	۸۷.۲۶	-۰.۳۳	۲۲.۸۱	فیضی و همکاران، ۱۳۹۲
آرد نخود	۸۶.۳۸	۲.۹۶	۱۹.۸۷	جوشی و همکاران، ۲۰۱۵
آرد گاودانه بدون پوسته	۸۸.۲	۲.۱۲	۲۲.۲	تقی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶

در جدول ۲ مؤلفه‌های رنگی آرد برخی دانه‌ها گزارش شده است که با مقایسه نتایج حاصل ازاین پژوهش با مقادیرگزارش شده می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که آرد کینوآ واریته سفید، از نظر روشنایی تقریباً مشابه آرد عدس بوده و آرد کینوآ سیاه تقریباً مشابه آرد سویا است، همچنین آرد کینوآ قرمز تقریباً مشابه آرد نخود مشاهده شد، همه واریته‌های آرد کینوآ از آرد شنبلیله روشن‌تر بودند. از نظر پارامتر a* آرد حاصل از سه واریته کینوآ دارای رنگ سبز و مشابه آردهای عدس، شنبلیله و سویا بود. از نظر پارامتر b* نیز

دارای رنگ آبی بودند. دلیل این تفاوت‌ها را در بین آردهای مختلف می‌توان به میزان و نوع ترکیبات تشکیل‌دهنده و همین‌طور نوع رنگ‌دانه‌های موجود در این آردها نسبت داد. آردهایی که تا حدی باعث ایجاد رنگ قهوه‌ای شوند جهت تولید نان‌ها و پنکک‌ها مطلوب هستند و آردهایی که به بی‌رنگ شدن محصول کمک کنند در برخی از انواع نان‌ها قابل‌استفاده هستند (فیضی و همکاران، ۱۳۹۲). بر این اساس می‌توان از آرد کینوآ در برخی نان‌ها که رنگ روشن‌تر در آن‌ها مطلوب است، استفاده نمود.

اندازه‌گیری جذب روغن در آرد

جذب روغن یک پدیده فیزیکی است که تحت عنوان محبوس شدن فیزیکی روغن تعریف می‌شود و آن را به زنجیره‌های غیرقطبی پروتئین و همچنین به شکل فضایی پروتئین نسبت می‌دهند (تایونهام و همکاران، ۲۰۰۷، کائور و سینگ، ۲۰۰۷، کینسلا، ۱۹۷۹). بالابودن ظرفیت جذب روغن پارامتر مهمی است که به قابلیت نگهداری عطروطعمم در مواد غذایی و بهبود خصوصیات امولسیون‌کنندگی کمک می‌کند (کینسلا، ۱۹۷۹). ظرفیت جذب روغن سه واریته آرد کینوآ سفید، قرمز و سیاه به ترتیب به میزان ۱.۴۳۵ و ۱.۳۹ و ۱.۳۶۵ گرم بر گرم آرد بوده است. این میزان از مقادیر گزارش شده توسط رواقی و همکاران (۱۳۸۹) برای آردهای سویا با درصد چربی مختلف (۱.۰۹ و ۱.۳۰ گرم بر گرم) و ایزوله پروتئین تجاری سویا (۱.۲۶ گرم بر گرم) توسط آمزا و همکاران (۲۰۱۱)، نخود (۱.۱۰ گرم بر گرم) و همچنین عدس (۰.۹۳ گرم بر گرم) بیشتر بود. همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، جذب روغن سه واریته کینوآ موردمطالعه، از مقادیر گزارش شده برای آرد ماراما، شنبلیله، سویا و گاودانه کمتر بود. همچنین نتایج نشان می‌دهد میزان جذب روغن آرد سه واریته کینوآ نسبتاً بالا است ازاین‌رو می‌توان در فرمولاسیون‌هایی مانند نوشیدنی‌ها، سس‌ها، دسرها و سوسیس‌ها از آرد این دانه استفاده نمود.

جدول شماره ۳: مقایسه ظرفیت جذب روغن آرد کینوآ و سایر آرد

نوع آرد	ظرفیت جذب روغن	منبع
سویا	۱.۸	ماروآتونا و همکاران، ۲۰۱۰
ماراما	۲.۷	ماروآتونا و همکاران، ۲۰۱۰
شنبلیله	۱.۷	فیضی و همکاران، ۱۳۹۲
عدس	۰.۹۳	دو و همکاران، ۲۰۱۲
نخود	۱.۱۰	دو و همکاران، ۲۰۱۲
گاودانه	۱.۷۷	تقی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶

ظرفیت امولسیون‌کنندگی و پایداری امولسیون

تولید امولسیون و پایداری آن در سیستم‌های غذایی مانند سس‌های سالاد اهمیت زیادی دارد. پروتئین‌ها از اسیدهای آمینه باردار، اسیدهای آمینه قطبی غیرباردار و آمینواسیدهای غیرقطبی تشکیل شده‌اند که به پروتئین ویژگی امولسیفایری می‌بخشند. ظرفیت

امولسیون‌کنندگی یک پروتئین کامل به تعادل‌بخش‌های هیدروفیل و هیدروفوب بستگی دارد، بنابراین وابسته به pH می‌باشد؛ علاوه‌برآن pH قلیایی اثر بیشتری از pH اسیدی دارد (رجب و همکاران، ۲۰۰۳). باتوجه‌به شکل ۱، کمترین مقدار امولسیون‌کنندگی

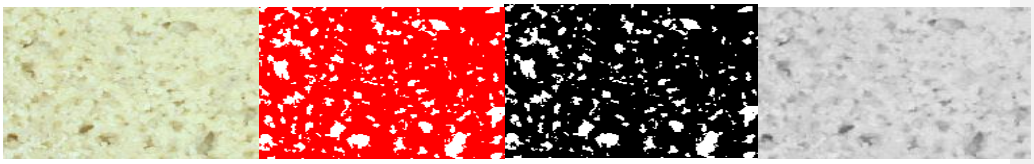
برای هر سه واریته‌ی آرد کینوآ در pH=۴/۵ مشاهده شد که نزدیک به pH ایزوالکتریک می‌باشد. این مشاهده با نتایج ال نصری و ال تیانی (۲۰۰۳) در مورد ایزوله پروتئین شنبلیله و نتایج پژوهش لاوال (۲۰۰۷) درمورد ایزوله پروتئین لوبیای لوکاس، تقی‌زاده و همکاران (۱۳۹۶) در مورد آرد گاودانه و اسدپور و همکاران (۱۳۹۰) در مورد آرد حبوبات مختلف هم‌خوانی داشت. دلیل کاهش ظرفیت امولسیون‌کنندگی در نقطه ایزوالکتریک کاهش حلالیت پروتئین در این نقطه عنوان شده است (فیضی و همکاران، ۱۳۹۲). باید توجه داشت ظرفیت امولسیون‌کنندگی با مقدار پروتئین‌های حل‌شونده در محلول مرتبط است (ال نصری و ال تیانی، ۲۰۰۷، رجب و همکاران، ۲۰۰۳). کاهش حلالیت منجر به کاهش سرعت مهاجرت پروتئین به سمت لایه بین سطحی آب و روغن شده و میزان جذب پروتئین در لایه بین سطحی کاهش می‌یابد. به همین دلیل با کاهش غلظت پروتئین در لایه بین سطحی فعالیت امولسیون‌کنندگی کاهش می‌یابد (پیورنوس و همکاران، ۲۰۱۵). بیشترین ظرفیت امولسیون‌کنندگی آرد سه واریته کینوآ در pH=۹ مشاهده شده که دقیقاً منطبق بر نمودار حلالیت پروتئین (شکل (۱) می‌باشد. این نتایج با یافته‌های حاصل از پژوهش اسدپور و همکاران (۱۳۹۰) در مورد آرد لوبیای قرمز و نتایج ارائه شده توسط آدبوآل (۲۰۰۵) روی آرد سه نوع حبوبات و همچنین نتایج پژوهش تقی‌زاده و همکاران روی آرد گاودانه مطابقت دارد. پروتئینی که قابلیت حل‌شوندگی بیشتری دارد به‌سرعت به لایه بین سطحی روغن - آب مهاجرت کرده و ایجاد امولسیون پایدار می‌کند. در pH های قلیایی شدید نظیر pH=۹ آب‌دوستی سطحی و درنتیجه حلالیت به میزان زیادی افزایش می‌یابد و باعث می‌گردد پروتئین در فاز آبی از پایداری بیشتر و سطح انرژی کمتری برخوردار باشد و باعث کاهش کشش سطحی و افزایش ظرفیت امولسیون‌کنندگی گردد.

در مورد پایداری امولسیون، اثر زمان‌های ۳۰ و ۶۰ دقیقه بر پایداری امولسیون معنی دار بود ($P<0.05$). همان‌طور که در شکل (۷) مشاهده می‌شود باگذشت زمان، پایداری امولسیون کاهش می‌یابد که علت این کاهش می‌تواند به‌هم پیوستن ذرات فاز پراکنده (قطرات روغن) در طی زمان باشد. در مورد اثر pH بر پایداری امولسیون‌ها نتایج نشان داد مقادیر پایداری در pH قلیایی بیشتر از pH اسیدی است به‌طوری‌که این پایداری در pH=۹ اختلاف معنی داری با سایر pH ها دارد. درpH ایزوالکتریک نیروهای دافعه پروتئین ضعیف می‌باشند و ذرات امولسیون تمایل به بهم پیوستگی و انعقاد دارند بنابراین امولسیون پایداری ضعیفی ایجاد می‌کند. لاوال (۲۰۰۴)، فیضی و همکاران (۱۳۹۲) نیز بیان کردند کمترین پایداری امولسیون در نقطه pI می‌باشد. این پژوهشگر عنوان می‌کند، علت احتمالی کاهش پایداری امولسیون در pI را کاهش بیش از اندازه نیروهای دافعه در این pH و درنتیجه تشدید اتصال، تجمع و نهایتاً لخته شدن مولکول‌های پروتئین بیان داشت. تغیرات pH و تغییر در گروه‌های باردار می‌تواند به بهبود خاصیت آبگریزی سطحی کمک نماید. در pH های قلیایی شدید نظیر ۹ حلالیت به میزان زیادی افزایش می‌یابد و باعث می‌شود پروتئین در فاز آبی از پایداری بیشتر برخوردار باشد در ادامه و با کاهش کشش سطحی نیز، منجر به افزایش پایداری امولسیون شود. علاوه بر این در pH های شدید قلیایی یا اسیدی، بدلیل دناتوره شدن پروتئین، چسبندگی بین فاز آب و چربی افزایش یافته و استحکام لایه بین آب و روغن بیشتر می‌شود (لاوال و همکاران، ۲۰۰۴). همچنین در این pH ها به دلیل افزایش ویسکوزیته ناشی از واکنش‌های بین پروتئینی، استحکام فیلم پروتئینی تشکیل شده در فضای بین دو فاز افزایش یافته و در نهایت پایداری امولسیون افزایش می‌یابد (لاوال و همکاران، ۲۰۰۴). هرچه بارالکتریکی اطراف ذرات چربی زیاد باشد نیروهای دافعه، انعقاد آنها را به تعویق می‌اندازند و بنابراین پایداری حاصل می‌گردد (پیورنوس و همکاران، ۲۰۱۵). ارتباط بین پایداری امولسیون و pH مانند رابطه بین حلالیت پروتئین و pH می‌باشد که با نتایج مطالعات رجب و وهمکاران (۲۰۰۳) نیز مطابقت داشت. هونگاند زاواس (۱۹۹۴) عوامل متعددی شامل pH، اندازه ذرات، بار خالص، ویسکوزیته، تنش بین سطحی و ساختار پروتئین را بر پایداری امولسیون مؤثر می‌دانند.

بررسی ریزساختار مغز نان

همچنین جهت استخراج پارامترهای ریزساختار مغز نان، تصاویر تهیه شده در اختیار نرم‌افزار Image J قرار گرفتند. به این منظور نخست تصاویر رنگی تبدیل به نوع هشت بیتی شدند. جهت تبدیل تصاویر هشت بیتی به تصاویر دودویی[200]، قسمت دودویی نرم‌افزار فعال گردید. این تصاویر، مجموعه‌ای از نقاط روشن و تاریک است. جهت تقطیع تصاویر از روش آستانه‌گیری دستی بر مبنای رنگ قرمز استفاده شد. سپس با تنظیم و فعال‌کردن قسمت آنالیز نرم‌افزار، پارامترهای موردنظر همچون تعداد کل سلول‌ها، اندازه سلول‌ها و سطح کلی سلول‌های مغز نان مورد محاسبه قرار گرفت (پرز و همکاران، ۲۰۱۰).

شکل شماره ۱: از راست به چپ به ترتیب؛ الف: تصویر خام ب: تصویر ۸ بیتی ج: تصویر دودویی د: تصویر در مرحله آستانه گیری



آزمون تخلخل

سلول‌های گازی می‌توانند بیش از ۷۰ درصد حجم نان را اشغال کنند، اندازه، تعداد و دانسیته سلول‌های گاز در نان‌های مختلف متفاوت است، در نتیجه بافت و خواص حسی نان را تغییر می‌دهند (اوپادهای و همکاران، ۲۰۱۲). به‌منظور بررسی میزان تخلخل و پراکندگی حفرات در بافت نان، قسمت مشخصی از بافت مغز نان برش داده شد و در محفظه نوری قرار گرفت و از فاصله مشخص توسط دوربین عکس گرفته شد سپس با استفاده از نرم افزار Imagj تخلخل نمونه از نظر قطر میانگین، قطر بیشینه، قطر کمینه بررسی شد (ناجی طبسی و همکاران، ۲۰۱۵) .

اثر افزودن درصدهای مختلف آرد کینوآ بر پارامترهای رنگی

شاخص L* با افزایش درصد آرد کینوآ کاهش یافت که این شاخص در مورد نان حاوی ۱۰۰٪ آردکینوا بدون بهبوددهنده کمترین مقدار بود (۸۹/۶۵۴) که بیانگر تیره بودن بافت نان نسبت به سایر نمونه‌ها می‌باشد و دلیل آن می‌تواند رنگ تیره آرد کینوآ باشد. البته همان‌طور که در ظاهر نان مشخص بود، این تیرگی چندان نامطلوب نبود. روشن‌ترین نمونه‌ی بافت مغز نان مربوط به نان شاهد همراه با بهبوددهنده (۹۷/۶۳۵) می‌باشد. به‌طورکلی حضور بهبوددهنده در نان باعث بهبود روشنایی در مغز نان شده است. مؤلفه‌ی a*در نمونه حاوی ٪۲۵ آرد کینوآ بدون بهبوددهنده (۴/۳۳۶-) که نسبت به نمونه شاهد بدون بهبوددهنده (۲/۱۱۴-) و نمونه شاهد همراه با بهبوددهنده (۲/۰۰۲-) افزایش پیدا کرد. این تغییر نشان دهنده‌ی تمایل بیشتر رنگ این نمونه‌ی نان به سبز می‌باشد. با افزایش درصد آرد کینوآ پارامتر b* نمونه‌ها افزایش یافت که نشان می‌دهد رنگ نان به زرد تمایل بیشتری پیدا کرده است، بافت نان نمونه‌ی ۱۰۰٪ آرد کینوآ بدون بهبوددهنده بیشترین میزان زردی را در بین نمونه‌ها داشت، که در جدول ۲ به وضوح مشخص می‌باشد. باید توجه داشت که در مقایسه میانگین نتایج حاصل از مؤلفه‌های رنگی تصویر، تفاوت معناداری در حوزه دو مؤلفه a* و

[200] Binary

L* مشاهده نگردید اما در خصوص مؤلفه b* تفاوت معناداری میان نمونه‌های حائز مقادیر بالاتر آرد کینوآ مشاهده گردید که این امر نشان می‌دهد استفاده از آرد کینوآ می‌تواند به بهبود رنگ بافت داخلی نان کمک شایانی نماید.

جدول ۴: اثر درصدهای مختلف آرد کینوآ دردو نوع نان (بدون بهبوددهنده و همراه با بهبوددهنده) بر پارامترهای رنگی

کد نمونه	L*	a*	b*
Q0R0	۹۵/۳۵۶ ±۰/۱۸۲ a	-۲/۱۱۴ ±۰/۰۵۴ a	۱/۸۵۴ ±۰/۰۰۲ a
Q1R0	۹۳/۲۴۹ ±۰/۰۵۴ a	-۴/۳۳۶ ±۰/۰۰۵ a	۲/۷۰۲ ±۰/۰۲۸ a
Q2R0	۹۲/۹۶۷ ±۰/۰۲۸ a	-۴/۲۴۱ ±۰/۰۵۴ a	۱۰/۶۴۹ ±۰/۰۵۴ b
Q3R0	۹۰/۶۴۹ ±۰/۰۴۶ a	-۳/۵۶۷ ±۰/۰۲ a	۱۸/۸۶۸ ±۰/۰۴۶ c
Q4R0	۸۹/۶۵۴ ±۰/۰۲۸ a	-۳/۲۱۴ ±۰/۱۸۲ a	۲۱/۵۴۳ ±۰/۰۰۵ c
Q0R1	۹۷/۶۳۵ ±۰/۰۲ a	-۲/۰۰۲ ±۰/۱۰۰ a	۱/۵۱۴ ±۰/۰۵۴ a
Q1R1	۹۵/۷۴۳ ±۰/۰۵۴ a	-۴/۱۲۴ ±۰/۹۹۶ a	۲/۳۱۰ ±۰/۰۲ a
Q2R1	۹۳/۹۹۸ ±۰/۰۰۵ a	-۳/۸۸۷ ±۰/۰۴۵ a	۸/۳۸۹ ±۰/۰۴۵ b
Q3R1	۹۲/۶۸۱ ±۰/۰۵۴ a	-۳/۳۰۸ ±۰/۹۹۸ a	۱۷/۲۶۱ ±۰/۹۹۸ c
Q4R1	۹۱/۳۹۱ ±۰/۰۲ a	-۳/۱۰۸ ±۰/۹۹۷	۱۹/۰۰۲ ±۰/۰۱۶

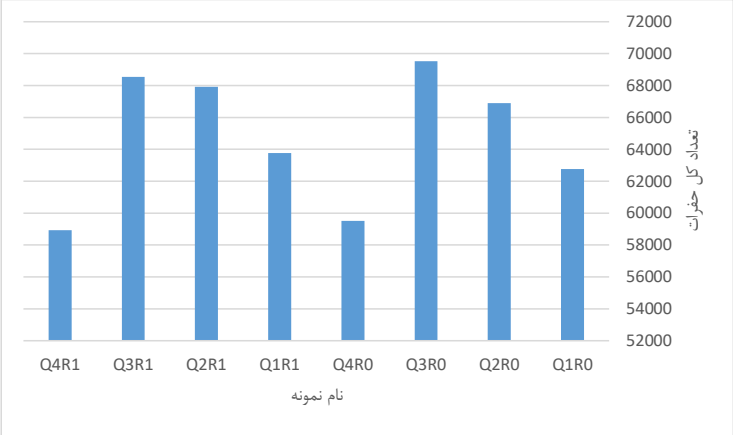
بررسی ساختار مغز نان

نان به‌عنوانیک ماده جامد اسفنجی، حاوی یک‌فاز پراکنده (فاز هوا) و یک‌فاز پیوسته جامد است که نحوه توزیع، یکنواختی، تعداد و اندازه سلول‌ها از عوامل مؤثر بر کیفیت محصول نهایی به شمار می‌آیند. افزودن آرد کینوآ تا ۵۰٪ باعث افزایش تعداد کل سلول‌ها نسبت به هر دو نمونه شاهد (بدون بهبوددهنده و همراه با بهبوددهنده) شد، درحالی‌که نمونه‌های حاوی ٪۷۵ و ۱۰۰٪ آرد کینوآ، تعداد کل سلول‌هایشان نسبت به نمونه‌های دیگر کمتر بود (شکل۳). افزایش تعداد سلول‌ها با افزایش درصد آرد کینوآ تا ۵۰٪ می‌تواند به دلیل تاثیر آن بر پایداری سلول‌های گازی از طریق تشکیل یک لایه ضخیم در سطح سلول‌ها باشد. حضور این لایه در سطح سلول‌ها باعث کاهش به هم پیوستن سلول‌های گازی می‌شود. درحالی‌که، نمونه‌های بالاتر از ۵۰٪ آرد کینوآ، تعداد سلول‌ها کمتر و اندازه کوچک‌تری داشتند که دلیل آن می‌تواند عدم حضور شبکه گلوتنی باشد. اندازه‌ی حفرات نیز با افزایش درصد آرد کینوآ تا ۵۰٪ افزایش یافت نسبت به نمونه‌های شاهد، درحالی‌که در نمونه‌های بالاتر از ۵۰٪ آرد کینوآ حفرات اندازه‌های کوچک‌تری نشان دادند. نتایج مساحت کل حفرات نیز نشان داد با افزایش میزان آرد کینوآ تا ۵۰٪ مساحت کل حفرات نسبت به نمونه‌های شاهد بیشتر بود درحالی‌که در نمونه‌های بالاتر از ۵۰٪ آرد کینوآ مساحت کل حفرات کاهش یافت، به طوریکه کمترین میزان سطح حفرات مربوط به نمونه‌ی ۱۰۰٪ آرد کینوآ بدون بهبوددهنده بود.

نان مغز ساختار بررسی

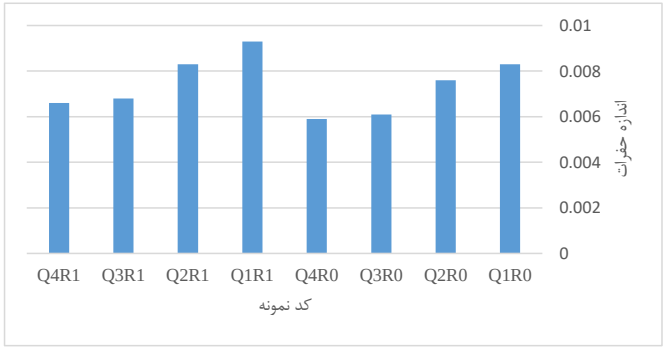
نان به‌عنوانیک ماده جامد اسفنجی، حاوی یک‌فاز پراکنده (فاز هوا) و یک‌فاز پیوسته جامد است که نحوه توزیع، یکنواختی، تعداد و اندازه سلول‌ها از عوامل مؤثر بر کیفیت محصول نهایی به شمار می‌آیند. افزودن آرد کینوآ تا ۵۰٪ باعث افزایش تعداد کل سلول‌ها نسبت به هر دو نمونه شاهد (بدون بهبوددهنده و همراه با بهبوددهنده) شد، درحالی‌که نمونه‌های حاوی ٪۷۵ و ۱۰۰٪ آرد کینوآ، تعداد کل سلول‌هایشان نسبت به نمونه‌های دیگر کمتر بود (شکل۳). افزایش تعداد سلول‌ها با افزایش درصد آرد کینوآ تا ۵۰٪ می‌تواند به دلیل تاثیر آن بر پایداری سلول‌های گازی از طریق تشکیل یک لایه ضخیم در سطح سلول‌ها باشد. حضور این لایه در

سطح سلول‌ها باعث کاهش به هم پیوستن سلول‌های گازی می‌شود. درحالی‌که، نمونه‌های بالاتر از ۵۰٪ آرد کینوآ، تعداد سلول‌ها کمتر و اندازه کوچک‌تری داشتند که دلیل آن می‌تواند عدم حضور شبکه گلوتنی باشد. اندازه‌ی حفرات نیز با افزایش درصد آرد کینوآ تا ۵۰٪ افزایش یافت نسبت به نمونه‌های شاهد، درحالی‌که در نمونه‌های بالاتر از ۵۰٪ آرد کینوآ حفرات اندازه‌های کوچک‌تری نشان دادند. نتایج مساحت کل حفرات نیز نشان داد با افزایش میزان آرد کینوآ تا ۵۰٪ مساحت کل حفرات نسبت به نمونه‌های شاهد بیشتر بود درحالی‌که در نمونه‌های بالاتر از ۵۰٪ آرد کینوآ مساحت کل حفرات کاهش یافت، به طوریکه کمترین میزان سطح حفرات مربوط به نمونه‌ی ۱۰۰٪ آرد کینوآ بدون بهبوددهنده بود.



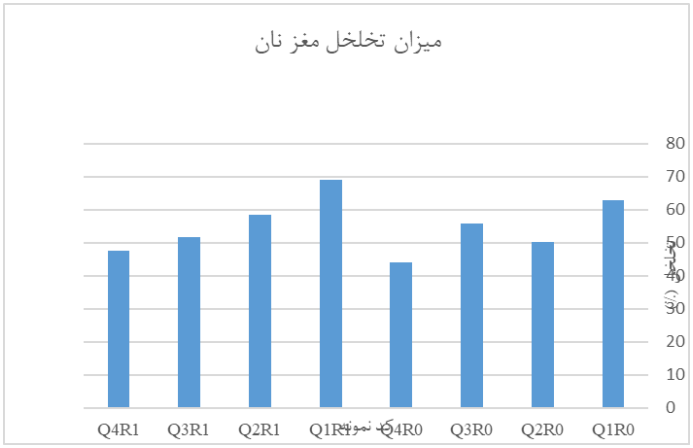
شکل شماره ۲: اثر درصدهای مختلف آرد کینوآ دردو نوع نان (بدون بهبوددهنده و همراه با بهبوددهنده) بر تعداد کل حفرات

شکل شماره ۳: اثر درصدهای مختلف آرد کینوآ در دو نوع نان (بدون بهبوددهنده و همراه با بهبوددهنده) بر اندازه حفرات

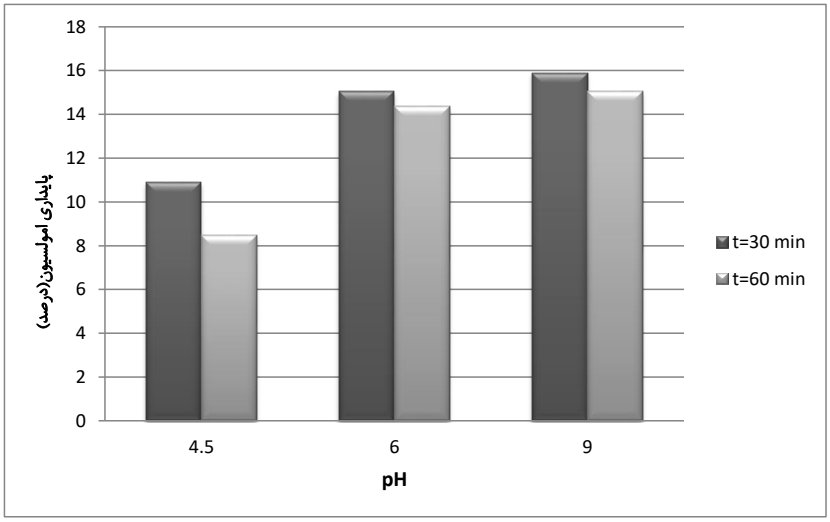


تخلخل

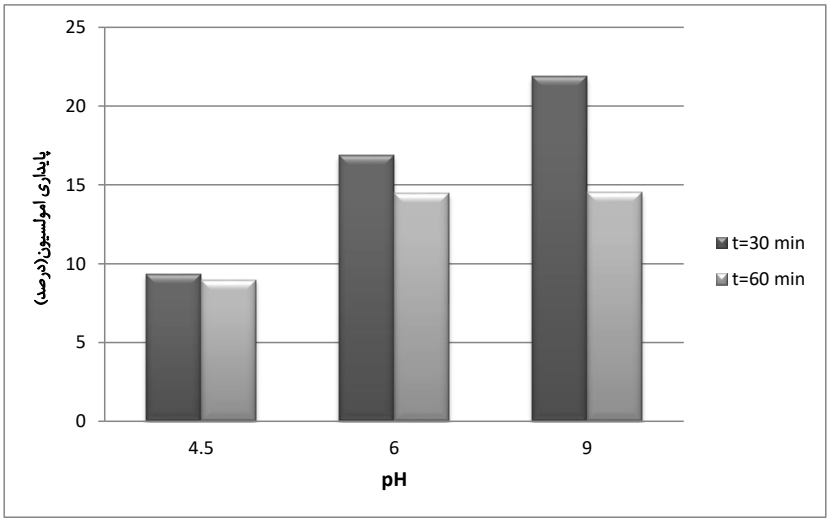
کی از پارامترهای مهم مغز نان، تخلخل است که به‌طورکلی اشاره به ساختار منافذ موجود در مغز نان دارد، همچنین یکی از پارامترهای مهم در تعیین خواص کیفی مغز نان محسوب می‌شود [۳۴] . همان‌طور که در شکل ۶ نشان داده شده است، افزایش درصد آرد کینوآ تا ۵۰٪ موجب افزایش میزان تخلخل در هر دو نمونه‌ی بدون بهبوددهنده و همراه با بهبود شده است، و به‌طورکلی نمونه های حاوی بهبوددهنده تخلخل بیشتری نسبت به نمونه های بدون بهبوددهنده داشتند. نتایج حاصل از تخلخل تایید کننده ی نتایج تعداد سلول‌ها در بخش قبلی بود. درنمونه‌های نان شاهد بدون بهبوددهنده و با حضور بهبوددهنده، حفرات بیشتر به شکل بیضوی بوده و نسبت قطر بزرگ بر قطر کوچک آنها زیاد بود، در حالیکه با اضافه شدن آرد کینوآ در نمونه‌های ۷۵٪ و ۱۰۰٪، حفرات بیشتر به شکل دایره درآمده و ریزترشدند. میانگین قطر حفرات نیز حاکی از کاهش مساحت حفرات است، در نمونه های ۷۵٪ و ۱۰۰٪ آرد کینوآ چه در حضور بهبوددهنده و چه در عدم حضور بهبوددهنده قطر حفرات ریزتر شدند، که نتایج تایید کننده‌ی نتایج بخش ساختار مغز نان بود.



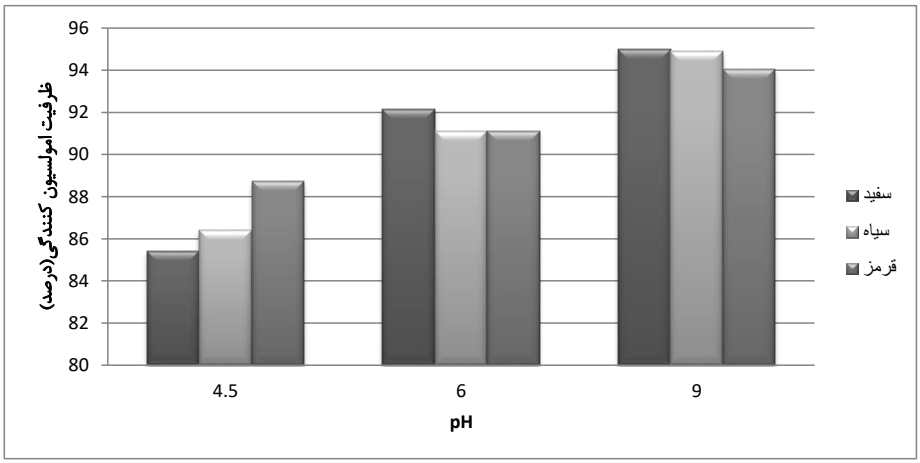
شکل شماره ۴: اثر درصدهای مختلف آرد کینوآ دردو نوع نان (بدون بهبوددهنده و همراه با بهبوددهنده) برمیزان تخلخل



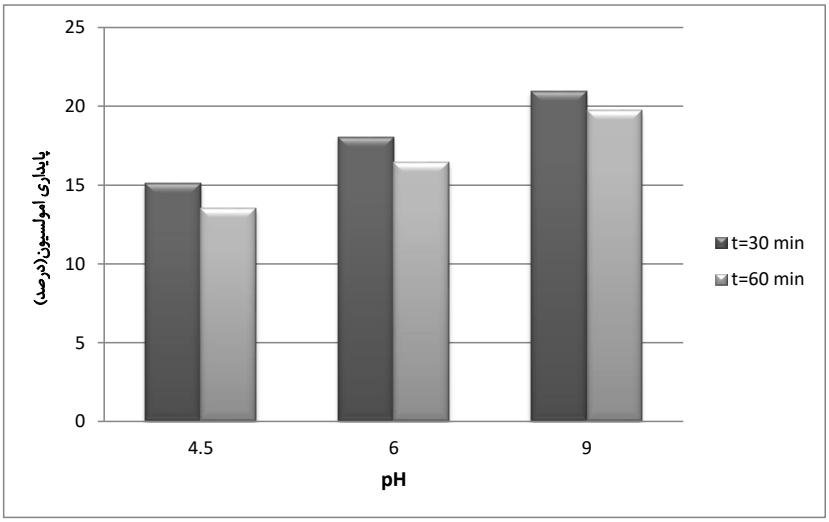
شکل شماره ۵: مقادیر ظرفیت امولسیون‌کنندگی آرد سه واریته کینوآ در مقادیر مختلف pH و زمان



شکل شماره ۶: مقادیر پایداری امولسیون آردکینوا واریته سفید در مقادیرمختلف pH و زمان



شکل شماره ۷: مقادیر پایداری امولسیون آردکینوا واریته سیاه در مقادیر مختلف pH و زمان



شکل شماره ۸: مقادیر پایداری امولسیون آردکینوا واریته قرمز در مقادیر مختلف pH و زمان

مصرف غلات تقریباً در همه جای جهان موقعیت مهمی در تغذیه دارد. زیرا علاوه بر محتوای بالای نشاسته به‌عنوانانرژی، مقادیر زیادی فیبر رژیمی، پروتئین مغذی و اسیدهای چرب ضروری را فراهم می‌کند (دووتیچ و همکاران، ۲۰۰۸). نان یکی از محصولات تهیه شده از غلات و یکی از اولین مواد غذایی تهیه شده توسط انسان است (هیدالگو و همکاران، ۲۰۱۴) که بخشی از غذای اکثر ملل جهان را تشکیل می‌دهد و به‌عنوانارزان‌ترین منبع انرژی و پروتئین در تغذیه قسمت اعظمی از مردم جهان، نقش حیاتی دارد. بررسی‌های سازمان خواربار جهانیانی نشان می‌دهد که مردم کشورهای خاورمیانه و خاور نزدیک در حدود ۷۰ درصد انرژی موردنیاز روزانه خود را از نان و سایر فرآورده‌های گندم، تأمین می‌کنند همان‌طور که از نتایج مشخص است؛ باتوجه‌به ویژگی‌های ذاتی دانه کینوآ، این محصول می‌تواند به‌خوبی باتوجه‌به مؤلفه‌های سند راهبردی و ملی امنیت غذایی جمهوری اسلامی ایران که مبتنی بر شرایط اقلیم، فرهنگ و رشد جمعیت و همچنین با نگاه به مؤلفه‌های ژئوپلیتیکی معرفی شده‌اند، تطابق یابد. علاوه بر مؤلفه‌های علمی و صنعتی ذکر شده در حوزه تولید، نان به‌عنوانیکی از مهم‌ترین ارکان امنیت غذایی در کشور، باید توجه داشت که دانه کینوآ و ارتقا ضریب مصرف آن می‌تواند در تحقق اهداف چهارگانه سند ملی راهبردی امنیت غذایی نیز نقش راهبردی ایفا نماید.

مزیت‌های دانه کینوآ در حوزه فراهمی غذا

به‌صورت مشخص باتوجه‌به هدف‌گذاری سند امنیت غذایی، به‌منظور دستیابی به خودکفایی انرژی به میزان ۵۵-۸۰ درصد و همچنین خودکفایی پروتئین به میزان ۶۰-۸۷ درصد، کینوآ با فراهم‌آوری ۱۳-۱۵ درصد پروتئین در ساختار خود، می‌تواند در ارتقا ضریب خودکفایی پروتئین بسیار مؤثر عمل نماید.

در صورت جایگزینی کینوآبه‌عنوان بخشی از سرانه مصرف گندم و آرد گندم در کشور می‌تواند در حوزه رفع وابستگی به واردات اقلام اساسی و مدیریت مصرف آب در دوره کشت نیز نقش مؤثری ایفا نماید. در حقیقت بهره‌گیری از ظرفیت کینوآ در تولید نان از طریق افزایش سطح و حجم کشت علاوه بر مؤلفه‌های فنی که بحث شد در حوزه تولید پایدار منابع و استفاده از ظرفیت‌های داخلی، موجب می‌شود خودکفایی در یک کالای مقاوم و متناسب با شرایط اقلیمی و البته ارتقا کیفیت در زنجیره ارزش حاصل شود و به طور هم‌زمان موجب حفظ ذخیره استراتژیک گندم نیز می‌گردد.

مزیت‌های دانه کینوآ در حوزه دسترسی به غذا

در این حوزه نیز کینوآ از طریق کاهش وابستگی مستقیم به گندم و چند منبعی نمودن غلات مورداستفاده در تولید نان به عنوان کالای استراتژیک می‌تواند اثر تکانه‌های اقتصادی، اجتماعی و مخاطرات اقلیمی را بر مؤلفه دسترسی به غذا تقلیل دهد. از سوی دیگر این دانه می‌تواند ضریب پروتئین سبد غذایی اقشار آسیب‌پذیر را ارتقا داده و هزینه‌های تأمین غذای خانوار را نیز تقلیل دهد. کینوآ به‌راحتی می‌تواند در متعادل‌سازی هزینه‌های غذای خانوار نقش ایفا نموده و در کنترل برخی مؤلفه‌های تغذیه‌ای بخصوص در دهک‌های پایین جامعه به‌عنوانیک عنصر اثرگذار شناخته شود.

مزیت‌های دانه کینوآ در حوزه ثبات و پایداری

رکن دیگر امنیت غذایی، ثبات و پایداری منابع است. دراین‌خصوص نیز دانه کینوآ در زمان کشت با مصرف کمتر منابع آبی و راندمان آبیاری بالاتر و ارتقا بهره‌وری در سطح زیر کشت و پایین‌بودن نرخ ضایعات و تلفات به‌خوبی به‌عنوانیک‌گونه مقاوم به تنش‌های آبی و متناسب با شرایط اقلیمی و اولویت‌های زیست‌محیطی ایران شناخته شده و می‌تواند در جهت نیل به اهداف امنیت غذایی ایران موردتوجه قرار گیرد.

از منظر اولویت‌های سرمایه‌گذاری و نیز باتوجه‌به ارزش‌افزوده بالای این محصول در مقایسه با غلات و بدون درنظرگرفتن نقش آن به‌عنوانیک کالای محوری در تولید نان، به‌خوبی مزیت‌های اقتصادی و سرمایه‌گذاری کینوآ قابل‌درک و پذیرش هستند. کینوآ مشخصاً در کشت‌های فراسرزمینی دارای مزیت‌های بالقوه در شرایط انتقال و ارتقا ارزش‌افزوده می‌باشد.

به بیان دیگر در افق بلندمدت دانه کینوآ به جهت مزیت اقتصادی بالا در دوره کاشت و برداشت و همچنین راندمان تولید بالا در مقایسه با مصرف آب بسیار کمتر از دانه‌های مشابه و البته مقاومت آفات و تنش‌های اقلیمی، می‌تواند به افزایش سطح رفاه روستائیان و کشاورزان افزایش روند مهاجرت معکوس کمک شایانی نماید. همچنین در حوزه تعادل بخشی به آبخیزداری و کاهش هزینه‌های تولید نیز مزیت این دانه در کشت‌های آزمایشی به اثبات رسیده است.

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش باهدف شناخت آرد سه واریته کینوآ، به بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و نیز ویژگی‌های عملکردی آرد حاصل از آن‌ها پرداخته شد. در بین سه واریته کینوآ میزان پروتئین واریته سیاه (۱۶/۸۱٪) بیشتر از سایر واریته‌ها بود که می‌تواند به‌عنوانیک منبع پروتئینی بالقوه در تولید نان در جهت ارتقا ضریب پروتئینی و خودکفایی در این حوزه مورد بهره برداری قرار گیرد. همچنین خواص عملکردی آرد سه واریته کینوآ و اثر pH بر این خواص مورد بررسی قرارگرفت که نتایج نشان داد آردهای حاصل دارای ویژگی‌های عملکردی مطلوب و قابل مقایسه با سایر حبوبات و غلات می‌باشند. علاوه بر این ویژگی‌های عملکردی آن‌ها تحت تاثیر pH بود و با دور شدن از نقطه ایزوالکتریک و افزایش حلالیت پروتئین، سایر ویژگی‌های عملکردی نیز روند افزایشی را نشان دادند.

همچنین تعداد کل حفرات، اندازه‌ی حفرات، مساحت کل حفرات و تخلخل نمونه‌ها با افزایش آرد کینوآ تا ۵۰٪ افزایش یافت، درحالی‌که در نمونه‌های ۷۵٪ و ۱۰۰٪، این پارامترها کاهش یافتند. حفرات نمونه‌های ۷۵٪ و ۱۰۰٪ آرد کینوآ بیشتر به شکل دایره درآمده بودند و همچنین اندازه‌ی ریزتری نسبت به حفرات نمونه‌های دیگر داشتند. نتایج ساختار مورفولوژیکی نان در این پژوهش نشان داد که می‌توان از تئوری برخال برای بررسی اثرات فرآیندها و ترکیبات استفاده نمود. از طرفی مشخص گردید که آنالیز بافت تصویر به‌خوبی قادر به بیان تغییرات بافت مغز نان در اثر فرمولاسیون‌های مختلف بوده و باتوجه‌به پارامترهای بافتی شامل کنتراست، هموژنیتی، آنتروپی و انرژی می‌توان این تغییرات را به طور محسوسی بررسی نمود. بر اساس نتایج حاصله مشخص شد که نمونه‌ی حاوی ۵۰٪ آرد کینوآ به همراه بهبوددهنده خصوصیات بافتی بهتری را نمایش داد.

بنابراین، با تغییر pH، می‌توان برخی از خواص را برای مصارف خاص، بهبود داد. آرد دانه کینوآ می‌تواند به لحاظ تغذیه‌ای و تکنولوژیکی جایگزین بسیار خوبی برای آرد گندم باشد که ازاین‌حیث ضمن تأمین امنیت غذایی جامعه، انحصار تولید نان و محصولات نانوایی به‌وسیله گندم را نیز از بین خواهد برد. انجام این پژوهش، گامی مؤثر در توسعه و تکمیل پروژه‌های بعدی در مورد، آرد کینوآ است که می‌تواند به‌عنوانجایگزین پروتئین‌های حیوانی و همچنین در تولید محصولات مناسب برای بیماران سلیاکی و افراد حساس به گلوتن در رژیم غذایی مردم کشورهای درحال‌توسعه مطرح باشد. آنچه اکنون ضروری به نظر می‌رسد، تمرکز بر ویژگی‌های حسی محصولات حاصل از آرد کینوآ جهت ارتقا کیفیت محصولات تولیدی است.

جدول شماره ۵: علائم اختصاری نامگذاری

نمونه	کد نمونه
شاهد بدون بهبوددهنده	Q0R0
۲۵٪کینوآ بدون بهبوددهنده	Q1R0
۵۰٪کینوآ بدون بهبوددهنده	Q2R0
۷۵٪کینوآ بدون بهبوددهنده	Q3R0
۱۰۰٪کینوآ بدون بهبوددهنده	Q4R0
شاهد همراه با بهبوددهنده	Q0R1
۲۵٪کینوآ همراه با بهبوددهنده	Q1R1
۵۰٪کینوآ همراه با بهبوددهنده	Q2R1
۷۵٪کینوآ همراه با بهبوددهنده	Q3R1
۱۰۰٪کینوآ همراه با بهبوددهنده	Q4R1

منابع

AACC (2003b). American Association of Cereal Chemists.Approved Method 08-03,8th ed., St. Paul, MN, USA. Adebowale, Y. A., Adeyemi, I. A., and Oshodi, A. A., 2005. Functional and physicochemical properties of flours of six Mucuna species. African Journal of Biotechnology 4 (12): 1461-1468.

Adebowale, Y. A., Adeyemi, I. A., and Oshodi, A. A., 2005. Functional and physicochemical properties of flours of six Mucuna species. African Journal of Biotechnology 4 (12): 1461-1468.

Ameri shahrabi, Badiei, ehsani, Maftoon, azad, sarmadi zadeh, 2011, Investigating the functional and Thermal Properties of Concentrate and Protein Isolated from Chickpea and Soybean, Journal of Nutrition Sciences and Food Technology of Iran,. (6) 49-58 (in Farsi)

Amza, T. Amadou, I. Zhu, K. and Zhou, H. 2011. Effect of extraction and isolation on physicochemical and functional properties of an underutilized seed protein: Gingerbread plum (Neocarya macrophylla). Food Research International, 44: 553 – 559.

Asadpour, A, Jafari, S.M, sadeghi A, ghorbani, m, 2010. Determination of soluble protein and water absorption capacity of flour from different beans, Iranian Food Science and Technology Research Journal Vol. 6, No. 3, Fall, 2010, p. 184-192 (in Farsi).

Asadpour, A, Jafari, S.M, sadeghi A, ghorbani, m, 2011, Determination of Emulsion and Fouling Capacity and Effect of Acidity and Ionic Power on the Properties of Different Flours from Different Beans. Iranian Food Science and Technology Research Journal Vol. 7, No. 1, 2011, p. 80-91 (in Farsi).

Berghofer, E. and Schoenlechner, R. 2010. Pseudocereals–an overview. Departament of FoodScience and Technology, University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna-Austria.

Boye J, Zare F, Pletch A. 2010. Pulse protein: Processing, characterization, functional properties and application in food and feed. Food Research International 43: 414–431.

Boye J.I., Aksay S., Roufik S., Ribéreau S., Mondor M., Farnworth E. Rajamohamed S.H. 2010.Comparison of the functional properties of pea, chickpea and lentil protein concentrates processed using ultra filtration and isoelectric precipitation techniques. Journal of Food Research International 43: 537 –546.

Dallagnol, A. M., Pescuma, M., De Valdez, G. F. and Rollán, G. "Fermentation of quinoa and wheat slurries by Lactobacillus plantarum CRL 778: proteolytic activity." Appl Microbiol Biotechnol 97 (2013): 3129-3140.

Dallagnol, A. M., Pescuma, M., De Valdez, G. F. and Rollán, G. "Fermentation of quinoa and wheat slurries by Lactobacillus plantarum CRL 778: proteolytic activity." Appl Microbiol Biotechnol 97 (2013): 3129-3140.

Dewettinck, F. Van Bockstaele, B. Kühne, D. Van de Walle, T. M. Courtens, and X. Gellynck, 2008. Nutritional value of bread: Influence of processing, food interaction and consumer perception," J Cereal Sci, vol. 48, no. 2, pp. 243–257,.

Du, S., Jiang, H., Yu, X., Jane, J. 2012. Physicochemical and functional properties of whole legume flour. LWT - Food Science and Technology, 55, 308-313.

El Nasri, N. A., & El Tinay, A. H. 2007. Functional properties of fenugreek (Trigonella foenum graecum) protein concentrate. Food Chemistry, 103, 582–589.

FAO, Quinoa: "An ancient crop to contribute to world food security". Regional Office for Latin America and the Caribbean. July (2011).

Feizi, S, Varidi, M, zareie, F, varidi, M, 2013, Investigation Chemical Composition, Color Parameters and Functional Properties of Fenugreek Flour and Comparison with Soybean Flour, Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology (2)2, 121-138 (in Farsi).

Ferreira, D. S., Pallone, J. A. L., and Poppi, R. J. "Direct analysis of the main chemical constituents in Chenopodium quinoa grain using Fourier transform near-infrared spectroscopy." Food Control 48 (2015): 91-95.

Hidalgo and A. Brandolini, 2014., "Bread: Bread from Wheat Flour," in Encyclopedia of Food Microbiology, vol 1., Elsevier Ltd, Academic Press, pp. 303–308.

Jancurová, M., Minarovicová, L. and Dandar, A. 2009. Quinoa–a review. Czech Journal of Food Sciences. 27(2): 71- 79.

Joshi, A. U., Liu, C., Sathe, S. K. 2015. Functional properties of select seed flours.LWT - Food Science and Technology 60: 325-331.

Kanu, P. J., Kerui, Z., Ming, Z. H., Haifeng, Q., Kanu, J. B., and Kexue, Z. 2007. Sesame protein 11: Functional properties of sesame (Sesamum indicum L.) protein isolate as influenced by pH, temperature, time and ratio of flour to water during its production. Asian Journal of Biochemistry, 5: 289-301.

Kaur M, Singh Sandha K. 2010. Functional, thermal and pasting characteristics of flours from different lentil (Lens culinaris) cultivars. Journal of food science and technology-mysore 47(3):273–278.

Kaur, M., Singh, N.2007. Characterization of protein isolates from different Indian chickpea cultivars. Food Chemistry, 102: 366-74. Kinsella, J. E. 1979. Functional properties of soy protein. Journal of American Oil Chemists Society, 56: 242–249.

Lawal, O. S. 2004, Functionality of African locust bean (Parkia biglobossa) protein isolate: effects of pH, ionic strength and various protein concentrations. Journal of Food Chemistry, 86: 345-355.

Lilian E. A. J. 2009. Chapter 1 Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.): Composition, Chemistry, Nutritional, and Functional Properties. Advances in Food and Nutrition Research Volume 58, Pages 1-3.

Lilian E. A. J. 2009. Chapter 1 Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.): Composition, Chemistry, Nutritional, and Functional Properties. Advances in Food and Nutrition Research Volume 58, Pages 1-3

Maruatona, G. N., Duodu, K. G., Minnaar, A. 2010. Physicochemical, nutritional and functional properties of marama bean flour. Food chemistry, 121, 400-405.

Mashayekh, M., Mahmoodi, M. R., & Entezari, M. H. (2008). Effect of fortification of defatted soy flour on sensory and rheological properties of wheat bread. International journal of food science & technology, 43(9), 1693-1698.

Naji-Tabasi and M. Mohebbi, (2015) “Evaluation of cress seed gum and xanthan gum effect on macrostructure properties of gluten-free bread by image processing,” Journal of Food Measurement and characterization, vol. 9, pp. 110–119,.

Oelk, E. A., Puntnam, D. H., Teynor, T. M., and E. S., Oplinger Feb 1992. Alternative Field Crops Manual, Quinoa. University of Wisconsin Extension, Cooperative Extension.

Owusu-Apenten, R. K. 2002. Food protein analysis Quantitative effects on processing. Marcel Dekker, Inc. Basel. New York.

Pérez-Nieto, J. J. Chanona-Perez, R. R. Farrera-Rebollo, G. F. Gutierrez-Lopez, L. Alamilla-Beltran, and G. Calderon-Dominguez, (2010). “Image analysis of structural changes in dough during baking,” LWT-Food Science and Technology, vol. 43, no. 3, pp. 535–543, 2010.

Piornos, J. A., Burgos-Díaz, C., Ogura, T., Morales, E., Rubilar, M., Maureira-Butler, E., Salvo-Garrido, H. 2015. Functional and physicochemical properties of a protein isolate from AluProt-CGNA: A novel protein-rich lupin variety (Lupinus luteus). Food Research International, 76(3): 719–724.

Ragab, D. M., Babiker, E. E., & El Tinay, A. H. (2003). Fractionation, solubility and functional properties of cowpea (Vigna unguiculata) proteins as affected by pH and/or salt concentration. Food Chemistry, 84, 207–212. Ravaghi, M, Mazaheri, M, Asoodeh, A., 2010, Evaluation of performance characteristics of four types of soybean flour in Iran, Journal of Food Science and Technology, Vol6, (3), 1-7(in Farsi).

Sepahvand, N, Kahbazi, M, 2010, Quinoa, a valuable plant to food security and sustainable agriculture in Iran, 11th Iranian Congress of Plant Breeding and Plant Breeding, Research Institute of Environmental Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran,. Pp1811-1814 (in Farsi)

Shokrollahi, Mohebi, Varidi, M, 2013, Evaluation of the effect of temperature, frying time and the addition of lentil flour to batter formulation on the physicochemical and qualitative characteristics of fried crust using a shell model (DFCM) Iranian Food Science and Technology Research Journal Vol. 10, No. 3, p. 266- 275 (in Farsi).

Taghizadeh, B. Shokrollahi, F.Hamedi, 2016 Evaluation the physicochemical and mechanical properties of bittervetch seed (Viciaervilia) and the functional properties of its flour, Iranian Food Science and Technology Research Journal Vol. 13, No. 1, p. 38- 52(in Farsi).

Taghizadeh,H.A Akhoondzadeh, Z.zamani. 2021. Study on physicochemical properties of Quinoa flour of three different varieties and the effect of pH on their functional characteristics. Iranian Food Science and Technology Research Journal. Vol. 17, No. 1, Apr. May. 2021, p. 13- 27 (in Farsi).

Upadhyay, D. Ghosal, and A. Mehra, (2012). “Characterization of bread dough: Rheological properties and microstructure,” J Food Eng, vol. 109, no. 1, pp. 104–113.

Yaseen, A. A. Shouk, and M. T. Ramadan, (2010). “Corn-wheat pan bread quality as affected by hydrocolloids,” Journal of American Science, vol. 6, no. 10, pp. 684–690, 2010.

دومین همایش ملی پژوهش های کاربردی
امنیت غذایی، ایمنی غذایی و سلامت
«همزمان با روز جهانی غذا؛ ۲۵ مهرماه ۱۴۰۳»
مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

Studying the effect of Quinoa on bread based on the physicochemical characteristics of quinoa and the role of Quinoa seed in Iran's food security strategies.

M. Taghizadeh[1]*, H. Akhoondzadeh[2]
1. Professor assistant, Dept. of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, I.R. Iran
2. Ph.D. student, Dept. of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, I.R. Iran
*Corresponding Author: mtaghizadeh@um.ac.ir

Abstract

Chemical properties are important in both technological and nutritional aspects, chemical characteristics were observed and reported for three studied varieties. Protein solubility known as the first criteria in protein functional properties (Asadpour et al., 2010), this parameter is influenced by pH and the least value were observed in pH=4.5 (protein isoelectric point). Water and oil absorption capacity is one of the most important characteristics in flours (Kinsella, 1979), this parameter is a physical phenomenon which is known as oil or water confined in non-polar protein chains that is dependent on protein spatial shape. (Kinsella, 1979؛Kaur and Singh, 2007؛ Trayunham et al., 2007) responses led to 1.285, 1.475 and 1.295 for white, red and black varieties, respectively. Foam ability and foamstability, actually known as volume increase caused by fast stirring and usually results in convenient rheological properties in products texture like ice cream and bread.this parameter refers to the ability of protein to make stable foam aginst mechanical and Gravitational stresses and measured in a 90 min. period of time (Oladela & Aina,2007) (Kinsella,1979). Least responses in this case were observed in pH=4.5 which is an isoelectric range of pH for protein chains. Results were corresponded by responses of El Nasri and El Tinay (2007), Lawal (2004), Taghizadeh et al, (2017) and Asadpour et al (2010) about other semi-cereal grains. Last metered parameter was emulsifying ability and emulsion stability, emulsifying in protein structure is an equilibrium between hydrophilic and hydrophobic parts of protein and affected by alkaline range of pH (Ragab et al., 2003) this parameter is influenced by protein solubility which is in the least measures in isoelectric point (Feizi et al., 2013). Results had shown that foam stability would decrease during time passes. This may be due to the coupling of dispersed phase particles (oil droplets) over time. Concerning the effect of pH on emulsion stability, the results showed that the stability values at alkaline pH were higher than that of acidic pH, so that this stability at pH = 9 was significantly different from other pHs. Among the three varieties of quinoa, the amount of protein in the black variety (16.81%) was higher than the other varieties, which could be further investigated as a potential protein source. In addition, results indicate functional properties are influenced by pH, which means out of iso electric point, protein solubility increase and other fictional properties were improve followed.

Keywords: Quinoa flour, physicochemical properties, porosity, Bread structure,

مروری برکاربرد مغناطیس در کشاورزی و صنعت غذا

محبوبه باسی[1*]، محمد علی حصاری نژاد[2]

دانشجوی دکتری، موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی، مشهد، ایران

استادیار گروه علوم شناختی و ارزیابی حسی مواد غذایی، موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی، مشهد، ایران

*نویسنده مسئول: basiomran1361@gmail.com

چکیده

تمامی میدان‌های مغناطیسی به وسیله حرکت ذرات باردار تولید می‌شود. تکنولوژی میدان مغناطیسی یک فناوری نوظهور است و کمتر مورد مطالعه قرارگرفته است. این تکنولوژی یک تکنیک سازگار با محیط زیست است که ضایعات ساطع نمی‌کند یا تشعشعات مضر تولید نمی‌کند و به منبع تغذیه خارجی نیاز ندارد، بنابراین می‌توان از آن در کشاورزی مدرن پایدار استفاده کرد. قرار گرفتن گیاهان در معرض میدان مغناطیسی یک عمل بالقوه و مقرون به صرفه، قابل استفاده مجدد و ایمن برای افزایش بهره‌وری محصول با تغییر در فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی است. علاوه بر این، میدان‌های مغناطیسی به طور فزاینده‌ای در پروسس موادغذایی جهت حفظ کیفیت موادغذایی استفاده می‌شود و بسته به نوع تجهیزات آنها می‌توانند ایستا، نوسانی یا پالسی باشند. ویژگی‌های موادغذایی پروسس‌شده با میدان مغناطیسی، می‌تواند با توجه به شرایط میدان مغناطیسی هم‌چون چگالی‌شار، فرکانس، قطبیت و زمان اعمال فرایند متفاوت باشد. میدان مغناطیسی با فرکانس پایین، به عنوان یک فناوری فیزیکی جدید غیرحرارتی با ویژگی‌هایی مانند هزینه‌کم فرآیند و بی‌ضرر بودن برای بدن انسان، می‌تواند ساختار فضایی پروتئین‌ها را در مواد غذایی با استفاده از اثر بازآرایی، تغییر داده و باعث بهبود خواص عملکردی آنها می‌گردد.

واژگان کلیدی: مغناطیس، کشاورزی، آب مغناطیسی، پروتئین گیاهی، پروتئین حیوانی

مقدمه

تمامی میدان‌های مغناطیسی به وسیله حرکت ذرات باردار تولید می‌شود. هنگامی که جریان الکتریکی از داخل سیم عبور می‌کند ،جهت قطب نما در نزدیکی سیم حامل جریان تغییر می‌کند. الکترون‌هایی که در سیم جریان دارند، میدان مغناطیسی را ایجاد می‌کنند که این میدان بر روی قطب نما تاثیر گذاشته و جهت آن را تغییر می دهد و این میدان پس از قطع جریان وجود نخواهد داشت. در یک طبقه بندی، میدان های مغناطیسی در سه دسته فوق قرار می‌گیرند:

۱- میدان مغناطیسی پالسی

۲- میدان مغناطیسی استاتیک (شدت میدان در طول زمان ثابت است)که خود به ۵ دسته تقسیم می‌شود: خیلی ضعیف، ضعیف، متوسط، قوی، خیلی قوی

۳- میدان مغناطیسی نوسانی. در طبقه بندی دیگر، میدان مغناطیسی به دو دسته ذیل طبقه بندی می‌گردد: ۱-هموژن(قدرت میدان در سرتاسر ناحیه، یکنواخت است.) ۲- هتروژن(قدرت میدان در سرتا سر ناحیه غیریکنواخت است یعنی اگر فاصله مارپیچ از مرکز افزایش یابد، کاهش در شدت داریم. مواد از نظر واکنش در میدان مغناطیسی به ۳ دسته تقسیم می شود:۱- دیامغناطیس مانند آب ۲- پارامغناطیس مانند اکسیژن و سدیم ۳- فرومغناطیس مانند آهن ، نیکل ، کبالت و .(Abinaya et al., 2023).

تیمار میدان مغناطیسی یک فناوری نوظهور است و کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است. در گذشته، میدان مغناطیسی با شدت بالا معمولاً با یک آهنربای مقاومتی یا ترکیبی که مقدار زیادی انرژی الکتریکی و آب مصرف می‌کرد ایجاد می‌شد. بنابراین، تیمار با میدان مغناطیسی پرهزینه بود. امروزه پیشرفت های سریع در زمینه فناوری آهنربای ابررسانا، استفاده از یک میدان مغناطیسی با شدت بالا و پایدار، بدون لرزش و قابل کنترل را برای مدت زمان طولانی با هزینه نسبتاً کم در محیطی با دمای پایین را، ممکن می سازد(Yao et al., 2021). اخیراً، هزینه کنترل دما در فناوری آهنربای ابررسانا بیشتر کاهش یافته است زیرا سیم‌پیچ های ابررسانا مبتنی بر آلیاژ مس را می‌توان برای تولید میدان مغناطیسی در دمای اتاق استفاده کرد(Jiang et al., 2014).

۲-کاربرد مغناطیس در کشاورزی:

میدان ژئومغناطیسی زمین، یک عامل محیطی اجتناب ناپذیر برای گیاهان است که بر تمام پارامترهای رشد و عملکرد تأثیر می‌گذارد. هر دو میدان مغناطیسی قوی و ضعیف ، در مقایسه با میدان ژئومغناطیسی زمین ، نقش خاصی در رشد و نمو گیاهان دارند. تکنولوژی میدان مغناطیسی، یک تکنیک سازگار با محیط زیست است که ضایعات ساطع نمی‌کند یا تشعشعات مضر تولید نمی‌کند و به منبع تغذیه خارجی نیاز ندارد، بنابراین می توان از آن در کشاورزی مدرن پایدار استفاده کرد(Hafeez et al., 2023). قرار گرفتن گیاهان در معرض میدان مغناطیسی یک عمل بالقوه و مقرون به صرفه، قابل استفاده مجدد و ایمن برای افزایش بهره وری محصول با تغییر در فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی است. با این حال، اثر میدان مغناطیسی بر فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه هنوز به خوبی شناخته نشده است. یکی از راهکارها جهت کاهش اثرات تنش‌خشکی، استفاده ازفناوریهای نوین از جمله فناوری مغناطیسی است. عبوردادن آب مورد استفاده برای آبیاری گیاهان از یک میدان مغناطیسی و پاسخ متفاوت گیاهان به شدت‌های مختلف امواج الکترومغناطیسی می‌تواند راهی جهت افزایش کیفیت آب، کمیت و کیفیت محصول باشد(قدمی‌فیروزآبادی و همکاران،۱۳۹۵). عبور

آب از یک میدان مغناطیسی باعث تغییر بعضی ازخصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب مانند کشش سطحی، قابلیت حل نمکها ، تغییر ساختار خوشه‌ای، زنجیره پیوند هیدروژنی مولکولها، افزایش اثرات دوقطبی مولکولهای آب و تغییر درضریب شکست نور و اسیدیته آب می‌شود.(حیدرپور و همکاران،۱۳۹۵). این تغییرات به وجودآمده به واسطه عبور آب از یک میدان مغناطیسی، به پارامترهای مختلف شدت میدان مغناطیسی، جهت میدان، مدت زمان قرارگرفتن در معرض میدان مغناطیسی، نرخ جریان محلول، کیفیت و pH آب بستگی دارد. تحقیقات نشان داده است که یکی از راههای افزایش برداشت عناصر غذایی توسط گیاه، اعمال تیمارآب مغناطیسی می‌باشد(Mostafazadeh-Fard et al., 2008). آبی که در اثر عبور از میدان مغناطیسی در ویژگی های آن تغییراتی ایجاد می‌گردد آب مغناطیسی نامیده می‌شود که مدت زمان اثر مغناطیس ازچند ساعت تا چند روز می‌باشد. آب مغناطیسی نسبت به آب معمولی، کشش سطحی کمتر و قابلیت نفوذ و حلالیت بیشتری داشته و سبب افزایش فعالیت آنزیم‌ها، پروتئین‌ها، کلروفیل، رنگدانه، اسید نوکلئیک و قطبی شدن ملکولها در سلولهای زنده گیاهان می‌گردد(Karimi et al., 2012).

۳-کاربرد مغناطیس در صنعت غذا:

میدان‌های مغناطیسی به طور فزاینده‌ای در پروسس موادغذایی برای حفظ کیفیت موادغذایی استفاده می شود و بسته به نوع تجهیزات آنها می‌توانند ایستا، نوسانی یا پالسی باشند. ویژگی‌های موادغذایی پروسس‌شده با میدان مغناطیسی، می‌تواند با توجه به شرایط میدان‌مغناطیسی هم‌چون چگالی‌شار، فرکانس، قطبیت و زمان اعمال فرایند متفاوت باشد(Miñano et al., 2020) چندین مکانیسم برای توضیح اثرات میدان‌های مغناطیسی بر روی غذاها پیشنهاد شده است. برخی از آنها فعل و انفعالات در سطح ذرات زیراتمی که رفتارکوانتومی را نشان می‌دهد(مانند جفت رادیکال و مکانیسم‌های تشدید سیکلوترون) را پیشنهاد می‌دهد. پیشنهادات دیگر در سطح ترکیبات درون سلولی ، اندامک ها و سلول‌ها و فعل و انفعالات بین مواد غذایی هستند(Miñano et al., 2020). ساختار و ترکیب سیستم غذایی، تاثیر مهمی بر روی حساسیت ماده غذایی به میدان مغناطیسی دارد و جزو فاکتورهایی هستند که بهره وری میدان مغناطیسی را تحت تاثیر قرار می‌دهند. زمانی که یک میدان مغناطیسی بر روی غذا اعمال می شود، بر اساس ایزوتروپی و حساسیت مغناطیسی، رفتارمتفاوتی نشان می‌دهند. میدان مغناطیسی بر روی میکروب و آنزیم تاثیرگذار است که اثر میدان مغناطیسی بر روی میکرو ارگانیسم ها، به حالت های ذیل می باشد: بدون اثر، مهارکننده، تحریک کننده که در این ارتباط دو تئوری مطرح می شود:۱- اعمال میدان مغناطیسی نوسانی ضعیف، برهم‌کنش میان یون‌ها و پروتئین‌های حاضر در سلول‌میکروبی را تضعیف می‌کند در حالی که یون‌ها و پروتئین‌ها برای متابولیسم فعال، ضروری می‌باشد.۲-میدان‌مغناطیسی بر روی پروتئین باند شده با کلسیم تاثیر می‌گذارد. هم چنین میدان مغناطیسی در خشک‌کردن، انجماد، سرخ‌کردن، تخمیر، و نیز بررسی کیفیت و.... کاربرد دارد(Abinaya et al., 2023). در ادامه برخی از کاربردهای تیمار میدان‌مغناطیسی در صنعت غذا به اختصار آمده است:

۳-۱-کاربرد مغناطیس در اصلاح ساختار پروتئین های گیاهی:

پروتئین‌ها به دلیل ویژگی‌های عملکردی مطلوب هم چون غلیظ‌کنندگی، ژل‌کنندگی، امولسیون‌کنندگی،کف‌کنندگی و حفظ(جذب) آب و روغن و هم‌چنین به دلیل فراهم‌کردن تنوعی از آمینواسیدهای رژیم‌غذایی، ترکیبات بسیار مهمی به عنوان اجزای تشکیل دهنده غذا های عملگرا و مکمل های غذایی در نظر گرفته می شود(Baskıncı & Gul, 2023).

پروتئین‌های‌گیاهی در موادغذایی و صنایع داروسازی به دلیل مزایایی که نسبت به پروتئین‌های‌حیوانی دارند، به صورت فزاینده‌ای موردتوجه قرارگرفته‌اند که این مزایا شامل پایداری عالی، هزینه کم، دسترس‌پذیری وسیع و مقبولیت توسط مصرف‌کنندگان می باشد(Doğan, 2021). درحال حاضر تمایل جهانی و تمایل تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان موادغذایی محلی به پروتئین های‌گیاهی

به عنوان جایگزین پروتئین های‌حیوانی، به دلیل مزایای آنها مانند محدودیت کمتر فرهنگی و مذهبی غذایی، جذابیت برای مصرف‌کنندگان گیاهخوار/ وگان، تطبیق پذیری، هزینه کمتر و پایدارسازی زیست محیطی و کشاورزی بالا ، به طور مداوم در حال افزایش است(Luo et al., 2022).همچنین پروتئین‌های‌گیاهی نسبت به پروتئین‌های حیوانی، چربی اشباع کمتری دارند و فاقد کلسترول و اسیدهای‌چرب ترانس است(Baskinci &Gul ,2023). با این‌حال، برخی از پروتئین‌های مشتق شده از گیاهان، به دلیل ضعیف بودن عملکردهای فنی، قابلیت هضم، فعالیت‌های زیستی، و نیز وجود ترکیبات ضد تغذیه ای با طعم و مزه بد، کاربردهای محدودی در فرمولاسیون محصولات‌غذایی دارند(Doğan, 2021). پروتئین‌های‌گیاهی به دلیل حلالیت ضعیف در آب و حساسیت به pH، قدرت‌یونی و دما، خواص‌عملکردی ضعیفی از خود نشان می‌دهند که کاربرد آنها را محدود می‌کند به‌طوری‌که، اصلاح ویژگی‌های آنها برای بهبود عملکرد آنها بسیار ضروری است. فقدان حلالیت درارتباط با آرد عدس (Doğan, 2021) و فرکشن‌ه‌ا(Tang et al., 2019)ی (زیرواحدهای) پروتئین برنج (آلبومین، گلوبولین (Tang et al., 2019)و کاهش ظرفیت نگه‌داری آب و توانایی تشکیل ژل پروتئین کینوا (Wang et al., 2021) مثال هایی از این‌دست هستند. جدا ازهمه‌ی مزایا و معایب، افزایش تقاضا برای تولید پروتئین‌های گیاهی اصلاح‌شده به صورت فیزیکی به عنوان سیستم‌های جدید رسانش برای انکپسولاسیون، حفظ و نگهداری و رهایش کنترل‌شده، مشاهده شده است(Sharif et al., 2018). روش‌های حرارتی معمول (خشک کردن، اکستروژن، برشته‌کردن، پختن، جوشاندن و بخارپزکردن) از روش‌های رایج تیمار اصلاح فیزیکی به‌کارگرفته شده جهت اصلاح ساختارذاتی پروتئین‌های‌گیاهی هستند که منجر به بازشدن پروتئین و اگریگیشن (تاخوردگی) و دناتوره شدن و پیوند متقابل می‌شود که این رویدادها، خواص عملکردی-فنی را در شرایط حرارتی کنترل شده، افزایش داده و واکنش‌پذیری آلرژن پروتئین‌ها را کاهش می‌دهد. ازطرفی، این تیمارهای حرارتی شدید می توانند به‌سادگی باعث دناتوره شدن و اگریگیشن(تا خوردگی) بزرگ و دائمی شده، که منجر به از دست دادن ساختارهای دوم، سوم و در نتیجه از دست‌دادن عملکرد پروتئین‌ها و نیز باعث به خطر انداختن خصوصیات تغذیه‌ای و حسی پروتئین‌ها می‌گردد(Doğan, 2021).

اخیراً، فناوری‌های جدید غیرشیمیایی و غیرحرارتی جهت اصلاح پروتئین به دلیل مزایای بسیار، موردتوجه قرارگرفته است(Baskıncı & Gul, 2023). به منظور غلبه بر محدودیت های ذکر شده در بالا و افزایش استفاده بهینه از منابع، فناوری‌های نوین فرآوری فیزیکی (NPPT) مانند فرآوری فشار بالا، اولتراسوند، مایکروویو، فرکانس رادیویی، ازن، اشعه ماوراء بنفش، پلاسمای سرد، تابش‌های یونیزاسیون و میدان مغناطیسی و میدان الکتریکی پالسی به عنوان « تیمارهای نوین در حال رشد با پتانسیل بالا در آینده» در نظر گرفته شده است(De Vries et al., 2018). این NPPT ها به دلیل مزایای به اثبات رسیده آنها در از دست دادن حداقلی مواد مغذی، ایمنی مواد غذایی و بهره وری انرژی، به طور امیدوارکننده ای جایگزین تیمار های حرارتی تهاجمی با بازده انرژی پایین تر در زمینه اصلاح پروتئین مواد غذایی هستند(Aryee et al., 2018). این NPPT ها، ساختار پروتئین ها (ساختاراول ، دوم ، سوم و چهارم) را با ایجاد اختلال در انواع فعل و انفعالات میان مولکول های پروتئین (بر هم‌کنش های آب‌گریز و الکترواستاتیک، پیوند هیدروژنی (–H) پیوند دی‌سولفید (–S–S–) و پل‌های نمکی و نیروهای واندروالس) تغییر می دهد که منجر به تغییرات فنی-عملکردی می گردد(Liu et al., 2019). استقرار NPPT می‌تواند تأثیری مثبت بر پروتئین‌های‌گیاهی در ماتریس‌های غذایی پیچیده ، برهمکنش‌های آن‌ها در طی فرایند، ودیگر مواد تشکیل‌دهنده موادغذایی جهت توسعه غذاهای جدید، مغذی، و سالم داشته باشد(RAO et al., 2021).

میدان مغناطیسی با فرکانس پایین، به عنوان یک فناوری فیزیکی جدید غیرحرارتی با ویژگی‌هایی مانند هزینه‌کم فرآیند و بی‌ضرر بودن برای بدن انسان، می‌تواند ساختار فضایی پروتئین‌ها را با استفاده از اثر بازآرایی، تغییر دهد(Wu et al., 2021). مطالعات نشان داده است که تیمار با میدان مغناطیسی در فرکانس (۵۰ هرتز) در ۵ mT به مدت ۹۰ دقیقه می‌تواند به طور موثری خواص امولسیون

کنندگی گلوبولین S۱۱ سویا را بهبود بخشد(Kang et al., 2023).

۳-۲-کاربرد مغناطیس در اصلاح ساختار پروتئین های حیوانی:

۳-۲-۱-تأثیر تیمار میدان مغناطیسی بر گلیکاسیون پروتئین‌های شیر بز:

تأثیر تیمار میدان مغناطیسی بر گلیکاسیون پروتئین‌های شیر بز هنوز مشخص نشده است. در مطالعه‌ای، آنالیز پروتئینی و متابولیسمی نمونه های شیر بز با تیمار مغناطیسی و بدون تیمار مغناطیسی انجام شد. ارزیابی درجه گلیکاسیون و اصلاح ساختاری پروتئین ها مشخص نمود که تیمار میدان مغناطیسی به طور چشمگیری گلیکاسیون پروتئین شیر بز را کاهش می‌دهد که این امر احتمالاً به دلیل رفتار تجمعی ناشی از تیمارمغناطیسی است که محل‌های گلیکاسیون اضافی را مصرف می کند و همچنین دسترسی را تغییر می دهد(Zhang et al., 2023). علاوه بر این، تیمارمیدان مغناطیسی هم کیفیت و هم طعم شیر بز را افزایش داد. این مطالعه امکان سنجی تیمار با میدان مغناطیسی جهت کاهش گلیکاسیون در شیر با هدف تولید محصولات لبنی با کیفیت بالا را پیشنهاد می‌دهد(Atak et al., 2003).

۳-۲-۲-تأثیر تیمار میدان مغناطیسی بر پروتئین‌های آب پنیر:

پروتئین آب پنیر یک مکمل پروتئینی مهم است و خواص فیزیکی آن برای رفع نیازهای مختلف غذایی و سایر کاربردهای مرتبط، اصلاح می‌شود. در مطالعه‌ای، تغییرات خواص فیزیکی و شیمیایی پروتئین آب پنیر را پس از تیمار با میدان‌های مغناطیسی فوق‌العاده بالا یعنی ۲۰/۱۵/۱۰/۵ تسلا بررسی کردند .نتایج نشان داد که تیمار با میدان مغناطیسی، ساختارهای منظم‌تری را با کاهش معنی‌دار در محتوای مارپیچ آلفا (از ۱۸.۷۳٪ به ۱۵.۷۷٪) و افزایش محتوای ورقه بتا (از ۷/۱۱٪ به ۴۹/۱۷٪) القا می کند. تیمار مغناطیس باعث شد که پلیمرهای بسیار تجمع یافته‌ای تشکیل شود که اندازه ذرات آن،۳۶ مرتبه بیشتر از نمونه تیمار نشده بود. درجه کریستالیزاسیون پروتئین آب‌پنیر به ۰.۴۷ ± ۲۸.۷۸ افزایش یافت. علاوه بر این، پلیمر تیمار شده با میدان مغناطیس، فعالیت آنتی‌اکسیداسیون بالاتر، ظرفیت کف‌کنندگی/پایداری بهتر، افزایش ظرفیت جذب آب/روغن و قابلیت امولسیون سازی بالاتری را نشان داد(Liu et al., 2023).

۳-۲-۳-تأثیر تیمار میدان مغناطیسی بر ویژگی های ژل پروتئین میوفیبریلار:

در مطالعه‌ای، مکانیسم اثر میدان‌مغناطیسی متناوب با فرکانس پایین (۵ میلی تسلا به مدت ۳ ساعت) همراه با کلرید کلسیم (۰تا ۱۰۰میلی‌مولار) بر روی ویژگی‌های ژل پروتئین میوفیبریلار کم نمک مورد بررسی قرار گرفت. این تیمار، حلالیت، آب‌گریزی، محتوای سولفیدریل فعال، ظرفیت نگهداری آب را افزایش داد و کدورت، اندازه ذرات و قدرت فلورسانس ذاتی را کاهش داد. هم‌چنین این تیمار، ساختار ثانویه پروتئین را با افزایش صفحات بتا و کاهش مارپیچ آلفا ، تغییر داد. همچنین باعث ایجاد مقدار بالایی از (G') و کاهش زمان آرامش (T2) جهت تشکیل یک ساختار ژل همگن و فشرده گردید. این نتایج نشان داد که تیمار ترکیبی CaCl2 LF- AMF می تواند به عنوان یک رویکرد بالقوه برای اصلاح ویژگی های ژل پروتئین میوفیبریلار کم نمک باشد(Zhao et al., 2024).

