زادا

اتحادیه انجمن های علمی دانشجویی
علوم دامی و صنایع غذایی ایران

دو فصلنامه علمی دانشجویی • اتحادیه انجمن‌های علمی دانشجویی علوم دامی و صنایع غذایی کشور • سال هفتم • شماره دوازدهم • پاییز و زمستان ۱۴۰۴

در این شماره میخوانیم

وقتی بازدیدهای علمی رنگ تفکیک جنسیت می‌گیرند ۴

گزارش هشتمین مجمع عمومی انتخاباتی اتحادیه انجمن ۹

چالش‌های تأمین نهاده‌های دامی در سال ۱۴۰۴ ..... ۲۷

مصاحبه با دکتر بهرام شهره ۴۰

نقش اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه در تنظیم بیان ژن در گاوهای شیری ۵۴

درمان دیابت با پپتیدهای زیست‌فعال حاصل از منابع غذایی ۵۹

نشریه ملی ندا

دو فصلنامه علمی دانشجویی اتحادیه انجمن‌های علمی دانشجویی علوم دامی و صنایع غذایی کشور (دارای مجوز سراسری رسمی از وزارت علوم، تحقیقات و فناوری) • سال هفتم • شماره دوازدهم • پاییز و زمستان ۱۴۰۴ • شماره مجوز: ۸۱/۴۹۰۷۰/ ۸ • شاپای چاپی (ISSN): ۱۷۲۸-۲۷۸۳ • شاپای الکترونیکی: ۲۷۸۳-۵۱۴۶ • صاحب‌امتیاز: اتحادیه انجمن‌های علمی دانشجویی علوم دامی و صنایع غذایی کشور • مدیرمسئول: سمیه محمدخانی • سردبیر: علی اکبری بالاجورشری • مدیر داخلی: زینب دامغانی • مشاور تحریریه: دکتر آرش جوانمرد، دکتر علی خلیلی • ویراستار ادبی: سمیه محمدخانی • طراحی جلد و صفحه‌آرا: امیرحسین سینه سپهر

www.iafssau.ir
t.me/IAFSSAU
instagram.com/iafssau
Neda.iafssau1@gmail.com

سخن مدیر مسئول

سمیه محمدخانی
دانشجوی دکتری تخصصی علوم و مهندسی صنایع غذایی دانشگاه تبریز

با افتخار و احساس مسئولیتی بزرگ، در آستانه گشودن صفحه جدیدی از مسیر پرفراز و نشیب علم و آگاهی، شماره دوازدهم نشریه ملی ندا را تقدیم حضور جامعه علمی و دانشگاهی می‌نماییم. نشریه ما با تمرکز بر دو ستون اصلی تامین نیازهای زیستی جامعه، یعنی علوم دامی و صنایع غذایی، همواره در تلاش بوده پلی مستحکم میان مبانی نظری و چالش‌های عملی دنیای واقعی ایجاد کند.

دانشگاه، قلب تپنده نوآوری است و نشریات دانشجویی، شریان‌هایی هستند که نبض این نوآوری را به جامعه علمی و عملی منتقل می‌کنند. در عصر حاضر که چالش‌های امنیت غذایی و توسعه پایدار دامپروری بیش از هر زمان دیگری اهمیت یافته است، ادغام و تعامل اثربخش میان مبانی علمی علوم دامی (از ژنتیک و تغذیه دام گرفته تا بهداشت دام) و کاربردهای تخصصی صنایع غذایی (از فرآوری تا تضمین کیفیت محصول نهایی)، دیگر یک انتخاب نیست، بلکه یک ضرورت استراتژیک به شمار می‌رود.

پیشرفت پایدار در نظام تولیدات دامی و صنایع غذایی، مستلزم هم‌افزایی میان علم، فناوری و تجربه‌های بومی است. در دهه‌های اخیر، چالش‌هایی نظیر تغییرات اقلیمی، کاهش منابع طبیعی، نوسانات اقتصادی و افزایش تقاضا برای محصولات سالم‌تر، پژوهشگران این عرصه را بر آن داشته است تا با نگرشی چندرشته‌ای، به سوی راهکارهای نوآورانه حرکت کنند. نشریه «ندا» بر آن است تا بستری علمی برای تبادل اندیشه‌ها، یافته‌ها و تجربیات پژوهشی میان دانشگاه، صنعت و نهادهای اجرایی کشور فراهم سازد. مأموریت این نشریه، ترویج پژوهش‌های کاربردی و توسعه‌ای در زمینه‌های تولید پایدار، بهینه‌سازی فرآیندهای تغذیه و فرآوری، ارتقای کیفیت محصولات و تضمین سلامت و ایمنی غذایی است.

باور ما بر این است که توسعه علمی زمانی پایدار و مؤثر خواهد بود که از دل اندیشه‌های جوان و پرسشگر برآید. از این‌رو، نشریه ندا بر پایه همفکری، خلاقیت و نقد علمی استوار بوده و پذیرای آثار، مقالات، یادداشت‌ها و ایده‌های نو دانشجویان سراسر کشور برای شماره‌های آتی است. امید است این نشریه بتواند گامی کوچک، اما ثمربخش در مسیر رشد فکری، علمی و فرهنگی دانشجویان و اعتلای جایگاه آموزش عالی کشور باشد.

با احترام

سر دبیر

علی اکبری بالاجورشری
دانشجوی دکتری تخصصی مهندسی علوم دامی دانشگاه تهران

سپاس خدای بزرگ را که توفیقی عنایت فرمود تا پس از طی مراحل گوناگون و پیگیری‌های فراوان، سرانجام دوازدهمین شماره از نشریه ملی ندا را تقدیم به علاقه‌مندان صنعت دام و طیور و همچنین صنعت غذا نماییم. نشریه حاضر شامل پنج بخش بوده و هر بخش نیز به همت یک دبیر تخصصی گردآوری‌شده است. تمام تلاش بنده و اعضای تحریریه نشریه ندا بر این بوده است تا مطالب مفید و کاربردی را با نهایت دقت و ظرافت گرد هم آورده و در قالب بخش‌های پنج‌گانه نشریه تقدیم حضور شما مخاطبین گرامی نماییم.

همچنین بر خود لازم می‌دانم تا از یکایک اعضای نشریه ندا به‌ویژه دبیران سرویس و مدیرمسئول محترم که بنده را در پیشبرد اهداف نشریه یاری نمودند قدردانی نمایم.

بدون شک تهیه و تدوین مطالب مفید علمی جهت انتشار در نشریه حاضر کاری بس دشوار است؛ بنابراین از خوانندگان محترم درخواست دارم تا در راستای بهبود عملکرد دو فصلنامه ندا، ما را از پیشنهادات و انتقادات خود از طریق نشانی الکترونیکی زیر مطلع سازند.

neda.iafssau1@gmail.com

یادداشت ویژه

وقتی بازدیدهای علمی رنگ تفکیک جنسیت می‌گیرند...

در فضای پرنشاط جشنواره بین المللی «حرکت» در تبریز، که باید طلایه‌دار ایده‌های نو و تقویت کننده روحیه کار جمعی دانشجویی باشد، صحنه‌ای تکرار شد که گویای یکی از دردناک‌ترین چالش‌های پیش روی انجمن‌های علمی کشور است. در حضور معاون فرهنگی وزیر علوم، ده‌ها تن از دبیران پرانگیزه انجمن‌های علمی از دانشگاه‌های سراسر کشور، صف کشیده بودند تا بر یک مانع واحد انگشت تأکید بگذارند: «ما به‌عنوان انجمن علمی، امکان برگزاری بازدید علمی یکپارچه برای دانشجویانمان را نداریم.» پشت این شکایت ساده، نه یک ناسازگاری اداری کوچک، که کلافی سردرگم از مشکلاتی نهفته است که نفس آموزش عملی و کاربردی را در قالب انجمن‌های علمی هدف گرفته‌اند. این تنها یک اعتراض نیست، فریادی است از جنس ناکارآمدی که سه بحران ساختاری را فریاد می‌زند: بحران منابع، بحران ارتباط با صنعت و بحران عدالت آموزشی.

بحران منابع؛ عدم در نظر گرفتن عواقب یک تصمیم!

اولین و ملموس‌ترین مشکل، کمبود منابع حمل و نقل است. دانشگاه‌های ما همواره با محدودیت‌های شدید بودجه دست و پنجه نرم می‌کنند. دستورالعملی که برگزاری دو سفر مجزا با رویکرد تفکیک جنسیتی را به جای یک بازدید واحد تجویز می‌کند، مستلزم اختصاص دو دستگاه اتوبوس، دو راننده، دو برابر سوخت و دو مجموعه مجزا از هماهنگی‌های اداری و غیراداری است. این فرآیند نه تنها بار مالی غیرمنطقی به دانشگاه تحمیل می‌کند، بلکه نوعی اسراف در سایه‌ای از محدودیت‌های غیرکارشناسی است. در شرایطی که بسیاری از گروه‌های آموزشی برای یک سفر معمولی ماه‌ها در نوبت انتظار می‌مانند، چگونه می‌توان توجیه کرد که همین منابع محدود، صرف انجام موازی و ناکارآمد یک فعالیت واحد شود؟

بحران ارتباط با صنعت

دومین معضل، مخالفت مراکز صنعتی و تحقیقاتی میزبان است. به خصوص در دو رشته علوم دامی و صنایع غذایی! مدیران کارخانه‌ها، مؤسسات پژوهشی و مراکز تولیدی، برنامه‌ای فشرده و دقیق دارند. آنها حاضر نیستند زمان کارشناسان، خط تولید و برنامه روزانه خود را دو بار برای یک گروه دانشگاهی واحد مختل کنند. پاسخ آنها قاطع و مبتنی بر منطق اقتصادی است: «یک بار بصورت کامل بیایید و کار را تمام کنید». این دستورالعمل تفکیک اجباری، نه تنها همکاری دیرینه دانشگاه و صنعت را در قالب انجمن علمی خدشه‌دار می‌سازد، بلکه تصویری به غایت غیرحرفه‌ای و ناکارآمد از سیستم آموزشی را در ذهن مدیران صنعتی ترسیم می‌کند. آیا هدف از بازدید علمی، ایجاد پل ارتباطی با محیط کار نیست؟ چگونه این پل زمانی ساخته می‌شود که نخستین قدم در آن، نشان دادن بی‌احترامی به زمان و منابع طرف مقابل است؟

بحران عدالت آموزشی

سومین و آسیب‌زننده‌ترین مشکل، عدم توازن طبیعی تعداد دانشجویان در بسیاری از رشته‌ها است. در بسیاری از مواقع، ممکن است در یک گروه ۳۰ نفره مشتاق برای بازدید علمی، تنها ۳ یا ۴ دانشجوی خانم وجود داشته باشد. منطق دستورالعمل در این نقطه کاملاً فرو می‌ریزد. آیا می‌توان توجیه کرد که برای این تعداد اندک، یک وسیله نقلیه کامل، یک سرپرست و یک برنامه جداگانه تدارک دید؟ در عمل، این امر یا به محرومیت کامل آن عده قلیل از فرصت یادگیری می‌انجامد، یا با فشار و تلاش طاقت‌فرسای دبیر انجمن، بصورت ناقص اجرا می شود و با این شرایط به جایی می رسیم که دیگر از عدالت آموزشی خبری نیست. اینجا تنها یک « تابو» حکم‌فرماست که کیفیت آموزش را قربانی ظاهرگرایی می‌کند. وقت آن فرارسیده که صدای منطق و کارآمدی بر هیاهوی دستورهای ناکارآمد چیره شود. ضروری است مسئولان ذی‌ربط در دانشگاه با تشکیل کارگروهی مشترک با حضور نمایندگان انجمن‌های علمی، به بازنگری فوری این دستورالعمل‌ها پرداخته و راهکاری انعطاف‌پذیر، عقلانی و مبتنی بر واقعیت‌های میدانی ارائه دهند. آیا واقعاً تربیت نسل آینده‌ساز کشور، نیازمند چنین هزینه‌های غیرضروری و موانع ساختگی است؟ پاسخ را باید در اقدام عملی جستجو کرد، پیش از آنکه فرصت‌های طلایی یادگیری، برای همیشه در پشت این موانع محبوس بمانند. اکنون شما بگویید که چه اتفاقی می‌افتد وقتی که بازدیدهای علمی، رنگ تفکیک جنسیت می‌گیرند؟

علی اکبری بالاجورشری
سردبیر نشریه ندا

هم افزایی

خارج از گود

کارآفرینان

مقالات علمی علوم دامی

مقالات علمی صنایع غذایی

دو فصلنامه علمی تخصصی
اتحادیه انجمن‌های علمی دانشجویی علوم دامی وصنایع غذایی ایران

گزارش هشتمین مجمع عمومی انتخاباتی اتحادیه انجمن ۹
کارگاه توانمندسازی نشریات دانشجویی ۱۲
اختتامیه رویداد ملی آگرُوا ۱۴
گزارش روند برگزاری اولین همایش بین‌المللی مسیر پیشرفت صنعت دامپروری ۱۵
گزارش سلسله کارگاه‌های انتقال تجربه روایت راه ۱۹
گزارش کارگاه آشنایی با آینده و جایگاه رشته صنایع غذایی ۲۱
گزارش کارگاه تضمین ایمنی و کیفیت مواد غذایی با محوریت تقلبات ۲۳

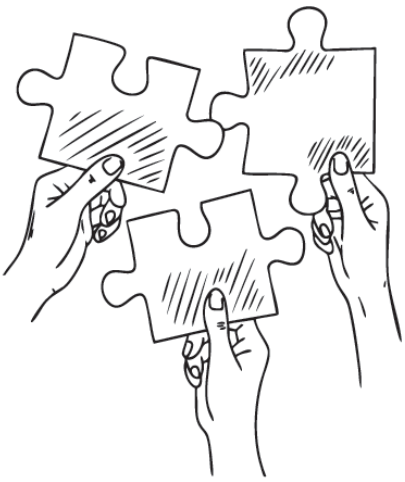
بمب ساعتی تب برفکی؛ مقصر اصلی کیست؟ ۲۶
چالش‌های تأمین نهاده‌های دامی در سال ۱۴۰۴ ..... ۲۷
قیمت شیر قله را فتح کرد و سفره را جمع ۳۰
نقاط بحرانی زیست‌محیطی در فرآیند تولید روغن‌های خوراکی ۳۱
مدیریت پسماندهای صنایع لبنی با رویکرد تولید انرژی زیستی (Biogas): چالش‌ها و راهکارها ۳۴
از اصول پایه تا پیشرفت‌های نوین: سیرتحول علم تغذیه در پرورش بز ۳۶

مصاحبه با دکتر بهرام شهره ۴۰

بررسی اثرات و کاربردهای جلبک اسپیرولینا در تغذیه و عملکرد جوجه‌های گوشتی ۴۶
نقش اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه در تنظیم بیان ژن در گاوهای شیری ۵۴

درمان دیابت با پپتیدهای زیست‌فعال حاصل از منابع غذایی ۵۹
توسعه غذاهای فراسودمند مبتنی بر فلاونوئید برای تغذیه بیماران سرطانی ۶۶
باکتری‌های اسیدلاکتیک به‌عنوان نگهدارنده در موادغذایی تخمیر ۷۲

دبیر سرویس



زینب دامغانی

دانشجوی کارشناسی علوم و مهندسی صنایع غذایی دانشگاه شهید باهنر کرمان

هم افزایی

فهرست بخش

گزارش هشتمین مجمع عمومی انتخاباتی اتحادیه انجمن ۹
کارگاه توانمندسازی نشریات دانشجویی ۱۲
اختتامیه رویداد ملی آگرُوا ۱۴
گزارش روند برگزاری اولین همایش بین‌المللی مسیر پیشرفت صنعت دامپروری ۱۵
گزارش سلسله کارگاه‌های انتقال تجربه روایت راه ۱۹
گزارش کارگاه آشنایی با آینده و جایگاه رشته صنایع غذایی ۲۱
گزارش کارگاه تضمین ایمنی و کیفیت مواد غذایی با محوریت تقلبات ۲۳

گزارش هشتمین مجمع عمومی انتخاباتی اتحادیه انجمن‌های علمی دانشجویی علوم‌دامی و صنایع‌غذایی ایران در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

خدیجه پورحیدری[1*]

۱.نائب دبیر اتحادیه علوم دامی و صنایع غذایی

* Poorheidarikhadijeh0@gmail.com

هشتمین مجمع عمومی انتخاباتی اتحادیه انجمن‌های علمی دانشجویی علوم دامی و صنایع غذایی ایران با حضور نمایندگان ۲۵ انجمن علمی دانشجویی از دانشگاه‌های سراسر کشور در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری برگزار شد. این رویداد ملی با هدف تقویت همگرایی بین انجمن‌های علمی، تبادل تجربیات، بررسی چالش‌ها و انتخاب اعضای جدید شورای مرکزی اتحادیه برگزار گردید و فرصتی ارزشمند برای بازنگری در مسیر فعالیت علمی و دانشجویی اتحادیه فراهم ساخت.

مجمع در فضایی صمیمی و علمی آغاز شد که در آن مسئولان میزبان ضمن خوش‌آمدگویی و افتتاح رسمی، به اهمیت افزایش تعاملات بین انجمن‌ها، نقش دانشجویان در ارتقای فعالیت‌های علمی و مسئولیت جمعی در توسعه رشته‌های علوم دامی و صنایع غذایی تأکید کردند.

مهم‌ترین بخش‌های رویداد:

بررسی عملکرد دوره پیشین

از محورهای اصلی مجمع، ارائه گزارش کامل عملکرد شورای مرکزی دوره گذشته بود. در این بخش، روند اجرایی فعالیت‌های علمی، آموزشی و پژوهشی اتحادیه مورد تحلیل قرار گرفت و نمایندگان انجمن‌ها ضمن ارائه دیدگاه‌ها و تجارب خود، پیشنهاداتی برای ارتقای سطح فعالیت‌ها مطرح نمودند.

طرح چالش‌ها و راهکارها

نمایندگان انجمن‌های علمی در بخش‌های مختلف، به بیان چالش‌های پیش‌روی انجمن‌ها در تعامل با صنعت، تقویت فعالیت‌های پژوهشی و آموزشی و افزایش همکاری‌های بین‌دانشگاهی پرداختند. تمرکز بحث‌ها بر راهکارهایی برای بهره‌گیری از ظرفیت دانشجویان خلاق و توانمند بود.