۳-۲-۴-تأثیر تیمار میدان مغناطیسی و امواج مایکروویو بر تولید پنیر:

در مطالعه‌ای، تأثیر کاربرد تکنیک‌های جدید هم چون امواج مایکروویو و میدان مغناطیسی در تولید پنیردومیاتی در مقایسه با عملیات حرارتی معمول، بر برخی مشخصات فنی، شیمیایی، بافت، ویژگی‌های میکروبیولوژیکی و حسی محصول نهایی با استفاده از شیر خام، ارزیابی گردیده است. نمونه‌های پنیر دومیاتی با استفاده از شیرخام پر چرب گاو (۳ درصد چربی) که به ترتیب با استفاده از تیمار های مختلف (شامل ۱- تیمارحرارتی در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ ثانیه ۲- تیمار مایکروویو به مدت ۳۰ ثانیه۳- تیمار

میدان مغناطیسی با شدت ۹۵۰ گاوس به مدت ۳۰ دقیقه) پاستوریزه شد، تولید گردید. علاوه بر این، پنیر تولید شده از شیر خام گاو بدون اعمل هیچ گونه تیمار به عنوان شاهد استفاده شد. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که مقادیر راندمان، رطوبت و نسبت نمک/رطوبت پنیر تازه دومیاتی در پنیر شاهد یا پنیر تیمار شده با میدان مغناطیسی کمتر بود در حالی که محتوای اسیدیته قابل تیتراسیون، نسبت نیتروژن محلول / نیتروژن کل و کل اسیدهای چرب فرار در پنیرهای فوق بالاتر بود. در طی فرایند رسیدن،کاهش بیشتر در پارامترهای قبلی و افزایش بیشتر در پارامترهای بعدی ثبت شد. در نمونه های تهیه شده از شیر خام(بدون اعمال تیمار) و نیزشیر تیمارشده با میدان مغناطیسی در مقایسه با نمونه های تهیه شده از شیر تیمار شده با مایکروویو و یا شیر حرارت دیده ، دو پارامتر سختی و صمغی افزایش و پارامترکشش پذیری کاهش یافت. در طی فرایند رسیدگی پنیر نیز، دو پارامتر سختی و صمغی بودن افزایش یافت در حالی که پارامتر کشش پذیری کاهش یافت. در پنیر شاهد در مقایسه با پنیر تولید شده با شیر حرارت دیده یا تیمار شده با مایکروویو و مغناطیس، تعداد کل باکتری، باکتری هاگ ساز و مخمر و کپک بیشتر بود. این مقادیر در تمام نمونه ها در مراحل اولیه رسیدگی افزایش یافت و سپس تا انتهای رسیدگی، به‌شدت کاهش یافت. مهار قابل توجهی در رشد باکتری ها و مخمرها و کپک های اسپور ساز در تیمار مغناطیسی وجود داشت. از این رو می‌توان نتیجه گرفت که میدان مغناطیسی ممکن است با موفقیت در تولید پنیر بدون هیچ گونه تغییر قابل توجهی در خواص فیزیکوشیمیایی پنیر که به طور سنتی با استفاده از شیر خام تهیه می شود، به کار گرفته شود. بنابراین، این یافته‌ها میدان مغناطیسی را به عنوان جایگزینی برای کاهش بار اولیه میکروب‌های شیرخام، بهبود کیفیت و افزایش ماندگاری شیر قبل از فرآوری های متفاوت، معرفی می‌نماید(El-Mestekawy et al., 2023).

۴- بحث و نتیجه‌گیری:

تکنولوژی میدان مغناطیسی، به عنوان یک فناوری فیزیکی جدید غیرحرارتی با ویژگی‌هایی مانند هزینه‌کم فرآیند و بی‌ضرر بودن برای بدن انسان، یک تکنیک سازگار با محیط زیست است که ضایعات ساطع نمی‌کند یا تشعشعات مضر تولید نمی‌کند و به منبع تغذیه خارجی نیاز ندارد، بنابراین می توان از آن در کشاورزی مدرن پایدار و نیز در صنعت غذا جهت پروسس موادغذایی با هدف حفظ کیفیت و ارزش تغذیه ای موادغذایی استفاده نمود.

۵- منابع:

قدمی فیروزآبادی، علی و خوش روش، مجتبی و شیرازی، پویا و زارع ابیانه، حمید،۱۳۹۵،اثر آبیاری با آب مغناطیسی بر عملکرد دانه و بیوماس گیاه سویا رقم DPX در شرایط کم آبیاری و شوری

حیدرپور، م.، خوش روش، م.، & مشاوری، ی. (۲۰۱۶). اثر آب شور مغناطیسی شده بر اصلاح آب و خاک در آبیاری قطره ای. مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۲۳(۲)، ۱۷۹-۱۹۳ .

Abinaya, S., Panghal, A., Roopa, H., Chhikara, N., Kumari, A., & Gehlot, R. (2023). Utilization of magnetic fields in food industry. Novel technologies in food science, 171-233.

Aryee, A., Agyei, D., & Udenigwe, C. (2018). Impact of processing on the chemistry and functionality of food proteins. In Proteins in food processing (pp. 27-45). Elsevier.

Atak, Ç., Emiroğlu, Ö., Alikamanoğlu, S., & Rzakoulieva, A. (2003). Stimulation of regeneration by magnetic field in soybean (Glycine max L. Merrill) tissue cultures. Journal of Cell & Molecular Biology, 2(2).

Baskıncı, T., & Gul, O. (2023). Modifications to structural, techno-functional and rheological properties of sesame protein isolate by high pressure homogenization. International Journal of Biological Macromolecules, 250, 126005.

De Vries, H., Mikolajczak, M., Salmon, J.-M., Abecassis, J., Chaunier, L., Guessasma, S., Lourdin, D., Belhabib, S., Leroy, E., & Trystram, G. (2018). Small-scale food process engineering—Challenges and perspectives. Innovative food science & emerging technologies, 46, 122-130.

Doğan, Ş. (2021). Orhangazi (Bursa) yöresinin Geleneksel Halk ilacı Olarak kullanılan Bitkileri Marmara Universitesi (Turkey)].

El-Mestekawy, T. M. A., Farahat, A. M., El-Batawy, O. I., & Abo EL-Naga, M. Y. (2023). Application of Microwave or Magnetic Field Technique in Relation to Pickled Conventional Domiati Cheese Properties. Egyptian Journal of Chemistry, 66(7), 621-631.

Hafeez, M., Zahra, N., Ahmad, N., Shi, Z., Raza, A., Wang, X., & Li, J. (2023). Growth, physiological, biochemical and molecular changes in plants induced by magnetic fields: A review. Plant Biology, 25(1), 8-23.

Jiang, J., Hathaway, D., Cameron, R., Solanki, S. K., Gizon, L., & Upton, L. (2014). Magnetic flux transport at the solar surface. Space Science Reviews, 186, 491-523.

Kang, Z.-L., Xie, J.-j., Hu, Z.-l., Li, Y.-p., & Ma, H.-J. (2023). Effect of safflower oil and magnetic field-modified soy 11S globulin on rheological and emulsifying properties of oil-in-water emulsions. Food Hydrocolloids, 142, 108775.

Karimi, S., Hojati, S., Eshghi, S., Moghaddam, R. N., & Jandoust, S. (2012). Magnetic exposure improves tolerance of fig 'Sabz'explants to drought stress induced in vitro. Scientia Horticulturae, 137, 95-99.

Liu, P., Hou, M., Yue, Y., Tong, Y., Zhang, T., Lu, Z., & Yang, L. (2023). Effects of ultrahigh magnetic field on the structure and properties of whey protein. Lwt, 177, 114590.

Liu, S.-W., Liu, Y., Ren, Y.-J., Lin, F.-C., & Liu, Y. (2019). Characteristic analysis of plasma channel and shock wave in electrohydraulic pulsed discharge. Physics of plasmas, 26(9).

Luo, L., Yang, Z., Wang, H., Ashokkumar, M., & Hemar, Y. (2022). Impacts of sonication and high hydrostatic pressure on the structural and physicochemical properties of quinoa protein isolate dispersions at acidic, neutral and alkaline pHs. Ultrasonics Sonochemistry, 91, 106232.

Miñano, H. L. A., Silva, A. C. d. S., Souto, S., & Costa, E. J. X. (2020). Magnetic fields in food processing perspectives, applications and action models. Processes, 8(7), 814.

Mostafazadeh-Fard, B., Mansouri, H., Mousavi, S., & Feizi, M. (2008). Application of SWAP model to predict yield and soil salinity for sustainable agriculture in an arid region. International Journal of Sustainable Development and Planning, 3(4), 334-342.

RAO, P. V., BHASKARAN, M., SOMANNA, P., & PATIL, A. B. (2021). Process Analytical Technology-A Tool for Better Quality. International Journal of Pharmaceutical Research (09752366), 13(2).

Sharif, R., Mujtaba, M., Ur Rahman, M., Shalmani, A., Ahmad, H., Anwar, T., Tianchan, D., & Wang, X. (2018). The multifunctional role of chitosan in horticultural crops; a review. Molecules, 23(4), 872.

Tang, L., Zhang, F., Liu, A., Sun, J., Mei, S., Wang, X., Liu, Z., Liu, W., Lu, Q., & Chen, S. (2019). Genome-Wide Association analysis dissects the genetic basis of the grain carbon and nitrogen contents in milled rice. Rice, 12, 1-16.

Wang, L., Shi, Y., Liu, M., Zhang, A., Hong, Y.-L., Li, R., Gao, Q., Chen, M., Ren, W., & Cheng, H.-M. (2021). Intercalated architecture of MA2Z4 family layered van der Waals materials with emerging topological, magnetic and superconducting properties. Nature communications, 12(1), 2361.

Wu, D., Guo, J., Wang, X., Yang, K., Wang, L., Ma, J., Zhou, Y., & Sun, W. (2021). The direct current magnetic field improved the water retention of low-salt myofibrillar protein gel under low temperature condition. Lwt, 151, 112034.

Yao, H., Ren, Z., Tang, J., Lin, Y., Yin, C., Hu, X., Huang, Q., & Zhang, K. (2021). 3D finite-element modeling of Earth induced electromagnetic field and its potential applications for geomagnetic satellites. Science China Earth Sciences, 64, 1798-1812.

Zhang, R., Jia, W., Zhang, M., Xue, H., Wang, H., & Wu, X. (2023). Magnetic field-driven biochemical landscape of browning abatement in goat milk using spatial-omics uncovers. Food chemistry, 408, 135276.

Zhao, S., Hei, M., Liu, Y., Zhao, Y., Wang, H., Ma, H., He, H., & Kang, Z. (2024). Effect of low-frequency alternating magnetic fields on the physicochemical, conformational and rheological properties of myofibrillar protein after iterative freeze-thaw cycles. International Journal of Biological Macromolecules, 267, 131418.

A review of the application of magnetism in agriculture and food industry

Mahbube Basi[1]*, Mohammad Ali Hesarinejad[2]
1- Ph.D. student, Research Institute of Food Sciences and Industries, Mashhad, Iran
2- Assistant Professor, Department of Cognitive Sciences and Food Sensory Evaluation, Research Institute of Food Sciences and Industries, Mashhad, Iran
Corresponding author: basiomran1361@gmail.com *

Abstract

All magnetic fields are produced by the movement of charged particles. Magnetic field technology is an emerging technology and is less studied. This technology is an environmentally friendly technique that does not emit waste or produce harmful radiation and does not require an external power source, so it can be used in modern sustainable agriculture. Exposing plants to a magnetic field is a potential, cost-effective, reusable and safe practice to increase crop productivity by altering physiological and biochemical processes. In addition, magnetic fields are increasingly used in food processing to maintain food quality, and depending on the type of equipment, they can be static, oscillating or pulsed. The characteristics of foods processed with magnetic field can be different according to the conditions of the magnetic field such as flux density, frequency, polarity and time of applying the process. Low-frequency magnetic field, as a new non-thermal physical technology with features such as low process cost and harmless to the human body, can change the spatial structure of proteins in food using the rearrangement effect and improve their functional properties.

Keywords: magnetism, agriculture, magnetic water, vegetable protein, animal protein

دومین همایش ملی پژوهش های کاربردی
امنیت غذایی، ایمنی غذایی و سلامت
«همزمان با روز جهانی غذا؛ ۲۵ مهرماه ۱۴۰۳»
مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

مروری بر نقش مواد اولیه، روش تولید و جایگزین چربی در سس مایونز

***ستایش فردوسیان**
دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه فردوسی مشهد
*نویسنده مسوول: frdsetayesh@gmail.com

چکیده
سس مایونز یکی از محصولات غذایی پرمصرف در سبد خرید مصرف کنندگان است. سس مایونز محصولی حاوی حداقل ۶۵ درصد روغن و یک امولسیون روغن در آب است. امروزه به دلیل افزایش ابتلا به بیماری های قلبی و عروقی و چاقی تمایل مصرف کنندگان به استفاده از مواد غذایی کم چرب افزایش یافته است. شایان ذکر است که کاهش چربی بر خصوصیات مختلف محصول نظیر حسی، بافتی، رئولوژیکی و غیره تاثیر منفی می گذارد. بنابراین شناخت مواد اولیه این محصول، کاربرد آن ها و پیدا کردن جایگزین مناسبی برای روغن بسیار که سبب حفظ خصوصیات مختلف شود، حائز اهمیت است که در این پژوهش به بررسی این موارد ذکر شده، پرداخته شد.

واژگان کلیدی: سس مایونز، چربی کاهش یافته ، روش تولید.

تاریخچه سس مایونز در جهان

مورخان معتقدند که مایونز برای اولین بار در جشن تصرف شهر بندری در جزیره مینورکا به نام ماهون به فرماندهی شاهزاده انگلیسی به نام فیلیپ کاستل در ۲۷ ژانویه سال ۱۷۵۶ تولید شد. به همین سبب نام آن را ماهونز گذاشتد که در طی زمان به مایونز تغییر کرد. ریشه واژه سس از کلمه‌ای فرانسوی به معنای چاشنی گرفته شده است. در سال ۱۹۰۵ شخصی به نام ریچارد هلمنز از آلمان به آمریکا مهاجرت و مغازه اغذیه فروشی کوچکی تأسیس و شروع به تهیه سس مایونز کرد که در زمان کوتاهی در شهر نیویورک بسیار موردپسند قرار گرفت. در سال ۱۹۱۳ ریچارد هلمنز اقدام به تولید انبوه سس مایونز در ظروف بسته‌بندی شیشه‌ای با روبان آبی نمود. شرکت هلمنز در آمریکا و در سطح جهان یکی از مهم‌ترین و بزرگ‌ترین کارخانه‌های تولید انواع سس است (رحمتی و مظاهری طهرانی ۱۳۹۰).

تاریخچه سس مایونز در ایران

آقای بیژن مهاجرین بنیان‌گذار تولید سس مایونز در ایران در سال ۱۳۴۸ در کارخانه دیاموند است. این سس در سال ۱۳۵۱ توسط گروه تولیدی مهرام تولید و بسته بندی شد. پس از گذشت یک دهه از تولید سس مایونز در کشور، این کالا در سبد مصرفی مردم از اهمیت ویژه ای برخوردار شد (مقصودی ۱۳۸۴).

۱-تعریف سس مایونز

۱-۱ تعریف سس مایونز از نظر استاندارد ایران

سس مایونز فرآورده غذایی آماده‌ای با ساختار امولسیون روغن در آب است. فاز پراکنده روغنی در حجم بالا در فاز پیوسته آبی که معمولاً سرکه است پخش شده و دارای رنگ و بو ملایمی است. pH این محصول باید در محدودهٔ ۳/۶ تا ۴/۱ با رنگ کرم تا زرد کم رنگ باشد. برای تولید سس مایونز از روغن های گیاهی خوراکی، تخم مرغ (کامل یا زرده)، سرکه، آب، آبلیمو و انواع افزودنی ها و طعم دهنده‌های مجاز نظیر نمک، شکر، خردل، نشاسته و انواع صمغ‌ها استفاده می‌شود (مقصودی ۱۳۸۴).

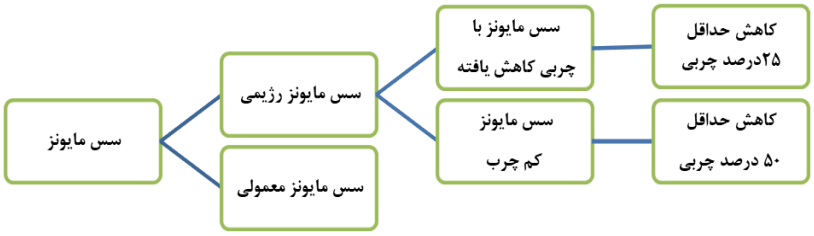
۱-۲ تعریف سس مایونز از نظر سازمان غذا و دارو آمریکا

سازمان غذا و دارو آمریکا سس مایونز را به‌عنوان یک امولسیون غذایی نیمه جامد با حداقل مقدار روغن ۶۵ درصد در فرمولاسیون معرفی می‌کند. مواد اسیدی کننده نظیر سرکه یا آبلیمو به مقدار حداقل ۲/۵ درصد وزنی بر حسب اسید سیتریک یا استیک به آن افزوده شده و با استفاده از زرده تخم مرغ و ترکیبات اختیاری مانند نمک و شیرین کننده‌ها، ادویه‌ها یا طعم دهنده‌های طبیعی تهیه می‌شود (مقصودی ۱۳۸۴).

۲-انواع سس مایونز

سس مایونز بر اساس مقدار چربی موجود در فرمولاسیون اولیهٔ آن طبقه‌بندی می‌شود. شکل ۳ انواع طبقه بندی این محصول را براساس مقدار چربی نشان می‌دهد.

شکل ۳. انواع سس مایونز بر اساس مقدار چربی موجود در فرمولاسیون.



۳-فناوری تولید سس مایونز

به‌طورکلی در تهیهٔ سس مایونز سه مرحله اصلی وجود دارد که به شرح زیر است:

۱) اختلاط مواد اولیه

در آغاز برای ایجاد فاز آبی در سس مایونز مواد اولیه به جز روغن با هم مخلوط می‌شوند. روغن در ساختار سس مایونز سبب ایجاد امولسیونی با ویسکوزیته بالا و ساختاری فشرده می‌شود. پس در سس مایونز برخلاف امولسیون‌های دیگر حجم فاز پراکنده بیشتر از فاز پیوسته است. به کمک تخم‌مرغ موجود در فرمولاسیون به دلیل خواص امولسیفایری بالا می‌توان حجم زیادی از روغن را در ساختار سس قرارداد.

۲) افزایش تدریجی روغن به فاز آبی

پس از ایجاد فاز آبی، روغن به‌تدریج و آرام به مخلوط افزوده می‌شود. زیرا افزودن آرام روغن فرصت لازم را به نوآرایی مولکول‌های امولسیفایر بر روی سطح قطرات روغن می‌دهد. اگر روغن به‌سرعت و یکباره به مخلوط اضافه شود ممکن است باعث ایجاد امولسیون آب در روغن به‌جای امولسیون روغن در آب شود. نکته قابل‌توجه در تولید سس مایونز این است که ترتیب اضافه‌شدن مواد به مخلوط سس نیز حائز اهمیت است.

۳) هموژنیزاسیون دومرحله‌ای

مهم‌ترین مرحله تولید سس مایونز همانند سایر امولسیون‌ها، هموژنیزاسیون است. در هموژنیزاسیون دومرحله‌ای به ترتیب امولسیون با ذرات بزرگ و زبر تولید شده و سپس برای افزایش مدت‌زمان نگهداری و پایداری در مرحلهٔ دوم هموژنیزاسیون، امولسیون با ذرات ریزتر تولید می‌شود (رحمتی و مظاهری طهرانی ۱۳۹۰).

۴) مواداولیه سس مایونز

تعامل فیزیکی و شیمیایی مواد اولیه مورداستفاده در امولسیون‌های غذایی مانند سس‌های سالاد و چاشنی‌های حاصل از سس مایونز کیفیت و طعم محصول نهایی را تعیین می‌کنند. افزایش علاقه مصرف‌کنندگان به محصولات غذایی با چربی کاهش‌یافته سبب حساسیت بیشتر انتخاب مواد تشکیل‌دهنده شده است. در این بخش به بیان نقش هر یک از مواد مورد استفاده در سس مایونز پرداخته شد (لیو و همکاران ۲۰۰۷).

۵-۱ روغن

روغن‌ها حاوی انواع مختلفی از مولکول‌ها نظیر آسیل گلیسرول، اسید چرب و فسفولیپیدها هستند. روغن نقش کلیدی در امولسیون‌های غذایی ایفا می‌کند. سه نقش اصلی روغن در ساختارهای غذایی را می‌توان به‌صورت زیر خلاصه نمود:

الف) منبع اصلی انرژی و مواد مغذی، ب) حلال ویتامین‌ها، مواد رنگی، آنتی‌اکسیدان‌ها و عوامل فعال سطحی در یک سیستم غذایی و ج) تاثیر مهمی بر ظاهر مواد غذایی، بافت (خامه‌ای بودن و احساس دهانی) و مدت و شدت طعم مواد غذایی دارند. کاهش چربی سبب تغییر در تمام ویژگی‌های ذکر شده می‌گردد؛ بنابراین استفاده از انواع قوام‌دهنده‌ها و جایگزین‌های چربی برای رسیدن به کیفیت مطلوب دشوار است. انواع مختلفی از روغن نظیر روغن آفتاب‌گردان، کلزا، سویا، زیتون در تولید سس مایونز مورد استفاده قرار می‌گیرد (اندرسون ۲۰۱۵).

۵-۲ تخم مرغ

تخم‌مرغ به‌عنوان امولسیفایر برای تثبیت قطرات روغن در فاز آبی، طعم‌دهنده، ایجادکننده رنگ و افزایش‌دهنده ارزش غذایی در سس مورداستفاده قرار می‌گیرد. زرده تخم‌مرغ حاوی ۷۵ درصد آب، ۱۲/۵ درصد پروتئین، ۱۲درصد چربی و مقادیر ناچیز کربوهیدرات است. سفیده تخم مرغ شامل ۸۷/۵ درصد آب، ۱۲درصد پروتئین و مقادیر اندکی کربوهیدرات است. اغلب پروتئین این بخش از نوع پروتئین‌های محلول در آب (آلبومینی) بوده که با اعمال حرارت منعقد می‌شود و pH نقطه‌ی ایزوالکتریک آن ۴/۶-۴/۸ است. این بخش تخم مرغ از طریق ایجاد ساختار ژلی توسط انعقاد با ترکیبات اسیدی در فرمولاسیون سس مایونز به امولسیفیکاسیون سس مایونز کمک شایانی می‌کند. برای تولید سس مایونز می‌توان از زرده یا تخم مرغ کامل استفاده کرد. زرده تخم مرغ نسبت به آلبومین سفیده تخم مرغ خاصیت امولسیفایری قوی‌تری دارد و تأمین کننده اصلی لیستین (فسفولیپید با خاصیت قطبی) است. لیستین باعث تشکیل و تثبیت امولسیون روغن در آب می‌شود (میرزانجفی زنجانی و همکاران ۲۰۱۹).

۵-۳مواد اسیدی کننده

اسیدی شدن سس مایونز اغلب با اضافه‌کردن موادی نظیر سرکه، آبلیمو و اسیدهای آلی مانند اسیدسیتریک، اسید استیک، اسیدلاکتیک، اسید تارتاریک و اسید مالیک انجام می‌پذیرد. سرکه عامل اصلی اسیدی افزوده شده به سس مایونز است که به فاز پیوسته برای ایجاد طعم و مهار رشد میکروبی با کاهش pH کمک می‌کند. نکته قابل‌توجه آن است که انحلال‌پذیری اسیدهای تفکیک نشده در فاز آبی عامل بسیار مهمی است؛ زیرا باعث مهار رشد *سالمونلا* و *لیستریا مونوسیتوژنز* و سبب بهبود حلالیت گرانول‌های زرده تخم‌مرغ و در نتیجه امولسیفیکاسیون بهتر و سریع‌تر سس مایونز می‌شود (مقصودی ۱۳۸۴).

۵-۴ نمک و شکر

نمک و شکر طعم‌دهنده سس مایونز بوده و باعث کاهش فعالیت آبی و مهار رشد میکروبی می‌شود. بسته به مقدار نمک افزوده شده می‌توان ساختار سس مایونز را تغییر داد. افزایش نمک سبب افزایش ویسکوزیته و الاستیسیته سس مایونز و افزایش فعل و انفعالات بین قطرات و بهبود خواص امولسیفایری می‌شود (میرزانجفی زنجانی و همکاران ۲۰۱۹).

۵-۵ خردل

خردل به‌عنوان یک طعم‌دهنده به محصول نهایی اضافه می‌شود. خردل دارای خاصیت امولسیفایری و تثبیت قطرات روغن در فاز پیوسته نیز است (اندرسون ۲۰۱۵).

۵-۶ قوام دهنده ها

هیدروکلوئیدها نظیر انواع صمغ‌ها و نشاسته‌ها می‌توانند به‌عنوان قوام‌دهنده در ساختار سس مایونز به کار روند و با افزایش غلظت امولسیون سبب پایداری آن شوند. این مواد علاوه بر پایدارکنندگی، نقش بهبود رفتار جریان، خصوصیات بافتی، ظاهر و خصوصیات ارگانولپتیکی را بر عهده دارند. در فرمولاسیون محصولات با هدف تقویت خصوصیات مطلوب و به دلیل اثر سینرژیستی برخی از هیدروکلوئیدها، می‌توان انواع مختلف قوام‌دهنده‌ها را به‌صورت هم‌زمان استفاده نمود. به‌عنوان‌مثال استفاده هم‌زمان از صمغ زانتان و گوار می‌تواند سبب افزایش ویسکوزیته سس مایونز شود (دادخواه و همکاران ۲۰۲۱).

۵-۷ نگهدارنده‌ها

با هدف افزایش مدت‌زمان نگهداری سس مایونز، از مقادیر مجاز نگهدارنده‌ها استفاده شده تا علاوه بر تنظیم pH با وجود اسیدهای آلی تفکیک نشده از تخریب ساختار ایجاد شده جلوگیری کند. اسیدهای آلی چربی‌دوست ضعیف نظیر سوربات پتاسیم، سوربات کلسیم، اسید بنزوئیک، بنزوات سدیم و پتاسیم و کلسیم، اسید سوربیک و اتیلن دی‌آمین تترا استیک اسید دسته‌ای از نگهدارنده‌های قابل‌استفاده در این محصول هستند. این محصولات قادر به برقراری اتصال به فلزاتی مانند آهن و مس بوده و می‌توانند از تخریب قطرات چربی و تشکیل طعم‌های نامطلوب جلوگیری کنند (مقصودی ۱۳۸۴).

۵-۸ آب

آب مهم‌ترین جز تمام مواد غذایی است. برخی از مواد اولیه در فرمولاسیون سس مایونز در آب محلول هستند؛ مانند پروتئین، پلی‌ساکاریدها، نمک، قند، عوامل فعال سطحی و دیگر مواد. آب مورد استفاده در تولید سس باید دارای ویژگی‌های آب آشامیدنی باشد. بدین صورت که باید عاری از میکروارگانیسم‌ها، یون‌های فلزی و پس‌طعم مانند طعم سولفور باشد. فعالیت آبی پارامتری مهم برای ارزیابی کیفیت و ایمنی سس مایونز بوده و در محدودهٔ ۰/۸۵-۰/۸۹ و ۰/۹۳ با pH ۱/۳-۴/۳ می‌تواند سبب مهار رشد مخمر و لاکتوباسیلس در محصولات غذایی شود (مقصودی ۱۳۸۴).

۱-جایگزین چربی

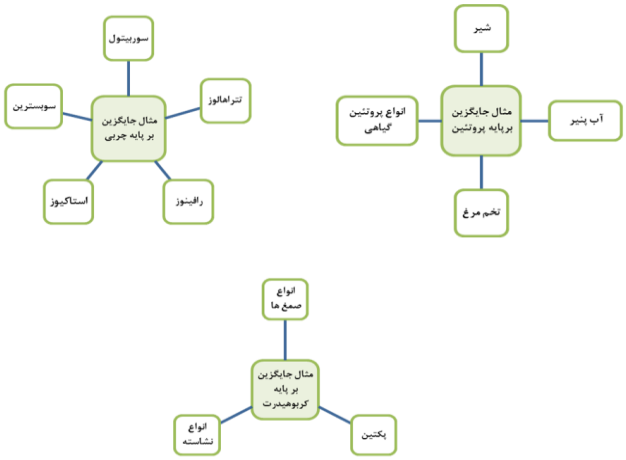
نقش های چربی در محصولات غذایی را می‌توان در سه دسته‌ی حسی، تغذیه ای و عملکرد فیزیکوشیمیایی خلاصه نمود. نقش حسی چربی شامل تعیین خصوصیات حسی از قبیل طعم، بو، بافت و ظاهرمواد غذایی و به عنوان شاخص فیزیکی می توان به ویژگی‌های

رئولوژیکی، بافتی و ترایبولوژیکی اشاره کرد (ما و باربوسا-کانوواس ۱۹۹۵). از نظر تغذیه‌ای چربی‌ها منبع اصلی انرژی برای رشد، اسیدهای چرب ضروری و ویتامین‌های محلول در چربی هستند (رولر و جونز ۱۹۹۶).

۱-۴ انواع جایگزین‌های چربی[۲۰۱]

انواع مختلفی از اصطلاحات و تقسیم‌بندی‌ها برای بیان انواع جایگزین چربی استفاده می‌شود که به دو نوع تقسیم‌بندی در ادامه اشاره می‌شود (رولر و جونز ۱۹۹۶):

تقسیم‌بندی اول:الف) جانشین چربی[۲۰۲]: به ترکیباتی گفته می‌شود که ساختمان شیمیایی مشابه چربی‌ها و یا ترکیبات سنتزی دارند که هر دو به هیدرولیز آنزیمی مقاوم هستند، ب) شبه چربی[۲۰۳]: این گروه دارای کالری کم و توانایی هضم مناسب‌اند که مقادیر بالای آب برای عملکرد مناسب آن‌ها نیاز است. این مواد در دسته پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها قرار می‌گیرند. ج) توسعه دهنده چربی[۲۰۴] : شامل روغن و چربی‌های استاندارد هستند که در ترکیب با اجزا دیگر می‌باشند. به طور مثال Veri-Lo_{200} با ۲۵٪ چربی و Lo_{100} Veri- با ۳۳٪ چربی، د) چربی کم کالری[۲۰۵]: این گروه شامل تری‌گلیسریدهای سنتزی از گلیسرول و اسیدهای چرب غیر معمول‌اند که کالری کمی دارند.تقسیم‌بندی دوم:در تقسیم‌بندی دیگری، جایگزین‌های چربی برپایه درشت مولکول‌های مختلف نظیر چربی،



شکل ۶-۱. مثال هایی از انواع جایگزین های چربی بر پایه کربوهیدرات ها، پروتئین ها و چربی

پروتئین و کربوهیدرات است. درشکل ۶-۱ مثال هایی از انواع جایگزین های چربی بر پایه کربوهیدرات ها، پروتئین ها و چربی مشاهده می‌شود. جایگزین‌های پروتئینی معمولاً به صورت میکروذره در محصولات غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرند (نورمحمدی و همکاران

[201] Fat substitute
[202] Fat replacer
[203] Fat mimetic
[204] Fat extender
[205] Low calorie fat

۲۰۲۳). جایگزین‌های چربی حاوی اسیدهای چرب موجود در چربی‌ها و روغن‌های معمولی با تمام خواص فیزیکی و ارگانولپتیکی چربی‌ها هستند، اما به علت درصد کمتر استفاده از آن‌ها نسبت به چربی، کالری کمتری دارند. این ساختارها با ایجاد پیوند بین یک اسید چرب هیدروفوب با قند الکل‌های هیدروفیل مانند سوربیتول تولید می‌شود (آکوه و دکر ۱۹۹۵). معمولاً فرایند میکروذره‌ای کردن پروتئین‌ها برای جایگزینی چربی مورد استفاده قرار می‌گیرد (نورمحمدی و همکاران ۲۰۲۳). استفاده از انواع کربوهیدرات‌ها به عنوان جایگزین چربی به اصلاح خواص ژل کنندگی، تغلیظ کنندگی و تثبیت کنندگی محصولات غذایی کمک می‌کند (پنگ و یائو ۲۰۱۷).

نتیجه‌گیری

باافزایش آگاهی مردم در ارتباط با سلامت و تغذیه، مصرف غذاهایی با چربی کاهش یافته به یک مزیت مهم تبدیل شده است. برای تولید سس مایونز کم چرب همانطور که در این مقاله اشاره شد، می توان از انواع کربوهیدرات، پروتئین، چربی و یا ترکیبی از این مواد برای پایداری، حفظ و ارتقا خصوصیات حسی و رئولوژیکی استفاده کرد. برای پژوهش های آتی پیشنهاد می شود از انواع ساختارهای ژلی نظیر هیدروژل و اولئوژل نیز به عنوان جایگزین روغن در سس مایونز بهره گرفته شود.

منابع

طهرانی, ک. ر. م. م. (۱۳۹۰). مروری بر تکنولوژی تولید و انواع اصلاح فرمولاسیون سس مایونز.

مقصودی, ش. (۱۳۸۴). تکنولوژی نوین انواع سس, مرز دانش.

Akoh, C. C. and E. A. Decker (1995). "Lipid-based fat substitutes." Critical Reviews in Food Science & Nutrition 35(5): 405-430.

Andersson, I. (2015). The impact of mixing and recipe parameters on mayonnaise quality, Lund University.

Dadkhah, S., P. Damanafshan, A. Taheri Yeganeh and P. Homati (2021). "The Effects of Emulsifiers Application on Characteristics of Mayonnaise." Journal of Food Biosciences and Technology 11(1): 93-103.

Liu, H., X. M. Xu and S. D. Guo (2007). "Rheological, texture and sensory properties of low-fat mayonnaise with different fat mimetics." LWT - Food Science and Technology 40(6): 946-954.

Ma, L. and G. Barbosa-Cánovas (1995). "Rheological characterization of mayonnaise. Part II: Flow and viscoelastic properties at different oil and xanthan gum concentrations." Journal of Food Engineering 25(3): 409-425.

Mirzanajafi-Zanjani, M., M. Yousefi and A. Ehsani (2019). "Challenges and approaches for production of a healthy and functional mayonnaise sauce." Food Science & Nutrition 7(8): 2471-2484.

Nourmohammadi, N., L. Austin and D. Chen (2023). "Protein-based fat replacers: a focus on fabrication methods and fat-mimic mechanisms." Foods 12(5): 957.

Peng, X. and Y. Yao (2017). "Carbohydrates as fat replacers." Annual Review of Food Science and Technology 8: 331-351.

Roller, S. and S. A. Jones (1996). Handbook of fat replacers, CRC Press.

A review of the role of raw materials, production methods, and fat substitutes in mayonnaise

Setayesh Ferdowsian

Master's student at Ferdowsi University of Mashhad

Corresponding Author: frdsetayesh@gmail.com

Abstract

Mayonnaise suace is one of the most consumed products in consumers' shopping carts. Mayonnaise is a product containing at least 65% oil and an oil-in-water emulsion. Today, due to the increase in cardiovascular diseases and obesity, the tendency of consumers to use low-fat foods has increased. It is worth mentioning that fat reduction has negative effects on various characteristics such as sensory, textural, rheological, etc. Therefore, it is important to know the raw materials of this product, their use, and find a suitable oil substation that preserves the various properties, which was investigated in this research.

Keywords: Mayonnais suace, Reduced fat, Production method



مروری بر موادغذایی فراسودمند تهیه شده از کلاژن هیدرولیز شده ، منابع و کاربرد آن در صنایع غذایی

آرزو برنج فروش آذر[1*]، سارا ملکوتی[1]

[1] دانشجوی دکتری، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی دانشکده کشاورزی ، دانشگاه تبریز، تبریز

*نویسنده مسئول : Arezou.Berenjforoush@gmail.com

چکیده

کلاژن هیدرولیز شده (HC) گروهی از پپتیدها با وزن مولکولی کم (۳ تا ۶ کیلو دالتون) است که می تواند با عمل آنزیمی در محیط های اسیدی یا قلیایی در دمای انکوباسیون خاص به دست آید. کلاژن هیدرولیز شده را می توان از منابع مختلفی مانند گاو یا خوک و ماهی استخراج کرد. این منابع محدودیت های بهداشتی را در سال های گذشته ارائه کرده اند. تحقیقات اخیر خواص خوبی از هیدرولیز موجود در پوست، پوسته و استخوان های منابع دریایی را نشان داده است. نوع و منبع استخراج از عوامل اصلی تاثیرگذار بر خواص کلاین هیدرولیز شده هستند، مانند وزن مولکولی زنجیره پپتیدی، حلالیت و فعالیت عملکردی کلاژن هیدرولیز شده. به طور گسترده در صنایع مختلفی از جمله صنایع غذایی، دارویی، آرایشی، زیست پزشکی و صنایع چرم استفاده می شود. بررسی حاضر انواع مختلف کلاژن، منابع استخراج و کاربردهای آنها را به عنوان یک ماده زیستی ارائه می‌کند.

واژگان کلیدی: کلاژن هیدرولیز شد ، پپتید، فعالیت آنتی اکسیدانی، دناتوراسیون، هیدرولیز

مقدمه

از دست دادن کلاژن در بدن از ۱۸ تا ۲۹ سالگی شروع می شود، پس از ۴۰ سال بدن انسان می تواند حدود ۱٪ در سال از دست بدهد و در حدود ۸۰ سال تولید کلاژن در بدن می تواند به طور کلی ۷۵٪ در مقایسه با بزرگسالان جوان کاهش یابد(Varani, J&etal.,2006)(Baumann, L. Skin ageing and its treatment,2007) عوامل دیگری مانند رادیکال‌های آزاد در بدن، رژیم غذایی ناکافی، سیگار کشیدن، اعتیاد به الکل و بیماری‌ها در این امر مؤثر هستند. نقش کلاژن در بدن بسیار مهم است زیرا به رشد اندام ها کمک می کند. بهبود زخم و بافت؛ ترمیم قرنیه، لثه و پوست سر. کلاژن به ترمیم استخوان و رگ های خونی کمک می کند. در قرنیه، بافت کلاژن خواص مکانیکی و نوری پیدا می کند. در عملکردهای بیولوژیکی سلول مانند تکثیر، بقای سلولی و تمایز وجود دارد. بنابراین کلاژن در بدن انسان به طور کلی در استخوان ها، تاندون ها، رباط ها، موها، پوست و ماهیچه ها وجود دارد (Hays, N.P&etal.,2009)(Zorrilla García, A.E. El envejecimiento y el estrés oxidative.,2002) León-López, A&etal.,2019). کلاژن مهمترین پروتئین تولید شده توسط بدن انسان است که عمدتاً توسط اسید آمینه گلیسین (۳۳٪)، پرولین و هیدروکسی پرولین (۲۲٪) (ساختار اولیه) در یک مارپیچ تریپلکس که توسط سه زنجیره α تشکیل شده است، تشکیل می شود. هر زنجیره آلفا برای ۱۰۱۴ اسید آمینه تقریباً با وزن مولکولی حدود ۱۰۰ کیلو دالتون تشکیل شده است. این زنجیره‌ها در یک مارپیچ چپ با سه اسید آمینه در هر نوبت (ساختار ثانویه) پیچیده می‌شوند. زنجیرها به دور یکدیگر به شکل یک مارپیچ سه گانه پیچ خورده اند تا یک ساختار سفت و سخت (ساختار سوم) را تشکیل دهند. ابر مارپیچ نمایانگر ساختار اصلی کلاژن (ساختار چهارتایی) است. این ساختار کلاژن به دلیل پیوندهای هیدروژنی درون مولکولی بین گلیسین در زنجیره های مجاور بسیار پایدار است. مولکول کلاژن برای یک ناحیه مارپیچ سه گانه و دو ناحیه غیر مارپیچ در دو انتهای ساختار مارپیچ با وزن مولکولی ≈۳۰۰ کیلو دالتون، طول ۲۸۰ نانومتر و قطر ۱.۴ نانومتر تشکیل شده است(Sorushanova, A.& etal., 2019) (Schrieber, R.; Gareis, H.,2007). تقریباً ۲۸ نوع کلاژن شناسایی شده است، اما کلاژن نوع I شایع‌ترین نوع کلاژن در پوست، استخوان، دندان، تاندون، رباط‌ها، لیگاتور عروقی و اندام‌ها است. کلاژن نوع II در غضروف ها وجود دارد. برای کلاژن نوعIII ، پوست، ماهیچه ها و عروق خونی رایج ترین منابع این پروتئین هستند. نوع IV در لایه ترشح شده اپیتلیوم غشای پایه و لایه بازال گزارش شده است. کلاژن نوع V یکی از اجزای اصلی سطوح سلولی و جفت است (Sorushanova, A.& etal., 2019) (Nimni, M.E.,2018) کلاژن ها بر اساس ترکیب زنجیره α متفاوت هستند، بسته به تکرار و طول تکرار اسید آمینهGly-X-Y ، با و بدون وقفه، همچنین اشغال موقعیت های X و Y توسط پرولین و شکل هیدروکسیله آن، هیدروکسی پرولین، به ترتیب (Muiznieks, L.D.; Keeley, F.W.,2013) Sorushanova, A.& etal., 2019) کلاژن به خانواده های مختلفی مانند کلاژن های فیبریلار و شبکه ساز طبقه بندی شده است. FACITs(کلاژن های مرتبط با فیبریل با مارپیچ های سه گانه منقطع) ، MACITs(کلاژن های مرتبط با غشاء با مارپیچ های سه گانه منقطع) و MULTIPLEXINs(دامنه ها و وقفه های مارپیچ سه گانه متعدد) (Haq, F.; Ahmed, N.; Qasim, M.,2019) Shoulders, M.D.; Raines, R.T.,2009). کلاژن فیبریلار فراوان ترین کلاژن در مهره داران است و با کمک به ساختار مولکولی، شکل و خواص

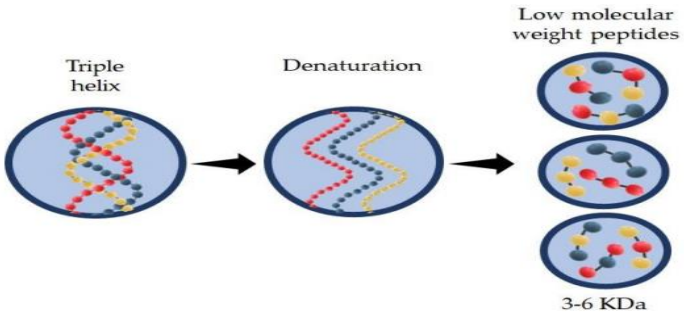
مکانیکی آن نقش ساختاری ایفا می کند. بافت هایی مانند استحکام کششی در پوست و مقاومت در برابر کشش در رباط ها هستند. FACITها (کلاژن های مرتبط با فیبریل با مارپیچ های سه گانه منقطع) به خودی خود فیبریل را تشکیل نمی دهند، اما با سطح فیبرهای کلاژن مرتبط هستند. کلاژن های FACIT دارای مارپیچ سه گانه خود هستند که توسط حوزه های غیر کلاژنی قطع می شوند که می توانند به عنوان مفاصل عمل کنند (Purcel, G.; Meli ,tă, D.; Andronescu, E.; Grumezescu, A.M.,2016). خانواده کلاژن MULTIPLEXIN شامل انواع XV و XVIII می باشد. کلاژن نوع XV و XVIII مولکولی از غشاهای پایه را نشان می دهد. کلاژن XV در ماهیچه های اسکلتی و قلب یافت می شود و کلاژن نوع XVIII جزئی در کبد است. خانواده کلاژن MACIT بسیار زیاد است وقفه در مارپیچ سه گانه، به خودی خود در فیبریل ها جمع نمی شود و در چسبندگی و سیگنال دهی سلول نقش دارد. سایر انواع کلاژن در غلظت بسیار کم و در اندام های خاصی در بدن هستند(Purcel, G.; Meli ,tă, D.; Andronescu, E.; Grumezescu, A.M.,2016) (Fang, M.; Yuan, J.; Peng, C.; Li, Y,2014). از دیگر منابع جایگزین برای استخراج کلاژن که منشأ گاو ندارد از تاندون و پوست گوسفند ساخته شده است(Fauzi, M.B.,etal,2016)(León-López, A.,2019) بافت ماهی مانند استخوان، پوست و فلس یا محصولات جانبی زائد ماهی یا سایر منابع مانند پوست مرغ، اردک و خرگوش (Bhagwat, P.K.; Dandge, P.B.,2016) (Zou, Y& etal.,2017) استخراج را می توان با یک تیمار اسیدی یا قلیایی انجام داد (Schmidt, M&etal.,2016) استخراج تحت تیمار اسیدی معمولاً برای استخراج کلاژن نوع I از بافت هایی با منشاء پوست خوک یا ماهی استفاده می شود (Almeida, A.J.; Fernandes, A.I.,2012) اسید استیک رایج ترین معرف برای استخراج کلاژن است. غلظت این اسید بر مقدار pH نهایی تأثیر می گذارد و برهمکنش و ساختار الکترواستاتیکی را تغییر می دهد. همچنین حلالیت و ظرفیت استخراج از بافت حیوانی را تعیین می کند(Liu, D.&etal.,2015) ترکیبی از درمان اسیدی و آنزیمی فرآیند استخراج کلاژن بالاتر و کارآمدتری را ایجاد می کند (Fauzi, M.B., etal,2016). پپسین را می توان از مخاط معده گوساله به دست آورد. این آنزیم بر ناحیه تلوپپتیدیک در مولکول کلاژن تأثیر می گذارد و حلالیت آن را در یک محیط اسیدی افزایش می دهد(Li, Z.-R&etal.,2013) (Yu, D.; Chi, C.-F.; Wang, B.; Ding, G.-F.; Li, Z.-R.,2014). استفاده از اولتراسوند به عنوان یک روش جایگزین برای استخراج کلاژن، مولکول را تغییر نمی دهد و عمل آنزیمی را تسهیل می کند. این فناوری را می توان در بافت های مختلف مانند پوست ماهی و تاندون گاو به منظور تولید غلظت کلاژن بالاتر در زمان های استخراج کوتاه تر استفاده کرد(Kim, H& etal.,2013)(Ran, X.G.; Wang, L.Y.,2014). شرایط قبل از درمان، دیالیز و منبع استخراج عوامل اصلی تعیین کننده ویژگی های نهایی کلاژن مانند وزن مولکولی، ترکیب اسید آمینه و ساختار مولکولی هستند(Prestes, R.,2013)(Skopinska-Wisniewska, J.; Olszewski, K.; Bajek, A.; Rynkiewicz, A.; Sionkowska, A.,2014).

۲- هیدرولیز کلاژن

۲-۱ - استخراج و ساختار کلاژن هیدرولیز شده

از شکل ۱، می توان دید که دناتوره شدن کلاژن هیدرولیز نشده ، سه زنجیره α را به شکل مارپیچ تصادفی آنها تولید می کند که با تیمار حرارتی کلاژن بالای ۴۰ درجه سانتیگراد قابل مشاهده است. پس از جدا شدن زنجیره ها، هیدرولیز توسط آنزیم های

پروتئولیتیک (آلکالاز، پاپائین، پپسین و غیره) انجام می شود. محصول به دست آمده معمولاً کلاژن هیدرولیز شده (HC) نامیده می شود که از پپتیدهای کوچک با وزن مولکولی کم ۳-۶ کیلو دالتون تشکیل شده است (Ketnawa, S.; Benjakul, S.; Martínez-Alvarez, O.; Rawdkuen, S.,2017) (Cheung, I.W.Y.; Li-Chan, E.C.Y.,2017) حلالیت و فعالیت عملکردی آن (آنتی اکسیدان، ضد میکروبی) به نوع و درجه هیدرولیز و همچنین نوع آنزیم مورد استفاده در فرآیند مربوط می شود(. Barzideh, Z.; Latiff, A.A.; Gan, C.-Y.; Abedin, M.Z.; Alias, A.K.2014)(Masuda, R.; Dazai, Y.; Mima, T.; Koide, T.,2017) نوع دیگری از هیدرولیز با استفاده از محصولات شیمیایی در محیط های اسیدی (اسید استیک، اسید کلریدریک و اسید فسفریک) یا قلیایی است (Onuh, J.O.; Girgih, A.T.; Aluko, R.E.; Aliani, M.,2014.) این دو نوع استخراج به شدت خورنده هستند و پس از خنثی سازی غلظت نمک بالایی در محصول نهایی ایجاد می کنند (Hong, H.; Fan, H.; Chalamaiah, M.; Wu, J.,2019). روش های جایگزین استخراج عبارتند از عملیات حرارتی(Howell, Elavarasan, K.; Shamasundar, B.; Badii, F.; N.,2016) یا اعمال دما و فشار بالا به پروتئین. این شامل سطح آب زیر بحرانی (SCW) است که در دمای بین ۱۰۰ تا ۳۷۴ درجه



سانتیگراد و فشار کمتر از ۲۲ مگاپاسکال وجود دارد (Powell, T.; Bowra, S.; Cooper, H.J.,2017)

شکل ۱ : دناتوره شدن کلاژن هیدرولیز نشده به پپتیدهای کوچک با وزن مولکولی کم

۲-۲ - خواص کلاژن هیدرولیز شده

خواص کلاژن هیدرولیز نشده بسیار متفاوت از کلاژن هیدرولیز شده است که در جدول ۱ نشان داده شده است. پس از دناتوره شدن، ساختار مارپیچ سه گانه کلاژن هیدرولیز نشده به دلیل تفکیک پیوندهای هیدروژنی زمانی که کلاژن دچار هیدرولیز می شود، به شکل سیم پیچی تصادفی تغییر می کند. این تیمار می تواند پیوندهای زنجیره پلی پپتیدی را برای به دست آوردن تعداد زیادی پپتید بشکند. وزن مولکولی پپتیدهای کلاژن به دست آمده از هیدرولیز بسیار کم است (۳-۶ کیلو دالتون) در مقایسه با کلاژن اولیه آن (۲۸۵-۳۰۰ کیلو دالتون). هیدرولیز آنزیمی نه تنها بر اندازه پپتیدها بلکه بر خواص فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی تأثیر می گذارد (Zhang, Y.; Zhang, Y.; Liu, X.; Huang, L.; Chen, Z.; Cheng, J.,2017) Li, Z.; Wang, B.; Chi, C.; Gong, Y.;)

Luo, H.; Ding, G.,2013). ویسکوزیته یکی از خواص فیزیکوشیمیایی کلاژن است. شکل هیدرولیزنشده به دلیل دافعه الکترواستاتیک قوی‌تر در بین زنجیره‌های مولکولی حتی در غلظت‌های پایین محلول کلاژن، مقادیر بالاتری را نشان می‌دهد. با این حال، شکل هیدرولیز شده آن بدون توجه به غلظت، به دلیل وزن مولکولی پایین بخش های زنجیره کوچک، ویسکوزیته بسیار کم را نشان می دهد . خواص الکترواستاتیکی پروتئین‌ها مانند نقطه ایزوالکتریک (pI) پارامترهای مهمی هستند که به نسبت باقی‌مانده‌های آمینو اسید و باقی مانده‌های آمینه باز در پروتئین مربوط می‌شوند. کلاژن یک ماکرومولکول آمفوتریک است که دارای مقدار pI بین ۷ و ۸ است. در فرآیند هیدرولیز، مقدار pI به مقادیر پایین‌تر بین ۳.۶۸ و ۵.۷ منتقل می‌شود. این تغییر به توالی اسیدهای آمینه و توزیع بقایای اسید آمینه بر اساس نوع یا زمان هیدرولیز بستگی دارد(Chen, J.; Li, L.; Yi, R.; Xu, N.; Gao, R.; Hong, B.,2016) (Kezwo ´n, A.; Chromi ´nska, I.; Fr ˛aczyk, T.; Wojciechowski, K,.2016). ترکیب و درجه هیدرولیز کلاژن عواملی هستند که خواص عملکردی مانند ظرفیت آنتی اکسیدانی، فعالیت ضد میکروبی و فراهمی زیستی بالاتر را افزایش می دهند. این خواص عمدتاً به مقدار وزن مولکولی مربوط می شود. این باعث می شود HC به عنوان یک دهنده الکترون برای تولید محصولات پایدارتر در واکنش با رادیکال های آزاد عمل کند(Wang, J.; Luo, D.; Liang, M.; Zhang, T.; Yin, X.; Zhang, Y.; Yang, X.; Liu, W.,2018) (Wang, L.; Jiang, Y.; Wang, X.; Zhou, J.; Cui, H.; Xu, W.; He, Y.; Ma, H.; Gao, R.,2018) کلاژن هیدرولیز نشده معمولاً در صنایع مختلف استفاده می شود زیرا زیست سازگاری و تجزیه پذیری عالی، ایمنی زایی کم و تطبیق پذیری بالایی برای ساخت فیلم دارد. با این حال، کلاژن هیدرولیز شده بسیار محلول در آب است اما قادر به تشکیل فیلم به خودی خود نیست. ترکیب آن با پلیمرهای زیستی دیگر ضروری است(Ramadass, S.K.; Perumal, S.; Gopinath, A.; Nisal, A.; Subramanian, S.; Madhan, B.,2014) کلاژن هیدرولیز شده در مقایسه با کلاژن هیدرولیز نشده مزایای متعددی دارد. برخی از آنها شامل بار درمانی بالاتر، اثربخشی هزینه و عدم نیاز به استخراج چند مرحله ای است. این روش بسیار قابل هضم است و به راحتی جذب و در بدن انسان توزیع می شود(Sibilla, S.; Godfrey, M.; Brewer, S.; Budh-Raja, A.; Genovese, L.,2015) علاوه بر این، ویسکوزیته کمتری در محلول آبی، بوی خنثی، بی رنگی، شفافیت، امولسیون شدن و تثبیت، تشکیل کف، تشکیل فیلم، ترشوندگی، حلالیت، پراکندگی، تراکم پذیری پودر، ماده حامل و حساسیت زایی کم نشان می دهد (Denis, A& etal.,2008). پپتیدهای کلاژن را می توان به عنوان یک ماده برای مکمل های غذایی کاربردی استفاده کرد زیرا آنها فعالیت آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی دارند (Najafian, L.; Babji, A.S.,2012) (Santana, Gómez-Guillén, M.C.; Giménez, B.; López-Caballero, M.E.; Montero, M.P.,2011) و کیفیت آن به روش مورد استفاده برای استخراج آن بستگی دارد (Sibilla, S.; Godfrey, M.; Brewer, S.; Budh-Raja, A.; Genovese, L.,2015). این پپتیدها ظرفیت اتصال یون های کلسیم را نشان داده اند که فراهمی زیستی را ارتقا می دهد و آن را با بدن انسان سازگارتر می کند(Guo, L.&etal.,2015) (Pal, G.K.; Suresh, P.V.,2016) همچنین به بهبود سلامت حافظه کمک می کند که از طریق مطالعات in vivo نشان داده شده است، می تواند جزء کاندید داروهای مورد استفاده برای مدیریت و بهبود سلامت باشد (Pei, X., &etal.,2010) در علم مواد غذایی، کلاژن هیدرولیز شده به به حداقل رساندن یا جلوگیری از آسیب در سلول ها و بافت ها در طول نگهداری در فریزر کمک می

کند، بنابراین، گزینه ای برای استفاده در مواد غذایی است که نیاز به ذخیره سازی در دمای پایین دارند (Wang, J.; Pei, X.; Liu, H.; Zhou, D.,2018).

۳ . کلاژن هیدرولیز شده: منابع و کاربردها

۳-۱-۱ -گاو

کلاژن هیدرولیز شده را می توان از منابع و بافت های مختلف استخراج کرد (Abdollahi, M.; Rezaei, M.; Jafarpour, A.; Undeland, I.,2018) ، می توان آن را از تاندون آشیل گاو با استفاده از آنزیم های مختلف مانند آلکالاز، پپسین، تریپسین و کلاژناز تولید شده توسط *Penicillium aurantiogriseum* استخراج کرد. فعالیت ضد فشار خون، آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی را نشان می دهد(Lima, C.A., &etal.,2015) (Zhang, Y.; Olsen, K.; Grossi, A.; Otte, J.,2013)

۳-۱-۲ - منابع دریایی

منابع جایگزین از منابع دریایی مانند ماهی و سایر بی مهرگان مانند چتر دریایی یا اسفنج بررسی شده است(Felician, F.F.,2018) (Silvipriya, K., etal.,2015) (Pati, F.; Adhikari, B.; Dhara, S.,2010) (Xia, C.; Qi, W.; Xu, H. کلاژن هیدرولیز شده ا ز *Prionace glauca* استخراج شده با هیدرولیز آنزیم آلکالاز، پپتیدهایی با وزن مولکولی کمتر از ۲۰ کیلو دالتون و اثرات مغذی را گزارش کرد (Sanchez, A.; Blanco, M.; Correa, B.; Perez-Martin, R.; Sotelo, C.,2018). فلس های تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*)برای تولید کلاژن هیدرولیز شده با کیفیت بالا و وزن مولکولی پایین استفاده شده است (Chen, J.; Li, L.; Yi, R.; Gao, R.; He, J.,2018). همچنین این کلاژن با استفاده از ضایعات *pacu* و *rohu* با توسط کلاژناز نوع I استخراج می شود از کلستریدیوم، هیدرولیز با وزن مولکولی حدود ۵ کیلو دالتون را نشان داد. از آن به عنوان یک مهارکننده پراکسید در مواد غذایی مبتنی بر لیپید و عامل محافظ سلولی در کشت سلولی استفاده شد(Das, J.; Dey, P.; Chakraborty, T.; Saleem, K.; Nagendra, R.; Banerjee, P.,2018). محصولات جانبی دریایی مانند احشاء ماهی نیز منبع خوبی برای استخراج کلاژن هیدرولیزشده هستند. این مواد زائد برای تولید کلاژن هیدرولیز شده با خواص زیست فعال کاربردی استفاده شده است(Villamil, O.; Váquiro, H.; Solanilla, J.F.,2017) با این حال، با تغییر پارامترهای استخراج از دماهای مختلف ۱۵۰-۳۰۰ درجه سانتی گراد ، فشار (۵۰-۱۰۰ بار) و زمان واکنش (۵ دقیقه) ، می توان کلاژن هیدرولیزشده را از پوست ماهی تن با وزن مولکولی کم و فعالیت آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی (<600) بدست آورد (Ahmed, R.; Chun, B.-S.,2018).

۴- کاربردهای کلاژن هیدرولیز شده صنایع غذایی و تاثیرات آن

وزن مولکولی و خواص عملکردی کلاژن هیدرولیز شده به منبع، نوع استخراج و نوع آنزیم مورد استفاده در طول استخراج بستگی دارد. این خواص می تواند به تعیین کاربردهای آن در صنایع آرایشی، دارویی، زیست مواد، مواد غذایی و صنایع غذایی کمک کند ((Venkatesan, J.; Anil, S.; Kim, S.-K.; Shim, M.,2017) (Villamil, O.; Váquiro, H.; Solanilla, J.F.,2017 (Hashim, P.; Sofberi, M.; Ridzwan, M.; Bakar, J.; Mat Hashim, D.,2015). کلاژن هیدرولیز شده دارای فعالیت آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی است، بنابراین می تواند به عنوان یک عنصر کاربردی در مکمل های غذایی نیز استفاده شود. هیدرولیزهای کلاژن می توانند یون های کلسیم را بچسبانند، فراهمی زیستی آن را بهبود می بخشند، بنابراین، کلاژن هیدرولیز شده را می توان در مواد غذایی کاربردی در مدیریت کمبودهای معدنی استفاده کرد (Guo, L.,&etal.,2015) (Pal, G.K.; Suresh, P.V.,2016) همچنین به عنوان یک ضد انعقاد عمل می کند زیرا به کاهش آسیب سلول ها و بافت های ناشی از دمای پایین کمک می کند، بنابراین، می تواند در غذاهایی که نیاز به نگهداری در دمای سرد یا انجماد دارند مفید باشد (Wang, W.; Chen, M.; Wu, J.; Wang, S.,2015) کلاژن هیدرولیز شده در تهیه محصولات مختلف مانند فرآورده های گوشتی، نوشیدنی ها، سوپ ها و غیره استفاده شده است. به افزایش و حفظ خواص حسی، شیمیایی و فیزیکی آنها کمک می کند. پوست بزرگترین اندام بدن انسان است، فیبرهای الاستیک کلاژن و اسید هیالورونیک اجزای اصلی ساختاری آن هستند. پوست از ارگانیسم در برابر آسیب های خارجی محافظت می کند، دما را تنظیم می کند و سایر عملکردهای بدن را انجام می دهد(Tobin, D.J.,2017)(Zouboulis, C.C.; Makrantonaki, E.,2011) پیری یک فرآیند طبیعی است که شامل تغییراتی در بدن انسان می شود. پوست دچار زوال مورفولوژیکی، ساختاری و عملکردی می شود.کلاژن را کاهش می دهد و فیبرهای الاستین باعث ایجاد خطوط و چین و چروک می شود. ثابت شده است که کلاژن هیدرولیز شده یک راه حل جایگزین برای کاهش اثرات پیری است (Czajka, A.,&etal.,2018) (Haydont, V.; Bernard, (Wang, L., &etal.,2018) (Venkatesan, J.; Anil, S.; Kim, S.-K.; Shim, M.,2017) (B.A.; Fortunel, N.O.,2019). کلاژن هیدرولیز شده به دو شکل مختلف در درم عمل می کند. در اولین اقدام، اسیدهای آمینه آزاد بلوک های ساختمانی برای تشکیل رشته های کلاژن و الاستین را فراهم می کنند. در عمل دوم، الیگوپپتیدهای کلاژن به عنوان لیگاند عمل می‌کنند، به گیرنده‌های روی غشای فیبروبلاست‌ها متصل می‌شوند و تولید کلاژن،الاستین و اسید هیالورونیک جدید را تحریک می‌کنند (Sibilla, S.; Godfrey, M.; Brewer, S.; Budh-Raja, A.; Genovese, L.,2015) مکمل‌های خوراکی کلاژن هیدرولیز شده به لایه‌های عمیق‌تر پوست می‌رسند و فیزیولوژی و ظاهر پوست را بهبود می‌بخشند و هیدراتاسیون، الاستیسیته، استحکام و کاهش چین و چروک را بهبود می‌بخشند (Jhawar, N.; Wang, J.V.; Saedi, N.,2019) (Bolke, L.; Schlippe, G.; Gerß, J.; Voss, W.,2019). مطالعات in vivo در زنان بین ۴۰ تا ۶۰ سال با مکمل خوراکی کلاژن هیدرولیز شده طی ۱۲ هفته، بهبود قابل توجهی را در هیدراتاسیون، چین و چروک و قابلیت ارتجاعی پوست نشان داد(Kim, D.-U.; Chung, H.-C.; Choi, J.; Sakai, Y.; Lee, B.-Y,2018) .کلاژن هیدرولیز شده از فلس ماهی تیلاپیا (*Oreochromis mosambicus*) به شکل ۲۰ میلی لیتر نوشیدنی (Nitta Gelatin Inc)، هند توسط زنان سالم ۳۰ تا ۶۰ ساله طی ۱۲ هفته مصرف شد، پس از این زمان نتیجه افزایش رطوبت پوست صورت بود(Koizumi, S.; Inoue, N.; Shimizu, M.; Kwon, C.-j.; Kim, H.-y.; Park, K.S.,2018) کپسول های نوشیدنی کلاژن هیدرولیز شده با عصاره میوه، ویتامینC ، E، روی و بیوتین ELASTEN® به ۳۶ زن سالم ۳۵ ساله یا بالاتر به مدت ۱۲ هفته عرضه

شد و پوست آنها هیدراتاسیون، کشش، صافی و تراکم بالاتری را نشان داد (Bolke, L.; Schlippe, G.; Gerß, J.; Voss, W.,2019). کلاژن هیدرولیز شده در غذاهای فرآوری شده مانند سوسیس و کالباس برای جایگزینی چربی گوشت خوک در سطح ۵۰ درصد جایگزینی استفاده شده است. نتایج محصول نهایی دارای ظرفیت نگهداری آب بیشتر، پایداری بهتر پس از پختن و بهبود بافت مانند سختی و جویدن بود (Sousa, S.C.,&etal.,2017). استفاده از کلاژن هیدرولیز شده ماهی در فرآورده‌های گوشتی مانند پتی‌های گاومیش، منجر به محتوای پروتئین بالاتر، محتوای چربی کمتر، مقبولیت حسی مشابه و بافت بهتر در مقایسه با بوفالوهای بدون کلاژن هیدرولیز شده(Ibrahim, F.N.; Ismail-Fitry, M.R.; Yusoff, M.M.; Shukri, R.,2018)ازکلاژن هیدرولیز شده پوست گاو در ترکیب با نشاسته اصلاح شده و صمغ گوار در تهیه ژامبون استفاده شد. سینرزیس کمتر با ۲/۰ درصد غلظت نهایی کلاژن هیدرولیز شده در محصول به عنوان بهترین تیمار گزارش شد(Prestes, R.C.; Carneiro, E.B.B.; Demiate, I.M.,2012). کلاژن هیدرولیز شده از ماهی را می توان در نوشیدنی هایی مانند آب پرتقال (۲.۵٪) اضافه کرد و این محصول بهبود در خواص تغذیه ای و عملکردی با محتوای پروتئین بالاتر، فراهمی زیستی و ویسکوزیته کم و همچنین حلالیت بالا در آب را نشان داد (Bilek, S.E.; Bayram, S.K.,2015). توسعه یک نوشیدنی لبنی تخمیر شده با استفاده از آب پنیر ریکوتا با کلاژن هیدرولیز شده اضافه شده به عنوان یک عنصر کاربردی، هم افزایی پایین و رسوب گذاری، با خواص فیزیکی-شیمیایی و میکروبیولوژیکی خوب (Gerhardt, Â.,&etal.,2012). نوشیدنی‌های لبنی با استفاده از کلاژن هیدرولیز شده، پالپ آکای و پنیر، مقبولیت حسی بالاتری را نشان دادند که تأثیر مثبتی بر ویسکوزیته داشت و پارامترهای فیزیکوشیمیایی و میکروبیولوژیکی کافی را پس از ۲۸ روز نگهداری نشان داد(Da Mata Rigoto, J.,&etal.,2019). کلاژن هیدرولیز شده را می توان در سوپ نیز اضافه کرد که در ویسکوزیته و ویژگی های عملکردی آن تأثیر دارد. فعالیت‌های مهار رادیکال ۲،۲۰ آزینو بیس ۳ اتیل بنزوتیازولین ۶ سولفونیک (*ABTS*) و ۲،۲ دی فنیل ۱ پیکریل هیدرازیل (*DPPH*) را نشان داد(Benjakul, S.; Chantakun, K.; Karnjanapratum, S.,2018) افزودن کلاژن هیدرولیز شده از (ضایعات کلاژن) در یک نوشیدنی گل داودی، اثر شفاف‌سازی عالی، کیفیت حسی بهتر و پایداری ذخیره‌سازی را نشان داد. با این حال، مقدار کلاژن هیدرولیز شده اضافه شده به عنوان یک زلال‌کننده در مقایسه با سایر زلال‌کننده‌های تجاری(Zhang, Q.-X.; Fu, R.-J.; Yao, K.; Jia, D.-Y.; He, Q.; Chi, Y. L.,2018) کمتر بود. علاوه بر این، کلاژن هیدلرولیز شده در محصولات غذایی مختلف برای توسعه خواص فیزیکی و شیمیایی و عملکردی آنها استفاده شده است. این امر کلاژن هیدرولیز شده را به یکی از امیدوارکننده‌ترین ترکیبات کاربردی تبدیل می‌کند زیرا بر خواص حسی تأثیر نمی‌گذارد. کلاژن زیست سازگاری و زیست تخریب پذیری خوبی از خود نشان می دهد، از این رو، به عنوان یک ماده زیستی ایمن و موثر است، در سال های گذشته به عنوان یک بیومواد ایمن و موثر در مهندسی بافت و کاربردهای بالینی استفاده شده است (Ramshaw, J.A.,2016)(Zeugolis, D.I.; Paul, R.G.; Attenburrow, G.,2008)(Ramadass, S.K., &etal.,2014) در مقایسه با کلاژن هیدرولیز نشده، کلاژن هیدرولیز شده یک مزیت اصلی دارد و حلالیت بالاتری دارد. علاوه بر این، استخراج کلاژن هیدرولیز شده ساده است و به روش استخراج چند مرحله ای نیاز ندارد(Ramadass, S.K., &etal.,2014)(Pei, Y.; Yang, J.; Liu, P.; Xu, M.; Zhang, X.; Zhang, L.,2013) (Ficai, A., &etal.,2013) با این حال، کلاژن هیدرولیز شده به دلیل وزن مولکولی کم پپتیدها نمی تواند به خودی خود داربست تشکیل دهد، اما می تواند با پلیمرهای زیستی دیگر مانند سلولز و کیتوزان مخلوط شود.

چشم انداز آینده

کلاژن هیدرولیز شده را می توان از ضایعات مواد غذایی کشاورزی (استخوان ها، تاندون ها و پوست) به دست آورد. بازیافت این محصولات جانبی می تواند به کاهش آلودگی ناشی از این نوع زباله ها کمک کند و آنها را به محصولی جدید با ارزش عملکردی بالا تبدیل کند. به طور سنتی، دناتوره سازی کلاژن با اسیدها یا محصولات قلیایی انجام می شود. با این حال، استفاده از فناوری های نوظهور مانند ترکیب دما و فشار بالا و همچنین اولتراسوند با شدت بالا به منظور کاهش دفع محصولات شیمیایی مورد بررسی قرار گرفته است. پپتیدهای با وزن مولکولی پایین را می توان در سیستم های غذایی اعمال کرد، به عنوان مثال، نوشیدنی های دارای کلاژن هیدرولیز شده مزیت بزرگی از هضم آسان، جذب بالا (حدود ۸۰٪) و جذب خوب در سطح روده را نشان می دهند. با توجه به اینکه این نوشیدنی ها دارای خواص عملکردی برای مصرف در اکثر افراد به دلیل سمیت بی اثر و آلرژی زایی صفر خواهند بود، تولید نوشیدنی هایی با کلاژن هیدرولیز شده مهم است (Sontakke, S.B.; Jung, J.-h.; Piao, Z.; Chung, H.J.,2016).

نتیجه گیری

کلاژن هیدرولیز شده به دلیل خواصی مانند ویسکوزیته کم در محلول های آبی، بوی خنثی، بی رنگی، شفافیت، امولسیون سازی و تثبیت، تشکیل کف، تشکیل فیلم، ترشوندگی، حلالیت، قابلیت پخش شدن، تراکم پذیری پودر، حامل مواد کم است. آلرژی زایی و همچنین فعالیت آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی. برای کاربردهای آرایشی، برخی مطالعات نشان داده اند که HC عملکردهای بیولوژیکی خوبی مانند افزایش تکثیر سلولی، ظرفیت نگهداری آب، جذب رطوبت، حفظ و ضد پیری در پوست دارد و به طور گسترده ای به عنوان یک عنصر کاربردی در صنایع غذایی استفاده می شود زیرا خواص آن برای افزایش نگهداری آب در محصولات گوشتی است. توسعه حسی و بهبود خواص شیمیایی و فیزیکی در نوشیدنی ها و محصولات لبنی. در صنعت زیست پزشکی، استفاده ازکلاژن هیدرولیز شده مخلوط شده با سلولز یا کیتوزان برای تهیه اتصال دهنده ها به ترویج سنتز کلاژن، مدیریت اختلالات استخوان و مفصل، درمان زخم، زیست سازگاری عالی و خواص ضد میکروبی کمک کرده است.

منابع

Abdollahi, M.; Rezaei, M.; Jafarpour, A.; Undeland, I. Sequential extraction of gel-forming proteins, collagen and collagen hydrolysate from gutted silver carp (Hypophthalmichthys molitrix), a biorefinery approach. Food Chem. 2018, 242, 568–578.

Addor, F.A.S.; Cotta Vieira, J.; Abreu Melo, C.S. Improvement of dermal parameters in aged skin after oral use of a nutrient supplement. Clin. Cosmet. Investig. Dermatol. 2018, 11, 195–201.

Ahmed, R.; Chun, B.-S. Subcritical water hydrolysis for the production of bioactive peptides from tuna skin collagen. J. Supercrit. Fluids 2018, 141, 88–96.

Almeida, A.J.; Fernandes, A.I. Exploring a new jellyfish collagen in the production of microparticles for protein delivery AU - Calejo, M. Teresa. J. Microencapsul. 2012, 29, 520–531.

Asserin, J.; Lati, E.; Shioya, T.; Prawitt, J. The effect of oral collagen peptide supplementation on skin moisture and the dermal collagen network: Evidence from an ex vivo model and randomized, placebo-controlled clinical trials. J. Cosmet. Dermatol. 2015, 14, 291–301.

Barzideh, Z.; Latiff, A.A.; Gan, C.-Y.; Abedin, M.Z.; Alias, A.K. ACE inhibitory and antioxidant activities of collagen hydrolysates from the ribbon jellyfish (Chrysaora sp.). Food Technol. Biotechnol. 2014, 52, 495–504.

Baumann, L. Skin ageing and its treatment. J. Pathol. 2007, 211, 241–251.

Benjakul, S.; Chantakun, K.; Karnjanapratum, S. Impact of retort process on characteristics and bioactivities of herbal soup based on hydrolyzed collagen from seabass skin. J. Food Sci. Technol. 2018, 55, 3779–3791.

Bhagwat, P.K.; Dandge, P.B. Isolation, characterization and valorizable applications of fish scale collagen in food and agriculture industries. Biocatal. Agric. Biotechnol. 2016, 7, 234–240.

Bilek, S.E.; Bayram, S.K. Fruit juice drink production containing hydrolyzed collagen. J. Funct. Foods 2015, 14, 562–569.

Bolke, L.; Schlippe, G.; Gerß, J.; Voss, W. A collagen supplement improves skin hydration, elasticity, roughness, and density: Results of a randomized, placebo-controlled, blind study. Nutrients 2019, 11, 2494.

Chen, J.; Li, L.; Yi, R.; Xu, N.; Gao, R.; Hong, B. Extraction and characterization of acid-soluble collagen from scales and skin of tilapia (Oreochromis niloticus). Lwt-Food Sci. Technol. 2016, 66, 453–459.

Chen, J.; Li, L.; Yi, R.; Gao, R.; He, J. Release kinetics of Tilapia scale collagen I peptides during tryptic hydrolysis. Food Hydrocoll. 2018, 77, 931–936.

Cheung, I.W.Y.; Li-Chan, E.C.Y. Enzymatic production of protein hydrolysates from steelhead (Oncorhynchus mykiss) skin gelatin as inhibitors of dipeptidyl-peptidase IV and Angiotensin-I converting enzyme. J. Funct. Foods 2017, 28, 254–264.

Czajka, A.; Kania, E.M.; Genovese, L.; Corbo, A.; Merone, G.; Luci, C.; Sibilla, S. Daily oral supplementation with collagen peptides combined with vitamins and other bioactive compounds improves skin elasticity and has a beneficial effect on joint and general wellbeing. Nutr. Res. 2018, 57, 97–108.

Da Mata Rigoto, J.; Ribeiro, T.H.S.; Stevanato, N.; Sampaio, A.R.; Ruiz, S.P.; Bolanho, B.C. Effect of açaí pulp, cheese whey, and hydrolysate collagen on the characteristics of dairy beverages containing probiotic bacteria. J. Food Process. Eng. 2019, 42, e12953.

Das, J.; Dey, P.; Chakraborty, T.; Saleem, K.; Nagendra, R.; Banerjee, P. Utilization of marine industry waste derived collagen hydrolysate as peroxide inhibition agents in lipid-based food. J. Food Process. Preserv. 2018, 42, e13430.

Denis, A.; Brambati, N.; Dessauvages, B.; Guedj, S.; Ridoux, C.; Meffre, N.; Autier, C. Molecular weight determination of hydrolyzed collagens. Food Hydrocoll. 2008, 22, 989–994.

Dhakal, D.; Koomsap, P.; Lamichhane, A.; Sadiq, M.B.; Anal, A.K. Optimization of collagen extraction from chicken feet by papain hydrolysis and synthesis of chicken feet collagen based biopolymeric fibres. Food Biosci. 2018, 23, 23–30.

Elavarasan, K.; Shamasundar, B.; Badii, F.; Howell, N. Angiotensin I-converting enzyme (ACE) inhibitory activity and structural properties of oven-and freeze-dried protein hydrolysate from fresh water fish (Cirrhinus mrigala). Food Chem. 2016, 206, 210–216.

Fang, M.; Yuan, J.; Peng, C.; Li, Y. Collagen as a double-edged sword in tumor progression. Tumor Biol. 2014, 35, 2871–2882.

Fauzi, M.B.; Lokanathan, Y.; Aminuddin, B.S.; Ruszymah, B.H.I.; Chowdhury, S.R. Ovine tendon collagen: Extraction, characterisation and fabrication of thin films for tissue engineering applications. Mater. Sci. Eng. C 2016, 68, 163–171.

Felician, F.F.; Xia, C.; Qi, W.; Xu, H. Collagen from marine biological sources and medical applications. Chem. Biodivers. 2018, 15, e1700557.

Ficai, A.; Albu, M.G.; Birsan, M.; Sonmez, M.; Ficai, D.; Trandafir, V.; Andronescu, E. Collagen hydrolysate based collagen/hydroxyapatite composite materials. J. Mol. Struct. 2013, 1037, 154–159.

Gerhardt, Â.; Monteiro, B.W.; Gennari, A.; Lehn, D.N.; Souza, C.F.V.d. Características físico-químicas e sensoriais de bebidas lácteas fermentadas utilizando soro de ricota e colágeno hidrolisado. Physicochemical and sensory characteristics of fermented dairy drink using ricotta cheese whey and hydrolyzed collagen. Rev. Do Inst. De Laticínios Cândido Tostes 2013, 68, 41–50.

Gómez-Guillén, M.C.; Giménez, B.; López-Caballero, M.E.; Montero, M.P. Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review. Food Hydrocoll. 2011, 25, 1813–1827.

Guo, L.; Harnedy, P.A.; Zhang, L.; Li, B.; Zhang, Z.; Hou, H.; Zhao, X.; FitzGerald, R.J. In vitro assessment of the multifunctional bioactive potential of Alaska pollock skin collagen following simulated gastrointestinal digestion. J. Sci. Food Agric. 2015, 95, 1514–1520.

Haq, F.; Ahmed, N.; Qasim, M. Comparative genomic analysis of collagen gene diversity. 3 Biotech. 2019, 9, 83. [CrossRef] 12. Shoulders, M.D.; Raines, R.T. Collagen structure and stability. Annu. Rev. 2009, 78, 929–958.

Hashim, P.; Sofberi, M.; Ridzwan, M.; Bakar, J.; Mat Hashim, D. Collagen in food and beverage industries. Int. Food Res. J. 2015, 22, 1–8.

Hays, N.P.; Kim, H.; Wells, A.M.; Kajkenova, O.; Evans, W.J. Effects of whey and fortified collagen hydrolysate protein supplements on nitrogen balance and body composition in older women. J. Am. Diet. Assoc. 2009, 109, 1082–1087.

Hong, H.; Fan, H.; Chalamaiah, M.; Wu, J. Preparation of low-molecular-weight, collagen hydrolysates (peptides): Current progress, challenges, and future perspectives. Food Chem. 2019, 301, 125222.

Ibrahim, F.N.; Ismail-Fitry, M.R.; Yusoff, M.M.; Shukri, R. Effects of Fish Collagen Hydrolysate (FCH) as fat replacer in the production of buffalo patties. J. Adv. Res. Appl. Sci. Eng. Technol. 2018, 11, 108–117.

Jhawar, N.; Wang, J.V.; Saedi, N. Oral collagen supplementation for skin aging: A fad or the future? J. Cosmet. Dermatol. 2019.

Jo, Y.-J.; Kim, J.-H.; Jung, K.-H.; Min, S.-G.; Chun, J.-Y. Effect of sub-and super-critical water treatment on physicochemical properties of porcine skin. Korean J. Food Sci. Anim. Resour. 2015, 35, 35.

Ketnawa, S.; Benjakul, S.; Martínez-Alvarez, O.; Rawdkuen, S. Fish skin gelatin hydrolysates produced by visceral peptidase and bovine trypsin: Bioactivity and stability. Food Chem. 2017, 215, 383–390.

Kezwo ´n, A.; Chromi ´nska, I.; Fr ˛aczyk, T.; Wojciechowski, K. Effect of enzymatic hydrolysis on surface activity and surface rheology of type I collagen. Colloids Surf. B: Biointerfaces 2016, 137, 60–69.

Kim, H.K.; Kim, Y.H.; Kim, Y.J.; Park, H.J.; Lee, N.H. Effects of ultrasonic treatment on collagen extraction from skins of the sea bass Lateolabrax japonicus. Fish. Sci. 2012, 78, 485–490.

Kim, D.-U.; Chung, H.-C.; Choi, J.; Sakai, Y.; Lee, B.-Y. Oral intake of low-molecular-weight collagen peptide improves hydration, elasticity, and wrinkling in human skin: A randomized, double-blind, placebo-controlled study. Nutrients 2018, 10, 826.

Koizumi, S.; Inoue, N.; Shimizu, M.; Kwon, C.-j.; Kim, H.-y.; Park, K.S. Effects of dietary supplementation with fish scales-derived collagen peptides on skin parameters and condition: A randomized, placebo-controlled, double-blind study. Int. J. Pept. Res. Ther. 2018, 24, 397–402.

León-López, A., Morales-Peñaloza, A., Martínez-Juárez, V. M., Vargas-Torres, A., Zeugolis, D. I., & Aguirre-Álvarez, G. (2019). Hydrolyzed collagen—sources and applications. Molecules, 24(22), 4031.

León-López, A.; Fuentes-Jiménez, L.; Hernández-Fuentes, A.D.; Campos-Montiel, R.G.; Aguirre-Álvarez, G. Hydrolysed collagen from sheepskins as a source of functional peptides with antioxidant activity. Int. J. Mol. Sci. 2019, 20, 3931.

Li, Z.-R.; Wang, B.; Chi, C.-f.; Zhang, Q.-H.; Gong, Y.-d.; Tang, J.-J.; Luo, H.-y.; Ding, G.-f. Isolation and characterization of acid soluble collagens and pepsin soluble collagens from the skin and bone of Spanish mackerel (Scomberomorous niphonius). Food Hydrocoll. 2013, 31, 103–113.

Li, Z.; Wang, B.; Chi, C.; Gong, Y.; Luo, H.; Ding, G. Influence of average molecular weight on antioxidant and functional properties of cartilage collagen hydrolysates from Sphyrna lewini, Dasyatis akjei and Raja porosa. Food Res. Int. 2013, 51, 283–293.

Lima, C.A.; Campos, J.F.; Lima Filho, J.L.; Converti, A.; da Cunha, M.G.C.; Porto, A.L. Antimicrobial and radical scavenging properties of bovine collagen hydrolysates produced by Penicillium aurantiogriseum URM 4622 collagenase. J. Food Sci. Technol. 2015, 52, 4459–4466.

Liu, D.; Wei, G.; Li, T.; Hu, J.; Lu, N.; Regenstein, J.M.; Zhou, P. Effects of alkaline pretreatments and acid extraction conditions on the acid-soluble collagen from grass carp (Ctenopharyngodon idella) skin. Food Chem. 2015, 172, 836–843.

Masuda, R.; Dazai, Y.; Mima, T.; Koide, T. Structure-activity relationships and action mechanisms of collagen-like antimicrobial peptides. Pept. Sci. 2017, 108, e22931.

Muiznieks, L.D.; Keeley, F.W. Molecular assembly and mechanical properties of the extracellular matrix: A fibrous protein perspective. Biochim. Et Biophys. Acta (Bba) - Mol. Basis Dis. 2013, 1832, 866–875.

Najafian, L.; Babji, A.S. A review of fish-derived antioxidant and antimicrobial peptides: Their production, assessment, and applications. Peptides 2012, 33, 178–185.

Nimni, M.E. Biochemistry. In Collagen; CRC Press: Boca Raton, FL, USA, 2018; Volume 1, pp. 23–35.

O'Sullivan, S.M.; Lafarga, T.; Hayes, M.; O'Brien, N.M. Bioactivity of bovine lung hydrolysates prepared using papain, pepsin, and Alcalase. J. Food Biochem. 2017, 41, e12406.

Onuh, J.O.; Girgih, A.T.; Aluko, R.E.; Aliani, M. In vitro antioxidant properties of chicken skin enzymatic protein hydrolysates and membrane fractions. Food Chem. 2014, 150, 366–373.

Pal, G.K.; Suresh, P.V. Sustainable valorisation of seafood by-products: Recovery of collagen and development of collagen-based novel functional food ingredients. Innov. Food Sci. Emerg. Technol. 2016, 37, 201–215.

Pati, F.; Adhikari, B.; Dhara, S. Isolation and characterization of fish scale collagen of higher thermal stability. Bioresour. Technol. 2010, 101, 3737–3742.

Pei, X.; Yang, R.; Zhang, Z.; Gao, L.; Wang, J.; Xu, Y.; Zhao, M.; Han, X.; Liu, Z.; Li, Y. Marine collagen peptide isolated from Chum Salmon (Oncorhynchus keta) skin facilitates learning and memory in aged C57BL/6J mice. Food Chem. 2010, 118, 333–340.

Pei, Y.; Yang, J.; Liu, P.; Xu, M.; Zhang, X.; Zhang, L. Fabrication, properties and bioapplications of cellulose/collagen hydrolysate composite films. Carbohydr. Polym. 2013, 92, 1752–1760.

Powell, T.; Bowra, S.; Cooper, H.J. Subcritical water hydrolysis of peptides: Amino acid side-chain modifications. J. Am. Soc. Mass Spectrom. 2017, 28, 1775–1786

Prestes, R. Collagen and its derivatives: Characteristics and applications in meat products. Rev. Unopar Cient. Ciên. Biol. Saúde 2013, 15, 65–74.

Prestes, R.C.; Carneiro, E.B.B.; Demiate, I.M. Hydrolyzed collagen, modified starch and guar gum addition in turkey ham. Ciência Rural 2012, 42, 1307–1313.

Purcel, G.; Meli ̧tă, D.; Andronescu, E.; Grumezescu, A.M. Collagen-based nanobiomaterials: Challenges in soft tissue engineering. In Nanobiomaterials in Soft Tissue Engineering. Applications of Nanobiomaterials; Grumezescu, A.M., Ed.; William Andrew Publishing: Oxford, UK, 2016; Volume 5, pp. 173–200.

Ramadass, S.K.; Perumal, S.; Gopinath, A.; Nisal, A.; Subramanian, S.; Madhan, B. Sol–gel assisted fabrication of collagen hydrolysate composite scaffold: A novel therapeutic alternative to the traditional collagen scaffold. Acs Appl. Mater. Interfaces 2014, 6, 15015–15025.

Ramshaw, J.A. Biomedical applications of collagens. J. Biomed. Mater. Res. Part B: Appl. Biomater. 2016, 104, 665–675.

Ran, X.G.; Wang, L.Y. Use of ultrasonic and pepsin treatment in tandem for collagen extraction from meat industry by-products. J. Sci. Food Agric. 2014, 94, 585–590.

Saiga, A.; Iwai, K.; Hayakawa, T.; Takahata, Y.; Kitamura, S.; Nishimura, T.; Morimatsu, F. Angiotensin I-converting enzyme-inhibitory peptides obtained from chicken collagen hydrolysate. J. Agric. Food Chem 2008, 56, 9586–9591.

Sanchez, A.; Blanco, M.; Correa, B.; Perez-Martin, R.; Sotelo, C. Effect of fish collagen hydrolysates on type I collagen mRNA levels of human dermal fibroblast culture. Mar. Drugs 2018, 16, 144.

Santana, R.C.; Perrechil, F.A.; Sato, A.C.K.; Cunha, R.L. Emulsifying properties of collagen fibers: Effect of pH, protein concentration and homogenization pressure. Food Hydrocoll. 2011, 25, 604–612.

Schmidt, M.; Dornelles, R.; Mello, R.; Kubota, E.; Mazutti, M.; Kempka, A.; Demiate, I. Collagen extraction process. Int. Food Res. J. 2016, 23, 913–922.

Schrieber, R.; Gareis, H. Gelatine Handbook. Theory and Industrial Practice; WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA: Weinheim, Germany, 2007; pp. 45–117.

Sibilla, S.; Godfrey, M.; Brewer, S.; Budh-Raja, A.; Genovese, L. An overview of the beneficial effects of hydrolysed collagen as a nutraceutical on skin properties: Scientific background and clinical studies. Open Nutraceuticals J. 2015, 8, 29–42.

Silvipriya, K.; Kumar, K.K.; Bhat, A.; Kumar, B.D.; John, A.; Lakshmanan, P. Collagen: Animal sources and biomedical application. J. Appl. Pharm. Sci. 2015, 5, 123–127.

Skopinska-Wisniewska, J.; Olszewski, K.; Bajek, A.; Rynkiewicz, A.; Sionkowska, A. Dialysis as a method of obtaining neutral collagen gels. Mater. Sci. Eng. C 2014, 40, 65–70.

Soladoye, O.P.; Saldo, J.; Peiro, L.; Rovira, A.; Mor-Mur, M. Antioxidant and angiotensin 1 converting enzyme inhibitory functions from chicken collagen hydrolysates. J. Nutr. Food Sci. 2015, 5, 1–9.

Sontakke, S.B.; Jung, J.-h.; Piao, Z.; Chung, H.J. Orally available collagen tripeptide: Enzymatic stability, intestinal permeability, and absorption of Gly-Pro-Hyp and Pro-Hyp. J. Agric. Food Chem. 2016, 64, 7127–7133.

Sorushanova, A.; Delgado, L.M.; Wu, Z.; Shologu, N.; Kshirsagar, A.; Raghunath, R.; Mullen, A.M.; Bayon, Y.; Pandit, A.; Raghunath, M.J.A.M. The collagen suprafamily: From biosynthesis to advanced biomaterial development. Adv. Mater. 2019, 31, 1801651.

Sousa, S.C.; Fragoso, S.P.; Penna, C.R.A.; Arcanjo, N.M.O.; Silva, F.A.P.; Ferreira, V.C.S.; Barreto, M.D.S.; Araújo, Í.B.S. Quality parameters of frankfurter-type sausages with partial replacement of fat by hydrolyzed collagen. Lwt-Food Sci. Technol. 2017, 76, 320–325.

Tobin, D.J. Introduction to skin aging. J. Tissue Viability 2017, 26, 37–46.

Varani, J.; Dame, M.K.; Rittie, L.; Fligiel, S.E.G.; Kang, S.; Fisher, G.J.; Voorhees, J.J. Decreased collagen production in chronologically aged skin: Roles of age-dependent alteration in fibroblast function and defective mechanical stimulation. Am. J. Pathol 2006, 168, 1861–1868.

Venkatesan, J.; Anil, S.; Kim, S.-K.; Shim, M. Marine fish proteins and peptides for cosmeceuticals: A review. Mar. Drugs 2017, 15, 143.

Villamil, O.; Váquiro, H.; Solanilla, J.F. Fish viscera protein hydrolysates: Production, potential applications and functional and bioactive properties. Food Chem. 2017, 224, 160–171.

Wang, J.; Luo, D.; Liang, M.; Zhang, T.; Yin, X.; Zhang, Y.; Yang, X.; Liu, W. Spectrum-effect relationships between high-performance liquid chromatography (HPLC) fingerprints and the antioxidant and anti-inflammatory activities of collagen peptides. Molecules 2018, 23, 3257.

Wang, L.; Jiang, Y.; Wang, X.; Zhou, J.; Cui, H.; Xu, W.; He, Y.; Ma, H.; Gao, R. Effect of oral administration of collagen hydrolysates from Nile tilapia on the chronologically aged skin. J. Funct. Foods 2018, 44, 112–117.

Wang, J.; Pei, X.; Liu, H.; Zhou, D. Extraction and characterization of acid-soluble and pepsin-soluble collagen from skin of loach (Misgurnus anguillicaudatus). Int. J. Biol. Macromol. 2018, 106, 544–550.

Wang, W.; Chen, M.; Wu, J.; Wang, S. Hypothermia protection effect of antifreeze peptides from pigskin collagen on freeze-dried Streptococcus thermophiles and its possible action mechanism. Lwt-Food Sci. Technol. 2015, 63, 878–885.

Yu, D.; Chi, C.-F.; Wang, B.; Ding, G.-F.; Li, Z.-R. Characterization of acid-and pepsin-soluble collagens from spines and skulls of skipjack tuna (Katsuwonus pelamis). Chin. J. Nat. Med. 2014, 12, 712–720.

Zeugolis, D.I.; Paul, R.G.; Attenburrow, G. Factors influencing the properties of reconstituted collagen fibers prior to self-assembly: Animal species and collagen extraction method. J. Biomed. Mater. Res. Part. A 2008, 86, 892–904.

Zhang, Y.; Zhang, Y.; Liu, X.; Huang, L.; Chen, Z.; Cheng, J. Influence of hydrolysis behaviour and microfluidisation on the functionality and structural properties of collagen hydrolysates. Food Chem. 2017, 227, 211–218.

Zhang, Y.; Olsen, K.; Grossi, A.; Otte, J. Effect of pretreatment on enzymatic hydrolysis of bovine collagen and formation of ACE-inhibitory peptides. Food Chem. 2013, 141, 2343–2354

Zhang, Q.-X.; Fu, R.-J.; Yao, K.; Jia, D.-Y.; He, Q.; Chi, Y.-L. Clarification effect of collagen hydrolysate clarifier on chrysanthemum beverage. LWT 2018, 91, 70–76.

Zhao, Y.; Wang, Z.; Zhang, J.; Su, T. Extraction and characterization of collagen hydrolysates from the skin of Rana chensinensis. 3 Biotech. 2018, 8, 181.

Zorrilla García, A.E. El envejecimiento y el estrés oxidativo. Rev. Cuba. De Investig. Biomédicas 2002, 21, 178–185.

Zou, Y.; Wang, L.; Cai, P.; Li, P.; Zhang, M.; Sun, Z.; Sun, C.; Xu, W.; Wang, D. Effect of ultrasound assisted extraction on the physicochemical and functional properties of collagen from soft-shelled turtle calipash. Int. J. Biol. Macromol. 2017, 105, 1602–1610.

Zouboulis, C.C.; Makrantonaki, E. Clinical aspects and molecular diagnostics of skin aging. Clin. Dermatol. 2011, 29, 3–14.

دومین همایش ملی پژوهش های کاربردی
امنیت غذایی، ایمنی غذایی و سلامت
«همزمان با روز جهانی غذا؛ ۲۵ مهرماه ۱۴۰۳»
مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

مروری بر کاربرد حسگرها در ایمنی و سلامت غذا

میترا قدرتی شاه‌توری*[۱] ، ابراهیم فولادی [۲]

[۱] دانشجوی دکترای علوم و صنایع غذایی، گروه ایمنی و کنترل کیفیت مواد غذایی، موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی، مشهد،ایران

[۲] استادیار، گروه ایمنی و کنترل کیفیت مواد غذایی، موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی، مشهد، ایران

*نویسنده مسوول: m.ghodrati@rifst.ac.ir

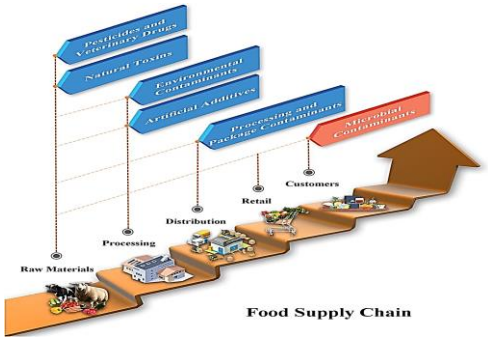
چکیده

ایمنی مواد غذایی به‌عنوان یک مسئله جدی بهداشت عمومی در سراسر جهان، ممکن است انواع مختلفی از خطرات سلامتی انسان را به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه ایجاد کند. آلودگی شیمیایی وجود ترکیبات شیمیایی ناخواسته و مضر در زنجیره غذایی است که در اثر استفاده نادرست از آفت‌کش‌ها، نگهدارنده‌های شیمیایی و افزودنی‌های غذایی ایجاد می‌شود. در مقابل، میکروارگانیسم‌ها (مانند کپک‌ها، مخمرها، باکتری‌ها و ویروس‌ها) می‌توانند باعث فساد مواد غذایی و بیماری‌های ناشی از غذا شوند. ایمنی و کیفیت مواد غذایی از اهداف اصلی نظارت بر تولید مواد غذایی است. حسگرهای غذایی یک فناوری نوظهور هستند که در نظارت بر کیفیت و ایمنی مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرند و به‌طور بالقوه هدررفت و ضایعات مواد غذایی را کاهش می‌دهند و از سلامت مصرف‌کنندگان محافظت می‌کنند. این مقاله کاربرد حسگرهای مواد غذایی را در ایمنی و سلامت غذا مورد بحث قرار می‌دهد.

واژگان کلیدی: ایمنی غذا، حسگرها، سلامت، آلودگی

مقدمه

ایمنی مواد غذایی یک مسئله جدی بهداشت عمومی در سراسر جهان است که ممکن است انواع مختلفی از خطرات سلامتی انسان را به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه ایجاد کند. سازمان بهداشت جهانی تخمین زده است که حداقل ۶۰۰ میلیون مورد بیماری ناشی از غذا و ۴۲۰۰۰۰ مرگ مرتبط با آن هر سال رخ می‌دهد و داده‌های دقیق احتمالا به‌طور قابل توجهی بالاتر است. خطرات ایمنی مواد غذایی ممکن است در تمام مراحل زنجیره تامین مواد غذایی رخ دهد (شکل ۱) (Gu et al., 2022). کشف روش‌های تشخیص معتبر برای خطرات ایمنی مواد غذایی بسیار جدید نیست (Cao et al., 2019). چندین تکنیک تایید شده مانند کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا، کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا- طیف سنج جرمی، کروماتوگرافی گازی، کروماتوگرافی گازی- طیف سنجی جرمی و الکتروفورز مویینه به طور گسترده برای تعیین خطرات ایمنی مواد غذایی استفاده شده است. با این حال، بسیاری از روش‌های آزمایشگاهی سنتی، مانند روش‌های شیمیایی و کروماتوگرافی، برای ارزیابی ایمنی مواد غذایی دارای معایبی هستند که به دلیل پرزحمت بودن، زمان‌بر بودن، نیاز به تجهیزات گران‌قیمت و پرسنل آزمایشگاهی ماهر، آن‌ها را برای نظارت سریع ناسازگار می‌کند. بنا بر این، برای غلبه بر محدودیت‌های روش‌های سنتی، یک سری روش‌های تشخیص دقیق، حساس و سریع مورد نیاز است. برخی از حسگرهای پیشرفته روش‌های جایگزینی را برای دستیابی به تحلیل ردیابی خطرات ایمنی مواد غذایی در ماتریس پیچیده مواد غذایی ارائه می‌دهند (Cheng et al., 2021; Nelis et al., 2020).



شکل ۱. شماتیک زنجیره تامین مواد غذایی و طبقه‌بندی خطرات ایمنی مواد غذایی (آبی: خطرات شیمیایی، قرمز: خطرات بیولوژیکی)

۱- مفهوم ایمنی غذایی

ایمنی غذا به طور جهانی به‌عنوان یک مسئله بهداشت عمومی پذیرفته شده است، که نیاز به یک استراتژی کل نگر از تولید تا مصرف دارد. ایمنی غذایی شامل طیف گسترده‌ای از فعالیت‌ها، از تولید در مزرعه تا پردازش، توزیع، ذخیره سازی، انتخاب، آماده سازی و مصرف است. در نتیجه، رشته‌ای است که زنجیره ارزش غذایی را به گونه‌ای تعریف می‌کند که از مسمومیت غذایی جلوگیری شود. تصور می‌شود که تا ۳۰ درصد از جمعیت جهان هر سال به یک بیماری منتقله از غذا مبتلا می‌شوند (Desta Dugassa, 2023) .

بیماری‌های منتقله از غذا که توسط باکتری‌ها، انگل‌ها و ویروس‌ها ایجاد می‌شوند همچنان یک نگرانی قابل توجه در سراسر جهان هستند. این بیماری‌ها می‌توانند ناشی از مصرف آب و غذای آلوده باشند و بار قابل توجهی برای سلامت عمومی ایجاد کنند. پاتوژن‌های رایج مرتبط با بیماری‌های ناشی از غذا عبارتند از: سالمونلا، اشریشیا کلی (E. coli)، کمپیلوباکتر، لیستریا، نوروویروس و انگل‌های مختلف (Elbehiry et al., 2023). علاوه بر این، بروز آلرژی‌های غذایی در ۲۰ سال گذشته واقعا افزایش یافته است و بر تعداد قابل توجهی از افراد در سراسر جهان تأثیر گذاشته است (Acker et al., 2017). دولت‌ها تعهد خود را برای ایجاد یک سیستم کنترل ملی قوی مواد غذایی در پاسخ به این امر می‌پذیرند. اطمینان از ایمنی مواد غذایی از مزرعه تا میز، این امر معمولاً مستلزم ترکیب یک رویکرد نظارتی اجباری با اقدامات پیشگیرانه و آموزشی است (Desta Dugassa, 2023). بسیاری از کشورها در سراسر جهان به طور فزاینده‌ای به در دسترس بودن و ایمنی مواد غذایی خود متکی هستند. در نتیجه، ایمنی مواد غذایی برای مردم در سراسر جهان اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. تولید مواد غذایی باید به‌درستی انجام شود تا سلامت عمومی و مزایای زیست محیطی بهینه شود. ایمنی مواد غذایی به جلوگیری از ورود، رشد یا بقای عوامل میکروبیولوژیکی و شیمیایی خطرناک در زنجیره تامین مواد غذایی مربوط می‌شود (Uyttendaele et al., 2016).

۲- حسگرها

حسگرهای غذایی یک فناوری نوظهور هستند که در نظارت بر کیفیت و ایمنی مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرند و به‌طور بالقوه هدررفت و ضایعات مواد غذایی را کاهش می‌دهند و از سلامت مصرف‌کنندگان محافظت می‌کنند (Kuswandi et al., 2022). حسگرها از گیرنده‌های شیمیایی یا بیولوژیکی که به‌طور خاص برای تشخیص آنالیت هدف طراحی شده‌اند، و یک مبدل فیزیکی که فرآیند تشخیص را به یک سیگنال قابل اندازه‌گیری تبدیل و یک خروجی کمی و یا کیفی تولید می‌کند، تشکیل شده‌اند (Kerry et al., 2006). حسگرهای بیولوژیکی یا حسگرهای زیستی بر ویژگی‌های تشخیص بیومولکول‌هایی مانند آنزیم‌ها، آپتامرها و آنتی‌بادی‌ها (Lin, 2023) تکیه می‌کنند که با مبدل فیزیکی برای افزایش گزینش‌پذیری آنالیت هدف ادغام می‌شوند. فرآیند اتصال از طریق روش‌های مختلفی از جمله رنگ‌سنجی (Yang et al., 2011) و الکتروشیمیایی (Özbek, 2023) نظارت می‌شود. حسگرها برای آزمایش مواد خام، ارزیابی اصالت، و شناسایی مواد اصلاح‌شده ژنتیکی، آلرژن‌ها و آلودگی بیماری‌زا یا آلودگی شیمیایی توصیف شده‌اند (Mustafa et al., 2017).

۲-۱. حسگرهای الکتروشیمیایی

دنیای حسگرها متنوع است و به‌دلیل تقاضای زیاد و پیشرفت‌های مداوم تکنولوژیکی، با سرعتی سریع در حال پیشرفت است. حسگرهای الکتروشیمیایی یک راه حل کم هزینه و راحت برای تشخیص سلامت و ایمنی غذا ارائه می‌دهند. محبوبیت سنجش الکتروشیمیایی ناشی از دو مزیت اصلی است: تغییرپذیری سیگنال‌های گزارش‌دهنده، مانند ولتاژ، جریان، توان خروجی کلی یا امپدانس الکتروشیمیایی، و محدودیت‌های تشخیص نظری پایین که از تفاوت‌های جریان‌های فارادایک و غیرفارادایک ناشی می‌شود (Baranwal et al., 2022). حسگرهای الکتروشیمیایی برای تشخیص ایمنی مواد غذایی همچنین، مزایای بسیاری از جمله پاسخ سریع، قابلیت کاربرد میدانی، حساسیت بالا، گزینش‌پذیری بالا و تجزیه و تحلیل آنلاین را نشان می‌دهند. علاوه بر این، حسگرهای الکتروشیمیایی بسیار ارزان و کوچک هستند، که ممکن است نقش کلیدی در کنترل کیفیت مواد غذایی و ایمنی محصول داشته باشند (Lingwen et al., 2018). به‌عنوان مثال، لی و همکاران یک الکترود اصلاح شده با اکسید گرافن احیا شده و نانوذرات طلا

را برای تشخیص سودان I در نمونه‌های غذایی از جمله پودر فلفل قرمز و سس کچاپ طراحی کردند که حساسیت، انتخاب‌پذیری و بازیابی رضایت بخشی را نشان داد (Li et al., 2015). همچنین، شیانبولو و همکاران یک چارچوب آلی کووالانسی با گروه‌های کربونیل فراوان سنتز کردند و از آن برای ساخت یک حسگر الکتروشیمیایی برای تعیین پاراکسون در نمونه‌های خیار استفاده کردند (Niu et al., 2022).

۲-۲. حسگرهای رنگ سنجی

در زمینه ایمنی و نظارت بر مواد غذایی، حسگرهای رنگ سنجی به‌عنوان ابزاری محوری و همه کاره برای تشخیص و تعیین کمیت آنالیت‌های مختلف محسوب می‌شوند. این حسگرها، چه ارگانیک و چه معدنی، از تغییر رنگ محسوس به‌عنوان یک شاخص قابل اندازه‌گیری از تغییرات در نمونه‌های غذا استفاده می‌کنند و اغلب یک روش غیرتهاجمی و ساده برای تجزیه و تحلیل ارائه می‌دهند (Mazur et al., 2024). اخیرا یک حسگر رنگ سنجی جدید بر پایه رنگدانه‌های طبیعی، رنگ‌های مصنوعی و نانوذرات جهت نظارت بر تازگی گوشت ومرغ بسته بندی شده طراحی و با موفقیت به کار گرفته شد (Huang et al., 2024). همچنین، کالابرتا و همکاران (۲۰۲۳) یک حسگر رنگ سنجی کاغذی جهت شناسایی آمین‌های بیوژنیک در مواد غذایی طراحی کردند که فساد و تازگی را نشان می‌دهد. مولکول حسگر آگلیکون گنیپین می‌باشد که قادر است به آمین‌های بیوژنیک متصل شود و رنگدانه‌های آبی محلول در آب تولید کند. این حسگر کاغذی جهت نظارت بر گوشت مرغ به‌کار گرفته شد و حد تشخیص آن برابر با ۰/۱ میلی مولار پوترسین گزارش شد (Calabretta et al., 2023).

۲-۳. حسگرهای گاز

حسگرهای گاز مانند بینی انسان عمل می‌کنند و قادر هستند تا گازهای خاص را در یک منطقه مشخص تشخیص دهند یا ترکیب و غلظت گاز را به طور مداوم اندازه‌گیری کنند. با ترکیب چندین حسگر گاز غیر اختصاصی در آرایه‌های حسگر، تعیین کیفیت یا شناسایی نوع یک ترکیب ممکن می‌شود. در نتیجه، حسگرهای گاز به روشی امیدوارکننده برای ارزیابی کیفیت غذا، تسهیل نظارت بر کیفیت و تازگی محصولات غذایی تبدیل شده‌اند. در طول دهه‌های گذشته، پیشرفت‌های قابل توجهی در توسعه و کاربرد حسگرهای گاز، با استفاده از مواد حسگر متنوع و پلت‌فرم‌های انتقال حاصل شده است. حسگرهای گاز هسته سیستم‌های دماغه الکترونیکی را تشکیل می‌دهند (Chiu & Tang, 2013; Xu et al., 2018). این حسگرهای گاز چندین مزیت از جمله زمان پاسخ کوتاه، تشخیص سریع، محدوده تشخیص و ارزیابی گسترده و تکرارپذیری خوب را ارائه می‌کنند. با استفاده از حسگرهای گاز با ویژگی‌های متمایز، می‌توان یک ماتریس حسگر ایجاد کرد که امکان نظارت و شناسایی همزمان گازهای متعدد در محیط را فراهم می‌کند. این قابلیت، آرایه‌های حسگر گاز را در میان پیشرفته‌ترین ابزارهای نظارتی در جهان قرار می‌دهد. (Wang et al., 2021). پژوهشگران مطالعه‌ای را برای بررسی کاربرد و قابلیت اطمینان حسگرهای اکسید فلزی برای پایش مواد فرار در صدف‌های زنده انجام دادند. در این مطالعه از طریق تجزیه و تحلیل اجزای اصلی داده‌های حسگر گاز و ارزیابی حسی، محققان دریافتند که بوی صدف‌های زنده در معرض هوا در طول ذخیره‌سازی بدتر می‌شود. این مطالعه نشان داد که در صدف‌های زنده در حال زوال در معرض هوا، آلدئیدها کاهش می‌یابند، در حالیکه تری متیل آمین و اسیدهای کربوکسیلیک فرار افزایش پیدا می‌کنند. در نتیجه، تری متیل آمین و اسیدهای کربوکسیلیک فرار به عنوان شاخص‌های مفیدی از طراوت صدف ظاهر شدند که کاربرد بالقوه حسگرهای گاز را در نظارت بر طراوت صدف نشان می‌دهد (Kawabe et al., 2019).

۴-۲. حسگرهای هالوکرومیک

مطالعات اخیر نشان داده‌اند که حسگرهای هالوکرومیک یا حساس به pH می‌توانند به‌طور موثری تازگی غذاهای غنی از پروتئین مانند گوشت خوک و غذاهای دریایی را با زمان پاسخ سریع و حد تشخیص پایین برای شاخص‌های فساد نظارت کنند. ترکیبات هالوکرومیک با زیست سازگاری خوب و خواص هالوکرومیک حساس، مانند آنتوسیانیدین ، برموفنول آبی و بروموکرزول بنفش می‌توانند به دلیل تغییر در pH تغییر رنگ دهند که شاخص‌های امیدوارکننده‌ای برای ساخت حسگرهای سنجش فساد هستند (Devarayan et al., 2024; Wang et al., 2024). در این زمینه، دیانا و همکاران (۲۰۲۴) یک حسگر هالوکرومیک مبتنی بر یک رنگ جدید حساس به pH و ماتریس آگار جهت نظارت بر تازگی نمونه‌های شیر و فساد نمونه‌های مرغ در زمان‌های مختلف (تا ۱۰ روز برای نمونه‌های مرغ) و در دماهای ۴ یا ۲۵ درجه سانتی‌گراد، طراحی کردند. سرعت پاسخ، سهولت در اندازه‌گیری، طیف گسترده‌ای از رنگ‌ها و پایداری از نقاط قوت حسگر مورد مطالعه بود (Diana et al., 2024).

۴- بحث و نتیجه گیری

تکنیک‌های تحلیلی مرسوم برای ارزیابی کیفیت و ایمنی مواد غذایی پرزحمت و زمان‌بر بوده و نیاز به تجهیزات گران‌قیمت و پرسنل آزمایشگاهی ماهر دارند، بنابراین نمی‌توان به این سیستم وابسته بود. با استفاده از تکنولوژی حسگرها در ارزیابی ایمنی مواد غذایی می‌توان بر این امر غلبه کرد. انتخاب مناسب حسگرها مستلزم بررسی دقیق قابلیت‌ها، محدودیت‌ها و مناسب بودن حسگر برای کاربرد مورد نظر است. کاربردهای متداول حسگر در فرآیند تولید مواد غذایی شامل نظارت بر فرآیند، بررسی ماندگاری، ارزیابی تازگی، ارزیابی اصالت و سایر مطالعات کنترل کیفیت است. فناوری حسگرها نقش بسزایی در تشخیص و شناسایی آلاینده‌ها در فرآیندهای تولید مواد غذایی ایفا می‌کند و باعث افزایش کیفیت، ایمنی، تولید و سودآوری مواد غذایی در صنایع تبدیلی مواد غذایی می‌شود.

منابع

Acker, W. W., Plasek, J. M., Blumenthal, K. G., Lai, K. H., Topaz, M., Seger, D. L., Goss, F. R., Slight, S. P., Bates, D. W., & Zhou, L. (2017). Prevalence of food allergies and intolerances documented in electronic health records. Journal of Allergy and Clinical Immunology, 140(6), 1587-1591. e1581.

Baranwal, J., Barse, B., Gatto, G., Broncova, G., & Kumar, A. (2022). Electrochemical sensors and their applications: A review. Chemosensors, 10(9), 363.

Calabretta, M. M., Gregucci, D., Desiderio, R., & Michelini, E. (2023). Colorimetric paper sensor for food spoilage based on biogenic amine monitoring. Biosensors, 13(1), 126.

Cao, Y., Feng, T., Xu, J., & Xue, C. (2019). Recent advances of molecularly imprinted polymer-based sensors in the detection of food safety hazard factors. Biosensors and bioelectronics, 141, 111447.

Cheng, W., Tang, X., Zhang, Y., Wu, D., & Yang, W. (2021). Applications of metal-organic framework (MOF)-based sensors for food safety: Enhancing mechanisms and recent advances. Trends in food science & technology, 112, 268-282.

Desta Dugassa, F. (2023). Food Safety. In A. Muhammad Sajid & K. Waseem (Eds.), Health Risks of Food Additives (pp. Ch. 7). IntechOpen.

Devarayan, K., Palanisamy, Y., Mohan, G., Theivasigamani, A., Kandasamy, S., Sekar, V., Siluvai John, E. U., Sukumaran, M., Marimuthu, R., & Anjappan, H. (2024). Non-invasive measurement of spoilage of packed fish using halochromic sensor. Pigment & Resin Technology, ahead-of-print.

Diana, R., Milzi, L., Gentile, F. S., Pannico, M., Musto, P., Maiello, A., & Panunzi, B. (2024). A versatile pH-sensitive hydrogel based on a high-performance dye: Monitoring the freshness of milk and chicken meat. Journal of Food Composition and Analysis, 135, 106667.

Elbehiry, A., Abalkhail, A., Marzouk, E., Elmanssury, A. E., Almuzaini, A. M., Alfheeaid, H., Alshahrani, M. T., Huraysh, N., Ibrahem, M., & Alzaben, F. (2023). An overview of the public health challenges in diagnosing and controlling human foodborne pathogens. Vaccines, 11(4), 725.

Gu, Y., Li, Y., Ren, D., Sun, L., Zhuang, Y., Yi, L., & Wang, S. (2022). Recent advances in nanomaterial-assisted electrochemical sensors for food safety analysis. Food Frontiers, 3(3), 453-479.

Huang, X., Tahir, H. E., Li, Z., Jiyong, S., & Xiaobo, Z. (2024). Chapter Eight - Colorimetric sensors for poultry and red meat quality control. In H. E. Tahir, Z. Xiaobo, M. Arslan, & S. Jiyong (Eds.), Colorimetric Sensors (pp. 161-185). Academic Press.

Kuswandi, B., Moradi, M., & Ezati, P. (2022). Food sensors: Off-package and on-package approaches. Packaging Technology and Science, 35(12), 847-862.

Lin, X. (2023). Application of biosensors in the detection of plant biomolecules. Theoretical and Natural Science, 23, 242-247.

Lingwen, Z., Lei, P., Dazhi, W., & Baoguo, Y. (2018). Electrochemical Sensors for Food Safety. In M. Gyula & F. Mária (Eds.), Nutrition in Health and Disease (pp. Ch. 12). IntechOpen.

Mazur, F., Han, Z., Tjandra, A. D., & Chandrawati, R. (2024). Digitalization of Colorimetric Sensor Technologies for Food Safety. Advanced Materials, 2404274.

Nelis, J., Tsagkaris, A., Dillon, M., Hajslova, J., & Elliott, C. (2020). Smartphone-based optical assays in the food safety field. TrAC Trends in Analytical Chemistry, 129, 115934.

Niu, K., Zhang, Y., Chen, J., & Lu, X. (2022). 2D conductive covalent organic frameworks with abundant carbonyl groups for electrochemical sensing. ACS Sensors, 7(11), 3551-3559.

Özbek, O. (2023). A potentiometric sensor for the determination of potassium in different baby follow–on milk, water, juice and pharmaceutical samples. Journal of Food Composition and Analysis, 115, 104937.

Wang, S., Zhang, L., Wang, H., Wu, Y., Ye, M., Yan, T., Chen, Y., Ma, T., & Ye, J. (2024). Halochromy incorporated with inner filter effect-based fluorescence quenching: A dual-response strategy for spoilage sensing of proteinous foods with rapid and irreversible readout. Sensors and Actuators B: Chemical, 409, 135631.

Wang, X., Feng, H., Chen, T., Zhao, S., Zhang, J., & Zhang, X. (2021). Gas sensor technologies and mathematical modelling for quality sensing in fruit and vegetable cold chains: A review. Trends in food science & technology, 110, 483-492.

An overview of the application of sensors in food safety and health

Mitra Ghodrati Shahtouri•[1], Ebrahim Fooladi[2]

1- Ph.D. student of food sciences and Technology, Department of Food Safety and Quality Control, Research Institute of Food Science and Technology (RIFST), Mashhad, Iran

2- Assistant Professor, Department of Food Safety and Quality Control, Research Institute of Food Science and Technology (RIFST), Mashhad, Iran

Corresponding Author: m.ghodrati@rifst.ac.ir

Abstract

As a serious public health issue worldwide, food safety may cause various types of human health risks, especially in developing countries. Chemical pollution is the presence of unwanted and harmful chemical compounds in the food chain caused by the improper use of pesticides, chemical preservatives, and food additives. In contrast, microorganisms (such as molds, yeasts, bacteria, and viruses) can cause food spoilage and foodborne illness. Food safety and quality are the main goals of monitoring food production. Food sensors are an emerging technology used in monitoring food quality and safety, potentially reducing food waste and protecting consumer health. This paper discusses the application of food sensors in food safety and health.

Keywords: food safety, sensors, health, pollution

دومین همایش ملی پژوهش های کاربردی
امنیت غذایی، ایمنی غذایی و سلامت
«همزمان با روز جهانی غذا؛ ۲۵ مهرماه ۱۴۰۳»
موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

مروری بر قابلیتهای کاربرد هوش مصنوعی در صنایع غذایی

مسعود یقبانی[1]* ، سید علی محمدی[2]

[1] عضو هیات علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

[2] دانشجوی مقطع دکتری، موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

نویسنده مسوول: *myaghbani@yahoo.com

چکیده :

صنعت غذا جزو یکی از صنایعی است که هوش مصنوعی می‌تواند تاثیر باورنکردنی بر آن داشته باشد. این فناوری می تواند با خودکار کردن فعالیت‌ها و بالا بردن عملکرد تولید مواد غذایی تحول سریعی را در این صنعت رقم می‌زند. کنترل کیفیت مناسب‌تر از طریق توصیه‌های مبتنی بر داده توسط ماشین‌های هوشمند، در اختیار داشتن منوهای متنوع‌تر و تولید محصولاتی که تطابق بیشتری با سلیقه مصرف‌کننده دارد تنها بخشی از تغییرات بکارگیری این فناوری در صنعت غذاست. از طرفی در فرآوری مواد غذایی، تولیدکنندگان باید نظارت دقیقی بر بسیاری از موارد مانند منابع انسانی، مواد، نگهداری تجهیزات و بسته‌بندی داشته باشند. حتی پس از اتمام فرآوری مواد غذایی هم لازم است آزمایش‌های کیفی گسترده‌ای در این خصوص انجام گیرد. انجام کلیه این مراحل نیاز به زمان و استفاده از نیروهای متخصص بسیار دارد. در اینجاست که هوش مصنوعی با ورود به مراحل مختلف، باعث کاهش زمان فرآوری و افزایش بازدهی تولید شده و با فراهم آوردن تجربه مصرف بهتر مواد غذایی، عملکرد کلی کسب و کار را ارتقا می‌دهد. لذا در این مقاله به زمینه های مختلف کاربرد هوش مصنوعی در صنایع غذایی اشاره می شود.

واژگان کلیدی: هوش مصنوعی، بهبود کیفیت، زنجیره تامین، مواد غذایی.

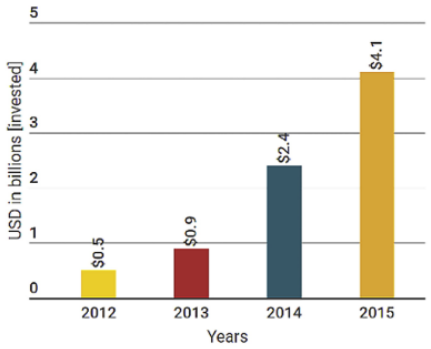
مقدمه:

تکنولوژی های بسیاری در گذشته با بهبود فرایندهای تولید و مدیریت، صنایع را به طور کلی دوباره تعریف کردند. در حال حاضر، روش های صنعتی در حال تجربه یک انقلاب صنعتی چهارم هستند، زیرا راه حل های هوش مصنوعی (AI) و یادگیری ماشین با شیوه های تولید موجود ترکیب می شوند. امروزه دیگر، دور بودن از هوش مصنوعی امکان‌پذیر نیست و تطابق بیشتر صنعت غذا با آن مزایای بسیاری دارد که موجب گشوده شدن مسیرهای جدیدی می‌شود و بازار رو به رشدی دارد (شکل ۱). در این زمینه هوش مصنوعی (AI)[206] تحولات عظیمی را در بسیاری از صنایع ایجاد کرده است. صنایع غذایی نیز از این قاعده مستثنی نبوده و هوش مصنوعی تأثیر خود را بر دنیای غذاها و نوشیدنی‌ها هم گذاشته است. امروزه بسیاری از سازمان‌ها به‌خوبی پی برده‌اند که کاربرد هوش مصنوعی در صنایع غذایی برای افزایش بهره‌وری، کاهش هدررفت مواد غذایی و بهبود اختلالات زنجیره تأمین برخوردار است. در نتیجه، بسیاری از فعالان صنایع غذایی در تلاش هستند که هر چه زودتر این صنعت را از مزایای هوش مصنوعی و زیرمجموعه‌های آن بهره‌مند کنند.

با رشد روزافزون هوش مصنوعی، آینده صنعت غذا در کانون توجه قرار گرفته است بطوریکه هوش مصنوعی به سرعت در حال تغییر نحوه عملکرد رستورانهای زنجیره ای، تولید کنندگان مواد غذایی و سایر مشاغل است. شرکت های خارجی همچون Wingstop، Campbell Soup، Domino's و Panera تنها چند نمونه از شرکت‌هایی هستند که از تمام مزایایی که هوش مصنوعی ارائه می‌کند استفاده می‌کنند.

هوش‌مصنوعی تئوری و توسعه سیستم‌های رایانه‌ای است که قادر به انجام وظایفی است که معمولاً به هوش انسانی نیاز دارند. با رقابت شدید و افزایش تقاضا در صنایع غذایی، این صنعت شروع به پذیرش فناوری‌های هوش مصنوعی در تلاش برای به حداکثر رساندن سود و کشف راه‌های جدید برای دستیابی به مشتریان و ارائه خدمات به آنها کرده است. هوش مصنوعی برای کاربردهایی مانند مرتب‌سازی محصولات تازه، مدیریت زنجیره تامین، نظارت بر انطباق ایمنی مواد غذایی، تمیزکردن موثر در سیستم‌ها، پیش‌بینی اولویت مصرف‌کننده و توسعه محصول جدید با کارایی بیشتر و صرفه‌جویی در زمان و منابع با موفقیت به کار گرفته شده است.

[206] Artificial Intelligence

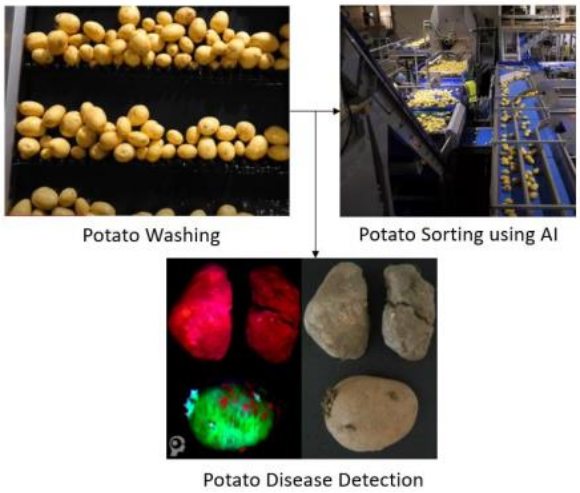


شکل ۱ – میزان سرمایه گذاری در زمینه هوش مصنوعی طی سالهای ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۵.

با این حال، چالش‌هایی برای پذیرش فن‌آوری‌های هوش مصنوعی وجود دارد که شامل هزینه، تغییرات فرهنگی، الزامات مهارت‌های تخصصی، مسائل شفافیت و ذهن‌های یک مسیر می‌شود. علی‌رغم این چالش‌ها، تحقیقات بر روی فرآیند تولید بهینه با استفاده از هوش مصنوعی در حال انجام است، اما توجه به این نکته مهم است که مزایای کاربرد هوش مصنوعی در صنایع غذایی بسیار بیشتر از چالش‌های آن است. هوش مصنوعی توسط برخی شرکت‌ها، برای بهبود فرآیندهای تولید از طریق استفاده از روباتیک به کار گرفته شده است که از مهمترین آنها شاید بتوان به ماشین‌های بسته‌بندی اشاره کرد چراکه به طور فزاینده‌ای قادر به انجام وظایف پیچیده بدون دخالت انسان هستند. همچنین، هوش مصنوعی با امکانات شناسایی محصولات معیوب، به دستیابی به محصولات با کیفیت بالاتر کمک می‌کند، این امر به دیگران این امکان را می‌دهد که بدون نگرانی از گم شدن قطعه‌های معیوب، به راحتی از مواد معیوب جدا شوند. از طرفی هوش مصنوعی به طراحان کمک می‌کند تا طرح‌های بسته‌بندی بهتر، کارآمدتر و حتی سازگار با محیط زیست، پایدار و مقرون به‌صرفه‌تری ارائه دهند. در ادامه به ۸ مورد از زمینه های مختلفی که از هوش مصنوعی می توان در آنها بهره گرفت اشاره میگردد:

۱- سورت کردن و دسته‌بندی هوشمند مواد غذایی

فرایند سورتینگ در حالت معمول نیاز به استفاده از تعداد بالایی پرسنل دارد. این فرایند، کاری یکنواخت است و در بسیاری موارد به دلیل خطای افراد، ممکن است به درستی انجام نگرفته و در نتیجه محصولات بی کیفیتی به دست مصرف‌کننده برسد. اما با استفاده از هوش مصنوعی عمل سورتینگ در بالاترین دقت ممکن انجام می‌گیرد. به عنوان مثال این فناوری قادر است سیب‌زمینی‌ها را بر اساس اندازه و وزن آن‌ها به دقت جداسازی کند و بدین صورت سیب‌زمینی‌هایی با بالاترین کیفیت برای سرخ کردن و تولید چیپس در اختیار خط تولید قرار دهد. یا در موردی دیگر با دسته‌بندی سبزیجات بر اساس رنگ، ضایعات آن‌ها را کاهش دهد. با تعریف الزامات کیفی خاص برای هوش مصنوعی، شما می‌توانید مطمئن باشید که کلیه مواد غذایی در بالاترین سطح ممکن و در حدی مطلوب، فرآوری می‌شوند. در کنار این موارد، شاید بهترین مزیت این فناوری در انجام خودکار فعالیت سورتینگ است. تجهیزات استفاده کننده از هوش مصنوعی قادرند با اسکنرهای اشعه ایکس، دوربین‌ها و سنسورهای خاص، مواد غذایی را درست مطابق دستورالعمل‌های دریافتی دسته‌بندی کنند و کیفیت تولید را افزایش دهند (شکل۲).



شکل ۲- تجهیزات هوش مصنوعی مورد استفاده در سورتینگ سیب زمینی

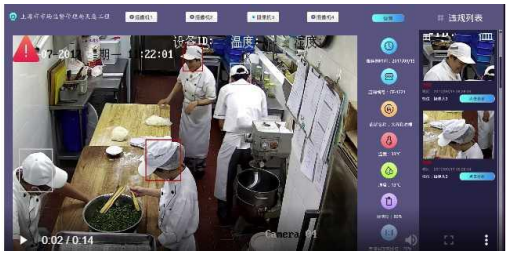
۲- بهبود مدیریت زنجیره تامین

وضع مقررات جدید ایمنی مواد غذایی، همواره در جهت افزایش شفافیت مدیریت زنجیره تامین مواد غذایی انجام می‌گیرد. در این میان الگوریتم های هوش مصنوعی برای نظارت بر محموله‌های مواد غذایی در طول زنجیره تامین بسیار کاربرد دارند. موضوعی که به عنوان عاملی مهم در تضمین رعایت استانداردهای ایمنی در محصولات به حساب می‌آید. پیش‌بینی‌های دقیق این فناوری برای مدیریت موجودی‌ها و قیمت‌گذاری متمرکز باعث می‌شود که محموله‌های مواد غذایی در حداقل زمان ممکن ارسال شوند. نتیجه این موضوع ضایعات کمتر و کاهش هزینه‌های حمل و نقل است. ضمنا از آنجا که ارسال تولیدات یک کارخانه مواد غذایی به نقاط مختلف حجم عظیمی از فعالیت یک کسب و کار را در بر می‌گیرد، در صورت عدم بکارگیری هوش مصنوعی، ردیابی محموله‌ها بسیار دشوار خواهد بود. ارایه نمایی شفاف از کل عملیات حمل و نقل و نظارت بر فعالیت ارسال محموله با استفاده از این فناوری، در نهایت منجر به افزایش عملکرد کسب و کار خواهد شد.

۳- افزایش ایمنی مواد غذایی

ایمنی، اولویت اصلی در فرآوری مواد غذایی است. کلیه پرسنلی که به طور مستقیم با مواد غذایی در تماس هستند، باید لباس مناسب بپوشند و استانداردهای ایمنی را رعایت کنند. با این حال ردیابی این موضوع و اطمینان از رعایت کلیه موارد توسط پرسنل در اکثر کارخانجات مواد غذایی بسیار دشوار است. استفاده از دوربین‌های هوش مصنوعی برای نظارت بر پرسنل و اعلان لازم به مدیریت در صورت عدم رعایت موارد ایمنی توسط آن‌ها یکی از مواردی است که مشکل مدیران را در این خصوص برطرف می‌کند. فناوری هوش مصنوعی قادر است با شناسایی مسائل ایمنی مانند نپوشیدن لباس مناسب و عدم رعایت قوانین، با نظارت دقیق بر فعالیت‌ها در خط تولید، هشدارهای لازم را برای پرسنل و مدیران در این خصوص ارسال کند. لازم بذکر است دقت تشخیص دوربین‌های مجهز به هوش مصنوعی بسیار بالا و در حد ۹۶ درصد است (شکل۳)

.



شکل ۳- کنترل عوامل دخیل در تهیه مواد غذایی با هوش مصنوعی

۴- توسعه محصولات جدید

در صحنه رقابتی صنعت، تولیدکنندگان مواد غذایی لازم است به‌دنبال دستورالعمل‌های جدید و ابداع محصولات نو باشند. در حالت معمول، هر تولیدکننده کارشناسانی را برای شناسایی سلیقه‌های مصرف‌کننده و یافتن فرصت‌های جدید از طریق انجام نظرسنجی و مصاحبه با افراد اختصاص می‌دهد. استفاده از هوش مصنوعی برای تجزیه و تحلیل داده‌های گروه‌های جمعیتی مختلف، الگوهای فروش، ترجیحات طعم و مزه محصول و ...قادر است به افزایش شخصی‌سازی محصول بر پایه سلیقه مصرف‌کننده بسیار موثر باشد. این بدان معناست که کسب و کارها می‌توانند از این فناوری برای یافتن محبوب‌ترین ترکیب از لحاظ طعم و در نتیجه توسعه محصولات خود استفاده کنند. موضوعی که فرایند توسعه محصول را سریع‌تر، مقرون به صرفه‌تر و کم‌خطرتر می‌کند. شرکت آمریکایی Kellogg یکی از تولیدکنندگان مواد غذایی است که در سال ۲۰۱۷ میلادی از فناوری هوش مصنوعی برای طراحی محصول "گرانولا بار" خود از بین ۵۰ ماده اولیه مورد نظر در این خصوص استفاده کرد. این فناوری با انتخاب ترکیب طعم‌های مختلف که مصرف‌کنندگان تمایل بیشتری به آن دارند، محصول سفارشی جدیدی که کاملا شخصی‌سازی شده بود را طراحی کرد و در نتیجه سود مناسبی را برای این شرکت ایجاد نمود.

۵- تمیز کردن تجهیزات

ضدعفونی کردن و تمیز بودن ماشین‌آلاتی که با مواد غذایی در تماس هستند نکته مهمی است که به عنوان یکی از دغدغه‌های تولید کنندگان در صنعت غذا به حساب می‌آید. خارج کردن انسان‌ها از این فرایند و استفاده از روبات‌ها و ماشین‌های کنترل شده توسط

هوش مصنوعی از جمله روش‌هایی است که می‌تواند سطح بالایی از بهداشت را در خط تولید ایجاد کند. ضمن اینکه مصرف انرژی و آب لازم برای تمیز کردن را کاهش می‌دهد. لازم به ذکر است که یک سیستم تمیز کننده خودکار، قادر به حذف کوچکترین ذرات غذا از ماشین آلات با استفاده از تصویربرداری نوری، سنسورهای اولتراسونیک و ... خواهد بود. طبق بررسی‌ها استفاده از هوش مصنوعی برای این منظور قادر به کاهش ۵۰ درصد زمان تمیز کردن تجهیزات در یک کارخانه مواد غذایی است.

۶- تعمیر و نگهداری پیشگیرانه تجهیزات تولید

تعمیر و نگهداری پیشگیرانه توسط هوش مصنوعی راهی برای تشخیص زمان بهینه و تعمیر تجهیزات فرایند تولید پیش از اینکه خسارت عمده‌ای ایجاد شود، است. این فعالیت با نظارت بر عواملی که بر کیفیت فرایند تولید اثر می‌گذارند به همراه تجزیه و تحلیل ریشه‌ای برای شناسایی و جلوگیری از مشکلات پیش از وقوع، به تولیدکنندگان مواد غذایی کمک بسیاری می‌کند. موضوعی که با تضمین سلامت تجهیزات، در افزایش عملکرد و بازدهی آن‌ها بسیار موثر است.

۷- کشاورزی هوشمند

کشاورزان به عنوان بخشی از زنجیره تولید محصولات غذایی نیز از هوش مصنوعی برای بهبود عملکرد کاشت از طریق بهینه‌سازی شرایط رشد استفاده می‌کنند. بکارگیری پهپادهای مجهز به هوش مصنوعی و سیستم های نظارتی پیشرفته برای نظارت بر دما، شوری خاک، اثرات اشعه UV، شناسایی بیماری‌های گیاهی، آفات و بررسی سلامت خاک بخش دیگری از مزایای این فناوری است. هوش مصنوعی همچنین می‌تواند محاسبه کند که هر گیاه برای تولید محصولات با کیفیت به چه چیزی نیاز دارد.

۸- کاهش ضایعات مواد غذایی

ضایعات مواد غذایی مشکلی بزرگ در صنایع غذایی است که سالانه هزینه بسیاری برای تولیدکنندگان به دنبال دارد. هوش مصنوعی می‌تواند در سوپرمارکت‌ها با اسکن و شناسایی محصولاتی که زمان اندکی به تاریخ انقضای آن‌ها مانده است، ضایعات مواد غذایی را کاهش دهد. همچنین به رستوران‌ها اجازه می‌دهد تا با ارزیابی میزان و کیفیت غذای روزانه تولیدی خود مشخص کنند که باید به چه مقداری غذا عرضه کنند که این موضوع در کاهش هزینه‌های آن‌ها بسیار تاثیرگذار است (شکل۴).



شکل ۴ – بکارگیری بینایی کامپیوتری و هوش مصنوعی در صنایع غذایی (برداشت، چیدن، کنترل کیفیت و مرتب‌سازی).

جمع بندی

هوش مصنوعی فناوری است که روند رو به رشد خود را در صنایع مختلف با سرعت ادامه می‌دهد و صنایع غذایی هم از قافله تحول در این زمینه عقب نمانده است. هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی با کاهش خطاهای انسانی و افزایش استانداردهای ایمنی، به طور کامل در حال انقلابی شدن در صنعت غذایی هستند. این فناوری همچنین دقت پردازش مواد غذایی را بهبود می‌بخشد، هدررفت را کاهش می‌دهد و منجر به کیفیت محصول بهتر می‌شود. قابلیت کاهش خطای انسانی، افزایش استانداردهای ایمنی، کاهش آلودگی محصولات، خودکارسازی وظایف و بهبود کیفیت محصول، همه از مزایای هوش مصنوعی هستند که فرآیند تولید غذا و کسب و کارهای مختلف را متحول کرده‌اند. به عبارتی هوش مصنوعی یک راه حل عالی برای صنایع غذایی است، زیرا تمام شیوه های عملیاتی، از جمله حمل و نقل مواد و کیفیت خدمات را بهبود می‌دهد. استفاده از این فناوری را می‌توان یک وضعیت برد-برد برای مصرف‌کننده و تولیدکننده مواد غذایی به حساب آورد، موضوعی که براحتی قابل چشم‌پوشی نیست و در آینده نزدیک از آن بسیار خواهیم شنید.

منابع

Chidinma, M.A. 2020. Application of artificial intelligence (AI) in food industry. GSC Biological and Pharmaceutical Sciences, 13(01), 171-178.

Hammerkopf. Artificial intelligence in the food industry. [cited 2019 April 25]. Available from http://www.hammerkopf.com.

Iqbal J, Khan ZH, & Khalid A. 2017. Prospects of robotics in food industry. Food Science and Technology. 37(2): 159-165.

Jayashankar P, Johnston W, & Nilakanta S. 2020. A Conceptual Introduction to an AI-Based Food Marketing System: Navigating Assortment Expansion from Farm to Fork. In the 45th Annual Macromarketing Conference, 35.

Kakani, V., Nguyen, V.H., Kumar, B.P., Kim, H., & Pasupuleti, V.R. 2020. A critical review on computer vision and artificial intelligence in food industry. Journal of Agriculture and Food Research, 2, 213-219.

Kumar, I., Rawat, J., Mohd, N., & Husain, S. 2021. Opportunities of Artificial Intelligence and Machine Learning in the Food Industry. Journal of Food Quality, 5, 302-308.

Lele, U., & Goswami, S. 2017. The fourth industrial revolution, agricultural and rural innovation, and implications for public policy and investments: a case of India. Agricultural Economics, 48(S1), 87-100.

Sebastin, J. Artificial Intelligence: a real opportunity in food industry. Food Quality and Safety. 2018. [cited 2019 April 23]. Available from https://www.foodqualityandsafety.com.

Shobhit, S. What are the applications of AI in food industry? [cited 2019 April 25]. Available from https://www.quora.com.

Sun, Q., Zhang, M., & Mujumdar, A.S. 2019. Recent developments of artificial intelligence in drying of fresh food: A review. Critical reviews in food science and nutrition, 59(14), 2258-2275.

Tsakanikas, P., Karnavas, A., Panagou, E.Z., & Nychas, G.J. 2020. A machine learning workflow for raw food spectroscopic classification in a future industry. Scientific Reports, 10(1), 1-11.

An overview of the application capabilities of artificial intelligence in food industry

Masoud Yaghbani[1*], Seyyed Ali Mohammadi
1 Agricultural Engineering Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Khorasan Razavi, AREEO, Mashhad, Iran
2 PhD. Student of Food Science and Technology Research Institute
Corresponding Author: myaghbani@yahoo.com

Abstract

The food industry is one of the industries that artificial intelligence can have an incredible impact on. This technology can make a rapid transformation in this industry by automating activities and increasing the performance of food production. More appropriate quality control through data-based recommendations by smart machines, having more diverse menus and producing products that are more in line with consumer tastes are only part of the changes in the application of this technology in the food industry. On the other hand, in food processing, manufacturers must closely monitor many things such as human resources, materials, equipment maintenance and packaging. Even after the completion of food processing, it is necessary to carry out extensive quality tests in this regard. Carrying out all these steps requires time and the use of many specialized forces. This is where artificial intelligence, by entering different stages, reduces processing time and increases production efficiency, and improves overall business performance by providing a better food consumption experience. Therefore, in this article, various fields of artificial intelligence application in the food industry are mentioned.

Keywords: artificial intelligence, quality improvement, supply chain, food.

دومین همایش ملی پژوهش های کاربردی
امنیت غذایی، ایمنی غذایی و سلامت
«همزمان با روز جهانی غذا؛ ۲۵ مهرماه ۱۴۰۳»
مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

مروری بر فواید و عوارض داروهای گیاهی و گیاهان دارویی

علیرضا نادری*[۱]، هلیا عزیزی[۱]
[۱و۲] داروساز
نویسنده مسوول:fullofch@gmail.com

چکیده
داروهای گیاهی و گیاهان دارویی به کلیه محصولاتی اطلاق می شود که به طور مستقیم یا غیر مستقیم از محصولات طبیعی و گیاهی ساخته می شوند. مصرف این محصولات مستمرا در حال افزایش است. مطالعات ضد و نقیضی در رابطه با اثرات مثبت و منفی این گونه داروها صورت گرفته است بنابراین نمی توان به طور مطلق در این خصوص اظهار نظر نمود. مطالعات حاکی از آن است که مصرف خارج از نظارت این گونه داروها می تواند منجر به عوارض مختلفی در بیماران شود. به همین سبب لازم است تا دانش عمومی در این خصوص بهبود یابد و مردم نسبت به عوارض و خواص این محصولات آگاهی یابند. نقش پررنگ داروسازان در این خصوص قابل توجه است. آن ها با دانش خود می توانند به بیماران در این زمینه مشاوره دهند. تحقیق حاضر به بررسی بنیادی فواید و عوارض داروهای گیاهی و گیاهان دارویی پرداخته است.

واژگان کلیدی: گیاهان دارویی، داروهای گیاهی، فواید گیاهان دارویی، عوارض گیاهان دارویی، داروسازی

مقدمه

استفاده از گیاهان دارویی قدمتی به درازای بشر دارد. باور اکثر مردم این است که داروهای گیاهی اگر سودی نداشته باشند، ضرری هم ندارند به همین جهت کمتر در مورد عوارض آن ها سخنی گفته شده است. در بعضی موارد هنگام کشت و زرع گیاهان دارویی، آن ها با مواد آفت کش شیمیایی و فلزات سنگین آلوده می شوند و این مساله باعث ایجاد نگرانی شده است (عبداللهی و همکاران،۱۳۹۸).

با توجه به دسترسی آسان و قیمت ارزان داروهای گیاهی مصرف آن ها بیش از پیش مورد اقبال عمومی قرار گرفته است. در مقالات مختلف نظرات متفاوتی در مورد اثرگذار بودن یا نبودن این گونه داروها ارائه شده است بنابراین مطرح کردن یک نظر قطعی دشوار است اما می توان گفت که مصرف داروهای گیاهی بدون مشورت با پزشک یا داروساز می تواند عوارضی را به همراه داشته باشد. مصرف بی رویه گیاهان دارویی می تواند موجب آسیب کلیه و کبد و قلب گردد (اصغری و همکاران،۱۳۹۲).

عوارض داروهای شیمیایی به طور قابل توجهی از داروهای گیاهی بیشتر است و از طرف دیگر ماندگاری داروهای شیمیایی بالاتر می باشد (نورحسینی و همکاران،۱۳۹۶).

در تحقیقی که توسط عبدی و همکاران در سال ۱۳۸۹ برای بررسی نگرش مردم نسبت به داروهای گیاهی و گیاهان دارویی انجام گرفت، نتایج زیر حاصل شد: ۹۱ درصد نمونه آماری به گیاهان دارویی اعتقاد و باور داشتند و ۵۵ درصد نمونه معتقد بودند که گیاهان دارویی علاوه بر سود، ضرر نیز دارند. پزشکان نیز اظهار داشتند که سطح آگاهی آن ها نسبت به این گونه محصولات در حد مردم عادی ست. یکی از نتایج جالب توجه این پژوهش نظر عطاری ها نسبت به گیاهان دارویی بود. بیشتر آن ها معتقد به بی ضرر بودن مصرف گیاهان دارویی بودند (عبدی و همکاران،۱۳۸۹).

میزان تمایل پزشکان برای تجویز گیاهان دارویی و داروهای گیاهی کم ارزیابی می شود. برای مثال در تحقیقی که در سطح داروخانه های شهر تهران و بررسی ۵۰۰۰ نسخه صورت گرفت، تنها ۲۰۰ نسخه حاوی چنین محصولاتی بودند (خانوی و همکاران،۱۳۹۰)

در کل دنیا افزایش مصرف گیاهان دارویی سالیانه ۱۵٪ است, در حالی که مصرف داروهای سنتزی رشدی برابر ۳٪ دارد. به منظور مشارکت در چنین بازار دامنه داری, لازم است که توجه ویژه ای به نحوه تولید, فرآوری, افزایش کیفیت, استانداردسازی و ایمنی داروهای گیاهی شود. یکی از فاکتورهایی که در استفاده از داروهای گیاهی و همچنین صادرات آن از اهمیت بالایی برخوردار است, یکنواخت بودن کیفیت محصول در زمان های مختلف می باشد. از اینرو تدوین یک استاندارد برای هر محصول بسیار مهم می باشد. استاندارد سازی داوهای گیاهی یک کار تجزیه ای محض نبوده و با شناسایی اجزاء موثره گیاه کار خاتمه نمی یابد, بلکه باید سازگاری بهداشتی این اجزاء نیز در نظر گرفته شود (عابدی، بحرینی،۱۳۸۹).

داروهای گیاهی ممکن است هنگام ساخت با میکروارگانیسم ها آلوده شوند. در بررسی های صورت گرفته در یک نمونه از محصولات گیاهی، دارو به میکروارگانیسم سالمونلا و اشریشیا کلای آلوده بوده است (بحری و همکاران،۱۳۸۰). به همین جهت لزوم بررسی و کنترل دقیق تر فرایند های ساخت اهمیت ویژه ای دارد. در بسیاری از موارد مصرف کنندگان داروهای گیاهی در ایران دچار عوارض

مختلفی شده اند. این عوارض ناشی از وجود فلزات کادمیوم، سرب و جیوه بوده است. هر چند میزان این آلودگی مخصوص ایران نیست و البته با استانداردهای جهانی مطابقت دارد اما باید به این عوارض و احتمال وقوع آن ها توجه نمود (اصغری و همکاران،۱۳۹۸).

روش پژوهش یا مواد و روش‌ها

این پژوهش از حیث هدف بنیادی و از نظر روش گردآوری اطلاعات مروری است. کلیدواژه های پژوهش در پایگاه های اطلاعات علمی جستجو شده و مقالات مرتبط مورد بررسی و تحلیل قرار گرفتند. نتایج این بررسی در تحقیق حاضر ارائه شده است.

یافته ها

مصرف گیاهان دارویی ممکن است باعث تداخل دارویی شوند و اثربخشی داروها را کاهش دهند. ممکن است باعث مشکلات جدی شوند مانند تغییر در ضربان قلب و فشار خون دوزهای زیاد آن ها می تواند مشکلات جدی ایجاد کند. گیاهان در طول پرورش ممکن است دچار آلودگی هایی شوند، به عنوان مثال فلزات سنگین در برخی از محصولات گیاهی آسیایی وجود دارد. گیاهان می توانند با سایر داروهایی که معمولا در جراحی استفاده می شوند تداخل داشته باشند یا بر خود جراحی تاثیر بگذارند و باعث عوارض جدی جراحی مانند افزایش خطر خونریزی شوند. برخی گیاهان حاوی مواد فعالی هستند که اثرات بیولوژیکی قوی دارند و برای همه بی خطر نیستند. مصرف چندین نوع گیاه می تواند منجر به فعل و انفعالات خطرناک بین آن ها شده و منجر به عوارض مختلف شود.
یافته های پژوهش نشان می دهد که اقبال عمومی نسبت به داروهای گیاهی خوب است اما نگاه متخصصین در حوزه علوم پزشکی کاملا علمی و بر اساس یافته های نوین علمی ست. بنابراین تجویز خارج از عرف داروهای گیاهی و گیاهان دارویی توسط پزشکان صورت نمی گیرد.

نکاتی در مورد انتخاب مکمل ها و گیاهان دارویی

مکمل‌های گیاهی می توانند مکمل‌های مفیدی برای سلامتی باشند، اما باید عاقلانه انتخاب شوند تا از آسیب‌های احتمالی جلوگیری شود. در اینجا نکاتی وجود دارد که می‌توان هنگام انتخاب مکمل‌های گیاهی رعایت کرد:

- جستجوی محصولات تایید شده و مطالعه در مورد آن ها
- مطالعه برچسب محصولات دارویی روی بسته بندی آن ها.
- پرس و جو راجع به عوارض دارویی آن ها
- توجه به واکنش ها و حساسیت های آلرژیک فردی

بحث و نتیجه‌گیری

زیاده روی در مصرف گیاهان دارویی می تواند سلامت بدن را به خطر انداخته و عوارض جبران ناپذیری به همراه داشته باشد. هر نوع فراورده گیاهی که فرد بیمار استفاده می‌کند باید حتما به پزشک داروساز یا پزشک متخصص اطلاع دهد تا از آسیب‌ها و عوارض آن جلوگیری شود.

تداخل مصرف داروهای گیاهی با داروهای شیمیایی نکته مهمی است که باید به آن توجه شود چرا که گیاهان دارویی می‌توانند اثر داروهای شیمیایی را تقویت کنند یا اثرشان را کاهش دهند که در بیماران قلبی، دیابتی و فشار خون موضوع خطرناکی است.

باید توجه داشت که مصرف بی رویه این محصولات توسط مردم باید مد نظر قرار گیرد. داروسازان در این زمینه می توانند نقش جدی ایفا کنند. آن ها با حضور مستمر خود در داروخانه می توانند مشاوره لازم را به بیمار بدهند و از مصرف بی رویه این محصولات جلوگیری نمایند.

منابع

نورحسینی، سیدعلی، فلاحی، اسماعیل، سمیع زاده، معصومه، و بهشتی پور، نوشین. (۱۳۹۶). بررسی برتری نسبی مصرف گیاهان دارویی، داروهای گیاهی و داروهای شیمیایی بر اساس معیارهای اقتصادی و درمانی مطالعه موردی: شهرستان رشت. تحقیقات اقتصاد کشاورزی، ۱۹ (پیاپی ۳۳)، ۷۱-۹۲. SID. https://sid.ir/paper/355929/fa

اصغری میرک، علیرضا و محمدزاده حصاری، مرتضی،۱۳۹۲،مصرف خودسرانه و بی رویه گیاهان دارویی و پیامد ناشی از آن،اولین همایش ملی گیاهان دارویی و کشاورزی پایدار،همدان،https://civilica.com/doc/241531

عبدالهی الهه، خداپرست مارال، کیاشی فاطمه، هورمند محمود، ۱۳۹۸. بررسی نقش گیاهان دارویی در ایجاد عوارض سوء کلیوی: مطالعه‌ای مروری. فصلنامه گیاهان دارویی.

خانوی، مهناز، غلامی، خیراله، خدادادی، محسن، چمن، رضا، و حاجی آخوندی، عباس. (۱۳۹۰). ارزیابی تمایل پزشکان شهر تهران به داروهای گیاهی از طریق بررسی نسخ دارویی. گیاهان دارویی، ۱۰(۴۰)، ۶۹-۷۹. SID. https://sid.ir/paper/15779/fa

بحری نجفی، رحیم، قنادی، علیرضا، و رحیمی پور، عفت. (۱۳۸۰). کنترل میکربی تعدادی از داروهای گیاهی ساخت داخل کشور. مجله علوم پایه پزشکی ایران، ۴(۱ (پیاپی ۹))، ۱-۶. SID. https://sid.ir/paper/52471/fa

اصغری، غلامرضا، پالیزبان، عباسعلی، طلوع قمری، زهرا، و عادلی، فاطمه. (۱۳۸۷). آلودگی سرب، جیوه و کادمیم در داروهای گیاهی ایران. علوم دارویی ((pharmaceutical sciences، 14(1)، +1-8. SID. https://sid.ir/paper/48596/fa

An overview of the benefits and side effects of herbal medicines and medicinal plants

Alireza Naderi[1]*, Helia Azizi [1]
[1]Pharmacist
Corresponding Author: fullofch@gmail.com

Abstract

Herbal medicines and medicinal plants refer to all products that are made directly or indirectly from natural and plant products. The consumption of these products is constantly increasing. Contradictory studies have been conducted regarding the positive and negative effects of these types of drugs, so it is not possible to give an absolute opinion on this matter. Studies show that unsupervised use of such drugs can lead to various side effects in patients. For this reason, it is necessary to improve public knowledge in this regard and make people aware of the side effects and properties of these products. The prominent role of pharmacists in this regard is significant. With their knowledge, they can advise patients in this field. The present research has investigated the fundamental benefits and side effects of herbal medicines and medicinal plants.

Keywords: Medicinal plants, herbal medicines, benefits of medicinal plants, side effects of medicinal plants, pharmaceuticals

دومین همایش ملی پژوهش های کاربردی
امنیت غذایی، ایمنی غذایی و سلامت
«همزمان با روز جهانی غذا؛ ۲۵ مهرماه ۱۴۰۳»
مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

مروری بر ظرفیت مخمر تورولا(*cyberlindnera jadinii*) در گسترش امنیت غذایی و افزایش تولیدات محصولات ارگانیک

امید صفری [۱*]، محمد جواد نورآبادی [۲]، داور شاهسونی [۳]

[۱] گروه علوم و مهندسی شیلات،دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست،دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد
[۲] گروه علوم و مهندسی شیلات،دانشکده منابع طبیعی و محیطزیست،دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد
[۳] گروه بهداشت مواد غذایی و آبزیان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد
[*]نویسنده مسوول: omidsafari@um.ac.ir

چکیده

امنیت غذایی به عنوان یک حق اساسی بشر، مورد توجه بسیاری از دولت ها قرار گرفته و بدنبال آن می‌باشند تا دسترسی مردم به ریز مغذی‌های ضروری از طریق تولید و توزیع محصولات غذایی با کیفیت، اعم از انواع فرآورده‌های گوشتی همچون انواع آبزیان و طیور به عنوان اساسی ترین حقوق شهروندی تامین شود. متخصصان تغذیه بر این باورند که سلامت و مقاومت بدن در برابر عوامل بیماری‌زا رابطه مستقیمی با کیفیت تغذیه و جذب انواع ریز مغذی‌ها دارد. مخمر تورولا به عنوان یک منبع پروتئینی بسیار مناسب با درصد پروتئین بالا(بیش از ۶۰ درصد)، به عنوان جایگزین پودر ماهی در صنعت تولید خوراک دام، طیور و آبزیان کاربرد دارد. کاربردهای درمانی مخمر خوراکی تورولا(*C. jadinii*) باعث شده است تا تمرکز بیشتری بر خواص آن در جهت بهبود راندمان دستگاه گوارش در انسان و حیوانات صورت گیرد.