تقدیر از برگزیدگان جشنواره داخلی حرکت و دبیران مناطق برتر

در کنار روند اصلی مجمع، تقدیر از فعالان برتر نیز انجام شد؛ در این مراسم از برگزیدگان «جشنواره داخلی حرکت» و دبیران مناطق برتر اتحادیه تقدیر بعمل آمد تا اقدامات اثربخش این افراد و گروه‌ها در فعالیت‌های علمی، اجرایی و مشارکتی اتحادیه به رسمیت شناخته و انگیزه برای تلاش‌های مستمر و اثرگذار در آینده تقویت شود.

انتخابات شورای مرکزی

پس از برگزاری فرآیند قانونی رأی‌گیری توسط اعضای مجمع، اعضای جدید شورای مرکزی اتحادیه انتخاب و اعلام شدند:

اعضای اصلی شورای مرکزی

اشکان غلامی - دبیر اتحادیه (دانشجوی دکتری علوم دامی، دانشگاه تهران)
خدیجه پورحیدری - نایب دبیر اتحادیه (دانشجوی کارشناسی علوم دامی، دانشگاه گیلان)
امیرحسین سینه‌سپهر (دانشجوی کارشناسی علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری)
مبین زارع (دانشجوی کارشناسی علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه تبریز)
میثاق مطهری (دانشجوی کارشناسی علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه جیرفت)

اعضای علی‌البدل شورا

پریا مشتاقی‌زاده (دکتری علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه شیراز)
آیدا بادزُهره (کارشناسی علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه گیلان)

بازرس اصلی اتحادیه

محمدجواد گروئی (کارشناسی ارشد علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه گرگان)

بازرس علی‌البدل اتحادیه

مبینا عاشوری (کارشناسی علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه ارومیه)

اهداف و بیانیه پایانی

در بیانیه پایان مجمع، اعضای جدید شورای مرکزی با تأکید بر گسترش تعامل میان انجمن‌های علمی در سراسر کشور، ارتقای سطح فعالیت‌های بین‌دانشگاهی، توسعه ارتباط مؤثر با صنعت و مراکز تحقیقاتی، و بهره‌گیری از ظرفیت دانشجویان خلاق و توانمند برای اجرایی‌سازی پروژه‌های علمی و پژوهشی بر تعهد خود به تقویت اتحادیه در دوره پیش‌رو تأکید کردند.

اعضای مجمع ابراز امیدواری کردند که این دوره از شورا بتواند گامی مؤثر در جهت پویایی اتحادیه و تحقق اهداف علمی و دانشجویی بردارند.

جمع‌بندی

هشتمین مجمع عمومی اتحادیه در فضایی مشارکتی، علمی و رو به آینده برگزار شد و ضمن انتقال تجارب دوره گذشته، مقدمات لازم برای تعیین مسیر جدید فعالیت‌های اتحادیه فراهم گردید. انتقال نمایندگان انجمن‌ها، ارزیابی عملکردهای قبلی و تأکید بر همکاری‌های علمی، از وسع اصلی این رویداد بود.

گزارش جامع کارگاه‌های توانمندسازی نشریات دانشجویی علوم دامی و صنایع غذایی

علی اکبری بالاجورشری[1*]
۱. دانشجوی دکتری مهندسی علوم دامی دانشگاه تهران
*Aliakbariguilan@gmail.com

نشریات دانشجویی، به مثابه آینه‌ای شفاف و زنده، نه تنها بازتاب‌دهنده پویایی علمی دانشگاه‌ها هستند، بلکه کارگاهی عملی برای پرورش نسلی از پژوهشگران، نویسندگان و مدیران آینده به شمار می‌روند. فعالیت در این عرصه، فرصتی بی‌بدیل برای تقویت مهارت‌های نگارش علمی، کار تیمی، مدیریت پروژه و تفکر انتقادی فراهم می‌آورد. دانشجویان در این بستر، پیش از ورود به فضای حرفه‌ای، طعم مسئولیت‌پذیری، ایده‌پردازی و تولید محتوای هدفمند را می‌چشند و شبکه‌های ارتباطی ارزشمندی را شکل می‌دهند. در همین راستا و با هدف ارتقای کیفیت و غنای این کانون‌های دانشجویی، مجموعه‌ای از برنامه‌های تخصصی برای دانشجویان علاقه‌مند در حوزه‌های علوم دامی و صنایع غذایی طراحی و اجرا گردید. این گزارش، به بازخوانی و تحلیل این دو برنامه مؤثر می‌پردازد.

کارگاه توانمندسازی انجمن‌های علمی دانشجویی

این کارگاه تخصصی، با هدف اشتراک‌گذاری تجارب ناب و ترسیم افق‌های پیش‌رو برای فعالان نشریات دانشجویی برگزار گردید. برنامه با سخنرانی ارزشمند دکتر احسان طالبیان، عضو هیأت علمی دانشگاه شهید رجایی و رئیس کمیته داوران جشنواره حرکت، آغاز شد. ایشان تحت عنوان «از ایده تا افتخار: تجربه‌های طلایی در جشنواره حرکت» ، مسیر پرپیچ سرآمد شدن انجمن‌های علمی در جشنواره حرکت را تشریح کردند. دکتر طالبیان با تأکید بر لزوم نگاه نظام‌مند و آینده‌نگر در تدوین برنامه برای فعالیت های انجمنی، به ذکر نمونه‌های عینی و چالش‌های پیش‌روی انجمن های دانشجویی پرداختند. این بخش از کارگاه، نقشه راهی عملیاتی برای دانشجویان بود تا با شناخت معیارهای داوری و انتظارات کیفی، گام‌های خود را استوارتر بردارند.

سپس، جناب آقای فرزاد غفوری، دانشجوی دکتری تخصصی دانشگاه تهران و سردبیر نشریه علمی-ترویجی دامستیک، با سخنرانی خود با عنوان «هر آنچه که به نشریات دانشجویی پویایی و اعتبار می‌بخشد: از ساختار نشریه تا محتوای آن»، کارگاه را وارد فاز فنی‌تر و اجرایی‌تری نمود. ایشان با تکیه بر تجربه میدانی خود در سردبیری یک نشریه موفق، به تشریح اجزای کلیدی یک نشریه دانشجویی استاندارد، از فرآیندهای ویراستاری و صفحه‌آرایی گرفته تا شیوه‌های جذب مقاله‌های باکیفیت و رعایت اصول اخلاق نشر پرداخت. این ارائه، نکات کاربردی فراوانی را در اختیار حاضران قرار داد و پاسخگوی بسیاری از پرسش‌های عملی آنان بود. این کارگاه در تاریخ ۱ خرداد ۱۴۰۴، از ساعت ۱۶ الی ۱۹ برگزار شد و فضای پربار پرسش و پاسخ، گواه تعامل بالای شرکت‌کنندگان با مدرسان بود.

چهارمین نشست هم اندیشی مجازی اعضای نشریات دانشجویی

در ادامهٔ مسیر توانمندسازی، «چهارمین نشست هم اندیشی مجازی اعضای نشریات دانشجویی علوم‌دامی و صنایع‌غذایی کشور» به‌عنوان بستری برای همگرایی و تبادل تجارب دانشجویان فعال حوزه نشریات برگزار گردید. این نشست با هدف ایجاد پیوند بین فعالان این عرصه در سراسر کشور و هم‌افزایی تجربیات طراحی شده بود.

محورهای اصلی این نشست مجازی عبارت بودند از:
- بررسی روند اخذ مجوز نشریات دانشجویی: که یکی از دغدغه‌های اولیه و مهم تیم‌های تازه‌تأسیس به شمار می‌رود و با شفاف‌سازی این فرآیند، موانع اداری کاهش یافت.
- آشنایی با عملکرد نشریات برگزیده: با معرفی نشریات موفق و تحلیل عوامل مؤثر در پیشرفت آن‌ها، الگوهای عملی برای سایرین ارائه شد.
- مرور استانداردهای نشریات دانشجویی: تأکید بر رعایت این استانداردها به‌عنوان پایه‌ای برای اعتباربخشی و حرفه‌ای‌سازی فعالیت‌ها بود.

علاوه بر این، بخش «آشنایی با نشریات علمی-دانشجویی» فرصتی را برای معرفی ظرفیت‌های موجود و ایجاد شبکه‌ای ارتباطی میان نشریات زیرمجموعه اتحادیه فراهم کرد. محور «انتقال تجربه و هم‌افزایی» قلب تپنده این نشست بود که در قالب گفت‌وگوهای آزاد، تجربیات ارزشمند، هم از موفقیت‌ها و هم از شکست‌ها، به اشتراک گذاشته شد و فضایی صمیمی و آموزنده ایجاد کرد. این نشست در روز پنجشنبه مورخ ۲۴ مهر ۱۴۰۴برگزار گردید.

جمع‌بندی و چشم‌انداز آینده

مجموع این دو برنامه، حلقه‌ای پیوسته از آموزش، اشتراک تجربه و شبکه‌سازی را برای فعالان نشریات دانشجویی علوم‌دامی و صنایع

غذایی تشکیل داد. کارگاه اول با محوریت آموزش‌های تخصصی از زبان صاحبان تجربه، چراغ راهی برای ارتقای محتوایی و ساختاری بود. نشست هم‌آوندی نیز با تمرکز بر هم‌افزایی جمعی و حل مشکلات مشترک، حس همدلی و انسجام را در جامعه هدف تقویت نمود.

حضور سخنرانانی چون دکتر طالبیان با نگاه کلان و آینده‌ساز و آقای غفوری با نگاه کاربردی و اجرایی، تکمیل‌کننده یکدیگر بودند و نیازهای متنوع شرکت‌کنندگان را پوشش دادند. برآیند این تلاش‌ها، نه تنها ارتقای مهارت‌های فردی اعضا، بلکه حرکت به سمت استانداردسازی و حرفه‌ای‌تر شدن کلیه نشریات دانشجویی در این حوزه‌های تخصصی است. امید است این روند با تداوم چنین برنامه‌هایی و گسترش دامنه همکاری‌ها، شاهد ظهور نشریاتی باشد که علاوه بر نقش آموزشی و انگیزشی در درون دانشگاه، بتوانند به‌عنوان بازوی علمی و ترویجی صنعت دام و صنایع‌غذایی کشور نیز ایفای نقش نمایند. تداوم این مسیر، ضامن شکوفایی استعدادها و تقویت گفتمان علمی در میان نسل آینده‌ساز این صنایع حیاتی خواهد بود.

نشریات دانشجویی
علوم دامی و صنایع غذایی

اختتامیه رویداد ملی آگرُوا

خدیجه پورحیدری[1]*
۱.نائب دبیر اتحادیه علوم دامی و صنایع غذایی
* Poorheidarikhadijeh0@gmail.com

اختتامیه رویداد ملی آگرُوا در تاریخ ۱۸ آذر ۱۴۰۴در تالار حکمت دانشگاه گیلان برگزار شد و از برگزیدگان این رویداد با محوریت کشاورزی هوشمند تقدیر به عمل آمد. این مراسم با تلاش انجمن علمی-دانشجویی مهندسی علوم دامی دانشگاه گیلان، همکاری مدیریت فناوری و کارآفرینی دانشگاه و حضور اساتید، مدیران ستادی، دانشجویان و صاحب‌نظران حوزه کشاورزی برگزار گردید.

رویداد آگرُوا که بصورت ملی توسط اتحادیه انجمن‌های علمی دانشجویی علوم دامی و صنایع غذایی ایران و با حمایت اداره کل پشتیبانی فرهنگی و اجتماعی وزارت علوم اجرا شد، شامل بخش رقابتی ارائه ایده‌ها و همچنین وبینارهای تخصصی بود. مراسم اختتامیه نیز به‌منظور داوری نهایی و معرفی ایده‌های برتر بصورت حضوری برگزار شد.

در بخش سخنرانی‌ها، اساتید بر اهمیت هوش مصنوعی و نوآوری در توسعه کشاورزی هوشمند تأکید کردند. سپس ایده‌های منتخب توسط دانشجویان از سراسر کشور ارائه و نفرات برتر با اهدای جوایز معرفی گردیدند. همچنین به شرکت‌کنندگان هدایایی اهدا شد. برگزاری این رویداد، فرصت ارزشمندی را برای تقویت نوآوری و مشارکت دانشجویان در مسیر توسعه کشاورزی هوشمند فراهم آورد.

گزارش روند برگزاری اولین همایش بین‌اللملی مسیر پیشرفت صنعت دامپروری

امیرحسین سینه سپهر[1]*

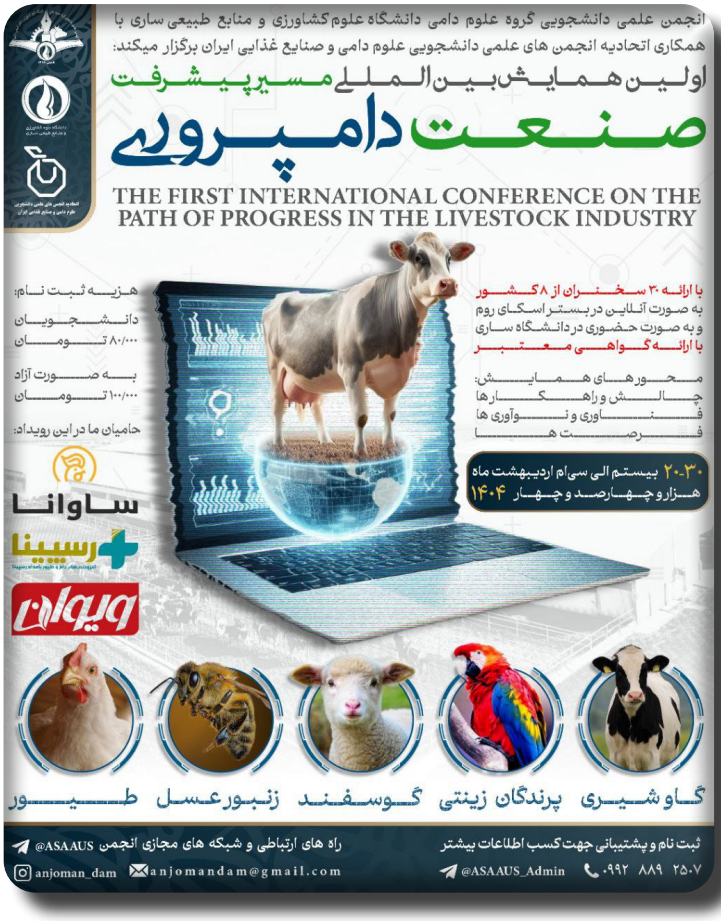
۱.دانشجوی کارشناسی مهندسی علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

* Sinehsepehr14@gmail.com

مقدمه

در دنیای امروز که نقش امنیت غذایی و توسعه پایدار بیش از هر زمان دیگری احساس می‌شود، صنعت دامپروری به‌عنوان یکی از ارکان کلیدی تأمین غذا و تولید پروتئین حیوانی، با چالش‌ها، فرصت‌ها، نیازهای علمی و فناورانه فراوانی مواجه است. در چنین شرایطی، ایجاد بسترهای علمی، تبادل دانش و تجربه، و هم‌افزایی میان دانشگاه، صنعت و نهادهای بین‌المللی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

با همین رویکرد، »اولین همایش بین‌المللی مسیر پیشرفت صنعت دامپروری« با محوریت چهار کلیدواژه بنیادین؛ «چالش، راهکار، نوآوری، فرصت» به همت انجمن علمی دانشجویی گروه علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری و با همکاری اتحادیه انجمن‌های علمی دانشجویی علوم دامی و صنایع غذایی ایران، در بازه زمانی ۲۰ تا ۳۰ اردیبهشت ۱۴۰۴ برگزار شد. این همایش در قالب رویدادی علمی-تخصصی و بصورت حضوری و مجازی برگزار شد و تلاش کرد تا با دعوت از صاحب‌نظران داخلی و بین‌المللی، فضایی برای گفتمان علمی، بررسی نیازهای صنعت، معرفی فناوری‌های نوین و توسعه ارتباطات بین‌رشته‌ای و بین‌المللی فراهم آورد.



اهداف و ضرورت برگزاری همایش

برگزاری این همایش با رویکردی راهبردی و آینده‌نگر، در پاسخ به نیازهای رو به گسترش صنعت دامپروری و با اهدافی چندجانبه انجام شد:

ارتقای تعامل علمی بین دانشگاه، پژوهش و صنعت: ایجاد پل ارتباطی میان فعالان علمی و صنعتی، برای تبادل ایده‌ها و یافتن راهکارهای علمی برای مشکلات واقعی.

شناخت چالش‌ها و ارائه راهکارها: گردهمایی متخصصان برای حل مشکلات ساختاری و فنی صنعت دامپروری ایران و جهان.

معرفی فناوری‌ها و نوآوری‌های نوین: معرفی آخرین دستاوردهای علمی و تکنولوژیکی برای بهبود بهره‌وری، سلامت دام و تولید پایدار.

توسعه ارتباطات بین‌المللی: فراهم‌سازی امکان گفت‌وگوی علمی با اساتید و کارشناسان بین‌المللی و ترویج دیپلماسی علمی.

توانمندسازی دانشجویان: ارتقای مهارت‌های اجرایی و علمی دانشجویان از طریق مشارکت در یک رویداد بین‌المللی.

ایجاد انگیزه و امید برای مسیر شغلی: ترسیم چشم‌اندازهای روشن و الهام‌بخش برای ورود موثرتر دانشجویان به عرصه صنعت.

محورهای تخصصی همایش

موضوعات ارائه شده در این همایش در پنج حوزه اصلی دامپروری متمرکز بود:

- **گاو شیری**
- **طیور**
- **دام سبک (گوسفند و بز)**
- **زنبور عسل**
- **پرندگان زینتی**

به همراه سخنرانی‌هایی در سایر بخش‌ها و پنل انتقال تجربه

در هر محور، رویکردهای زیر مورد بررسی قرار گرفت:

- شناسایی چالش‌ها و موانع موجود
- ارائه راهکارهای علمی، اقتصادی و مدیریتی
- معرفی فناوری‌ها و نوآوری‌های روز دنیا
- بررسی فرصت‌ها و ظرفیت‌های قابل توسعه

روند برگزاری همایش

افتتاحیه

مراسم رسمی افتتاحیه روز شنبه ۲۰ اردیبهشت ۱۴۰۴ در سالن جلسات حوزه ریاست دانشگاه برگزار شد.
این مراسم با حضور چهره‌های برجسته‌ای از جمله:

- مهندس RecepVardarli مدیرعامل شرکت Vardarli
- Dr.Zeynab Gulseven رییس دپارتمان دامپروری شرکت Vardarli ترکیه
- دکتر انصاری، دبیر علمی همایش
- دکتر کاظمی‌فرد، رئیس دانشکده علوم دام و شیلات
- دکتر قربانی، معاون پژوهشی دانشگاه
- دکتر حدادی‌نژاد، معاون فرهنگی دانشگاه
- دکتر طهماسبی، مدیرعامل شرکت ساوانا
- دکتر رضایی، مدیرعامل مجموعه دشت‌ناز
- دکتر تیموری، دکتر چاشنی دل ، دکتر سهیل یوسفی از اعضای هیأت علمی دانشگاه و جمعی از دانشجویان و متخصصان برگزار شد.

در این مراسم، ضمن خوشامدگویی و تشریح اهداف همایش، به نقش دانشگاه‌ها در حل مسائل صنعت، اهمیت پژوهش‌های مسئله‌محور، و ضرورت ارتباط میان دانش و تولید نیز پرداخته شد.

جلسات علمی

در طول ده روز برگزاری همایش، مجموعاً ۴۱ نشست تخصصی، وبینار و کارگاه برگزار شد. در این جلسات:

- ۲۲ سخنران ایرانی از دانشگاه‌ها و مراکز علمی معتبر کشور و از دل صنعت
- ۱۷ سخنران بین‌المللی از کشورهای مختلف در این رویداد بین المللی به سخنرانی پرداختند. موضوعات ارائه‌شده شامل مباحث تخصصی فنی، اقتصادی، مدیریتی، تغذیه، اصلاح نژاد، سلامت دام، بازار محصولات دامی و آینده‌پژوهی در صنعت دامپروری بود.

اختتامیه

اختتامیه همایش در روز ۳۰ اردیبهشت همزمان با مراسم و نمایشگاه روز جهانی زنبور عسل برگزار شد. در این روز:

- دکتر اسداله تیموری (عضو هیات علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری) و دکتر شهرام دادگستر (رئیس پژوهشکده زنبورعسل و گیاهان دارویی دانشگاه اصفهان) به سخنرانی درمورد روز جهانی زنبورعسل ، چالش‌ها و فرصت‌های صنعت زنبورداری پرداختند.
- نمایشگاه محصولات و تجهیزات زنبورعسل نیز توسط دانشجویان کارشناسی ارشد زنبور عسل و انجمن علمی دانشجویی گروه علوم دامی ساری برگزار شد.
- مهندس شراره حبیبی مود نائب دبیر اتحادیه زنبور داران نیز سخنرانی خود را با عنوان (پرورش زنبورعسل و نحوه شروع به کار در این زمینه تخصصی) انجام داد.
- دکتر زربخت انصاری دبیر علمی همایش و امیرحسین سینه‌سپهر دبیر اجرایی همایش گزارشی از روند برگزاری این رویداد بین المللی ارائه کردند
- و در انتهای اختتامیه نیز از سخنرانان، اساتید مدعو و اعضای تیم‌های اجرایی، علمی و بین‌الملل همایش تقدیر به عمل آمد.

THE 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON
PATH OF PROGRESS IN THE
LIVESTOCK INDUSTRY
دکتر اعظم یوسفی قمشلو
مهندس علی نقی افانیان
دکتر سینا پیوستگان
مهندس محمدرضا شهری
دکتر منصور رضایی
دکتر علی قاضی خانی
دکتر علی رضایی
دکتر یدالله چاشتی دل
دکتر غلامرضا قربانی
دکتر اسداله تیموری
Marvelous Pelumi OLUWAJOBA
federal university of agriculture abeokuta
Prof. Donald Broom
University of Cambridge
Prof. John Boney
Pennsylvania State University
Prof. Guillermo Tellez-Isaias
University of Arkansas
دکتر حسنا حاجاقی
Prof.Burim Ametaj
University of Alberta
Prof. José Laporte Uribe
Lincoln university
Prof. Antonio Gallo
cattolica del sacro cuore university
Prof. Ruan Daros
Católica do Paraná university
Dr.Alexandre Pedroso
University of Sao Paulo
مهندس ساسان سراج
مهندس شراره حبیبی
دکتر علیرضا عرب
دکتر علیرضا جعفری صیادی
Dr. Neil A Forbes
Prof. Ermias Kebreab
UC Davis
Dr.Zeynep GÜLSEVEN
Prof. Capucchio
University of Turin
دکتر امیر فدائی فر
دکتر مهدی گنج خانلو
مهندس علی کدخدازاده
Professor Jesus Mauricio Pisco
Xavier Teles Canavilhas
University of Liebon
مهندس اسدالله علی نتاج
دکتر بهرام شهره
Prof. Joe Mac Regenstein
Cornell University
Prof. Filipp Savvulidi
Charles University
ساوانا
رسپینا

تیم‌های فعال، همیاران و مشارکت کنندگان در برگزاری این همایش:

•بیش از ۳۰ نفر از دانشجویان و اعضای فعال در تیم‌های علمی، اجرایی، بین‌الملل و رسانه مشارکت داشتند.

•همراهی ارزشمند انجمن‌های علمی دانشگاه‌های گیلان، تبریز، فردوسی مشهد، شیراز، ارومیه، صنعتی اصفهان و انجمن امنیت غذایی دانشگاه ساری در غنای علمی و اجرایی همایش نقش مؤثری ایفا کرد.

•بیش از ۴۰۰ نفر نیز بصورت حضوری، مجازی و بین‌المللی در این همایش شرکت کردند.

دستاوردها و نتایج کلیدی

ایجاد بستر تبادل علمی: برقراری ارتباط مؤثر میان دانشجویان، پژوهشگران و فعالان صنعت برای تبادل نظر درباره مهم‌ترین مسائل روز صنعت دامپروری.

تقویت نقش دانشجویان: اثبات توانمندی علمی و اجرایی دانشجویان در سطح ملی و بین‌المللی.

معرفی نوآوری‌ها: ارائه فناوری‌های نوین در زمینه مدیریت دام، اصلاح نژاد، سلامت، تغذیه و بهره‌وری.

الهام‌بخشی برای آینده: ایجاد چشم‌اندازی روشن برای حضور مؤثرتر دانشجویان در صنعت.

ترویج فرهنگ دیپلماسی علمی: فراهم آوردن فرصت همکاری با اساتید خارجی و آشنایی با تجارب بین‌المللی.

تقویت جایگاه انجمن‌های علمی: نمایش قابلیت‌های علمی و اجرایی انجمن‌های دانشجویی در سطح ملی و بین‌المللی.

حامیان مالی رویداد:

پشتیبانی مالی این همایش از سوی سه مجموعه معتبر صنعتی انجام شد:

•شرکت بامداد رسپینا (حامی طلایی)
•گروه تولیدی ساوانا
•شرکت ویوان

این حمایت‌ها نقشی کلیدی در تحقق اهداف اجرایی و ارتقای کیفیت همایش داشتند و نشان‌دهنده درک بالای بخش خصوصی از اهمیت سرمایه‌گذاری در فعالیت‌های علمی-دانشجویی بودند.

ویژگی‌های خاص این رویداد

دعوت و میزبانی حضوری از اساتید بین‌المللی:
•حضور مهندس RecepVardarliودکترZeynep Gulsevenاز ترکیه، به‌عنوان یکی از معدود تجارب بین‌المللی حضوری در بین همایش‌های دانشجویی
•سخنرانی‌های همزمان حضوری - مجازی
•هم‌زمانی اختتامیه با روز جهانی زنبورعسل و بهره‌گیری از این فرصت برای ترکیب علمی، فرهنگی و نمایشگاهی

نتیجه‌گیری

اولین همایش بین‌المللی مسیر پیشرفت صنعت دامپروری، نه تنها تجربه‌ای علمی و اجرایی برای برگزارکنندگان و شرکت‌کنندگان بود، بلکه الگویی از همکاری، تعامل و آینده‌نگری در بستر دانشگاهی را به نمایش گذاشت. امید است این مسیر همچنان تداوم یابد و در سال‌های آینده نیز شاهد ارتقای بیشتر سطح علمی و بین‌المللی چنین رویدادهایی باشیم.

گزارش سلسله کارگاه‌های انتقال تجربه روایت راه

محمودرضا خجیر[1*]

۱. دانشجوی کارشناسی علوم و مهندسی صنایع غذایی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری

*mrkhojir@proton.com

در فضای امروز صنعت غذا و کشاورزی، کارآفرینی دیگر صرفاً به معنای راه‌اندازی یک کسب‌وکار نیست، بلکه ترکیبی از شناخت علمی، درک بازار، مدیریت ریسک و توانایی تبدیل ایده به محصول یا خدمت قابل ارائه است. آشنایی با مسیر واقعی کارآفرینی، چالش‌ها، تصمیم‌های کلیدی و تجربه‌های عملی افراد فعال در این حوزه، می‌تواند نقش مهمی در شکل‌گیری نگاه حرفه‌ای دانشجویان و علاقه‌مندان ایفا کند.
بر همین اساس، برگزاری برنامه‌هایی که به انتقال تجربه‌های واقعی و قابل اتکا می‌پردازند، از مؤثرترین ابزارها برای آماده‌سازی نسل آینده متخصصان و کارآفرینان این حوزه به شمار می‌رود. برنامه «روایت راه» با همین رویکرد؛ فضایی برای شنیدن مسیر طی‌شده یک کارآفرین، با تمرکز بر واقعیت‌ها، نه روایت‌های اغراق‌شده، طراحی شده است.

این برنامه به همت اتحادیه انجمن‌های علمی دانشجویی علوم دامی و صنایع غذایی ایران و به میزبانی انجمن علمی مهندسی صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری و به مناسبت هفته جهانی کارآفرینی برگزار گردید. هدف اصلی این رویداد، ایجاد ارتباط مستقیم میان تجربه‌های میدانی کارآفرینی و جامعه دانشجویی، و ارائه تصویری شفاف از فراز و نشیب‌های مسیر راه‌اندازی و مدیریت یک کسب‌وکار در حوزه غذا بود.

بخش اول

در این برنامه، جناب آقای **دکتر بهرام شهره**، مدیرعامل شرکت بریون گوشت آمل و عضو هیئت علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، به‌عنوان میهمان برنامه حضور داشتند. ایشان با تکیه بر تجربه‌های علمی و اجرایی خود، به تشریح مسیر حرفه‌ای‌شان، چالش‌های ورود به عرصه کارآفرینی، تصمیم‌های کلیدی مدیریتی و نقش دانش تخصصی در موفقیت یک کسب‌وکار غذایی پرداختند.

این نشست بصورت آنلاین و در بستر اسکای‌روم، در تاریخ ۲۴ آبان ۱۴۰۴ و به مدت ۹۰ دقیقه برگزار شد و با استقبال مناسب علاقه‌مندان همراه بود. تعداد شرکت‌کنندگان این برنامه ۳۵ نفر بود که عمدتاً دانشجویان و فعالان حوزه علوم و صنایع غذایی و علوم دامی تشکیل داده بودند.

در طول برنامه، علاوه بر روایت تجربه‌های شخصی، به موضوعاتی نظیر ارتباط دانشگاه و صنعت، اهمیت نگاه واقع‌بینانه به کارآفرینی، نقش شکست در یادگیری، و تفاوت فضای تئوریک با محیط واقعی کسب‌وکار پرداخته شد. این مباحث زمینه‌ای برای طرح پرسش و گفت‌وگوی تعاملی میان شرکت‌کنندگان و میهمان برنامه فراهم کرد.

بخش دوم

در ادامه برگزاری مجموعه برنامه‌های «روایت راه» و با هدف تکمیل نگاه حرفه‌ای دانشجویان و علاقه‌مندان به صنعت غذا نسبت به مسیرهای شغلی موجود در این حوزه، قسمت دوم برنامه روایت راه با تمرکز بر جایگاه «مسئول فنی و مدیر کنترل کیفی» برگزار شد. این برنامه با رویکردی کاربردی و مبتنی بر تجربه‌های واقعی طراحی شد تا تصویری دقیق‌تر از مسئولیت‌ها، الزامات قانونی و چالش‌های اجرایی این نقش کلیدی در صنعت غذا ارائه دهد.
هدف اصلی این جلسه، آشنایی مخاطبان با جایگاه حرفه‌ای مسئول فنی و کنترل کیفی، ارتباط این نقش با نهادهای نظارتی، و بررسی

فاصله میان آموزش دانشگاهی و واقعیت‌های محیط کار بود.

میهمان این برنامه، جناب آقای **دکتر حمید خلیل‌زاده**، دکترای صنایع غذایی، مدرس دانشگاه و مسئول فنی و مدیر کنترل کیفی، بودند. ایشان با تکیه بر تجربه‌های آموزشی و اجرایی خود، به تشریح ابعاد مختلف فعالیت مسئول فنی در واحدهای تولیدی پرداختند و بصورت جامع به موضوعاتی از جمله شرح وظایف قانونی، مسئولیت‌های اخلاقی و حرفه‌ای، تعامل با سازمان غذا و دارو، چالش‌های تصمیم‌گیری در شرایط واقعی تولید، و مسیر شغلی این جایگاه پرداختند.

این برنامه بصورت آنلاین و در بستر اسکای‌روم، در تاریخ ۶ آذر ۱۴۰۴ و به مدت ۹۰ دقیقه برگزار شد و با حضور دانشجویان رشته‌های مرتبط و مسئولین فنی از سراسر کشور همراه بود. در طول جلسه، تلاش شد تا علاوه بر ارائه مباحث تئوریک، تجربه‌های عملی و مثال‌های واقعی از فضای صنعت مطرح شود تا درک دقیق‌تری از الزامات این موقعیت شغلی برای شرکت‌کنندگان ایجاد گردد.

بخش پرسش و پاسخ این نشست، فرصتی برای طرح دغدغه‌ها و سؤالات تخصصی مخاطبان فراهم کرد و به شفاف‌سازی بسیاری از ابهامات رایج در خصوص نقش مسئول فنی، حدود اختیارات، مسئولیت‌های حقوقی و چالش‌های حرفه‌ای این جایگاه انجامید. در پایان جلسات، فایل ضبط‌شده برنامه در اختیار شرکت‌کنندگان قرار گرفت تا امکان استفاده آموزشی و بازبینی محتوای ارائه‌شده فراهم شود. این سلسله نشست‌ها به‌عنوان گامی در جهت افزایش آگاهی حرفه‌ای، واقع‌گرایی شغلی و تقویت ارتباط میان دانش دانشگاهی و فضای اجرایی صنعت غذا به شمار می‌روند. امید است استمرار چنین برنامه‌هایی بتواند به شکل‌گیری نگاه مسئولانه‌تر و آگاهانه‌تر در میان فعالان آینده صنعت غذا کمک کرده و مسیر انتخاب و رشد حرفه‌ای آنان را روشن‌تر سازد.

گزارش کارگاه آشنایی با آینده و جایگاه رشته صنایع غذایی

مبین زارع۱*
۱.دبیر انجمن علمی گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی دانشگاه تبریز
*mobinzare9999@gmail.com

مقدمه

در دنیای امروز که جمعیت به سرعت در حال رشد و نیازهای غذایی در حال افزایش است، صنعت غذا اهمیت زیادی یافته است. کارگاه «آشنایی با آینده و جایگاه رشته صنایع غذایی» به‌منظور آشنایی دانشجویان و علاقه‌مندان به این رشته با فرصت‌ها، چالش‌ها و آینده این صنعت در ایران و جهان برگزار شد. این کارگاه با حضور اساتید دانشگاهی، کارشناسان برجسته صنایع غذایی و دانشجویان برگزار شد و هدف آن بررسی روندها، تکنولوژی‌ها و فرصت‌های شغلی در این حوزه بود.

اهداف کارگاه

کارگاه با هدف آشنایی شرکت‌کنندگان با جایگاه رشته صنایع غذایی در دنیای امروز و آینده، بررسی تحولات جهانی و ملی در این صنعت و معرفی فرصت‌های شغلی برای فارغ‌التحصیلان این رشته برگزار شد. همچنین، این کارگاه به‌منظور توانمندسازی شرکت‌کنندگان در راستای آگاهی بیشتر از تکنولوژی‌های نوین و روندهای جهانی صنایع غذایی، چالش‌ها و فرصت‌های این صنعت را مطرح کرد.

محتوای کارگاه

معرفی رشته صنایع غذایی

سخنرانان کارگاه در ابتدا به معرفی کلی رشته صنایع غذایی پرداخته و به تاریخچه این صنعت در ایران و جهان اشاره کردند. صنعت غذا نه تنها به تأمین نیازهای روزمره بشر کمک می‌کند، بلکه تأثیرات عمیقی بر سلامت جامعه، اقتصاد و محیط‌زیست دارد. این رشته شامل حوزه‌های مختلفی از جمله فرآوری، بسته‌بندی، کنترل کیفیت، مهندسی تولید، بهداشت و ایمنی غذایی، بازاریابی و فروش موادغذایی است.

نقش صنایع غذایی در توسعه پایدار

در این کارگاه بطور ویژه به نقش صنایع غذایی در توسعه پایدار اشاره شد. همچنین توضیح دادند که این صنعت با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، می‌تواند به تولید موادغذایی با کیفیت و همچنین کاهش ضایعات و آلودگی‌های زیست‌محیطی کمک

کند. موضوعاتی مانند کشاورزی ارگانیک، بازیافت مواد غذایی و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در تولید موادغذایی در این بخش مورد بحث قرار گرفت.

فرصت‌های شغلی در صنایع غذایی

در این بخش، نمایندگانی از بخش‌های مختلف صنعت غذا (شامل کارخانجات تولید مواد غذایی، شرکت‌های بسته‌بندی، و واحدهای تحقیقاتی) به معرفی فرصت‌های شغلی مختلف پرداختند. بطور خاص، شغل‌هایی مانند مهندس صنایع غذایی، متخصص کنترل کیفیت، مدیر تولید، مشاور ایمنی موادغذایی و کارشناس بازاریابی مواد¬غذایی معرفی شدند. همچنین، این بخش به اهمیت توانمندی‌های نرم‌افزاری و مهارت‌های مدیریتی در کنار دانش فنی در این صنعت اشاره کرد.