واژگان کلیدی: مخمر تورولا، آبزیان، جیره غذایی، امنیت غذایی

مقدمه

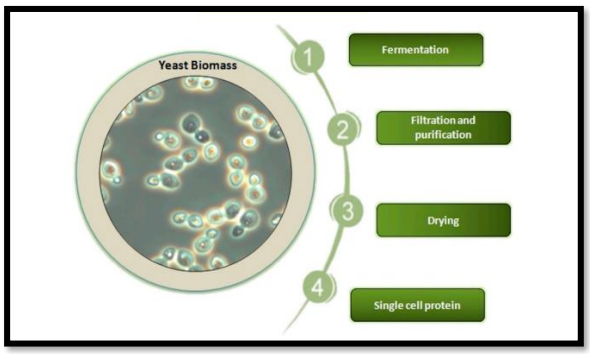
امنیت غذایی به عنوان یک حق اساسی بشر، مورد توجه بسیاری از دولت‌ها قرار گرفته و بدنبال آن می‌باشند تا دسترسی مردم به ریز مغذی‌های ضروری از طریق تولید و توزیع محصولات غذایی با کیفیت، اعم از انواع فرآورده‌های گوشتی همچون انواع آبزیان و طیور به عنوان اساسی ترین حقوق شهروندی تامین شود. متخصصان تغذیه بر این باورند که سلامت و مقاومت بدن در برابر عوامل بیماری‌زا رابطه مستقیمی با کیفیت تغذیه و جذب انواع ریز مغذی‌ها دارد. عصاره مخمر به عنوان منبع غنی از انواع ویتامین‌های طبیعی شناخته می شود و در قالب مکمل‌ها و افزودنی‌های فرا سودمند در جیره غذایی دام، طیور و آبزیان مورد استفاده قرار می‌گیرد(*Agboola et al, 2020*). یکی از اهداف بلند مدت مشترک بین جوامع توسعه یافته و در حال توسعه، دستیابی جامعه انسانی به نسلی سالم و به دور از بیماری‌های حاد گوارشی و وفور انواع ویتامین‌ها و ریز مغذی‌ها می‌باشد که این مهم از طریق تامین مکمل‌های غذایی و ارتقاء کیفیت لاشه گوشت مصرفی اعم از طیور و انواع آبزیان قابل اجرا است. در طی سالیان گذشته همواره نسبت به کمبود مواد غذایی و اقلام اولیه مورد استفاده در جیره غذایی طیور و انواع آبزیان با توجه به گسترش خشکسالی و کاهش ذخایر دریایی به منظور تهیه پودر ماهی در جیره غذایی آبزیان، دولت‌ها بیش از پیش نیازمند فناوری‌های نوین و محصولات اولیه فراسودمند به منظور تامین پروتئین و ریز مغذی‌ها در جهت کاهش وابستگی به برخی اقلام گران و پر مصرف و مشترک با جیره غذایی انسان همچون گندم و سویا و پودر ماهی می‌باشند. با گسترش تولید محصولات ارگانیک و اجرای امنیت غذایی در تمامی مراحل تولید و زنجیره غذای مصرفی جوامع انسانی شاهد کاهش فقر غذایی و توزیع عادلانه محصولات غذایی در تمامی جوامع انسانی خواهیم بود. از جمله ریزمغذی‌های حیاتی می‌توان به عصاره مخمر اشاره کرد. مخمر هیدرولیز شده یا عصاره مخمر به عنوان یک منبع مغذی در صنایع غذایی تهیه شده و در زمینه‌های گوناگون همچون جیره غذایی انواع آبزیان، دام، طیور، نوشیدنی‌های تخمیری و مواد اولیه ترکیبات دارویی انسانی مورد استفاده قرار می‌گیرد(*Ozorie et al, 2012*). عصاره مخمر سرشار ازانواع ویتامین‌ها، پروتئین و مواد ضروری برای رشد و نمو بدن انسان است. عصاره مخمر به عنوان یک مکمل غذایی مفید و طبیعی شناخته شده و محصولات مختلف آن مورد استفاده قرار می‌گیرد. از بین انواع گونه‌های مخمر، مخمر تورولا به عنوان یک گونه نوظهور و توانمند در سنتز انواع ترکیبات فرا سودمند و ارگانولپتیک در طی دهه اخیر شناخته شده است. مخمر تورولا بعنوان یک کارخانه تولید کننده پروتئین و مواد مغذی مورد استفاده قرار گرفته است و با فرآیندهای آنزیمی این سلول می‌تواند به عنوان یک ماده مفید و مغذی برای رشد سلول‌های مختلف از باکتری تا سلول‌های حیوانی مورد استفاده قرار گیرد. مخمر تورولا به عنوان یک منبع پروتئینی بسیار مناسب با درصد پروتئین بالا(بیش از ۶۰ درصد)، به عنوان جایگزین پودر ماهی در صنعت تولید خوراک دام، طیور و آبزیان کاربرد دارد. با جایگزینی درصدی مخمر تورولا با پودر ماهی شاهد بهبود امنیت غذایی خواهیم بود چراکه از ورود بسیاری از ترکیبات و فلزات سنگین که از طریق پودر ماهی حاصل از صیادی از دریاها و اقیانوس‌ها حاصل می‌شود، جلوگیری نموده و سلامت و کیفیت لاشه نهایی را دو چندان می‌نماید. مخمرتورولا یک منبع پروتئین طبیعی، مقرون به صرفه، قابل ردیابی و پایدار برای کاربردهای خوراکی و غذایی است که مجوزهای لازم را از سازمان‌های بهداشت جهانی و غذا و دارو کسب کرده است. مخمر تورولا پیشرفته غنی شده، دارای مشخصات اسید آمینه و قابلیت هضم بهتری نسبت به محصولات تخمیر سنتی است. اسیدهای آمینه محدود کننده در تولید موجودات مزرعه‌ایی به طور کلی لیزین، متیونین و ترئونین هستند که به ترتیب بسته به گونه‌ها بستگی دارد(*Liu et al, 2018*). عصاره مخمر تورولا یک منبع عالی از هر سه اسیدهای آمینه کلیدی(لایزین، تیونین و ترئونین) بوده که در مقایسه با سایر کنسانتره‌های پروتئینی بدلیل غنی بودن از بتا گلوکان جایگاه متمایز و ویژه ای پیدا کرده است. عصاره مخمر تورولا بدلیل دارا بودن اسید آمینه ضروری قابل هضم به عنوان معیار کیفیت پروتئین، از نظر کیفیت از کنسانتره پروتئین سویا، پیشی گرفته و با پودر ماهی قابل مقایسه است. همچنین عصاره مخمر تورولا به عنوان یک ترکیب پروتئینی با کیفیت عاری از هرگونه

مخاطرات زیستی بوده و قابل استفاده در فرمولاسیون خوراک دام، طیور و آبزیان می‌شود. عصاره مخمر تورولا در حال حاضر برای سه نوع مصرف عمده در جهان تولید می‌شود که شامل صنایع غذایی انسانی، مکمل دام و طیور و آبزیان، مصارف آزمایشگاهی و دارویی است و از آن برای تهیه محیط‌های کشت باکتریایی، تولید واکسن و فرآورده‌های باکتریایی و موارد مشابه استفاده می‌شود. مخمر تورولا به طور گسترده ای به عنوان یک عامل طعم دهنده برای اشکال غیرفعال غذاهای فرآوری شده و حیوانات خانگی استفاده می‌شود(*Dehler et al, 2017*).

۱- مزایای مخمر تورولا

۱-۱- ارزش غذایی بالا

محتوای پروتئین مخمر تورولا می‌تواند تا ۶۰ درصد باشد. پروتئین موجود در مخمر بصورت حلقوی مشابه پروتئین موجود در سویا است، اما مخمر حلقه‌ای معطرتر است. مخمر تورولا حاوی طیف کاملی از ویتامین ب - کمپلکس و اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب غیر اشباع، عناصر کمیاب و مواد معدنی است و میزان نمک آن بسیار کم می‌باشد. گونه‌های کاندیدا(*Candida utilis*) از جمله مخمر تورولا می‌توانند از بسترهای مختلفی استفاده کنند که زمان تولید کوتاهی دارند و زیست توده آن‌ها از یک سو سرشار از پروتئین، ویتامین‌ها و مواد معدنی است اما از سوی دیگر حاوی مقادیر کمی اسیدهای نوکلئیک است. زیست توده کاندیدا اغلب حاوی غلظت کمی از چربی خام است که آن را به یک مکمل پروتئین کم روغن مناسب، برای خوراک دام و آبزیان تبدیل می‌کند (شکل ۱)(*Jach et al, 2020*).



شکل ۱ - عملکرد مخمر تورولا به عنوان یک منبع پروتئینی تک سلولی با ارزش.

۱-۲- . عامل طعم دهنده با کیفیت بالا

مخمر تورولا به عنوان یک چاشنی و مکمل موثر نیز به شمار می‌رود. مخمر حلقه ای باعث تعادل، کاهش و تکمیل تحریک یا تلخی فرآیندهای پخت، ضد عفونی و انجماد می‌شود و باعث خوش طعم شدن تنقلات، سس‌ها، آب میوه‌ها، غذاهای فوری، چاشنی‌ها و سوپ‌ها می‌شود. همچنین بدلیل وجود ترکیبات موثر موجود در مخمر تورولا، باعث بهبود طعم غذاهای گوشتی نیز می‌شود.

۱-۳- کاربرد در صنعت تولید خوراک دام، طیور و آبزیان

در جیره غذایی آبزیان، در مقایسه با جیره غذایی که ترکیبی از پروتئین دریایی (پودر ماهی) و پروتئین گیاهی است، گنجاندن ۱۰ درصد مخمر تورولا از عملکرد رشد بهتری نسبت به پروتئین‌های معمولی پشتیبانی می‌کند وگنجاندن سطوح بالاتر از ۲۰ درصد، هیچ تغییرات بالقوه نامطلوبی را فلور میکروبی ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*salmo salar*) نشان نداد(*Perry et al, 2018*). از جمله ویژگی‌های بارز مخمر تورولا می‌توان به عدم حساسیت به پی - اچ کم و تحمل دما تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد اشاره نمود که امکان عبور آن را در دستگاه گوارش بدون از دست دادن قابلیت‌های زیستی آن فراهم می‌کند. مخمر در غذای حیوانات خانگی استفاده می‌شود زیرا حاوی سطوح بالایی از روی، اسیدهای آمینه و ویتامین ب بوده و در جیره غذایی آبزیان نیز استفاده می‌شود.

بحث و نتیجه‌گیری

مخمر تورولا حاوی تعدادی ویتامین گروه ب (ویتامین B12 (کوبالامین) و B7) بوده و همچنین مواد معدنی مانند آهن، فسفر، پتاسیم، روی و منیزیم است. مخمر تورولا پنج برابر بیشتر از اسفناج یا کشمش، آهن دارد و به عنوان منبع عالی پروتئین در مقیاس تجاری در نظر گرفته می‌شود. در طول سال‌ها تحقیق مخمر تورولا، به طور گسترده‌ای به عنوان منبع پروتئین تک‌سلولی مورد بررسی قرار گرفته است که توانایی تولید ویتامین ها (به عنوان مثال، بیوتین)، اسیدهای آلی (مانند گلوتامات) و پروتئین ها (به عنوان مثال، آنزیم‌ها) را دارد. ظرفیت بکارگیری و تخریب منابع مختلف کربن و توانایی طبیعی آن برای تولید ترکیبات قابل توجه، مخمر تورولا را به یک میکروارگانیسم جذاب برای کاربردهای صنعتی تبدیل کرده است(Jach et al, 2020). پتانسیل این مخمر به عنوان یک عامل درمانی به دلیل اثرات آنتاگونیستی شناخته شده آن بر پاتوژن‌های انسانی باعث توجه بیشتر نسبت به این مخمر شده است.

منابع

Agboola, J. O., Øverland, M., Skrede, A. & Hansen, J. Ø. Yeast as major protein-rich ingredient in aquafeeds: A review of the implications for aquaculture production. Rev. Aquac. https://doi.org/10.1111/raq.12507 (2020).

Ozorie, R. O. A., Portz, L., Borghesi, R., Cyrino, J. E. P. 2012. Effect of dietary yeast (Saccharomyces cerevisia) Supplementation in Practical Diets of Tilapia (Oreochromis niloticus) Animals. 2: 16-24.

Liu, H., Li, J., Guo, X., Liang, Y. & Wang, W. Yeast culture dietary supplementation modulates gut microbiota, growth and biochemical parameters of grass carp. Microb. Biotechnol. 11, 551–565 (2018).

Dehler, C. E., Secombes, C. J. & Martin, S. A. M. Environmental and physiological factors shape the gut microbiota of Atlantic salmon parr (Salmo salar L.). Aquaculture 467, 149–157 (2017).

Jach, M. E., Serefko, A., Ziaja, M., & Kieliszek, M. (2022). Yeast protein as an easily accessible food source. Metabolites, 12(1), 63.

Perry, W. B., Lindsay, E., Payne, C. J., Brodie, C. & Kazlauskaite, R. Te role of the gut microbiome in sustainable teleost aquaculture. Proc. R. Soc. B Biol. Sci. 287, 1–10 (2020).

An overview of the capacity of Torula yeast (*cyberlindnera jadinii*) in expanding food security and increasing the production of organic products

Omid Safari, Mohammad Javad Nourabadi, Davar Shahsavani
1- Department of Fisheries Science and Engineering, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad.
2- Department of Fisheries Science and Engineering, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad.
3- Department of Food and Aquatic Health, Faculty of Veterinary Medicine, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad.
Corresponding Author: omidsafari@um.ac.ir

Abstract

Food security as a basic right has been noticed by many governments and they are looking for it to give people access to the micronutrients they need through the production and distribution of quality food products, including all kinds of meat products such as aquatic and poultry. The most basic citizenship rights should be provided. Nutritionists believe that the body's health and resistance to disease-causing agents are directly related to the quality of nutrition and the absorption of micronutrients. Torola yeast is used as a very suitable breeding source with a high breeding percentage (more than 60%), as a substitute for fish meal in the feed, poultry and aquatic industry. The therapeutic uses of Torula edible yeast (C. jadinii) make it possible to take more of its properties in order to improve the efficiency of the digestive system in humans and animals.

Keywords: Torola yeast, aquatic, food ration, food security

نقش خمیر ترش در بهبود کیفیت و سلامت نان

عاطفه پراور[۱]، دینا شهرام‌پور[۲]

[۱]• دانشجو دکتری، موسسه پژوهشی علوم وصنایع غذایی، مشهد، ایران

[۲]استادیار، گروه ایمنی و کنترل کیفیت موادغذایی، موسسه پژوهشی علوم وصنایع غذایی، مشهد، ایران

نویسنده مسئول: paravar110@gmail.com

چکیده

نان به عنوان قوت غالب و یکی از مهم‌ترین مواد غذایی مورد استفاده انسان در اکثر کشورها محسوب می‌شود بنابراین توجه به بهبود کیفیت و ارزش تغذیه‌ای آن ضروری است. خمیرترش حاصل تخمیر مخلوط آرد و آب در شرایط کنترل شده توسط میکروارگانیسم‌ها است که به عنوان افزودنی ایمن به منظور ارتقا ویژگی‌های نان در پژوهش‌های مختلف مورد مطالعه قرار گرفته است. سامانه میکروبی پیچیده خمیرترش با تولید انواع اسیدهای آلی، اگزوپلی ساکاریدها، آنزیم‌ها، ترکیبات فنولی و معطر در طی تخمیر با تاثیر بر پروتیئن و نشاسته خمیر نان می‌تواند منجر به بهبود بافت، عطر و طعم، کاهش بیاتی و افزایش زمان ماندگاری نان شود. در این مطالعه مروری به نقش خمیرترش بر ویژگی‌های کیفی و تغذیه‌ای نان پرداخته شده است.

واژگان کلیدی: خمیرترش، نان، اسیدفیتیک، بافت.

مقدمه

نان به عنوان قوت غالب و یکی از مهم‌ترین مواد غذایی مورد استفاده انسان در اکثر کشورها محسوب می‌شود. بخش عمده‌ای از انرژی روزانه، پروتئین، املاح معدنی و ویتامین های گروه B مورد نیاز افراد، از طریق مصرف نان تامین می‌شود. سرانه مصرف نان در کشور ما حدود ۶/۵ برابر آمار جهانی می‌باشد. بر طبق آمارهای منتشر شده ۳۸ درصد آرد کشور به تولید نان لواش، ۲۵ درصد آن برای تولید نان تافتون، ۱۰ درصد برای تولید نان سنگگ و مابقی برای تولید نان بربری و نان‌های حجیم اختصاص می‌یابد. سالانه درصد قابل توجهی از گندم به عنوان یک محصول استراتژیک در زنجیره تولید گندم و یا به شکل نان به عنوان ضایعات در کشور ما هدر می‌رود. همچنین بسیاری از افراد به دلیل مصرف نان با کیفیت نامناسب به بیماری‌های گوارشی مبتلا هستند. بنابراین افزایش کیفیت و ماندگاری نان‌های تولیدی با هدف کاهش ضایعات و ارتقا سلامت جامعه امری ضروری به نظر می‌رسد. خمیرترش یک سامانه پیچیده میکروبی است که از تخمیر مخلوط آب و آرد غلات حاصل می‌شود. در طی تخمیر خمیرترش توسط فلورمیکروبی طبیعی آرد عمدتا اسیدهای آلی، اگزوپلی‌ساکاریدها، ترکیبات معطر و آنزیم‌های مختلف تولید می‌شود. تاکنون در مطالعات مختلف به نقش خمیرترش به عنوان یک افزودنی طبیعی و ایمن (GRAS) در بهبود طعم، آروما، بافت، زمان ماندگاری و ارزش تغذیه‌ای یا خواص سلامتی بخش نان اشاره شده است. یکی از مهم‌ترین مراحل تکنولوژی نان، آماده کردن خمیر به خصوص در مرحله تخمیر است زیرا کیفیت نهایی تحت تاثیر آن قرار می‌گیرد. در طی فرآیند تخمیر خمیر

نان توسط مخمر نانوایی، کربوهیدرات موجود به گاز دی اکسیدکربن، الکل و سایر ترکیبات معطر تبدیل شده و این عمل باعث حجیم شدن خمیر و بنابراین موجب تسریع انتقال حرارت طی عمل پخت می‌گردد، ضمن اینکه ارزش غذایی نان با افزایش قابلیت هضم و جذب ریز مغذی‌ها ارتقا می‌یابد. بنابراین استفاده از خمیرترش که عمدتا دارای فلورمیکروبی لاکتیکی است در کنار مخمر نانوایی می‌تواند در بهبود ویژگی‌های کیفی و تغذیه‌ای و قابلت هضم نان اثر مثبتی داشته باشد (Movahed, 2020).

تعریف خمیرترش

خمیرترش، خمیری است که از مخلوط آرد و آب تشکیل شده است و عمل تخمیر در آن توسط فلور میکروبی آرد شامل انواع مخمرها و باکتری‌های تولیدکننده اسید که به طور همزیست وجود دارند، انجام می‌شود. در طی تخمیر مخمر، دی اکسید کربن و الکل تولید می‌نماید، در حالی‌که باکتری‌های اسیدلاکتیک و اسید استیک در صورت وجود عمدتا تولیدکننده اسید لاکتیک و اسیداستیک به میزان قابل ملاحظه‌ای هستند که روی کاهش pH، فعالیت آنزیم‌های آمیلازی و پروتئازی، ساختار نشاسته و پروتئین و فعالیت مخمر نان اثر مثبتی می‌گذارند و به نوبه خود منجر به بهبود عطر و طعم نان شده و بیاتی را به تاخیر می‌اندازند. استفاده از خمیر ترش در فرایند تولید نان نیازمند کنترل دقیق شرایط جهت رسیدن به سطح مناسب pH (۳/۵ - ۴/۵) و اسیدیته قابل تیتر برای دستیابی به ویژگی‌های مطلوب نان است. عامل اصلی تنظیم اسیدیته در تخمیر حاصل از خمیرترش مقدار کربوهیدرات‌های قابل تخمیر است که خود تحت تاثیر فعالیت آلفا آمیلازی آرد گندم قرار دارد. فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز آرد گندم به نوع آرد و درجه استخراج آن وابسته است به طوری که آرد گندم کامل از بیشترین فعالیت آنزیمی برخوردار است (Mirshahidi et al, 2017).

انواع خمیرترش

خمیرترش دارای انواع مختلفی است. نوع اول، خمیر ترشی است که آغازگر در آن استفاده شده و قسمتی از خمیر قبلی می‌باشد که همان خمیر ترش سنتی است. نوع دوم، خمیرترش صنعتی است که از گونه های سازگار شده برای شروع تخمیر استفاده می‌شود. این خمیر ترش می‌تواند مایع باشد که به آسانی قابل پمپ کردن است. نوع سوم، خمیر ترش خشک بوده که اغلب توسط نانوایان صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرد و در بهبود طعم نان موثرتر از انواع دیگر می‌باشد. خمیرترش‌های مورد استفاده در صنعت نانوایی با توجه به شرایط متفاوت دمایی نیز چندین گونه می‌باشند که سه گونه از خمیر ترش در فرآیند صنعتی بکار می روند. نوع اول خمیرترش‌هایی هستند که بوسیله تکنیک‌های سنتی تولید می‌شوند که بر اساس تکثیر مداوم میکروارگانیسم ها در دمای محیط ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتی گراد استوار است و طی زمان طولانی بدست می آیند. نوع دوم، خمیر ترش‌های مایع است که توسط فرآیند تخمیر یک مرحله ای بدست می آیند و زمان تخمیر کوتاه تری دارند و تخمیر آن ها در دمای بالای ۳۰ درجه سانتی گراد صورت می‌گیرد و بازدهی بالایی دارند. نوع سوم خمیر ترش‌های خشک می‌باشند که شامل خمیرترش‌های پودری و خشک شده می‌باشند. در عرصه صنعتی خمیرترش‌های مایع، بسیار مورد توجه هستند، اما این نوع خمیرترش ها به اسیدی فیکاسیون سریعتری نیاز دارند (shamshirsaz et al, 2019). تحقیقات متعددی در ایران در زمینه اثرات خمیرترش بر کاهش بیاتی، جلوگیری از فساد قارچی، مقایسه اثرات خمیرترش تازه و خشک بر ویژگی های حسی و بیاتی نان، تاثیر نمک طعام بر رشد لاکتوباسیل ها و فعالیت ضد میکروبی آن، اثر فرایند انجماد و خشک کردن انجمادی بر زنده مانی باکتری های لاکتیکی و ... انجام شده است. در صنایع نانوایی تخمیرهای مایع بدلیل سهولت انتقال و قابلیت پمپ شوندگی مناسب بسیار مورد توجه بوده اند لیکن آن ها نیاز به تولید اسید سریعتری دارند. مزیت سامانه مایع این است که عوامل محیطی (از قبیل دسترسی به مواد مغذی) در سرتاسر این سامانه یکنواخت می‌باشد. در محیط مایع کنترل اسیدیته، آزادسازی آمینواسیدها و

تولید ترکیبات طعمی مختلف به راحتی امکان پذیر است و می توان محصولی با اسیدیته بالاتر یا پائین‌تر مطابق بافت و طعم محصول نهایی مورد انتظار تولید نمود(Akamine et al, 2023).

اهمیت فلورمیکروبی خمیرترش در بهبود ویژگی‌های کیفی و تغذیه‌ای نان

استفاده از خمیرترش یکی از قدیمی ترین روش ها در فراوری نان‌ها محسوب می‌شود. خمیر ترش، به طورمعمول توسط باکتری‌های اسید لاکتیک و مخمرها تخمیر می‌شود و ویژگی‌های آن به میزان رشد و فعالیت این میکروارگانیسم ها نظیر تولید اسید، پروتئولیز و ایجاد گاز بستگی دارد. منشأ باکتری‌های موجود در خمیرترش می‌تواند فلور طبیعی آرد، آغازگرهای تجاری و محصولات لبنی حاوی آغازگر باشد. تحقیقات نشان داده که می‌توان برای بهبود کیفیت نان از خمیر ترش استفاده نمود. خمیر ترش با تنظیم فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز آرد، میزان هیدرولیز نشاسته را نیز تغییر می‌دهد که در کاهش کریستالیزه شدن نشاسته و کاهش بیاتی نان مؤثر است. باکتری های اسید لاکتیک موجود در خمیرترش دارای توانایی‌های پروتئولیتیک و آمیلولیتیک نیز هستند که به طور موثر دربه تأخیر انداختن بیاتی نان نقش دارند. طی تخمیر، تغییرات شیمیایی در کربوهیدرات و پروتئین آرد به علت عملکرد آنزیم‌های میکروبی و برونزاد انجام می‌شود و سرعت و شدت این تغییرات بر روی خواص خمیر ترش و کیفیت نان حاصل موثراست. بیشتر باکتری‌های اسید لاکتیک جداسازی شده از خمیرهای ترش، متعلق به جنس لاکتوباسیلوس است که در میان آن‌ها *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* گونه مهم و غالب در خمیرهای ترش حاصل از آرد گندم و آردهای فاقد گلوتن نظیر برنج، آمارانت، کینوا و گندم سیاه معرفی شده است. باکتری‌های اسید لاکتیک در طول فرایند تخمیر در خمیرترش با مصرف کربوهیدرات‌های موجود و تولید اسیدهای آلی باعث کاهش pH و اسیدی شدن خمیر می‌شوند (Bartos et al, 2024).کاهش تدریجی pH امکان فعال شدن برخی آنزیم‌های داخلی غلات، به ویژه پروتئیناز، را فراهم می‌کند. آنزیم پروتئیناز داخلی غلات همراه با پروتئیناز حاصل از فعالیت باکتری‌های اسید لاکتیک (پروتئیناز خارجی) با تخریب نسبی پروتئین‌های غلات، خمیری نرم با قابلیت کشسانی و گسترش پذیری بالا و بافتی متخلخل با سختی پایین در محصول نهایی ایجاد می‌کند. همچنین طی فعالیت این آنزیم ها پپتیدهای کوچک و اسیدهای آمینه آزاد تولید می‌شوند. این ترکیبات علاوه بر بهبود رشد و فعالیت متابولیکی باکتری‌های اسیدلاکتیک، پیش سازتولید مواد معطر در نان نیز هستند. به علاوه، مشخص شده است که مدت زمان ماندگاری نان که توسط بیاتی بافت و فساد میکروبی نان تعیین می‌شود، توسط فراوری با خمیرترش به تأخیر می افتد. در طول فرایند تخمیر ارزش تغذیه ای خمیر به دلیل افزایش بسیاری از ترکیبات مفید نظیر پلی فنول‌ها، فولات و جذب بیشتر فیبرهای رژیمی افزایش و ترکیبات ضدتغذیه‌ای (نظیر فیتات ها) به طور قابل ملاحظه ای کاهش می‌یابد. انواع مختلف گونه های همو و هتروفرمنتاتیو از باکتری های اسید لاکتیک در تهیه خمیرترش کاربرد دارند. گونه‌های هموفرمنتاتیو قادر به تبدیل قندهای هگزوز تا بیش از ۸۵٪ بـه اسیدلاکتیک هستند، درحالی که باکتری‌های اسید لاکتیک هتروفرمنتاتیو قندهای هگزوز را تبدیل به اسیدلاکتیک، اسیداستیک، اتانول و دی اکسید کربن می کنند.گونه های هموفرمنتاتیو لاکتوباسیلوس، دی اکسیدکربن تولید نمی‌کنند، بلکه با رشد در خمیر ترش موجب طعم مطلوبی می‌شوند. همچنین در غیاب مخمر، لاکتوباسیلوس های هتروفرمنتاتیو موجب افزایش حجم خمیر شده، ضمن آن که عطر و طعم مطلوبی هم ایجاد می‌کنند. به طورکلی دو گروه ترکیبات طعم زا طی تخمیرخمیر ترش حاصل می‌شود. گروه اول، ترکیبات غیر فرار شامل اسیدهای آلی بوده که توسط باکتری‌های هموفرمنتاتیو و هتروفرمنتاتیو تولید می‌شوند که اسیدیته و pH را کاهش داده و در آرومای خمیر نان دخالت می نمایند و گروه دوم ترکیبات فرار شامل الکل، آلدئید، کتون، استر و سولفورها می‌باشند. قابل توجه این که فعالیت متابولیکی سینرژیستی میکروارگانیسم ها بر روی ویژگی بافت نهایی تاثیر داشته و طول عمر نگهداری محصول را با کاهش رشد کپک افزایش می‌دهد (Cardinali et al, 2024).

نقش خمیر ترش بر بافت و کاهش بیاتی نان

بیاتی فرآیندی پیچیده بوده که مکانیسم آن کاملا شناخته شده نیست. برخی محققین به دلیل بیشتر بودن مقدار نشاسته در مغز نان، تغییراتی که در اثر رتروگراداسیون نشاسته اتفاق می‌افتد را عامل اصلی بیاتی نان برمی‌شمرند. اگرچه تغییر ماهیت گلوتن در اثر پخت و ایجاد اتصالات عرضی میان گلوتن و نشاسته نیز از دیگر عوامل موثر بر بیاتی می‌باشند. در همین راستا روش های مختلفی جهت کاهش ضایعات نان از طریق بهبود کیفیت آن گزارش شده است. تحقیقات نشان داده که افزودن خمیر ترش در فرمول نان می‌تواند فرآیند بیاتی را به تاخیر انداخته و از فساد طنابی جلوگیری نموده و فساد کپکی را به تاخیر بیندازد (Cappelle et al, 2023) . شمشیر ساز و همکاران (۱۳۹۷) تاثیر خمیر ترش را بر کیفیت نان لواش مورد ارزیابی قرار دادند. آنها دریافتند که طی تخمیر خمیر ترش، باکتری مولد اسید لاکتیک (لاکتوباسیلوس) متابولیت‌هایی تولید می‌کند که تاثیر مثبتی بر بافت و بیاتی نان دارد. به گونه‌ای که افتpH ، توام با تولید اسید سبب افزایش فعالیت پروتئاز و آمیلاز آرد شده لذا منجر به کاهش بیاتی نان می گردد. همچنین نان‌های تهیه شده با خمیر ترش از طعم مطلوبی برخوردار بودند. اکبریان میمند و همکاران (۱۳۹۹) ویژگی های کیفی نان‌های بربری تهیه شده با مخمرها و لاکتو باسیل های حاصل از خمیر ترش های بومی ایران را مورد بررسی قرار دادند. طبق نتایج، ایزوله های جداسازی شده اثر معنی داری بر ویژگی های کیفی نان نظیر افزایش اسیدیته و کاهش pH داشتند. همچنین خمیر ترش باعث افزایش تخلخل در نمونه ها و کاهش روند بیاتی شد. از سوی دیگر طبق نتایج حاصل از ارزیابی حسی، خمیر ترش سبب طلایی شدن رنگ نمونه ها و افزایش قابلیت جویدن، نرمی و بهبود بافت تیمارها گردید. موحد و همکاران (۲۰۱۸)، در تحقیقی تاثیر خمیر ترش مایع در غلظت های مختلف مخمر و زمان های متفاوت تخمیر(۱ ، ۳ و ۱۲ ساعت) را، بر بازدهی خمیر، بازدهی نان و خواص ارگانولپتیکی نان لواش مورد بررسی قرار دادند. طبق نتایج، استفاده از خمیر ترش مایع باعث بازدهی بیشتر خمیر و نان در مقایسه با نمونه های شاهد گردید. همچنین طبق نتایج آزمون های حسی، نان‌های تهیه شده با خمیرترش مایع طی یک ساعت تخمیر از کیفیت بهتر و بیاتی کمتری نسبت به سایر نمونه ها برخوردار بودند. در پژوهشی دیگر تاثیر استفاده از آرد سویا و باکتری *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* بر خواص رئولوژیکی و کیفیت نان تست توسط موحد و همکاران (۲۰۱۹) مورد بررسی قرار گرفت. طبق نتایج، غنی سازی با آرد سویا باعث افزایش میزان رطوبت، میزان جذب آب، ثبات و مقاومت خمیر و کاهش بیاتی نان تست گردید و از سوی دیگر خمیرهای حاوی درصدهای مختلف آرد سویا و خمیر ترش، از انرژی کمتری در مقایسه با خمیر حاوی آرد سویا برخوردار بودند. همچنین با توجه به نتایج آزمون های حسی، نان‌های تست حاوی ۵ درصد آرد سویا و خمیر ترش، دارای بیشترین مقبولیت در مقایسه با نمونه های دیگر بودند

نقش خمیرترش در کاهش کپک‌زدگی نان

کپک زدگی، یکی از عمده‌ترین دلایل کاهش زمان ماندگاری میکروبی نان بوده و پس از آن حالت طنابی شدن نیز از مهم‌ترین عامل فساد میکروبی محسوب می‌شود که معمولا بر اثر رشد گونه های باسیلوس، به ویژه*Bacillus subtilis* و *Bacillus licheniformis* رخ می‌دهد. به عبارت دیگر به دلیل رشد کپک ها در سطح نان و توسعه فساد طنابی توسط گونه های باسیلوس در مغز آن، نان دچار فساد می‌شود(Troadec et al, 2023).

براساس گزارش دمیرباس و همکاران (۲۰۲۱) در خصوص اثر ضدقارچی ۷۰ باکتری اسید لاکتیک جدا شده از خمیرترش گندم، و بررسی اثر مهارکنندگی آن‌ها بر A. niger مشخص شد که L. paraplantarum و L. plantarum بیشترین اثر مهارکنندگی‌را داشتند. موحد و همکاران (۱۴۰۰) تاثیر خمیرترش بر ویژگی‌های میکروبی، شیمیایی و ارگانولپتیکی نان سنگک را مورد بررسی

قرار دادند، طبق نتایج، افزایش سطوح مصرف خمیر ترش در نمونه‌های نان، سبب کاهش میزانpH ، بیاتی ،جمعیت کپک و مخمر و شمارش کلی باکتری‌ها و نیز افزایش میزان اسیدیته، رطوبت، خاکستر و حجم آن ها نسبت به نمونه شاهد (نمونه فاقد خمیر ترش) گردید. همچنین طبق نتایج حاصل از آزمون‌های حسی، با افزایش سطوح مصرف خمیر ترش، امتیاز مربوط به اکثر صفات نظیر عطر و بو، رنگ و قابلیت جویدن افزایش نشان داد. در مجموع با در نظر گرفتن تمام صفات، تیمار حاوی ۲۰ درصد خمیر ترش به عنوان بهترین تیمار معرفی گردید. سرفراز و همکاران (۱۳۹۸) اثرات متقابل باکتری های لاکتیک اسید و مخمر نانوایی را در تخمیر خمیر ترش مورد بررسی قرار دادند. طبق نتایج، با افزودن خمیر ترش، ویژگی های حسی، عطر، طعم، حجم مخصوص و زمان ماندگاری نان‌ها و مقاومت در برابر رشد کپک ها در مقایسه با نمونه کنترل، افزایش یافت. همچنین مایه تلقیح (*لاکتوباسیلوس کازئی* + *لاکتو باسیلوس فرمنتوم* + *ساکارو مایسس سرویزیه*) بر اساس ویژگی اسیدیفیکاسیون و کیفیت حسی نان‌های حاصل، برتر شناخته شد[۱۹]. رسول سادات و همکاران(۱۴۰۱) تاثیر خمیرترش حاوی *لاکتوباسیلوس پاراکازئی* و *فرمنتوم* را بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و ماندگاری نان بربری مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از بررسی ها نشان داد که استفاده از باکتری‌های لاکتیکی اثر معنی داری روی کاهشpH ، افزایش رطوبت، افزایش حجم مخصوص، کاهش سفتی بافت، افزایش میزان اسید استیک و پروپیونیک، جلوگیری از کپک زدگی و بهبود خواص حسی نان بربری در مقایسه با شاهد داشت. بنابراین با استفاده از خمیر ترش حاوی مخلوط باکتری‌های لاکتیکی و افزایش زمان تخمیر اولیه می توان نان بربری با خواص کیفی مطلوب‌تری در مقایسه با شاهد تولید نمود. آلکای ژوال و همکاران (۲۰۲۰) فعالیت ضد قارچی ۱۲ سویه مختلف LAB و نتایج حاصل از این فعالیت بر روی خمیر ترش و نان را مورد بررسی قرار دادند؛ مشخص شد که بهترین فعالیت ضدقارچی را *لاکتوباسیلوس برویس* و لاکتو *باسیلوس پلانتارم* داشتند و همچنین *لاکتوباسیلوس برویس* دارای بهترین فعالیت پروتئولیتیکی نیز بود. ژوحی جین و همکاران (۲۰۲۱) ویژگی‌های نان خمیر ترش تخمیر شده با Pediococcus pentosaceus و Saccharomyces cerevisiae و اثر نگهدارنده زیستی آن در برابر A. flavus را بررسی کردند. نان خمیر ترش تخمیر شده با P. pentosaceus و S. cerevisiae 56 درصد اثرضد قارچی را در برابر گسترش A. flavus در طی ۹۶ ساعت نشان داد. غلظت اسیدهای لاکتیک و استیک در نان خمیر ترش به ترتیب ۴/۵ و ۶/۱ برابر بالاتر از نان شاهد بود که به خواص حسی متعادل کمک می¬کند. نتایج نشان داد که ترکیب P. pentosaceus و S. cerevisiae برای تهیه نان با کیفیت بالا و عاری از مواد نگهدارنده مناسب است.

نقش خمیرترش در کاهش اسیدفیتیک نان

صادقی و همکاران (۱۳۹۵) به بررسی اثر دما (۲۸، ۳۲ و ۳۶ درجه سلسیوس) و زمان (۱۶، ۲۴ و ۳۲ ساعت) تخمیرکنترل شده خمیرترش حاوی *L. plantarum* و *L. brevis* بر میزان اسیدفیتیک خمیر و نان حجیم تولیدی پرداختند. براساس نتایج حاصل شده با افزایش دما و زمان تخمیر خمیر میزان اسیدفیتیک در نان کاهش یافت. همچنین استفاده از مخلوط دو آغازگر لاکتیکی در تهیه خمیرترش نسبت به سویه منفرد آنها در کاهش میزان اسیدفیتیک نان تولیدی موثرتر عمل نمود. اخـوی پـور(۱۴۰۰) در مطالعه نان‌های تافتون و بربری تهیه شده به روش خمیر ترش و تخمیر مایع، گزارش کرد استفاده از خمیر ترش بـه دلیل اسیدیته بالاتر ، ۸-۱۰ درصدکاهش بیشتر در میزان اسید فیتیک ایجاد می کند. لوپینگ فانگ و همکاران (۲۰۲۳) تأثیر تخمیر مخلوط باکتری‌های اسید لاکتیک و مخمر را بر تجزیه اسید فیتیک و ترکیبات طعم‌دهنده در خمیر ترش مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه از تخمیر مختلط , L. parasakei Saccharomyces cerevisiae ,L. plantarum L. sakei استفاده شد. تجزیه و تحلیل اسید آلی نشان داد که تخمیر مخلوط باعث افزایش محتوای اسیداستیک و کاهش محتوای اسید

لاکتیک شد. تخمیر مخلوط باعث افزایش تخریب اسید فیتیک شد. مشخص شد که خمیر ترش مخلوط تا۹۶/۶ درصد اسید فیتیک را تجزیه می‌کند. علاوه بر این، محتوای پلی فنل کل تخمیر مخلوط کاهش یافت. توسط HS-SPME-GC-MS مشخص شد که خمیرترش مخلوط تخمیر شده دارای ترکیبات طعم پیچیده¬تری مانند اسیدها، آلدئیدها و استرها است. بنابراین تفاوت در خواص متابولیکی کشت¬های مختلف استارتر درخمیرترش، مرجعی نظری برای بهبود کیفیت خمیرترش خواهد بود [۲۸].

ناجی و همکاران (۱۴۰۲) تاثیر کاربرد خمیر ترش حاوی آغازگر *L. plantarum* و خمیرترش با تخمیر تصادفی در تهیه نان بربری مخلوط آردهای کامل جو-گندم و جو-گندم جوانه‌زده را مورد بررسی و مقایسه قرار دادند. نتایج استفاده از خمیرترش بر میزان اسید فیتیک در نان بربری نشان داد که خمیرترش تصادفی میزان اسید فیتیک را بیشتر کاهش می‌دهد و از این رو سبب افزایش میزان املاح آهن و روی در هر دو نمونه نان شد. بررسی فعالیت میکروبی نان، نشانگر عدم رشد میکروبی در تمامی نمونه‌ها در روز اول و سوم نگهداری بود. همچنین نتایج شمارش کلی کپک و مخمر نشان داد که استفاده از خمیرترش تصادفی تاثیر مناسب‌تری بر فعالیت ضد کپکی نان‌ها دارد. نتایج ارزیابی بافت نان‌ها طی یک هفته نگهداری پس از پخت نشان داد که با استفاده از خمیرترش در شرایط تخمیر تصادفی کیفیت بافت نان تا ۵ روز پس از پخت حفظ می‌شود.

نقش خمیرترش در کاهش آکریل آمید نان

Nasiri Esfahani و همکاران (۲۰۱۷) کاهش آکریل آمید در نان حاصل از آرد کامل در نتیجه تخمیر توسط باکتری‌های اسید لاکتیک (*L. plantarum, L.sakei, L. rhamnosus, L. delbrueckii*) و مخمر نانوایی را گزارش نمودند. نتایج این مطالعه نشان داد که میزان آکریل آمید در نان‌های تولید شده برحسب سویه آغازگرهای لاکتوباسیلوس متفاوت بوده و کمترین میزان آکریل آمید در نان حاوی خمیرترش *L. rhamnosus* مشاهده شد. همچنین بین اسیدیته قابل تیتر، pH، اسیدلاکتیک و محتوای آکریل آمید نان همبستگی معناداری وجود داشت. در حالی که بین محتوای قندهای احیاکننده، اسیدآمینه آزاد خمیر و میزان آکریل آمید نان همبستگی معناداری مشاهده نشد. ناجی و همکاران (۲۰۲۲) تاثیر تخمیر کنترل شده خمیرترش آردگندم توسط آغازگرهای مختلف لاکتیکی مانند*P.pentoseus, L.plantarum, L.brevis,P. acidilactici* بر محتوای آکریل آمید در نان تولیدی را ارزیابی نمودند. نتایج نشان داد که نان حاوی خمیرترش *P. acidilactici* و مخمر نانوایی به ترتیب از کمترین (۵/۶۴ µg/kg) و بیشترین (۳۵/۶ µg/kg) میزان آکریل آمید برخوردار بودند. همچنین نان‌های حاوی خمیرترش لاکتیکی نسبت به نمونه شاهد دارای مخمر نانوایی بیشترین امتیاز ارزیابی حسی را توسط ارزیابان کسب نمودند.

نتیجه گیری

خمیرترش یک سامانه پیچیده میکروبی است که از تخمیر مخلوط آب و آرد غلات حاصل می‌شود و به عنوان افزودنی طبیعی در تهیه نان پیشنهاد می‌شود. در طی تخمیر خمیرترش توسط فلورمیکروبی طبیعی آرد عمدتا اسیدهای آلی، اگزوپلی‌ساکاریدها، ترکیبات معطر و آنزیم‌های مختلف تولید می‌شود. اسیدهای آلی تولیدی (عمدتا اسیدلاکتیک و اسید استیک) با تاثیر بر فعالیت آنزیم پروتئاز و آمیلاز، ساختار گلوتن و نشاسته را تغییر داده و بیاتی نان را به تاخیر می اندازند. همچنین اگزوپلی‌ساکاریدهای تولیدی بر بهبود بافت نان تاثیر گذار است. به علاوه فعالیت آنزیم فیتاز تولیدی توسط میکروارگانیسم‌های خمیرترش منجر به کاهش فیتات موجود در نان آرد گندم کامل می‌گردد. اسیدهای آلی تولیدی در طی تخمیر خمیر همچنین ، تولید آکریل آمید

در زمان پخت نان را کاهش می‌دهد. از سوی دیگر خمیرترش قادر است عمر نگهداری نان را نیز با کاهش رشد کپک و مخمرهای عامل فساد افزایش دهد. بر طبق نتایج مطالعات پیشین منتشر شده، نان تهیه شده با خمیر ترش از نظر طعم مطلوب بوده و تاثیر بالقوه‌ای در کاهش اثرات بیماری مزمن روده‌ای در انسان دارد.

منابع:

صادقی، ع، رئیسی، م، ابراهیمی، م، عابدفر، ع، دادبان شهامت، ی. ۱۳۹۵. تاثیر تخمیر کنترل شده خمیرترش حاوی لاکتوباسیلوس پلانتاروم و لاکتوباسیلوس برویس بر میزان اسید فیتیک خمیر و نان تولیدی. مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ۲۶(۱۴۱)، ۱۶-۲۵.

ناجی طبسی، س، شهیدی نوقابی، م، حسینی نژاد، م، زمانی، ح، هجرانی، ت. (۱۴۰۲). بهبود کیفیت و ماندگاری نان لواش بر پایه آرد کامل مخلوط با استفاده از خمیرترش با تخمیرخودبخودی خمیرترش حاوی لاکتوباسیلوس پلانتاروم. نوآوری در علوم و فناوری غذایی، ۱۵(۳)، ۵۶-۴۱.

موحد، سارا. (۱۴۰۰). تاثیر خمیرترش بر ویژگی‌های میکروبی، شیمیایی و ارگانولپتیکی نان سنگک. علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۸(۱۱۰)، ۳۷-۴۷.

سادات رسول، سیده محبوبه، ناطقی، لیلا، شهاب لواسانی، علیرضا، و استیری، سیدحسین. (۱۳۹۸). تاثیر خمیرترش حاوی لاکتوباسیلوس پاراکازئی و فرمنتوم بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و ماندگاری نان بربری. نوآوری در علوم و فناوری غذایی (علوم و فناوری غذایی)، ۱۱(۲)، ۱-۱۴.

Akamine, Ingrid Teixeira, Felipe RP Mansoldo, and Alane Beatriz Vermelho. (2023) "Probiotics in the sourdough bread fermentation: current status." Fermentation 9.2: 90.

Akbariyanmeymanad, M. J., Khomeiri, M., SadeghiMahoonak, A. R., Alami, M., FarajiKafshgari, S., VatanKhah, M., and Mahmoodi, E.(2020). Effect of sourdough on the quality of barbari bread. Journal of Food Science and Technology. 13 (51): 181-194.

Alkay , Z. , kilmanoglu, H. , & Durak, M. Z. (2020). Prevention of sourdough bread mould spoliage by antifungal lactic acid bacteria fermentation. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (18), 379-388.

Bartos, Adrian, et al. (2024) "Evaluation of Sourdough Bread and Its Potential Use in Support of the Treatment of Chronic Non-Communicable Diseases." Nutrients 16.15 2485.

Cardinali, Federica, et al. "Development of sourdough bread from roll-milled and stone-ground soft (Triticum aestivum) wheat flours milled to different extraction rates." European Food Research and Technology 250.2 (2024): 581-591.

Cappelle, Stefan, et al. "History and social aspects of sourdough." Handbook on sourdough biotechnology. Cham: Springer International Publishing,(2023). 1-13.

Fang, L. , Wang, W. , Dou, Z. , Chen, J. , Meng, Y. , Cai, L. , & Li, Y. (2023). Effects of mixed fermentation of different lactic acid bacteria and yeast on phytic acid degradation and flavor compounds in sourdough. LWT, 174, 114438.

Gänzle, Michael G., Nanzhen Qiao, and Julia Bechtner. "The quest for the perfect loaf of sourdough bread continues: Novel developments for selection of sourdough starter cultures." International Journal of Food Microbiology (2023): 110421.

Jin, J. , Nguyen, T. T. H. , Humayun, S. , Park, S. , Oh, H. , Lim, S. ,. & Kim, D. (2021).Characteristics of sourdough bread fermented with Pediococcus pentosaceus and Saccharomyces cerevisiae and its bio-preservative effect against Aspergillus flavus. Food Chemistry, 345, 128787.

Movahed, S. 2020. Science of Bread. MarzeDanesh Publications. Tehran, Iran; 188 pp. (In Farsi).

Mirshahidi, M., Maghsoudlou, Y., Khomeiri, M., and Ghorbani, M. 2017. The effect of yeast and the fermentation time on the phytic acid content and sensory properties of Barbari bread in Gorgan. Electronic Journal of Food Processing and Preservation. 2(1): 15 -26. (In Farsi).

Movahed, S. (2018). Evaluation of the effect of liquid sourdough method on dough yield, bread yield and organoleptic properties Iranian Lavash bread. World Applied Sciences Journal. 15(7):1054-1058.

Movahhed, S., Akbari, N., AhmadiChenarbon, H. and Asadi, H.(2019). Evaluation of additional soybean flour and sourdough Lactobacillus plantarum (ATCC 43332) on rheological and quality properties of Toast breads. Scholars Research Library. 3(5): 2538-2544.

Nasiri Esfahani, B., Kadivar, M., Shahedi, M., & Soleimanian-Zad, S. (2017). Reduction of acrylamide in whole-wheat bread by combining lactobacilli and yeast fermentation. Food Additives & Contaminants: Part A, 34(11), 1904-1914.

Naji-Tabasi, S., Shahidi-Noghabi, M. & Hosseininezhad, M. (2022). Improving the quality of traditional Iranian bread by using sourdough and optimizing the fermentation conditions. SN Appl. Sci. 4, 148.

Phetxumphou, K. , Vick, R. , Blanc, L. , & Lahne, J. (2023). Processing condition effects on sensory profiles of kombucha through sensory descriptive analysis. Journal of the American Society of Brewing Chemists, 81 (1) , 99-108

Shamshirsaz, M., Mirzaei, H., and Azizi, M. H. (2019). The effect of sourdough on bread quality. Plant Protection. 2: 13-20.

Shamshirsaz, M., Mirzaei, H., and Azizi, M. H. (2018). The effect of sourdough on bread quality. Plant Protection. 2: 13-20

Sarfaraz, A., Azizi, M., HamidiEsfahani, Z., KarimiTorshizi, M., and Zafari, A. (2019). Interaction between lactic acid bacteria and baker's yeast in liquid sourdough fermentation. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology. 3 (2): 73-80.

Troadec, Romane, et al. (2023) "Effect of fermentation conditions of bread dough on the sensory and nutritional properties of French bread." European Food Research and Technology 249.11 2749-2762.



Role Of Sourdough In Improving Quality And Health Of Bread

Atefeh Paravar[1], Dina Shahrampour[2]

[1*]PhD student, Research Institute of Food Science And Technology, Mashhad, Iran.

[2]Assistant Professor, Department of Food Safety and Quality Control, Research Institute of Food Science and Technology, Mashhad, Iran.
Corresponding Author: paravar110@gmail.com

Abstract

Bread is the dominant food and one of the most important food items used by most people, so there is a need to improve its quality and nutritional value. Sourdough is obtained from a mixture of flour and water under controlled condition by microorganisms, which has been studied as a safe additive to improve the characteristics of bread in various researches. The complex microbial system of sourdough by producing various organic acids, exopolysaccharides, enzymes, phenolic and aromatic compounds during fermentation by affecting the protein and starch of bread dough can improve the texture, aroma and taste, reduce staleness and increase shelf life of bread. In this review study, the role of sourdough on the quality and nutritional characteristics of bread has been discussed.

Keywords: Sourdough, Bread, Phytic Acid, Texture.

دومین همایش ملی پژوهش های کاربردی
امنیت غذایی، ایمنی غذایی و سلامت
«همزمان با روز جهانی غذا؛ ۲۵ مهرماه ۱۴۰۳»
موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

نشاسته مقاوم به عنوان یک ترکیب پری‌بیوتیک در فراورده‌های غلات

اعظم ایوبی[1*]
بخش علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
*نویسنده مسئول: mayoubi92@uk.ac.ir

چکیده

نشاسته مقاوم به عنوان محصولی پری‌بیوتیک رشد و فعالیت باکتری‌های پروبیوتیک را تشدید می‌کند. از طرف دیگر غذاهای حاوی نشاسته مقاوم سرعت گوارش و هضم را کاهش می‌دهند و سبب آزادسازی کنترل شده گلوکز در خون می‌شوند که این موضوع به ویژه برای بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ حائز اهمیت است. با توجه به تقاضای روز افزون مصرف‌کنندگان برای محصولات غذایی سالم، نشاسته مقاوم می‌تواند به عنوان ترکیبی مناسب برای تولیدکنندگان محصولات غذایی عملگرا و به ویژه در تولید محصولات غذایی بر پایه غلات به کار گرفته شود. کاربرد نشاسته مقاوم در فراورده‌های غلات نظیر نان، کیک و محصولات مشابه امکان تولید غذاهای فاقد گلوتن، کاهش میزان کالری این مواد غذایی و بهبود ارزش تغذیه‌ای آنها را فراهم می‌کند. این مقاله به معرفی انواع نشاسته مقاوم و منابع آنها، اثرات سلامتی‌بخش این ترکیبات و تاثیر کاربرد آنها بر خواص کیفی فراورده‌های غلات می‌پردازد.

واژگان کلیدی: پری‌بیوتیک، شاخص گلایسمی، فراورده‌های غلات، فیبر رژیمی، نشاسته مقاوم به هضم.

مقدمه

غذاهای فراسودمند به دلیل داشتن خواص عملکردی تغذیه‌ای و فراهم‌سازی مزایای فیزیولوژیکی و یا کاهش خطر بیماری‌های مزمن از اهمیت قابل توجهی برخوردارند. غذاهای فراسودمند، حاوی ترکیبات با اثرات سلامتی‌بخش بوده و یا ترکیبات دارای اثرات نامطلوب بر سلامتی در آنها حذف شده است (مقصودلو و همکاران، ۱۳۹۵). نقش فیبرهای غذایی در سلامت دستگاه گوارش، تنظیم فلور طبیعی روده، کنترل فشار خون و جلوگیری از برخی انواع سرطان‌ها و دیابت کاملاً به اثبات رسیده است. نشاسته مقاوم یکی از ترکیبات تقسیم‌بندی شده در گروه فیبرهای رژیمی است که امروزه مورد توجه بسیاری از محققان و تولیدکنندگان قرار گرفته است و کاربردهای گوناگونی در صنایع غذایی دارد. واژه نشاسته مقاوم اولین بار توسط انگلیست و همکارانش در سال ۱۹۸۲ تعریف شد. نشاسته مقاوم جزیی از نشاسته است که در برابر آنزیم‌های هضم‌کننده آمیلاز و پولولوناز در شرایط آزمایشگاهی به مدت ۱۲۰ دقیقه مقاومت می‌کند. آنزیم‌های هیدرولیزکننده در روده کوچک این نوع نشاسته و محصولات آن را هضم نمی‌کنند ولی این گروه از ترکیبات نشاسته‌ای در روده بزرگ تحت تأثیر فعالیت باکتری‌ها تخمیر می‌گردند و در اثر تخمیر آنها محصولات مختلفی از جمله اسیدهای چرب کوتاه زنجیر مانند اسیدبوتیریک و اسیدپروپیونیک وگازهای دی‌اکسیدکربن و هیدورژن و گاهی متان تولید می‌شود (مجذوبی و همکاران، ۱۳۹۰؛ Karunarathna et al., 2024). نشاسته مقاوم به دلیل داشتن ظرفیت نگهداری آب پایین علاوه بر داشتن ارزش تغذیه‌ای، به عنوان یک افزودنی کارآمد در صنایع غذایی کاربرد وسیعی یافته و قادر است بافت فرآورده نهایی را بهبود بخشد (امینی و همکاران، ۱۳۹۴). نشاسته مقاوم نسبت به دیگر فیبرهای رژیمی نظیر فیبرهای غلات، سبوس و فیبرهای میوه‌جات به میزان کمتری ویژگی‌های حسی محصولات غذایی را تحت تاثیر قرار داده و می‌تواند به بهبود ظاهر و احساس دهانی کمک کند. نشاسته مقاوم اندازه کوچک، ظاهر سفید و طعم شیرین مطلوبی دارد و فاقد پس‌طعم است. قابلیت افزایش ویسکوزیته، جذب آب، متورم شدن، تشکیل ژل و بهبود پایداری امولسیون‌ها از دیگر خصوصیات عملکردی این نوع نشاسته است. لازم به ذکر است که غذاهای حاوی نشاسته مقاوم، سرعت گوارش و هضم را کاهش می‌دهند که این امر در آزادسازی کنترل شده گلوکز، به ویژه در مورد بیماران دیابتی حائز اهمیت است (ذوالفقاری و همکاران، ۱۳۹۹). با توجه به سهم قابل توجه فراورده‌های غلات در رژیم غذایی روزانه، استفاده از فیبرهای رژیمی در فرمولاسیون این محصولات یکی از بهترین راهکارها جهت بهره‌مندی از خواص فراسودمند این ترکیبات مفید و حفظ سلامت مصرف‌کنندگان است.

انواع نشاسته مقاوم

با توجه به منبع گیاهی، نوع فرایند و علت غیرقابل هضم بودن انواع نشاسته مقاوم را به ۵ گروه تقسیم می‌کنند. نشاسته مقاوم نوع ۱ (RS1)، به طور فیزیکی از دسترس آنزیم‌های هضم‌کننده به دور است. در واقع ساختار مولکولی فشرده و به دام افتاده این نوع نشاسته دسترسی آنزیم‌های گوارشی به آن را محدود می‌کند. نشاسته موجود در دانه‌ها و غلات نیمه آسیاب شده، حبوبات، میوه‌های خام و سبزیجات در این گروه قرار دارد. در گرانول مولکول‌های نشاسته مقاوم نوع ۲ (RS2) ساختار به گونه‌ای است که از فعالیت آنزیم‌های گوارشی جلوگیری می‌شود. این نوع نشاسته در منابعی نظیر سیب‌زمینی خام، موزهای نارس و نشاسته ذرت دارای آمیلوز بالا موجود است. جزء اصلی این نوع نشاسته مقاوم، زنجیره‌های آمیلوز خطی است. این ساختارهای نشاسته به دلیل کریستالی بودن و ماهیت فشرده خود در برابر هیدرولیز آنزیمی مقاوم هستند. سرد کردن ژل‌های نشاسته‌ای تشکیل شده در حضور آب و حرارت، منجر به تشکیل نشاسته مقاوم نوع ۳ (RS3) می‌گردد که نشاسته واگشته یا رتروگرید شده نیز نامیده می‌شود. تکنیک‌های مختلف فرآوری مواد غذایی در صنایع غذایی یا فرآوری نشاسته اصلاح نشده منجر به تولید این نوع نشاسته مقاوم می‌شود. ایجاد ساختار کریستالی خاص در مولکول‌های نشاسته نوع ۳ سبب مقاومت آنها در برابر آنزیم‌های گوارشی مقاوم می‌شود. این کریستال‌ها به مقادیر کم در چیپس ذرت و سیب‌زمینی پخته سرد شده

وجود دارند. نشاسته‌های مقاوم نوع چهارم (RS4)، با روش‌های فیزیکی یا شیمیایی مانند اسـتری شـدن، اتـری شدن و غیره اصلاح شده‌اند و با توجه به نحوه اصلاح انجام شده، دسترسی آسان آنزیم‌ها جهت تجزیه آنها مقدور نمی‌باشد (مجذوبی و همکاران، ۱۳۹۰؛ Karunarathnaa et al., 2024). در روش‌های شیمیایی، گروه‌های عملکردی مختلف مانند گروه‌های هیدروکسی‌پروپیل، استیل و اکتنیل‌سوکسینیک‌انیدرید جایگزین می‌شوند و یا بین زنجیره‌های آمیلوز، پیوند ایجاد شده و نشاسته برای آنزیم‌های گوارشی غیرقابل دسترس می‌گردد (Karunarathnaa et al., 2024). نـشاسته‌های دارای اتصالات عرضـی گندم، ذرت و سیب‌زمینی تهیه شده به کمک فسفروس‌اکسی‌کلرید از انواع نشاسته مقاوم نوع ۴ هستند (ذوالفقاری و همکاران، ۱۳۹۹). از نشاسته بـا اتـصالات عرضـی برای اهدافی نظیر افـزایش تردی غلات صبحانه و افزایش زمان پایداری آنها پیش از نرم شدن در مجاورت مایعات (مانند شیر یا آبمیوه) و تهیه غذاهای پرحجم و کم‌کالری (رژیمی) استفاده می‌شود (مجذوبی و همکاران، ۱۳۹۰؛ Karunarathnaa et al., 2024). نشاسته مقاوم نوع ۵ (RS5) به کمپلکس‌های آمیلوز-لیپیدی معروف است و می‌تواند در برخی منابع نشاسته وجود داشته باشد. تیمارهای هیدروترمال نظیر پخت می‌تواند تشکیل کمپلکس‌های لیپیدی آمیلوز را در حضور منابع لیپیدی القا کند. انواع نشاسته مقاوم نوع ۱، ۲، ۳، و ۵ به عنوان فیبر به طور طبیعی در غذاها یافت می‌شوند، در حالی که انواع ۲، ۳ و ۴ را می‌توان به عنوان ترکیبات کاربردی به وعده‌های غذایی اضافه کرد (Karunarathnaa et al., 2024). در بین انواع نشاسته مقاوم، نشاسته مقاوم نوع ۳ به علت پایداری حرارتی آن در طی فراوری حرارتی مواد غذایی بیشتر مورد توجه قرار گرفته است (هاشمی و همکاران، ۱۳۹۷).

مزایای سلامتی‌بخش

تخمیر نشاسته مقاوم توسط فلور میکروبی روده منجر به تولید بوتیرات، پروپیونات و استات می‌شود که این ترکیبات محیط کشت و منبـع انرژی مناسبی برای رشد باکتری‌های پروبیوتیک محسوب می‌شوند و به همین دلیل، نـشاسته مقاوم تحت عنوان محصولی پری‌بیوتیک معرفی می‌گردد. پری‌بیوتیک‌ها ترکیباتی غیرقابل‌هضم یا با قابلیت هـضم انـدک هـستند کـه رشـد یـا فعالیـت باکتری‌های پروبیوتیک را تـشدید مـی‌نمایند و اغلب از طریق افزایش فعالیت تعدادی از باکتری‌های پروبیوتیـک در روده بزرگ بر افزایش سطح سلامت انسان تاثیر می‌گذارند (ذوالفقاری و همکاران، ۱۳۹۹). اغلب کربوهیـدرات‌هـای قابل تخمیر و دیرهضم در روده بزرگ این نقش را ایفا کرده و موجب رشـد پروبیوتیک‌هایی مانند بیفیدوباکتریوم‌ها می‌شوند که نتیجه آن تعدیل میکروفلور طبیعـی روده و کنتـرل میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا و در نتیجه کاهش احتمال ابتلاء به بیماری‌های گوارشی می‌باشد (امینی و همکاران، ۱۳۹۴). مجاری گوارشی انسان یک اکوسیستم میکروبی بسیار پیچیده با 10^{10} تا 10^{11} عدد باکتری در هر گرم از محتوای خود است و فعالیت و هم‌زیستی این باکتری‌ها در جلوگیری از رشد انواع باکتری‌های پاتوژن، ارتقای سیستم ایمنی و سلامت کولون و بهبود تغذیه میزبان تاثیر به سزایی دارد و همین امر سبب افزایش تمایل افراد به مصرف غذاهای پری‌بیوتیک در سال‌های اخیر شده است (مقدسی و همکاران، ۱۳۹۷). مشخص شده است که با مصرف مقادیر ۲/۵ و ۵ گـرم در روز نشاسته مقاوم نوع ۳ در طـول ۷ روز بـه طـور قابـل ملاحظه‌ای رشد بیفیدوباکترهای مدفوعی افزایش می‌یابد (Bouhnik et al., 2004). پری‌بیوتیک‌ها ضمن تغییر در ترکیب و فعالیت میکروفلور روده‌ای، در متابولیسم لیپیدها دخالت کرده و سطح جذب عناصری نظیر کلسیم، منیزیم، آهن و روی را افزایش می‌دهند. این ترکیبات ترشح پپتیدهای روده‌ای دخیل در اشتها را تعدیل نموده و به تامین فیبر مورد نیاز بدن کمک می‌کنند (ملکی و همکاران، ۱۴۰۰). به علاوه افزودن فیبرهـای غـذایی پری‌بیوتیک نظیر نشاسته مقاوم به نان مصرفی با توجه به هضـم آهسته یا عدم هضم این ترکیبات به تنظیم سطح گلوکز خون و تنظـیم پاسخ‌های گلایسمیک و لیپیدمیک پس از مصرف نان کمـک می‌کند و همچنین از طریق کاهش سرعت تخلیه روده و کنتـرل سـطح گلوکز خون باعث افزایش احساس سیری و کنترل چاقی می‌شود (مقدسی و همکاران، ۱۳۹۷). حداقل سطح سـلامت‌بخـش و پـری‌بیـوتیکی نشاسـته مقاوم ۲۰ گرم در روز پیشـنهاد شـده اسـت و در صورت مصرف حدود۳۲۰-

۳۵۰ گرم نان در روز جهت تولید نان پری‌بیوتیک حدود ۵/۵ درصد وزنی/وزنی نشاسته مقاوم مورد نیاز می‌باشد (محبی و همکاران، ۱۳۹۲).

عوامل مختلفی نظیر نسبت آمیلوز و آمیلوپکتین، اندازه ذرات نشاسته و پروتئین، نوع ساختار گرانول نشاسته، روش و زمان فرایندهای حرارتی نظیر پخت، میزان ژلاتینه شدن نشاسته و کپسوله کردن نشاسته در پروتئین یا لیپید بر قابلیت هضم نشاسته تاثیر می‌گذارد. اندازه ذرات مواد غذایی، حضور چربی و همچنین فیبرهای رژیمی بر روند تخلیه محتویات معده و محدود نمودن هیدزولیز آنزیمی در روده کوچک تاثیرگذار است. هضم نشاسته مقاوم در روده به کندی اما به طور کامل انجام می‌شود. آزادسازی کنترل شده و پایدار گلوکز به جریان خون برای افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ اهمیت دارد (خراسانی و همکاران، ۱۴۰۰). اختلال در متابولیسم چربی و التهاب، احتمال ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی را در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ افزایش می‌دهد. طبق گزارشات مصرف فیبرهای پری‌بیوتیک در بهبود عوامل خطر کاردیومتابولیک نظیر شاخص‌های آنتروپومتریک، فشار خون، سطح گلوکز، التهاب و پروفایل لیپید در بیماران دیابتی موثر است (Shamasbi et al., 2019). نتایج پژوهش ملکی و همکاران (۱۴۰۰) نشان داده است مصرف روزانه ۱۰گرم نشاسته مقاوم به مدت ۱۲ روز می‌تواند از طریق بهبود شاخص‌های آنتروپومتریک، فشار خون سیستولیک، التهاب، الگوی لیپیدی، برخی آنزیم‌های کبدی و هموستاز کلسیم بروز عوارض بیماری در مبتلایان به دیابت نوع ۲ را به تاخیر بیندازد (ملکی و همکاران، ۱۴۰۰).

روش‌های تولید نشاسته مقاوم نوع ۳

جهت تولید نشاسته مقاوم نوع ۳، لازم است ساختار گرانولی نشاسته توسط حرارت و در حضور آب کافی تخریب شده و زنجیره‌های آمیلوز پس از سرد کردن دوباره به یکدیگر متصل شوند. آمیلوز در طی پسروی نشاسته ژلاتینه شده، پیوند مجدد برقرار می‌کند و همین امر سبب تشکیل کریستال‌های قوی و نشاسته پسرفته نوع ۳ می‌شود. شرایط نگهداری، نسبت آمیلوز و آمیلو پکتین، طول زنجیره پلیمری یا درجه پلیمریزاسیون، پسروی یا کریستالیزاسیون مجدد آمیلوز، میزان آب، مراحل و شرایط فرایند و حضور لیپیدها و سایر ترکیبات از جمله عوامل تاثیرگذار بر فرایند تشکیل نشاسته مقاوم هستند. تیمار حرارتی- رطوبتی، اتوکلاو کردن، فرایند اکستروژن، تیمار مایکروویو- رطوبت، انشعاب‌زدایی، فشار بالا و تیمار اولتراسوند از جمله روش‌های هیدروترمال تولید نشاسته مقاوم نوع ۳ هستند. قرار دادن محصولات بر پایه نشاسته در اتوکلاو، سبب پسروی و در نتیجه افزایش میزان نشاسته مقاوم به ویژه در غذاهای با آمیلوز بالا می‌شود. میزان آمیلوز، مدت زمان تیمار و دما می‌تواند بر تولید نشاسته مقاوم با استفاده از روش اتوکلاو تاثیر بگذارد (هاشمی و همکاران، ۱۳۹۷).

کاربرد نشاسته مقاوم به هضم در تولید فراورده‌های غلات

با توجه به تقاضای زیاد مصرف‌کنندگان برای فراورده‌های غلات سالم، اصلاح فرمولاسیون این محصولات در زمان تولید امری ضروری است. نشاسته مقاوم به هضم، یک ترکیب عملکردی عالی برای فرموله کردن مجدد محصولات نانوایی می‌باشد. نشاسته مقاوم را می‌توان در انواع زیادی از محصولات غله‌ای از جمله سیستم‌های خمیری، مانند کیک، کلوچه، پاستا، بیسکویت و کوکی گنجاند. در ادامه به کاربردهای نشاسته مقاوم در تولید فراورده‌های غذایی بر پایه غلات مختلف پرداخته می‌شود.

نان

نان پرمصرف‌ترین غذای انسان است و در بین انواع مختلف نان، نان‌های سفید مشتری‌پسندی بیشتری دارند. این نوع نان‌ها نسبت به نان‌های سبوس‌دار فیبر کمتری دارند (مجذوبی و همکاران، ۱۳۹۰). نان‌های سفید حاوی حدود ۱ تا ۲٪ نشاسته مقاوم و مقدار بسیار کمی از کربوهیدرات‌هایی هستند که با سرعت کم هضم و جذب می‌شوند و به همین دلیل به عنوان مرجع اندیس گلایسمی بالا (۶۲ تا ۷۹٪) در پاسخ‌های گلایسمیک به کار می‌روند. از سوی دیگر علی‌رغم تاثیرات مثبت فیبر

در رژیم غذایی بر سلامت انسان معمولاً مصرف فیبر در رژیم غذایی روزانه، کمتر از مقدار توصیه شده (۳۰ گرم فیبر غذایی در روز) است. افزودن سایر منابع فیبر (به غیر از سبوس) به نان‌های سفید علاوه بر حفظ رنگ، ظاهر و مشتری‌پسندی محصول، بر سلامت افراد تأثیر مثبتی می‌گذارد (محبی و همکاران، ۱۳۹۲). طبق گزارش Spiller (۲۰۰۱) گنجاندن منابع فیبری مختلف در نان سبب ایجاد ویژگی‌های نامطلوبی مانند کاهش حجم، رنگ تیره، احساس دهانی نامطلوب و پوشش طعم در نان می‌شود. هنگامی که از نشاسته مقاوم به جای فیبر استفاده می‌شود، ظرفیت جذب آب افزایش نمی‌یابد، در حالی که افزودن فیبر به خمیر افزایش قابل توجهی در ظرفیت نگهداری آب را نشان می‌دهد. به دلیل ظرفیت جذب آب پایین، نشاسته مقاوم تأثیر منفی کمتری بر رئولوژی خمیر دارد. مطالعه این محقق نشان داده است در مقایسه با فیبرهای معمولی، نان غنی شده با ۴۰ درصد نشاسته مقاوم، حجم بالاتر و ساختار سلولی بهتری دارد (Spiller., 2001). نتایج مطالعه دیگری نشان داد که تولید نانی قابل قبول برای مصرف‌کنندگان با جایگزینی ۲۰درصد آرد ذرت یا ۱۰درصد آرد موز سبز به جای آرد گندم، از نظر فناوری امکان‌پذیر است. با این حال، مقادیر زیاد آرد ذرت یا موز سبز تأثیر نامطلوبی بر ایجاد شبکه گلوتنی، احتباس گاز و کیفیت نهایی نان دارد (Alcântara et al., 2020).

در تحقیق مجذوبی و همکاران (۱۳۹۰) تاثیر افزایش فیبرهای رژیمی پودر سبوس گندم و نشاسته گندم دارای اتصالات عرضی بر خصوصیات خمیر و نان بربری مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد افزودن پودر سبوس و نشاسته گندم، سبب افزایش جذب آب خمیر و زمان پایداری آن می‌شود و سطح ۵ درصد هر یک از فیبرهای مورد مطالعه دارای تأثیر مطلوب‌تری بر بافت خمیر و نان حاصل می‌باشد. اگرچه افزودن سبوس باعث تیرگی رنگ نان شد اما میزان تاثیر افزودن نشاسته دارای اتصالات عرضی بر رنگ پوسته و ظاهر نان حاصل ناچیز بود (مجذوبی و همکاران، ۱۳۹۰). در تحقیق محبی و همکاران (۱۳۹۲)، اثر پری‌بیوتیک‌های بتاگلوکان و نشاسته مقاوم به هضم بر ویژگی‌های کیفی و بیاتی نان در طی روزهای مختلف نگهداری مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج آزمون رئولوژی خمیر، نشان‌دهنده افزایش میزان جذب آب خمیر و کاهش عدد کیفیت فارینوگراف و مقاومت خمیر با افزایش مقدار نشاسته مقاوم بود. با افزودن نشاسته رطوبت نان افزایش و سفتی مغز نان نسبت به شاهد در طول ۵ روز نگهداری در دمای اتاق کاهش یافت و لذا با افزایش جذب آب و ماندگاری رطوبت، بیاتی نیز به طور چشم‌گیری کاهش یافت. اگرچه نشاسته مقاوم باعث کاهش حجم مخصوص شد اما نان‌های حاصل از نظر ویژگی‌های شکل، پوسته، رنگ و بافت مغز، طعم، بو و قابلیت جویده شدن، هم‌سطح و یا اندکی بهتر از نمونه شاهد بودند (محبی و همکاران، ۱۳۹۵).

در پژوهش Buddrick و همکاران (۲۰۱۵) تاثیر روش تخمیر و افزودن روغن گیاهی بر تشکیل نشاسته مقاوم در نان چاودار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بررسی بر تاثیر قابل توجه روغن پالم و عدم تاثیر معنی‌دار زمان تخمیر و دما بر تشکیل نشاسته مقاوم در نان دلالت داشت. همچنین طبق نتایج حاصل، تاثیر خمیرمایه در تشکیل نشاسته مقاوم در نان چاودار، بیشتر از تخمیر خالص نان‌های گندم و تخمیر مخلوط نان گندم و چاودار بود که احتمالا دلیل این مسئله افزایش میزان اسیدهای آلی در فرآیند تخمیر بوده است (Buddrick et al., 2015). در پژوهش مقدسی و همکاران (۱۳۹۷)، تاثیر پری‌بیوتیک‌های اینولین و نشاسته مقاوم بر خواص رئولوژیکی خمیر نان باگت مورد بررسی قرار گرفت و در آزمون‌های فارینوگراف خمیر مشاهده شد که با افزودن نشاسته مقاوم مقدار جذب آب، زمان گسترش خمیر، زمان پایداری خمیر، افزایش و درجه نرم شدن خمیر پس از ۱۰ و ۱۲ دقیقه کاهش می‌یابد. همچنین نتایج حاصل از آزمون اکستنسوگراف نشان‌دهنده افزایش میزان انرژی خمیر، مقاومت به کشش خمیر، عدد نسبت خمیر، افزایش و کاهش قابلیت کشش آن بود. طبق نتایج حاصل از این تحقیق، نشاسته مقاوم به دلیل حضور گروه‌های هیدروکسیل در ساختار و در نتیجه ایجاد اتصالات هیدروژنی بیشتر بین پروتئین گلوتن و این ترکیب پری‌بیوتیک پراکندگی آب را در ساختار خمیر تغییر داده و منجر به بهبود ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر می‌شود (مقدسی و همکاران، ۱۳۹۲).

فرمولاسیون خمیر، اندازه، شرایط پخت و شرایط نگهداری نان بر محتوای نشاسته مقاوم به هضم آن تاثیر می‌گذارد. مشخص شده است سطح بالاتر رطوبت در خمیر و افزایش اندازه نان، محتوای نشاسته مقاوم را افزایش می‌دهد. همچنین یک فرایند پخت طولانی مدت، به طور قابل توجهی مقدار نشاسته مقاوم نان حاصل را زیاد می‌کند. نگهداری نان در دمای اتاق به مدت ۳ روز نیز سبب افزایش بیشتر محتوای نشاسته مقاوم در نان می‌شود (Amaral et al., 2016).

کیک

انواع کیک از جمله محصولات نانوایی مهم و پرمصرفی می‌باشند که از آرد، شکر، تخم‌مرغ، چربی یا روغن و ترکیبات ورآورنده تشکیل می‌شوند. با توجه به استفاه از آرد، به عنوان ترکیب شاخص و غالب در فرمولاسیون، این محصولات نسبتا چگال و دارای بافت نرم و طعم شیرین در دسته مواد غذایی پرکالری قرار می‌گیرند. لذا استفاده از ترکیبات عملگرا نظیر انواع فیبرها در جهت کاهش میزان کالری این فراورده‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است. در تحقیق مقصودلو و همکاران (۱۳۹۵)، تاثیر جایگزینی بخشی از آرد با فیبرهای نشاسته مقاوم بر ویژگی‌های کیفی کیک‌های اسفنجی به منظور تولید کیکی فراسودمند با میزان کالری‌زایی کمتر و حداقل افت کیفی مورد بررسی قرار گرفت. طبق نتایج بررسی، محتوای رطوبت کیک‌های دارای نشاسته مقاوم در مقایسه با شاهد بیشتر بود، اما تغییرات قابل توجهی در رنگ و ارتفاع این کیک‌ها مشاهده نشد. نتایج ارزیابی آنالیز پروفیل بافتی نیز بطور آشکاری مشخص کرد که افزایش سطوح فیبر، سبب تغییر معنی‌دار برخی پارامترهای بافتی دستگاهی شده است. ارزیابی محتوای انرژی کیک شاهد و نمونه‌های دارای نشاسته مقاوم مشخص کرد که کیک‌های حاوی نشاسته مقاوم از میزان انرژی‌زایی کمتری برخوردار بودند. به علاوه نتایج آزمون حسی نشان‌دهنده امتیازهای حسی بالا و رضایت مصرف‌کنندگان از این نمونه‌ها بود (مقصودلو و همکاران، ۱۳۹۵).

در تحقیق دیگری در تولید کیک اسفنجی از نشاسته مقاوم و شیره خرما جهت جایگزینی بخشی از آرد و شکر خمیر استفاده شد. نتایج نشان داد نشاسته مقاوم و شیره خرما به ترتیب سبب کاهش و افزایش دانسیته و ویسکوزیته خمیر می‌شوند. هم‌چنین مشاهده شد اگرچه شیره خرما سفتی بافت کیک را کاهش می‌دهد و سبب تیرگی رنگ کیک می‌شود اما استفاده از نشاسته مقاوم سبب افزایش سفتی بافت شده و رنگ کیک را روشن‌تر می‌کند (رستمی و همکاران، ۱۳۹۷).

در پژوهش ذوالفقاری و همکاران (۱۳۹۹) امکان بهبود خصوصیات کمی و کیفی بـه همراه افزایش ارزش تغذیه‌ای کیک برنجی بدون گلوتن با جایگزینی آرد برنج با نشاسته مقاوم نوع ۳ مورد مطالعه قرار گرفت. طبق نتایج مطالعه، با جایگزینی آرد برنج با نشاسته مقاوم در فرمولاسیون این نوع کیک، وزن مخصوص خمیر کاهش و میزان رطوبت محصول نهایی افـزایش یافت. همچنین جایگزینی آرد برنج با نشاسته مقاوم نوع سه تا سطح ۲۰درصد منجر به افزایش ارتفاع، حجم مخصوص و تخلخل محصول نهایی شد، اگرچه در سطوح بالاتر، این خصوصیات فیزیکی افت پیدا کرد. پس از تولید و طی دوره نگهداری، کمترین سفتی بافت نیز در نمونه دارای ۲۰درصد نشاسته مقاوم مشاهده شد. استفاده از سطوح بالاتر نشاسته مقاوم، سبب افزایش معنی‌دار روشنی و کاهش قرمزی و زردی پوسته و مغز کیک شد. طبق نتایج ارزیابی حسی نیز کیک حاوی ۲۰درصد نشاسته مقاوم مطلوبیت حسی بالاتری داشت (ذوالفقاری و همکاران، ۱۳۹۹).

ماکارونی و نودل

محصـولات ماکـارونی از جمله محصـولات دارای ارزش غذایی بالا هستند که به دلیل ماهیت کربوهیـدراتی، همراه با سایر محصولات غلات در پایه هـرم راهنمـای غـذایی قـرار مـی‌گیرنـد. این محصولات به راحتی قابل تولید بوده و برای طولانی مدت قابل نگهداری هستند و به دلیل داشتن کربوهیـدرات‌هـای پیچیده‌تر نسبت به دیگر محصولات غلات مانند نـان و بـرنج برتری دارند. به دلیل شبکه پروتئینی فشرده تشکیل شده توسط فرآیند اکستروژن، گرانول‌های نشاسته کمتری از ماکارونی برای هیدرولیز آمیلاز در دسترس است. لذا ایـن محصـولات انـدیس گلایسمی پایین‌تری دارند و با تـأثیر تـدریجی بـر افـزایش قنـد

خـون، موجب بالا رفـتن ناگهـانی قند خون نمی‌شوند. از طرف دیگر محصولات ماکارونی بـرای افراد دارای اضافه وزن نیز می‌توانند مفید باشند. با وجود قیمت بالاتر، غنی‌سازی ماکارونی بدون گلوتن با نشاسته مقاوم برای افراد مبتلا به بیماری سلیاک مطلوب‌تر است (امینی و همکاران، ۱۳۹۴؛ Karunarathnaa et al., 2024). در مطالعات مختلف صورت گرفته درباره استفاده از نشاسته مقاوم در تولید ماکارونی نتایج متضادی در مورد میزان افت پخت ماکارونی حاوی نشاسته مقاوم گزارش شده است. با این حال، به منظور تهیه ماکارونی بدون گلوتن و دارای شاخص گلایسمی پایین، استفاده از نشاسته مقاوم اهمیت ویژه‌ای دارد (Karunarathnaa et al., 2024). نتایج مطالعه Foschia و همکاران (۲۰۱۷) نشان داد که نشاسته مقاوم می‌تواند مقدار افت پخت و چسبندگی ماکارونی را کاهش دهد در حالی که سفتی را افزایش می‌دهد. این محققین توسعه ساختاری را علت افزایش مقاومت در برابر متلاشی شدن در زمان جوشیدن ماکارونی در آب بیان کردند (Foschia et al., 2017). در تحقیق امینی و همکاران (۱۳۹۴) خواص فیزیکی، رئولوژیکی، حسی و پخـت ماکارونی غنی شده با نشاسته مقاوم نـوع ۲ مورد بررسی قرار گرفت. طبق نتایج حاصل، افزودن نشاسته مقاوم نوع ۲ سبب کاهش معنی‌دار رطوبت، شاخص روشنایی، درصد افت پخت، درصد جذب آب، شاخص چسبندگی و قابلیت جویدن محصول نهایی شد و انسجام‌پذیری و خواص حسی محصول را بهبود بخشید. در بین نمونه‌های حاوی سطوح مختلف نشاسته مقاوم، نمونه دارای سطح ۷/۵درصد نشاسته به عنوان مناسب‌ترین تیمار انتخاب شد. در پژوهش Aravind و همکاران (۲۰۱۲) بهینه‌سازی سطوح نشاسته مقـاوم نـوع ۲ و ۳ در گندم دوروم ماکارونی به منظور کاهش قابلیت هضم در شرایط آزمایشگاهی با حفظ فرآوری و خصوصیات حسـی مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج حاکی از آن بود که افزودن نشاسته مقاوم، اثر معنی‌داری بر میزان افت پخت، بافت و خصوصیات حسی محصول نداشت، اگرچه سبب کاهش اندک رنگ زرد ماکارونی و کـاهش قابلیت هضم نشاسته در شرایط آزمایشگاهی نسبت به گندم دوروم گردید (Aravind et al., 2012).

ارزیابی کیفیت خوراکی و شاخص گلایسمی نودل حاوی آرد غنی شده با ۱۰ تا ۲۰درصد وزنی نشاسته مقاوم مشخص کرده است افزودن نشاسته مقاوم، خمیری با استحکام مناسب و بافت قابل انبساط مورد نیاز برای تهیه نودل را تولید می‌نماید و منجر به تهیه نودل‌هایی با ترکیب مواد مغذی بیشتر و شاخص گلایسمی پایین می‌شود (Li et al., 2022). Hsieh و همکاران (۲۰۲۰) دریافتند افزودن ۴۰ درصد نشاسته مقاوم نوع ۴ به نودل گندم بر سختی آن پس از پختن تأثیری نمی‌گذارد اگرچه سبب کاهش کشش‌پذیری، انسجام و فنریت می‌شود. این محققین دلیل این نتیجه را قابلیت تورم کم نشاسته مقاوم نوع ۴ عنوان کردند (Hsieh et al., 2020). مطالعه مشابهی نشان داده است که جایگزینی ۲۰ درصد آرد گندم با نشاسته مقاوم نوع ۴می‌تواند پایداری حرارتی نودل را نسبت به استفاده از نشاسته گندم به تنهایی افزایش دهد (Punia et al., 2019). پیوندهای هیدروژنی بالاتر در ساختار نشاسته، وضعیت کریستالی و پایداری گرانول دلیل دمای گذار بالاتر، آنتالپی بالا و پایداری حرارتی نشاسته مقاوم است (Giuberti et al., 2019). امکان تولید نودل کم کالری و سالم با قابلیت هضم نشاسته پایین از طریق افزودن نشاسته مقاوم موز، ماش و کاساوا در مطالعه Menon و همکاران (۲۰۱۶) نیز گزارش شده است (Menon et al.,2016).

کوکی و بیسکویت

درمطالعه Laguna و همکاران (۲۰۱۱) نشاسته مقاوم در سطوح ۲۰، ۴۰ و ۶۰درصد به خمیر بیسکویت افزوده شد. نتایج ارزیابی حسی نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بین صفات حسی نمونه حاوی ۲۰درصد نشاسته مقاوم و شاهد بود. سطح ۴۰درصد نشاسته مقاوم سبب کاهش امتیازات رنگ، ظاهر و بافت بیسکویت شد و در سطح ۶۰درصد قابلیت پذیرش محصول کاهش یافت (Laguna et al., 2011). مشخص شده است که افزودن نشاسته مقاوم به خمیر بیسکویت، بافت خمیر را نرم کرده و به کاهش ضخامت خمیر کمک می‌کند (Di Cairano et al., 2021). اصلاح آنزیمی آرد ذرت با استفاده از ترکیب آنزیم‌های آمیلاز و پولولاناز با هدف افزایش عملکرد نشاسته مقاوم نوع ۳ سبب افزایش پایداری، محتوای آمیلوز و ظرفیت جذب شیر در آرد ذرت و کاهش قدرت تورم، جذب آب و ظرفیت جذب روغن شد. به علاوه تیمار آنزیمی به کار رفته ساختار آمورف نشاسته را به یک

ساختار کریستالی تبدیل نمود. ارزیابی خصوصیات حسی کوکی تهیه شده با این آرد نشان داده است ویژگی‌هایی نظیر ظرفیت پایین جذب آب و روغن و توانایی اتصال به آب پایین در نشاسته مقاوم آرد مذکور سبب تولید محصول تردتر با رنگ و طعم مطلوب‌تر می‌شود (Khan et al 2020).

نتیجه‌گیری کلی

در سال‌های اخیر به دلیل افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان از اثرات سلامت‌بخش غذاهای فراسودمند، تمایل زیادی به سمت مصرف غذاهای حاوی ترکیبات پری‌بیوتیک پدید آمده است. غنی‌سازی محصولات غلات با منابع پری‌بیوتیک می‌تواند نقش مهمی در دستیابی به مزایای سلامتی‌بخش این ترکیبات و افزایش ارزش غذایی و دارویی محصولات غله‌ای داشته باشد. مقاومت نشاسته مقاوم به عنوان یک ترکیب پری‌بیوتیک در برابر دما و رطوبت بالا و باقی ماندن آن در محصول نهایی سبب شده است که این ترکیب به عنوان یک گزینه مناسب جهت افزایش ارزش غذایی فراورده‌های غلات نظیر انواع نان و کیک مورد توجه تولیدکنندگان قرار گیرد.

منابع:

خراسانی، س. بیگ محمدی، ز. و قندهاری یزدی، ا. پ. (۱٤۰۰). محصولات غذایی مبتنی بر غلات :نوآوری و فراسودمندی. (صفحات ٤٤۰-٤۳۰). ایران: انتشارات دانشگاه شهیدباهنر کرمان.

ذوالفقاري، س. قیافه‌داودي، م. مرتضوي، ع. پدرام‌نیا، ا. و نقی‌پور، ف. بررسی تأثیر افزودن نشاسته مقاوم بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی کیک برنجی بدون گلوتن علوم و صنایع غذایی، ۱۳۹۹، شماره ۱۰٦، ص. ۱۲۰-۱۰۹.

رستمی، ح. فرج‌زاده، د. حامدی، ح. فلسفی، س. ر. و رستم آبادی، ح. تولید کیک کم‌کالری با خواص کاربردی با استفاده از نشاسته مقاوم و شیره خرما جهت ارتقاء سطح سلامت افراد نظامي، مجله طب نظامي، ۱۳۹۷، شماره ٤، ص. ۳۹۰-۳۸۲.

مجذوبی، م. فرحناکی، ع. استوان، ر. و ورادی، م. تاثیر افزایش سبوس و نشاسته گندم با اتصالات عرضي بر ویژگي‌هاي خمیر و نان بربري (مسطح ایراني) فصل‌نامه علوم و صنایع غذایي، ۱۳۹۰، شماره ۲۹، ص. ۷۹-٦۹.

محبی، ز. همایونی‌راد، ع. عزیزی، م. ح. و اصغری جعفرآبادی، م. بررسی اثر بتاگلوکان و نشاسته مقاوم به هضم بر ویژگی‌هاي کیفی و حسی نان تست حاصل، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، ۱۳۹۲، شماره٤، ص. ٤۰-۳۱.

مقدسی، ر. موحد، س. و چنارین، ح. تاثیر پریبیوتیک‌هاي اینولین و نشاسته مقاوم بر خواص رئولوژیکی خمیر نان باگت، نشریه پژوهش-هاي علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۳۹٤، شماره ۲، ص. ٤٤۹-٤۳۹.

مقصودلو، ی. احمدی، ع. عزیزی، م. ح. اعلمی، م. و قربانی، م. تاثیر فیبرهای نشاسته مقاوم بر ویژگی‌های کیفی و حسی کیک‌های اسفنجی، نشریه پژوهش‌هاي صنایع غذایي، ۱۳۹۵، شماره ۲، ص. ۱۷٤-۱٦۱.

ملکی، پ. دهقان، پ. و موسی‌زاده، و. اثر مکمل نشاسته مقاوم بر عوامل خطر کاردیومتابولیک، آنزیم‌های کبدی و هموستاز کلسیم در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ چاق: یک کارآزمایی بالینی، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، ۱٤۰۰، شماره ۳، ص. ۱۰-۱.

هاشمی، م. مظاهری تهرانی، م. رضوی، م. ع. و میلانی، ا. ارزیابي ویژگي‌هاي فیزیکوشیمیایي و عملکردي نشاسته مقاوم ذرت حاصل از روش اتوکلاو، فصل‌نامه فناوری‌های نوین غذایی، ۱۳۹۷، شماره ۲، ص. ۲۰۰-۱۸۷.

همایونی‌راد، ع. امینی، ا. خداویردی وند کشتیبان، ع. محمدی، م. و بهاری منفرد، ا. بررسی اثر افزودن نشاسته مقاوم نوع دو بر خواص فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی، حسی و پخت ماکارونی پری‌بیوتیک حاصل، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، ۱۳۹۴، شماره ۱، ص. ۸۸-۸۱.

Alcântara, RG. D., Fukumasu, H., Raspantini, P. C. F., Raspantini, L. E. R., Steel, C. J., Oliveira, L. D. C., Vanin, F. M., & Vanin, F. M. (2020). Baking effect on resistant starch digestion from composite bread produced with partial wheat flour substitution. Journal of Food Quality, 1–13. DOI: 10.1155/2020/9245035.

Amaral, O., Guerreiro, C. S., Gomes, A., & Cravo, M. (2016). Resistant starch production in wheat bread: effect of ingredients, baking conditions and storage. European Food Research and Technology, 242:1747–1753.

Aravind, N., Sissons, M., & Fellows, C. M., (2012). Effect of soluble fibre (guar gum and carboxymethylcellulose) addition on technological, sensory and structural properties of durum wheat spaghetti. Food Chemistry, 131(3): 893- 900.

Bouhnik, Y., Raskine, L., Simoneau, G., Vicaut, E., Neut, C., Flourié, B., Brouns, F., & Bornet, F. R. (2004). The capacity of nondigestible carbohydrates to stimulate fecal bifidobacteria in healthy humans: a double-blind, randomized, placebo-controlled, parallel-group, dose-response relation study. Clinical Nutrition, 80(6):1658-64.

Buddrick, O., Jones, O., Hughes, J., Kong, I., & Small, D. (2015). The effect of fermentation and addition of vegetable oil on resistant starch formation in wholegrain breads. Food Chemistry, 180: 181–185.

Di Cairano, M., Caruso, M. C., Galgano, F., Favati, F., Ekere, N., & Tchuenbou-Magaia, F. (2021). Effect of sucrose replacement and resistant starch addition on textural properties of gluten-free doughs and biscuits. European Food Research and Technology, 247(3): 707–718. DOI: 10.1007/s00217-020-03659-w.

Foschia, M., Beraldo, P., & Peressini, D. (2017). Evaluation of the physicochemical properties of gluten-free pasta enriched with resistant starch. Journal of the Science of Food and Agriculture, 97(2): 572–577. DOI: 10.1002/jsfa.7766.

Giuberti, G., Marti, A., Gallo, A., Grassi, S. & Spigno, G. (2019). Resistant starch from isolated white sorghum starch: functional and physicochemical properties and resistant starch retention after cooking. A comparative study. Starch - Stärke, 71(7–8), 1800194. DOI: 10.1002/star.201800194

Hsieh, C. F., Wang, L. K., Xu, B., Seib, P. A., & Shi, Y. C. (2020). Preparation and textural properties of white salted noodles made with hard red winter wheat flour partially replaced by different levels of cross-linked phosphorylated RS4 wheat starch. Journal of the Science of Food and Agriculture, 100(15), 5334–5343.V. DOI: 10.1002/jsfa.10581.

Karunarathna, S., Wickramasinghe, I., Truong, T., Brennan, C., Navaratne, S. B. & Chandrapala, J. (2024). Development of low-calorie food products with resistant starch-rich sources., – a Review. Food Reviews International, 40(2): 814-831.

Khan, A., Siddiqui, S., Rahman, U., Ali, H., Saba, M., Andleeb Azhar, F., Khan, S., Ali Shah, A., Badshah, M., Hasan, F., & Khan, S. (2020). Physicochemical properties of enzymatically prepared resistant starch from maize flour and its use in cookies formulation. International Journal of Food Properties, 23(1): 549–569. DOI: 10.1080/10942912.2020.1742736

Laguna, L., Salvador, A., Sanz, T., & Fiszman, SM. (2011). Performance of a resistant starch rich ingredient in the baking and eating quality of short-dough biscuits. LWT - Food Science and Technology, 44(3);737–746. DOI: 10.1016/j.lwt. 2010.05.034.

Li, P. H., Wang, C. W., Lu, W. C., Chan, Y. J., & Wang, C. C. R. (2022). Effect of resistant starch sources on the physical properties of dough and on the eating quality and glycemic index of salted noodles. Foods. 11(6): 814. DOI: 10.3390/foods11060814.

Menon, R., Padmaja, G., Jyothi, A. N., Asha, V., & Sajeev, M. S. (2016). Gluten-free starch noodles from sweet potato with reduced starch digestibility and enhanced protein content. Journal of Food Science and Technology, 53(9): 3532–3542. DOI: 10.1007/s13197-016-2330-9.

Punia, S., Siroha, A. K., Sandhu, K. S., & Kaur, M. (2019). Rheological behavior of wheat starch and barley resistant starch (Type IV) blends and their starch noodles making potential. International Journal of Biological Macromolecules,130: 595–604. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2019.03.009.

Shamasbi, S. G., Dehgan, P., Charandabi, S. M. A., Aliasgarzadeh, A., & Mirghafourvand, M. (2019). The effect of resistant dextrin as a prebiotic on metabolic parameters and androgen level in women with polycystic ovarian syndrome: a randomized, triple-blind, controlled, clinical trial. European journal of nutrition. 58(2):629-40.

Spiller, G. A. (2001). Handbook of Dietary Fiber in Human Nutrition; (129), CRC Press: Boca Raton, FL.



Resistant Starch as a Prebiotic Compound in Cereal Products

Azam Ayoubi[1*]
[1]Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.
Corresponding Author: mayoubi92@uk.ac.ir

Abstract

Resistant starch as a prebiotic product intensifies the growth and activity of probiotic bacteria. On the other hand, foods containing resistant starch reduce the speed of digestion and cause the controlled release of glucose in the blood, which is especially important for patients with type 2 diabetes. Considering the increasing demand of consumers for healthy food products, resistant starch can be used as a suitable combination for functional food product manufacturers, especially in the production of cereal-based food products. The use of resistant starch in cereal products such as bread, cakes and similar products provides the possibility of producing gluten-free foods, reducing the calorie content of these foods and improving their nutritional value. This article introduces the types of resistant starch and their sources, the health-enhancing effects of these compounds and the effect of their use on the quality properties of cereal products.

Keywords: Cereal products, Dietary fiber, Glycemic index, Prebiotic, Resistant starch.

نقش بازارهای آنلاین در بهبود امنیت غذایی

مهشید رجب‌زاده، علی رضا کرباسی

[۱] دانشجو کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
[۲] استاد گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
نویسنده مسوول: Mahshid.Rajabzadeh99@gmail.com

چکیده

بازارهای آنلاین نقش زیادی بر جوامع امروزی دارد. در این تحقیق باتوجه‌به اهمیت نقش بازارهای آنلاین بر امنیت غذایی، سعی بر نشان‌دادن تأثیر این عامل بر دسترسی بیشتر به مواد غذایی باشد. دسترسی یکی از سطوح امنیت غذایی است. در این مطالعه به روش لاجیت ترتیبی با تکمیل پرسش‌نامه از مصرف‌کنندگان مواد غذایی تلاش شده است تا باتوجه‌به مدل مفهومی تئوری رفتار برنامه‌ریزی‌شده تأثیر هر یک از متغیرهای قصد خرید، قیمت، هنجار و کیفیت بر دسترسی بیشتر به خرید آنلاین براورد شود. همچنین در این مطالعه مشخص شد که متغییر های قصد خرید، قیمت و هنجار ذهنی در سطح یک درصد معنا دار شدند و تاثیر مثبتی بر احتمال دسترسی بیشتر به خرید آنلاین مواد غذایی دارند. متغییر کیفیت که در سطح معنا داری یک درصد معنا دار نشده است و تاثیر منفی بر احتمال دسترسی به خرید آنلاین مواد غذایی دارد. لذا استفاده از بازارهای آنلاین مواد غذایی برای دسترسی بیشتر در جهت بهبود امنیت غذایی پیشنهاد می‌گردد.

واژگان کلیدی: امنیت غذایی، لاجیت ترتیبی، خرید آنلاین

مقدمه

در جوامع امروزه تأمین نیاز غذایی جمعیت روبه‌افزایش است که این امر مهم تبدیل به یک نگرانی جهانی شده است. انتظار می‌رود جمعیت جهان تا سال ۲۰۵۰ به ۱/۹ میلیارد نفر افزایش یابد که تقریباً حدود ۷۰٪ تولیدات کشاورزی باید افزایش داشته باشد امنیت غذایی توسط سازمان خواربار و کشاورزی، (FAO) سازمان ملل متحد(UN) به این صورت تعریف شده است که امنیت غذایی زمانی وجود دارد که همه مردم در هر زمان دسترسی فیزیکی، اقتصادی و اجتماعی به غذایی کافی و ایمن داشته باشند که بتواند نیازهای یک زندگی سالم و فعال را به عمل آورد . (امیری و همکاران، ۱۴۰۲) ناامنی غذایی پیامدهای نامطلوب بی‌شماری دارد در مورد سلامت سایر پیامدهای رفاهی بااین‌حال رفتارهای غذایی، و متعاقب آن امنیت غذایی درک صحیح از پویایی امنیت غذایی در مقیاس خانگی می‌تواند به طراحی و ارزیابی مؤثر سیاست کمک کند. (LI and Lim،2023)

امنیت غذایی به مفهوم دسترسی تمام مردم در تمام زمان‌ها به غذای لازم برای یک زندگی فعال و سالم است در این تعریف عناصر اساسی عبارت از دسترسی به غذا و توان و قدرت به‌دست‌آوردن آن است. پیچیدگی عوامل زمینه‌ساز و درهم‌تنیدگی پیامدهای منفی ریسک‌های معیشتی و تأثیر آن بر امنیت غذایی یکی از دغدغه‌های اصلی کشاورزان ساکن مناطق دارای شرایط بحرانی است، به‌نحوی‌که در برخی از این جوامع تلاش برای بهبود معیشت و امنیت غذایی خانوارها را با چالش اساسی مواجه ساخته است. با بررسی مطالعات مختلف می‌توان نتیجه گرفت که امنیت غذایی یکی موضوعات مهم جهان است. (گله داروند و همکاران،۱۴۰۲) دسترسی به غذا، زمانی که خانوارها و اعضای آن منابع کافی برای دستیابی به غذاهای مناسب برای یک رژیم غذایی سالم داشته باشند که به درآمد خانوار، توزیع آن در داخل خانوار و قیمت غذا بستگی دارد. (بشیرات و همکاران،۲۰۱۲)

امنیت غذایی دارای چهار اصل کلی، شامل فراهمی، به مفهوم موجود بودن مواد غذایی طی مدیریت تولید یا واردات، دسترسی به مفهوم دسترسی به غذا با توجه به توان اقتصادی و فیزیکی خانوارها یا جوامع، بهره‌وری، به مفهوم سلامت غذایی و بهره‌وری آن با توجه به مغذی بودن و کیفیت بیولوژیکی مواد غذایی و در نهایت پایداری به مفهوم پایداری تولید غذای باکیفیت و قابلیت دسترسی به آن در تمامی زمان‌ها است. در حقیقت، تولید محصولات غذایی متناسب با افزایش جمعیت تنها یکی از مشکلات پیشرو است؛ درحالی‌که تضمین سلامت و کیفیت مواد غذایی در کنار امکان دسترسی آحاد جامعه به غذای سالم و مغذی و در نهایت، پایداری این دسترسی طی زمان، دیگر ابعاد امنیت غذایی را تشکیل می‌دهند . (https://scnutrition.sums.ac.ir/) امنیت غذایی بر دردسترس‌بودن، دسترسی، استفاده، و ثبات اگرچه عاملیت و پایداری مشخص شده است. به‌عنوان ستون‌های اضافی مشخص می‌شود. (Durano and Lim،۲۰۲٤)

برای افزایش دسترسی استفاده از اینترنت برای فروش و بازاریابی در دهه گذشته روند صعودی داشته است. مصرف‌کنندگان به طور فزاینده‌ای از اینترنت استفاده می‌کنند برای یافتن اطلاعات یا خرید محصولات اطلاعات آنلاین و فناوری‌های ارتباطی در بسیاری از بخش‌های اقتصادی در حال تبدیل‌شدن به یک شرط لازم برای مشارکت در جامعه به سرعت در حال مدرن‌شدن ما است در نتیجه خرید آنلاین به ویژه برای مواد غذایی افزایش یافت. کشاورزان و دامدارانی که مستقیماً به مصرف‌کنندگان می‌فروشند نیز این کار را انجام داده‌اند استفاده از اینترنت خود را برای فروش و بازاریابی افزایش دادند. (Pesci and Lim،۲۰۲۳)

توضیحات ارائه شده در اینجا بر اساس تئوری برنامه‌ریزی‌شده آجزن است (Ajzen; 1991) است رفتار (TPB) بر اساس این نگرش نظریه، متغییر های قصد خرید، کیفیت، قیمت و هنجار بر دسترسی بیشتر بر خرید آنلاین که بر یکی از ابعاد امنیت

غذایی می‌باشد تأثیرگذار است که هدف این مقاله پیدا کردن رابطه بین عوامل تئوری رفتار برنامه‌ریزی‌شده بر دسترسی بیشتر خرید آنلاین مواد غذایی می‌باشد (Zhou and liu;2022).

تئوری رفتار برنامه‌ریزی‌شده یک نظریه نظری ارائه می‌دهد چارچوبی برای مطالعه تجربی رفتار خرید مصرف‌کننده اشاره می‌کند که هنجارهای ذهنی و رفتار مستقیماً کنترل می‌شوند، هنگام مطالعه خرید آنلاین بر رفتار خرید آنلاین تأثیر می گذارد رفتار مصرف کنندگان لیانگ و همکاران دریافتند که نگرش رفتاری، هنجارهای ذهنی و کنترل رفتار تأثیرات مثبتی بر روی‌داشت قصد رفتار هنگام تجزیه و تحلیل خرید غذای تخصصی. اوکانر و همکاران که رفتار نگرش و ذهنی است هنجارها تأثیر مثبتی بر قصد خرید در هنگام مطالعه داشتند رفتار خرید مواد غذایی کاربردی در استرالیا می‌توان اشاره کرد. برشکا و سولیس در مطالعات خود دیدگاه توسعه خرید آنلاین برای محصولات محلی لهستان را بررسی کردند وقیمت بالای محصولات را مانع اصلی برای خرید آنلاین عنوان کردند. یینگ می کانگ دو چون وانگ در سال ۲۰۲۲ در مطالعات خود بیان داشتند که تقویت تبلیغات و راهنمایی مصرف کنندگان، افزایش جذابیت کشاورزی تازه محصولات خرید آنلاین به مصرف کنندگان، انتخاب مصرف کنندگان را ارتقا می‌دهند و عادات خرید آنلاین را شکل می‌دهند. بشیرات و همراهان در سال ۲۰۱۸ با مطالعه خود بر روند امنیت غذایی پاکستان ترین عامل مؤثربر امنیت غذایی وبه ترتیب دسترسی به عوامل اقتصادی و وضعیت تأهل پاسخ دهندگان رتبه بندی کردند. یافته‌ها ی فوق حاکی از حساس بودن رتبه‌ها ی تعیین کننده به مناطق وکشور های مختلف است(کرباسی و همکاران ۱۴۰۰) باقری و همکاری در سال ۱۳۹۸ در بررسی رابطه امنیت غذایی و فقر با استفاده از مدل لاجیت چندگانه نشان داد که فقر ذهنی و فقر نسبی رابطه مثبت و معناداری با امنیت غذایی دارد. امیری و همکاران ۱۴۰۲ به شیوه بررسی کتابخانه‌ای به اولین و اساسی‌ترین نقش بسته بندی مواد غذایی حفظ کیفیت وایمنی مواد غذایی و همچنین جلوگیری از هدررفت محصولات و حفظ محصول در حین انبارداری و حمل و نقل پرداخته است. پینزون و همکاران در کالیفرنیا با تحلیل رگرسیون لجستیک اظهار داشت پس از شیوع ویروس کووید ۱۹ فروش آنلاین محصولات کشاورزی به طرز چشم گیری افزایش یافت. سرولا و همکارانش در مطالعه‌ای درسال۲۰۲۳ در کشور فنلاند بیان داشت که اگرچه بیماری همه گیر به طور جدی با تولید مواد غذایی تداخل داشت، همچنین باعث ایجاد FBO شد اقداماتی را انجام دهد که ایمنی مواد غذایی را ارتقا دهد(کرباسی و همکاران ۱۴۰۰). لی و همکاران در آمریکا همچنین پویایی امنیت غذایی خانوار را در ایالات متحده ازسال ۲۰۰۱تا ۲۰۱۷با استفاده از یک معیار جدید، احتمال امنیت غذایی،(PFS) احتمال برآورد شده که هزینه‌های غذایی یک خانوار برابر یابیشتر از حداقل هزینه یک رژیم غذایی سالم است، مطالعه نمودند. آنیم وهمکاران در سال ۲۰۲۰در مطالعه‌ای که با هدف تجزیه و تحلیل سطوح دسترسی به امنیت غذایی توسط ذینفعان راتنانگ انجام شد تعاونی‌ها در استان لیمپوپو آفریقای جنوبی با استفاده از رویکرد رگرسیون لوجیت چند جمله‌ای .بررسی کردند. نتایج تحقیق حاکی از آن است که بهره‌برداران تعاونی‌هایی که درآمد بالایی از کشاورزی کسب کرده‌اند و توانسته‌اند دسترسی به اطلاعات گرانبها در مورد مدیریت مزرعه احتمالاً امنیت غذایی را تضمین می‌کند .بیبارنرز و همکاران از استرالیا در سال ۲۰۲۲در مورد بازرسی امنیت غذایی مطالعه‌ای انجام دادند داده‌ها از طریق یک نظرسنجی آنلاین منتشر شده از طریق سازمان‌ها ی اوج حرفه ا ی بهداشت محیط جمع آور ی شد. در مجموع ۲۶۷پاسخ د هنده موردبررسی قرار گرفتند وسؤالاتی در رابطه با اجزای مشترک، جنبه‌ها ی مهم، عوامل تأثیرگذار و روش‌ها ی به کار گرفته شده در هنگام انجام بازرسی‌ها ی ایمنی مواد غذایی پرسیدند. این مطالعه نشان داد که یک رویکرد مشترک برا ی انجام بازرسی ایمنی مواد غذایی درسراسر کشورهای مورد بررسی وجود دارد. هدف تحقیق بررسی تاثیر بازارهای آنلاین بر دسترسی بیشتر به خرید مواد غذایی در راستای بهبود امنیت غذایی خانوارها است.

روش پژوهش:

در این مطالعه، یک پیمایشی مبتنی بر پرسشنامه برای بررسی میزان دسترسی به مواد غذایی با خرید آنلاین با استفاده از روش نمونه گیری تصادفی ساده انجام گردید. جامعه آماری این تحقیق، کلیه مصرف کنندگان شهر مشهد می‌باشند. بخش اول پرسشنامه شامل اطلاعات فردی واقتصادی از قبیل سن، شغل، میزان تحصیلات، شرایط تعهل و... است. در ادامه سوالات به زیر گروه‌های قصد خرید، کیفیت، قیمت و هنجار ذهنی تقسیم بندی شده است و در هر یک از این زیر گروه‌ها از مخاطب خواسته می‌شود به سوالات پاسخ بدهند. در این پرسش نامه از مقیاس لیکرت برای ارزیابی استفاده شده است اهمیت عوامل تاثیرگذار مقیاس لیکرت تعیین می‌کند پاسخ به سوالات در پنج سطح: بسیار مخالف، مخالف، بی تفاوت، موافقم و خیلی موافقم نمرات مربوطه هستند به ترتیب ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵. هیچ نمره خوب یا بدی وجود ندارد که فقط نشان دهنده تأثیر عوامل مشخصه بر روی آنلاین مصرف کنندگان رفتار خرید آن‌ها است. در مجموع از ۱۳۰ نفر پاسخ دهندگان سه سطح برای دسترسی به مواد غذایی آنلاین قرار داده شده است که ۳۱ مشاهده در سطح اول و تمایل کمتر برای خرید اینترنتی داشتند .۲۱ نفر در سطح دوم قرار می‌گرفتند و تمایل آن‌ها در سطح متوسط قرار داشت و ۷۴ نفر در سطح سوم قرار دارند که تمایل بالایی برای خرید اینترنتی داشتند. در این مطالعه به علت ماهیت ترتیبی بود دسترسی به مواد غذایی آنلاین و قرار دادن آن در سه سطح کم و متوسط و زیاد از مدل لاجیت ترتیبی استفاده شده است.

$$y_i^* = \hat{\beta} x_i + \varepsilon_i \qquad -\infty < y_i^* < +\infty$$

که در آن y_i^*متغیر پیوسته ی میزان دسترسی به مواد غذایی آنلاین مـی باشـد، β 'بـردار x_i پارامترهایی است که بایستی برآورد شوند و بردار متغیرهای توضیحی غیـر تصـادفی مشاهده شده میباشد. ε_i نیـز عبـارت خطاست که دارای توزیع لاجستیک است بنابراین تکنیکهای رگرسیونی استاندارد ، قابل کاربرد بـرای بـرآورد معادله است . ارتباط میان متغیر غیرقابل مشاهد هی y و متغیر قابلمشـاهده ، i از الگوی لاجیت ترتیبی y به صورت ذیل به دست می آید:

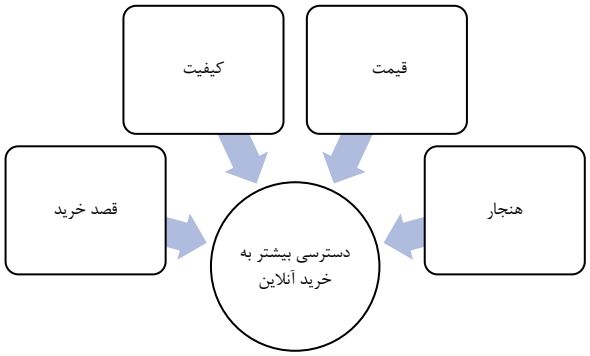
$$y_i = 2 \quad if \quad \mu_1 \le y_i^* \le \mu_2, \qquad i = 1, \dots, n$$
$$y_i = 3 \quad if \quad \mu_2 \le y_i^* \le \mu_3, \qquad i = 1, \dots, n$$

... ...

$$y_i = j \quad if \quad \mu_{j-1} \le y_i^* \le \infty, \qquad i = 1, \dots, n$$

که در ادامه به بررسی بیشتر مدل و تفسیر داده‌ها پرداخت خواهد شد.

شکل ۱ مدل مفهومی مطالعه



با توجه به مدل مفهومی بالا هر یک از متغییر های قصد خرید، قیمت، هنجار و کیفیت به متغییر وابسته یعنی دسترسی بیشتر به خرید آنلاین مرتبط هستند. بر اساس این نگرش نظریه، متغییر های قصد خرید، کیفیت، قیمت و هنجار بر دسترسی بیشتر بر خرید آنلاین که بر یکی از ابعاد امنیت غذایی می‌باشد تاثیر گذار است.

یافته‌ها

با استفاده از لاجیت ترتیبی برای متغییر وابسته، میزان دسترسی به مواد غذایی آنلاین به نتایج ذیل حاصل گردید که به تفسیر این نتایج پرداخته خواهد شد:

جدول ۱. نتایج براورد الگو لاجیت ترتیبی

نام متغییر	ضریب	انحراف معیار	سطح احتمال
قصد خرید	۱.۱۶۱۹۶۱	۰.۳۳۵۱۴۴۸	۰.۰۰۱
قیمت	۱.۳۶۱۴۹۸	۰.۴۳۰۱۲۲۶	۰.۰۰۰
هنجار ذهنی	۱.۲۱۳۵۸۲	۰.۳۶۲۷۵۴	۰.۰۰۱
کیفیت	-۰.۱۴۴۳۵۰۸	۰.۳۴۶۳۵۳۹	۰.۶۶۷
آستانه ۱	۹.۱۴۹۰۷۷	۱.۶۵۸۵۲۲	
آستانه ۲	۱۰.۶۲۴۳۷	۱.۷۵۸۳۶۲	

نتایج برآورد الگو لاجیت ترتیبی در جدول ۱ اورده شده است. آماره کای دو برابر با ۸۸.۵۳ که در سطح یک درصد معنا دار است، نشان دهندۀ معناداری اثر متغییر مورد استفاده در الگو بر احتمال متغییر وابسته است. متغییر های قصد خرید، قیمت و هنجار ذهنی در سطح یک درصد معنا دار شدند و تاثیر مثبتی بر احتمال دسترسی بیشتر به خرید آنلاین مواد غذایی دارند. متغییر کیفیت که در سطح معنا داری یک درصد معنا دار نشده است و تاثیر منفی بر احتمال دسترسی به خرید آنلاین مواد

غذایی دارد. با تقسیم ضرایب آستانه‌های ۱ و۲ بر هر یک از انحراف معیارها می‌توان نتیجه گرفت که آستانه‌های بدست آمده معنا دار است.

[/] cut1- [/] cut2=0
chi2(1)=24.39
Prob > chi2 = 0.0000

Cut 1 ; 9.149/1.65> 4

Cut 2: 10.624/1.758>4

جدول ۲. آزمون رگرسیون موازی ـ برنت

	Chi2	p>chi2
برنت	۲.۸۵۳	۰.۵۸۳

با توجه به نتایج بدست آمده از آزمون برنت که منطقی بودن فرضیه برابری پارامترها را ارزیابی می‌کند. مشخص می‌شود فرضیه برابری پارامترها برای تمامی گروه‌ها در الگو براورده شده منطقی است. از این نظر براورد الگوی لاجیت ترتیبی از مبنای محکم برخوردار است.

جدول ۳. براورد اثرات نهایی

	ضریب	انحراف معیار	سطح احتمال
قصد خرید	-۰.۰۸۲۳۵	۰.۰۳۰۷	۰.۰۰۷
قیمت	-۰.۰۹۶۵۰	۰.۰۲۷۶	۰.۰۰۰
هنجارذهنی	-۰.۰۸۶۰	۰.۰۳۱۱۱	۰.۰۰۶
کیفیت	۰.۰۱۰۲۳	۰.۰۲۴۸	۰.۶۸۱
قصد خرید	-۰.۱۴۴۸	۰.۰۵۰۱	۰.۰۰۴
قیمت	-۰.۱۶۹۷	۰.۰۵۱۲	۰.۰۰۱
هنجار ذهنی	-۰.۱۵۱۲	۰.۰۵۴۱	۰.۰۰۵
کیفیت	۰.۰۱۷۹	۰.۰۴۳۵	۰.۶۷۹
قصد خرید	۰.۲۲۷۲	۰.۰۶۷۴	۰.۰۰۱
قیمت	۰.۲۶۶۲	۰.۰۵۸۹	۰.۰۰۰
هنجار ذهنی	۰.۲۳۷۳	۰.۰۷۱۳	۰.۰۰۱
کیفیت	-۰.۰۲۸۲	۰.۰۶۸۱	۰.۶۷۹

نتایج بدست آمده از اثر نهایی برای متغییر قصد خرید، قیمت و هنجار ذهنی با توجه به این که مقدار این پارامترها در سطح ۱ و ۲ منفی شده است پس احتمال قرار گیری این متغییر در سطح بالاتر افزایش می یابد یعنی با افزایش متغییر به میزان یک واحد، انحراف از میانگین به بیشترین مقدار خود می‌رسد و احتمال دسترسی افراد برای خرید آنلاین مواد غذایی افزایش می‌یابد. در صورتی که کیفیت مانعی برای افزایش احتمال دسترسی به خرید آنلاین مواد غذایی است و احتمال قرار گیری در سطوح پایین افزایش می‌یابد.

بحث و نتیجه گیری

با بررسی نتایج تحقیق زو و لو تحت عنوان انتخاب مصرف کننده در خرید سبزیجات آنلاین با استفاده از تئوری رفتار برنامه ریزی شده که به روش معادله ساختاری براورد شده است با تحقیق حاضرکه به روش لاجیت ترتیبی براورد شده است می‌توان دریافت که از نتایج تجزیه وتحلیل داده‌ها در این مطالعه می‌توان استنباط کرد که رفتار انتخاب مصرف کننده تحت تأثیر ریسک درک شده، تصویر نهایی و قصد رفتار ی است، در حالی که نگرش تأثیر معنی دار ی نداشت. نگرش، با این حال، همراه با خطر وپایانی درک شد. متغییر کیفیت که در سطح معنا داری یک درصد معنا دار نشده است و تاثیر منفی بر احتمال دسترسی به خرید آنلاین مواد غذایی دارد. در این مطالعه به روش لاجیت ترتیبی با تکمیل پرسشنامه به مصرف کنندگان تلاش شده است تا با توجه به مدل مفهومی تئوری رفتار برنامه ریزی شده تاثیر هر یک از متغییر های قصد خرید، قیمت، هنجار و کیفیت بر دسترسی بیشتر به خرید آنلاین براورد شود. همچنین در این مطالعه مشخص شد که متغییر های قصد خرید، قیمت و هنجار ذهنی در سطح یک درصد معنا دار شدند و تاثیر مثبتی بر احتمال دسترسی بیشتر به خرید آنلاین مواد غذایی دارند. متغییر کیفیت که در سطح معنا داری یک درصد معنا دار نشده است و تاثیر منفی بر احتمال دسترسی به خرید آنلاین مواد غذایی دارد. همچنین با بررسی متغییر های مستقل یعنی قصد خرید قیمت هنجار پس احتمال قرار گیری این متغییر ها در سطح بالاتر افزایش می یابد یعنی با افزایش متغییر به میزان یک واحد، انحراف از میانگین به بیشترین مقدار خود می‌رسد و احتمال دسترسی افراد برای خرید آنلاین مواد غذایی افزایش می‌یابد . و تاثیر متغییر کیفیت احتمال قرار گیری آن در سطوح پایین‌تر را فراهم می‌کند. استفاده و تقویت بازارهای آنلاین مواد غذایی برای دسترسی بیشتر در جهت بهبود امنیت غذایی پیشنهاد می‌گردد.

بهتر است برای تحقیقات آینده تعداد بیشتری از مصرف کنندگان مواد غذایی با تکمیل پرسنامه مورد مصاحبه قرار گیرند و عوامل دیگری که بر متغییر های امنیت غذایی تاثیرگذار خواهد بود را برای براورد مدل در نظر گرفته شود.

منابع

اقاصفری، ح و کرباسی، ع و عوضپور، پ. بررسی مؤلفه‌های اثرگذار بر ترجیح مصرف کنندگان به زعفران با برچسب‌های ارگانیک، طبیعی و سالم،1400، شماره 1، ص 176- 161

باقری، م وحداد، ح و شیروانیان، ع. بررسی رابطه امنیت غذایی و فقر درامدی در مناطق استان گیلان .(1398، شماره ۱۲،۸۸-۲۵

امیری، ص، علی محمدی، م، شیرازه محبت، ح. مروری بر نقش بسته بندی در امنیت غذایی . (1402) شماره ۵۳، ص ۷۱ -۶۳

Icek Ajzen, The theory of planned behavior, Organ. Behav. Hum. Decis. Process. 50 (2) (1991) 179–211.

Zhang Bei, Study on consumers purchase intention to fresh agriculture products under O2O e-commerce, Jiangsu Agric. Sci. 46 (22) (2018) 376–382.

[6] S.I. Wu, A comparison of the behavior of different customer clusters towards internet bookstores, Inf. Manag. 43 (8) (2006) 986–1001.

A.R.D. Liang, W.M. Lim, Exploring the online buying behavior of specialty foodshoppers, Int. J. Hosp. Manag. 30 (4) (2011) 855–865.

E.L. O'Connor, K.M. White, Willingness to trial functional foods and vitamin supplements: the role of attitudes, subjective norms, and dread of risks, Food Qual. Prefer. 21 (1) (2010) 75–81.

D. Hughes, I. Merton, Partnership in produce: the Sainsbury approach to managing the fresh produce supply chain, Supply Chain Manage. 1 (2) (1996) 4–6.

De-hua He, Xiao-yu Han, You-zhu Li, Factors affecting consumers' purchase intention in electronic commerce of fresh agro-product, J. Northw. A&F Univ. (Soc.Sci. Ed.) 14 (4) (2014) 85–91.

Yi-ting Liao, Wen-bo Xu, Jing-yi Zhang, et al., College students' online shopping research to the influential factors of fresh fruit, Logist. Eng. Manage. (9) (2016)

63–67.

[12] Ke-xi Wang, An-na Dai, On the influencing factors of online shopping intentions of green fresh agricultural products based on logit model, J. Hunan Univ. Sci. Technol. (Soc. Sci. Ed.) 20 (2) (2017) 87–93.

Yenho T. Chung, Feryal Erhun, Designing supply contracts for perishable goods with two periods of shelf life, Lie Trans. 45 (1) (2013) 53–67.

Zhou,G ,Liw w .Consumer choice in online vegetable distribution terminals: A Planned Behavior approach (Soc. Sci. Ed.) 20 (2) (2022)

Mahon, D., Cowan, C., & McCarthy, M. (2006). The role of attitudes, subjective norm, perceived control and habit in the consumption of ready meals and takeaways in Great Britain

bashirat ,m ,shilizia ,s ,pandia , r . (2012) Determinants of food security of rural households in Panjab, Pakistan: An Econometric Analysis.

The role of online markets in improving food security

Mahshid Rajabzadeh, Ali Reza Karbasi
Master's student in Agricultural Economics, Ferdowsi University of Mashhad
Professor of Agricultural Economics Department, Ferdowsi University of Mashhad
Mahshid.Rajabzadeh99@gmail.com

Abstract
Online markets play a big role in today's society. In this article, considering the importance of the role of online markets on food security, an attempt is made to show the effect of this factor on greater access to food. Access is one of the levels of food security. In this study, using the sequential logit method, by presenting a questionnaire to people, an attempt has been made to estimate the effect of each variable of purchase intention, price, norm, and quality on greater access to online shopping, according to the conceptual model of the theory of planned behavior. Also, in this study, it was found that the variables of purchase intention, price and subjective norm were significant at the level of 1% and have a positive effect on the possibility of more access to online grocery shopping. The quality variable, which is not significant at the significance level of 1%, has a negative effect on the probability of access to online grocery shopping. Therefore, it is recommended to use online food markets for more accessibility in order to improve food security.

Keywords: food security, order logit, online shopping



نقش سلامت تغذیه مدارس در افزایش انگیزه و بهبود عملکرد تحصیلی دانش آموزان

نازیلا نیک‌بین، نگین نیک‌بین

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی بیرجند، بیرجند، ایران

[۲] دانشجوی کارشناسی ارشد روان‌شناسی تربیتی دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

نویسنده مسئول n97nikbin@gmail.com

چکیده

سلامت تغذیه در مدارس به‌عنوان یک عامل کلیدی در افزایش انگیزه و بهبود عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان شناخته می‌شود. تغذیه مناسب نه تنها به تأمین انرژی و مواد مغذی ضروری برای رشد جسمی و ذهنی کمک می‌کند، بلکه می‌تواند تأثیر مثبتی بر روی تمرکز، حافظه و توانایی‌های شناختی دانش‌آموزان داشته باشد. پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر سلامت تغذیه بر انگیزه و عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان انجام شده است. روش پژوهش بر اساس منابع کتابخانه‌ای فارسی و لاتین و همچنین بر پایه روش تحلیلی توصیفی صورت گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که دانش‌آموزانی که از تغذیه سالم و متعادل برخوردارند، معمولاً دارای انگیزه بیشتری برای یادگیری و مشارکت در فعالیت‌های آموزشی هستند. این امر به نوبه خود می‌تواند به بهبود عملکرد تحصیلی و افزایش اعتمادبه‌نفس در دانش‌آموزان منجر شود؛ بنابراین، توجه به سلامت تغذیه در مدارس می‌تواند به عنوان یک استراتژی مؤثر برای ارتقاء کیفیت آموزشی و بهبود وضعیت تحصیلی دانش‌آموزان مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: تغذیه، مدارس، انگیزه، عملکرد تحصیلی

تغذیه سالم نقش مهمی در بهزیستی جسمی و روانی افراد دارد. تحقیقات تأکید می‌کند که تغذیه به طور قابل‌توجهی بر عملکرد مغز، سلامت روان و کیفیت کلی زندگی تأثیر می‌گذارد شواهد علمی می‌دهند که رژیم غذایی غنی از مواد مغذی خاص، به ویژه اسیدهای چرب امگا-۳، ویتامین E ، منیزیم[۲۰۷] و اسید فولیک[۲۰۸]، تأثیرات مثبت بر سلامت عمومی، عملکرد شناختی و وضعیت روحی افراد دارد. در مجموع، یک رژیم غذایی سالم و سالم، غنی از میوه‌ها، سبزیجات، غلات کامل، ماهی‌های چرب، آجیل و دانه‌ها، می‌تواند به طور قابل توجهی به سلامت جسمی و روانی را بهبود بخشد (Muscaritoli, 2021). تحقیقات نشان می‌دهد که تغذیه نقش مهمی در عملکرد شناختی و سلامت مغز در طول عمر دارد. کربوهیدرات‌های پیچیده، اسیدهای چرب امگا ۳ و پروتئین‌ها با بهبود حافظه و عملکرد اجرایی مرتبط هستند، درحالی‌که قندهای ساده با کاهش شناخت ارتباط دارند (Muth and Park., 2021). رژیم‌های غذایی سرشار از آنتی‌اکسیدان‌ها[۲۰۹] و اجزای ضدالتهابی، مانند میوه‌ها، سبزیجات، آجیل و ماهی، ممکن است زوال شناختی مرتبط با افزایش سن و خطر بیماری‌های عصبی را کاهش دهند (Melzer and Park., 2021).

مغز انسان یکی از پیچیده‌ترین و حساس‌ترین ارگان‌هاست که در طول زندگی به طور مداوم در حال توسعه و تغییر است. مواد مغذی ضروری، از جمله پروتئین‌ها، چربی‌ها، ویتامین‌ها و مواد معدنی، به عنوان اجزای اصلی در این فرآیند ایفای نقش می‌کنند. این مواد مغذی نه تنها در گسترش و تولید سلول‌های عصبی ضروری هستند، بلکه در متابولیسم نوروترانسمیترها[۲۱۰] و هورمون‌هایی که تنظیم‌کننده فعالیت‌های مغز هستند، نیز اهمیت ویژه‌ای دارند. با توجه به این که مغز انسان به شدت وابسته به مواد مغذی است، بهبود کیفیت تغذیه و دسترسی به منابع غذایی مناسب یکی از عوامل مهم در حفظ سلامت مغز و ارتقاء عملکرد شناختی افراد محسوب می‌شود (Ghosh, 2021). فرآیند توسعه مغز یک فرآیند پیچیده و متغیر است که در طول عمر انسان ادامه می‌یابد. این فرآیند تحت تأثیر عوامل مختلفی قرار دارد، از جمله زمان و نحوه تغذیه. بخش‌های مختلف مغز در زمان‌های متفاوتی رشد می‌کنند و به همین دلیل، دوران کودکی و به ویژه دوران مدرسه ابتدایی، زمانی بحرانی برای رشد فیزیکی و توسعه ذهنی به شمار می‌آید. در این دوران، مغز به طور دینامیک در حال تثبیت ارتباطات عصبی است و بر اساس تجارب یادگیری و محیط اطراف، شکل می‌گیرد (Houston et al., 2014).

رشد مغز هر فرد به شدت تحت تأثیر برنامه‌های ژنتیکی است که از والدین به ارث می‌رسد. با این حال، این برنامه‌های ژنتیکی در برابر تأثیرات محیطی مختلف، از جمله تغذیه، قابل تغییر و تعدیل هستند. تغذیه ناکافی یا نامناسب می‌تواند موجب اختلال در روند رشد مغز و ایجاد مشکلاتی در یادگیری و رفتار شود. به طور مشابه، تأثیرات محیطی دیگری همچون نوع تحصیل، وضعیت اقتصادی-اجتماعی، دسترسی به خدمات مراقبت‌های بهداشتی و تجارب زندگی نیز می‌توانند به شدت بر توسعه مغز اثر بگذارند (Miguel et al., 2019). به‌عنوان‌مثال، کودکانی که در محیط‌های با دسترسی محدود به غذاهای مغذی بزرگ می‌شوند، ممکن است دچار تأخیر در رشد شناختی و مشکلاتی در یادگیری شوند. از سوی دیگر، کودکانی که از تغذیه سالم و متوازنی بهره‌مند هستند، معمولاً توانایی‌های شناختی و اجتماعی بهتری دارند و می‌توانند در فرآیندهای تحصیلی و شغلی به موفقیت‌های چشمگیری دست یابند (Dabriegaitė et al., 2013).

مطالعات نشان داده‌اند که آموزش تغذیه و ترویج عادات غذایی سالم در مدارس، به طور قابل توجهی برای موفقیت تحصیلی، سلامت جسمانی و روانی دانش‌آموزان مؤثر است. افرادی که به تغذیه سالم اهمیت می‌دهند، نه تنها در امتحانات بهتر عمل می‌کنند، بلکه از انرژی و تمرکز بیشتری برخوردارند و کمتر دچار بیماری می‌شوند. (Özenoğlu et al., 2024). تحقیقات

[207] Magnesium
[208] Folic acid
[209] Antioxidants
[210] Neurotransmitters

نشان می‌دهند که مداخلات تغذیه‌ای و فعالیت بدنی می‌توانند تأثیر مثبتی بر انگیزه و رفتارهای سلامتی افراد داشته باشند افزایش مصرف میوه و سبزیجات، بهبودی برای تغییر رفتارهای غذایی و افزایش خودکارآمدی برای تغییر رژیم غذایی در بین مؤسسات آموزشی می‌شود (Franko et al., 2008).

بنابراین، توجه به تغذیه مناسب در سنین پایین و فراهم آوردن شرایط بهینه برای رشد مغز، نه تنها بر سلامت فردی تأثیرگذار است، بلکه می‌تواند بر سطح پیشرفت و توسعه جامعه به صورت کلی نیز مؤثر باشد. ارتقاء آگاهی در مورد اهمیت تغذیه و بهبود وضعیت غذایی در جوامع مختلف می‌تواند به عنوان یک استراتژی کلیدی برای بهبود کیفیت زندگی و کامیابی نسل‌های آینده مطرح شود. ازآنجایی‌که تغذیه مناسب دانش‌آموزان، نه تنها بر سلامت جسمی آن‌ها تأثیر مستقیم دارد، بلکه به عنوان یک عامل کلیدی در بهبود عملکرد تحصیلی، تمرکز و افزایش استفاده از آن می‌شود .یک رژیم غذایی و غنی از مواد مغذی، به دانش‌آموزان انرژی لازم برای فعالیت‌های روزانه و رشد ذهنی را می‌دهد و در نتیجه به آن کمک می‌کند تا بهترین عملکرد خود را در مدرسه داشته باشید. با توجه به مطالب گفته شده در این مقاله به نقش و اهمیت سلامت تغذیه بر افزایش انگیزه و بهبود عملکرد تحصیلی دانش آموزان می‌پردازیم.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع تحلیلی-توصیفی بود و ما با بررسی و مطالعه‌ی منابع کتابخانه‌ای فارسی و لاتین، پیرامون موضوع نقش سلامت تغذیه مدارس در افزایش انگیزه و بهبود عملکرد تحصیلی دانش آموزان انجام گرفت. بدین شکل که منابع معتبر و به روز مرتبط دریافت و داده‌های موردنظر از آن‌ها استخراج شد.

یافته‌ها

ارتباط تغذیه و عملکرد مغز

مواد مغذی ضروری برای مغز: شامل اسیدهای چرب امگا-۳ موجود در ماهی‌های چرب، آنتی‌اکسیدان‌ها مانند ویتامین C و E در میوه‌ها و سبزیجات رنگی، ویتامین‌های گروه B و اسید فولیک در غلات کامل و لبنیات، پروتئین‌ها در گوشت و حبوبات، منیزیم در آجیل و سبزیجات برگ‌دار، زینک[211] در گوشت و حبوبات و آهن در گوشت قرمز و مرغ هستند. مصرف این مواد مغذی به بهبود عملکرد مغز و حفظ سلامت کلی آن کمک می‌کند (Businaro, 2022).

تأثیر قند خون بر عملکرد مغز: قند خون، به عنوان منبع اصلی انرژی برای مغز، نقش حیاتی در عملکرد شناختی و روانی انسان دارد. سطح مناسب قند خون به حفظ تمرکز، حافظه و توانایی یادگیری کمک می‌کند. هنگامی که قند خون به طور ناگهانی کاهش می‌یابد، ممکن است فرد احساس خستگی، سردرگمی و کاهش توانایی در تصمیم‌گیری کند. از سوی دیگر، افزایش بیش‌ازحد قند خون نیز می‌تواند به مشکلاتی مانند اختلال در عملکرد مغز و افزایش خطر ابتلا به بیماری‌های عصبی منجر شود؛ بنابراین، حفظ تعادل قند خون برای بهینه‌سازی عملکرد مغز و سلامت کلی ضروری است (Cacciatore et al., 2022).

تأثیر تغذیه بر خلق و خو :تغذیه به عنوان یک عامل کلیدی در سلامت خلق و خو شناخته می‌شود و تأثیر مستقیم بر عملکرد روانی و عاطفی انسان دارد. مواد مغذی مختلف از جمله ویتامین‌ها، مواد معدنی و اسیدهای چرب امگا-۳ به بهبود وضعیت روحی کمک کرده و می‌توانند در کاهش علائم اضطراب و افسردگی مؤثر باشند. مصرف غذاهای پردازش شده و قندهای ساده می‌تواند منجر به تغییرات ناخواسته در سطح قند خون و در نتیجه تأثیر منفی بر خلق‌وخو شود. به همین دلیل، رژیم غذایی متعادل غنی از مواد مغذی می‌تواند به حفظ تعادل عاطفی و بهبود کیفیت زندگی کمک کند. در این راستا، تحقیقات نشان می‌دهد که تغذیه صحیح نه تنها بر سلامت فیزیکی بلکه بر سلامت روان نیز تأثیرگذار است (Grajek et al., 2022).

[211] zinc

تغذیه و انگیزه تحصیلی

صبحانه سالم و انرژی: مصرف صبحانه سالم و مغذی برای دانش‌آموزان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا این وعده غذایی به عنوان منبع اصلی انرژی برای شروع روز و فعالیت‌های آموزشی عمل می‌کند. یک صبحانه متعادل که شامل پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌های پیچیده و میوه‌ها باشد، می‌تواند به بهبود تمرکز، حافظه و عملکرد شناختی کمک کند. همچنین، صبحانه مغذی به تنظیم سطح قند خون و جلوگیری از خستگی و بی‌حالی در طول ساعات مدرسه کمک می‌کند. با توجه به اینکه دانش‌آموزان در حال رشد هستند و نیاز به انرژی بیشتری دارند، انتخاب مواد غذایی سالم مانند غلات کامل، لبنیات کم‌چرب و میوه‌ها می‌تواند تأثیر مثبتی بر سلامت جسمی و روانی آن‌ها داشته باشد و به بهبود عملکرد تحصیلی کمک کند (Ilmiasih et al., 2017).

میان‌وعده‌های سالم و جلوگیری از افت انرژی: مصرف میان‌وعده‌های سالم در طول روز برای دانش‌آموزان نقش مهمی در حفظ انرژی و تمرکز آن‌ها دارد. این میان‌وعده‌ها می‌توانند شامل میوه‌های تازه، مغزها، ماست کم‌چرب و سبزیجات باشند که به تأمین ویتامین‌ها، مواد معدنی و فیبر[۲۱۲] مورد نیاز بدن کمک می‌کنند. انتخاب میان‌وعده‌های مغذی به جای خوراکی‌های پرکالری و کم‌ارزش غذایی، نه تنها به بهبود عملکرد شناختی و یادگیری کمک می‌کند، بلکه می‌تواند از افزایش وزن و مشکلات سلامتی نیز جلوگیری کند. همچنین، میان‌وعده‌های سالم به تنظیم سطح قند خون و جلوگیری از افت انرژی در طول روز کمک می‌کنند که این امر به دانش‌آموزان اجازه می‌دهد تا با تمرکز بیشتری به فعالیت‌های تحصیلی و اجتماعی خود بپردازند (Puteri and Yuristin., 2022).

تغذیه و کاهش استرس: تغذیه سالم نقش بسزایی در کاهش سطح استرس و افزایش آرامش در دانش‌آموزان دارد. مصرف مواد غذایی غنی از ویتامین‌ها، مواد معدنی و اسیدهای چرب امگا-۳ می‌تواند به بهبود عملکرد مغز و تنظیم هورمون‌های مرتبط با استرس کمک کند. غذاهایی مانند ماهی، میوه‌ها، سبزیجات و غلات کامل به تولید مواد شیمیایی مغزی مانند سروتونین[۲۱۳] و دوپامین[۲۱۴] کمک می‌کنند که احساس خوشحالی و آرامش را افزایش می‌دهند. از سوی دیگر، مصرف غذاهای فرآوری شده و قندهای ساده می‌تواند منجر به نوسانات قند خون و افزایش اضطراب شود؛ بنابراین، انتخاب یک رژیم غذایی متعادل و مغذی نه تنها به بهبود سلامت جسمی دانش‌آموزان کمک می‌کند، بلکه می‌تواند به کاهش استرس و افزایش آرامش روانی آن‌ها نیز منجر شود (Muscaritoli, 2021).

تغذیه و بهبود عملکرد تحصیلی

تأثیر تغذیه بر حافظه و یادگیری: تغذیه مناسب به عنوان یکی از عوامل کلیدی در بهبود یادگیری و عملکرد تحصیلی شناخته می‌شود. مواد مغذی مانند پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌های پیچیده و ویتامین‌ها به تأمین انرژی مورد نیاز مغز کمک کرده و فرآیندهای شناختی مانند تمرکز، حافظه و تفکر انتقادی را تقویت می‌کنند. به ویژه، مصرف غذاهایی که حاوی آنتی‌اکسیدان‌ها و اسیدهای چرب امگا-۳ هستند، می‌تواند به بهبود عملکرد مغز و کاهش خطر ابتلا به اختلالات یادگیری کمک کند. همچنین، یک رژیم غذایی متعادل به تنظیم سطح قند خون و جلوگیری از افت انرژی در طول روز کمک می‌کند که این امر به دانش‌آموزان اجازه می‌دهد تا با تمرکز بیشتری به فعالیت‌های تحصیلی خود بپردازند. در نتیجه، توجه به تغذیه سالم می‌تواند تأثیر قابل‌توجهی بر موفقیت تحصیلی و یادگیری دانش‌آموزان داشته باشد (Emir, 2021).

تغذیه و کاهش مشکلات رفتاری: تغذیه نامناسب می‌تواند تأثیرات منفی قابل‌توجهی بر رفتار و عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان داشته باشد و منجر به بروز مشکلاتی مانند بیش‌فعالی، کم‌توجهی و پرخاشگری شود. مصرف غذاهای حاوی قندهای ساده، چربی‌های اشباع و مواد افزودنی می‌تواند به نوسانات شدید قند خون و تغییرات خلقی منجر شود که این امر به افزایش رفتارهای پرخاشگرانه

[212] Fiber
[213] Serotonin
[214] Dopamine

و کاهش توانایی تمرکز کمک می‌کند. همچنین، کمبود مواد مغذی ضروری مانند اسیدهای چرب امگا-۳ و ویتامین‌های گروه Bمی‌تواند به اختلالات توجه و یادگیری منجر شود. در نتیجه، توجه به تغذیه سالم و متعادل برای دانش‌آموزان نه تنها به بهبود سلامت جسمی آن‌ها کمک می‌کند، بلکه می‌تواند از بروز مشکلات رفتاری و روانی نیز جلوگیری کند و به ایجاد محیطی مثبت و سازنده در مدرسه کمک نماید (Dabriegaitė et al., 2013).

چالش‌ها و راهکارها

چالش‌های موجود: دسترسی محدود به غذاهای سالم و مغذی در مدارس یکی از چالش‌های اساسی در زمینه تغذیه دانش‌آموزان به شمار می‌آید. بسیاری از مدارس به دلیل کمبود منابع مالی یا عدم آگاهی از اهمیت تغذیه مناسب، گزینه‌های غذایی سالم را در منوی خود محدود می‌کنند. این موضوع به همراه عادات غذایی نامناسب در خانواده‌ها، که ممکن است ناشی از مشغله‌های روزمره یا عدم آگاهی از اصول تغذیه باشد، منجر به افزایش مشکلاتی مانند چاقی، دیابت و سایر بیماری‌های مرتبط با تغذیه در میان دانش‌آموزان می‌شود. بنابراین، نیاز به برنامه‌ریزی و اجرای سیاست‌های مؤثر برای بهبود دسترسی به غذاهای سالم و ارتقاء آگاهی خانواده‌ها در این زمینه احساس می‌شود (Devine et al., 2023).

راهکارها :تغذیه سالم یکی از عوامل کلیدی در بهبود عملکرد تحصیلی و سلامت عمومی دانش‌آموزان است. آموزش تغذیه سالم در مدارس می‌تواند به دانش‌آموزان کمک کند تا عادات غذایی بهتری را یاد بگیرند و از سنین پایین‌تر به اهمیت تغذیه مناسب آگاه شوند. برگزاری کارگاه‌ها و جلسات آموزشی با همکاری متخصصان تغذیه می‌تواند به دانش‌آموزان اطلاعات لازم را درباره انتخاب‌های غذایی سالم ارائه دهد. همچنین، ایجاد برنامه‌های تغذیه‌ای مناسب در مدارس، مانند ارائه وعده‌های غذایی متعادل و مغذی، می‌تواند به بهبود کیفیت تغذیه دانش‌آموزان کمک کند (Sari et al., 2023).

ترویج مصرف میوه و سبزیجات در بین دانش‌آموزان نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. مدارس می‌توانند با ارائه میوه و سبزیجات تازه در وعده‌های غذایی و برگزاری مسابقات و فعالیت‌های جذاب، دانش‌آموزان را به مصرف این مواد غذایی تشویق کنند. علاوه بر این، حمایت از تولید و عرضه مواد غذایی سالم، از جمله همکاری با کشاورزان محلی و تأمین‌کنندگان مواد غذایی، می‌تواند به دسترسی آسان‌تر دانش‌آموزان به غذاهای سالم کمک کند. این اقدامات نه تنها به بهبود تغذیه دانش‌آموزان کمک می‌کند، بلکه می‌تواند به ترویج فرهنگ تغذیه سالم در جامعه نیز منجر شود (Oke et al., 2022).

بحث و نتیجه‌گیری

تغذیه نقش غیرقابل‌انکاری در عملکرد مغز و سلامت روان انسان دارد. مواد مغذی ضروری مانند اسیدهای چرب امگا-۳، ویتامین‌های گروهB ، آنتی‌اکسیدان‌ها و پروتئین‌ها به بهبود عملکرد شناختی و حفظ سلامت مغز کمک می‌کنند، درحالی‌که قند خون به عنوان منبع اصلی انرژی مغز، بر تمرکز و حافظه تأثیرگذار است. عدم تعادل در سطح قند خون می‌تواند منجر به خستگی و اختلال در تصمیم‌گیری شود. همچنین، رژیم غذایی متعادل و غنی از مواد مغذی می‌تواند به بهبود خلق و خو و کاهش علائم اضطراب و افسردگی کمک کند. در نتیجه، توجه به تغذیه مناسب و حفظ تعادل قند خون برای بهینه‌سازی عملکرد مغز و سلامت کلی بسیار ضروری است؛ بنابراین، یک رژیم غذایی سالم نه تنها بر سلامت فیزیکی بلکه بر بهبود کیفیت زندگی عاطفی و روانی نیز تأثیرگذار است.

صبحانه سالم و میان‌وعده‌های مغذی برای دانش‌آموزان از اهمیت بالایی برخوردارند، زیرا این وعده‌ها به عنوان منابع اصلی انرژی و مواد مغذی برای بهبود تمرکز، حافظه و عملکرد شناختی عمل می‌کنند. صبحانه‌ای متعادل شامل پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌های پیچیده و میوه‌ها به تنظیم سطح قند خون و جلوگیری از خستگی کمک می‌کند. همچنین، میان‌وعده‌های سالم مانند میوه‌های تازه، مغزها و ماست کم‌چرب به تأمین ویتامین‌ها و مواد معدنی موردنیاز بدن کمک کرده و از افزایش وزن و مشکلات سلامتی جلوگیری می‌کنند. علاوه بر این، تغذیه مناسب می‌تواند به کاهش استرس و افزایش آرامش در دانش‌آموزان کمک کند، زیرا

مواد غذایی غنی از ویتامین‌ها و اسیدهای چرب امگا-۳ به تولید مواد شیمیایی مغزی مرتبط با خوشحالی و آرامش کمک می‌کنند. در نتیجه، انتخاب یک رژیم غذایی متعادل و مغذی نه تنها به بهبود سلامت جسمی بلکه به افزایش کیفیت زندگی روانی دانش‌آموزان نیز منجر می‌شود.

تغذیه مناسب تأثیر قابل توجهی بر حافظه، یادگیری و رفتار دانش‌آموزان دارد. مصرف مواد مغذی مانند پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌های پیچیده و ویتامین‌ها می‌تواند به تأمین انرژی مغز و تقویت فرآیندهای شناختی از جمله تمرکز و حافظه کمک کند. به ویژه غذاهایی که حاوی آنتی‌اکسیدان‌ها و اسیدهای چرب امگا-۳ هستند، می‌توانند عملکرد مغز را بهبود بخشند و خطر اختلالات یادگیری را کاهش دهند. از سوی دیگر، تغذیه نامناسب می‌تواند منجر به مشکلاتی نظیر بیش‌فعالی و کم‌توجهی شود، زیرا مصرف غذاهای حاوی قندهای ساده و چربی‌های اشباع نوسانات قند خون را ایجاد کرده و می‌تواند به تغییرات خلقی منجر شود؛ بنابراین، توجه به رژیم غذایی سالم و متعادل نه تنها به بهبود عملکرد تحصیلی و یادگیری کمک می‌کند، بلکه می‌تواند از بروز مشکلات رفتاری و روانی نیز جلوگیری کرده و محیطی مثبت در مدرسه ایجاد کند.

دسترسی محدود به غذاهای سالم و مغذی در مدارس به عنوان یک چالش عمده برای تغذیه دانش‌آموزان شناخته می‌شود، چرا که بسیاری از مدارس به دلیل کمبود منابع مالی یا عدم آگاهی از اهمیت تغذیه مناسب، گزینه‌های غذایی سالم را محدود می‌کنند. این مشکلات، همراه با عادات غذایی نادرست در خانواده‌ها، می‌تواند منجر به افزایش چاقی و بیماری‌های مرتبط با تغذیه شود. برای مقابله با این چالش‌ها، اجرای سیاست‌های مؤثر در جهت بهبود دسترسی به غذاهای سالم ضروری است. آموزش تغذیه سالم در مدارس، برگزاری کارگاه‌ها با همکاری متخصصان تغذیه و ایجاد برنامه‌های تغذیه‌ای متعادل می‌تواند به بهبود عادات غذایی دانش‌آموزان کمک کند. همچنین، ترویج مصرف میوه و سبزیجات و حمایت از تولید و عرضه مواد غذایی سالم از طریق همکاری با کشاورزان محلی، می‌تواند به بهبود کیفیت تغذیه و فرهـــنگ تغذیه سالم در جامعه کمک کند.

منابع:

Businaro, R. (2022). Food supplements to complement brain functioning. The benefits of a combination of magnesium, folic acid, omega-3 fatty acids and vitamin E. F1000Research, 11, 1-18.

Cacciatore, M., Grasso, E. A., Tripodi, R., & Chiarelli, F. (2022). Impact of glucose metabolism on the developing brain. Frontiers in endocrinology, 13, 1047545.

Dabriegaitė, V., Dudonienė, V., Imbrasienė, D., & Kesminas, R. (2013). Impact of Nutrition and Physical Activity on Behaviour and Academic Achievements in Pupils. Reabilitacijos mokslai: slauga, kineziterapija, ergoterapija, 1(8),1-8.

Dabriegaitė, V., Dudonienė, V., Imbrasienė, D., & Kesminas, R. (2013). Impact of Nutrition and Physical Activity on Behaviour and Academic Achievements in Pupils. Reabilitacijos mokslai: slauga, kineziterapija, ergoterapija, 1(8). https://doi.org/10.33607/rmske.v1i8.851

Devine, L. D., Hill, A. J., & Gallagher, A. M. (2023). Improving adolescents' dietary behaviours in the school-setting: challenges and opportunities. Proceedings of the Nutrition Society, 82(2), 172-185.

Emir, O. (2021). Impact of Diet and Nutrition on Child's Learning Ability.. Journal of Food Science and Nutrition, 4(2):8-9.

Franko, D. L., Cousineau, T. M., Trant, M., Green, T. C., Rancourt, D., Thompson, D., ... & Ciccazzo, M. (2008). Motivation, self-efficacy, physical activity and nutrition in college students: Randomized controlled trial of an internet-based education program. Preventive medicine, 47(4), 369-377.

Ghosh, D. (2021). Role of food or food component in brain health. In Nutraceuticals in brain health and beyond (pp. 3-13). Academic Press

Grajek, M., Krupa-Kotara, K., Białek-Dratwa, A., Sobczyk, K., Grot, M., Kowalski, O., & Staśkiewicz, W. (2022). Nutrition and mental health: A review of current knowledge about the impact of diet on mental health. Frontiers in Nutrition, 9, 943998.

Houston, S. M., Herting, M. M., & Sowell, E. R. (2014). The neurobiology of childhood structural brain development: conception through adulthood. The neurobiology of childhood, 3-17.

Ilmiasih, R., Masruroh, N. L., & Ramulia, D. (2017, October). Healthy breakfast on learning concentration of junior high school students. In Health Science International Conference (HSIC 2017) (pp. 147-156). Atlantis Press.

Melzer, T. M., Manosso, L. M., Yau, S. Y., Gil-Mohapel, J., & Brocardo, P. S. (2021). In pursuit of healthy aging: effects of nutrition on brain function. International journal of molecular sciences, 22(9), 5026.

Miguel, P. M., Pereira, L. O., Silveira, P. P., & Meaney, M. J. (2019). Early environmental influences on the development of children's brain structure and function. Developmental Medicine & Child Neurology, 61(10), 1127-1133.

Muscaritoli, M. (2021). The impact of nutrients on mental health and well-being: insights from the literature. Frontiers in nutrition, 8, 656290.

Muscaritoli, M. (2021). The impact of nutrients on mental health and well-being: insights from the literature. Frontiers in nutrition, 8, 656290.

Muth, A. K., & Park, S. Q. (2021). The impact of dietary macronutrient intake on cognitive function and the brain. Clinical Nutrition, 40(6), 3999-4010

Oke, S., & Tan, M. (2022). Techniques for advertising healthy food in school settings to increase fruit and vegetable consumption. INQUIRY: The Journal of Health Care Organization, Provision, and Financing, 59.

Özenoğlu, A., Erkul, C., Anul, N., Özçelikçi, B., & Aksu, B. M. (2024). Relationship of attitudes for healthy nutrition with mindful eating, motivation to participate in physical activity, and academic success: A controlled study. Nutrition, 123, 112422.