تکنولوژی‌های نوین در صنایع غذایی

جذاب‌ترین بخش‌های کارگاه به بررسی تکنولوژی‌های نوین در صنایع غذایی اختصاص داشت. سخنرانان به معرفی فناوری‌هایی چون فرآوری مواد¬غذایی با استفاده از نانو فناوری، بسته‌بندی‌های

هوشمند، و سیستم‌های اتوماسیون در خطوط تولید پرداختند. آن‌ها همچنین بطور مفصل به تأثیرات هوش مصنوعی و اینترنت اشیا (IoT) در بهبود فرآیندهای تولید و توزیع موادغذایی اشاره کردند.

چالش‌ها و مشکلات پیش روی صنایع غذایی

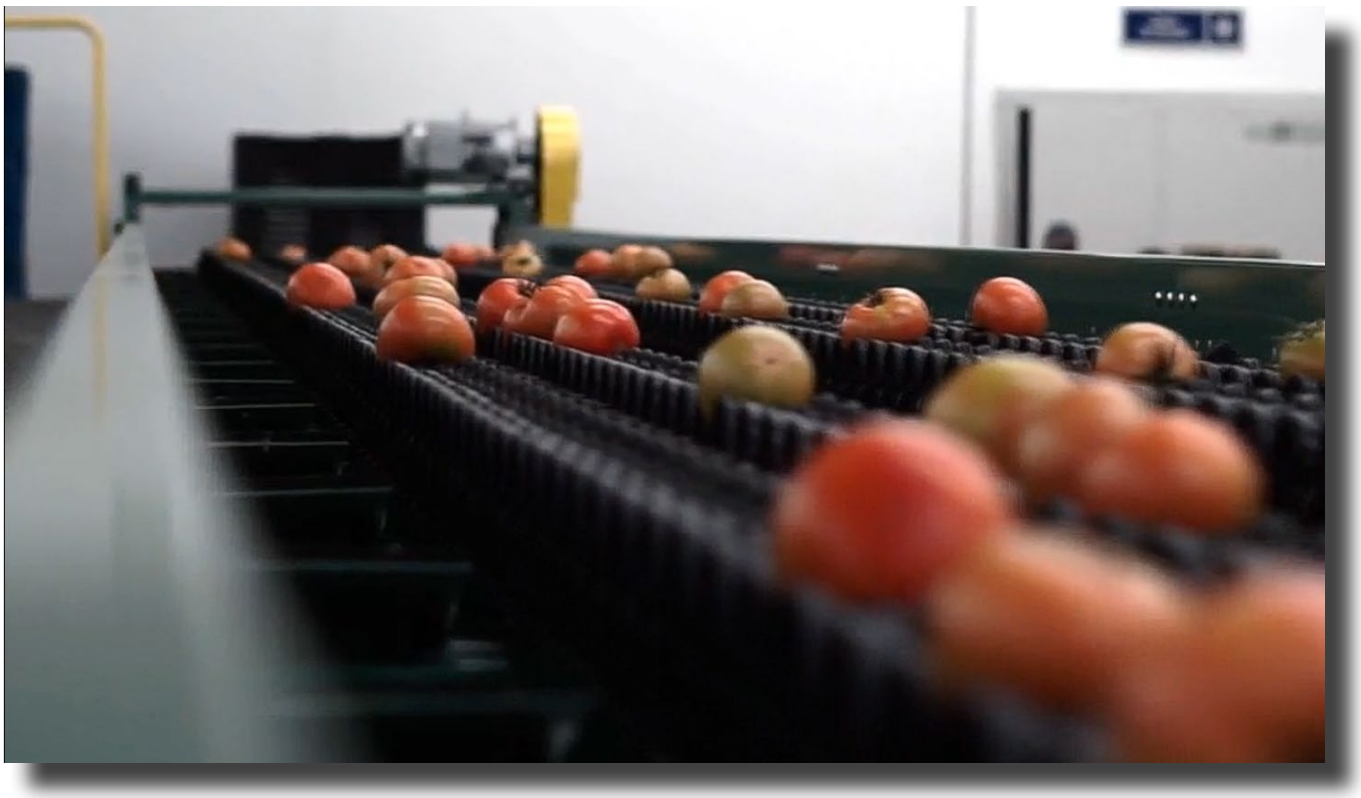
در کنار فرصت‌ها، چالش‌هایی نیز در این صنعت وجود دارد. این چالش‌ها شامل بحران‌های اقتصادی، مشکلات تامین مواد اولیه با کیفیت، مسائل مربوط به بهداشت و ایمنی غذایی، و مشکلات ناشی از تحریم‌ها و محدودیت‌های واردات بود. در این بخش، بحث‌هایی در خصوص راهکارهای مقابله با این مشکلات و یافتن راه‌حل‌های مناسب مطرح شد.

توسعه آینده صنایع غذایی

در این قسمت، به روندهای آینده در صنعت غذایی پرداخته شد. در این راستا پیش‌بینی کردند که در آینده شاهد تغییرات عمده‌ای در این صنعت خواهیم بود. از جمله این تغییرات می‌توان به استفاده گسترده از فناوری‌های بیوتکنولوژی برای تولید موادغذایی سالم‌تر و کم‌کالری، و همچنین استفاده از موادغذایی جایگزین برای مقابله با بحران‌های جهانی مانند تغییرات اقلیمی اشاره شد. همچنین، بحث‌هایی در خصوص تغذیه سالم، تغییر ذائقه مصرف‌کنندگان و اهمیت تولید موادغذایی محلی نیز مطرح شد.

نتیجه‌گیری

در پایان کارگاه، شرکت‌کنندگان به این نتیجه رسیدند که رشته صنایع غذایی یکی از رشته‌های متنوع و با آینده روشن است. این رشته نه تنها از لحاظ شغلی و اقتصادی اهمیت دارد، بلکه تأثیر زیادی بر سلامت جامعه و محیط‌زیست دارد. همچنین، با توجه به تحولات سریع تکنولوژی و نیازهای جدید جامعه، افراد شاغل در این صنعت باید مهارت‌های خود را به‌روز نگهدارند و در جهت توسعه این صنعت گام بردارند.



گزارش کارگاه تضمین ایمنی و کیفیت موادغذایی با محوریت تقلبات

مبین زارع[1*]
۱.دبیر انجمن علمی گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی دانشگاه تبریز
*mobinzare9999@gmail.com

مقدمه

کارگاه تضمین ایمنی و کیفیت موادغذایی به منظور افزایش آگاهی و مهارت‌های متخصصان و فعالان صنعت غذا در حوزه‌های مرتبط با ایمنی، کیفیت و پیشگیری از تقلبات در موادغذایی برگزار شد: این کارگاه با محوریت شناسایی و مقابله با تقلبات غذایی و تأثیرات آن بر سلامت عمومی و صنایع غذایی برگزار گردید: در این گزارش، به بررسی مباحث مطرح‌شده در کارگاه و راهکارهای پیشگیری از تقلبات در صنعت غذا پرداخته شد.

مفاهیم کلیدی ایمنی و کیفیت مواد غذایی

ایمنی موادغذایی به مجموعه‌ای از اقدامات و فرآیندهایی اطلاق می‌شود که هدف آن جلوگیری از آلودگی‌ها و خطرات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی در موادغذایی است: کیفیت موادغذایی نیز شامل ویژگی‌های ذاتی غذاها است که می‌تواند بر اساس طعم، رنگ، بافت، ظاهر و همچنین ارزش غذایی آن‌ها ارزیابی شود.

از مهمترین جنبه‌های ایمنی و کیفیت، تشخیص تقلبات غذایی است که بصورت عمدی یا غیر عمدی در محصولات غذایی رخ می‌دهد: تقلبات غذایی می‌تواند تأثیرات بسیار منفی بر سلامت مصرف‌کنندگان، اقتصاد کشور و همچنین اعتبار برندهای مختلف داشته باشد.

تعریف تقلبات غذایی

تقلبات غذایی به هرگونه تغییر غیرمجاز در ترکیب موادغذایی گفته می‌شود که ممکن است به دلایل اقتصادی، کمبود مواد اولیه یا سوءاستفاده از ضعف‌های نظارتی انجام شود. این تغییرات ممکن است شامل جایگزینی موادغذایی با مواد ارزان‌قیمت، افزودن موادشیمیایی مضر، یا تغییر در تاریخ انقضا و نشان‌های غیرواقعی باشد.

انواع تقلبات غذایی

در کارگاه، انواع مختلف تقلبات غذایی مورد بررسی قرار گرفت که شامل موارد زیر بود:

تقلبات مواد اولیه: استفاده از مواداولیه تقلبی یا ارزان‌قیمت به

جای مواد اصلی و باکیفیت، مانند استفاده از چربی‌های غیرمجاز به جای روغن‌های طبیعی.

تغییر در ترکیب غذایی: افزودن مواد شیمیایی غیرمجاز یا رقیق کردن محصولات به منظور کاهش هزینه‌ها.

تاریخ‌گذاری غیرمجاز: تغییر تاریخ تولید یا انقضا محصولات به‌منظور فریب مصرف‌کنندگان و فروش محصولات منقضی.

تبدیل ظاهر مواد غذایی: تغییر در رنگ، شکل و بافت محصولات برای جذب بیشتر مشتری بدون توجه به کیفیت واقعی.

علل و دلایل تقلبات غذایی

تقلبات غذایی به دلایل مختلفی صورت می‌گیرد که از آن جمله به

موارد زیر اشاره شد:

فشار اقتصادی: تولیدکنندگان ممکن است به دلیل کاهش هزینه‌های تولید و افزایش سود، اقدام به انجام تقلبات کنند.

نظارت ناکافی: کمبود نظارت کافی از سوی نهادهای نظارتی می‌تواند زمینه‌ساز تقلبات در بازار باشد.

عدم آگاهی مصرف‌کنندگان: بسیاری از مصرف‌کنندگان از وجود تقلبات در محصولات غذایی خود بی‌اطلاع هستند و همین امر باعث افزایش تقلبات می‌شود.

رقابت شدید در بازار: در برخی از بازارها، رقابت شدید ممکن است تولیدکنندگان را به سمت انجام تقلبات غذایی سوق دهد.

راهکارهای پیشگیری از تقلبات غذایی

کارگاه در ادامه به بررسی راهکارهای موثر برای مقابله با تقلبات غذایی پرداخت که شامل موارد زیر بود:

تقویت نظارت و بازرسی‌ها: اجرای بازرسی‌های دقیق‌تر و مکرر از تولیدکنندگان و توزیع‌کنندگان موادغذایی می‌تواند به شناسایی و مقابله با تقلبات کمک کند.

آموزش و آگاهی‌رسانی به مصرف‌کنندگان: آگاه‌سازی مصرف‌کنندگان از نشانه‌های تقلبات غذایی می‌تواند آن‌ها را قادر سازد تا انتخاب‌های بهتری داشته باشند و تقلبات کمتری در بازار رخ دهد.

استفاده از فناوری‌های نوین: استفاده از تکنولوژی‌های پیشرفته مانند تشخیص هویت محصولات، پیگیری و ردیابی محصولات از مبدا تا مقصد می‌تواند از تقلبات جلوگیری کند.

تقویت قوانین و مقررات: تدوین و اعمال قوانین سختگیرانه‌تر برای تولیدکنندگان و توزیع‌کنندگان می‌تواند میزان تقلبات در بازار را کاهش دهد.

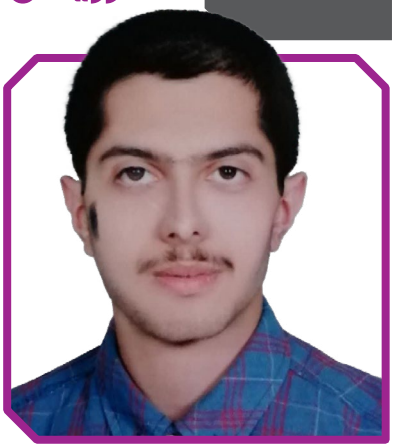
ترویج استانداردهای بین‌المللی: اجرای استانداردهای جهانی مانند HACCP (سیستم تجزیه و تحلیل خطرات و نقاط بحرانی کنترل) و ISO می‌تواند به بهبود کیفیت و ایمنی مواد غذایی کمک کند.

نتیجه‌گیری

کارگاه تضمین ایمنی و کیفیت موادغذایی با محوریت تقلبات نشان داد که مقابله با تقلبات غذایی نیازمند تلاش‌های مشترک از سوی تولیدکنندگان، نهادهای نظارتی و مصرف‌کنندگان است: با اجرای اقدامات پیشگیرانه، نظارت دقیق، و استفاده از فناوری‌های نوین، می‌توان از بروز تقلبات در صنعت غذا جلوگیری کرد و ایمنی و کیفیت موادغذایی را برای مصرف‌کنندگان تضمین نمود: همچنین، آگاهی‌رسانی و آموزش به مصرف‌کنندگان در شناسایی محصولات تقلبی از اهمیت زیادی برخوردار است.

دو فصلنامه علمی تخصصی
اتحادیه انجمن‌های علمی دانشجویی علوم دامی وصنایع غذایی ایران

دبیر سرویس



علی مسترشد
دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی علوم دامی دانشگاه تهران

خارج از گود

فهرست بخش

بمب ساعتی تب برفکی؛ مقصر اصلی کیست؟ ۲۶
چالش‌های تأمین نهاده‌های دامی در سال ۱۴۰۴: راهکارهایی برای نجات تولیدکنندگان و پایداری صنعت دام و طیور ۲۷
قیمت شیر قله را فتح کرد و سفره را جمع..... ۳۰
نقاط بحرانی زیست‌محیطی در فرآیند تولید روغن‌های خوراکی ۳۱
مدیریت پسماندهای صنایع لبنی با رویکرد تولید انرژی زیستی (Biogas): چالش‌ها و راهکارها..... ۳۴
از اصول پایه تا پیشرفت‌های نوین: سیرتحول علم تغذیه در پرورش بز..... ۳۶

بمب ساعتی تب برفکی؛ مقصر اصلی کیست؟

علی مسترشد[1*] ، مهدی سپهری‌پاک[2]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی علوم دامی گرایش فیزیولوژی دام و طیور، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی علوم دامی گرایش تغذیه دام، دانشگاه تهران، کرج، ایران

*ali.mostarshed@ut.ac.ir

تب برفکی جزء بیماری‌هایی است که از نظر اقتصادی خسارت‌های جبران‌ناپذیری به صنعت دامپروری وارد می‌کند. این بیماری دشمن دام و سرمایه دامی لقب گرفته است. در ایران، سازمان دامپزشکی کل کشور مسئول اصلی پایش، پیشگیری و کنترل این بیماری است. این سازمان از طریق برنامه‌های واکسیناسیون، پایش اپیدمیولوژیک، کنترل جابه‌جایی دام و آموزش دامداران تلاش دارد، شیوع تب برفکی را کاهش دهد. اگرچه اقدامات این سازمان موجب کاهش نسبی شدت برخی موج‌های اپیدمی شده است اما بیماری در مناطق مرزی کشور هنوز در وضعیت اندمیک قرار دارد.

با توجه به گستردگی جغرافیایی ایران و تنوع اقلیمی، راهبردهای مقابله با تب برفکی باید متناسب با شرایط هر منطقه طراحی شود. به‌عنوان‌مثال، در مناطق مرزی شرق کشور بعلت بیشتر ورود دام از کشورهای همجوار، کنترل مرزی و پایش فعال اهمیت ویژه‌ای دارد. درحالیکه در مناطق مرکزی کشور، تمرکز باید بر افزایش پوشش واکسیناسیون و بهبود مدیریت بهداشتی مزارع باشد.واکسن‌های مورد استفاده در ایران گاهی اوقات با ویروس‌های جدید مطابقت کامل ندارند. در برخی مواقع حتی دوزهای توصیه شده نمی‌تواند ایمنی کامل ایجاد کند. علاوه بر این، ایمنی دام‌ها پس از واکسیناسیون به‌سرعت کاهش می‌یابد؛ بنابراین برنامه‌های واکسیناسیون دو نوبته یا سه نوبته در سال لازم است که از لحاظ اقتصادی دشوار است. ضروری است که پژوهش‌های داخلی در زمینه شناسایی سویه‌های در گردش ویروس و ارزیابی ایمنی واکسن‌های موجود تقویت شود.

در کنار اقدامات کنترلی و پیشگیرانه، ارتقای آگاهی و مشارکت فعال دامداران نقش کلیدی در موفقیت برنامه‌های مقابله با تب برفکی دارد. تجربه کشورهای موفق نشان داده است که بدون آموزش مستمر دامداران در زمینه شناخت علائم اولیه بیماری، رعایت اصول قرنطینه، ضدعفونی جایگاه‌ها و گزارش سریع موارد مشکوک، هیچ برنامه‌ای به نتیجه مطلوب نخواهد رسید.از منظر اقتصادی، اجرای طرح بیمه دامی برای جبران خسارات ناشی از تب برفکی می‌تواند دامداران را به همکاری بیشتر در برنامه‌های کنترل ترغیب کند. از سوی دیگر، ایجاد بازارهای دام تحت نظارت دامپزشکی و استانداردسازی فرایندهای حمل‌ونقل، منجر به کاهش احتمال انتشار بیماری می‌شود.لازم به ذکر است که طبق ارزیابی‌های فائو، در برخی از کشورها از جمله ایران، گزارش رسمی موارد کمتر از میزان واقعی است که تصمیم‌گیری علمی را دشوار می‌کند. بررسی‌های جهانی فائو نشان داده است که کنترل مؤثر نیازمند شبکه تشخیص مولکولی و توالی‌یابی ویروس‌هاست. امری که در بسیاری از کشورها از جمله ایران هنوز گسترش نیافته است.

به‌کارگیری تدریجی فناوری‌های نوین مانند سامانه ردیابی دام، بانک‌های اطلاعاتی ژنتیکی ویروس‌ها و پایگاه‌های داده اپیدمیولوژیک، در صورت فراهم بودن زیرساخت‌ها و حمایت مالی کافی، می‌تواند تصمیم‌گیری دامپزشکی را دقیق‌تر و سریع‌تر کند. بااین‌حال، در شرایط فعلی کشور، تمرکز بر بهبود سامانه‌های موجود و استفاده بهینه از امکانات در دسترس راهکار واقع‌بینانه‌تر و اقتصادی‌تری به نظر می‌رسد.