Puteri, A. D., & Yuristin, D. (2022). PENYULUHAN KESEHATAN MENGENAI PENTINGNYA MAKANAN JAJANAN SEHAT DAN BERGIZI PADA SISWA SDN 018 PENYESAWAN. COVIT (Community Service of Tambusai), 2(1), 96-99.

Sari, W., Widanti, N. P. T., Yani, R. W. E., Jehanara, J., & Prasetyo, E. (2023). The Impact of Nutrition Education on Healthy Eating Habits Among Adolescents. Jurnal Aisyah: Jurnal Ilmu Kesehatan, 8(1), 575-580.

The role of healthy school nutrition in increasing motivation and improving students' academic performance

Nazila Nikbin, Nagin Nikbin
[1] Master's student in environmental health, Birjand University of Medical Sciences, Birjand, Iran
[2] Master's student in Educational Psychology, Birjand University, Birjand, Iran
Corresponding Author: n97nikbin@gmail.com

Abstract

Nutritional health in schools is known as a key factor in increasing students' motivation and improving their academic performance. Proper nutrition not only helps provide energy and essential nutrients for physical and mental growth, but also can have a positive effect on students' concentration, memory, and cognitive abilities. The present study was conducted with the aim of investigating the effect of healthy nutrition on the motivation and academic performance of students. The research method is based on Persian and Latin library sources as well as descriptive analytical method. The results show that students who have a healthy and balanced diet are usually more motivated to learn and participate in educational activities. This, in turn, can lead to improved academic performance and increased self-confidence in students; Therefore, attention to nutritional health in schools can be used as an effective strategy to improve the quality of education and improve the academic status of students.

Keywords: Nutrition, Schools, Motivation, Academic performance

نقش فناوری‌های نوین در پایداری زنجیره تأمین غذایی

عاطفه صرافان صادقی[۱] ، زهرارحیمی تربتی[۲] ، مهرنوش سادات امیرکلالی سیجاوندی [۳] ، پرنیان پزشکی*[۱]
[۱] استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، مرکزآموزش عالی علوم پزشکی وارستگان، مشهد، ایران
[۲] عضوکمیته تحقیقات دانشجویی مرکزآموزش عالی علوم پزشکی وارستگان مشهد و دانشجوی کارشناسی گروه علوم تغذیه مرکزآموزش عالی علوم پزشکی وارستگان مشهد
[۳] دانشجوی کارشناسی گروه علوم تغذیه مرکزآموزش عالی علوم پزشکی وارستگان مشهد
***نویسنده مسئول:** pezeshkip@varastegan.ac.ir

چکیده

امروزه سیستم‌های غذایی جهانی با چالش‌هایی مانند رشد جمعیت، تغییرات اقلیمی، بحران‌های سیاسی و اجتماعی روبرو است. با افزایش تقاضا برای غذا، نیاز به روش‌های جدید تولید و استفاده از فناوری‌های پیشرفته برای ایجاد پایداری در تولید مواد غذایی بیشتر احساس می‌شود. تاکنون راهکارهای گوناگونی برای حل این معضل پیشنهاد شده است که همراه با ریسک ها و چالش هایی نیز بوده است. هدف از این مقاله مروری بررسی موضوعات مختلف مربوط به آینده غذا از جمله تولید پایدار و امنیت غذایی، دیجیتالی‌سازی زنجیره تأمین غذا، منابع پروتئینی جایگزین و تغذیه شخصی سازی شده است که با ارائه راهکارهایی به بهبود کارایی، کاهش ضایعات غذایی و افزایش شفافیت زنجیره تأمین کالا کمک می کنند. همچنین بر اهمیت پذیرش عمومی نوآوری‌های غذایی و نقش مصرف‌کنندگان در شکل‌گیری آینده صنعت غذا نیز تأکید شده است. که چنانچه همکاری میان دولت‌ها، بخش خصوصی و مصرف‌کنندگان در حصول نوآوری های مطح شده صورت گیرد می‌توان به سمت یک سیستم غذایی پایدارتر و مقاوم‌تر حرکت کرد که سلامت و تغذیه بهتر را برای همه فراهم کند.

واژگان کلیدی: پایداری مواد غذایی، امنیت غذایی، ضایعات مواد غذایی

مقدمه

سیستم های غذایی جهانی با مشکلات عمیقی از جمله رشد جمعیت، تغییرات اقلیمی، بحران‌های متعدد مانند جنگ‌ها و تغییر در ترجیحات مصرف‌کنندگان مواجه است (Galanakis et al., 2021) که این امر تقاضای فوری‌تری برای تولید مواد غذایی ایمن، مغذی و پایدار ایجاد می‌کند. افزایش سریع تقاضای جهانی برای غذا همراه با شهرنشینی، افزایش تأثیرات زیست‌محیطی و گسترش کشاورزی، پایداری و تاب‌آوری سیستم‌های غذایی را ضروری می‌سازد (Boyaci-Gunduz et al., 2021). بنابراین بهینه‌سازی تولید افزایش بازدهی در زمین‌های کم‌بازده،ارتقای بهره‌وری محصولات، تشویق به تغییرات در رژیم‌های غذایی و جلوگیری از هدررفت غذا ضمن کاهش اثرات زیست‌محیطی امری حیاتی است (Foley et al., 2011). همچنین، بخش غذا به تحولی نیاز دارد که با تغییر از سوخت‌های فسیلی به محصولات مبتنی بر بیوتکنولوژی و بدون کربن هم‌راستا باشد (Galanakis et al., 2021). اهداف علمی مشخص برای هدایت این تحول شامل تغییر به سمت رژیم‌های غذایی سالم و مصرف پایدار (کاهش مصرف گوشت قرمز و شکر) (Willett et al., 2019) ، تولید مواد غذایی غنی از ترکیبات زیست فعال و عملگرا، انتخاب‌های غذایی مبتنی بر رژیم‌های شخصی‌سازی‌شده و نقش ژنومیک تغذیه‌ای (Mathers., 2019) بسیار حیاتی هستند. با این حال، نوآوری‌های دیگری مانند بهبود محصولات از طریق فناوری مهندسی ژنتیک (Wang et al., 2021) ممکن است نگرانی‌هایی را به وجود آورد. به همین ترتیب، باید از ترجیحات مصرف‌کنندگان غافل نشد و از آن‌ها به‌عنوان راهنما برای توسعه غذاهای آینده استفاده کرد. این مقاله مروری به بررسی ابعاد چندوجهی می‌پردازد که به‌طور جمعی آینده غذا را تشکیل می‌دهند. این ابعاد شامل تولید پایدار مواد غذایی، منابع پروتئین جایگزین، نوآوری‌های آشپزی، تأثیر بیوتکنولوژی، روندهای مرتبط با سلامت و دیجیتالی‌سازی زنجیره غذایی هستند. همچنین به موضوعات امنیت غذایی، استراتژی‌های تاب‌آوری و نقش اقتصاد چرخه‌ای در سیستم‌های غذایی پایدار توجه شده است.

روش پژوهش یا مواد و روش‌ها

مقالات مرتبط از سال ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۴ در پایگاه‌های اطلاعاتیGoogle Scholar ، PubMed و Science Web of جستجو شد. کلمات کلیدی Climate Resilience ، Food Supply Chain و Technology برای انتخاب مقالات مناسب در نظر گرفته شد. از بین ۶۶ مقاله یافت‌شده، ۹ مقاله مرتبط مورد استفاده قرار گرفتند.

یافته ها

در این بخش، به تحلیل و بررسی چندین جنبه حیاتی در سیستم‌های غذایی جهانی، شامل تولید پایدار غذا، دیجیتالی‌سازی زنجیره غذایی، امنیت غذایی، جایگزین های پروتئین در آینده و تغذیه شخصی سازی شده پرداخته می‌شود. این یافته‌ها نشان‌دهنده تأثیرات تغییرات اقلیمی، افزایش جمعیت و تحولات فناورانه بر صنعت غذا است.

۱- تولید پایدار مواد غذایی

برای تغذیه کافی جمعیت پیش‌بینی‌شده ۱۰ میلیارد نفری جهان تا سال ۲۰۵۰، تولید جهانی مواد غذایی باید حداقل ۷۰ درصد افزایش یابد (Danquah et al., 2022). با این حال، روش قدیمی افزایش تولید غذا بدون بهبود کارایی سیستم‌های غذایی دیگر کارایی ندارد. افزایش تقاضا برای مواد غذایی فرآوری‌شده همراه با کاهش منابع، صنعت را به تمرکز بیشتر بر پایداری سوق داده است. دستیابی به پایداری یک امر پیچیده است که نیازمند تغییر در الگوهای مصرف غذا، از جمله کاهش ارتباط بین درآمد و مصرف محصولات حیوانی، به‌روزرسانی مدل‌های کشاورزی موجود، سرمایه‌گذاری در سیستم‌های کشاورزی مقاوم در برابر

تغییرات اقلیمی، و سیاست‌های فعال برای توسعه ساختاری در کشاورزی و تنظیم مقررات تجارت غذا است (Wezel et al., 2014). همچنین، این امر نیازمند بازنگری در شیوه‌های کشاورزی، کاهش ضایعات غذایی، به حداکثر رساندن تبدیل مواد خام به محصولات مصرفی، و ادغام و همکاری فعالیت‌ها در تمام مراحل از مزرعه تا سفره است (Ghoulem et al., 2019).برخی شیوه‌ها مانند کاهش شخم‌زنی، کشاورزی ارگانیک و آبیاری قطره‌ای به خوبی جا افتاده‌اند، اما کودهای زیستی، تناوب زراعی، کشت مخلوط و جنگل‌داری کشاورزی کمتر استفاده شده‌اند (Wezel et al., 2014). این روش‌ها مزایای بسیاری دارند و باید برای دستیابی به سیستم‌های غذایی پایدار به کار گرفته شوند. کشاورزی ارگانیک یکی دیگر از روش‌هایی است که می‌تواند سلامت خاک را بهبود بخشد، دسترسی به مواد مغذی و کیفیت محصولات را افزایش داده و از ورودی‌های شیمیایی (مانند کودها، سموم، هورمون‌های رشد و افزودنی‌های خوراک دام) جلوگیری کند (Gamage et al., 2023). افزایش باروری خاک، حفظ تنوع زیستی، ذخیره‌سازی کربن و کاهش تغییرات اقلیمی می‌تواند با ترویج جنگل‌داری کشاورزی به دست آید که در آن عناصر چوبی عمداً با تولیدات کشاورزی سطح پایین ترکیب می‌شوند (Mosquera-Losada et al., 2018). علاوه بر این، کشاورزی نیاز فوری به بازنگری در کشاورزی عمودی دارد که برای بهینه‌سازی عملکرد محصول در فضاهای محدود طراحی شده است (مانند کشت محصولات در پشته‌های عمودی در محیط‌های کنترل‌شده داخلی و استفاده از سیستم‌های هیدروپونیک یا ایروپونیک) که چرخه‌های رشد کوتاه‌تر، مصرف آب کمتر و تولید غذای بدون سموم دفع آفات را ارائه می‌دهد. این شیوه در مناطق شهری و پرجمعیت مزایای زیادی دارد و با تأمین پیوسته محصولات تازه و مغذی، تاب‌آوری سیستم غذایی را افزایش می‌دهد (Oh and Lu, 2023). علاوه بر این، کشاورزی شهری (مانند کشت روی پشت‌بام و کشاورزی داخلی) آب و منابع انرژی را با سیستم‌های غذایی شهری در حال تحول یکپارچه می‌کند و با نیازهای شهرهای هوشمند و پایدار همسو می‌شود (Skar et al., 2019).

۲- دیجیتالی سازی زنجیره غذایی

زنجیره‌های تأمین مواد غذایی به شکل سنتی با مشکلات متعددی از جمله ایمنی غذا، هدررفت میوه‌ها و سبزیجات، اختلالات ناشی از رویدادهای جهانی، برچسب‌گذاری ناکافی و تأخیر در تولید مواجه هستند (Galanakis, 2023). امروزه یکی از مهم ترین چالش‌های ایمنی و تضمین کیفیت غذا شناسایی تغییرات در مواد مضر و اطمینان از دقت در اصالت کشت، تنوع و منشأ جغرافیایی است (Creydt and Fischer, 2019). انتظار می‌رود برچسب‌گذاری مواد غذایی در آینده اطلاعات دقیق‌تر و شفاف‌تری درباره محصولات غذایی دهد. به عنوان مثال، سیستم‌های برچسب‌گذاری دیجیتال و مبتنی بر کد QR[215] ممکن است به مصرف‌کنندگان این امکان را بدهند که به‌صورت آنی از طریق گوشی‌های هوشمند به اطلاعات جامع محصول دسترسی پیدا کنند. به همین ترتیب، چالش‌هایی مانند تبادل داده‌ها، کنترل جریان مواد، موانع اقتصادی و ضایعات غذایی نیاز به دیجیتالی‌سازی بیشتر زنجیره تأمین از مزرعه تا سفره را با استفاده از ابزارهایی مانند فناوری‌های اطلاعات (بلوتوث، اینترنت اشیاء)، حسگرها نظیر حسگرهای دما و تصویربرداری حرارتی (TTI[216])، بارکد ، شناسایی فرکانس رادیویی (RFID[217]) ، فناوری‌های مبتنی بر مکان (سنجش از دور (RS[218])، سیستم موقعیت‌یابی جهانی (GPS[219]) و برنامه‌های تحت وب برای نظارت و ردیابی سریع محصولات غذایی برجسته می‌کند (Rejeb et al.,2022). اما از سوی دیگر نگرانی‌های مربوط به پایداری، مقررات

[215] Quick Response Code
[216] Time-Temperature Indicator
[217] Radio Frequency Identification
[218] Remote Sensing
[219] Global Positioning System

دولتی و ادغام حفظ حریم خصوصی با قابلیت ردیابی مواد غذایی بایستی در نظر گرفته شود که در این شرایط فناوری بلاک‌چین[220] پتانسیل قابل‌توجهی برای افزایش شفافیت و اعتماد مصرف‌کنندگان در زنجیره تأمین مواد غذایی دارد. ماهیت غیرمتمرکز آن یکپارچگی داده‌ها را تضمین می‌کند و آن را در برابر دست‌کاری مقاوم می‌سازد. این فناوری به محصولات غذایی شناسه‌های دیجیتال منحصربه‌فرد اختصاص می‌دهد و امکان ردیابی و جلوگیری از تقلب را فراهم می‌کند، حتی قادر به شناسایی بیماری‌های مرتبط با غذا است. مزایای آن شامل به اشتراک‌گذاری داده‌ها در صنعت، عدم تغییرپذیری، کاهش ریسک‌های تقلب، کوتاه شدن زمان تراکنش‌ها و کاهش هزینه‌ها است (Singh and Sharma, 2023). از سوی دیگر، استفاده از مفاهیم هوش مصنوعی، ماشین‌ها و روش‌های یادگیری عمیق به‌طور فزاینده‌ای در مطالعاتی که هدف آن‌ها تحلیل پایگاه‌های داده وسیع غذایی برای بررسی جنبه‌هایی مانند طعم‌ها، ترکیبات غذایی و ترکیبات شیمیایی است، رواج یافته است (Tseng et al., 2023). علاوه بر این، تحلیل‌های حسی و آزمایش‌های چشایی که توسط سیستم‌های هوش مصنوعی انجام می‌شود ممکن است در ارزیابی کیفیت غذا و ارائه توصیه‌های سفارشی به ترجیحات فردی نقش داشته باشد. همچنین انتظار می‌رود خرید آنلاین مواد غذایی در این راستا رشد کند و بر بهبود تجربیات کاربری و استفاده از توصیه‌های مبتنی بر هوش مصنوعی برای ارتقاء فرآیند خرید تمرکز کند. در نتیجه، بسیاری از شرکت‌های غذایی از هوش مصنوعی و کلان‌داده برای بهبود کیفیت محصولات، پاسخ به خواسته‌های مصرف‌کننده و هدایت صنعت به سمت آینده‌ای هوشمندتر و پایدارتر استفاده می‌کنند (Ding et al.,2023).

۳- پردازش و فناوری های نوین صنعت غذا

با اینکه پایداری صنعت غذایی به فناوری‌های آزموده و اثبات‌شده وابسته است، اما در برخی موارد این فناوری‌ها منسوخ شده است. بنابراین، یکی از عوامل کلیدی موفقیت در شرکت‌های غذایی، توانایی نوآوری مداوم، سازگاری با چشم‌اندازهای متغیر و حفظ برتری رقابتی در بازار است. در حال حاضر، یکی از فناوری‌های تولیدی تحولی در صنعت غذا، چاپ سه‌بعدی[221] است که به بازار جهانی نزدیک به یک میلیارد دلار نزدیک شده و رشد سالانه قابل توجهی را تجربه کرده است. این فناوری می‌تواند انقلابی در طراحی بافت غذا ایجاد کند و محصولات سفارشی با ویژگی‌ها، طعم‌ها، رنگ‌ها، بافت‌ها و پروفایل‌های تغذیه‌ای خاص تولید کند. همچنین، این فناوری امکان سفارشی‌سازی غذا بر اساس ترجیحات و نیازهای فردی را فراهم می‌آورد، با کاربردهایی از غذاهای فضایی و غذاهای رستوران‌ها گرفته تا مواد خوراکی سه‌بعدی منحصر به فرد، مانند ژله‌ها، خمیر، پیتزا، پاستا، بیسکویت و شکلات(Lee, 2021) با توجه به پیچیدگی‌های زنجیره‌های مدرن تأمین غذا و ترجیحات مصرف‌کنندگان برای غذای ایمن، بسته‌بندی هوشمند[222] نوآوری دیگری است که به طور فزاینده‌ای اهمیت پیدا کرده است زیرا ایمنی و کیفیت محصولات غذایی را بهبود می‌بخشد (Young et al., 2020). بسته‌بندی فعال شامل عناصری است که به حفظ یا افزایش عمر مفید محصولات کمک می‌کند. در عین حال، سیستم‌های هوشمند شرایط غذاهای بسته‌بندی‌شده (مانند دما و pH) را در طول ذخیره‌سازی و حمل و نقل بدون آزاد کردن هیچ‌گونه ترکیبی به غذا نظارت می‌کنند (Biji et al., 2015). به دلیل مقررات سختگیرانه، اروپا در حال حاضر در پذیرش بسته‌بندی‌های فعال و هوشمند عقب است. با این حال، صنعت غذا در آینده به این سمت هدایت خواهد شد زیرا بسته‌بندی هوشمند مزایای زیادی در ایمنی، بازاریابی و لجستیک دارد (Drago et al., 2020).

[220] Blockchain
[221] 3D printing
[222] smart packaging



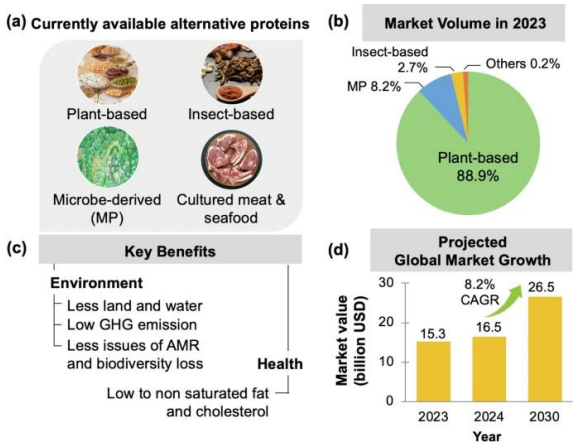
شکل۱ – عملکرد و فواید بسته بندی های هوشمند

علاوه بر این، تقاضا برای محصولات غذایی ایمن‌تر و شخصی‌سازی‌شده و چالش‌های پایداری فعلی، صنعت غذا را مجبور کرده است تا مصرف انرژی و منابع را کاهش دهد. ادغام فناوری‌های غیر حرارتی در پردازش غذا به طور فزاینده‌ای اهمیت پیدا کرده است تا تبدیل مواد خام به محصولات مصرفی به حداکثر برسد. علاوه بر این، روش‌های پردازش و جداسازی غذایی سنتی، مانند استخراج حلال و فیلتراسیون غشایی، اغلب موجب کاهش بازده، کاهش محتوای ترکیبات بیواکتیو و افت کیفیت غذا می‌شوند (Galanakis, 2021). فناوری‌های غیر حرارتی شرایط پردازش ملایم‌تری را ارائه می‌دهند و فرآوری مواد غذایی را بدون تخریب ویژگی‌های حسی و تغذیه‌ای آن‌ها، در حالی که عملکرد اجزای بیواکتیو در طول ذخیره‌سازی طولانی مدت حفظ می‌شود، انجام می‌دهند. این فناوری‌ها شامل خشک کردن با فرکانس رادیویی، تخلیه الکتریکی با ولتاژ بالا، پردازش با فشار بالا، پردازش با میدان الکتریکی پالسی، و استخراج با کمک مایکروویو، اولتراسوند و سیالات فوق‌بحرانی هستند.

۴- استفاده از منابع پروتئینی جایگزین

بازار جهانی مواد پروتئینی به‌طور مداوم در حال رشد است که این موضوع بازتاب تقاضای فزاینده و کاهش منابع ضروری ناشی از رشد جمعیت است. اگرچه پروتئین‌های حیوانی از کیفیت تغذیه‌ای قابل توجهی برخوردارند، افزایش مصرف گوشت با چالش‌های اخلاقی و نگرانی‌های زیست‌محیطی نظیر افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای همراه است (Fritsche et al., 2020). از سوی دیگر، رژیم‌هایی که شامل مقادیر بیشتری از پروتئین‌های جایگزین و مصرف کمتر گوشت هستند، به‌خاطر تأثیرات مثبتشان بر محیط‌زیست و سلامت انسان، از جمله کاهش خطر بیماری‌های مزمن مرتبط با مصرف پروتئین‌های گیاهی، در حال افزایش است (Lynch, Johnston and Wharton, 2018).در پاسخ به این چالش‌ها، پژوهشگران به‌طور فعال به دنبال منابع پروتئینی پایدار هستند که محصولات تغذیه‌ای و اقتصادی قابل قبولی تولید کنند. یکی از این منابع پروتئین های گیاهی است که به دلیل کمبود برخی از اسیدهای آمینه ناقص در نظر گرفته می‌شوند و تنها زمانی که با پروتئین‌های حیوانی ترکیب شوند، به‌طور مؤثر عمل میکنند. گوشت کشت‌شده نیز منبع پروتئین جایگزین امیدوارکننده‌ای است که علاوه بر تامین نیاز انسان، می‌تواند بازاری در غذای حیوانات خانگی و محصولات غیرغذایی پیدا کند و به کاهش شکار غیرقانونی کمک کند (Treich, 2021). با این حال، نگرانی هایی در خصوص گوشت کشت‌شده از نظر اختلالات ایمنی و ترکیب تغذیه‌ای و عدم قطعیت در مورد پذیرش دینی گوشت کشت‌شده، به‌ویژه تطابق آن با الزامات رژیم‌های کوشر یا حلال، ادامه دارد (Treich, 2021). حشرات خوراکی نیز منبع جایگزین پایدار دیگری از پروتئین و سایر مواد مغذی مانند چربی و مواد معدنی هستند. تقریباً ۲۰۰۰ گونه حشره خوراکی (مانند ملخ‌ها، زنبورها، کرم‌ها، جیرجیرک‌ها، ملخ‌ها، زنبورها، سوسک‌ها و مورچه‌ها) در سطح

جهانی وجود دارد که معمولاً در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری آفریقا، آسیا و اقیانوسیه مصرف می‌شوند، اما در کشورهای غربی با پذیرش محدودی مواجه هستند (Hasnan et al., 2023).



شکل ۲- مروری بر وضعیت منابع جایگزین پروتئین و بازاریابی آن

الف) پروتئین‌های جایگزین در دسترس ب) مقدار خرید و فروش این محصولات ج) مزایای اصلی این پروتئین ها د) پیش بینی رشد آینده پروتئین های جایگزین

MP[223] به پروتئین های مشتق شده از میکروب ها اشاره دارد. GHG[224] به گازهای گلخانه ای اشاره می کند. AMR[225] به مقاومت ضدمیکروبی اشاره دارد. CAGA[226] نیزبه نرخ رشد سالانه مرکب اشاره دارد که نشان دهنده نرخ بازگشت سرمایه برای محصولات است.(Malila et al., 2024).

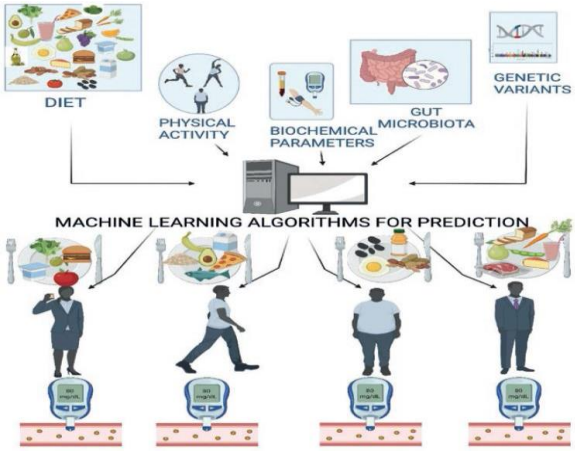
پروتئین‌های حشره‌ای ارزش تغذیه‌ای بالایی دارند و دارای خواص کاربردی مانند ژل‌سازی، کف‌پذیری و امولسیون‌سازی هستند. مزایای اضافی شامل در دسترس بودن در تمام طول سال و تأثیر کم‌تری بر محیط‌زیست نسبت به پروتئین‌های حیوانی است (Queiroz et al., 2023). با این حال، توسعه گسترده‌تر بازار حشرات با چالش‌هایی از جمله روش‌های چربی‌زدایی ، حساسیت‌زایی، مسائل ایمنی، پذیرش مصرف‌کنندگان روبرو ست. محتوای بالای پروتئین و تأثیر کم‌تری بر محیط‌زیست جلبک‌ها را به منبع پروتئین دیگری با پتانسیل تولید مکمل‌ها و افزودنی‌های غذایی تبدیل کرده است (Espinosa-Ramírez et al., 2023). قارچ‌های خوراکی وحشی و پروتئین‌های تک‌سلولی تولید شده توسط قارچ‌ها نیز به‌عنوان منابع پروتئین جایگزین به دلیل کارایی در تبدیل مواد زائد به بیومس غنی از پروتئین در حال ظهور هستند. با این حال، محتوای اسید نوکلئیک، پتانسیل حساسیت‌زایی، سایر نگرانی‌های ایمنی، فرآیندهای تولید استاندارد شده و چارچوب‌های نظارتی باید مورد توجه قرار گیرند (Amara and El-Baky, 2023). میکروپروتئین، که از قارچ‌های رشته‌ای مشتق می‌شود، پروتئین جایگزین مقرون به‌صرفه

[223] Microbial Protein
[224] Greenhouse Gases
[225] Antimicrobial Resistance
[226] Compound Annual Growth Rate

و مفید از نظر تغذیه‌ای دیگری است که به‌عنوان جایگزین پایدار برای گوشت عمل می‌کند (Saeed et al., 2023). در نهایت، پروتئین‌های میکروبی که نیازهای کم‌تری به زمین و آب دارند، انتشار گازهای گلخانه‌ای را کاهش می‌دهند و پتانسیل مقابله با سوءتغذیه جهانی را دارند و با اهداف پایداری جهانی هماهنگ هستند.

۵- تغذیه شخصی سازی شده[۲۲۷]

امروزه مشخص شده است که هر چیزی که مصرف می‌کنیم به مولکول‌هایی تجزیه می‌شود که به طور منحصر به فرد با میکروبیوم و ژنوم ما در حال تعامل است و سلامتی هر فرد به نوع رژیم‌های غذایی و دریافت ریزمغذی‌ها وعملکرد میکروبیوم وی وابسته است(Kassem et al., 2023) در چشم‌انداز تغذیه‌ای فعلی، مفهوم سنتی "رهنمودهای یک اندازه برای همه" به رویکرد مدرن‌تری تبدیل شده است که به ترجیحات منحصر به فرد افراد توجه دارد. این تحول به ظهور تغذیه شخصی سازی شده منجر شده است، که بر اساس آن هر فرد منحصر به فرد است و به غذاهای یکسان به طور متفاوتی پاسخ می‌دهد(Galanakis, 2019). به این معنا که اطلاعات به دست آمده از رژیم غذایی، فعالیت بدنی، پارامترهای بیوشیمیایی خون، تنوع ژنتیکی، و میکروبیوتای روده در الگوریتمی ادغام می شوند که امکان پیش بینی پاسخ متابولیک فرد را فراهم می کند (شکل۳).



شکل۳- رژیم غذایی شخصی سازی شده
(Torres and Tovar,2021)

تغذیه شخصی سازی شده در حوزه نوتروژنومیکس که رابطه بین تغذیه و بیان ژن را مطالعه می‌کند، مطرح می شود. و به بررسی رویکردهای مؤثرتر به رژیم غذایی بر اساس مطالعه تغییرات ژنتیکی و فیزیولوژیکی فرد که بر سطح مواد مغذی و واکنش‌های غذایی تأثیر می‌گذارد، می‌پردازد و راهکارهای امیدوارکننده‌ای برای پیشگیری از سرطان و درمان بیماری‌ها ارائه می‌دهد (Lagoumintzis and Patrinos, 2023). برای شرکت‌های غذایی، تغذیه شخصی نمایانگر یک مسیر مهم برای نوآوری است که به آنها امکان می‌دهد محصولات و راه‌حل‌های غذایی متناسب با نیازهای مصرف‌کنندگان ایجاد کنند (Galanakis, 2019). فناوری‌های "اومیکس" در این راستا نیاز به ابزارهای دیجیتال و یادگیری ماشین دارند تا نتایج مطلوب را به دست آورند (Lagoumintzis and Patrinos, 2023). به عنوان مثال، استفاده از یادگیری ماشین و هوش مصنوعی برای پیش‌بینی کاهش

[227] Personalized Nutrition

وزن و پیامدهای بهداشتی برای پیش‌بینی پیشرفت کاهش وزن فرد تأثیر می‌گذارد. این نوع مدل می‌تواند به متخصصان بهداشت و درمان در توصیه تنظیمات سفارشی به میزان انرژی و ایجاد برنامه‌های تغذیه شخصی کمک کند (Knights et al., 2023). در این راستا، پتانسیل حسگرهای شیمیایی پوشیدنی و موبایل برای ردیابی و هدایت تغذیه به طور قابل توجهی در سال‌های آینده افزایش خواهد یافت (Sempionatto et al., 2021). علاوه بر این، فناوری‌های مختلف مانند میکروفون‌ها، حسگرهای پیزوالکتریک و شتاب‌سنج‌ها برای نظارت بر اقداماتی مانند گاز زدن، جویدن، بلعیدن و حرکات بازو/مچ به منظور ارزیابی مصرف کالری بر اساس فعالیت بدنی به کار گرفته شده است(Alshurafa et al., 2015) . ادغام فناوری‌های حسگر و تغذیه شخصی سازی شده می‌تواند شکاف بین تحلیل‌های دیجیتال و بیوشیمیایی را پر کند و تغذیه دقیق را متحول سازد و تغذیه شخصی‌سازی شده را مؤثرتر کند (Alshurafa et al., 2015).

بحث و نتیجه گیری

نتایج مطالعات نشان می‌دهد که صنعت غذا با چالش‌های عمده‌ای نظیر افزایش جمعیت، تغییرات اقلیمی و تغییر الگوهای مصرف مواجه است. این چالش‌ها نیاز به تغییرات اساسی در تولید و مصرف مواد غذایی را بیش از پیش آشکار کرده‌اند. فناوری‌های نوین مانند دیجیتالی‌سازی زنجیره تأمین، بیوتکنولوژی و استفاده از منابع پروتئینی جایگزین، از جمله راهکارهای کلیدی برای مقابله با این مشکلات هستند. با این حال، برای موفقیت این نوآوری‌ها، هماهنگی با سیاست‌های دولتی و پذیرش عمومی بسیار حائز اهمیت است تا بتوان به پایداری و تاب‌آوری در سیستم‌های غذایی جهانی دست یافت. با افزایش جمعیت جهانی روش‌های سنتی کشاورزی به‌ویژه در مناطق با محدودیت منابع، دیگر پاسخگوی این نیاز نیستند. به‌کارگیری فناوری‌هایی مانند کشاورزی دقیق، کشاورزی عمودی و اینترنت اشیاء و هوش مصنوعی می‌تواند به بهینه‌سازی مصرف منابع، کاهش ضایعات و افزایش تولید کمک کند. این فناوری‌ها نه‌تنها بهره‌وری را افزایش می‌دهند، بلکه به کاهش اثرات زیست‌محیطی ناشی از استفاده نامناسب از منابع طبیعی نیز کمک می‌کنند تغییر در رژیم‌های غذایی نیز یکی از عوامل کلیدی در کاهش اثرات زیست‌محیطی و بهبود سلامت عمومی است. جایگزین‌های پروتئینی مانند پروتئین‌های گیاهی و گوشت‌های آزمایشگاهی، از جمله راهکارهای مؤثر برای کاهش وابستگی به منابع حیوانی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای به شمار می‌آیند. این تغییرات نیازمند توسعه زیرساخت‌های مناسب برای تولید و توزیع گسترده این محصولات هستند تا بتوانند به نیاز روزافزون برای غذاهای پایدار پاسخ دهند. علاوه بر این، دیجیتالی‌سازی زنجیره تأمین مواد غذایی می‌تواند به افزایش شفافیت در زنجیره‌های تأمین و کاهش ضایعات و تقلب‌های غذایی کمک کند. این فناوری‌ها در تضمین اصالت و کیفیت محصولات نقش بسیار مهمی دارند و می‌توانند به کاهش هدررفت مواد غذایی کمک کنند. لذا با همکاری میان دولت‌ها، بخش خصوصی و مصرف‌کنندگان، می‌توان به یک سیستم غذایی پایدار و مقاوم دست یافت.

منابع:

Alshurafa, N., Kalantarian, H., Pourhomayoun, M., Liu, J.J., Sarin, S., Shahbazi, B. and Sarrafzadeh, M. (2015) 'Recognition of nutrition intake using time-frequency decomposition in a wearable necklace using a piezoelectric sensor', IEEE Sensors Journal, 15, pp. 3909–3916.

Creydt, M. and Fischer, M. (2019) 'Blockchain and more—Algorithm-driven food traceability', Food Control, 105, pp. 45–51. [CrossRef]

Danquah, E.O., Danquah, F.O., Frimpong, F., Dankwa, K.O., Weebadde, C.K., Ennin, S.A., Asante, M.O.O., Bermpong, M.B., Dwamena, H.A. and Addo-Danso, A. (2022) 'Sustainable Intensification and Climate-Smart Yam Production for Improved Food Security in West Africa: A Review', Frontiers in Agronomy, 4, 858114. [CrossRef]

Ding, H., Tian, J., Yu, W., Wilson, D.I., Young, B.R., Cui, X., Xin, X., Wang, Z. and Li, W. (2023) 'The application of artificial intelligence and big data in the food industry', Foods, 12, p. 4511. [CrossRef]

Drago, E., Campardelli, R., Pettinato, M. and Perego, P. (2020) 'Innovations in smart packaging concepts for food: An extensive review', Foods, 9, p. 1628. [CrossRef] Galanakis, C.M. (2019) 'Preface', In: Trends in Personalized Nutrition. Elsevier Inc., Waltham, MA, USA.

Galanakis, C.M. (2021) 'Functionality of food components and emerging technologies', Foods, 10, p. 128.

Galanakis, C.M., Rizou, M., Aldawoud, T.M.S., Ucak, I. and Rowan, N.J. (2021) 'Innovations and technology disruptions in the food sector within the COVID-19 pandemic and post-lockdown era', Trends in Food Science & Technology, 110, pp. 193–200. [CrossRef] [PubMed]

Galanakis, C.M. (2023) 'The "Vertigo" of the food sector within the triangle of climate change, the post-pandemic world, and the Russian-Ukrainian war', Foods, 12, p. 721. [CrossRef] [PubMed]

Ghoulem, M., Moueddeb, K.E., Nehdi, E., Boukhanouf, R. and Calautit, J.K. (2019) 'Greenhouse design and cooling technologies for sustainable food cultivation in hot climates: Review of current practice and future status', Biosystems Engineering, 183, pp. 121–150. [CrossRef]

Hasnan, F.F.B., Feng, Y., Sun, T., Parraga, K., Schwarz, M. and Zarei, M. (2023) 'Insects as valuable sources of protein and peptides: Production, functional properties, and challenges', Foods, 12, p. 4243.

Kassem, N.M., Abdelmegid, Y.A., El-Sayed, M.K., Sayed, R.S., Abdel-Aalla, M.H. and Kassem, H.A. (2023) 'Nutrigenomics and microbiome shaping the future of personalized medicine: A review article', Journal of Genetic Engineering and Biotechnology, 21, p. 134.

Lynch, H., Johnston, C. and Wharton, C. (2018) 'Plant-based diets: Considerations for environmental impact, protein quality and exercise performance', Nutrients, 10, p. 1841.

Rejeb, A., Rejeb, K., Abdollahi, A., Zailani, S., Iranmanesh, M. and Ghobakhloo, M. (2022) 'Digitalization in food supply chains: A bibliometric review and key-route main path analysis', Sustainability, 14, p. 83. [CrossRef]

Saeed, F., Afzaal, M., Khalid, A., Shah, Y.A., Ateeq, H., Islam, F., Akram, N., Ejaz, A., Nayik, G.A. and Shah, M.A. (2023) 'Role of mycoprotein as a non-meat protein in food security and sustainability: A review', International Journal of Food Properties, 26, pp. 683–695.

Singh, V. and Sharma, S.K. (2023) 'Application of blockchain technology in shaping the future of the food industry based on transparency and consumer trust', Journal of Food Science and Technology, 60, pp. 1237–1254. [CrossRef]

Skar, S.L.G., Pineda-Martos, R., Timpe, A., Pölling, B., Bohne, K., Külvik, M., Delgado, C., Pedreas, C.M.G., Paco, T.A., Cujic, M. et al. (2019) 'Urban agriculture as a keystone contribution towards securing sustainable and healthy development for cities in the future', Blue-Green Systems, 2, pp. 1–27. [CrossRef]

Torres, N. and Tovar, A.R. (2021) 'The present and future of personalized nutrition', Revista de Investigación Clínica, 73(5), pp. 317–324. Available at: https://doi.org/10.24875/ric.21000346.

Tseng, Y.J., Chuang, P.-J. and Appell, M. (2023) 'When machine learning and deep learning come to the big data in food chemistry', Foods, 12, pp. 15854–15864. [CrossRef]



The role of novel technologies in sustainability of the food supply chain

Atefeh SarafanSadeghi [1], Zahra RahimiTorbati [2], MehrnooshSadat Amirkalali Sijavandi [2], Parnian Pezeshki [1*]

[1] Assistant Professor, Department of food science and technology, Varastegan Institute for Medical Science, Mashhad, Iran
[2] Bachler Student, Department of Nutrition, Varastegan Institute for Medical Science, Mashhad, Iran
*Corresponding Author's E-mail: pezeshkip@varastegan.ac.ir

Abstract:

Today, global food systems are facing challenges such as population growth, climate change, political and social crises. Increasing in demand for food, the need for new production methods and the use of advanced technologies to create sustainability in food production is felt more. So far, various solutions have been proposed to solve this problem, which are accompanied by risks and challenges. The purpose of this review article is to investigate various issues related to the future of food, including sustainable production and food security, digitalization of the food supply chain, alternative protein sources and personalized nutrition, which by providing appropriate solutions can improve food chain efficiency and reduce food wastes. Also, public acceptance of food innovations and the role of consumers in shaping the future of food industry have also been emphasized. If cooperation between governments, private sector and consumers takes place in achieving the desired innovations, we can move towards a more stable and resistant food system that provides better health and nutrition for everyone.

Keywords: Food sustainability, food security, food waste

دومین همایش ملی پژوهش های کاربردی
امنیت غذایی، ایمنی غذایی و سلامت
«همزمان با روز جهانی غذا؛ ۲۵ مهرماه ۱۴۰۳»
موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

نقش منابع ازت در محیط کشت سلولی در افزایش توده سلولی به عنوان واحدهای تولید کننده متابولیت‌های ارزشمند زعفران

سمیه امینی[1]، سید مهدی زیارت‌نیا [2*]

دانش آموخته دکترا رشته گیاهان دارویی، گروه باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

(استاد مدعو گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران).

استادیار، گروه زیست فناوری مواد غذایی، موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی، مشهد، ایران.

*نویسنده مسئول: m.ziaratnia@rifst.ac.ir

چکیده:

از قابلیت‌های سیستم کشت سلولی امکان بهینه سازی عوامل موثر بر رشد سلول‌ها جهت اهداف خاص می‌باشد. در این پژوهش از بهینه‌سازی محتوای ازت در قالب میزان و نوع منابع آن در محیط‌کشت مایع در راستای افزایش توده سلولی به‌عنوان واحدهای تولیدکننده متابولیت‌های ثانویه بهره گرفته شد. بدین منظور شاخص رشد سلولی زعفران در محیط کشت‌پایه موراشیگ و اسکوگ (MS) با نسبت آمونیوم به نیترات $[NH_4^+(33.3\%): NO^-_3, (66.7\%)]$ و محیط کشت MS تغییریافته (صرفا محتوی منبع نیتراته) به همراه سطوح مختلف پلی واینیل پیرولیدون (PVP) (۰، ۵۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم/ لیتر) در ترکیب با فسفات پتاسیم در دو سطح (۰ و ۵ میلی‌مولار) در قالب طرح فاکتوریل ارزیابی شد. نتایج نشان داد چنانچه نوع ترکیب ازته به کار رفته در محیط کشت پایه به فرم تغییر یافته تغییر پیدا کند تاثیر مثبتی بر شاخص رشد سلولی داشته و میانگین شاخص رشد سلولی از ۰/۸۱ به ۱/۴۷ افزایش خواهد یافت. همچنین نتایج اثر متقابل غلظت فسفات پتاسیم و نسبت ازت بر شاخص رشد سلولی نشان داد محیط کشت بهینه شده که فاقد آمونیوم بود هنگامی‌که با فسفات پتاسیم به غلظت ۵ میلی‌مول غنی‌سازی شد بیشترین وزن سلولی را تولید کرد. گرچه تفاوت معنی‌داری بین وجود فسفات پتاسیم و عدم وجود آن مشاهده نشد. غلظت‌های مختلف PVP نیز تاثیر معنی‌داری بر شاخص رشد سلولی نداشتند.

واژه های کلیدی: آمونیوم، نیترات، محیط کشت MS، PVP، فسفات پتاسیم

مقدمه:

مواد مغذی نقش بسیار مهمی در رشد، نمو و تجمع متابولیت‌های ثانویه در گیاهان ایفا می‌کنند. ازت یکی از عناصر اصلی مورد نیاز برای رشد گیاه است، و نیترات منبع مهمی از نیتروژن برای محصولات زراعی در بیشتر خاک‌های کشاورزی به‌شمار می‌رود. بر خلاف بسیاری از عناصر مغذی دیگر، ازت می‌تواند توسط گیاهان در دو فرم یونی، آمونیومی (NH_4^+) و یا نیترات (NO_3^-) تثبیت شود. به‌منظور تبدیل شدن به اسیدهای آمینه، اسیدهای نوکلئیک و ترکیبات دیگر، فرم آنیونی ازت (NO_3) یا همان فرم نیتراته باید به فرم آمونیوم NH_4^+ احیاء شود (Traore and Maranville, 1999). ازت آمونیومی و ازت نیتراته دو فرم اولیه نیتروژن غیرآلی جذب شده توسط گیاهان هستند. برای بسیاری از محصولات به‌خصوص سبزیجات برگ‌دار، در مقایسه با نیترات کامل، نسبت مناسبی از آمونیوم در محلول غذایی دارای مزایایی نه‌تنها برای افزایش توده سلولی، بلکه تأثیرگذاری بر کیفیت خوب محصول به ویژه برای کاهش میزان قابل توجه محتوای نیترات می‌باشد. استفاده از آمونیوم به‌عنوان تنها منبع تأمین ازت در محلول غذایی اثرات سمی برای بسیاری از گیاهان به‌دنبال دارد، و به‌طور جدی از رشد گیاهی جلوگیری می‌کند. بنابراین، غلظت و نسبت افزایش آمونیوم در محلول غذایی باید مناسب باشد (Song et al., 2012).

تاکنون در شرایط درون شیشه‌ای تأثیر غلظت نیترات موجود در محیط‌کشت به منظور افزایش توده سلولی، رشد گیاه و تولید متابولیت ثانویه در گیاهان مختلف مورد بررسی قرار گرفته است (Manuhara et al., 2015). محققین از نسبت‌های مختلف آمونیوم به نیترات در راستای رشد زیست توده ریشه‌های مویین گیاه بذرالبنج مشبک (*Hyoscyamus reticulatus* L.) استفاده کردند. آنها نشان دادند نسبت آمونیوم به نیترات می‌تواند در بیوتکنولوژی گیاهی به عنوان محرک موثر جهت تولید متابولیت‌های ثانویه گیاهی از جمله آلکالوئیدهای تروپانی مورد استفاده قرار گیرد (خضرلو و همکاران، ۱۳۹۹). همچنین محققین نشان دادند افزایش نسبت آمونیوم منجر به کاهش رشد ریشه‌های مویین در گیاه شابیزک (*Atropa belladonna*) می‌شود در حالیکه نیترات اثر مثبتی بر مقدار آلکالوئیدهای این گیاه دارد (Bensaddek et al., 2001). بررسی‌های چن و همکاران در محیط کشت گامبورگ و کشت تعلیقی سلولی سرخدار (*Taxux yannanensis*) نیز نشان داد بهینه‌سازی غلظت نیترات در محیط کشت بر رشد بیومس و تولید متابولیت تاکسول موثر می‌باشد (Chen et al., 2003). همچنین نتایج تحقیقات نشان داده است در کشت سلولی گیاه بابچی (*Psoralea corylifolia*) چنانچه محیط کشت MS با نسبت ۲۰:۱۰ میلی مولار آمونیوم به نیترات تهیه شود حداکثر زیست توده را تولید خواهد کرد که در چنین شرایطی بیشترین قابلیت تولید ایزوفلاون دایدزئین (Daidzein) و جنیستئین (Genistein) را فراهم می‌سازد (Praveen and Murthy, 2013). به طور کلی غلظت عناصر غذایی در محیط کشت فاکتور بسیار مهمی است زیرا نه تنها به طور مستقیم بر رشد ریز نمونه گیاهی و کالوس‌زایی موثر است بلکه بر اثر متقابل سایر عوامل موجود در محیط کشت نیز تاثیر گذار می‌باشد. محققین بیان داشتند غلظت بهینه عناصر غذایی تا حدودی می‌تواند جایگزین هورمون‌ها در محیط کشت نیز باشد. آنها نشان دادند غلظت فسفات پتاسیم در محیط کشت بر کالوس‌زایی گیاه برنج موثر است (Chauhan and kothari, 2005). همچنین رویان زایی بدنی در گیاه ارکیده دندروبیوم سونیا (*Dendrobium Sonia*) تحت تاثیر غلظت فسفات پتاسیم موجود در محیط کشت قرار می‌گیرد (Puri et al., 2022).

قهوه‌ای شدن یکی از مشکلاتی است که در کشت بافت‌ها و سلول‌های گیاهی به وفور مشاهده می‌شود. عمدتا این فرایند در طی تمایززدایی و یا تمایز مجدد سلول‌ها با انتشار ترکیبات فنولی به محیط کشت رخ می‌دهد. اکسید شدن ترکیبات فنولی در محیط کشت منجر به قهوه‌ای شدن بافت‌ها و سلول‌ها می‌شود. اضافه کردن آنتی اکسیدان‌هایی مانند پلی واینیل پیرولیدون (PVP) به محیط کشت از جمله راهکارهایی است که برای کنترل قهوه‌ای شدن توسط محققین پیشنهاد شده است (Gemechu and

Amante, 2021). محققین با اضافه کردن PVP به محیط کشت سویا میزان ترکیبات فنولی و در نتیجه قهوه‌ای شدن سلول‌ها را کاهش دادند (Siegel and Enns, 1979).

تحقیق حاضر اولین گزارش در راستای بهینه‌سازی محیط کشت سلولی زعفران از نظر نسبت آمونیوم به نیترات و بررسی اثر آن بر شاخص رشد سلولی می‌باشد. همچنین اثر غلظت‌های مختلف فسفات پتاسیم و PVP بر شاخص رشد سلولی ارزیابی شد.

مواد و روش ها:

کالوس زایی بنه زعفران:

بنه‌های سالم بعد از حذف پوسته‌های خارجی ابتدا با مایع ظرفشویی به مدت ۵ دقیقه شستشو داده شدند. نمونه‌ها در زیر آب جاری به مدت ۴۰ دقیقه آبشویی و سپس مراحل ضد عفونی با الکل ۷۰٪ به مدت ۲ دقیقه و در ادامه با هیپوکلرید سدیم ۱٪ به مدت ۱۵ الی ۲۰ دقیقه انجام شدند. جهت حذف بقایای مواد ضدعفونی کننده، نمونه‌ها طی سه مرحله به ترتیب در ۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه با آب مقطر استریل شستشو داده شدند. سپس بنه‌ها به قطعاتی به ضخامت ۱ میلی‌متر و ابعاد ۵-۳ میلی‌متر برش خورده و برای کالوس‌زایی در روی محیط‌کشت MS[228] حاوی 2,4-D[229] (۸ میلی‌گرم بر لیتر) و BA[230] از گروه هورمون‌های سیتوکینین با غلظت ۴ میلی‌گرم بر لیتر، قرار گرفتند. به‌طور کلی هر چهار هفته بازکشت انجام شد و نمونه‌ها در شرایط سترون به محیط‌های جدید با محیط‌کشت و ترکیب هورمونی مشابه منتقل شدند. این عمل حداقل دو بار تکرار شد تا نهایتا حجم مناسبی از سلول به‌دست آمد. جهت ایجاد حجم کافی سلول برای مراحل بعدی، کالوس‌های سالم و دارای رشد و ظاهر مناسب انتخاب و به یک محیط‌کشت مایع حدواسط با ترکیب هورمونی مشخص انتقال داده شدند و به مدت دوهفته در این شرایط نگهداری شدند تا به شرایط یکنواخت و پایدار رسیده و آماده برای استفاده به‌عنوان ماده اولیه گیاهی جهت آزمون‌های بعدی باشند.

کشت سلولی زعفران:

این آزمایش در قالب طرح فاکتوریل طراحی و اجرا شد. بدین منظور اثر ۳ فاکتور شامل نوع محیط کشت، غلظت PVP و غلظت فسفات پتاسیم بر وزن تر سلول‌های رشد یافته حاصل از بنه زعفران در محیط کشت مایع ارزیابی شدند. در این آزمایش به‌منظور بهینه‌سازی ترکیبات ازته، از دو نوع محیط کشت استفاده شد که در یکی از آنها نسبت آمونیوم به نیترات تغییر یافته بود. محیط کشت پایه MS که نسبت آمونیوم به نیترات در آن معادل NH_4 33.3/ NO_3 66.6 می‌باشد، بعنوان تیمار اول و محیط کشت MS تغییر یافته که در آن منبع ازت آمونیومی حذف شد و مقدار کل ازت از طریق منبع نیتراته تامین شد (NH_4 0/ NO_3 100)، بعنوان تیمار دوم در نظر گرفته شد. همچنین اثر فسفات پتاسیم در دو سطح (۰ و ۵ میلی مولار) به همراه سطوح مختلف PVP (۰، ۵۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم/ لیتر) بر شاخص رشد سلولی در هر دو محیط کشت مد نظر بررسی شدند.

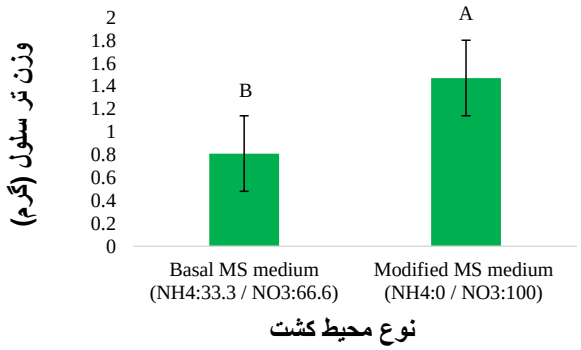
از سلول‌های بدست آمده از مرحله قبل جهت استقرار کشت سلولی استفاده شد. وزن اولیه سلول برای انتقال به محیط مایع ۰/۵گرم برای هر ارلن مایر ۱۰۰ میلی‌لیتری که حاوی ۲۰ میلی‌لیتر محیط‌کشت بود، در نظر گرفته شد. نمونه‌ها به مدت ۶ هفته

1- Murashige & Skoog, 1962
2- 2, 4-Dichlrophenoxyacetic Acid
3- Benzyl amino purine

بر روی شیکر با سرعت چرخش ۱۲۰ دور در دقیقه در دمای ۲ ± ۲۳ درجه سانتی‌گراد و در شرایط تاریکی نگه‌داری شدند. در انتهای دوره پس از جداسازی سلول‌ها، صفت وزن تر سلول‌ها اندازه گیری شد.

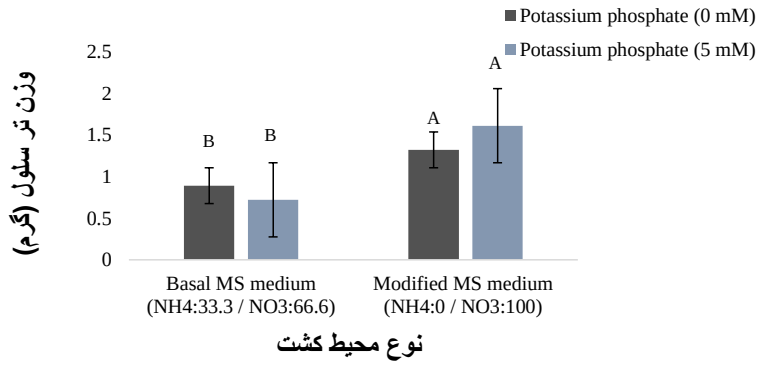
نتایج:

نتایج مقایسه وزن تر سلول‌های رشد یافته در محیط کشت MS پایه و MS تغییر یافته در شکل ۱ ارائه شده است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد وزن تر سلول‌ها در این دو محیط کشت اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند.



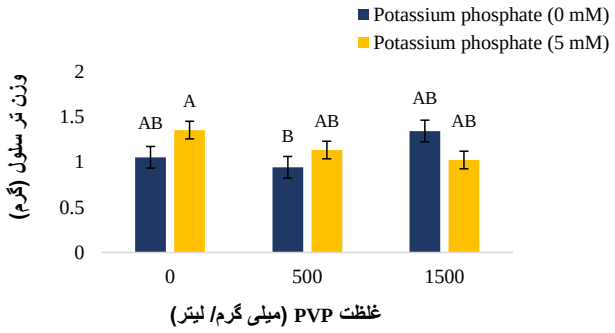
شکل ۱. مقایسه محیط‌کشت بهینه شده با محیط‌کشت پایه بر وزن تر سلول در کشت تعلیقی زعفران (حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار است) ($p\leq0.05$)

بالاترین وزن تر سلولی مربوط به محیط کشت تغییر یافته می‌باشد که از نظر نسبت آمونیوم به نیترات بهینه‌سازی شده بود. در واقع محیط کشتی که فاقد آمونیوم بوده و نسبت آمونیوم به نیترات در آنها صفر به صد بود در مقایسه با محیط کشت پایه MS، توان رشد بیشتری را در سلول‌ها ایجاد کرد. وزن تر سلول‌ها در محیط کشت پایه MS معادل ۰/۸۱ گرم و در محیط کشت MS تغییر یافته به ۱/۴۷ گرم افزایش یافت.



شکل ۲. اثر متقابل نوع محیط کشت و غلظت فسفات پتاسیم بر وزن تر سلولی در کشت تعلیقی زعفران (حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار است) ($p\leq0.05$)

نتایج مربوط به اثر متقابل غلظت فسفات پتاسیم و نوع محیط کشت بر وزن تر سلول‌ها، در شکل ۲ ارائه شده است. نتایج این بخش نیز به وضوح نشان می‌دهد تغییر در ترکیبات ازته محیط کشت بر شاخص رشد سلولی موثر می‌باشد و محیط کشت MS تغییر یافته در مقایسه با محیط کشت MS پایه تاثیر معنی‌داری بر افزایش شاخص رشد سلولی دارد. نتایج نشان داد چنانچه به محیط کشت MS تغییر یافته ۵ میلی مولار فسفات پتاسیم اضافه شود وزن تر سلولی از ۱/۳۲ گرم به ۱/۶۲ گرم افزایش خواهد یافت.گرچه این افزایش رشد سلول ها معنی دار نبوده و وجود و یا عدم وجود فسفات پتاسیم در محیط کشت اثری معنی‌دار بر وزن تر سلولی نخواهد داشت.



شکل ۳. اثر متقابل غلظت های مختلف PVP و فسفات پتاسیم بر وزن تر سلولی در کشت تعلیقی زعفران (حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار است) ($p\leq0.05$)

اثر متقابل غلظت‌های مختلف PVP و فسفات پتاسیم بر رشد توده سلولی زعفران در کشت تعلیقی در شکل ۳ ارائه شده است. همانطور که نتایج ارائه شده در این شکل نشان می‌دهد، رشد سلول‌های زعفران در غلظت‌های مختلف PVP با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند و اثر متقابل فسفات پتاسیم و غلظت‌های مختلف PVP بر رشد سلول‌های زعفران موثر نمی‌باشد.

بحث و نتیجه گیری:

نیتروژن یک عنصر معدنی مهم برای گیاهان و یکی از اجزای عمده تشکیل دهنده اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک می‌باشد. این عنصر رشد و نمو گیاهی را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهد (Scheible et al., 2004). وقتی نیترات وارد سلول های گیاهی می شود به آمونیوم احیا شده و سپس به پروتئین تبدیل می‌شود. آمونیوم بعلت انتشار سریع به آسانی در بافت ها تجمع یافته و در صورتیکه فورا متابولیزه نگردد ایجاد سمیت می‌کند (خضرلو و همکاران، ۱۳۹۹). نتایج تحقیقات نشان داده است فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی کاتالاز و پراکسیداز با افزایش نسبت نیترات به آمونیوم افزایش می‌یابد و از این طریق گونه‌های اکسیژن آزاد که اثرات مخرب بر سلول‌ها دارند را کنترل می‌کند و اثرات سوء آنها را کاهش می‌دهد (Vranova et al., 2002). زمانیکه محیط کشت با نیترات تغذیه می‌شود احیا نیترات سبب افزایش پی اچ محل احیا می‌گردد و از این طریق بر سنتز برخی متابولیت ها اثر می‌گذارد (Assimakopolou, 2006). تغذیه محیط کشت با آمونیوم نیز باعث کاهش پی اچ می‌شود و سلول‌ها برای تنظیم پی اچ مجبور به ساخت متابولیت‌هایی می‌شوند که این کاهش پی اچ را جبران کنند (Marshner, 2001).

بر اساس نتایج حاصله از آزمایش بهینه‌سازی محیط کشت برای تولید توده سلولی زعفران در سیستم کشت سلولی نتیجه‌گیری می‌شود که چنانچه برای تامین ازت محیط کشت MS از ترکیبات نیتراته به جای آمونیوم استفاده شود می‌تواند نقش مؤثری در افزایش حجم توده سلولی به عنوان منبع اصلی تولید متابولیت‌های ثانویه ایفا نماید. استفاده از نیترات به‌عنوان تنها منبع تأمین کننده ازت محیط کشت و عدم استفاده از آمونیوم درمرحله افزایش توده سلولی پیشنهاد می‌شود. احتمالا به کار بردن نیترات و حذف آمونیوم از طریق تاثیر بر پی اچ سلول‌ها و یا تاثیر بر فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی بر رشد بیومس سلولی موثر واقع شده است. در آینده نیاز است اثر تغییرات منبع ازته بر سنتز متابولیت‌های زعفران نیز مورد تحقیق و بررسی قرار گیرد.

منابع:

خضرلو، م.، حسینی، ب. و امیری، ج. تاثیر نسبت های مختلف نیترات به آمونیوم بر میزان زیست توده و برخی ویژگی های بیوشیمیایی ریشه های موئین گیاه بذرالبنج مشبک (Hyoscyamus reticulatus L.)، ۱۳۹۹، مجله پژوهش های گیاهی (مجله زیست شناسی ایران)، جلد ۳۳، شماره ۲، ص. ۳۳۴-۳۴۸

Assimakopolou, A. (2006). Effect of iron supply and nitrogen form on growth, nutritional status and ferric reduction activity of spinach in nutrient solution culture. Scientia Horticulturae, 110: 21-29.

Bensaddek, I., Gillet, F., Edmundo Nava Saucedo, J., & Fliniaux, M. A. (2001). The effect of nitrate and ammonium concentrations on growth and alkaloid accumulation of Atropa belladonna hairy roots. Journal of Biotechnology, 85: 35-40.

Chauhan, M. & kothari, S.L. (2005). Influence of potassium dihydrogen phosphate on callus induction and plant regeneration in rice (Oryza sativa L.). Cereal Research Communications, 33: 2-3.

Chen, Y.Q., Yi, F., Cai, M., & Luo, J. X. (2003). Effects of amino acids, nitrate and ammonium on the growth and taxol production in cell cultures of Taxus yunnanensis. Plant Growth Regulation, 41:265-268.

Gemechu, E.Ch. & Amante, G. (2021), Control of browning in plant tissue culture. Journal of Scientific and Innovative Research, 10(4): 89-93

Manuhara, Y.S.W., Kristani, A.N., Utami, E.S.W. & Yachya, A. (2015). Effect of sucrose and potassium nitrate on biomass and saponin content of Talinum paniculatum Gaertn. Hairy root in balloon-type bubble bioreactor. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 5(12): 1027-1032.

Marshner, H. (2001). Superior plant mineral nutrition. Shiraz university press, 495 p.

Praveen, N., & Murthy, H.N. (2013). Withanolide a production from Withania somnifera hairy root cultures with improved growth by altering the concentrations of macro elements and nitrogen source in the medium. Acta Physiologiae Plantarum, 35: 811-816.

Puri, S., Heriansyah, P., & Nopsagiart, T. (2022) Potassium dihydrogen phosphate (KH2PO4) and kinetin enhance the growth of Dendrobium Sonia somatic embryos. Jurnal Biologi Indonesia, 18(1): 41-50.

Scheible, W. R., Morcuende, R., Czechowski, T., Fritz, C., Osuna, D., Palacios- Rojas, N., Schindelasch, D., Thimm, O., Udvardi, M. K., & Still, M. (2004). Genome-wide reprogramming of primary and secondary metabolism, protein synthesis, cellular growth processes, and the regulatory infrastructure of Arabidopsis in response to nitrogen. Plant Physiological, 136: 2483-2499.

Siegel, N.R. & Enns R.K. (1979). Soluble poly vinyl pyrrolidine and bovine serum albumin adsorb polyphenols from soybean suspension cultures. Plant Physiology, 63: 206-208

Song, S.h., Liao, G., Liu, H., Sun, G. & Chen, R. (2012). Effect of ammonium and nitrate ratio on growth and yield of Chinese Kale. Applied Mechanics and Materials, 142: 32-36.

Traore, A. & Maranville, J.W. (1999). Effect of Nitrate/ Ammonium ratio on biomass production, nitrogen accumulation and use efficiency in sorghums of different origin. Journal of Plant Nutrition, 22: 813-825.

Vranova, E., Inze, D., & Van Breusegem, F. (2002). Signal transduction during oxidative stress. Journal of Experimental Botany, 53: 1227-1236



Role of medium nitrogen sources in the cell culture in increasing the cell mass, as units that produce valuable saffron metabolites

Somaye Amini[1], Seyed Mahdi Ziaratnia[2]*

[1]Department of Horticultural Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. (Adjunct Professor of Horticultural Sciences Department, Birjand University, Birjand, Iran)

[2]Department of Food Biotechnology, Research Institute of Food Science and Technology (RIFST), Mashhad, Iran

*Corresponding author: m.ziaratia@rifst.ac.ir

Abstract

One of the capabilities of the cell culture system is the possibility of optimizing factors affecting the growth of cells for specific purposes. In this research, the modified nitrogen content of the medium based on its type and sources in liquid culture was used in order to increase the cell mass as secondary metabolite producing units. For this purpose, the cell growth index of saffron in Murashige and Skoog (MS) basic medium with ammonium to nitrate ratio [NH_4^+(33.3%): NO_3^-, (66.7%)] and modified MS medium (only containing nitrate source) along with different levels of polyvinyl pyrrolidone (PVP) (0, 500 and 1500 mg/L) in combination with potassium phosphate at two levels (0 and 5 mM) were evaluated in the form of a factorial design. The results showed that if the type of nitrogen compound used in the basic MS medium is changed to above modified form, it will have a positive effect on the cell growth index and the average cell growth index will increase from 0.81 to 1.47. Also, the interaction effect of potassium phosphate and nitrogen ratio on the cell growth index showed that the modified MS medium, without ammonium, produced the highest cell weight when it was enriched with potassium phosphate at a concentration of 5 mmol. However, no significant difference was observed between the presence and absence of potassium phosphate. Different concentrations of PVP also had no significant effect on cell growth index.

Key words: Ammonium, Nitrate, MS medium, PVP, Potassium phosphate

اهمیت و جایگاه پرورش شترمرغ

سعید حسن زاده

saeidhasanzadeh66@gmail.com

مقدمه

در کشورهای درحال توسعه ۶۰ تا ۷۰ درصد درآمد حاصل مربوط به گوشت حیوان است، اما در کشورهای پیشرفته بخش غیرخوراکی حاصل از کشتار دام اهمیت بیشتری دارد و می‌تواند درآمد حاصل از تولید را افزایش دهد. تجارت گوشت و مواد پروتئینی از منابع جدید مانند شترمرغ در دو دهه اخیر مورد توجه بسیاری از کشورها قرار گرفته و با توسعه تجارت این محصولات الگوهای جدید تغذیه‌ای در دنیا در حال شکل‌گیری است. بخش کشاورزی مملو از پتانسیل‌های اقتصادی برای افزایش سرمایه‌گذاری است و به آسانی می‌تواند با ریسک بسیار پایین، درآمد سرشاری نصیب بخش خصوصی کند. اما باید بسترهای مناسب سرمایه گذاری و برنامه ریزی شناسایی شود. چنانچه امروز بازار ایران تشنه گوشت شترمرغ است و گوشت این پرنده به‌دلیل ارزش بالای غذایی آن و همچنین میزان بهره برداری از پوست، پر و کم آب بر بودن آن و نیز به لحاظ کیفیت پس از طبخ می‌تواند از گوشت گوسفند و گاو از سطح بالاتری برخوردار باشد.

براساس اطلاعاتی که در بازارهای جهانی در خصوص امتیازات شترمرغ وجود دارد یکی از بهترین محصول های حاصل از تولید این پرنده پوست آن است. البته مغز این پرنده نیز قیمت بالاتری نسبت به سایر اجزای آن دارد چرا که در درمان بیماری آلزایمر موثر است و نکته جالتر این پرنده قرنیه آن است چون می‌توان قرنیه چشم این پرنده را به قرنیه چشم انسان پیوند زد.

تاریخچه

مصریان باستان در ۲۰۰۰ سال قبل شتر مرغ را برای کشیدن ارابه تربیت می کردند. ژنرال های رومی کلاه خودهای رزمی خود را با پرهای شترمرغ، به عنوان نشانه ای از رهبری می آراستند. پوسته تخم شتر مرغ در غارهای چین کشف شد که متعلق به ۲۵۰۰ سال قبل است که توسط انسان ها مورد استفاده واقع می شدند. شواهدی بدست آمده که پیشنهاد می کند که بوشمن های اولیه در آفریقای جنوبی این پرندگان بزرگ را برای گوشت شکار می کردند. از پوسته های شتر مرغ به عنوان ظروف آب استفاده می کردند از آن ها تخت های تزئینی می ساختند. نقاشی های قدیمی شتر مرغ، در معابد مصری کشف شدند بیانگر آن است که آن ها تا حدی بوسیله مصریان اهلی شده بودند. شتر مرغ نشانه تمی، الهه مصری صداقت و عدالت بوده است. فراعنه و خانواده هایشان جزء طبقات برتری بودند که می توانستند دارای بادبزن های ساخته شده از پر شتر مرغ باشند. روغن شتر مرغ توسط مصریان و رومیان باستان به عنوان ماده آرایشی و برای ماده ای جهت درمان درد و روماتیسم استفاده می شد. در دهه ۱۷۰۰ ماری آنتوانت پرهای شتر مرغ را به عنوان یک مد دلخواه زنان مجدداً معرفی نمود. آنچه اتفاق افتاد انفجاری در صنعت پر شتر مرغ بود که در طول قرن نوزدهم و نیز در قرن بیستم ادامه یافت. در حدود سال های ۱۸۶۰ تقاضای زیادی برای پر شترمرغ، منجر به اهلی کردن آن در آفریقای جنوبی شد. پس از اختراع دستگاه جوجه کشی مصنوعی، در سال ۱۸۷۰ این حرفه تبدیل به حرفه ای بسیار سودآور گردید اما از سال ۱۹۱۴ به بعد، تقاضا برای پر کاهش یافت و در اواخر دهه ۸۰ توجه به

گوشت و پوست این پرنده باعث رونق مجدد این صنعت شد و درحال حاضر مزارع شترمرغ در به طور گسترده در سراسر دنیا راه اندازی می شوند.

شترمرغ

با نام علمی (Struthio Camelus)، نوعی پرنده بی‌پرواز بومی آفریقا و نشخوارکننده از راسته سینه‌پهنان و بزرگترین پرنده زنده دنیاست. تخم آن از هر پرنده زنده دیگری بزرگتر است (البته فیل‌مرغ‌های ماداگاسکاری و موآهای نیوزیلندی که به تازگی منقرض شده‌اند بزرگتر بودند و تخم‌های بزرگتری هم داشتند).

شترمرغ ظاهر منحصر به فردی دارد که آن را از پرندگان دیگر متمایز می کند. آن ها با گردن و پاهای بلند خود قادرند با سرعت حدود ۷۰ کیلومتر بر ساعت بدوند که بالاترین سرعت زمینی در میان تمام پرنده‌هاست. غذای اصلی شترمرغ گیاهان است اما از بی‌مهرگان هم تغذیه می کنند. آن ها به صورت گروهی و در گروه‌های پنج تا پنجاه نفری زندگی می کنند و در هنگام خطر و یا برای پنهان شدن روی زمین دراز کشیده یا فرار می کنند، اما اگر در گوشه‌ای گیر افتاده و راه فراری نداشته باشند با پاهای قدرتمند خود به دشمن حمله می کنند. شترمرغ ها اهلی هم شده‌اند و در برخی نقاط دنیا پرورش داده می شوند. پرهای آن ها کاربرد زینتی دارد و در پوشاک هم استفاده می شود. پوست آن ها برای تولید چرم استفاده شده و گوشتشان نیز در بازار عرضه می شود. شترمرغ نر پرهای سیاهی دارد و انتهای پرها و بال‌های آن سفید است ولی پرهای شترمرغ ماده قهوه‌ای رنگ است. سر و گردن شترمرغ بدون پر و طاس است.

انواع شترمرغ

شترمرغ آفریقای جنوبی (struthio camelus australis)-**گردن آبی**

در جنوب آفریقا، در سواحل جنوبی رودخانه‌های زامبزی و کونن زندگی می کند.

گردن آبی نامیبیا

این نژاد دارای گردن و پاهایی بلند، اما بدنش کشیده بوده و قوزی برآمده در پشت دارد. پرها باریک و صافند. پوست دارای فولیکول هایی اندک و فاصله دار است. در طول فصل جفت گیری قسمت جلوی استخوان کف پا و پای نر قرمز می شوند. آن ها فاقد صفت برجسته ای بوده و خیلی تحریک پذیرند.

گردن آبی زیمبابوه

این نژاد قدبلند با بدنی توپر و خیلی سرزنده است. وزن و حجم بدن بیشتر از رایج ترین نژادهاست، وزن ماده ها ۱۴۰-۱۲۰ کیلوگرم و نرها ۱۷۰-۱۵۰ کیلوگرم می باشد. در طول فصل جفت گیری ساق پا تا انتهای ران و نیز تمام کله و زیرپوست گردن قرمزرنگ می گردد. فولیکول های پوست فاصله دارند. ماده ها پرهایی بلند و صاف داشته و پرهای روی سینه نرها تا حدی فردارند. منقار و پاهای ماده خاکستری کمرنگ است. ماده ها در هر فصل ۶۰ تخم میگذارند که وزن هر کدام ۲/۲-۱/۵ کیلوگرم می باشد. این نژاد به سادگی اداره می شود.

شتر مرغ آفریقای شمالی (struthio camelus camelus)-گردن قرمز

پرتعدادترین نوع شترمرغ است که زیستگاه از اتیوپی و سودان در شرق به سوی حاشیه صحرای بزرگ آفریقا تا سنگال و موریتانی در غرب ادامه می‌یابد. این زیرگونه در گذشته در نواحی شمالی‌تر مثل مصر و جنوب مراکش نیز می‌زیسته‌است. شترمرغ شمال آفریقا با ۲/۷۴ متر قد و ۱۵۴ کیلو وزن و سرعتی بیش از ۷۲ کیلومتر بر ساعت، بزرگ‌ترین و سریع‌ترین پرنده روی زمین است. سر آن سرخ رنگ، پوشش بدن نرها سیاه و سفید و ماده ها خاکستری است.

به نظر می‌رسد که اثر ضدمیکروبی آنها مرتبط با ساختمان فنلی آنها باشد (Lambert *et al.*, 2001). به‌صورت کلی میزان بازدارندگی عصاره را می‌توان به حضور حلقه آروماتیک که متصل به یک گروه قطبی است، نسبت داد. دراین‌رابطه، بورنئول و توژن در مقایسه با تیمول اثر بازدارندگی کمتری دارند که ناشی از فقدان حلقه آروماتیک در این مواد است (Farag *et al.*, 1990). تیمول فعالیت بازدارندگی بیشتری داشته که ناشی از حضور گروه هیدروکسی فنولیک می‌باشد. وجود گروه هیدروکسی فعال باعث شده است که این ماده بتواند به آسانی با جایگاه‌های فعال آنزیم‌ها، باندهای هیدروژنی تشکیل دهد. به‌طورکلی روش عمل اسانس‌های روغنی به غلظت آن ها وابسته است. غلظت‌های پایین از عمل آنزیم‌های مربوط به تولید انرژی ممانعت می‌کند درحالی‌که مقادیر بالای اسانس موجب رسوب پروتئین‌ها می‌گردد (Farag *et al.*, 1990). نقش دیگر ترکیبات ضدمیکروبی به خاصیت آب‌گریزی آنها نسبت داده می‌شود که آنها را قادر خواهد ساخت دیواره سلولی باکتری‌ها یا دیواره میتوکندری‌ها را تجزیه کرده و باعث تخریب سلولی و نفوذپذیری بیشتر سلول‌ها شود. در این زمینه نشت یون‌ها و دیگر محتویات سلولی نیز می‌تواند رخ دهد و درنتیجه تخلیه محتویات سلول باکتری و یا خروج مواد حساس و یون‌ها منجر به مرگ باکتری خواهد شد (Burt, 2004). اجزاء اسانس‌ها همچنین روی پروتئین‌های موجود در غشاء سیتوپلاسمی نیز اثر خواهند گذاشت (Farag *et al.*, 1990). نتیجه به دست آمده در پژوهش حاضر در تطابق با گزارش‌های حسن‌زاده و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعهٔ بررسی اثر پوشش خوراکی کیتوزان حاوی عصاره دانه انگور بر روی کیفیت و ماندگاری گوشت سینه مرغ در دمای یخچال بود. نتایج بررسی آنان نشان داد که پوشش‌دهی با کیتوزان باعث کاهش تعداد باکتری‌های مزوفیل هوازی خواهد شد. همچنین نتایج مشابهی توسط Abdalla و همکاران (۲۰۰۷) که به بررسی فیلم کیتوزان حاوی اسانس انبه پرداخته بودند گزارش گردید. آنان بیان نمودند که استفاده از پوشش کیتوزان باعث کاهش تعداد باکتری‌های کل، مهار رشد *کلیفرم ها* و کاهش قابل‌توجه باکتری *اشرشیا کلی* و افزایش مدت زمان ماندگاری گوشت چرخ‌کرده گاو در دمای یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد) خواهد شد. Fernandez و همکاران (۲۰۱۳) که خصوصیات میکروبی فیله‌های ماهی بسته‌بندی‌شده در شرایط هوازی و خلأ با استفاده از فیلم‌های کیتوزان را مورد بررسی قرار دادند نیز نتایج مشابهی با پژوهش حاضر گزارش نمودند. آنان بیان داشتند که پوشش کیتوزانی ماهی‌های فیله شده از طریق افزایش فاز تأخیری رشد باعث کاهش باکتری‌های مزوفیل‌های هوازی خواهد شد. به‌طورکلی نتایج شمارش باکتری‌ها حاکی از آن است که استفاده توأمان از کیتوزان و عصاره طبیعی گیاه کاکوتی باعث کاهش نرخ باکتری‌های مزوفیل هوازی و سایکروتروف خواهد شد.

شترمرغ آفریقای شرقی (struthio camelus massaicus)-گردن قرمز

پرهای کوچکی به رنگ نارنجی روشن بر روی سر، گردن و رآن هایشان دارند. فقط در جنوب کنیا، اتیوپی و بخش هایی از جنوب سومالی حضور دارند.

شترمرغ سومالی (struthio camelus molibdophanes)-گردن آبی

در شمال شرقی کنیا، جنوب اتیوپی و سومالی یافت می شود. گردن و ران آن ها سربی رنگ است. برخلاف دیگر شترمرغ ها گله‌ای زندگی نمی کند بلکه بیشتر تنها یا جفتی دیده می شوند. در شمال شرق کنیا با شترمرغ ماسائی زیستگاه مشترکی دارند. برخی این شترمرغ ها را گونه مجزایی محسوب می کنند.

شترمرغ آفریقایی اهلی شده (struthio camelus domesticus)-گردن سیاه

شترمرغ عربی (c. syriacus)

زیرگونه انقراض یافته‌ای که در گذشته در تعداد بسیار در شبه‌جزیره عربستان، سوریه و عراق زندگی می‌کرد و نسل آن در حدود سال ۱۹۶۶ به کلی نابود شد.

دشمن طبیعی

شترمرغ ها به عنوان پرنده‌ای بدون قابلیت پرواز در حیات وحشِ غنی ساواناى آفریقا با دشمنان طبیعی متعددی روبرو هستند. یوزپلنگ، شیر، پلنگ، سگ وحشی آفریقایی و کفتار خال‌دار از مهم‌ترین دشمنان این پرنده هستند. شترمرغ، با سرعت بالای خود در دویدن، قادر است از چنگ بیشتر آن ها بگریزد و به همین جهت اغلب شکارچیان با کمین کردن، یک پرنده را غافلگیر می کنند. به‌جز یوزپلنگ که با سرعت بسیار بالای خود موفق ترین دشمن طبیعی شترمرغ های بالغ محسوب می شود. شغال‌ها، پرندگان شکاری، و خدنگ‌ها از مهم‌ترین شکارچیان جوجه‌شترمرغ ها هستند. والدین برای نجات جوجه‌هایشان سعی می کنند حواس شکارچی را پرت کنند، اما گاهی اوقات وارد نبرد خونینی با شکارچی می شوند و در چنین نبردهایی حتی توانایی کشتن قدرتمندترین دشمن خود، یعنی شیرها را هم دارند.

شرایط اقلیمی مناسب جهت پرورش شترمرغ

شترمرغ ها پرندگانی با قابلیت سازگاری بسیار بالا می باشند. به همین جهت امکان پرورش آن ها در طیف جغرافیایی وسیعی وجود دارد، به طوری که توانایی زندگی در دامنه دمایی ۲۰- تا ۵۰+ درجه سانتی گراد را دارا بوده و در حال حاضر این پرنده از مناطق گرم آفریقای جنوبی تا مناطق سرد آمریکای شمالی پراکنده بوده و به راحتی مورد پرورش قرار می گیرد. دوره پرورش شترمرغ گوشتی حدود یک سال تا ۱۵ ماه است و وزن شترمرغ زنده ۱۲۰ کیلوگرم است که حدود ۳۵ درصد آن را گوشت تشکیل می‌دهد. شتر مرغ ها پرندگان بسیار مقاومی می باشند و به صورت موفقیت آمیزی می توانند در محیط های آزمایشی از بیابان های گرم تا زمستان هایی با بارش برف و باران گرفته پرورش داده شوند.

آب و هوا و محیط های کوچکی که در سیستم های تجاری برای پرورش شترمرغ ها فراهم می شوند و دارای حرارت دهی مصنوعی می باشند ممکن است بر روی رفاه و قابلیت تولید و بهره وری و جوجه کشی آن ها تاثیر گذار باشد. در حالی که پرنده های شتر مرغ به صورت فیزیولوژیک به خوبی خود را در طیف گسترده ای از شرایط محیطی وفق می دهند و قابلیت زنده مانی دارند.

رطوبت

شترمرغ مناطق کم رطوبت مانند نواحی استپی و نیمه بیابانی (فلات مرکزی ایران) را ترجیح می دهد. از این رو به منظور احداث مزارع پرورش شترمرغ باید به رطوبت منطقه انتخابی توجه زیادی شود زیرا رطوبت از عوامل منفی جهت پرورش شترمرغ، اعم از گله های پرورشی و گله های مادر است. بارندگی و رطوبت بالای منطقه، محیط مناسبی برای بروز بسیاری از بیماری ها، افزایش تلفات و کاهش درصد تولید جوجه می باشد و در نتیجه تأثیر سویی بر کیفیت محصولات تولیدی و نهایتاً کاهش درآمدهای اقتصادی است. همچنین با توجه به حساسیت های خاص پرندگان و اینکه عامل ایجاد بسیاری از بیماری های مهلک طیور توسط باد منتقل می گردد، باید پس از تعیین جهت وزش بادهای محلی، واحدهای پرورش در جهت خلاف وزش باد غالب احداث گردد.

زمین مناسب جهت پرورش شترمرغ

اولین گام جهت راه اندازی یک مزرعه پرورش شتر مرغ، زمین و موقعیت جغرافیایی مناسب می باشد.گروه بندی معمول شتر مرغ های بالغ به صورت دسته های سه تای یعنی یک نر و دو ماده است. البته نگهداری جفتی (یک نر ویک ماده) یا دسته های چهار تایی (یک نر وسه ماده) یا نگهداری دسته جمعی نیز امکان پذیر است، اما نگهداری جفتی یا سه تایی توصیه می شود زیرا کنترل عملکرد فردی هر پرنده در این حالت امکان پذیرتر است. فضای مورد نیاز برای پرورش دسته سه تایی ۳۰ متر در ۵۰ متر و در مجموع ۱۵۰۰متر مربع است. البته این اندازه بدون هیچگونه عواقب جدی تقریباً به نصف قابل تقلیل می باشد. اگرچه گردشگاه های بزرگ تر با مکان های دویدن وسیع مطلوب تر بوده و به همین علت گردشگاه ها به صورت مستطیل می باشد. جوجه شترمرغ ها در ۱ ماه ابتدای زندگی به فضای کمی نیاز دارند فضای ۲ متر در ۱۰متر برای ۲۰ جوجه کافی است. جوجه شترمرغ ها سرعت رشد بسیار خوب و بالایی دارند و با سرعت رشد جوجه ها نیاز به زمین و فضای پرورشی به سرعت افزایش می یابد. جوجه ها هنگام شب به سالن احتیاج دارند. در صورت وجود منبع گرمایی همه جوجه ها باید به این منبع گرمایی دسترسی داشته باشند. بر اساس احتیاج بدنشان جوجه ها باید دور از حرارت بنشینند. زمانی که جوجه ها مستقیماً از هچر به زیر سایه بان در طول روز منتقل می شوند در دو هفته اول به یک لامپ حرارتی در طول شب احتیاج دارند. سایه حتی به شکل سایه درخت عامل مهمی برای شتر مرغ ها درهر سنی است. همچنین یک اتاق برای انکوباتور، یک اتاق برای هچر، محلی برای تمیز کردن تخم ها و محلی اختیاری برای ذخیره تخم ها قبل از قرار دادن در انکوباتور مورد نیاز است. پرندگان بالغ باید دو بار در روز تغذیه شوند: یک بار در اوایل روز و یک بار در وسط یا پایان عصر. جوجه ها باید حداقل پنج بار در روز سرکشی شوند، وقتی تخم ها هفته ای یک بار گذاشته شوند جوجه کشی به طور روزانه و هچینگ باید روزی دو بار بررسی شود. همچنین تمیز کردن لانه جوجه ها بسیار اهمیت دارد تا جوجه ها از خوردن مدفوع باز داشته شوند. پرندگان در طول شبانه روز به آب نیاز دارند. این موضوع را باید در طراحی لانه ها در نظر داشت. در آب و هوای سرد، ممکن است نیاز به نصب آبگرمکن هایی باشد تادمای آب را برای همه پرنده ها در ۲۰ درجه سانتی گراد ثابت نگه دارد و صرفاً یخ زدن آب کافی نیست. شترمرغ ها علاقه به نوشیدن آب در حین غذا خوردن دارند که این عمل موجب کثیف شدن سریع آب می شود و بنابراین باید به طور منظم آب تمیز در اختیارشان قرار گیرد. آب بسیار سرد یا گرم آن ها را تحت تأثیر قرار داده و اغلب موجب کاهش مصرف غذا می شود.

اهمیت دامی

این دام به دلیل قدرت متابولیسمی بالا و تبدیل غذا به انرژی، رشد سریع، عمر مفید و طولانی و تولید مثل بالا از دیگر دام ها متمایز می باشد. این دام به دلیل سازگاری با محیط زیست و آب و هوای متفاوت از نظر نگهداری، کم هزینه ترین جایگاه را به خود اختصاص داده است. با حصارکشی روی زمین های خاکی و ایجاد سایه بان، می توان از شترمرغ نگهداری کرد. غذای این پرنده یونجه، علف، تخم علف ها، دانه ها، غلات، شکوفه ها و جوانه های سبز، میوه و گیاهان دانه دار می باشد. این پرنده برخلاف سایر دام ها می تواند در دشت ها و فلات ها نیز زندگی کند و به دلیل داشتن سیستم گوارشی مناسب، آن هم به گونه ای که غذا به مدت ۴۲ ساعت در معده این پرنده گردش می کند، تمام مواد مغذی در بدنش جذب می شود. شترمرغ با رشد سریعی که دارد، پس از یک ماهگی، روزی یک سانتی متر رشد کرده و در سن ده ماهگی قابل کشتار می باشد و این نشان دهنده رسیدن این پرنده به رشد اصلی است. از ابتدای شکل‌گیری صنعت شترمرغ، فروش پرندگان مولد و جوجه‌های وارداتی در ابتدای این صنعت بخش درآمدزای مزرعه‌داران بود. به تدریج فروش جوجه‌های تولید شده داخلی جای واردات جوجه و پرنده مولد را در بازار گرفت، این در حالی بود که هنوز تدبیری برای فروش محصولات اصلی شترمرغ از قبیل پوست، گوشت و پر در نظر گرفته نشده بود. در همین منوال پرندگان مولدی که بر اثر جراحات فیزیکی آسیب دیده بودند کشتار و روانه بازار می‌شدند. عرضه گوشت مولد به بازار گوشت اشتباهی بود که در ابتدا جلوی رشد صنعت را گرفت زیرا کیفیت پایین گوشت شترمرغ مولد خود باعث تبلیغ منفی در عرضه گوشت این پرنده گردید. سال ۱۳۸۶ که سال نزولی صنعت شترمرغ و ریزش بسیاری از

مزرعه‌داران بود نقطه عطفی نیز در صنعت محسوب می‌شد چرا که کاهش ناگهانی قیمت جوجه شترمرغ منجر به آغاز پرواربندی این پرنده در ایران شد و شاخه و بازار جدیدی را در سال‌های آتی فراهم‌کرد. به دلیل عدم تقاضای خرید جوجه شترمرغ در این سال و سال ۸۷ باید راه حلی در خصوص مصرف محصولات در نظر گرفته می‌شد، در این راستا تبلیغات جزئی توسط بخش‌های خصوصی و مزرعه‌داران بزرگ صورت گرفت که تا حدودی فضای خالی تبلیغات را پرکرد، با این حال هنوز سایر محصولات شترمرغ از قبیل پوست و پر سهمی در بازار فروش نداشت و عمده مزرعه داران پوست و پر را دور می‌ریختند. به تدریج افزایش کیفیت گوشت شترمرغ عرضه شده به بازار به دلیل پروار پرنده و کشتار آن ها در سنین پائین جای خود را در برخی از فروشگاه‌ها و رستوران ها باز کرد و از سال ۱۳۸۹ خرید پر و پوست رونق گرفت و رشد مزارع پرواری نیز روندی افزایشی داشت و رشد قابل توجهی در عرضه محصولات صورت گرفت. سهم گوشت در سودآوری فروش محصولات شترمرغ تا سال ۸۹ تقریبا ۱۰۰ درصد بود که با خرید پوست و پر از این سال این سهم تا حدودی کاهش یافت ولی همچنان بیشترین سهم را در پر کردن فضای درآمد پرواربندی به خود اختصاص می‌دهد.

دو بخش کلی، سوددهی یک مزرعه پرواری را ضمانت می‌کند: خرید مواد اولیه با قیمت مناسب و فروش محصولات با قیمت مناسب.

اهداف توسعه صنعت پرورش شترمرغ

ایجاد تنوع پروتئینی در کشور با عرضه گوشت قرمز با کیفیت بالا (فاقد چربی و کلسترول)

ایجاد اشتغال با شروع یک رشته فعالیت جدید در کشور

استفاده از قابلیت تکثیر بالای شترمرغ در تولید گوشت و سایر فرآورده‌ها

استفاده از قابلیت شترمرغ در استفاده از ضایعات کشاورزی و علوفه در تولید گوشت

ارتقاء سلامت جامعه با توجه به خصوصیات منحصر به فرد گوشت

ایجاد کارگاه‌های کوچک برای تولید فرآورده‌هایی از تولیدات جانبی مانند: پوست، تخم، چربی، پر

تولید چرم مرغوب و تولید فرآورده‌های چرمی با توجه به شکل منحصر به فرد پوست و ایجاد بازار جدید در صنایع چرم سازی کشور

تولید پر و ایجاد صنایع کوچک که در آن ها انواع گردگیرها ساخته خواهد شد.

ایجاد زمینه برای صادرات فرآورده‌های تولیدی باتوجه به تقاضای موجود در دنیا

تولید مثل

تخم گذاری در اوایل بهار آغاز شده و تا پاییز ادامه دارد. یک شترمرغ خوب پس از ۲ سال شروع به تخم گذاری می کند. اگرچه بسیاری از ماده ها این کار را از حدود ۲۰-۱۸ ماهگی آغاز می کنند و عمر تولیدی ۳۵-۳۰ ساله دارند. تولید تخم پارامتر متغیری است. یک شترمرغ می تواند ۱۰۰-۴۰ تخم در سال بگذارد (به طور متوسط ۶۰ تخم در سال). زمان جفت‌گیری در شترمرغ ها بسته به مکان زندگیشان متفاوت است. در شرق آفریقا، شترمرغ ها در فصل خشک اقدام به جوجه‌گذاری می کنند. نر با پاهای خود خراش‌هایی در زمین ایجاد می کند و ماده همراهش در حفره‌های پدید آمده تخم‌های خود را می‌گذارد. دیگر ماده‌ها نیز تخم‌های خود را در همین حفره‌های روی زمین قرار می‌دهند. ماده در طول روز، و نر در هنگام شب از تخم‌ها نگهبانی

می کند. تخم‌های نگهبانی نشده می توانند مورد هجوم کرکس‌ها و دیگر درندگان قرار گیرند. در کل، کمتر از ۱۰ درصد کل آشیانه‌های اولیه در دوره سه هفته‌ای گذاشتن تخم و شش هفته ای خوابیدن بر روی تخم سالم می مانند. پرنده نر به هنگام جفت گیری با بادکردن گلوی خود غرش های رسائی برمی آورد ولی به طور کلی و در سایر موارد شترمرغ ها فاقد صدای خاصی می باشند. شترمرغ ماده در فصل بهار به صورت یک روز در میان تخم گذاری نموده و در هر مرحله ۱۴ تا ۲۱ تخم می گذارد. وزن تقریبی هر تخم یک کیلو و نیم است. شترمرغ ماده در فصل تخم گذاری بسیار خشمگین و عصبانی است و اگر کسی مزاحمتی برایش ایجاد سازد با لگد ضربه محکمی بر او وارد می کند. پرندگانی مانند ایمو، کسوری و ری ها با اندک اختلافی در رنگ، پره و محل زندگی از تیره شترمرغ ها هستند. جوجه کشی به دو روش طبیعی و مصنوعی صورت می گیرد.

در جوجه کشی طبیعی، شترمرغ تخم هایش را در یک گودال کم عمق گذاشته و روی ۱۵-۱۲ تخم می نشیند.در جوجه کشی مصنوعی، تخم ها باید روزی دوبار جمع آوری شده و در ۷۰-۶۰ درجه فارنهایت خنک شوند و در عرض ۴-۲ روز در دستگاه جوجه کشی قرار گیرند. طول مدت جوجه کشی تخم ۴۲ روز است.

روش های مختلف پرورش شترمرغ

۱.چرخه کامل (Full Cycle)

این حالت شکل معمول است. مولدها تخم می گذارند، مزرعه دار انکوباسیون و جوجه کشی را انجام می دهد و سپس جوجه ها را تا رسیدن به سن کشتار پرورش می دهد. بهترین قسمت این روش این است که مزرعه دار مسئول هر بخش است. اگرمحل جغرافیایی طوری باشد که هیچگونه تجهیزات انکوباسیونی در اطراف آن وجود نداشته باشد، مزرعه دار باید شخصاً این کار را انجام دهد. از طرف دیگر اگر مزرعه بزرگ است به افراد دیگری برای پرورش همه جوجه ها نیاز می باشد. بار مالی این نوع سرمایه گذاری وقتی همه مراحل را مزرعه دار انجام می دهد در بیشترین مقدار است. به طور کلی، با پیشرفت صنعت شترمرغ، کارها تخصصی تر شده و هر مزرعه دار تمایل دارد بر روی کاری که بهتر وارد است متمرکز شود.

۲.پرورش مولدها

برخی از مزرعه داران، مولد پرورش داده و تخم های آن ها را می فروشند. این منبع درآمد آن ها است.

۳.تجهیزات جوجه کشی

ممکن است شخصی بخواهد فقط تجهیزات جوجه کشی داشته باشد. مزرعه دارانی هستند که برای جوجه کشی تخم هایشان حاضرند پول پرداخت نمایند، آن ها ممکن است تخم شترمرغ را خریداری کرده و به صورت جوجه یک روزه به فروش برسانند. یک سیستم جوجه کشی خوب بسیار گران بوده و بنابراین به سرمایه گذاری زیادی نیاز دارد. قبل از تصمیم گیری برای راه اندازی تجهیزات جوجه کشی لازم است تقاضای موجود در منطقه یا تأمین تخم ها مورد ارزیابی قرار گیرد. معمولاً مزرعه داران برای قرار دادن تخم شترمرغ ها در ماشین مبلغ ثابتی را پرداخت کرده و برای هر جوجه ای که تحویل می گیرند نیز مبلغ بیشتری می پردازند. ثبت مشخصات تخم ها برای اینکه مالکان تخم ها جوجه های خود را تحویل بگیرند اهمیت فوق العاده ای دارد.

۴.پرواربندی جوجه ها

کم هزینه ترین گزینه است. جوجه ها در سن خاصی خریداری شده و تا زمان کشتار پرورش داده می شوند. این گزینه به ویژه برای تازه کارها جالب است، مخصوصاً اگر قرارداد خرید مجدد پرنده های کشتاری وجود داشته باشد. اما در این مورد باید دقت

بسیاری نمود زیرا در گذشته بسیاری از این قبیل قراردادها به علت ناتوانی شخص پیشنهاد کننده برای فروش محصول به قیمت مطلوب، با شکست مواجه شده است. به عبارت دیگر به توافقات بیع متقابل عمل نشده و در برخی موارد پرنده ها روی دست مزرعه دار مانده و خود باید به بازاریابی آن ها بپردازد.

۵ .گروه های منطقه ای

برخی طرفدار گروه های منطقه ای هستند چون مزرعه داران توسط یکدیگر حمایت می شوند. کار گروهی از هر لحاظ مفید است. مزرعه داران همگی دارای مولد بوده و همه تخم شترمرغ هایشان را به یک فرد تحویل می دهند. هر مزرعه دار به طور چرخشی هر هفته تعدادی از جوجه ها را تحویل می گیرد. این بدین معنی است که مزرعه دار اول همه جوجه های هفته اول را تحویل می گیرد. مزرعه دار دوم همه جوجه های هفته دوم و ... سیستم کاملا تعاونی است به طوری که هیچ جوجه ای به حال خود رها نمی شود و مدیریت ۵ جوجه به آسانی ۲۰ جوجه است. همه کشاورزان از خوراک مشابهی استفاده می کنند که به تولید محصول یکنواخت کمک می کند. خرید عمده، قیمت مناسب تری را برای این مزرعه داران به همراه دارد.

۶ .پرنده های زنده

برخی ممکن است به قصد فروش پرنده زنده اقدام به پرورش نمایند. اگر چه این امر به برگشت سرمایه در کوتاه مدت کمک کرده و بسته به کشور محل پرورش می تواند در آمد بالایی را به همراه داشته باشد، اما اتفاقاتی نظیر اشباع شدن بازار پرنده زنده و نبود تقاضای بیشتر برای پرنده زنده را به همراه دارد.

تغذیه

هزینه غذا ۶۰٪ تا ۷۰ ٪ کل هزینه پرورش شترمرغ را تشکیل می دهد، بنابراین درک آن در ابتدای آغاز به کار پرورش شترمرغ بسیار مهم است. هزینه غذا به خودی خود مهم نیست بلکه تفاوت موجود در درآمد پرنده های پروار شده و هزینه تولید آن ها اهمیت دارد. علاوه بر محاسبه هزینه تخم، جوجه، پرنده آماده کشتار که همه فاکتورهای مهمی هستند، محاسبه افزایش در آمد حاصله از تولید بالاتر (تعداد تخم، تعداد جوجه، کیلوگرم گوشت تولیدی و پوست بزرگ تر) نیز اهمیت دارد. بنابراین بسیاری از مردم بدون بررسی قابلیت در تولید گزینه های مختلف و درک این موضوع که تغذیه بهتر موجب کاهش ضرر ناشی از عدم باروری، مشکلات جوجه درآوری و تلفات جوجه ها می شود، به دام کاهش هزینه های غذا گرفتار می شوند.

محصولات شترمرغ

گوشت

گوشت شترمرغ،گوشت قرمز است. طعم، بافت و رنگ آن شبیه به گوشت گاو بوده اما میزان چربی، کالری و کلسترول آن کمتر است. به علاوه گوشت شترمرغ میزان بالایی از عناصر کم نیاز مانند روی و منیزیم را داراست. این گوشت نیاز بدن به ویتامین PP (نیاسین) را تأمین کرده و نسبت به سایر گوشت ها مقادیر بیشتری ویتامین های A، C، B1 و B2 دارد. همچنین میزان گوشت به دست آمده از هر شترمرغ بسیار قابل توجه است. یک شترمرغ ۱۲ ماهه با وزن زنده ۱۰۰ کیلوگرم، لاشه ای با وزن ۶۰ کیلوگرم تولید خواهد کرد. از این ۶۰ کیلوگرم، ۲۱ کیلوگرم گوشت درجه یک (استیک و فیله) و ۱۴کیلو گرم گوشت درجه دو (گوشت لخم) و مابقی استخوان و چربی خواهد بود. این مقادیر بسته به سن، جنس و روش های مدیریتی تغییر می کند.

مشکل گوشت این است که در حالت تازه یک فرآورده فاسد شدنی است. گوشت شترمرغ باید هر چه سریع تر به فروش برسد و درصورتی که در خلأ بسته بندی شود، دوره نگهداری آن ۲۱ روز است. در صورت انجماد، گوشت را تا یک سال می توان نگهداری کرد.

تخم شترمرغ

تخم شترمرغ ۱۶۰۰ گرم وزن داشته و معادل ۲ دوجین تخم مرغ است. از تخم های غیر بارور به صورت تزیین شده به عنوان زیر سیگاری، لامپ و یا تزیینات دکوری استفاده می شود.

پوست شترمرغ

پوست ها باید در درجه حرارت ۴ تا ۱۰ درجه سانتی گراد نگهداری شده و هیچ گاه منجمد نشوند. تقاضای بازار برای پوست پاهای بزرگ از قسمت زانو تا نوک پا است. اکثر تعاونی ها با دباغی پوست و فروش آن درآمد بیشتری کسب می کنند.

پر شترمرغ

پتانسیل پنهانی برای بازاریابی پر شترمرغ وجود دارد. همچنان که رازهای تمیز کردن و رنگ آمیزی پرهای شترمرغ آشکار نشده است. از پرهای شترمرغ می توان برای انواع مختلف تزئین نظیر تزئینات گیاهی، طراحی داخلی، لباس های محلی وکلاه استفاده کرد یا آن را به محصولاتی نظیر بوآ و جاروی پر تبدیل کرد. پر شترمرغ خاصیت آنتی استاتیک دارد که آن را برای صنعت نقاشی اتومبیل ایده آل می سازد، اما کمتر کسی به چنین بازاری راه پیدا می کند. انواع مختلفی از پر وجود دارد. بهترین نوع: پرهای سفید طویل نر است اما برای سایر پرها نظیر پر دم تقاضا وجود دارد. شاید این منبع درآمدی نباشد که در برآورد فروش اولیه روی آن بتوان حساب باز کرد، باید محلی برای فروش پر در نظر داشت.

پوست تخم شترمرغ

در روز ۱۴ تخم ها از نظر باروری امتحان شده و تخم های غیر بارورحذف می شوند. می توان محتویات این تخم ها را با ایجاد یک سوراخ کوچک در انتهایشان خالی کرد و داخل آن را ضد عفونی کرد. این پوسته های خالی تمیز و سفید رنگ نیز دارای ارزش هستند. جالب است که بسیاری از مردم آن ها را صرفاً به عنوان وسیله تزیئنی در خانه نگهداری می کنند. برخی از افراد آن ها را رنگ آمیزی کرده و به عنوان یاد بودهای مزرعه به فروش می رسانند. همچنین برخی از مردم از کنده کاری بر روی تخم ها وسایلی نظیر لوازم زینتی, لامپ یا ظرف های ساده می سازند.

روغن شترمرغ

در ۳۰۰۰ سال قبل در فرهنگ های مصری، رومی و آفریقایی از روغن شتر مرغ به عنوان یک ماده آرایشی و نیز برای درمان درد و روماتیسم استفاده می شد. مستندات تاریخی درباره روغن شترمرغ به زمان های خیلی قدیم یعنی قرن اول پس از میلاد بر می گردد و به استفاده گسترده از روغن برای درمان زخم، سوختگی ها، ناراحتی های پوستی، خشکی پوست و مو و بسیاری موارد دیگر اشاره می کند. پلینی فیلسوف رومی قرن اول پس از میلاد مطالب زیادی درباره فواید استفاده از روغن شترمرغ گفته است. روغن شترمرغ حاوی اسیدهای چرب ضروری امگا ۶ و امگا ۹ است که مرطوب کننده و حالت دهنده پوست می باشند و برای کاهش و دوباره پرکردن چروک ها و خطوط ریز ضروری هستند. با افزایش سن پوست قابلیت ارتجاعی خود را از دست داده، میزان رگ های خونی در پوست کاهش یافته و غشاء میانی پوست نازک تر و شکننده تر می گردد، بنابراین چین و چروک ها ظاهر می شوند و طراوت و شادابی خود را از دست می دهند. همچنین غده ها فعالیتشان کم تر شده و روغن (چربی) کمتری تولید می کنند در نتیجه پوست خشک تر می گردد. از طرفی پوست سلول های پیر را آرام تر جایگزین می کند و سلول ها خودشان را کمتر ترمیم می نمایند . روغن شترمرغ حاوی روغن های نافذ عمیق است که در پوست جذب شده و رطوبت را حبس می کند. این روغن مناسب برای جایگزین کردن قابلیت ارتجاعی از دست رفته ی پوست می باشد. همچنین روغن شترمرغ به کاهش آسیب خورشید و لکه های ناشی از افزایش سن کمک می کند.

درمان استریا با روغن شترمرغ

روغن شترمرغ یک روغن طبیعی شگفت آور از لحاظ التیام بخشی و نفوذ بوده و بیش از هفت سال در ایالات متحده مورد مطالعه قرار گرفته است و در مجله ی پزشکی نیواینگلند چاپ شده است. چندین دانشگاه شامل دانشگاه بوستون، مرکز علمی بهداشتی دانشگاه تگزاس، دانشکده ی پزشکی دانشگاه ایندیانا و دانشگاه اوبرون در بسیاری از مطالعات بر روی تأثیرات روغن شترمرغ و نفوذش در پوست، سال ها شرکت داشته اند. در طی این پژوهش، به این نتایج دست یافتند که روغن شترمرغ دارای منافع زیادی در درمان پوست آسیب دیده از جمله آثار زخم و استریا دارا می باشد. این بدین دلیل است که روغن شترمرغ حاوی مقادیر زیادی از اسیدلینولنیک (امگا ۳)، اسیدلینولئیک (امگا ۶)، اسید ها (اسید های چرب اشباع نشده که بدن قادر به تولید آن ها نیست، ولی پوست نیازمند آن است) و اسید پالمتیک که رشد سلول پوستی جدید را تقویت می کند، می باشد. روغن شترمرغ تمامی این آجرهای ساختمانی را مستقیماً از طریق پوست برونی به غشاء میانی پوست می رساند. در این مرحله روغن سریعاً جذب شده و در ترمیم بافت، جای زخم، استریا، جایی که آسیب صورت گرفته، کمک می کند. روغن شترمرغ خیلی غلیظ بوده، دارای میزان زیادی ویتامین E بوده و بدون آن این مواد مغذی ضروری قابل بهره برداری توسط غشاء میانی پوست نمی باشند. در نتیجه به جای استفاده از داروهای تجویزی یا قرص های گران قیمت می توان با روغن شترمرغ به التیام پوست به طور طبیعی کمک کرد.

برخی بیماری های شایع شترمرغ

شترمرغ نیز مانند حیوانات دیگر در معرض بیماری ها و عفونت های مختلفی می باشد. به منظور مدیریت صحیح گله های شتر مرغ که از اهمیت حیاتی در این صنعت برخوردار است باید به نکات ذیل توجه نمود.

حداکثر حصارکشی مطلوب جهت کاهش خطرات ناشی از صدمات و شکستگی استخوان ها

ایجاد استانداردهای بالایی بهداشتی، پائین نگهداشتن آلودگی های باکترهایی مانند کلستریدیا و هیستوموناس که منجر به آنژیت می شوند.

تهیه جیره های غذایی صحیح

جوجه شترمرغ ها نیاز به مراقبت بیشتر دارند. ۹۰٪ تمامی مرگ و میر جوجه شترمر غ ها ناشی از بیماری های ذیل می باشد.

عفونت های بند ناف و کیسه زرده

این یک مشکل متداول گله های شتر مرغ می باشد که اکثراً به دلیل مدیریت ضعیف است. پس از خارج شدن جوجه شترمرغ ها از تخم، باید بندناف آن ها به یک ژل یا اسپری آنتی بیوتیکی آغشته گردد. در آمریکا بتادین مورد استفاده قرار می گیرد. ضدعفونی صحیح سترها، هچری و تخم شترمرغ ها نقش ویژه ای در پیشگیری از وقوع آلودگی دارد. کف جایگاه نگهداری جوجه ها در روزهای اول بعد از خروج از تخم با ید گرم باشد. سرما از طریق پوست شکم به روده ها و کیسه زرده رسیده و منجر به کاهش فعالیت میکربی فلور روده ها و به تعویق افتادن متابولیسم کیسه زرده می شود. همچنین باید نسبت به بهداشت و گرمای کف جایگاه جوجه ها توجه خاصی داشت. تجربیات عملی نشان داده اند که جوجه شترمرغ ها نیاز به مراقبت دائمی دارند و

مشاهده ظاهری به تنهایی کافی نیست چون زمانی که علائم بیماری ظاهر می شود ممکن است برای درمان دیر باشد. کلید موفقیت پرورش جوجه شتر مرغ ها، رعایت بهداشت در گرمخانه و توزین مداوم جوجه شترمرغ ها درچهار هفته اول می باشد. این سنجش های به موقع، مدیریت دقیق و همکاری پیوسته با دامپزشک با تجربه می تواند مشکلات رشد را قبل از بروز علائم قابل مشاهده مشخص نماید.

عفونت های ویروسی

نیوکاسل

موارد وقوع بیماری نیوکاسل در گله های شتر مرغ تنها در نواحی از اسرائیل و آفریقای جنوبی گزارش شده است. جهت پیشگیری از بروز بیماری استفاده از واکسن کشته روغنی نیوکاسل به مقدار ۱ سی سی قابل توصیه است. این واکسن باید ۶ هفته بعد تکرار شده و هر شش ماه یک بار یک یادآوری تزریق شود. استفاده از واکسن زنده (لاسوتا به صورت اسپری چشمی همزمان با واکسن کشته) نیز توصیه می شود.

آبله

این بیماری جوجه شتر مرغ ها را درگروه سنی یک هفته تا چهار ماه و با میزان مرگ و میر تا ۱۵ درصد مبتلا می کند. با استفاده از واکسن های تجاری آبله این بیماری قابل کنترل می باشد.

آنفولانزای طیور

آنفولانزای طیور هیچ تهدیدی برای سلامت انسان محسوب نمی شود، اما ممکن است برای بسیاری ازگونه های طیور کشنده باشد. اشکال خفیف ویروس می توانند تداوم داشته و بدون جلب توجه زیاد تا زمانی که به یک شکل کشنده تر تبدیل شوند منتشر شوند. لانه های پرندگان شکاری و چراگاه های خانواده شترمرغ اغلب در معرض ویروس باشند زیرا ممانعت از تماس های پرنده به پرنده (پرندگان با همدیگر) در این جایگاه های باز مشکل تر است. علائم عفونت آنفولانزای طیور می تواند شامل کاهش تولید تخم، مصرف خوراک و آب و اسهال باشد. ناراحتی تنفسی ممکن است شایع ترین علامت بیماری باشد. اشکال خفیف ممکن است منجر به تلفات کم شود، در حالی که عفونت های حاد ممکن است منجر به ۱۰۰٪ تلفات طیور شوند. تخم هایی که تا حدی تشکیل رنگدانه عادی شان از بین رفته نیزممکن است معرف وجود بیماری باشند. درمان های خاصی برای آنفولانزای طیور موجود نیستند و موثر بودن اکثر واکسن ها برای پرورش دهندگان پرندگان شکاری و خانواده شتر مرغ اثبات نشده اند .درمورد این بیماری درمان شناخته شده ای وجود نداشته و واکسن های موجود در پیشگیری از ابتلاء به بیماری موثر نمی باشد. شتر مرغ های آلوده ویروس را به تخم خود منتقل نموه که خطر آلوده کردن گرمخانه و تخم های سالم موجود در آن را در بردارد. این ویروس باعث مرگ و میر جنین می شود. عموماً شترمرغ ها نیز مانند سایر طیور و پرورش به عفونت های ویروس کورنا ویروس ها، هرپس ویروس ها و آدنو ویروس ها مبتلا می شوند.

عفونت های باکتریایی

علت اصلی آلودگی های باکتریایی بهداشت ضعیف در اتاق گرمخانه، بستر و هچری و جایگاه نگهداری جوجه ها می باشد و معمولاً درمان بعدی کمتر موفقیت آمیز می باشد، در نتیجه رعایت بهداشت نقش کلیدی در پرورش شترمرغ دارد.

مسمومیت خونی

این بیماری غالباً درجوجه ها ایجاد می شود. رعایت اکید بهداشت و ارتقاء سطح ایمنی گله معیارهای اساسی در پیشگیری از وقوع این بیماری می باشند. افزودن آنتی بیوتیک ها به غذا یا آب آشامیدنی درموارد اضطراری و به مدت کوتاه به عنوان یک پیشگیری مطرح می باشد. همچنین استفاده از باکتری های لاکتو باسیلوس که از تکثیر شدید کلی باسیل ها در روده جلوگیری می کنند موفقیت آمیز بوده است.

سل

تا سال های ۱۹۶۰ بیماری سل یکی از علل عمده مرگ و میر شتر مرغ در باغ وحش ها بود. در صنعت پرورش شترمرغ موارد بروز سل به صورت تک تک و به خصوص در پرندگان مسن تر دیده می شود. باسیل سل درخاک، کود و بستر سال ها باقی می ماندپ. از آنجایی که هنوز درمان قاطعی برای این بیماری در شترمرغ وجودندارد، این عفونت تهدید مزمنی برای شترمرغ ها محسوب می شود. استرس، سوءتغذیه و دیگر عوامل منفی خطر عفونت را افزایش می دهند. شتر مرغ ها باید تنها از گله هایی که دارای گواهی عاری بودن از بیماری را دارند، تهیه شوند و پرندگان بیمار جدا شده سپس فوراً معدوم گردند.

عفونت چشم ها

گرد و غبار بعضی غذاها یا بستر ممکن است چشم جوجه شترمرغ ها را تحریک نموده و منجر به بروز کونژونکتیویت مکانیکی شود. این آزردگی ممکن است توسط باکتری های بیماری زا تشدید شده موجب بروز کراتیت یا حتی آبسه های روی قرنیه چشم شوند.

انگل های خارجی

کنه ها

کنه ها می توانند با گزش شترمرغ ها به پوست صدمه وارد کنند. همچنین کنه های گونه آمبلیوما می توانند بیماری ها را از طریق گزش به انسان منتقل نمایند (ویروس تب کنگو کریمه).

شپش

به پرهای پرنده صدمه وارد نموده و باعث ایجاد ظاهری ژولیده در حیوان می شود. در این آلودگی ها، سمپاشی های منظم و تکرار آن بعد از یک هفته ضروری است.

مگس

موجب تحریک و خارش پوست می شود و به دنبال گزش و خونخواری ممکن است محل گزش عفونی شده، ضایعات پوستی ایجاد نماید.

بیماری های تغذیه ای

ارتباط بین بیماری و تغذیه در تشخیص بیماری جوجه ها حائز اهمیت می باشد و به همین علت بعضی از جوجه ها ممکن است به علت خوردن مواد مختلف قابل دسترس در روی زمین و محیط اطراف همراه با خاک و شن دچار انباشتگی و تلفات گردند.

پرخوری

خود خوری ممکن است دراثر عوامل زیادی از قبیل نوع تغذیه، روش مدیریت، شرایط محیطی، وضعیت سلامتی و یا تراکم گله رخ دهد. تجربه نشان داده است که کمبود اسیدآمینه‌های گوگرددار، ارتباط مستقیمی با خودخوری دارد. پرهایی که کمبود اسیدآمینه دارند ظاهری ژولیده و کثیف و پوسته پوسته دارند. زیادی پروتئین در جیره به خصوص زمانی که عدم برقراری تعادل بین پروتئین و انرژی باشد منجر به پرخوری می شود. در این شرایط ممکن است پرنده از پروتئین به عنوان منبع انرژی استفاده نماید که از ضریب تبدیل بالایی هم برخوردار است. بنابراین حالت عصبی و بی قراری با افزایش زیاد دمای داخلی بدن مشاهده می گردد. اگر در این وضعیت پرنده در معرض رطوبت و گرمای زیاد قرار گیرد به منظور کنترل دمای داخلی بدن، شروع به پرخوری می کند. در چنین شرایطی پرنده پرهای بدن خود را نوک می‌زند. بنابراین پرخوری می‌تواند با کنترل صحیح مواد مغذی کنترل شود.

آثار لگد خوردگی در اثر تهاجم

تهاجم را می‌توان با تغذیه صحیح کنترل نمود. لازم است پرنده به گونه‌ای تغذیه شود که تا سن ۸ ماهگی عضلات و بدن آن به اندازه کافی رشد کند. تا زمان رسیدن به این سن پرنده نسبتاً آرام می باشد.

با توجه به ظرفیت‌های تخمیری در بخش خلفی دستگاه گوارش و نیاز شترمرغ های مسن‌تر به فیبر، انرژی جیره باید کاسته شود. خوراک پرانرژی منجر به ایجاد حالت تهاجمی بین شترمرغ ها و برخورد آن ها و در نتیجه صدمه دیدن پوست می گردد. بالا بودن میزان پروتئین جیره و زیادی اوره خون موجب بالا رفتن ضربان قلب و ناآرامی در پرندگان مسن‌تر می شود که این وضعیت سبب استرس و در نتیجه برخورد بین پرندگان و صدمه دیدن پوست آن ها می شود.

کمبودها

جدای از ظاهر عمومی یک شتر مرغ، رنگ پوست نشانگر خوبی از وضعیت تغذیه پرنده می باشد که از پشت حیوان به خوبی دیده می شود. بدینوسیله می توان از تغذیه مطلوب و یا سوء تغذیه و کمبود حیوان آگاهی یافت. آزردگی های ناشی از کمبود سلنیوم و ویتامین E در آفریقای جنوبی و استرالیا معمول می باشند. در اثر این کمبود علائم بیماری عضله سینه در شترمرغ ایجاد شده موجب ناتوانی حرکتی می شود. همچنین می تواند موجب کاهش باروری در شترمرغ شود. کمبود اسید پانتوتنیک و بیوتین بسیار نادر بوده، در جوجه شترمرغ هایی که منحصراً توسط جیره های خالص گندم تغذیه می شوند رخ می دهد.

تغییر شکل غضروف و استخوان ها

تغییرات در غضروف ها اغلب ناشی از اسیدوز می باشد. علت بروز این حالت درصد بالای ترکیبات کلر در برابر سدیم و پتاسیم می باشد. آغاز تغییر شکل استخوان ها ناشی از عدم تعادل کلسیم در برابر فسفر می باشد و تکمیل متقابل جیره غذایی ضروری می باشد. در بسیاری از مزارع پرورش شترمرغ در آفریقای جنوبی به شترمرغ ها سولفات منیزیم در غذا با آب آشامیدنی داده می شود.

انسداد

پیلور معده شترمرغ بسیار کوچک بوده، لذا نسبت به انباشتگی سنگدان بسیار حساس است. با افزایش سن، خطر انسداد معده کاهش می یابد. این مشکل در ارتباط مستقیم با تغذیه و مدیریت گله می باشد. در تغذیه شترمرغ ها باید به میزان علوفه، کاه، مواد فیبری، شن، سنگریزه و خوردن اشیاء خارجی توجه نموده و آن ها را تحت کنترل درآورد.

پیچ خوردگی

پیچ خوردگی روده ها در شتر مرغ ملاحظه شده است اما در شتر مرغ های جوان ۱۲- ۴ ماهه نادر است. این عارضه به دنبال تغییرات ناگهانی در جیره غذایی و خوردن مقادیر زیاد فیبر رخ می دهد.

راشیتیسم

این عارضه عمدتاً در سنین ۱تا ۴ ماهگی دیده می شود. کمبود کلسیم، ویتامین **D** ، کمبود یا فقدان فسفر و یا مقادیر بالای کلسیم در جیره غذایی شترمرغ ها می تواند موجب بروز این عارضه شود. در جیره های کنستانتره ای که ۳تا ۴ درصد کلسیم دارند جذب فسفر مختل شده، این عارضه در پرنده ایجاد می شود. همچنین اسهال مداوم می تواند موجب کاهش جذب املاح و ویتامین ها و بروز راشیتیسم گردد.

دیگر بیماری های شترمرغ

پنومونی، آنژین های کلی باسیلی، آنتریت نکروتیک (عفونت های کلستریدیایی)،گاستریت مگا باکتریال، عفونت کمپیلو باکتریایی، باسیلوس آنتراسیس، کونژونکتیوست، رینیت، سینوزیت، مایلکو پلاسموز، اورنیتوز، قارچ ها و تخم ها (کاندیدیاز، اسپرژیلوز، درماتیت قارچی)، انگل های داخلی (کوکسیدیوز، هیستومونیاز، کرم نواری، کرم نخی شکل، کرم معده).

پاهای باز (سندرم پاکمانی)

این عارضه در دو هفته اول زندگی جوجه شتر مرغ ها دیده می شودکه نشا ن دهنده میزان رطوبت بالا در گرمخانه می باشد. جوجه شترمرغ های مرطوب و ادماتوز این عارضه را در دو روز اول زندگی خود نشان می دهند.

تغییر شکل پاها

پیچ خوردگی پا: پرخش ۹۰ درجه یک پا به بیرون که به طور ناگهانی ایجاد شده و سریعاً پیشرفت می کند.

پاکمانی: خمیدگی (کمانی شدن) پا که مفاصل تیبیوتارس و متاتارس را درگیر می کند و معمولاً در هر دو پا رخ می دهد . پوکی استخوان، تورم مفصل قوزک پا که موجب تغییر محل تاندون اشیل می شود. قسمت اعظم استخوان ها در شتر مرغ های جوان را غضروف تشکیل می دهد، جوجه شترمرغ هایی که به تازگی از تخم خارج می شوند، به طور تجربی دارای پوکی استخوان بوده استخوان هایشان به دلیل نسبت کم کلسیم به فسفر نسبتاً نرم می باشد. علت اصلی حساسیت شتر مرغ ها به تغییر شکل استخوان ها رشد سریع استخوان ها می باشد. این رشد بسیار سریع، توسط غذای کنستانتره ای که غنی از انرژی می باشد تشدید می گردد. از این جهت کنترل تغذیه ای بسیار ضروری می باشد.

عوارض گوارشی

عوامل اصلی در مشکلات گوارشی شترمرغ ها به دو علت عمده مشکلات مدیریتی و بیماری های عفونی می باشد.مشکلات گوارشی عمدتاً در گله های شترمرغ بیشتر از موارد تک گیر آن دیده می شود، از این رو پیشگیری از بیماری در شترمرغ قابل اطمینان تر از درمان آن است. سیستم گوارش یک جوجه تازه متولد شده کاملاً استریل و تقریباً عاری از اختلالات گوارشی با آسیب پذیری بالا می باشد. سنگدان و روده ها در این مرحله در حال شکل گرفتن بوده و به کیفیت جیره و مدیریت تغذیه در این سن و نقش حساس آن در اولین ماه زندگی جوجه ها باید توجه زیادی داشت. زرده اولین غذای مصرف شده توسط جوجه ها در اولین روزهای زندگی می باشد که در فعال نمودن سیستم گوارش نقش حساسی دارد و به علت قرار گرفتن جوجه ها در

محیط پاک طی هفته های اول زندگی و همچنین عدم ارتباط آن ها با جوجه های بزرگ تر در بسیاری از این مزارع باعث عدم دسترسی به فلور طبیعی و ایجاد تاخیر در ایمنی بدن آن ها می گردد و جوجه ها مستعد ابتلا به بسیاری از باکتری های گرم منفی و تک یاخته ای می شوند.

نتیجه گیری

طبق بررسی های انجام شده توسط کارشناسان داخلی و خارجی و همچنین تجارب به دست آمده از مزارع فعال در مناطق گوناگون کشور در سال های اخیر، به جرأت می توان گفت که تمامی نقاط ایران جهت پرورش شترمرغ مناسب بوده و این پرنده با کلیه نقاط کشور سازگار است. اما به هر حال مناطقی وجود دارند که شروع پرورش در آن ها مستلزم صرف هزینه های کمتر بوده و به دلیل سازگاری بهتر پرنده با آب و هوای آن نقاط احتمال تولید بیشتر و بهتر وجود دارد که این امر به خودی خود باعث کاهش هزینه های تولیدی و افزایش توان رقابتی تولیدکننده خواهد بود. به طور کلی شترمرغ ها سازگاری بهتری با آب و هوای گرم و نیمه خشک دارند و به همین دلیل نقاط کویری و یا حاشیه کویر مناسب ترین مناطق جهت احداث مزارع عنوان می گردند. عوامل دیگری که در اولویت بندی مناطق موثر می باشند به شرح ذیل است:

تراکم مزارع موجود در منطقه: تراکم بیش از حد احتمال انتقال بیماری ها را افزایش داده و تراکم کمتر از حد معمول موجب رشد کم سرعت منطقه و کمی امکانات موجود خواهد شد.

امکانات در دسترس: هرچه امکانات موجود از قبیل: کارخانه خوراک دام، کشتارگاه، صنایع فرآوری و تکمیلی و ... بیشتر باشد سرمایه گذاری در آن منطقه ریسک کمتری خواد داشت.

دوری یا نزدیکی به راه های ارتباطی مناسب: هرچه امکانات جهت رساندن محصول تولیدی به بازار مصرف بیشتر باشد، سرمایه گذاری مطمئن تر خواهد بود.

نزدیکی به بازار مصرف: این امر سبب می گردد تا محصول زودتر و با هزینه کمتری به دست مصرف کنندگان برسدکه این موضوع توان رقابتی را افزایش می دهد.

پرورش شترمرغ را باید در گروه صنایع سودآور دسته‌بندی کرد. صنعتی که در سال‌های اخیر با وجود سودآوری بالا و هزینه‌های اندک، چندان مورد توجه قرار نگرفته و ظرفیت‌های آن ناشناخته باقی مانده است. این درحالی است که برخی از کشورهای آفریقایی و آسیایی با استفاده از این ظرفیت به سود مطلوبی دست یافته‌اند. یکی از مهم‌ترین دلایل توسعه پرورش شترمرغ در کشورها استفاده از گوشت آن به دلیل دارا بودن خواص درمانی است. از سوی دیگر در کنار گوشت شترمرغ، پوست و پر این پرنده نیز دارای مصارف عمده‌ای است، به طوری که چرم این پرنده به دلیل انعطاف‌پذیری و مقاوم بودن هم‌ردیف پوست کروکودیل و مار قرار می‌گیرد و از پر و تخم آن نیز برای کارهای زینتی بسیاری استفاده می شود. براساس مطالعات انجام شده نسبت تبدیل غذا به گوشت و تعداد تولیدمثل سالانه شترمرغ از گاو و گوسفند بیشتر است. تجربه موفقیت آمیزی که نیازمند توجه بیشتر است.

آینده ای روشن در صنعت پرورش شتر مرغ برای کشور پیش بینی می شود، به طوری که در طول سال های اخیر با حضور فعالان بخش خصوصی و سرمایه گذاری در زمینه های مختلف تولیدی به موفقیت های بزرگی در زمینه صادرات محصولات کشاورزی و دامپروری رسیده ایم. با توجه به اینکه مناطق گرم و خشم در ایران زیاد به چشم می خورد و این اقلیم و ویژگی های جغرافیایی، محیط مناسبی برای پرورش شتر مرغ محسوب می شود چرا که اقلیم خشک و وجود مناطق بیابانی و نیمه

بیابانی بهترین مکان برای پرورش این حیوان است، می توان گفت: در صورت حمایت بیشتر مسئولان، می توان از پتانسیل های موجود استفاده بیشتری نمود.

منابع

1. www.salehkashmar.com
2. elearnpars.org
3. www.mehrnews.com
4. www.parsine.com
5. joojekeshi.com
6. apadanayemehriz.parsiblog.com
7. shotormorq.ir
8. magirans.com
9. dquail.com
10. bankmaghale.ir
11. tahgig13.blog.ir
12. ostrich9.blogfa.com
13. www.itpnews.com
14. www.itpnews.com
15. bankmaghale.ir
16. shotormorq.ir
17. www.itpnews.com
18. fa.wikipedia.org
19. ostrichrdi.com
20. www.ilna.ir
21. www.iran-mashin.com
22. behinsanat.com
23. doctorvet.ir

استانداردها، ایمنی و صنایع غذایی

رامونا مسعود[1] ، کیانوش خسروی دارانی[2]

[1]اداره کل استاندارد استان تهران، رئیس اداره تدوین استانداردهای ملی و بین المللی

[2]استاد تمام، گروه تحقیقات صنایع غذایی انستیتو تحقیقات تغذیه ای و صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران ایران

*نویسنده مسوول: rm8059@yahoo.com

چکیده

استانداردها دربرگیرنده دامنه متنوعی از علوم تجربی و تخصصی است که همگام با سیر سریع تغییر و تحولات علمی و صنعتی، در حال به روزرسانی و تامین نیاز ذی نفعان است و همراه شدن خبرگان علمی در این عرصه، علاوه بر ایجاد انسجام و هماهنگی بین دستگاهی، ضرورت ها و چارچوب های لازم برای تدوین استانداردها بر اساس منافع ملی و همگام با تحولات جهانی را میسر نموده و ساز و کار دستیابی به شرایط مطلوب را مشخص می نماید. نتیجه این هماهنگی ارتباط بهتر و اثربخشی بیشتر با دانشگاه ها، تدوین استانداردهای ملی و بین المللی متناسب با راهبرد حفظ منافع ملی در کنار تضمین کیفیت، ارتقاء فناوری تولید و خدمات و رونق کسب و کار می باشد. با توجه به اینکه استانداردها ابزار تسهیل تجارت بین المللی بوده و به واسطه اعتبار خود حامی و معرف فناوری های دانش بنیان و نوآورانه می باشد و همچنین الگوهای تایید و تصدیق شده تولید و مصرف پایدار را برای دستیابی به بسیاری از اهداف سیاست عمومی کشور در اختیار دارد، از این رو نیاز است برای نهادینه سازی نقش و درک بهتر از استانداردها و مسائل مربوط به آنها و انتقال دانش بین نسلی در زمینه استانداردسازی، آموزش های مرتبط با آن توسط دانشگاه ها، به صورت حرفه ای به عنوان ملزومات اساسی دراین زمینه ارائه شود.

امروزه محصولات غذایی به عنوان مهم‌ترین تولیدات مصرفی در دنیا محسوب می‌شوند. این در حالی است که عرضه آنها مستلزم نظارت در مرحله تولید و نیز ارزیابی و کنترل کیفیت است. به همین جهت استانداردها، ممیزی‌ها و قوانین نظارتی متعددی در سراسر دنیا با هدف ارزیابی و کنترل کیفیت، قیمت‌گذاری دقیق و از همه مهم‌تر حفظ سلامت مصرف‌کنندگان، تدوین شده اند.

در حال حاضر بیش از۳۵۰۰۰ استاندارد ملی توسط سازمان ملی استاندارد تدوین شده است که حدود ۳۰۰۰ استاندارد در حوزه صنایع غذایی می باشد و این امر اهمیت استانداردها را درکنترل ، پایش و ارزیابی کیفیت محصولات غذایی در بردارد. در این مطالعه برآنیم که نحوه تدوین استانداردهای ملی و بین المللی را با تلفیق محتوای آموزشی و پژوهشی دانشگاه به همراه تجربیات و نتایج تولید جهت درک بهتر و کاربردی و به روز بودن استانداردها که منجر به توانمندسازی، علمی و تخصصی شدن درعرصه تولید و تسهیل تجارت خواهد شد و همچنین پایه گذار خلق استانداردهای جدید بر اساس دانش و نوآوری و تسلط بر دانش موضوعی می شود.

واژگان کلیدی: استاندارد، ملی، بین المللی، ایمنی، غذا

القا اثر سیری‌زایی در محصولات غذایی

کیانوش خسروی دارانی

گروه تحقیقات صنایع غذایی، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی و انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

ایمیل: k.khosravi@sbmu.ac.ir, kiankh@yahoo.com

چکیده

در سرتاسر جهان، شیوع اضافه وزن و چاقی و بیماری های همراه آن به طور قابل توجهی در حال افزایش است. عامل اصلی چاقی عدم تعادل انرژی در نظر گرفته می شود. مدیریت وزن معمولا مبتنی بر رژیم غذایی، فعالیت بدنی، رفتار درمانی است که هنگامی که زیر نظر متخصص نباشد معایبی مانند ناپایداری کنترل وزن و به وجود آوردن برخی مسایل برای سلامتی است. یکی از راهبردهای پایدار، تولید غذاهایی است که ضمن داشتن طعم خوب و خواص سلامتی زا و سیگنال‌های سیری را افزایش می‌دهند. تعدادی از مواد غذایی (به عنوان مثال، چای سبز، هیدروکسی سیترات، عصاره هسته انگور) اثرات محرک سیری دارند. در این رابطه، نقش اسیدهای آلی، و به ویژه اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه (اسید استیک، اسید پروپیونیک، اسید بوتیریک، اسید لاکتیک)، به عنوان محرک‌های القاکننده سیری قابل انکار نیست. اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه در روده بزرگ باعث آزاد شدن پپتیدهایی می‌شود که اثر مهارکننده اشتها را القا کند. نوشیدنی‌های لبنی تخمیری با مخلوطی از باکتری های اسید لاکتیک و باکتری های اسید پروپیونیک بستر مناسبی برای القا سیری‌زایی و کاهش انرژی دریافتی می شود. محصولات نهایی تخمیر شامل اسیدهای چرب‌های کوتاه زنجیره هستند شامل استات، پروپیونات و بوتیرات و گازها هستند. مقدار و نسبت مولی سه اسید ذکر شده به نوع سوبسترا وابسته بوده به طور قابل توجهی در شرایط مختلف تغییر است. در این مقاله تاثیر غذاها و نوشیدنی های تخمیری در القای اثر سیری بررسی شده است.

واژگان کلیدی: سیری‌زایی، اسیدهای چرب کوتاه زنجیر، غذاهای فراسودمند، تخمیر

جیره‌های غذایی عملیاتی، چالش ها و راهکارهای هوشمند

سید مهدی زیارت نیا

استادیار گروه زیست فناوری مواد غذایی، موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

چکیده

جیره‌های غذایی عملیاتی نقشی حیاتی در پشتیبانی نیروهای نظامی در عملیات‌های مختلف دارند. این جیره‌ها شامل انواع مختلفی هستند که براساس شرایط عملیاتی و نوع مأموریت طراحی می‌شوند. به طور کلی، جیره‌ها به سه دسته تقسیم می‌شوند: جیره‌های اضطراری، که برای شرایط بحرانی و فوری طراحی شده‌اند؛ جیره‌های عملیاتی، که برای مأموریت‌های طولانی و پشتیبانی مداوم استفاده می‌شوند؛ و جیره‌های رزمایشی که برای شبیه‌سازی شرایط جنگی و تمرینات نظامی به کار می‌روند. چالش‌های طراحی جیره‌های غذایی به خصوص در کشورهای در حال توسعه، به عواملی مانند محدودیت منابع، کمبود مواد اولیه و زیرساخت‌های ضعیف باز می‌گردد. طراحی یک جیره مناسب نیازمند توجه به ارزش غذایی، تنوع، قابلیت حمل و ماندگاری است تا نیازهای تغذیه‌ای سربازان در محیط‌های سخت تأمین شود. هوش مصنوعی نقش مهمی در بهینه‌سازی و توسعه جیره‌های غذایی دارد. با استفاده از الگوریتم‌های هوشمند، می‌توان ترکیبات غذایی مناسب‌تر همراه با تنوع بیشتر که متناسب با ذائقه مصرف کننده باشد در طراحی جیره‌های برای شرایط بحران و نیز عملیات های مختلف مورد استفاده قرار داد همچنین با ارتقای بهره‌وری می توان تأمین منابع را افزایش داد. از دیگر کاربردهای هوش مصنوعی می‌توان به بهینه‌سازی فرآیندهای زنجیره تأمین با هدف کاهش ضایعات غذایی اشاره نمود.

جایگاه هوش مصنوعی در ایجاد امنیت غذایی پایدار

***مرتضی کاشانی نژاد**

*دانشیار گروه فناوری های سبز مواد غذایی، مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی، مشهد، ایران

m.kashaninejad@rifst.ac.ir

چکیده

امنیت غذایی پایدار یکی از چالش‌های اساسی جهان معاصر است که با افزایش جمعیت جهان تا ۹.۷ میلیارد نفر تا سال ۲۰۵۰، نیاز به افزایش ۷۰ درصدی تولید مواد غذایی را ضروری ساخته است. این در حالی است که تغییرات اقلیمی، تهدید ۳۰ درصدی گونه‌های گیاهی و جانوری، تخریب ۳۳ درصدی خاک‌های کشاورزی، کاهش منابع آب شیرین و هدررفت یک‌سوم مواد غذایی تولیدی (۱.۳ میلیارد تن در سال)، چالش‌های موجود را پیچیده‌تر کرده است. در این راستا، هوش مصنوعی به عنوان فناوری نوظهور، با قابلیت‌های متنوعی همچون پیش‌بینی بحران‌های غذایی، مدیریت آفات و بیماری‌های گیاهی، کاهش ضایعات، بهینه‌سازی زنجیره تأمین، نظارت بر ایمنی مواد غذایی و پیش‌بینی ترجیحات مصرف‌کنندگان می‌تواند نقش مهمی در تحقق امنیت غذایی پایدار ایفا کند. فناوری‌های کلیدی هوش مصنوعی شامل پردازش زبان طبیعی، یادگیری ماشین، شبکه‌های عصبی و سیستم‌های خبره، امکان توسعه راهکارهای نوآورانه را فراهم می‌آورند. نمونه‌های موفق کاربرد هوش مصنوعی شامل استفاده از IBM Watson برای پیش‌بینی‌های هواشناسی محلی، مدل Crop Pro برای پیش‌بینی عملکرد محصولات کشاورزی، سیستم هشدار سریع FAO برای پیش‌بینی نوسانات قیمت مواد غذایی و اپلیکیشن Plantix برای شناسایی بیماری‌های گیاهی است. با این حال، چالش‌هایی مانند جابجایی مشاغل، کاهش خلاقیت انسانی، مسائل حریم خصوصی و تأثیرات اجتماعی نیز وجود دارد. نتایج نشان می‌دهد که بهره‌گیری موفق از هوش مصنوعی مستلزم رویکردی چندرشته‌ای است که دانش سنتی و تجربه انسانی را با فناوری‌های نوین ترکیب می‌کند. همچنین، حمایت سیاست‌گذاران و دولت‌ها برای پذیرش و اجرای این فناوری‌ها در بخش کشاورزی و زنجیره تأمین غذا ضروری است. این پژوهش نشان می‌دهد که هوش مصنوعی می‌تواند به عنوان ابزاری قدرتمند در کنار سایر راهکارها، به ایجاد سیستم‌های غذایی پایدارتر، کارآمدتر و عادلانه‌تر کمک کند.

واژگان کلیدی: هوش مصنوعی، امنیت غذایی پایدار، کشاورزی هوشمند، زنجیره تأمین غذا، یادگیری ماشین

دومین همایش ملی پژوهش های کاربردی
امنیت غذایی، ایمنی غذایی و سلامت
«همزمان با روز جهانی غذا؛ ۲۵ مهرماه ۱۴۰۳»
مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

نقش پروبیوتیک ها در کاهش مقاومت آنتی بیوتیک ها

مریم تاج آبادی

دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم و تحقیقات تهران

چکیده:

پروبیوتیک‌ها میکروارگانیسم‌های زنده‌ای هستند که با مصرف در مقادیر کافی، سلامتی میزبان را دو چندان می کنند ؛ این باکتریهای مفید در غذاهای تخمیر شده، مکمل ها و سایر محصولات موجود هستند. ثابت شده است پروبیوتیک‌ها اثرات سلامت بخشی از جمله کاهش خطر مقاومت آنتی‌بیوتیکی را به همراه دارند. مقاومت آنتی‌بیوتیکی یک نگرانی فزاینده جهانی در زمینه سلامت است که اثربخشی درمانهای آنتی‌بیوتیکی فعلی را تهدید میکند. مقاومت آنتی‌بیوتیکی زمانی اتفاق می‌افتد که پاتوژنها توانایی مقاومت در برابر اثرات آنتی‌بیوتیک را پیدا می‌کنند و آن ها را در درمان عفونت‌ها کم اثر می کنند. این امر می‌تواند منجر به عواقب جدی برای سلامتی از جمله افزایش مرگ و میر شود. از طرفی دیگر مصرف بیش از حد و نادرست آنتی‌بیوتیکها در ایجاد مقاومت آنتی‌بیوتیکی نقش به سزایی دارد. بدین منظور پروبیوتیک تراپی می‌تواند از طریق مکانیسم‌های زیر به کاهش این مشکل کمک کند :

۱)تنظیم میکروبیوم روده: عدم تعادل میکروبیوم روده که به عنوان دیسبیوز شناخته می‌شود، می‌تواند در ایجاد مقاومت آنتی‌بیوتیکی دخیل باشد. لذا پروبیوتیک‌ها می‌توانند به بازگرداندن تعادل میکروبیوم روده و کاهش خطر مقاومت آنتی‌بیوتیکی کمک کنند. ۲) مهار پاتوژن های مقاوم به آنتی‌بیوتیک: تحقیقات نشان داده است که برخی از پروبیوتیک‌ها رشد باکتریهای مقاوم به آنتی‌بیوتیک را مهار می‌کنند و توانایی آن ها را در ایجاد عفونت کاهش می‌دهند. ۳) تقویت سیستم ایمنی: پروبیوتیک‌ها می‌توانند سیستم ایمنی را تحریک کرده و توانایی آن را در مبارزه با عفونت‌ها افزایش و نیاز به آنتی‌بیوتیک‌ها را کاهش دهند. ۴)کاهش مصرف آنتی‌بیوتیک :پروبیوتیک‌ها می‌توانند به کاهش بروز عفونت‌ها کمک کنند که به نوبه خود نیاز به آنتی‌بیوتیک‌ها را تقلیل می دهد. این امر مسبب کند شدن روند ایجاد مقاومت آنتی‌بیوتیکی می شود. ۵) تقویت عملکرد سد روده ای : پروبیوتیک‌ها می‌توانند به حفظ یکپارچگی سد روده کمک نمایند و از طرفی دیگر انتقال باکتریها و سموم را به جریان خون که موجب مقاومت آنتی‌بیوتیکی می شود کاهش دهند.۶)تولید عوامل ضد میکروبی: برخی از پروبیوتیک‌ها موادی تولید می‌کنند که موجب مهار رشد پاتوژن ها می شود؛ لذا این امر نیاز به آنتی‌بیوتیکها را کاهش می‌دهد و توسعه مقاومت آنتی‌بیوتیکی را کند میکند. ۶) حذف رقابتی: پروبیوتیکها می‌توانند با پاتوژن ها برای مواد مغذی و مکان‌های چسبندگی در روده رقابت کنند و در نتیجه، استقرار و تکثیر باکتری‌های مضر که ممکن است حامل ژنهای مقاوم آنتی‌بیوتیکی باشند را کاهش دهند. مطالعات نشان داده است سویه های پروبیوتیکی اعم از لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس، بیفیدوباکتریوم بیفیدوم و باسیلوس کواگوالنس نسبت به سایر پروبیوتیک ها دارای پتانسیل بالقوه ای در مبارزه با مقاومت آنتی بیوتیکی می باشد. شایان ذکر است همه سلول های پروبیوتیکی به طور یکسان موثر نیستند و اثربخشی آن ها بر اساس میکروبیوم موجود در هر فرد متفاوت می باشد. بنابراین انتخاب پروبیوتیک مناسب برای عفونت خاص و فرد بیمار برای اخذ نتیجه مطلوب بسیار مهم است .لذا استفاده بهینه از آن ها از نظر دوز و زمان بندی در کنار آنتی‌بیوتیکها نیازمندتحقیقات و آزمایشات بالینی بیشتر می باشد. بنابراین کاربرد پروبیوتیک‌ها به عنوان یک درمان مکمل در کنار آنتی‌بیوتیکها می تواند به کند شدن روند ایجاد مقاومت آنتی‌بیوتیکی و بهبود سلامت عمومی کمک کند

واژگان کلیدی : پروبیوتیک، مقاومت، آنتی بیوتیک، سالمتی

امنیت و ایمنی غذایی و تاثیر آن بر شاخص های سلامت جامعه

حمیدبابائی[۱]
[۱] دانشجوی مقطع دکتری تخصصی بهداشت موادغذایی، دانشگاه فردوسی مشهد
*نویسنده مسوول: hamidbabaei335@yahoo.com

چکیده

باتوجه به روند افزایش جمعیت جهان, نیاز به غذا نیز افزایش یافته و در راستای تولید غذای بیشتر از روش های مختلفی استفاده گردیده که گاه برخی از آن ها تاثیرهای نامناسبی بر سلامت جامعه داشته است. باقیمانده آفت کش ها, آنتی بیوتیک ها, هورمون ها, مایکوتوکسین ها, فلزهای سنگین و نگهدارنده های سنتزی از جمله عامل هایی هستند که وجود آن ها در غذا برای مردم ناشناخته بوده و تهدیدی مهم برای سلامت محسوب می گردند. از سویی, با توجه به اهمیت امنیت غذایی و قرار داشتن ایران در منطقه پرخطر و ناامن غذایی, موضوع کیفیت مواد غذایی از اولویت اول برخوردار نیست. غذا برای رشد و نمو سالم ضروری است و نقش مهمی در بهبود کیفیت زندگی دارد. به ویژه در پیشگیری و درمان بسیاری از بیماری های مزمن موثر است. پیشگیری از بیماری مزمن نیاز به انتخاب مواد غذایی مناسب و نگهداری طولانی مدت عادات غذایی سالم دارد. حفظ کیفیت رژیم غذایی نیازمند بازبینی منظم و سازگاری با عادات غذایی در پاسخ به این تغییرات است. در دنیای امروز مسأله تغذیه و رابطه آن با سلامتی و بهداشت بدن اهمیت اساسی یافته است، زیرا پایه و بنیان یک زندگی موفق و سرشار از تلاش و سازندگی را تشکیل می دهد. از سوی دیگر فرد هنگامی می تواند به سلامتی جسمانی و روانی مناسب دست یابد که در مورد نوع تغذیه و برنامه غذایی خود اطلاعات کامل داشته باشد. در واقع برقراری تعادل در مصرف مواد غذایی اهمیت عمده ای دارد. تغذیه و رژیم غذایی یکی از مسائل اساسی زندگی در دنیای امروز است که نه تنها برای تناسب اندام، بلکه برای رسیدن به سلامتی و برخورداری از بدنی آماده مورد توجه قرار می گیرد. تغذیه سالم فواید بی‌شماری دارد و می‌تواند به حفظ وزن سالم، کاهش خطر بیماری‌های مزمن مانند بیماری قلبی و دیابت، بهبود هضم، افزایش سطح انرژی، افزایش عملکرد مغز، تقویت سیستم ایمنی و بهبود خلق و خو و سلامت روان کمک کند.

واژگان کلیدی: کیفیت غذا، امنیت غذایی، سلامت جامعه

بررسی برخی روش های شناسایی تقلبات و اصالت سنجی روغن زیتون

پریسا رحیمی دوگاهی[۱]

۱-**دانشجوی دکتری گروه صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز**

Email: Parisa_Rahimi26@yahoo.com

چکیده

روغن زیتون به دلیل ترکیبات شیمیایی مطلوب و خواص سلامتی بخش، به عنوان یکی از محصولات غذایی با ارزش و محبوب در سطح جهانی مورد توجه قرار گرفته است.از طرفی به دلیل ارزش تجاری زیاد در بازارها، هدف تقلب با سایر روغن های درجه پایین بوده که علاوه برضررراقتصادی،خطری جدی برای سلامت و ایمنی مصرف کننده می باشد.از این رو توسعه روش های تشخیص روغن زیتون خالص و با کیفیت بالا از روغن‌های با درجه پایین‌تر همچنین تمایز بین روغن‌های زیتون از مناطق مختلف در سال‌های اخیر اهمیت فزاینده‌ای یافته است. نشانگرهای شناسایی روغن زیتون شامل اسیدهای چرب ، استرول ها، توکوفرول ها، ترکیبات فنلی، ، ترکیبات فرار و رنگدانه ها می باشد. علاوه بر این، روش‌های نوری(FTIR ، طیف‌سنجی فلورسانس، طیف سنجی رامان،UV-vis)، روش های مبتنی بر کروماتوگرافی(HPLC، GC) و تکنیک‌های دیگر مانند روش های مبتنی بر DNA، طیف‌سنجی دی الکتریک، DSC، NMR وبینی الکترونیکی همراه با روش های شیمی‌سنجی، برای این امر مطلوب هستند. هر تکنیک نقاط قوت و محدودیت های خاص خود را دارد که آنها را برای شناسایی انواع خاصی از تقلب مناسب تر می کند. در عمل، ترکیبی از تکنیک های تحلیلی متعدد، دقت و قابلیت اطمینان تشخیص تقلب روغن زیتون را افزایش می دهد.

واژگان کلیدی:روغن زیتون، تقلبات غذایی، ایمنی غذایی



بررسی ویژگی های میکروبی سویه مخمر بومی جهت تخمیر نوشیدنی بر پایه مالت

فهیمه رمضانی[۱]، منیرالسادات شاکری[۲]، محبوبه سرابی جماب[۳]

۱ دانشجوی دکتری، گروه پژوهشی زیست فناوری مواد غذایی، موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

[۲] استادیار گروه پژوهشی زیست فناوری مواد غذایی، موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

[۳] دانشیار گروه پژوهشی زیست فناوری مواد غذایی، موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

*نویسنده مسئول: m.shakeri@rifst.ac.ir

چکیده

یکی از بهترین روش‌ها جهت تولید نوشیدنی تخمیری بدون الکل بر پایه مالت، استفاده از مخمرهای غیرساکارومایسس به جای سویه تجاری آبجوسازی یعنی مخمر *ساکارمایسس سرویزیه* (*Saccharomyces cerevisiae*) است. اما قبل از هر نوع به کارگیری، بایستی، ویژگی‌های میکروبی سویه نظیر پروفایل تخمیر کربوهیدارتی و مقاومت آن نسبت به انواع تنش‌های رایج محیط تخمیر نوشیدنی بر پایه مالت به طور کامل بررسی گردد. به این منظور، سویه *پیشیا ممبرانی فاسینس* (*Pichia membranifaciens*) بومی ایزوله شده از محصولات تخمیری مورد بررسی قرار گرفت. در ابتدا پروفایل تخمیر کربوهیدراتی سویه *پیشیا* و هم چنین سویه آبجوسازی *ساکارومایسس* تعیین گردید. سپس مقاومت سویه‌ها نسبت به غلظت‌های مختلف عصاره ایزومره رازک (۰، ۵۰ و ۱۰۰ IBU: International Bitterness Unit) و درصدهای مختلف اتانول (۰، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد حجمی-حجمی اتانول) بررسی گردید. نتایج نشان داد که سویه بومی *پیشیا* قادر به تخمیر قند ساکاروز است درحالیکه سایر قندهای گلوگز، فروکتوز و مالتوز را مصرف نمی‌کند. به ویژه عدم تخمیر قند غالب در محیط حاوی مالت یعنی مالتوز، یکی از ویژگی‌های کلیدی و مهم مخمرهای غیر ساکارومایسس در تخمیر نوشیدنی‌های غیرالکلی بر پایه مالت است. نتایج حاصل از بررسی تنش‌های مختلف نیز نشان داد سویه بومی *پیشیا* در مقایسه با سویه آبجوسازی مقاومت بیشتری از خود نشان می‌دهد به طوری که درصد رشد نسبی سویه *پیشیا* پس از ۴۸ ساعت گرمخانه‌گذاری با عوامل تنش‌زای IBU ۵۰ عصاره ایزومره رازک و ۵ درصد حجمی-حجمی اتانول به ترتیب برابر با ۱۰۰ و ۹۵/۶۲ بود در حالی که این مقادیر برای سویه تجاری *ساکارومایسس* ۹۹/۶۵ و ۹۴/۳۷ اندازه‌گیری شد. این نتایج نشان می‌دهد که سویه مخمر بومی مورد بررسی از توانایی مناسبی جهت تخمیر نوشیدنی بر پایه مالت برخوردار است و می‌تواند در تحقیقات آینده در تولید این نوشیدنی به کار گرفته شود.

واژگان کلیدی: نوشیدنی تخمیری بر پایه مالت، مخمر بومی، تنش‌های تخمیر

Evaluation of the microbial characteristics of the native yeast for the fermentation of malt-based beverage

Fahimeh Ramazanidoroh[1], Monir-sadat Shakeri[*2], Mahboobe Sarabi-Jamab[3]

Ph.D. Student, Department of Food Biotechnology, Research Institute of Food Science and Technology, Mashhad, Iran [1].

Assistant Professor, Department of Food Biotechnology, Research Institute of Food Science and Technology, Mashhad [2], Iran.

Associate Professor, Department of Food Biotechnology, Research Institute of Food Science and Technology, Mashhad [3], Iran.

Corresponding Author: m.shakeri@rifst.ac.ir

Abstract

Utilizing non-Saccharomyces yeasts instead of the brewing strain of *Saccharomyces cerevisiae* is considered one of the most effective approaches for producing a malt-based beverage. Before commencing any utilization, the microbial properties of non-*Saccharomyces* yeasts should be assessed including their carbohydrate fermentation profile and resistance to common stressful agents of malt-based beverage fermentation. The evaluation involved assessing a native strain of *Pichia membranifaciens*, which was isolated from the fermented products. After determination of the carbohydrate fermentation profile of the native strain of *Pichia* and the brewing strain of *Saccharomyces*, their resistance to different concentrations of isomerized hop extract (0, 50 and 100 IBU: International Bitterness Unit) and ethanol percent (0, 2.5, 5, 7.5 and 10 %v/v) was investigated. The results showed that the *Pichia* native strain was able to ferment sucrose while other sugars (glucose, fructose and maltose) remained unchanged. Particularly, inability to ferment maltose is considered as one of the decisive attributes of non-*Saccharomyces* yeast strains in producing non-alcoholic malt-based beverages. In terms of stressful agents, it was proved that the native strain of *Pichia* was more resistant compared to *Saccharomyces cerevisiae*. After incubation of 48 hours with 50 IBU isomerized hop extract and 5% v/v ethanol, the relative growth (in percent) of *Pichia membranifaciens* and *Saccharomyces cerevisiae* was equaled to 100, 99.65% and 95.62, 94.37%, respectively. Our findings demonstrate that this native non-*Saccharomyces* strain has a proper potential in production of malt-based beverages, and could be applied in the future research.

Keywords: Fermented malt-based beverage, Native yeast, Fermentation Stress.