در نهایت، باید پذیرفت که ریشه‌کنی کامل تب برفکی بدون مشارکت گسترده دامداران، هماهنگی بین نهادهای مرتبط و پایبندی به اصول علمی امکانپذیر نخواهد بود. آینده کنترل این بیماری در ایران وابسته به تغییر رویکرد از واکنش به بحران، به سمت مدیریت پیش‌نگر و داده‌محور است؛ رویکردی که می‌تواند تب برفکی را از تهدید دائمی به یک بیماری قابل‌کنترل تبدیل کند.

چالش‌های تأمین نهاده‌های دامی در سال ۱۴۰۴: راهکارهایی برای نجات تولیدکنندگان و پایداری صنعت دام و طیور

محمد سلطانی گردفرامرزی[1*]، محمدحسین بهرامی یاراحمدی[2]

۱. دانشجوی کارشناسی مهندسی علوم دامی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

*mohammad.soltani7@ut.ac.ir

صنعت پرورش دام و طیور ایران، که بیش از ۷۰٪ پروتئین حیوانی کشور را تأمین می‌کند، در سال ۱۴۰۴ با چالش‌های جدی تأمین نهاده‌های دامی (ذرت، جو و کنجاله سویا) روبرو بوده است. گزارش کمیسیون کشاورزی، آب و منابع طبیعی مجلس شورای اسلامی (قرائت ۶ آبان ۱۴۰۴) بر کسری حدود ۲۵٪ نهاده‌ها (نیاز سالانه ۲۰ میلیون تن، تأمین ۱۵ میلیون تن) تاکید دارد. این کسر ناشی از وابستگی ۸۰٪ به واردات، خشکسالی شدید (کاهش ۴۰٪ بارندگی و کاهش حدود ۱۲ میلیون تن تولید داخلی علوفه) و ناکارآمدی توزیع در سامانه بازارگاه است.

رشد ۲۰٪ واردات در نیمه نخست ۱۴۰۴ (حدود ۹ میلیون تن) نسبت به سال قبل، نشان‌دهنده ظرفیت زنجیره تأمین است، اما تأخیر ارزی (معوقات ۶ میلیارد دلاری) پایداری را تهدید می‌کند. این مطلب با تکیه بر داده‌های رسمی وزارت جهاد کشاورزی، سامانه بازارگاه و گزارش‌های مجلس (تا آخر مهر ۱۴۰۴)، چالش‌ها را تحلیل کرده، مقایسه قیمت‌ها را ارائه می‌دهد و راهکارهای کوتاه‌مدت و بلندمدت اجرایی پیشنهاد می‌کند.

چالش‌های کلیدی تأمین و قیمت‌گذاری نهاده‌ها

چالش‌های تأمین نهاده‌های دامی در سال ۱۴۰۴ عمدتاً ریشه در وابستگی ۸۰٪ به واردات، محدودیت‌های ارزی و خشکسالی داخلی دارد که تولید علوفه را مختل کرده است. برای نهاده‌های وارداتی مانند ذرت، جو و کنجاله سویا، دلایل افزایش قیمت شامل تأخیر در تخصیص ارز نیمایی (با بودجه مصوب حدود ۸ میلیارد دلار که به ۴ میلیارد دلار کاهش یافت)، دلالی و توزیع ناکارآمد (مانند فروش صوری و قاچاق معکوس در سامانه بازارگاه که ۴۰ درصد نهاده‌ها را به دلالان می‌رساند) و عوامل جهانی (نوسانات بازارهای صادرکننده مانند برزیل و اوکراین) است. این عوامل منجر به افزایش ۱۹٪ قیمت نهاده‌ها در شش ماهه نخست سال ۱۴۰۴ شده و هزینه تولید را ۳۰-۴۰٪ بالا برده است.

در بخش تولید علوفه در داخل کشور، کم‌آبی شدید باعث کاهش ۳۰-۵۰٪ تولید یونجه و سیلاژ ذرت (از سطح زیر کشت حدود ۸ میلیون هکتار به کمتر) شده است که این امر فشار مستقیمی بر دام‌های شیری (۳۰٪ نیاز از علوفه) و دام‌های گوشتی (۱۸٪) وارد می‌کند. همچنین، عدم موفقیت وزارت جهاد کشاورزی در حذف واسطه‌ها و ایجاد بازارهای مستقیم، توزیع را نامتوازن کرده و اعتماد دامداران را کاهش داده است. نتیجه این چالش‌ها، ایجاد تورم ۲۵٪ در پروتئین حیوانی و نشانه‌هایی از بحران بالقوه مانند افزایش قیمت جوجه یک‌روزه است.

تاثیر این افزایش قیمت‌ها در سال ۱۴۰۴، افزایش ۳۰-۴۰٪ هزینه تولید گوشت، مرغ و شیر بوده است که افزایش قیمت پروتئین را به ۲۵٪رسانده است. شکاف قیمت بین بازارگاه و بازار آزاد، دلالی را تشدید کرده است. همچنین دام شیری (۳۰٪ هزینه جیره) بیشترین ضربه را از افزایش قیمت علوفه در سال ۱۴۰۴ خورده است.

جدول ۱. مقایسه قیمت‌ها (تومان برحسب کیلوگرم، آبان ۱۴۰۴ در مقایسه با مهر ۱۴۰۳)

نهاده	افزایش آزاد (٪)	بازار آزاد مهر ۱۴۰۳	بازارگاه مهر ۱۴۰۳	بازار آزاد مهر ۱۴۰۴	بازارگاه مهر ۱۴۰۴
ذرت	٪۳۵+	۱۰,۶۵۰	۹,۵۰۰	۱۴,۴۰۰	۱۱,۳۰۰
جو	٪۸۴+	۱۳,۰۰۰	۱۱,۲۰۰	۲۳,۹۳۰	۱۱,۳۰۰
کنجاله سویا	٪۸+	۱۹,۴۲۰	۱۸,۳۰۰	۲۰,۹۴۰	۲۰,۹۰۰
یونجه	٪۵۰+	۱۵,۰۰۰	-	۲۱,۵۰۰	-
سیلاژ ذرت	٪۴۰+	۶,۲۰۰	-	۸,۷۰۰	-

منابع: سامانه بازارگاه , tahlilbazaar.com , itpnews.com) , bbk-iran.com , stdt.ir).

تحلیل وضعیت واردات و تخصیص ارز

وضعیت واردات نهاده‌های دامی در نیمه نخست سال ۱۴۰۴ نشان‌دهنده رشد وزنی بیشتری نسبت به سال قبل است. میزان واردات نهاده در سال ۱۴۰۴ حدود ۹ میلیون تن (شامل حدود ۵ میلیون تن ذرت، ۳ میلیون تن سویا و ۱ میلیون تن جو) بوده است اما این رشد با کاهش ۵٪ وزنی و ۱۴٪ ارزی در چهارماهه نخست سال همراه بوده است که عمدتاً به دلیل تحریم‌ها و محدودیت‌های ارزی است. ارز تخصیص‌یافته شامل ۳۰۰ میلیون یورو به علاوه ۴۵۰ میلیون دلار بوده است اما معوقات انباشته به ۶ میلیارد دلار رسیده است و اولویت‌بندی ناکافی (تمرکز بر تسویه بدهی‌های گذشته به جای واردات جدید) باعث تأخیر شده است. همچنین، کاهش تعداد واردکنندگان مجاز، دلالی را تشدید کرده و توزیع را نامتوازن ساخته است.

تولید داخل

در بخش تولید داخلی، خشکسالی تولید علوفه را مختل کرده است؛ یونجه با کاهش ۴۰٪ تولید مواجه است و سیلاژ ذرت علی‌رغم پتانسیل ۱۵ میلیون تنی تولید، به دلیل رطوبت ایده‌آل ۷۰٪ و محدودیت‌های آبی، دارای تولید ناکافی بوده است. به عدم تمرکز ارزی دولت بر تولید علوفه کم‌آب انتقادات کلیدی وارد است؛ با این حال ذخیره استراتژیک در استان‌هایی مانند ایلام، ثبات نسبی در تامین علوفه ایجاد کرده است.

وضعیت دامداران و مرغداران

تولیدکنندگان دام و طیور در سال ۱۴۰۴ با چالش‌های جدی روبرو هستند، بطوریکه ۲۰٪ مرغداری‌ها در آستانه تعطیلی قرار گرفته‌اند و کشتار دام‌های مولد به دلیل نقدینگی منفی (با افزایش ۵۰٪ بدهی‌های انباشته) افزایش یافته است. این وضعیت منجر به کاهش۱۵٪ تولید گوشت مرغ، کاهش ۲۰٪ تولید تخم‌مرغ و کاهش ۱۰٪ تولید شیر شده است که عمدتاً به کمبود ذرت، سویا و جو در بازارگاه و افزایش شدید قیمت‌ها نسبت داده می‌شود. دامداران کوچک، که ۹۰٪ واحدها را تشکیل می‌دهند، با هزینه تولید ۵۰٪ بالاتر، مالیات سنگین و عدم دسترسی به تسهیلات بانکی روبرو هستند، که این امر آن‌ها را به فروش صوری نهاده‌ها یا تعطیلی واداشته است.

علاوه بر این، اعتراض دامداران به کمبود نهاده‌ها منجر به حذف دام‌ها شده است و نگرانی از تکرار بحران کشتار دام‌های مولد (مانند سال‌های گذشته) را افزایش داده است. وابستگی یونجه نیز فشار را مضاعف کرده است، زیرا کاهش تولید آن هزینه جیره دام‌های شیری را افزایش داده است. با این حال، نکته مثبت قابل توجه، بهره‌وری فنی بالا (همتراز با کشورهایی مانند ترکیه و برزیل) و زنجیره تولید یکپارچه در ایران است که پتانسیل بازیابی سریع را فراهم می‌کند، مشروط بر اینکه چالش‌های ارزی و توزیع نهاده رفع شود.

راهکارهای اجرایی و علمی برای پایداری

برای غلبه بر چالش‌های سال ۱۴۰۴ و دستیابی به پایداری، راهکارها را می‌توان به دو دسته کوتاه‌مدت (۱-۶ ماه برای تثبیت فوری) و بلندمدت (۱-۵ سال برای تحول ساختاری) تقسیم کرد. این پیشنهادها بر اساس مطالعات نهادهایی مانند FAO، موسسه تحقیقات کشاورزی و تجربیات موفق کشورهای مشابه (مانند استرالیا در استفاده از خوراک جایگزین) تدوین شده‌اند و بر اصول پایداری محیطی، اقتصادی و اجتماعی تأکید دارند. هدف، کاهش وابستگی به واردات، بهینه‌سازی منابع آب و افزایش بهره‌وری است؛ در حالیکه جنبه‌های عملی مانند بودجه حمایتی و فناوری‌های موجود در ایران مد نظر قرار گرفته‌اند.

راهکارهای کوتاه‌مدت (تثبیت فوری)

این راهکارها بر حل فوری کسری نهاده‌ها و علوفه تمرکز دارند تا از تعطیلی بیشتر واحدها جلوگیری شود.

۱. تزریق فوری ارز با تخصیص اضافی ۱ میلیارد دلار نیمایی توسط بانک مرکزی ضروری است که می‌تواند هزینه تولید را ۳۰٪ کاهش دهد و کسری ۲۵٪ را پوشش دهد؛ این اقدام اجرایی است زیرا بر اساس مصوبات مجلس و بودجه سال ۱۴۰۴ قابل انجام بوده و در گذشته نیز اجرا شده است.

۲. یارانه مستقیم به دامدار (به میزان ۱ میلیون ریال برحسب تن برای نهاده و علوفه) توسط وزارت جهاد کشاورزی و کاهش دلالی و تضمین توزیع عادلانه؛ این روش بر پایه مدل‌های اقتصادی یارانه هدفمند (مانند برنامه‌هایFAO) است و با سامانه بازارگاه ادغام می‌شود تا شفافیت ایجاد کند.

۳. شفاف‌سازی سامانه بازارگاه با استفاده از فناوری بلاکچین و نظارت آنلاین توسط معاونت بازرگانی می‌تواند توزیع را تا ۹۰٪ عادلانه کند و فروش صوری را حذف نماید؛ این راهکار اجرایی با همکاری شرکت‌های دانش‌بنیان ایرانی (که در سال ۱۴۰۴ رشد ۵۰٪ داشته‌اند) قابل پیاده‌سازی است و مطالعات SECA نشان می‌دهد اولویت بالایی در اولویت‌بندی هوشمند دارد.

۴. واردات اضافی با افزایش تعداد واردکنندگان به ۲۰۰ مورد توسط گمرک تا پوشش کسری موجود را فراهم آورد؛ این اقدام منطقی است زیرا تفاهم‌نامه‌های اخیر بانک گردشگری و انجمن خوراک دام، حمایت مالی را تضمین می‌کند.

راهکارهای بلندمدت (تحول ساختاری)

این راهکارها بر تحول اساسی تمرکز دارند تا پایداری بلندمدت با تاکید بر نوآوری علمی و حفاظت محیطی ایجاد شود.

۱. کشت جایگزین علوفه کم‌آب مانند سورگوم یا ذرت خوشه‌ای در ۱۴۰ هزار هکتار (به ویژه در استان‌های خوزستان و اصفهان) توسط وزارت جهاد کشاورزی، صرفه‌جویی ۸۰٪ آب و افزایش ۵۰٪ تولید داخلی را به همراه دارد، که جایگزین مناسبی برای ذرت وارداتی است؛ این روش علمی بر پایه تحقیقات FAO و موسسه رازی است که سورگوم را «ناجی کم‌آبی» می‌دانند و در ایران با اصلاح ژنتیکی بومی قابل اجرا است.

۲. پرورش دام‌هایی که بومی منطقه بوده، به کم آبی مقاومند و انجام فعالیت‌های اصلاح نژادی روی آن‌ها؛ پرورش دام‌هایی مانند شتر و بز (۳۰٪ کمتر آب نیاز دارند) که توانایی استفاده از خار و خاشاک و علوفه های خشبی و کم کیفیت را دارند و وابستگی به یونجه را کم می‌کنند.

۳. نوآوری دانش‌بنیان مانند سنسورهای IoT و AI برای بهینه‌سازی خوراک و مدیریت مزارع، صرفه‌جویی ۲۰٪ نهاده‌ها را ممکن می‌سازد؛ این فناوری در ایران موجود است و بر اساس اولویت‌بندی SECA، کاربردهای هوشمند مانند نظارت بر تنوع زیستی و کارکردی پوشش گیاهی را شامل می‌شود تا پایداری اکوسیستم حفظ شود.

۴. رویکرد صادرات‌محور با برندسازی محصولات مانند تخم‌مرغ و گوشت (بر اساس الگوی موفق ۱۴۰۳) توسط تشکل‌ها، درآمد ارزی قابل توجهی ایجاد کرده است که خوش‌بینانه ۵۰۰ میلیون دلار برآورد می‌شود و خودکفایی را تقویت می‌کند؛ این راهکار با برنامه راهبردی صنعت خوراک دام (تدوین‌شده در سال ۱۴۰۴) همخوانی دارد و شامل آموزش دامداران برای مدیریت پایدار (مانند ارتباط سیستماتیک با صنایع فرآوری) است.

۵. توسعه خوراک جایگزین مانند لارو مگس سرباز سیاه (تغذیه‌شده با دورریز مواد غذایی) که می‌تواند جایگزین کنجاله سویا شود. این روش علمی در استرالیا موفقیت‌آمیز بوده و در ایران با حمایت دانش‌بنیان‌ها قابل گسترش است.

چالش‌های نهاده‌های دامی در سال ۱۴۰۴، شامل کسری ۲۵٪، افزایش قیمت ۳۰-۸۴٪ و معوقات ۶ میلیارد دلاری، پایداری صنعت دام و طیور را به شدت تهدید کرده است و منجر به تعطیلی واحدها، کشتار دام‌های مولد و کاهش تولید شده است. با این حال، رشد واردات و بهره‌وری فنی بالا فرصت‌هایی برای تحول فراهم می‌کنند، به شرطیکه راهکارهای کوتاه‌مدت مانند ورود ارز و شفاف‌سازی توزیع برای تثبیت وضعیت سال ۱۴۰۴، و بلندمدت مانند کشت سورگوم و اصلاح نژاد برای خوداتکایی در تولید برخی از نهاده‌های دامی تا سال ۱۴۰۵ اجرا شوند. نظارت مجلس و بودجه حمایتی نقش کلیدی دارند تا امنیت غذایی تضمین شود. تولیدکنندگان باید در اقدامات جمعی، با هدف بهبود و پایداری صنعت دام و طیور، شرکت کنند زیرا بدون اصلاحات ساختاری و حرکت به سمت تولید پایدار، بحران می‌تواند به کاهش کالری سفره مردم و بروز تورم بیشتر منجر شود.

قیمت شیر قله را فتح کرد و سفره را جمع

علی اکبری بالاجورشری[1]*
۱. دانشجوی دکتری مهندسی علوم دامی دانشگاه تهران
*Aliakbariguilan@gmail.com

افزایش قیمت شیر و بطور کلی محصولات لبنی، در اوایل زمستان ۱۴۰۴ به نقطه‌ای رسید که دیگر نمی‌شد آن را صرفاً گرانی نامید؛ بلکه این وضعیت به یک بحران تمام‌عیار تبدیل شد. بحرانی که هم مغازه‌دار را از ادامه کار ناامید کرد و هم شهروند را از خرید ابتدایی‌ترین ماده غذایی بازداشت. در بسیاری از فروشگاه‌ها، فروشنده پس از فروش شیر، ناچار بود برای تأمین بار جدید، هزینه شخصی متحمل شود تا بتواند شیر جدید را به قفسه‌های فروشگاه بازگرداند. از آن سو، مصرف‌کننده‌ای که سال‌ها شیر را جزو سبد حداقلی خانواده می‌دانست، حالا به‌سادگی از خرید آن صرف‌نظر می‌کرد. داستان اما به همین جا خاتمه پیدا نمی‌کند.

طبق گزارش سخنگوی انجمن صنایع فرآورده‌های لبنی، قیمت شیر خام حدود ۵۲٪ افزایش یافته است و این افزایش قیمت، که مربوط به شیر خام است، به‌تنهایی حدود ۳۰٪ بر قیمت تمام‌شده لبنیات اثر می‌گذارد، زیرا شیر خام حدود ۶۰٪ از هزینه تولید این محصولات را تشکیل می‌دهد. بنابراین نه‌تنها شیر، بلکه سایر محصولات لبنی نیز دستخوش افزایش قیمت را داشتند. این افزایش در شرایطی رخ داده است که قیمت شیر خام در یک بازه زمانی کوتاه بسیار جهش داشته است. بطوریکه گزارش‌های رسمی نشان می‌دهد، قیمت شیر خام طی پنج ماه اخیر نزدیک به ۶۰٪ رشد کرده است.

اما این نقطه اوج، یک‌شبه به‌وجود نیامد. برای فهم ریشه‌ها، باید کمی به عقب برگشت. اوایل پاییز ۱۴۰۴، شیوع تب برفکی در دامداری‌ها یکی از جدی‌ترین ضربه‌ها را وارد کرد. کاهش تولید شیر خام، هزینه‌های درمان دام و تلفات بی‌سابقه، فشار مستقیمی بر دامداران گذاشت. کمی عقب‌تر که می‌رویم، به ماجرای احتکار و کمبود نهاده‌های دامی می‌رسیم؛ جاییکه خوراک دام یا با قیمت‌های چندبرابری بدست دامدار رسید یا اساساً در دسترس نبود. نتیجه این اتفاق چیزی نبود جز افزایش هزینه تمام‌شده شیر خام. پیش از آن نیز، اعتصاب کامیون‌داران زنجیره توزیع را مختل کرد. حمل‌ونقل نهاده، شیر خام و محصولات لبنی با تأخیر و هزینه‌های بالاتر انجام شد. در این میان، آنچه بیش از همه به چشم می‌آمد، نبود مدیریت هماهنگ و تصمیم‌گیری به‌موقع بود. هر بحران، بدون حل بحران قبلی، روی هم انباشته شد و ترکش‌های آن، ماه‌ها بعد، به بازار مصرف برخورد کرد. در چنین شرایطی، سیاست‌گذاری‌های مقطعی نه‌تنها کمکی به کنترل بازار نکرد، بلکه به بی‌اعتمادی دامن زد. درواقع، دامداران که از اقشار بسیار زحمت‌کش جامعه هستند، کمترین نقش را در افزایش قیمت‌ها داشتند. بخش عمده فشار و گرانی‌ها از عوامل بیرونی، از جمله کمبود نهاده‌ها، بیماری دام، اختلال در حمل‌ونقل و سوءمدیریت‌های کلان بازار ناشی می‌شود، نه از خود تولیدکننده. با این شرایط، دامدار، کارخانه‌دار، توزیع‌کننده و در نهایت مصرف‌کننده، همگی بازنده این بازی بودند. شیر که باید نماد امنیت غذایی باشد، به کالایی لوکس تبدیل شد؛ تا جاییکه حتی «شیر نایلونی» هم دیگر انتخابی ارزان به‌حساب نمی‌آمد.

اما راهکار چیست؟

نخست، باید پذیرفت که بازار لبنیات با دستور و بخشنامه قابل اداره نیست. تأمین پایدار نهاده‌های دامی، شفاف‌سازی زنجیره توزیع و برخورد جدی با متخلفان و احتکارکنندگان پیش‌شرط هر اصلاحی در این حوزه است. حمایت هدفمند از دامدار با سیاست‌های بلندمدت، می‌تواند ثبات تولید را تضمین کند. در کنار این حمایت، نظارت هوشمند و مؤثر باعث می‌شود تولیدکننده بتواند ادامه دهد و مصرف‌کننده هم از دسترسی به شیر محروم نشود. در نهایت، اگر امنیت غذایی در اولویت است، شیر نباید قربانی سوءمدیریت، تعلل و تصمیم‌های کوتاه‌مدت شود.

دو فصلنامه علمی تخصصی
اتحادیه انجمن‌های علمی دانشجویی علوم دامی وصنایع غذایی ایران

نقاط بحرانی زیست‌محیطی در فرآیند تولید روغن‌های خوراکی

علیرضا پوراسماعیلی[1*]

۱.دانشجوی کارشناسی علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، البرز، ایران

*alirezaporesmael@ut.ac.ir

روغن‌های خوراکی بطور گسترده‌ای برای تولید غذا در سطوح مختلف خانگی، تجاری و صنعتی استفاده می‌شوند. تولید روغن‌های خوراکی که شامل روغن‌هایی از منابع پالم، سویا، کانولا، آفتابگردان، خردل و غیره می‌شود، بخش مهمی از سیستم‌های غذایی جهانی است اما چالش‌های محیط زیستی قابل توجهی ایجاد می‌کند. ارزیابی‌های چرخه حیات (LCA) چارچوبی سیستماتیک برای ارزیابی این تأثیرات از مزرعه تا سفره فراهم می‌کنند و نقاط بحرانی را شناسایی می‌کنند. این تحلیل‌ها بر چهار مرحله کلیدی تمرکز دارد: کشت و کشاورزی، استخراج و فراوری، پالایش و تصفیه و حمل‌ونقل و بسته‌بندی. در واقع ارزیابی چرخه عمر (LCA) به‌عنوان ابزار اصلی برای راهنمایی حرکت به سمت سیستم‌های غذایی پایدار و روش بین‌المللی پذیرفته‌شده (ISO14040)، با هدف ارزیابی تأثیرات زیست‌محیطی یک محصول از دیدگاه سیستم‌ها، یعنی تحلیل کل چرخه عمر محصول و شناسایی نقاط بحرانی برای بهبود آن طراحی شده است. در LCA ، نقاط بحرانی یعنی آن مراحل یا فرآیندهایی که بیشترین سهم را در اثرات زیست‌محیطی مثل آلودگی آب، تخریب زیستگاه، مصرف آب، آلودگی پسابِ با خواص اکسیژن خواهی بالا یا جنگل‌زدایی دارند. دلایل آن معمولاً ترکیبی از شدت نسبت ماده به انرژی مصرفی، پتانسیل انتشار مواد مضر و یا پایدار نبودن مدیریت پسماند است.

زراعت و برداشت

- اثرات زیست‌محیطی: کشت متمرکز روغن‌های گیاهی می‌تواند منجر به تغییر کاربری اراضی و کاهش پوشش جنگل‌ها در مناطق استوایی به ویژه برای پالم شود. این تغییرات موجب آزادشدن کربن ذخیره‌شده خاک و گیاهان و کاهش تنوع زیستی می‌شود. رسوب‌گذاری نیترات و فسفات از کودها و انتقال آفت‌کش‌ها نیز می‌تواند آلودگی خاک و آب را رقم زند.

- مصارف شیمیایی: در مرحله کشت، کودهای نیتروژنی مثل اوره، نیترات آمونیوم و فسفات برای افزایش عملکرد به کار می‌روند. مصرف کود نیتروژنی اثر مهمی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای دارد؛

به‌ویژه اینکه نیتروژن اضافی بصورت گاز NO (گاز گلخانه‌ای بسیار قوی و عامل تخریب لایه ازون) از خاک منتشر می‌شود. همچنین کودهای شیمیایی حاوی فسفر و پتاسیم می‌توانند پس از بارندگی به آب‌های زیرزمینی منتقل می‌شوند و موجب شوری یا شکوفایی جلبک‌ها شوند.

•آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌ها: کنترل آفات و علف‌های هرز امری حیاتی است. ترکیبات شیمیایی استفاده‌شده نظیر ارگانوفسفات‌ها (کلرپیریفوس)، پیرتروئیدها یا عوامل قارچ‌کش ممکن است در خاک و آب انباشته شوند و برای موجودات سمیت داشته باشند. بقایای این مواد در دانه‌ها نیز گاهی به‌عنوان آلاینده‌های احتمالی مطرح است.

•مصرف بالای آب: برداشت برخی روغن‌ها نیاز به آب زیادی دارد. برای نمونه، برداشت یک تن روغن زیتون حدود m^3 ۱۴۵۰۰ آب نیاز دارد که بیشترین میزان در میان روغن‌های گیاهی است. در نواحی خشک، آبیاری بیش از حد می‌تواند تنش آبی و رقابت با مصرف خانگی را تشدید کند.

•برداشت: برداشت محصولات روغنی عمدتاً مکانیزه یا دستی است. این مرحله معمولاً مصرف شیمیایی مستقیمی ندارد و مرتبط با انتشار سوخت (CO) از ماشین‌ها و تجهیزات برداشت است. در صورت نگهداری طولانی دانه‌ها، گاهی موادی مثل گوگرد دی‌اکسید برای پیشگیری از کپک‌زدگی به‌کار می‌رود که در صورت عدم مدیریت مناسب می‌توانند پسماند موادی داشته باشند.

استخراج و فراوری اولیه

•استخراج روغن: استخراج اولیه به دو روش رایج؛ پرس مکانیکی (اکسپلر پرس) و استخراج با حلّال صورت می‌گیرد. در پرس مکانیکی، دانه‌ها تحت فشار بالا قرار می‌گیرند تا روغن فشرده خارج شود. برای استخراج بیشتر، معمولاً کنجاله (بخش جامد باقیمانده از دانه روغنی که هنوز مقداری روغن دارد) وارد مرحله استخراج با حلّال می‌شود. هگزان رایج‌ترین حلّالی است که روغن را حل می‌کند؛ سپس مخلوط روغن-حلال وارد مرحله جداسازی (تقطیر) می‌شود تا حلّال بازیافت و روغن خام باقی بماند. هگزان بسیار قابل تبخیر و قابل اشتعال است؛ انتشار بخارات آن در هوا به‌عنوان ترکیبات آلی‌فرار (VOC) ، می‌تواند سبب آلودگی هوا و خطرات انفجاری شود

•مواد زائد و پسماندها: پس از استخراج، کنجاله باقیمانده دارای روغن خنثی‌شده اغلب به علوفه یا خوراک دام تبدیل می‌شود. علاوه بر آن، بخار هگزان از مرحله تقطیر جذب می‌شود تا انتشار آن کاهش یابد. همچنین آب مصرف‌شده در شست‌وشوها در مراحل پیش‌فرآوری و جداسازی روغن از کنجاله به پساب تبدیل می‌شود و نیاز به تصفیه دارد.

پالایش نهایی روغن

•صمغ‌گیری (Degumming): هدف اصلی در این مرحله، حذف فسفولیپیدها است که در روغن خام حل‌شدنی نیستند و در مراحل بعدی مشکل‌زا می‌شوند. پساب صمغ‌گیری شامل فسفر (از اسیدها) و مواد آلی است که باید تصفیه یا خنثی شود.

•خنثی‌سازی(Neutralization): در این مرحله، اسیدهای چرب آزاد (FFA) موجود در روغن را با سود (NaOH) واکنش می‌دهیم که به صابون (نمک سدیم اسیدهای چرب) تبدیل می‌شوند. صابون تولیدشده (Soap stock) جدا می‌شود؛ این صابونک چربی و روغن اضافی دارد و غالباً در تولید سوخت بیودیزل یا علوفه دامی به‌کار می‌رود. پساب حاصل از شست‌وشوی روغن خنثی، حاوی نمک‌های سدیم و مواد آلی قابل‌اکسایش است خواص اکسیژن خواهی بیولوژیکی و اکسیژن خواهی شیمیایی بالایی دارد و نیاز به تصفیه زیستی دارد.

•رنگبری(Bleaching): برای حذف رنگدانه‌های طبیعی (کاروتنوئیدها و کلروفیل) و بعضی ترکیبات اکسیژن‌دار یا فلزی، روغن با خاک رنگبر یا زغال اکتیو مخلوط می‌شود. این مواد جاذب، رنگ‌ها و فلزات سنگین مثل آهن و مس را به خود می‌گیرند. پس از اختلاط، روغن از فیلتر عبور داده می‌شود و رس اشباع‌شده باقی می‌ماند. این خاک نفوذیافته با روغن یکی از پسماندهای چالش‌برانگیز است که در صورت دفع نامناسب می‌تواند مواد آلی و رنگدانه‌ها را به محیط منتشر کند.

•حذف بو(Deodorization): در این مرحله روغن را با بخار آب در دمای بالا تحت خلأ شدید فرآوری می‌کنند که هدف آن حذف ترکیبات فراری مثل اسیدهای چرب باقیمانده، آلدهیدها، استرها و سایر مواد معطر نامطبوع است. نهایتاً روغن تصفیه‌شده برای بسته‌بندی آماده می‌شود. بسته‌بندی معمولاً در ظروف پت، پلی‌اتیلن ترفتالات (PET) یا شیشه انجام می‌گیرد. مواد افزودنی در بسته‌بندی مثل نرم‌کننده‌ها و جوهرهای چاپ می‌توانند در مقادیر اندک به محصول منتقل شوند. پسماند بسته‌بندی پلاستیکی نیز پس از مصرف، عامل آلودگی محیطی از نوع پسماند جامد و میکروپلاستیک است.

آلاینده‌های شیمیایی و اثرات زیست‌محیطی

•آلودگی هوا: در مراحل کشت و برداشت، انتشار CO و NOx از سوخت ماشین‌آلات متداول است. در پالایش، بخارات حلّال (هگزان) و هیدروکربن‌های فرار خارج می‌شوند. سوخت‌سوزی نیروگاه‌ها و دیگ‌های بخار پالایشگاه‌ها، دی‌اکسید گوگرد نیز تولید می‌کند.

•آلودگی آب: کودهای شیمیایی نیتروژنه و فسفاته بار نیتراتی و فسفری بالایی به آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌دهند و می‌توانند موجب آلودگی آب و مرگ آبزیان شوند. پساب مراحل خنثی‌سازی روغن شامل خواص اکسیژن خواهی بیولوژیکی و اکسیژن خواهی شیمیایی بالای روغن، صابون و نمک است که باید قبل از رهاسازی تصفیه شود. علاوه بر این، پساب حاصل از شست‌وشوی تجهیزات و پاک‌سازی دانه‌ها حاوی ذرات روغن و نمک‌های معدنی است.

•آلودگی خاک: کاربرد بیش از حد کود و آفت‌کش می‌تواند باعث تجمع عناصر سمی مانند Cd، Pb حاصل از کود فسفاتی یا آفت‌کش‌ها در خاک شود. خوردگی اسیدها یا مواد شیمیایی فعال (مانند اسید فسفریک در صمغ‌گیری یا سود در خنثی‌سازی) در صورت نشت به خاک، pH را تغییر داده و حیات خاکی را کاهش می‌دهد. همچنین مقادیر زیاد خاک رنگبر مصرفی در پالایش که همراه روغن جذب شده‌اند، اگر بدون بازیافت مناسب دفن شوند، خاک را آغشته به روغن و هیدروکربن می‌کنند.

•سمیت زیستی: حذف ناقص ترکیبات سمی ممکن است به گیاهان و حیوانات ضرر بزند. مثلاً باقیماندن اکسی‌کلرین‌ها یا بقایای آفت‌کش در روغن یا کنجاله می‌تواند سیستم‌های غذایی را تحت‌تأثیر قرار دهد. بطور کلی شاخص‌های سمیت خاک و آب (Eco toxicity) در LCA روغن‌ها نشان می‌دهد که افزایش مصرف ترکیبات شیمیایی می‌تواند بار سمیت آبی-خاکی را بالا ببرد.

تولید روغن‌های خوراکی یک زنجیره پیچیده است که بیشترین نقاط بحرانی زیست‌محیطی آن شامل تغییر کاربری زمین (جنگل‌زدایی)، انتشار NO از کودها، انتشار VOC مثل هگزان در استخراج و پسماندهای روغنی‌رسی از پالایش است.
ارزیابی چرخه‌عمر (LCA) نشان می‌دهد مراحل زراعی (کود و تغییر کاربری) و پالایش (مصرف انرژی و بازیابی حلال) بزرگ‌ترین سهم را در GWP و سایر شاخص‌های پایداری دارند. برای دستیابی به تولید پایدار، لازم است ترکیبی از سیاست‌های حفاظتی (ممانعت از جنگل‌زدایی)، فناوری‌های پاک و معیارهای شفاف LCA همراه با گواهی‌های زنجیره تأمین اجرا شود.

مدیریت پسماندهای صنایع لبنی با رویکرد تولید انرژی زیستی (Biogas): چالش‌ها و راهکارها

مهدی آلسعدی[1*]

۱.دانشجوی کارشناسی علوم و مهندسی صنایع غذایی، موسسه آموزش عالی ارم، شیراز، ایران

*alesaadimahdi@gmail.com

رشد روز افزون جمعیت، افزایش تقاضا برای فرآورده‌های لبنی و توسعه واحدهای تولیدی باعث شده است که صنعت لبنی به یکی از ارکان اصلی اقتصاد غذایی کشور تبدیل شود. با این وجود، حجم بالایی از پساب و پسماندهای آلی شامل آب‌پنیر، دوغ فاسد، لجن‌های تصفیه‌خانه و فاضلاب فرآیند شست‌وشو نیز تولید می شود. در بسیاری از واحدهای کوچک و متوسط، این مواد بدون تصفیه کافی وارد محیط‌زیست می‌شوند و خطر آلودگی منابع آبی و خاکی را افزایش می‌دهند. از سوی دیگر، افزایش قیمت انرژی و لزوم حرکت به سمت اقتصاد سبز، ضرورت بهره‌گیری از فناوری‌های بازیابی انرژی حاصل از پسماند را دو چندان کرده است. از مؤثرترین روش‌ها در این زمینه، تولید بیوگاز از ضایعات لبنی است که نه‌تنها مشکل زیست‌محیطی را حل می‌کند، بلکه منبعی ارزان و تجدیدپذیر از انرژی در اختیار واحدهای صنعتی قرار می‌دهد.

پساب لبنی دارای بار آلودگی بسیار بالاتر از پساب خانگی است. تخلیه مستقیم این پساب‌ها به رودخانه‌ها موجب کاهش اکسیژن محلول در آب و مرگ آبزیان می‌شود. علاوه بر این، حجم بالای مواد چرب و پروتئینی در پساب لبنی سبب ایجاد بوی نامطبوع و رشد میکروارگانیسم‌های بیماریزا می‌شود. از سوی دیگر، هزینه‌های تصفیه بیولوژیکی و شیمیایی این پساب‌ها بالا است و اغلب واحدهای کوچک از عهده آن برنمی‌آیند. بنابراین، لازم است روشی اقتصادی، پایدار و کارآمد برای مدیریت این پسماندها مورد توجه قرار گیرد. فناوری تولید بیوگاز از طریق هضم بی‌هوازی دقیقا چنین قابلیتی دارد و در کشورهای توسعه یافته نتایج بسیار موفقی به همراه داشته است.