بسته بندی هوشمند مواد غذایی

فرنازگلی*[۱]،مریم محمدی[۲]
[۱] دانشجوی دکتری مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
[۲] استادیار، گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان
نویسنده مسئول:farnazgoli96@yahoo.com

چکیده
افزایش آگاهی مصرف کنندگان، تغییر در اولویت های غذایی آن ها و گرایش به سمت اقلام غذایی ایمن، منجر به بروز ابداعات و ابتکاراتی نوین در فناوری های بسته بندی مواد غذایی شده است. این مقاله به مرور سیستم های متنوع بسته بندی هوشمند و کاربرد های آن ها در بسته بندی غذایی با جدیدترین فناوری ها می پردازد. سیستم های بسته بندی فعال و هوشمند آن دسته از فناوری های بسته بندی را در بر می گیرد که منجر به تحویل ایمن تر و با کیفیت تر محصولات به مصرف کننده می شود. بسته بندی فعال اشاره به تلفیق افزودنی های مختلف در بسته بندی با هدف حفظ و یا افزایش زمان ماندگاری محصول و کیفیت آن دارد. بسته بندی هوشمند نیز آن دسته از بسته بندی می باشد که بر شرایط مواد غذایی نظارت داشته و اطلاعات سودمندی را در رابطه با کیفیت مواد غذایی بسته بندی شده درل طول حمل و نقل و نگهداری ارائه می دهد. این فناوری ها بر حسب افزایش تقاضای مواد غذایی ایمن تر و با ماندگاری بهتر طراحی شده اند. هرچند در سال های گذشته این نوع بسته بندی در کشور تولید نشده است اما مزیت های بازار این محصولات قابلیت تقاضا برای مصرف آن ها در بازار های داخلی و جهانی وجود داشته و آینده روشنی را پیش روی این صنعت نشان می دهد.

دومین همایش ملی پژوهش های کاربردی
امنیت غذایی، ایمنی غذایی و سلامت
«همزمان با روز جهانی غذا؛ ۲۵ مهرماه ۱۴۰۳»
مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

مزایای اقتصادی و اجتماعی سیستم‌های آکواپونیک برای تولید توامان پروتئین ماهی و سبزیجات

سمیه میرشکاری[۱]، علی خسروانی زاده*[۲]

[۱] استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، پژوهشکده کشاورزی، پژوهشگاه زابل، زابل.

[*۲] استادیار گروه علوم آبزیان، پژوهشکده تالاب بین المللی هامون، پژوهشگاه زابل، زابل.

نویسنده مسئول: Khosravani.ali@uoz.ac.ir

چکیده

سیستم تولید آکواپونیک تلفیقی از سیستم تولید مداربسته آبزیان و سیستم کشت هیدروپونیک گیاهان برای تولید همزمان گیاه و ماهی است. سیستم آکواپونیک نوعی کشاورزی سبز، کارآمد و جایگزینی سازگار با محیط زیست برای شیوه‌های تولید سنتی است که می‌تواند از مصادیق تولید پایدار در نظر گرفته شود. در این مقاله اثرات اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی سیستم تولید آکواپونیک در موقعیت‌های بالقوه مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرد و مزایای سیستم آکواپونیک در هر یک از این شرایط ارائه می‌گردد. این فناوری می‌تواند جهت تولید مواد غذایی در مقیاس تجاری در شهرهای بزرگ، با تراکم بالا و پرجمعیت، تولید در مقیاس صنعتی در مناطق روستایی، تولید در مقیاس کوچک در کشورهای در حال توسعه و یا به عنوان سیستم‌هایی برای آموزش و تزئینات داخل ساختمان‌ها بکار گرفته شود. با مروری بر نتایج بدست آمده در مطالعات مختلف و همچنین عملکرد پروژه‌های اجرا شده در نقاط مختلف جهان می‌توان نتیجه گرفت در صورت اعمال دقیق شرایط و اصول حاکم بر این شیوه از تولید، در تمام مقیاس‌های تولیدی، این فناوری می‌تواند هم از نظر اقتصادی و اجتماعی و هم از نظر حفظ محیط زیست سودمند باشد. از سوی دیگر نیاز به زمین و آب کمتر، رشد بیشتر گیاهان، عدم تاثیرپذیری کشت از شرایط تغییرات ناگهانی آب و هوا و تولید محصول بدون نیاز به استفاده از سموم و آفت‌کش‌ها، علاوه بر تولید محصول سالم و ارگانیک، تولید پایدار غذا در تمام فصول و مناطق آب و هوایی را فراهم می‌کند.

واژگان کلیدی: آکواپونیک، آبزی‌پروری، تولید پایدار، غذای ارگانیک.

مقایسه دو شیوه متداول ارزیابی پایداری تولید در نظام‌های آبزی‌پروری

سمیه میرشکاری[۱]، علی خسروانی زاده[*۲]

استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، پژوهشکده کشاورزی، پژوهشگاه زابل، زابل.

استادیار گروه علوم آبزیان، پژوهشکده تالاب بین المللی هامون، پژوهشگاه زابل، زابل.

[*]نویسنده مسئول: Khosravani.ali@uoz.ac.ir

چکیده

افزایش فزاینده جمعیت جهان، فراهم کردن پروتئین برای این جمعیت را به یک چالش بزرگ تبدیل کرده است. فرآورده‌های آبزیان همواره یکی از مهمترین منابع تامین پروتئین بشر بوده‌اند، از همین رو در سال‌های اخیر پرورش آبزیان به سریع‌ترین زیر بخش کشاورزی در حال رشد در جهان مبدل شده است. گسترش سریع بخش آبزی‌پروری به بسیاری از نگرانی‌های پایداری در تولید مانند انتشار گازهای گلخانه‌ای منجر به تغییرات آب و هوایی، یوتریفیکاسیون، اثرات سمی و اکوتوکسیک، استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها، استفاده بیش از حد از زمین و آب مورد نیاز برای تولید آبزیان، از دست رفتن تنوع زیستی، معرفی گونه‌های غیر بومی، گسترش و تقویت انگل‌ها و بیماری‌ها، آلودگی‌های ژنتیکی و نگرانی‌های اجتماعی-اقتصادی دامن زده است. لذا حرکت به سمت طراحی و اجرای بوم نظام‌هایی که از منابع طبیعی تجدیدپذیر بیشتر استفاده کنند و سهم منابع تجدید ناپذیر و آلاینده‌های زیست محیطی را به حداقل برسانند ضرورت دارد، از همین رو بهره‌گیری از رویکردهای سیستمی مانند مطالعه چرخه زندگی (LCA) و سنتز امرژی برای سنجش پایداری روش‌های مختلف تولید آبزیان از جنبه‌های مختلف اقتصادی اجتماعی و زیست محیطی مورد توجه قرار گرفته است. این بررسی به معرفی روش‌های مطالعه چرخه زندگی و تحلیل امرژی و کاربرد آن‌ها در صنعت آبزی‌پروری و معایب و مزایای هر روش می‌پردازد.

واژگان کلیدی: پایداری، تولید ماهی، بحران غذا، محیط زیست.

دومین همایش ملی پژوهش های کاربردی
امنیت غذایی، ایمنی غذایی و سلامت
«همزمان با روز جهانی غذا؛ ۲۵ مهرماه ۱۴۰۳»
مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

افزونه عصاره زیتون تلخ به استامیپرید در راستای کاهش غلظت مصرفی این آفتکش برای کنترل شته کلزا

احمد عبداله زاده زرندی۱ ، کمال احمدی۲

دانشجوی کارشناسی ارشد حشره شناسی کشاورزی، بخش گیاهپزشکی ، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران ۱

استادیار بخش گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران ۲

*نویسنده مسوول: Ahmad108@agr.uk.ac.ir

چکیده

شته مومی کلم یکی از آفات مهم گیاه کلزا می باشد که کاهش عملکرد این دانه روغنی مهم را به دنبال دارد. از طرفی شته مذکور به عنوان یکی از آفات کلیدی فضای سبز شهری می باشد که در صورت عدم کنترل باعث خسارت اقتصادی و انتقال بیماری های ویروسی به خانواده کلمیان می گردد. در این تحقیق در راستای کاهش باقیمانده آفتکشها و افزایش سلامت محصولات کشاورزی، تاثیر غلظت های زیرکشنده آفتکش شیمیایی استامیپرید به تنهایی و یا همراه با عصاره زیتون تلخ در مقایسه با تیمار شاهد (آب) روی کنترل جمعیت شته مومی کلم در فضای سبز شهر زرند ارزیابی شدند. ارزیابی میزان کارایی تیمارها در فضای سبز شهری با نمونه برداری و مقایسه میزان جمعیت شته ها بر روی برگهای گل کلم زینتی، طی سه نوبت در زمان های هفت، چهارده و بیست و یک روز پس از محلول پاشی صورت گرفت. هم چنین ارزیابی میزان کارایی تیمارها روی کاهش میزان پوره زایی در آزمایشگاه با نمونه برداری و مقایسه میزان جمعیت پوره های تولید شده توسط ماده های پوره زا و تلفات ماده های پوره زا طی مدت ده روز به صورت روزانه صورت گرفت. نتایج این آزمایشها نشان داد ممکن است تیمار استامیپرید (ppm100) غلظت مؤثر در کنترل شته مومی کلم در فضای سبز شهری باشد که این غلظت در هفت روز ابتدایی قابلیت کنترل شته مومی کلم را دارد و محتمل است تیمار استامیپرید (ppm10) به همراه عصاره زیتون تلخ (ppm2000) می تواند در کاهش پوره زایی و افزایش درصد تلفات شته مومی کلم موثر باشد.

واژگان کلیدی: شته مومی کلم، پوره زایی، استامیپرید، غلظت زیرکشنده، عصاره زیتون تلخ

Addition of Melia azedarach L. extract to acetamiprid in order to reduce the concentration of this pesticide to control Brevicoryne brassicae Linnaeus (Insecta: Hemiptera: Aphididae)

Ahmad Abdollahzadeh Zarandi1, Kamal Ahmadi2
1- Master's student in Agricultural Entomology, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran
2- Assistant professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran
Email: Ahmad108@agr.uk.ac.ir

Abstract
Cabbage aphid (Brevicoryne brassicae Linnaeus) is one of the important pests of canola plant, which leads to a decrease in the yield of this important oil seed. On the other hand, the mentioned aphid is one of the key pests of the urban green space, which if not controlled, causes economic damage and transmission of viral diseases to the cabbage family. In this research, in order to reduce pesticide residues and increase the health of agricultural products, the effect of sublethal concentrations of the chemical pesticide acetamiprid alone or together with Melia azedarach L. extract was evaluated in comparison to the control treatment (water) on the control of the cabbage aphid population in the green space of Zarand city. Evaluation of the efficiency of the treatments in the urban green space by sampling and comparing the population of aphids on the leaves of ornamental cauliflower was done three times at seven, fourteen and twenty one days after spraying. Also, the effectiveness of the treatments on reducing the amount of nymphs was evaluated in the laboratory by taking samples and comparing the number of nymphs produced by the females and the mortalities of the nymphs during a period of ten days on a daily basis. The results of these experiments showed that acetamiprid treatment (100ppm) may be an effective concentration in controlling cabbage aphid in urban green space, that this concentration can control cabbage aphid in the first seven days, and it is possible that the low concentration, acetamiprid treatment (10ppm) along with M. azedarach extract (2000 ppm) can be effective in reproduction and increasing the percentage of mortalities of cabbage aphid.

Key words: cabbage aphid, reproduction, acetamiprid, sublethal concentration, Melia azedarach extract

بررسی ارتباط بین شاخص توده بدنی (MBI) و سنگ کلیه در کودکان مراجعه کننده به کلینیک کوثر شهر اردبیل

لیلا کاتبی۱ ، ناهیده اخلاصی۱ ، آیناز پرهیزگار۱، فیروز امانی۲ ، شبنم ایران خواه۳

۱- گروه اطفال ، بیمارستان بوعلی ، دانشکده پزشکی ، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل ، اردبیل ، ایران
۲- واحد توسعه تحقیقات بالینی، بیمارستان علوی ، دانشکده پزشکی ، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل ، اردبیل ، ایران
۳- گروه ژنتیک ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر ، اهر، ایران

چکیده

زمینه: سنگهای کلیه و مجاری ادراری یکی از مشکلات شایع و مهم طب کودکان است که بدلیل زندگی ماشینی، تغذیه نامناسب، عادات غلط در مصرف مایعات و استفاده نامناسب از داروها امروزه شیوع آن رو به افزایش است. هدف این مطالعه بررسی ارتباط بین شاخص توده بدنی (BMI) و سنگ کلیه در کودکان مراجعه کننده به درمانگاه کوثر شهر اردبیل بود.

مواد و روش ها: در این مطالعه مورد شاهدی تعداد ۱۸۲ نفر از کودکان مراجعه کننده به درمانگاه کوثر شهرستان اردبیل تحت معاینه بالینی و سونوگرافی قرار گرفتند. از بین کودکان با سونوگرافی نرمال تعداد ۹۱ نفر به عنوان گروه کنترل و از بین کودکان با سونوگرافی با تشخیص سنگ کلیه نیز ۹۱ نفر به عنوان گروه مورد انتخاب و مورد مطالعه قرار گرفتند. در روشهای آمار توصیفی از جدول و شاخصهای آماری و در آنالیز تحلیلی نیز جهت بررسی ارتباط بین BMI و وجود سنگ کلیه از مدل لجستیک تک متغیره استفاده شد و نسبت شانس گزارش گردید.

نتایج: بیشترین درصد کودکان (۵۷.۱٪) دارای ۱ سنگ بودند. نتایج مدل لجستیک نشان داد که شاخص توده بدنی ، نسبت شانس ۰.۹۹ دارد. بررسی جنسیت نشان داد که زنان در مقایسه با مردان، شانس ۲.۲۹ برای ابتلا به سنگ کلیه دارند که این ارتباط از نظر آماری معنی دار بود.کودکان زیر ۵ سال نسبت به کودکان بالای ۱۰ سال ۴.۱۴ شانس بیشتری برای داشتن سنگ کلیه داشتند.

نتیجه گیری: نتایج مطالعه حاضرنشان داد که ارتباط معنی داری بین شاخص توده بدنی و سنگ کلیه وجود ندارد. اما دختران نسبت به پسران و کودکان زیر ۵ سال شانس بیشتری برای ابتلا به سنگ کلیه دارند.

کلمات کلیدی: شاخص توده بدنی، چاقی، سنگ کلیه، کودکان، اردبیل

بررسی اثر محافظتی کورکومین در برابر مسمومیت با قلع خوراکی بر بافت استخوان¬ موش¬های نژاد BALB/c

***بهینا بازقندی۱ ، احسان صبوری۲**
۱مرکز تحقیقات پروتئین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
۲گروه ژنتیک پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران
*نویسنده مسوول: sabourie@mums.ac.ir

چکیده

هدف: قرارگیری در معرض فلزات سنگینی مانند سرب، آرسنیک، کادمیوم و قلع به یک نگرانی عمده به ویژه در کشورهای در حال توسعه و در حوزه بهداشت عمومی تبدیل شده است . رایج‌ترین روش قرار گرفتن در معرض قلع، مصرف غذاهایی است که در قوطی‌های حاوی قلع بسته‌بندی شده‌اند. قلع می‌تواند بر سیستم‌های مختلف بدن مانند استخوان‌ها، کلیه‌ها، طحال و ریه‌ها تأثیر گذاشته و آسیب‌های جبران‌ناپذیری بر جای بگذارد. مطالعات نشان داده‌اند که قرار گرفتن در معرض مقادیر بالای قلع (بیش از ۱۳۰ میلی¬گرم بر کیلوگرم) منجر به تجمع این فلز در بدن می‌شود. با توجه به اثرات سمی قلع و نظر به اثرات آنتی اکسیدانی کورکومین، هدف پژوهش حاضر این است که نقش حفاظتی کورکومین را بر مسمومیت ناشی از قلع و تأثیر آن بر کاهش آپوپتوز بافت استخوان موش های نژاد BLAB/c را که در معرض مسمومیت با قلع قرار گرفته¬اند مورد بررسی قرار دهد. روش اجرا: در این مطالعه تعداد ۳۰ موش نر نژاد BALB/c در پنج گروه به صورت تصادفی تقسیم شد. گروه اول) گروه کنترل یا :(G1 هیچگونه مداخله¬ایی صورت نگرفت. گروه دوم یا G2 (گروه شم): تنها نرمال سالین دریافت کرد. گروه سوم یا G3 (گروه کورکومین): که ۲۵۰ میلی¬گرم در کیلوگرم (250 mg/kg) کورکومین دریافت کرد. گروه چهارم یا G4 (گروه قلع): ۲۰ میلی¬گرم در کیلوگرم (20 mg/kg) قلع و گروه پنجم یا) G5 گروه قلع+ کورکومین 20 mg/kg (قلع mg/kg + 250کورکومین دریافت کردند. گروه های مربوطه به مدت ۴ هفته و بصورت یک روز درمیان 20 mg/kg قلع به صورت گاواژ در یافت کردند، و سپس تیمار با 250 mg/kg کورکومین گرفت. بعد از اتمام دوره درمان، موش¬ها پس از بیهوشی با ۱۰۰ میلی¬گرم در کیلوگرم کتامین و پس از حصول اطمینان از بیهوشی کامل توسط گیوتین قربانی شد. سپس بافت استخوان فمور آن¬ها خارج گردید. وزن بافت استخوان استخراج شده اندازه¬گیری شد و سپس جهت بررسی های هیستوپاتولوژیک توسط رنگ آمیزی H&E با میکروسکوپ نوری مورد بررسی قرار گرفت. همچنین میآپوپتوز القایی به وسیله Real time PCR با بررسی بیان ژن های Bax/Bcl2 در مقایسه با کنترل داخلی b-Actin به روش ۲ ΔΔCt–انجام گرفت. یافته ها: براساس نتایج، دریافت ۲۰ mg/kgقلع بصورت یک روز درمیان و به¬ مدت ۴ هفته، به صورت گاواژ باعث کاهش وزن بافت استخوان در گروه G4 نسبت به گروه G1 شد .(p<0.01) از طرفی تیمار با کورکومین (250 mg/kg) پس از دریافت قلع توانست از کاهش وزن استخوان در گروه G5 نسبت به گروه G4 جلوگیری کند و مشابه گروه عدم مداخله یا نرمال سالین باشد .(p<0.01)همچنین بیان ژن Bax در گروه G4 نسبت به گروه G1 افزایش معناداری را نشان داد .(P<0.001) درهمین حال، بیان ژن Bax در گروه G5 نسبت به گروه G4 کاهش معناداری داشت .(P<0.001) همچنین آنالیز داده¬ها نشان داد که بیان ژن Bcl2در گروه G4 نسبت به گروهG1 ، کاهش معناداری داشته است .(P<0.001) علاوه براین، بیان ژن Bcl2 در گروه G5 نسبت به گروهG4 ، افزایش معناداری داشته است .(P<0.001) از نظر بافت شناسی در گروه G4 ضایعات آشکار استئونکروتیک در فمور موش مشاهده شد، درحالی که در گروه G5 بافت استخوان نرمال بود و ضایعه پاتولوژیک آشکاری

مشاهده نشد. نتیجه گیری: براساس نتایج می¬توان بیان کرد که سوء مصرف قلع می¬تواند باعث کاهش وزن بافت اسخوان و آسیب بافتی و و فعال سازی مسیرهای آپوپتوز گردد. از طرفی تجویز کورکومین به عنوان یک عامل مؤثر می¬تواند اثرات نامطلوب قلع بر استخوان را خنثی کند.

واژگان کلیدی: قلع، کورکومین، استخوان، آپوپتوز

دومین همایش ملی پژوهش های کاربردی
امنیت غذایی، ایمنی غذایی و سلامت
«همزمان با روز جهانی غذا؛ ۲۵ مهرماه ۱۴۰۳»
موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

فناوری بیوفلاک یک رویکرد سبز دوستدار محیط زیست در افزایش تولیدات آبزی پروری

سمیه میرشکاری[۱]، علی خسروانی زاده*[۲]

[۱] استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، پژوهشکده کشاورزی، پژوهشگاه زابل، زابل.

[۲] استادیار گروه علوم آبزیان، پژوهشکده تالاب بین المللی هامون، پژوهشگاه زابل، زابل.

نویسنده مسئول : Khosravani.ali@uoz.ac.ir

چکیده

کمبود آب، تقاضای فزاینده برای مواد غذایی پروتئینی، و رقابت در استفاده از زمین برای گسترش مزارع آبزی‌پروری به یک مشکل بزرگ در سطح جهانی تبدیل شده است. برای تامین تقاضای فزاینده برای پروتئین حیوانی، آبزی‌پروری فشرده یکی از گزینه‌های اصلی است. اما شیوه‌های آبزی پروری متراکم پساب‌های زیادی تولید می‌کنند که به محیط‌زیست آبی آسیب می‌رساند. علاوه بر این، آبزی‌پروری متراکم منجر به نیاز بیشتر به پودر ماهی (اصلی‌ترین منبع تامین پروتئین جیره آبزیان)، شیوع بیشتر بیماری در آبزیان پرورشی، تخریب محیط‌زیست و درگیری‌های اجتماعی و اقتصادی خواهد شد. با هدف به حداقل رساندن این مشکلات در آبزی‌پروری متراکم فناوری بیوفلاک مورد استفاده قرار گرفته است. بیوفلاک تجمع بهم فشرده‌ای از جوامع میکروبی مانند فیتوپلانکتون‌ها، باکتری‌ها و ذرات آلی زنده و مرده است. اساس فناوری بیوفلاک بر پایه دستکاری نسبت C/N جهت تبدیل ضایعات نیتروژنی سمی به پروتئین مفید میکروبی استوار است که به بهبود کیفیت آب منجر می‌شود و یک سیستم پرورش با تبادل آب صفر را ایجاد می‌کند. بیوفلاک به عنوان یک منبع تغذیه کامل برای موجودات آبزی محسوب می‌شود. برخی از ترکیبات زیست فعال که رشد، بقا و مکانیسم‌های دفاعی را افزایش می‌دهند را برای آبزیان فراهم می‌کند و با تحریک سیستم ایمنی ذاتی حیوانات به عنوان یک رویکرد جدید برای مدیریت سلامت در آبزی پروری عمل می‌کند. لخته‌های باکتریایی مفید میکروبی و ترکیبات مشتق از آن مانند اسیدهای آلی، پلی هیدروکسی استات و پلی هیدروکسی بوتیرات می‌توانند در برابر رشد سایر پاتوژن‌ها مقاومت کنند، بنابراین به عنوان یک پروبیوتیک طبیعی و محرک ایمنی عمل می‌کنند. این فناوری در حفظ پارامترهای بهینه کیفیت آب تحت یک سیستم تبادل آب صفر مفید است، بنابراین از یوتریفیکاسیون و تخلیه پساب به محیط اطراف جلوگیری می‌کند. علاوه بر این، این فناوری در امنیت زیستی مفید است، زیرا هیچ تبادل آبی با محیط پیرامون به جز حذف لجن وجود ندارد. این فناوری از نظر اقتصادی مقرون به صرفه، از نظر زیست‌محیطی پایدار و از نظر اجتماعی قابل قبول است.

واژگان کلیدی: بیوفلاک، پرورش آبزیان، آب، باکتر

دومین همایش ملی پژوهش های کاربردی
امنیت غذایی، ایمنی غذایی و سلامت
«همزمان با روز جهانی غذا؛ ۲۵ مهرماه ۱۴۰۳»
موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

مقایسه اثر نانوفرمولاسیون عصاره اتانولی زیتون تلخ (*Melia azedarach* L.) با آفت کش سیانترانیلی پرول (Cyantraniliprole) در کنترل جمعیت سفید بالک گلخانه *Trialeurodes vaporariorum* Westwood

کیمیا زینلی گلنابادی[1*]، کمال احمدی[2]

[1] دانش آموخته کارشناسی ارشد حشره شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان ، ایران

[2] استادیار، بخش گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

[*] نویسنده مسوول: kimiazeinaly7600@gmail.com

چکیده

در این تحقیق اثرات حشره کشی به صورت تماسی، گوارشی و تنفسی عصاره اتانولی فرموله شده میوه زیتون‌تلخ و آفت‌کش سیانترانیلی پرول روی مرحله‌ی تخم و پورگی سفید بالک گلخانه در شرایط آزمایشگاهی آزمایش شد. از مهمترین اهداف این پژوهش می توان به: بررسی تأثیر اسانس و ترکیبات فرموله شده گیاه زیتون‌تلخ در کنترل سفید بالک گلخانه، بررسی دوام ترکیبات نانو فرموله شده زیتون تلخ در کنترل سفید بالک گلخانه ، بررسی اثرات کشندگی و زیر کشندگی ترکیبات نانو فرموله شده گیاه زیتون‌تلخ در کنترل سفید بالک گلخانه اشاره کرد. در این آزمایش از ترکیب نانو امولسیون عصاره اتانولی میوه زیتون‌تلخ(DMSO-Melia) (نانوشده با امولسیفایر دی متیل سولفوکسید) و آفت‌کش سیانترانیلی پرول استفاده شد. نتایج آزمایش‌ها نشان داد (در تحقیقات آزمایشگاهی) تیمارها روی درصد تفریخ تخم‌ها تأثیری نداشته و با شاهد اختلاف معنی‌دار نداشتند. در آزمایش انجام‌شده روی تلفات مرحله‌ی پورگی شمارش در دو مرحله انجام شد که در شمارش اول درصد تلفات در تیمار سیانترانیلی پرول (۶/۸۰± ۵۲/۹۷ درصد) و درصد تلفات در تیمار DMSO-Melia (۳/۵۸ ±۲۹درصد) مشاهده شد. نتایج حاصل از شمارش دوم نشان داد که درصد تلفات در آفت‌کش سیانترانیلی پرول (۷/۱۴± ۵۹/۴۵درصد) و درصد تلفات در تیمار DMSO-Melia (۵/۳۳ ±۳۹/۱۲درصد) مشاهده گردید. در آزمایش‌های تأثیر تنفسی، هیچ کدام از تیمارها نسبت به شاهد روی درصد تفریخ تخم‌ها تأثیری نداشتند ولی در آزمایش انجام‌شده روی تلفات مرحله‌ی پورگی، درصد تلفات پوره‌ها در تیمار سیانترانیلی پرول (۶/۳۷ ± ۱۸/۳۴درصد) و درصد تلفات پوره‌ها در تیمار DMSO-Melia (۱/۸۴ ± ۲/۵۳درصد) مشاهده شد. با توجه به نتایج بدست آمده، تیمار سیانترانیلی پرول با DMSO-Melia و شاهد اختلاف معنی‌دار داشت.

واژگان کلیدی: سفید بالک گلخانه، زیتون تلخ، آفت کش سیانترانیلی پرول، نانوفرمولاسیون، درصد تلفات.



Using active packaging to increase the shelf-life of food products

Sara Safaeian Laein[1231], Mohammad Sayah Laein [2], Seyed Mohammadreza Bolandi[3], Shiba Yousefvand[4]

[1]Department of Food Hygiene and Aquaculture, Faculty of Veterinary Medicine, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

[2]Network veterinary city of Mashhad, Razavi Khorasan Province, Mashhad, Iran

[3]Department of Pharmacology, Faculty of Veterinary Medicine, Islamic Azad University of Karaj branch, Iran

[4]Department of Basic Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Corresponding Author: sarasafaeianlaein@gmail.com

Abstract

The main objective of this study was to design an active packaging which is fortified with solid lipid nanoparticles containing peppermint essential oil (PEO-SLN) to increase the shelf-life of trout fillets. PEO-SLN was provided by high shear homogenization, and characterized by dynamic light scattering (DLS), X-ray diffraction (XRD), and Fourier transform infrared techniques (FTIR). This study provides useful insights into preparing a lipid-based delivery system enriched with essential oils for food safety applications.

Keywords: Gelatin, Peppermint, Physicochemical properties, SLNs, Trout fillet

[231] Corresponding Author E. mail: sarasafaeianlaein@gmail.com

Introduction

One of the most important topics in food science is preserving perishable foods such as the most nutritious seafood. There are three main categories of fish spoilage: bacterial, chemical, and autolysis (Li et al. 2017). To keep food fresh and extend its shelf life without using artificial ingredients, natural preservatives like essential oils can be used (Cossetin et al., 2021). Aromatic plants such as *Mentha piperita* have antibacterial effects due to their bioactive compounds (Laein et al., 2022; Cossetin et al., 2021). *Mentha piperita*, commonly known as peppermint, belongs to the family Lamiaceae. Peppermint essential oil (PEO) contains various antibacterial and antioxidant compounds, such as limonene, menthone, and menthol (Badea et al., 2019). The hydrophobicity and volatility of essential oils and their sensitivity to light and oxygen reduce their stability during storage (Cossetin et al., 2021). These natural preservatives can be used alone or mixed with another edible coating to extend the shelf life of food products. Fish gelatin is an edible coating provided from cold water fish skin. It is a non-toxic and biodegradable material that interacts well with essential oils. The combination of gelatine and essential oils creates an atmosphere that is ideal for preserving the quality and freshness of food that would otherwise spoil quickly (Jridi et al., 2020).

Recently, solid lipid nanoparticles (SLNS) utilized as a new lipid-based delivery system to protect bioactive compounds in food industry. These colloidal nanoparticles have a spherical shape with approximately 10-1000 nm size mainly applied for encapsulating food components, controlling release, and postponing oxidation (Wang et al., 2016). Previous studies have shown the effect of different lipid nanocarriers on food ingredients and drugs in emulsion particles and in which ways they can improve the shelf life of food products (Laein et al., 2022; Alanchari et al., 2021). However, to our knowledge, no study has been performed to evaluate the effects of gelatine coating containing PEO-SLN on shelf life of trout fillets. Accordingly, the aim of present study is to design a lipid-based delivery system containing PEO and evaluate the effect of this system on the microbial quality of trout fillets during cold storage.

Material and methods

Materials

Fish gelatin was purchased from Sigma-Aldrich Co, Germany. Glycerol monostearate (GMS; MW 358/56 g/mol) was supplied from Alfa Aesar Co, USA. Tween 80 (MW 1310 g/mol) was purchased from Merck Co, Germany. Peppermint essential oil (PEO; MW 965.5 g/mol) was provided from the Nader agro-industry, Mashhad, Iran.

GC/MS analysis of PEO

The chemical composition of PEO was analyzed according to the method described by Mojaddar Langroodi et al. (2021). The gas chromatograph used was an Agilent 6890 (type BPX5) with a capillary column (25 m × 25 mm × 0.25 µm) (Mojaddar Langroodi et al., 2021).

Preparation of SLNs

Bath sonication methods were applied to prepare PEO-loaded SLNs. In summary, Glycerol monostearate (2% w/v) was melted at about 70°C and then PEO (0.5% w/v) was added (oily phase). Tween 80 (1% w/v) was then prepared in double-distilled water and added to the oily phase at the end of the melting process. The emulsion was then homogenized using a bath sonication (Power sonic 505; Hwashin Technology, Gyeonggi-do, South Korea) at 70°C/ 3 cycles for 15 min. Finally, the lipid nanoparticles containing PEO was subsequently obtained by cooling at room temperature.

X-ray diffraction analysis (XRD)

The SLNs polymorphism structure and their mixtures were determined by an X-ray diffractometer (EXPLORER, GNR, Italy), operating at 40 kV voltage and 30 mA current. Our different samples (GMS, GMS+PEO, PEO free, and PEO-loaded SLNs) were tested at a 0.05 °/s scan rate over a 2θ of 3–50° (Amani, Sami, & Rezaei, 2021).

Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR)

The interactions amongst GMS, PEO, GMS+PEO, and PEO-SLN were ascertained by FTIR spectra (AVATAR 370 FT-IR, Thermo Nicolet). The Pellet method along with anhydrous KBr powder was applied to prepare the samples. The FTIR spectra were recorded at the resolution of 1 cm^{-1}, in the range of 400 to 4000 cm^{-1} (Amani, Sami, & Rezaei, 2021).

Analysis of antibacterial activity

Antibacterial activity of pure PEO and PEO-loaded SLN against four strains of *P. aeruginosa* (ATCC: 1430, 27853, 1707, 1074), *L. monocytogenes* (ATCC: 7644, 82119, CIP: 7834, NCTC: 10671), and one strain of E. coli O157:H7 (NCTC: 12900) was determined using the microdilution method. Briefly, for the MIC assay, wells of a 96-well microplate were loaded with 100 µl of bacterial growth medium. Next, 100 µl of PEO/PEO-SLN was added to the wells of the two columns and completely mixed. Then, 100 µl of the wells containing the samples were transferred to the second row of wells and this transfer was repeated so that all wells in the row had half the concentration of nanoparticles from the previous row. An inoculum of 10^6 CFU/ml was tested for all bacteria and the concentration of PEO and PEO-SLN were in the range of 4-0.031 mg/ml. Microplates were then incubated at 37°C for 24 hours. Microbial growth was determined based on absorbance before and after incubation at 620 nm on a Power Wave Microplate Spectrophotometer. The lowest concentration well was measured as the MIC value. For the MBC determination, 50 µl from the MIC test wells was inoculated on nutrient agar and incubated at 37°C for 24 hours. The least concentration without any bacterial growth is considered as MBC (Ghodrati, Farahpour, & Hamishehkar, 2019).

***In-vitro* release study**

Phosphate buffer saline (PBS; pH 7.4) was used to measure *in-vitro* PEO released from nanoparticles. SLNs (3 mL) were put into a dialysis bag (12–14 kDa), placed in 70 mL of PBS buffer. The bottle containing PBS was heated to 37 °C in a water bath with mild shaking at 50

strokes/min. At various time intervals (0, 30, 1, 2, 4, 6, 12, 24, 48, 72, 96, 120, and 144 h), 1 mL of PBS buffer was collected from outside of the dialysis bag, and replaced with fresh PBS.

The PEO-SLN content of collected buffer at mentioned time courses was measured by a UV/visible spectrophotometer (CE 9500, UK) at 241 nm (Lai et al., 2021).

Preparation of fillet coating

Trout fillets were prepared and aseptically cut into 2×4×1 cm pieces with a weight of 10 g. Then, fish fillets were randomized into four groups with different treatments (Table. 1). Gelatine coating was prepared by dissolving 5 g of gelatine in 100 mL of distilled water and placing it on a hot plate magnetic stirrer at 75 rpm and 70 °C until completely dissolved (group 2). Next, 0.2% (w/v) PEO as the oily phase, and 0.2% (w/v) Tween 80 as the surfactant were mixed with gelatin to obtain a homogenous mixture (group 3). In the last step, PEO-SLN 0.2% (W_{PEO}/V) was added to gelatine and tween 80 and mixed thoroughly (group 4). Fillets were coated with desired treatments for 2 min, and after draining, they were placed in sterile zip packs. Finally, the fish samples were kept at 4±1 °C for further microbial analysis on days 0, 1, 2, 4, 6, 8, and 12.

Table. 1. Experimental treatments of this research

	Treatments	Explanation
1	Con	without any coating
2	Gel	Gelatin 5% (w/v)
3	Gel + PEO	Gelatin coating with PEO 0.2% (w/v)
4	Gel + PEO-SLN	Gelatin coating with PEO-SLN 0.2% (W_{EO}/V)

Statistical analysis

In this research, all experiments were performed with three replicates. Statistical data analysis was executed via SPSS V21.0 software (SPSS, Inc. Chicago, IL, USA). Repeated measure analysis of variance and Tukey test were used to evaluate significant differences at $P<0.05$ level.

Result and discussion

Chemical composition of PEO

The active constituents of *Mentha piperita* EO determined by GC/MS are illustrated in Table 2. As table shows, iso-Menthol (24.69%) and Carvone (16.98%) are the main compounds of *M. piperita* EO. Similarly, Badea et al. (2019) reported that Menthone and menthol are the major components of *M. piperita* EO. Also, Taherpour et al. (2017) demonstrated that Menthone and Menthol are the main compounds of *M. piperita* EOs. However, the concentration of Menthol and Menthone in Niyibituronsa1 et al. (2020), as the major components of the *M. piperita* EO were much higher than our finding, which was 42.7% and 25.7%, respectively. These differences in *M. Piperita* EO composition may be due to geography, climate change, plant age and region, harvest time, and EO extraction method (keykhosravy et al., 2020).

Table. 2. GC/MS analysis of *Mentha piperita* EO.

No	Components	%	RT
1	*iso*-Menthol	24.69	24.91
2	Carvone	16.98	28.21
3	Menthone	12.35	23.69
4	Limonene	10.88	16.88
5	trans-Dihydrocarvone	4.06	25.85
6	1,8-Cineole	3.81	17.05
7	*neo*-Menthyl acetate	2.88	29.83
8	*iso*-Menthone	2.59	24.08
9	Menthol	2.33	24.32
10	Piperitenone	2.11	32.47
11	Caryophyllene oxide	1.65	42.45
12	*para*-Cymene	1.12	16.70
13	ß-Pipene	0.90	14.09
14	Piperitone 0.79	0.79	28.53
15	*a*-Pipene	0.73	11.74
16	Thymol	0.53	30.38
17	Linalool	0.26	20.61
	Total identified	**88.66**	

SLNs characterization

X-ray diffraction analysis (XRD)

XRD analysis was performed to investigate the crystalline structure and physical statement of PEO-SLN. The diffractograms of pure GMS, PEO, GMS+PEO, and PEO-loaded SLN were illustrated in Fig. 1. The XRD pattern of pure GMS exhibited notable diffraction peaks at 2θ scattered angles of 5.8, 7.6, 19.75, 22.95, 37.05, 40.25, and 42.30, which indicate its crystalline nature. Pure PEO showed peaks at 5.4, 7.3, 19.5, 20.4, 22.6, 36.8, and 42.8 of 2θ scattered angles. The diffractogram of GMS+PEO showed the same peaks as previously reported by Fathi et al. (2013). They found that the use of stearic acid, in contrast to GMS, leads to sharper peaks in nanocarrier systems, showing that this lipid has a higher-order crystalline structure. Yang & Ciftci, (2017) reported that long-chain lipids take a longer time to reach equilibrium and display stable polymorphisms. The XRD analysis of PEO-SLN displayed significant diffraction peaks at 5, 5.8, 19.9, and 22.6 of 2θ, confirming the presence of some crystalline structure. DSC and XRD examinations showed that the crystalline states in pure materials are more ordered than the produced nanocarriers, representing that PEO is well incorporated in the lipid matrix.

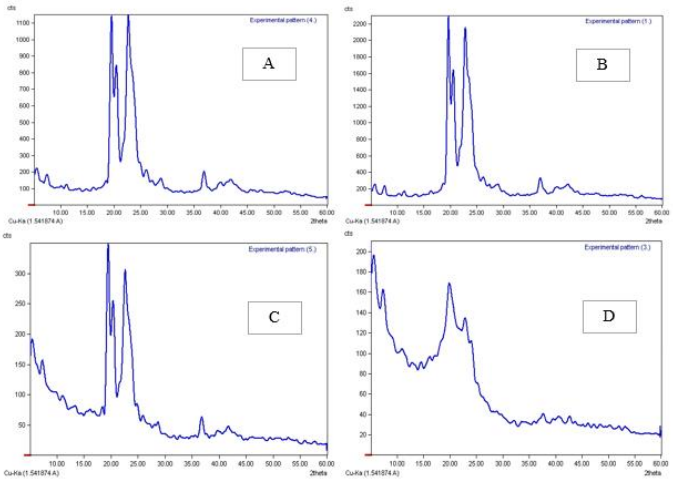


Fig. 1. XRD pattern of GMS (a), GMS+PEO (b), PEO (c), and PEO-SLN (d)

Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR)

The FTIR method was applied to detect the functional group in the molecule and evaluate the molecular interactions amongst GMS, PEO, GMS+PEO, and PEO-SLN (Fig. 2). Broad peaks around 3461.04, 3313.07, 3316.40, and 3306.55 cm^{-1} were attributed to the O-H stretching from the hydroxyl groups. Two sharp peaks at 2849.9 and 2916.5 cm^{-1} were ascribed to C-H stretching in the $-CH_2$ in fatty acid acyl chain groups. The band between 1737.7 and 1730.4 cm^{-1} showed the C═O extending that is associated with the fatty acid ester carbonyl groups. Another characteristic band at 1106.07 referred to C–O–C extending in polar head groups. Furthermore, the peak at 1250 cm^{-1} signified the C–O stretching. The bands at 1,255.3 and 720.3 cm^{-1} were ascribed to the C–H stretching in the fatty acid-long aliphatic chain. When the IR spectra of GMS were compared to those of PEO, GMS+PEO, and PEO-loaded SLNs, there were no significant changes in the position, shape, or intensity of the peaks, suggesting that lipid solidifies in SLNs, and becomes a matrix structurally akin to the original excipient. Interestingly, the encapsulation of PEO in SLNs did not lead to any changes in the FTIR spectra with all the characteristic peaks in PEO spectra at the same wavenumber, indicating that there is no interaction or modification between the PEO and SLNs. Alanchari et al. (2021) reported similar spectral alterations by using curcumin and compritol in the SLNs structure. In addition, Vijayakumar et al. (2017) reported that there is no significant peak shift or loss of functional groups in the FTIR spectra of SLNs and quercetin-loaded SLNs. They found that quercetin is compatible with other compositions used in preparing SLNs formulation.

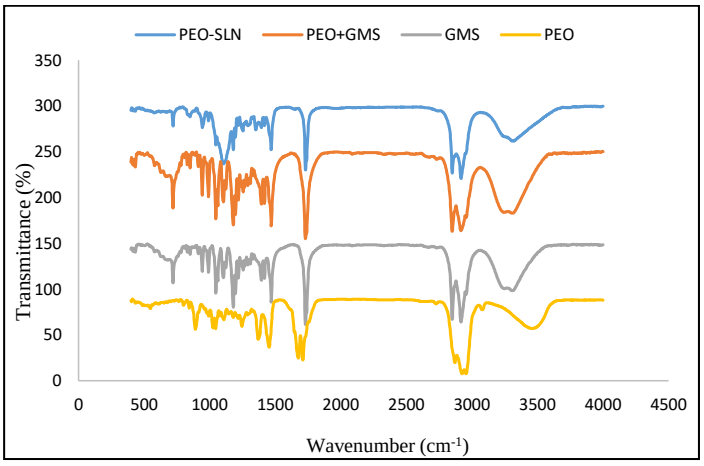


Fig. **2**. FTIR spectra of pure GMS, pure PEO, GMS+PEO, and PEO-SLN

Antibacterial activity of PEO

The results represented that the tested bacteria were significantly sensitive to the antibacterial effects of PEO and PEO-SLN (Table .3). The MIC and MBC values for *L. monocytogenes* and *P. aeruginosa* were similar for all strains examined. However, the antibacterial activity of PEO-SLN showed no significant difference compared to PEO in E.Coli O157:H7. Results showed that Gram-positive bacteria were more susceptible than Gram-negative bacteria because of their lipophilic tail. These bacteria can therefore facilitate the penetration of hydrophobic components. Essential

oil compounds play important roles in cell penetration, anchorage to biological membranes, and distribution. As shown in Table .3, MIC and MBC values of tested bacteria for PEO-SLN were lower than pure PEO. Therefore, the results showed a better inhibitory effect of SLN-loaded PEO than PEO, which was consistent with the previous studies (Ghodrati, Farahpour, & Hamishehkar, 2019). They used the NLC system to encapsulate PEO and their antibacterial results represented that the lowest MIC values were found for *P. aeruginosa*. They reported that PEO-loaded NLC enhanced the antibacterial activity of free PEO. As a consequence,

encapsulated PEO exhibited stronger and superior antibacterial activity under in vitro conditions. These properties can improve passive cellular uptake mechanisms and reduce mass transfer resistance (keykhosravy et al., 2020).

***In-vitro* release study**

The release kinetic study of PEO-loaded SLNs was performed using the dialysis bag method in PBS (pH 7.4) for 144 h. This method is the most widely used technique reported in the studies to measure the drug release from SLNs. Due to the solid core at body temperature; the drug release from the SLN dispersions was expected to be very slow. A biphasic release profile was observed for the PEO-SLN obtained from the bath sonication method. As shown in Fig. 3, the burst release of PEO from SLNs occurred during the first stage of the investigation period at 37 ◦C (within the first 6 h). Thereafter, 38.8% of PEO was gradually released from SLNs (within 144 h).

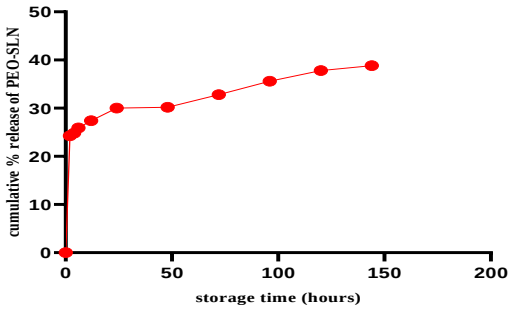


Fig. 3. The *In-vitro* release profile of PEO-SLN in PBS (pH=7.4) at 37 ◦C

The initial burst release is the result of the diffusion of PEO into the particle surface, and the following long-term release is associated with the release of PEO into the lipid matrix. The results indicated that PEO is successfully encapsulated in SLNs. The previous study suggested that the release rate of PEO increases significantly with rising temperature, which can be attributed to the fact that the volatility of PEO increases with increasing storage temperature (Lai et al., 2021). Similar results and interpretations were announced by Shetta, Kegere, & Mamdouh. (2019). They indicated two stages for releasing PEO and green tea essential oil

from chitosan nanoparticles. The initial burst release occurred during the first 12 h; both PEO and GTO were released up to 35.8 % and 57.4 %, respectively. A slow release occurred throughout the second phase (up to 72 h), during which PEO and GTO were released up to 50.7% and 62.9%, respectively. They also reported a considerable enhancement in the release rate of GTO compared to PEO, which can be attributed to the chemical interaction between PEO and the chitosan-sodium tri-polyphosphate system. In another study, He et al. (2019) found that the release rate of free carvacrol is notably faster than that of encapsulated SLNs. The release of free carvacrol indicated 50% in the first 6 h and up to 80% after 50 h. when carvacrol was encapsulated in SLNs, 50% release of carvacrol was observed during 6 h, followed by a lower rate of 80% release after 50 h. Therefore, the profile of carvacrol release in SLNs showed that the carvacrol is located both on the surface and in the core of SLNs.

Conclusion

In the present study, PEO-SLN was successfully prepared with suitable key characteristics such as particle size, PDI, ZP, and EE. The prepared PEO-loaded SLNs possessed high thermo-stability, which could improve the stability of the encapsulated PEO. Furthermore, encapsulated PEO exhibited remarkable antioxidant activity compared to free PEO. It should be added that PEO-SLN offered more advanced antimicrobial activity than free PEO, demonstrating enhanced antimicrobial activity through encapsulation methods in both *in-vitro* and food models. The results showed that the shelf life of trout fillets using PEO-SLN in gelatin-coating can be significantly extended up to 4 days compared to the control. Overall, gelatin-coating in combination with PEO-SLN is proposed as a suitable choice to improve the preservation as well as the quality of different food products.

References

Alanchari, M., Mohammadi, M., Yazdian, F., Ahangari, H., Ahmadi, N., Emam-Djomeh, Z., Homayouni-Rad, A., Ehsani, A. (2021). Optimization and antimicrobial efficacy of curcumin loaded solid lipid nanoparticles against foodborne bacteria in hamburger patty. Journal of Food Science, 86(6), 2242-2254.

Amani, F., Sami, M., Rezaei, A. (2021). Characterization and Antibacterial Activity of Encapsulated Rosemary Essential Oil within Amylose Nanostructures as a Natural Antimicrobial in Food Applications. Starch-Stärke, 73(7-8), 2100021.

Badea, M. L., Iconaru, S. L., Groza, A., Chifiriuc, M. C., Beuran, M., Predoi, D. (2019). Peppermint essential oil-doped hydroxyapatite nanoparticles with antimicrobial properties. Molecules, 24(11), 2169.

Cossetin, L. F., Garlet, Q. I., Velho, M. C., Gündel, S., Ourique, A. F., Heinzmann, B. M., Monteiro, S. G. (2021). Development of nanoemulsions containing Lavandula dentata or Myristica fragrans essential oils: Influence of temperature and storage period on physical-chemical properties and chemical stability. Industrial Crops and Products, 160, 113115.

Fathi, M., Varshosaz, J., Mohebbi, M., Shahidi, F. (2013). Hesperetin-loaded solid lipid nanoparticles and nanostructure lipid carriers for food fortification: preparation, characterization, and modeling. Food and Bioprocess Technology, 6(6), 1464-1475.

Ghodrati, M., Farahpour, M. R., Hamishehkar, H., (2019). Encapsulation of Peppermint essential oil in nanostructured lipid carriers: In-vitro antibacterial activity and accelerative effect on infected wound healing. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 564, 161-169.

He, J., Huang, S., Sun, X., Han, L., Chang, C., Zhang, W., Zhong, Q. (2019). Carvacrol loaded solid lipid nanoparticles of propylene glycol monopalmitate and glyceryl monostearate: preparation, characterization, and synergistic antimicrobial activity. Nanomaterials, 9(8), 1162.

Jridi, M., Abdelhedi, O., Salem, A., Kechaou, H., Nasri, M., Menchari, Y. (2020). Physicochemical, antioxidant and antibacterial properties of fish gelatin-based edible films enriched with orange peel pectin: Wrapping application. Food Hydrocolloids, 103, 105688.

Keykhosravy, K., Khanzadi, S., Hashemi, M., Azizzadeh, M. (2020). Chitosan-loaded nanoemulsion containing Zataria Multiflora Boiss and Bunium persicum Boiss essential oils as edible coatings: Its impact on microbial quality of turkey meat and fate of inoculated pathogens. International Journal of Biological Macromolecules, 150, 904-913.

Khanzadi, S., Keykhosravy, K., Hashemi, M., Azizzadeh, M. (2020). Alginate coarse/nanoemulsions containing Zataria multiflora Boiss essential oil as edible coatings and the impact on microbial quality of trout fillet. Aquaculture Research, 51(3), 873-881.

Lai, H., Liu, Y., Huang, G., Chen, Y., Song, Y., Ma, Y., Yue, P. (2021). Fabrication and antibacterial evaluation of peppermint oil-loaded composite microcapsules by chitosan-decorated silica nanoparticles stabilized Pickering emulsion templating. International Journal of Biological Macromolecules, 183, 2314-2325.

Laein, S. S., Khanzadi, S., Hashemi, M., Gheybi, F., & Azizzadeh, M. (2022). Peppermint essential oil-loaded solid lipid nanoparticle in gelatin coating: Characterization and antibacterial activity against foodborne pathogen inoculated on rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) fillet during refrigerated storage. Journal of Food Science, 87(7), 2920-2931.

Li, D., Zhang, L., Song, S., Wang, Z., Kong, C., Luo, Y. (2017). The role of microorganisms in the degradation of adenosine triphosphate (ATP) in chill-stored common carp (Cyprinus carpio) fillets. Food Chem. 224:347–52.

Mojaddar Langroodi, A., Nematollahi, A., Sayadi, M. (2021). Chitosan coating incorporated with grape seed extract and Origanum vulgare essential oil: An active packaging for turkey meat preservation. Journal of Food Measurement and Characterization, 15, 2790-2804.

Niyibituronsa, M., Onyango, A. N., Gaidashova, S., Imathiu, S., Ming, Z., Ruinan, Y., Peiwu, L. (2020). Evaluation of Five Essential Oils by Gas Chromatography-Mass Spectrometry and their Effect on Fungal Growth Inhibition and Sensory Acceptability of Soymilk. Journal of Food Research, 9(2).

Shetta, A., Kegere, J., Mamdouh, W. (2019). Comparative study of encapsulated peppermint and green tea essential oils in chitosan nanoparticles: Encapsulation, thermal stability, in-vitro release, antioxidant and antibacterial activities. International Journal of Biological Macromolecules, 126, 731-742.

Taherpour, A. A., Khaef, S., Yari, A., Nikeafshar, S., Fathi, M., Ghambari, S. (2017). Chemical composition analysis of the essential oil of Mentha piperita L. from Kermanshah, Iran by hydrodistillation and HS/SPME methods. Journal of Analytical Science and Technology, 8, 1-6.

Vijayakumar, A., Baskaran, R., Jang, Y. S., Oh, S. H., Yoo, B. K. (2017). Quercetin-loaded solid lipid nanoparticle dispersion with improved physicochemical properties and cellular uptake. Aaps Pharmscitech, 18(3), 875-883.

Wang, Y., Liu, W., Chen, X. D., Selomulya, C. (2016). Micro-encapsulation and stabilization of DHA containing fish oil in protein-based emulsion through mono-disperse droplet spray dryer. Journal of Food Engineering, 175, 74–84.

Yang, J., Ciftci, O. N. (2017). Encapsulation of fish oil into hollow solid lipid micro-and nanoparticles using carbon dioxide. Food chemistry, 231, 105-113.

Exploring the Interaction of Natural Pigments with *Mattirolomyces terfezioides* Honey Truffle Sweet Protein: Implications for Innovative Plant-Based Food Technologies

Seyed Mohammad Hasan Haghayeghi[1]*, Mohammad Assadizadeh[2]

[1]Faculty of Life Sciences and Biotechnology, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

[2]Department of Biophysics, Faculty of Biological Sciences, Tarbiat Modares University

*Corresponding author: : s.haghayeghi@mail.sbu.ac.ir

Abstract

This research investigates the interactions between pigments and the Honey Truffle Sweet protein (HTS) extracted from the fungus *Mattirolomyces terfezioides* to find possible uses in creating healthier plant-based foods. Considering the growing concerns about obesity and long-term illnesses among individuals there is a rising interest among consumers for sweeteners, with zero calories. By employing docking methods, the study assesses three colorings—astaxanthin, beta carotene, and phycocyanobilin—recognized for their nutritional and therapeutic properties. The findings, from the docking experiment suggest that beta carotene has the binding strength (346 kJs/mol) with astaxanthin following behind (343 kJs/mol) whereas phycocyanobilin exhibits a lower affinity (279 kJs/mol). Upon analysis, it is apparent that astaxanthin and beta carotene engage in hydrophobic interactions, with the HTS protein whereas phycocyanobilin mainly forms hydrogen bonds. The results indicate that the HTS protein shows promise in maintaining pigments to create colorful and healthy protein-rich sweet foods.

Keywords: Honey truffle, Sweet protein, *Mattirolomyces terfezioides*, Natural pigments, Natural sweeteners

Introduction

The global increase of obesity, diabetes, hypertension and heart diseases have led to a major demand in reducing the intake of sugar in recent years(Swiader et al., 2019). Therefore, the types of foods providing sweetness by use of non-caloric high-intensity sweetening substances have become increasingly popular, resulting in more than a billion consumers using non-caloric sweeteners in the past three decade(Du Bois & Prakash, 2012). High-intensity sweeteners (HISs) are generally employed in the food, beverage and pharmaceutical industries as substitutes of sugar. These zero-caloric substitutes are hundreds of times sweeter than sucrose. On the other hand, HIS produced by semi-synthetic or synthetic means have to undergo pre-market FDA approvals. Synthetic and semi-synthetic food additives among the HIS that have been approved include saccharin, aspartame, neotame, acesulfame K, sucralose and cyclamate(Ibrahim, 2015). However, Concerns regarding their safety have led to an increased interest in sweeteners that offer both delicious taste and health benefits(Swiader et al., 2019).

Mattirolomyces terfezioides is a type of Hungarian mushroom which is popular for its strong sweet taste(Csorbai et al., 2009). Recently, a company called MycoTechnology has extracted a protein named Honey Truffle Sweetener (HTS) from *Mattirolomyces terfezioides* to study the mushrooms sweetness characteristics in detail(McFarland et al., 2024).Simultaneously, the importance of microalgae and cyanobacteria-derived natural pigments like phycocyanobilin (blue chromophore), β-carotene (yellow precursor of vitamin A), astaxanthin (a keto-carotenoid with anti-oxidant properties) over their synthetic alternatives is increasing. These natural pigments are non-toxic, non-carcinogenic and possess a diverse range of applications in food, pharmaceutical, aquaculture and cosmetic industries(Begum et al., 2016).

This research aimed to explore how natural pigments interact with HTS derived from *Mattirolomyces terfezioides* using molecular docking analysis techniques. We aim to discover the possibility of using HTS and natural pigments, in food technology for producing novel plant-based foods. This innovative approach could potentially meet the demands of consumers seeking more natural and healthy food ingredients.

Methods and materials

The 3D structure of HTS was obtained from the resources made available by MycoTechnology(McFarland et al., 2024). Three pigments were selected for docking studies based on their structural properties and potential interactions with the Honey Truffle Sweet protein: Astaxanthin (PubChem CID: 5281224), beta-carotene (PubChem CID: 5280489), and phycocyanobilin (PubChem CID: 11606751) were retrieved from PubChem in their two and three-dimensional structures(Kim et al., 2019). Molecular docking analysis was performed by employing HEX, a software which benefits from Fourier Transform (FFT) correlation and is powered by graphical processors(Macindoe et al., 2010). ChimeraX was utilized to add hydrogen and charge to prepare the receptor and ligands for docking analysis and further analysis of molecular interactions(Pettersen et al., 2021). Protein-Ligand Interaction Profiler

(PLIP) was used for the detailed analysis of interactions in atomistic levels(Adasme et al., 2021), and PyMol was employed for their visualizations(Schrödinger and LLC, n.d.).

Results

Molecular docking simulations were performed using HEX to evaluate the interaction of honey truffle sweet protein with three ligands: astaxanthin, beta-carotene, and phycocyanobilin. The structural representations of the docking interactions are shown in **Figure 1**, with the honey truffle sweet protein rendered in gray and the ligands displayed in distinct colors. The docking results indicate that beta-carotene (orange) **Figure 1B** binds strongly along an extended surface region, astaxanthin (red) interacts similarly but with a slightly different orientation **Figure 1A**, while phycocyanobilin (blue) binds in a more compact region of the protein **Figure 1C**. The interaction free energy values for the three ligands, presented in **Figure 1D**, reveal that beta-carotene exhibited the most favorable interaction energy (-346.8 kJ/mol), followed by astaxanthin (-343.4 kJ/mol). Phycocyanobilin showed a comparatively lower binding affinity with an interaction free energy of -279.1 kJ/mol. These results suggest that beta-carotene and astaxanthin exhibit higher binding potential with the honey truffle sweet protein than phycocyanobilin, potentially indicating stronger ligand-protein interactions.

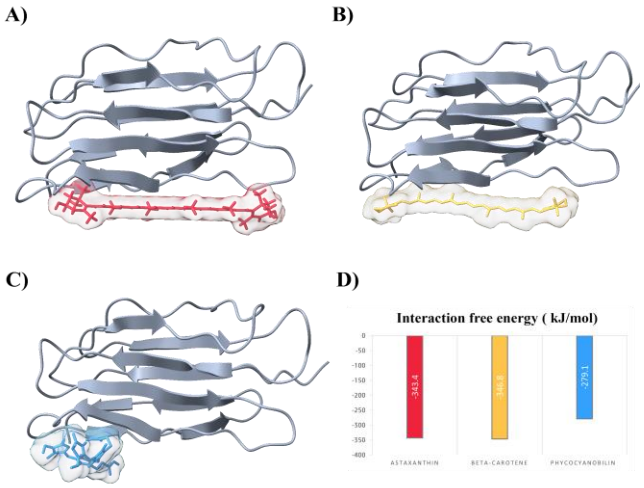


Figure 1. Molecular docking results of honey truffle sweet protein with three ligands using HEX. **(A)** Astaxanthin (red) bound to the protein surface, **(B)** Beta-carotene (orange) docking orientation, **(C)** Phycocyanobilin (blue) interaction with the protein. **(D)** Interaction free energy values (kJ/mol) for the three ligands, indicating that beta-carotene has the most favorable binding energy, followed by astaxanthin and phycocyanobilin.

The consistent positioning of the binding sites across the three generated pigment-protein models highlights the structural potential of this region on HTS to interact with and carry

natural pigments, particularly carotenoid-based hydrophobic pigments. This capability could contribute to production of sweet plant-based foods that also possess notable medicinal properties.

The atomistic interaction profile of Astaxanthin and Beta-carotene with the sweet protein HTS reveals hydrophobic contacts, while Phycocyanobilin binds to HTS through hydrogen bonds. These interactions play a significant role in the binding affinities and stability of the pigment-protein complexes. Astaxanthin formed hydrophobic interactions with amino acids within approximately 4 Å of the protein's binding site, including residues Ala-84, Asp-85, Glu-89, Trp-90, Phe-99, and Lys-103 (Figure 2A and Table1). Beta-carotene, another carotenoid, exhibited hydrophobic interactions with surrounding residues such as Leu-95, Trp-90, Glu-89, and Val-87 within the 4 Å range of the binding pocket. These interactions predominantly involved non-polar contacts between the pigment and the protein, stabilizing the complex (Figure 2B and Table1).
Phycocyanobilin, in contrast, established hydrogen bonds with key residues, including Asp-94, Ser-92, Leu-95, Val-100, and Leu-101, located within 4 Å of the binding site and a hydrophobic interaction with Leu-101. These interactions suggest that Phycocyanobilin mainly forms strong polar contacts with the HTS protein (Figure 2C and Table1).

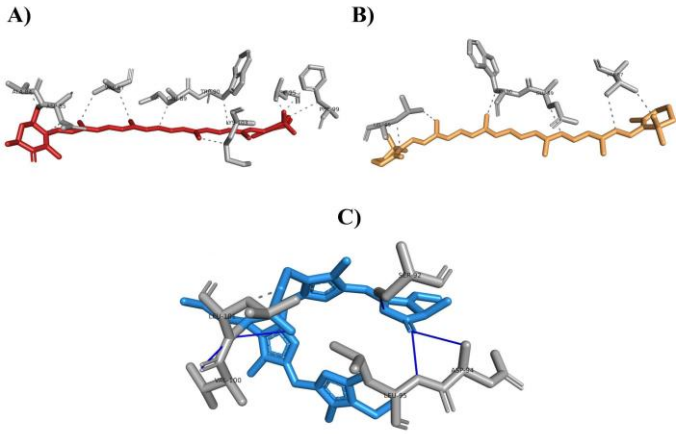


Figure 2: Docking interactions of the pigments with the HTS protein within 4 Å of the binding site. **A)** Astaxanthin interacting with nearby amino acids, showing predominantly hydrophobic interactions (gray dashed lines) with residues Ala-88, Asp-85, Gly-89, Trp-90, Phe-99, Leu-113, and Lys-118. **B)** Beta-carotene forming hydrophobic interactions (gray dashed lines) with amino acids Leu-98, Trp-90, Ser-89, and Val-67. **C)** Phycocyanobilin establishes both hydrogen bonds (blue lines) with Ser-92, Asp-94, Leu-95, Val-100, and Leu-101. and hydrophobic interaction (gray dashed lines) with Leu-101.

Ligand	Type of interaction	Residue	Amino acid	Distance (Å)

Astaxanthin	Hydrophobic	84	ALA	2.51
Astaxanthin	Hydrophobic	85	ASP	3.12
Astaxanthin	Hydrophobic	87	VAL	3.62
Astaxanthin	Hydrophobic	89	GLU	2.96
Astaxanthin	Hydrophobic	90	TRP	3.62
Astaxanthin	Hydrophobic	95	LEU	2.41
Astaxanthin	Hydrophobic	99	PHE	3.57
Astaxanthin	Hydrophobic	103	LYS	3.15
Beta-carotene	Hydrophobic	87	VAL	3.01
Beta-carotene	Hydrophobic	89	GLU	2.91
Beta-carotene	Hydrophobic	90	TRP	3.03
Beta-carotene	Hydrophobic	95	LEU	2.91
Phycocyanobilin	Hydrogen bond	92	SER	2.95
Phycocyanobilin	Hydrogen bond	94	ASP	2.49
Phycocyanobilin	Hydrogen bond	95	LEU	1.71
Phycocyanobilin	Hydrogen bond	100	VAL	3.14
Phycocyanobilin	Hydrogen bond	101	LEU	2.56
Phycocyanobilin	Hydrophobic	101	LEU	2.24

Table 1: Summary of key interactions between the pigments (Astaxanthin, Beta-carotene, and Phycocyanobilin) and amino acid residues of the HTS protein, indicating the type of interaction and interaction distances (in Å).

Discussion

The results of this study demonstrate the promising pigment-protein complex, built by the *Mattirolomyces terfezioides* HTS protein and certain natural pigments that could be useful in food technology applications. The strong binding affinities of beta-carotene and astaxanthin with HTS indicate that these pigments can enhance the appearance of food items by adding color. Additionally, the interaction of HTS with these pigments increases their durability and stability, in addition to providing the sweet taste of the food. The hydrophobic interactions detected might help in maintaining the stability of pigment-protein complexes during product development processes. The polar interactions observed with phycocyanobilin suggest its potential, for applications, they may serve as functional ingredients which provide health benefits. As consumer preferences shift towards natural ingredients, this study provides a fundamental understanding that could help in producing new plant-based food options. These options support health trends and also offer appealing sensory qualities. into the scalability and sensory impacts of these interactions will be vital for advancing this field.

References

Adasme, M. F., Linnemann, K. L., Bolz, S. N., Kaiser, F., Salentin, S., Haupt, V. J., & Schroeder, M. (2021). PLIP 2021: Expanding the scope of the protein-ligand interaction profiler to DNA and RNA. Nucleic Acids Research, 49(W1), W530–W534. https://doi.org/10.1093/nar/gkab294

Begum, H., Yusoff, F. M. D., Banerjee, S., Khatoon, H., & Shariff, M. (2016). Availability and Utilization of Pigments from Microalgae. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 56(13), 2209–2222. https://doi.org/10.1080/10408398.2013.764841

Csorbai, A. G., Illyés, Z., Dimény, J., & Merényi, Z. (2009). Choiromyces meandriformis and Mattirolomyces terfezioides: peculiar truffles with new perspectives. Micol Ital. https://www.researchgate.net/publication/234108264

Du Bois, G. E., & Prakash, I. (2012). Non-caloric sweeteners, sweetness modulators, and sweetener enhancers. Annual Review of Food Science and Technology, 3(1), 353–380. https://doi.org/10.1146/annurev-food-022811-101236

Ibrahim, O. O. (2015). High intensity sweeteners chemicals structure, properties and applications. Natural Science and Discovery, 1(4), 88. https://doi.org/10.20863/nsd.97334

Kim, S., Chen, J., Cheng, T., Gindulyte, A., He, J., He, S., Li, Q., Shoemaker, B. A., Thiessen, P. A., Yu, B., Zaslavsky, L., Zhang, J., & Bolton, E. E. (2019). PubChem 2019 update: improved access to chemical data. Nucleic Acids Research, 47(D1), D1102–D1109. https://doi.org/10.1093/NAR/GKY1033

Macindoe, G., Mavridis, L., Venkatraman, V., Devignes, M. D., & Ritchie, D. W. (2010). HexServer: an FFT-based protein docking server powered by graphics processors. Nucleic Acids Research, 38(suppl_2), W445–W449. https://doi.org/10.1093/NAR/GKQ311

McFarland, C., Alkotaini, B., Cowen, C. P., Edwards, M. G., Grein, E., Hahn, A. D., Jennings, J. C., Patnaik, R., Potter, S. M., Rael, L. T., Sharkey, B. P., Taylor, S. L., Totman, R., Van Simaeys, K., Vo, P., Zhao, D., & Connors, D. E. (2024). Discovery, Expression, and In Silico Safety Evaluation of Honey Truffle Sweetener, a Sweet Protein Derived from Mattirolomyces terfezioides and Produced by Heterologous Expression in Komagataella phaffii. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 72(35), 19470–19479. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.4c04368

Pettersen, E. F., Goddard, T. D., Huang, C. C., Meng, E. C., Couch, G. S., Croll, T. I., Morris, J. H., & Ferrin, T. E. (2021). UCSF ChimeraX: Structure visualization for researchers, educators, and developers. Protein Science, 30(1), 70–82. https://doi.org/10.1002/PRO.3943

Schrödinger and LLC. (n.d.). The PyMOL Molecular Graphics System (3.0). Retrieved March 21, 2024, from https://pymol.org/

Swiader, K., Wegner, K., Piotrowska, A., Tan, F. J., & Sadowska, A. (2019). Plants as a source of natural high-intensity sweeteners: A review. Journal of Applied Botany and Food Quality, 92, 160–171. https://doi.org/10.5073/JABFQ.2019.092.022

What are the effects of acoustic and electromagnetic waves on water and health?

Bibi Marzieh Razavizadeh[1]

[1]**Associated professor in Chemistry, Department of food Chemistry, Research Institute of Food Science and Technology (RIFST)**
*Corresponding author: m.razavizadeh@rifst.ac.ir

Abstract

Pure water possesses a well-defined molecular structure consisting of two hydrogen atoms and one oxygen atom, commonly referred as H_2O. However, under varying conditions, water molecules can form cluster structures through hydrogen bonding. When water contacts with other substances or environments, its structure can change, leading to the gain or loss of certain properties. Exposure to specific frequencies, such as light and sound, can alter its molecular configuration of water. Thus, when water is subjected to sound or light waves of specific frequencies, it can be programmed and exhibit new characteristics. Additionally, water can also be programmed by introducing electromagnetic or sound waves at particular frequencies, alleviating fatigue, or having anti –inflammatory effects. In the present study, a composite sound wave within the audible range (125-16000 Hz) was introduced into water. The physicochemical and microbial characteristics of this programmed water were then examined. The results indicated that the effect of the waves depends on water's properties depend on both the intensity of the sound and the duration of exposure. This revision clarifies the ideas and presents them in a more formal academic tone.

References:

Montagnier, L., Del Giudice, E., Aïssa, J., Lavallee, C., Motschwiller, S., Capolupo, A., . . . Vitiello, G. (2015). Transduction of DNA information through water and electromagnetic waves. Electromagn Biol Med, 34(2), 106-112.

Pollack, G. H. (2022). EZ Water and the Origin of Life. Annual Research & Review in Biology, 37 (9), 18-28.

Rad, I., & Jalali, K. (2018). Electronic Transmission of Antibacterial Property Into Water at Extremely Low Frequency Range: A Preliminary Study. The Journal of Alternative and Complementary Medicine, 24(5), 431–438.

Sarvaiya, N., & Kothari, V. (2015). Effect of audible sound in form of music on microbial growth and production of certain important metabolites. Microbiology, 84(2), 227-235.



Aflatoxin, a fungal toxin that disrupts children's growth

Ali Zeinali•[1], Zahra Afzali [2]

[1]Undergraduate Student in Food Industry Sciences (Quality Control and Hygiene), Varastegan Institute of Medical Sciences, Mashhad

, [2]Undergraduate Student in Laboratory Sciences, Varastegan Institute of Medical Sciences, Mashhad

Corresponding Author: a.zeinali8282@gmail.com،

Introduction:

Background and Objective: Aflatoxin B1 is a fungi species mycotoxin produced by specific of the Aspergillus group. It is considered one of the most active metabolites that influence children's growth, and it exists in food products, particularly grains, and agricultural products. Therefore, the kids' growth is affected when they consume foods or grains containing this toxin.

Findings:

Aflatoxins are a group of mycotoxins, naturally occurring toxic compounds formed by Aspergillus flavus. These toxins are present in some basic food products like corn, nuts, dairy products, and oilseeds and can adversely affect children's growth. Aflatoxin B1 is the most potent food contaminant that results in nutritional disorders and diseases among children. A study has established that consuming aflatoxins through food is one of the leading causes of growth problems in children. Aflatoxin B1 may reduce the yield of animal products such as milk, eggs, meat, etc., and cause stunted growth, poor learning ability, and behavioral and nutritional problems in children. Consequently, protecting food from being contaminated with aflatoxins is highly desirable, especially for food meant for children. Aflatoxins can influence calcium levels, leading to severe complications in the normal functioning of the children's cells, bones, and metabolism. In addition, the child's immune system and the growing body's cells are exposed to this toxin, which results in changes in the growth hormone and the delayed development of children.

Conclusion:

As one of the most important environmental mycotoxins in foodstuffs, Aflatoxin B1 has caused great harm to children's nutrition and growth. Since this is a dangerous toxin with severe and expensive implications, it is vital to avoid, detect, and manage this toxin in food, especially in children's food, to enhance the healthy growth of children in society.

Keywords: Fungus, Aflatoxin B1, Nutrition, Child, Growth

Fermentation technology

Narges Faghihi[1*]

[1]Research Institute of Food Science and Technology

Corresponding Author: n.faghihi19971@gmail.com

Abstract

In fermentation processes, microorganisms are used to convert a substrate into some products. In fact, fermentation processes are biological transformations that are created in laboratory conditions through the action of animal and plant cells. Since the substrates, microorganisms and products are very diverse, fermentation processes can also be very diverse. Examples of different types of products produced by fermentation are: bread, cheese, wine, beer, coffee, pharmaceutical and industrial enzymes, amino acids, antibiotics, soy sauce, compost, biopolymers, bioplastics, oils Microbials, flavors, colors, specialty chemicals, vaccines, therapeutic proteins and many other products. Fermentation begins by inoculating a substrate with the desired microorganism.The inoculated substrate is kept under special environmental conditions in order to transform it into the desired product. The crude product may be used directly, or it may be further processed to isolate specific molecular organisms from it. Fermentations can be very diverse depending on the type of substrate, microorganism and product. Most industrial fermentations are carried out in batch or as fed-batch operations, but other modes of operation are also used. A successful fermentation requires careful design and pretreatment of the fermentation environment, inoculum production, and environmental conditions that are essential for product growth and formation. In industrial and controlled fermentations, it is important to pay attention to the prevention of microbial contamination. Industrial fermentation processes are considered an important technological asset to reduce our dependence on chemicals and products produced from fossil fuels. However, despite their growing popularity, fermentation processes have not yet reached the maturity of traditional chemical processes, especially when it comes to the use of engineering tools such as mathematical models and optimization techniques. In describing some of the most important engineering challenges, we can mention the increase and decrease of the scale of fermentation processes, the influence of morphology on broth rheology and mass transfer, and the creation of new sensors to measure and control process parameters. A suitable fermenter should be selected according to the nature of a particular fermenter, scale of operation, and related engineering and operational issues.

Keywords “Fermentation, Engineering, Microorganism”.

Application of activated hybrid zein/inulin nanofibers for packaging of fresh beef

Sara Gholizadeh[1], Ali Ehsani [2], Sajed Amjadi [1*]

[1]Department of Food Nanotechnology, Research Institute of Food Science and Technology (RIFST), Mashhad, Iran.

[2] Department of Food Science and Technology, Faculty of Nutrition and Food Sciences, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran.

Corresponding Author E. mail: s.amjadi@rifst.ac.ir

Abstract

Introduction: Food packaging has undergone significant changes to enhance food quality and tackle environmental issues. In light of the present emphasis on innovative and sustainable techniques, developing a "green" packaging approach using renewable and biodegradable materials is crucial to solve the food supply's disposal issues. Moreover, there is an increasing tendency to use biodegradable films and nanofibers (NFs) as active food packaging. The objective of the present study was to examine the possibility of the hybrid zein/inulin NFs incorporated with CuO nanoparticles (NPs) and *Foeniculum vulgare* essential oil (FEO) for packaging fresh beef by analyzing the physicochemical and microbiological properties of the beef as it is stored.

Methods: After determining the optimal electrospun ratio (Z90/IN10) for ideal spinning capabilities, CuONPs and FEO were introduced to the polymer blend solution at a ratio of 0.25 and 0.5 % w/w of total biopolymer content. Moreover, the mixtures were stirred at room temperature for 12 hours. Finally, electrospinning was implemented with the solution. The prepared NFs were employed to wrap the fresh beef samples. Additionally, the control beef sample was enclosed within a transparent, sterile polyethylene bag of similar dimensions. The beef samples were preserved at 4 °C for 12 days. They were then analyzed at three-day intervals, specifically on days 3, 6, 9 and 12 for the measurement of pH, thiobarbituric acid reactive substances (TBARS), and total bacterial count (TBC).

Results: Both beef samples illustrated an increasing trend in pH levels over the period of storage. During the preservation of the control sample, the pH value experienced an increase from 5.3 to 8, reaching the highest pH level. The rising pH trend can be attributed to the accumulation of nitrogen compounds resulting from protein denaturation produced by microbial enzyme activity, as well as the release of volatile basic substances due to microbial growth. However, beef samples wrapped with nanofiber sample had meaningfully ($p<0.05$) limited increase of pH during the storage. This nanofiber has antibacterial properties, which inhibit the growth of bacteria and hence decrease the accumulation of bacterial metabolites. The TBARS values in both beef samples exhibited a progressive increase with the duration of storage, which may be attributed to the development of lipid oxidation products. Nevertheless, this increasing trend was controlled by packaging beef samples with NFs. Both the control and nanofiber-treated samples had initial TBARS values of 0.31 mg MDA/100g. From the 9th day, the control group had significantly higher TBARS values than the nanofiber-packed group ($P < 0.05$). At the end of the storage period, the TBARS value of the beef samples wrapped in NFs (0.68 mg MDA/100g) was lower at 12 days compared to the control (0.77 mg MDA/100g) ($P < 0.05$). The findings demonstrated that the prepared NFs exhibited potent antibacterial and antioxidant properties, which effectively inhibited lipid oxidation in beef samples. Furthermore, the microorganism's growth in the beef samples exhibited a consistent increase as the storage duration extended. The primary TBC values were 2.5 log CFU/g, suggesting that the beef

samples exhibited satisfactory microbiological quality. The TBC value of the control group exceeded the standard limit by the end of the storage period, reaching 7.4 log CFU/g, which was significantly ($P < 0.05$) higher than the TBC value of the wrapped beef sample by NFs (5.3 log CFU/g). Therefore, the treated sample remained within the prescribed limit and was considered acceptable from a microbiological standpoint after being stored for 12 days. This outcome confirmed the effectiveness of the developed nanofiber in inhibiting bacterial growth.

Conclusion: The potential of the developed active NFs was confirmed for packaging fresh beef and the changes of important parameters including pH, TBRAS, and TBC were controlled during storage time by packaging with these NFs. However, we recommended that the potential of this active packaging material and other similar NFs should be more studied for different foodstuffs.

Keywords: Green Packaging; Active Packaging; Electrospinning; Encapsulation.