در ایران، تعداد زیادی واحد تولید لبنیات صنعتی و نیمه صنعتی فعال هستند اما طبق بررسی‌های میدانی وزارت جهاد کشاورزی، بخش اندکی از این واحدها از سامانه‌های بازیافت انرژی زیستی بهره می‌برند. بیشتر کارخانه‌ها، پسماندها را بصورت سنتی در زمین تخلیه می‌کنند یا با هزینه‌های زیاد تصفیه می‌کنند. با این حال، چند پروژه پایلوت در استان‌های مختلف نشان داده است که با استفاده از هضم بی‌هوازی، می‌توان بخش قابل‌توجهی از انرژی مورد نیاز کارخانه‌ها را تأمین کرد. این تجربه‌ها نشان می‌دهد که اگر سیاست‌های حمایتی، تسهیلات مالی و آموزش فنی توسعه یابد، می‌توان این فناوری را بصورت گسترده در کشور به کار گرفت.

چالش‌های اصلی صنعت

۱- کمبود آگاهی و آموزش فنی: بسیاری از مدیران صنایع لبنی با مزایای فناوری بیوگاز آشنا نیستند یا تصور می‌کنند اجرای آن هزینه‌بر و پیچیده است.

۲- هزینه‌های اولیه بالا: احداث هضم بی‌هوازی و تجهیزات مرتبط نیازمند سرمایه‌گذاری اولیه است که برای واحدهای کوچک بدون حمایت دولت ممکن نیست.

۳- نبود سیاست‌های تشویقی: برخلاف کشورهای اروپایی که خرید تضمینی انرژی تجدیدپذیر وجود دارد، در ایران انگیزه اقتصادی کافی برای تولیدکنندگان بیوگاز فراهم نشده است.

۴- کمبود زیرساخت‌های نگهداری و استانداردسازی: نبود استاندارد ملی برای طراحی و بهره‌برداری از واحدهای بیوگاز لبنی سبب شده است که پروژه‌ها بصورت پراکنده و با کیفیت‌های متفاوت اجرا شوند.

۵- مشکلات زیست‌محیطی ناشی از بهره‌برداری نادرست: در برخی از واحدهای آزمایشی، دفع نامناسب پساب باقیمانده پس از هضم موجب آلودگی ثانویه می‌شود که نیازمند مدیریت دقیق است.

راهکارهای پیشنهادی و نوآورانه

۱- ایجاد مشوق‌های اقتصادی: دولت می‌تواند با پرداخت یارانه یا وام کم‌بهره، هزینه نصب سامانه‌های بیوگاز را کاهش دهد و برق یا گاز تولیدی این واحدها را با تعرفه تضمینی خریداری کند.

۲- توسعه آموزش تخصصی: ایجاد دوره‌های کوتاه مدت برای مدیران صنایع و کارشناسان محیط‌زیست می‌تواند دانش فنی مورد نیاز آن‌ها را ارتقا دهد.

۳- توسعه همکاری دانشگاه و صنعت: پروژه‌های تحقیقاتی مشترک میان دانشگاه‌ها و کارخانه‌های لبنی می‌تواند منجر به طراحی سیستم‌های بومی و کم‌هزینه شود.

۴- استفاده از فناوری‌های ترکیبی: ترکیب فرایند بیوگاز با تصفیه بیولوژیکی پساب می‌تواند بازده تولید گاز را افزایش دهد و مواد آلی را به حداقل برساند.

۵- بهره‌گیری از لجن باقیمانده به‌عنوان کود زیستی: پس از فرآیند هضم بی‌هوازی، پساب باقیمانده می‌تواند به‌عنوان کود زیستی در مزارع مورد استفاده قرار گیرد و چرخه‌ای پایدار از تولید تا کشاورزی ایجاد کند.

۶- پایش و نظارت مستمر زیست‌محیطی: تدوین دستورالعمل‌های ملّی برای کنترل کیفیت پساب و انتشار گازهای ناشی از واحدهای بیوگاز، تضمین‌کننده پایداری این سیستم‌ها خواهد بود.

مدیریت صحیح پسماندهای صنایع لبنی دیگر یک انتخاب نیست بلکه ضرورتی انکارناپذیر برای پایداری زیست‌محیطی و اقتصادی کشور است. فناوری تولید بیوگاز، با تبدیل تهدید پسماندها به فرصت انرژی، می‌تواند صنعت لبنی را به الگویی از اقتصاد چرخشی و سبز تبدیل کند. اجرای مؤفق این طرح‌ها مستلزم نگاه و حمایت مالی، آموزش تخصصی و همکاری نزدیک میان دولت، بخش خصوصی و مراکز علمی است. اگر این رویکردها بصورت جامع و مرحله‌ای پیاده‌سازی شوند، می‌توان انتظار داشت که در آینده‌ای نه‌چندان دور به یکی از کشورهای پیش‌رو در بازیافت انرژی از صنایع غذایی تبدیل شویم. این نگاه نوآورانه و واقع بینانه، نه‌تنها به کاهش آلودگی و صرفه جویی در انرژی کمک می‌کند، بلکه وجهه علمی و فناورانه صنعت لبنی کشور را در سطح بین المللی ارتقا خواهد داد.

دو فصلنامه علمی تخصصی
اتحادیه انجمن‌های علمی دانشجویی علوم دامی وصنایع غذایی ایران

از اصول پایه تا پیشرفت‌های نوین: سیرتحول علم تغذیه در پرورش بز

محمدرضا راستار[1*]

۱.دانشجوی کارشناسی مهندسی علوم دامی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

*rastarmohammadreza@gmail.com

تغذیه نقشی اساسی و ویژه در سیستم‌های پرورش بز ایفا می‌کند که دلایل اصلی آن به شرح زیر است: نخست، تغذیه عامل تولیدی است که دامداران یا پرورش‌دهندگان بز می‌توانند به ساده‌ترین و سریع‌ترین شکل ممکن بر آن اثرگذار باشند. مقادیر خوراک، ترکیب جیره‌ها و مدیریت بز در مرتع از جمله سایر موارد هستند. با این وجود، تغذیه اهمیت بیشتری دارد چون این عامل بیشترین تأثیر را بر هزینه‌های تولید دارد (از ۶۰-۷۵ ٪کل هزینه‌های تولید شیر) و بر این اساس بر درآمد دامداران تأثیر می‌گذارد. تغذیه بطور مستقیم بر سایر اجزای سیستم‌های پرورش بز از جمله شرایط پاتولوژیکی و عملکرد تولیدمثلی گله‌ها مؤثر است. دانش تغذیه بز محدود و در مقایسه با دانش کسب‌شده در مورد گاو و گوسفند با تأخیر همراه بوده است. از آنجا که رونق اقتصادی پرورش بز در حال کاهش بوده است و بزها منجر به جنگل‌زدایی و بیابان‌زایی می‌شدند، تحقیقات اندکی برای حل مسائل عملی بزداران انجام می‌شد. امّا مردم بزها را به‌عنوان حیوانات بومسازگار بازکشف کردند و نقش اجتماعی-اقتصادی بزها در بسیاری از کشورهای گرمسیری مورد توجه قرار گرفت.

در ابتدا، کشورهای توسعه‌یافته، پیشگام پژوهش در زمینه تغذیه بز بودند، بطوریکه ۴۵٪ از تحقیقات مربوط به بز توسط این کشورها انجام می‌شد که تنها ۵٪ از گله‌های بز جهان را در اختیار داشتند امّا در طول ۲۰ سال گذشته، پژوهش‌ها در زمینه تغذیه بز به سمت دستیابی به نتایج قابل کاربرد در عرصه عملی، به ویژه در کشورهای در حال توسعه، گسترش یافته است.

وضعیت کنونی تغذیه بز

سطح مصرف خوراک و ویژگی‌های گوارشی مانند میزان زمان نشخوار، تنوع بیشتر جمعیت میکروبی و قابلیت جست‌وجوگری بطور آشکاری به رفتار تغذیه‌ای در بزهای پرورش یافته در جایگاه، مراتع، علفزارها یا تحت شرایط بسیار سخت (بیابان‌ها و مناطق نیمه‌بیابانی، مناطق با خاک بسیار فقیر و فیبر بالای خوراک) وابسته است. به‌ویژه الگوی تغذیه‌ای در وعده‌های اصلی و فرعی، عوامل مرتبطی هستند که بر انتخاب‌ها و ترجیحات خوراک تأثیر می‌گذارند. امتناع از مصرف بالای خوراک در نزدیکی زایش بیشینه است. بررسی ترجیحات ذاتی و اکتسابی در دوره رشد برای تبیین پاسخ‌های رفتاری در بزهای آبستن یا شیرده ضروری است. جیره‌های روزانه قبلی یا تجربیات تغذیه‌ای می‌توانند بر میزان تغذیه بز تأثیر بگذارند. عموماً بزها به دنبال تنوع در خوراک مصرفی خود هستند که احتمالاً برای حفظ محیط شکمبه در محدوده کم تغییر فیزیولوژیک و میکروبیولوژیک می‌باشد. آن‌ها همچنین به دنبال محدود کردن تغییرپذیری نسبت‌های موادمغذی مصرفی در یک دوره کوتاه یا طی یک سال هستند.

بزها مصرف کنندگان انتخابی مواد فیبری هستند. با این حال، آن‌ها قادرند بسیار سریع از خوردن لایه علفی به درختچه یا لایه درختی و بالعکس تغییر وضعیت دهند. اهمیت ویژگی‌های پوشش گیاهی در دسترس به ویژه قابلیت چیدن آن و مدیریت حیوانات در علفزارها به وضوح مورد تأکید قرار گرفته است. بزها می‌توانند رویدادهای تغذیه‌ای را به آسانی به خاطر بسپارند. برای مثال، استفاده از بزهای با تجربه در مرتع در مقایسه با حیوانات بی‌تجربه سودمندتر است. بزها می‌توانند مانند یک دستگاه الک و غربالگر زنده عمل کنند و از بخش مفید خوراک استفاده کنند.

رفتار بسیار انتخابی، مؤلفه‌ای ضروری از رفتار بز است زیرا به بزها امکان می‌دهد هم در مناطق خشک و شرایط نامطلوب آب‌وهوایی

زنده بمانند و هم با گیاهان سمی بهتر کنار بیایند. آموزش بزغاله‌ها توسط بزهای مادہ در مرتع بسیار کارآمد است و نشان می‌دهد که بزها در سیستم‌های تغذیه با انتخاب آزاد، می‌توانند خوراک مصرفی خود را بر اساس نیازهای انرژی و پروتئینی خود انتخاب نمایند.

نیازهای آبی بر نیازهای تغذیه‌ای اولویت دارند. هنگامیکه نیازهای آبی و معدنی تأمین شوند، بزها می‌توانند برگ درختان یا علوفه‌هایی را انتخاب نمایند که از نیتروژن غنی‌تر و از فیبر کم‌تر برخوردارند. همانند سایر حیوانات، بزها برای تأمین نیازهای خود تغذیه می‌کنند. بهبود محیط آغل می‌تواند استرس و تنش در آخور را کاهش دهد و عملکرد بز را بهبود بخشد. بزهای با تجربه، ترجیحات خود و لایه گیاهی انتخاب شده را بطور قابل توجهی بر اساس فصل تعدیل می‌نمایند. این تغییرات همچنین توسط قابلیت چیدن گیاه، به ویژه ارتفاع گیاه، تعدیل می‌شوند. به‌عنوان مثال رفتار بز بر اساس مشخصات گیاه هدف به روز می‌شود.

طعم‌های خاص گیاهان علوفه‌ای نقش اساسی در انتخاب‌های انجام شده توسط بزها ایفا می‌کند. با این وجود، نژادها یا ژنوتیپ‌های مختلف بز پاسخ‌های رفتاری متفاوتی ارائه می‌دهند که احتمالاً بر اساس تجربیات تغذیه‌ای و رفتاری گذشته آن‌ها است. جریان بزاق و کاهش میزان حجم پلاسمای خون از عوامل تنظیم‌کننده مصرف خوراک در بزها هستند. هر عاملی که فعالیت‌های تخمیری در شکمبه را کاهش دهد، مصرف خوراک بز را کاهش می‌دهد. در مقابل، تأمین نیتروژن اضافی از طریق خوراک‌های مکمل، همچون درختچه‌های علوفه‌ای، به ویژه گونه‌های بقولات، سطح مصرف خوراک را افزایش می‌دهد.

مقایسه سطح مصرف و قابلیت هضم علوفه در گوسفند و بز ما را به این نکته می‌رساند که بزها تمایل بیشتری به مصرف علوفه با کیفیت متوسط یا ضعیف نسبت به گوسفند دارند. تحت جیره‌های با کیفیت خوب و یکسان، زمان ماندگاری کلی ممکن است مشابه گزارش شود اما به‌دلیل تفاوت ذاتی در استراتژی فیزیولوژیک گوارش (هضم کارآمد در بز در مقابل حجم‌محوری در گوسفند)، زمانیکه کیفیت علوفه پایین می‌آید، بزها با کاهش قابل توجه نرخ عبور و افزایش زمان ماندگاری خوراک پاسخ می‌دهند تا امکان هضم کارآمدتر فیبر فراهم شود. دستگاه گوارش بزها بسیار مشابه سایر نشخوارکنندگان است. در هنگام کمبود علوفه، بز به این شکل عمل می‌کند که هر خوراک یا علوفه را بیشتر می‌جود و از هر ذره پروتئین حتی درون ضایعات بدن خودش مجدد استفاده می‌کند و در نهایت، از همان غذای به ظاهر بی‌ارزش، سهم مغذی‌تری نسبت به گوسفند استخراج می‌کند.

بزها به جیره‌های فقیر از فیبر و غنی از کنسانتره حساس هستند. در اطراف زمان زایش این حساسیت به اوج می رسد. حرکات شکمبه هنگامیکه نسبت کنسانتره در جیره‌ها از ۶۰٪ ماده خشک تجاوز می‌نماید، کاهش می‌یابد. اگر حرکات شکمبه چندین ساعت کاهش یابند، علائم اسیدوز می‌توانند بصورت اسهال و کاهش مصرف خوراک ظاهر گردد. در این حالت، فعالیت سلولاز، تعداد پروتوزوآها و هضم فیبر به وضوح کاهش می‌یابد. از آن جاییکه بزها به تانن‌ها حساسیت زیادی ندارند، بطور مکرر برگ‌ها یا سایر بخش‌های درختان غنی از تانن را می‌خورند، زیرا باکتری‌های پروتئولیتیک شکمبه نمی‌توانند پروتئین متصل‌شده به تانن‌های متراکم را هضم نمایند.

افزودن پلی‌اتیلن گلیکول (Polyethylene Glycol) به جیره بزها، با اتصال به تانن‌های متراکم اثرات منفی بر گوارش نیتروژن در شکمبه را مهار می‌نماید و قابلیت هضم برگ درختان که غنی از تانن‌های متراکم هستند را بهبود می‌بخشد.

برگ درختان یا گیاهان

در کشورهای گرمسیری، به ویژه در مناطق مرطوب، بزها بطور مکرر علاوه بر چرا یا مصرف علف، از برگ‌ها نیز تغذیه می‌نمایند. برخی از این علوفه‌ها می‌توانند از نظر موادمعدنی بسیار نامتعادل باشند. توجه ویژه‌ای به سموم یا عوامل ضدتغذیه‌ای، از قبیل تانن‌ها، ضروری است. برگ‌های موجود در جیره بزها احتمالاً شامل *Leucaena leucocephala* و *Gliricidia sepium* و با فراوانی کمی کمتر *Manihot*، *Artocarpus integrifolia* و *Sesbania grandiflora* می‌شوند که می‌توانند بصورت پلت یا آرد برای جایگزینی سایر خوراک‌های پر کنسانتره مورد استفاده قرار گیرند. تأمین این برگ‌ها به‌عنوان مکمل علوفه با کیفیت متوسط، همچون *Pennisetum purpureum* منجر به بهبود عملکرد می‌شوند. همین امر حتی با علوفه با کیفیت بهتر، همچون *Panicum maximum* یا علف سودان نیز صدق می‌کند. برخی برگ‌های گیاهی، همچون لوسینا، می‌توانند حاوی سمومی از قبیل میموزین (Mimosine) باشند. مطالعات، اهمیت برگ درختان را در جیره بزهای مناطق گرمسیری و سودمندی آن‌ها را در بهبود عملکرد شیر و گوشت تأیید می‌نمایند.

مراتع و علفزارها

روش‌هایی همچون چرای کنترل‌شده می‌تواند مراتع کوهستانی بومی را بهبود بخشد و چرای بزها همراه با گاو (*Multispecies Grazing*) به ویژه برای کنترل چندگل، بوته‌ها و سایر گونه‌های چوبی سودمند است. در شرایط گرمسیری، استفاده بهتری از مراتع توسط بزهای شیرخوار در سیستم برش و حمل (Cut-and-carry) به نسبت چرای مستقیم مراتع صورت می‌گیرد. همانند آنچه در بزهای شیری در سیستم‌های متراکم مشاهده می‌شود. بزها به داشتن مهارت زیاد در اجتناب از مصرف گیاهان حاوی

سموم یا عوامل ضدتغذیه‌ای در مراتع شناخته شده‌اند، با این وجود بزهای بی‌تجربه که معمولاً در جایگاه نگهداری می‌شوند ممکن است از این توانایی‌ها برخوردار نباشند.

برخی بقایای محصولات را می‌توان به جای خوراک‌های پر کنسانتره در جیره بزها بدون کاهش عملکرد و عموماً با نتایج اقتصادی بهتر جایگزین کرد. کود طیور بر روی بزهای در حال رشد آزمایش شده و در این آزمایش‌ها افزایش وزن روزانه بدن کاهش نیافته است.

برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک خاص در نشخوارکنندگان کوچک و به ویژه در بزها، از قبیل باروری بالا، مدت زمان کوتاه آبستنی، فصلی بودن جفت‌گیری، ترکیب شیر، افزایش وزن زنده و توانایی سازگاری با شرایط کشاورزی-اقلیمی مختلف می‌توانند کاربرد غذایی را تغییر دهند. انرژی اضافی در مراحل اولیه آبستنی می‌تواند زیان‌بار باشد. بزها می‌توانند ذخایر بدن خود را بر اساس وضعیت تغذیه‌ای، مرحله فیزیولوژیک و در دسترس بودن بافت‌های چربی ذخیره‌سازی کنند. ذخایر لیپیدی، اصلی‌ترین راهکاری است که بزها از طریق آن با تغییرات تأمین غذایی سازگار می‌شوند.

بزها تمایل به نگهداری طولانی‌تر موادمغذی در مجرای گوارشی دارند. غلظت باکتری‌های مصرف سلولولایتیک در شکمبه موجب شده بازیافت اوره خون کارآمدتر صورت گیرد. کاهش رشد باکتری‌ها و افزایش پتانسیل تخریب میکروبی می‌تواند برخی کاهش‌ها در قابلیت هضم ناشی از کاهش مصرف را تبیین نماید. تحت شرایط محیطی خشن، بزها عموماً آب کمتر اما خوراک بیشتری نسبت به گوسفند مصرف می‌نمایند. بزهای بومی، بهتر از نژادهای غیربومی در برابر اثر منفی گرما مقاومت می‌نمایند. مطالعات همچنین نشان دادند که بزها برای ۱kg افزایش وزن به آب کمتری نسبت به گوسفند نیاز دارند اما جیره غنی از انرژی (پرکنسانتره) نسبت به جیره کم‌انرژی به مصرف آب کمتری نیاز دارد. بزهای سازگارشده با مناطق نیمه‌خشک، هنگامیکه کمتر از ۴۸ ساعت با کمبود آب مواجه باشند، مصرف خوراک خود را کاهش نمی‌دهند.

در بزهای صحرایی سودانی، کمبود آب در بیشتر موارد مصرف علوفه را کاهش داده و قابلیت هضم را افزایش می‌دهد اما بر تعادل نیتروژن اثری ندارد. اثر کمبود آب بر علوفه با کیفیت پایین مخرب‌تر از علوفه با کیفیت بالا است.

تغذیه، تولید و کیفیت محصول در بز

خواص فیزیکوشیمیایی-میکروبی پنیر، هنگامیکه درصد چربی شیر پایین است یا زمانیکه پروتئین شیر بالاتر از درصد چربی است، تحت تاثیر قرار خواهد گرفت. متعادل‌سازی تأمین چربی با استفاده از علوفه می‌تواند درصد چربی را افزایش داده و این نقص‌ها را کاهش دهد.

هنگامیکه بزها یک مکمل در جیره دریافت می‌نمایند، عملکرد تولیدمثلی آن‌ها بهبود می‌یابد. تحقیقات بر روی اثر تغذیه بر عملکرد تولیدمثلی در بزهای ماده نشان می‌دهد که وضعیت تغذیه‌ای آن‌ها باید در سطح خوبی باشد تا موفقیت بهتری در تلقیح مصنوعی حاصل گردد.

در پروار دام‌های جوان، عاقلانه‌ترین روش این نیست که آن‌ها را در دوره شیرخوارگی با هزینه گزاف به حداکثر وزن برسانیم. بهتر است که با یک برنامه شیردهی محدود و حساب‌شده، آن‌ها را زودتر از شیر بگیریم و وادار کنیم که خوراک جامد ارزان‌قیمت (علوفه و کنسانتره) بخورند. اگرچه در هفته‌های اول کمی کوچک‌تر می‌مانند اما شکمبه‌ای قوی‌تر پیدا می‌کنند و در نهایت، با هزینه کلی بسیار کمتر، به وزن مطلوب می‌رسند. کنسانتره، دسترسی محدود به شیر را جبران می‌نماید اما یک جیره با شیر محدود و کنسانتره نتایج اقتصادی بهتری نسبت به مصرف آزاد شیر ارائه می‌دهد. تأمین کنسانتره پیش از شیرگیری، افزایش وزن پس از شیرگیری را بهبود می‌بخشد زیرا بز را به خوبی برای از شیرگیری آماده می‌نماید و در نتیجه شوک از شیرگیری را محدودتر می‌کند. همانند پیش از شیرگیری، عملکرد رشد پس از شیرگیری عمدتاً به انرژی مصرف‌شده (یا مصرف خوراک) و نه به روش تغذیه (چرای محدود یا نامحدود، تغذیه متراکم در آخور و...) وابسته است. یک خوراک حاوی کنسانتره متعادل از نظر انرژی و پروتئین برای بزهای در حال رشد با استفاده از دانه جو کارآمدتر است و نتایج اقتصادی استفاده از جو بهتر نیز هست.

اشکال فیزیکی جیره‌ها

یونجه خردشده به طول ۲/۵ cm یا ۵cm و جو کامل اثر بسیار کمی بر عملکرد رشد و صفات لاشه در بزغاله‌ها دارد. سیلاژ تفاله حاصل از تخمیر ذرت-سورگوم به اندازه کنسانتره در جیره بزهای در حال رشد کارآمد است و نتایج اقتصادی بهتری ارائه می‌نماید. گنجاندن ذرت در جیره می‌تواند منجر به افزایش محتوای لینولئیک اسید در ذخایر چربی شود. بهترین نتایج اقتصادی با مقادیر محدود شیر یا کنسانتره یا با جایگزینی کنسانتره با محصولات فرعی بدست می‌آید، در حالیکه نتایج رشد یا صفات لاشه با دادن شیر و کنسانتره بصورت آزاد نتایج بهتری خواهد داشت.

نیازهای بز برای فسفر و کلسیم، در مراتع مورد بازبینی قرار گرفته‌اند که کمی پایین‌تر از گوساله‌ها اما بالاتر از بره‌ها برآورد شده است. برای محاسبه یک جیره متعادل پوشش‌دهنده نیازهای بز از برخی سیستم‌ها استفاده می‌کنیم. به‌عنوان‌مثال، یک سیستم، ارزش انرژی، نیتروژن و موادمعدنی خوراک‌های ذکر

شده در جداول خوراک را تخمین می‌زند و مقادیر توصیه‌شده یا نیازهای بز برای رشد، آبستنی، شیردهی و نگهداری را با استفاده از واحدهای مشابه در انرژی، پروتئین و موادمعدنی برآورد می‌کند. جیره‌هایی که از نظر انرژی، پروتئین و موادمعدنی متعادل هستند، به کاهش دفع نیتروژن و فسفر می‌انجامند. دفع نیتروژن و فسفر یک مشکل همواره رو به افزایش است.

در بزهای سانن، یک راهبرد مورد بررسی، دادن مکمل با ۳۰٪ نیاز انرژی در طول دوره شیردهی است که کارآمدتر از روش دیگر مکمل‌دهی با ۶۰٪ در آغاز دوره و ۱۵٪ در پایان دوره است، زیرا کاهش در تولید شیر هنگامی رخ می‌دهد که تأمین کنسانتره از ۶۰٪ به ۱۵٪ کاهش می‌یابد.

تغذیه بز در یک محیط گرمسیری از همان مکانیسم‌های فیزیولوژیک شرایط معتدل پیروی می‌کند اما ژنوتیپ‌ها می‌توانند ویژگی‌های خاصی ارائه دهند که سازگاری بهتری با شرایط تغذیه‌ای را ممکن می‌سازد. ارزش انرژی و پروتئین جیره‌هایی که به حیوان می‌دهند، با در نظر گرفتن نیازهای تخمین زده شده انرژی و پروتئین بزها بوده و مطابق با وضعیت فیزیولوژیک آن‌ها خواهد بود و موجب شده مکمل‌ها یا داروهایی که ممکن است اثرات غیرقابل توجیه و مؤثر داشته باشند را در جیره‌ها قرار ندهند. خوراک‌ها می‌توانند متناسب با احتیاجات غذایی بزهای سازگار شده با مناطق خشک تولید شوند زیرا چنین حیواناتی علوفه با کیفیت نامناسب را بهتر هضم نموده و از طریق بازیافت کارآمد اوره، پروتئین ذخیره می‌نمایند.

در سیستم‌های علفزار و مراتع گسترده، اندازه‌گیری مستقیم و دقیق مصرف خوراک، انرژی و پروتئین دریافتی هر دام با چالش‌های عملی روبه‌رو است و با عدم قطعیت همراه است. این امر طراحی و اجرای برنامه‌های تغذیه‌ای دقیق (مانند جیره‌نویسی نقطه‌ای) را بسیار دشوار می‌سازد. با این حال، راهبردهای مدیریتی مبتنی بر پایش وضعیت مرتع و وضعیت بدنی دام، همراه با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین پایش و مدل‌های شبیه‌سازی، می‌توانند به تخمین‌های عملی‌تر و تصمیم‌گیری‌های مؤثرتری منجر شوند.

دبیر سرویس

محصومه روشن
دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی علوم دامی دانشگاه تهران

کارآفرینان

فهرست بخش

مصاحبه با دکتر بهرام شهره ۴۰

مصاحبه با جناب آقای دکتر بهرام شهره مدیر عامل شرکت فرآوری و بسته‌بندی بریان گوشت آمل

لطفا بیوگرافی مختصری از خودتان در اختیار خوانندگان قرار دهید:

اینجانب بهرام شهره، دانشیار گروه علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، متولد ۱۳۴۷/۰۱/۱۰ در شهرستان آمل هستم. در سال ۱۳۶۷ در رشته دکتری عمومی دامپزشکی دانشگاه شیراز پذیرفته شدم و در سال ۱۳۷۴ از پایان‌نامه دکتری خود دفاع نمودم. از مرداد ماه همان سال، به‌عنوان عضو هیئت علمی از مسیرطرح سربازی، فعالیت دانشگاهی خود را در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری آغاز کردم. بنده متأهل بوده و دارای دو فرزند می‌باشم.

چگونه روند آغاز کسب و کار و کارآفرینی شما شکل گرفته است و در حال حاضر در چه مرحله‌ای قرار دارد؟

از سال ۱۳۸۲، همزمان با فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی، وارد حوزه صنعت تولید فرآورده‌های غذایی شدم. پس از آن، در سال ۱۳۸۴ شرکت بریان گوشت آمل را با هدف توسعه و تولید فرآورده‌های نوین گوشتی تأسیس کردم و نخستین محصولات این شرکت در همان سال به بازار عرضه شد. این مجموعه در حال حاضر به‌عنوان یک شرکت دانش‌بنیان فعال شناخته می‌شود و دارای سبد کالایی متنوعی شامل حدود ۱۱۵ محصول است که طیف گسترده‌ای از فرآورده‌ها نظیر انواع سوسیس و کالباس، همبرگر، کباب‌لقمه، فلافل، ناگت، شنیسل و محصولات گوشتی مبتنی بر پروتئین‌های گیاهی را در بر می‌گیرد. محصولات این شرکت از طریق شبکه‌ای گسترده از نمایندگی‌ها در سراسر کشور توزیع می‌شود و در طی حدود پنج سال گذشته، توسعه فعالیت‌های صادراتی در حوزه فرآورده‌های گوشتی نیز بطور مستمر در دستور کار قرار گرفته است.

انگیزه اصلی شما برای ورود به صنعت فرآوری گوشتی چه بود و نقطه شروع کارتان چگونه شکل گرفت؟

در جریان برگزاری بازدیدهای دانشجویی از کارخانه‌های فعال در حوزه صنایع تبدیلی فرآورده‌های دامی که تدریس این درس بر عهده بنده بود، به این نتیجه رسیدم که با توجه به پیشینه خانوادگی‌ام در حوزه بازرگانی، می‌توانم در عرصه تولید صنعتی نیز نقش‌آفرینی مؤثری داشته باشم. من فرزند یک بازرگان هستم و پدرم در شهر آمل به فعالیت بُنَکداری و توزیع خواربار اشتغال داشت. اما مواجهه میدانی با واحدهای صنعتی مختلف و مشاهده فرآیندهای تولید، انگیزه ورود جدی به حوزه تولید را در من تقویت کرد.

در همین راستا، در سال ۱۳۸۲ از طریق آشنایی حرفه‌ای با جناب مهندس واقفی، مدیرکل وقت صنایع استان مازندران، که این ارتباط در بستر فعالیت‌های آموزشی و دانشگاهی شکل گرفت، و با بهره‌مندی از راهنمایی‌ها و حمایت‌های تخصصی ایشان، فرآیند اخذ مجوزهای لازم طی شد. بدین‌ترتیب، ورود رسمی اینجانب به حوزه تولید صنعتی محقق گردید.

در ابتدای مسیر، مهمترین چالش کارآفرینانه‌ای که با آن مواجه شدید چه بود؟

در آغاز فعالیت اجرایی و صنعتی، در ۲۴ تیرماه سال ۱۳۸۴، با وجود اینکه تیمی نسبتاً حرفه‌ای و متخصص را در کنار خود گردآوری کرده بودم اما خود بنده از تجربه عملی کافی در حوزه تولید و مدیریت صنعتی برخوردار نبودم. پیشینه من عمدتاً دانشگاهی و متکی بر دانش نظری حاصل از متون علمی و پژوهش‌های آکادمیک بود. از این‌رو، در مراحل ابتدایی ورود به صنعت، با چالش‌ها و موانع متعددی مواجه شدم. مهمترین این چالش‌ها به ضعف در آشنایی با اصول بازاریابی و فروش محصولات صنعتی و همچنین فقدان تسلط کافی بر مبانی مالی و حسابداری کاربردی در موسسات تولیدی بازمی‌گشت.

مهمترین چالش‌های اقتصادی و تأمین مواد اولیه در صنعت فرآوری گوشت چیست؟

در خصوص چالش‌های اقتصادی و تأمین نهاده‌های اولیه، همانطور که مستحضرید، این دو مسئله برای صنعت فرآورده‌های گوشتی نیز مانند اغلب صنایع جزو چالش‌های اساسی و عمده به شمار می‌آیند.

تأمین منابع مالی، طبیعتاً باید متناسب با استراتژی هر شرکت مدیریت شود. بخشی از سود حاصل از فعالیت، می‌تواند به‌عنوان منابع ذخیره‌ای در نظر گرفته شود و منبع دیگر نیز بانک‌ها و مؤسسات مالی هستند. اما واقعیت این است که نظام بانکی در ایران دچار اشکالات بنیادین است. در حالیکه بخش خصوصی با فعالیت خود عملاً بخشی از بار مسئولیت دولت را کاهش می‌دهد، دولت باید با استفاده از درآمدهای ملی و مالیاتی، زمینه اشتغال و کارآفرینی را فراهم کند؛ امری که متأسفانه نه‌تنها در این دولت، بلکه در دولت‌های پیشین نیز جزو اولویت‌ها نبوده است.

ما طی بیش از ۲۰ سال فعالیت تولیدی، با چهار یا پنج دولت مختلف مواجه بوده‌ایم و این مسئله در هیچ یک تفاوت معناداری نداشته است. بخش خصوصی وارد میدان شده و مسئولیتی را به دوش گرفته که ذاتاً بر عهده دولت است؛ در چنین شرایطی انتظار می‌رود حداقل مشوق‌ها و معافیت‌هایی برای آن در نظر گرفته شود، اما این موضوع نیز در سیاست‌گذاری‌ها جایگاهی

ندارد.
به‌عنوان نمونه، ما که در صنایع تبدیلی کشاورزی فعالیت می‌کنیم، از یک‌سو نهاده‌های اولیه‌مان مشمول مالیات بر ارزش افزوده نیست، اما از سوی دیگر خودمان موظف به پرداخت این مالیات هستیم. این مالیات عملاً چندین بار در زنجیره توزیع دریافت می‌شود: یک بار از تولیدکننده، بار دیگر از فروشنده، سپس از خرده‌فروش و در نهایت از مصرف‌کننده. در نبود نظارت مؤثر بر اجرای این قانون، نتیجه چیزی جز فشار مضاعف بر مصرف‌کننده نهایی نیست؛ در حالیکه مشخص نیست چه میزان از این درآمد واقعاً به خزانه دولت می‌رسد و چه سهمی دوباره به جامعه بازمی‌گردد.
این‌ها تنها بخشی از سیاست‌های نادرست موجود است. شخصاً شرایط احداث کارخانه و کارآفرینی در خارج از ایران را نیز تجربه کرده‌ام؛ از اسکاتلند که تا مرحله عقد قرارداد پیش رفتم و با بانک‌ها مذاکره کردم تا عمان، عراق و امارات (در یکی از شهرک‌های صنعتی اطراف دبی). در همه این کشورها، در ازای ایجاد اشتغال و کارآفرینی، امتیازات مشخصی به سرمایه‌گذار داده می‌شود. اینجا اما گویی کارآفرینی وظیفه ذاتی ماست؛ انگار ما به دنیا آمده‌ایم که تولید کنیم، کارآفرینی کنیم و در نهایت کنار برویم.
این شرایط برای همه صنایع؛ چه غذایی و چه غیرغذایی صادق است. بی‌دلیل نیست که می‌گویند تولیدکننده در کشوری مثل ایران یا عاشق است یا دیوانه. به‌گمان من، ما ترکیبی از هر دو هستیم؛ حجم سرمایه‌ای که حتی در یک کارخانه کوچک فرآورده‌های گوشتی تجمیع می‌شود، اگر با نرخ‌های رسمی بانک مرکزی محاسبه شود، به‌روشنی نشان می‌دهد که این فعالیت از نظر اقتصادی توجیه‌پذیر نیست. اساساً احداث کارخانه در ایران، از منظر صرفاً اقتصادی، معنای چندانی ندارد.
با این حال، من شخصاً بر پایه باور و اعتقادی که دارم، خودم را سرباز این کشور می‌دانم. بیش از ۳۰ سال است که در حوزه آموزش فعال هستم و اکنون وارد ۳۱ سال شده‌ام. هر آنچه آموخته‌ام؛ نه اینکه خود را الزاماً فردی بسیار موفق بدانم، اما هرچه در توان داشته‌ام، صادقانه در اختیار دانشجویانم گذاشته‌ام. همواره تلاش کرده‌ام به آن‌ها «ماهیگیری» بیاموزم، نه اینکه صرفاً «ماهی» در اختیارشان بگذارم؛ یعنی راه درآمد، امرار معاش و زندگی شرافتمندانه را آموزش دهم.
در حوزه تولید نیز همین دیدگاه را داشته‌ام. اینکه تا چه اندازه موفق بوده‌ایم، قضاوتش با زمان است. اما امروز تأمین نهاده‌های اولیه به‌شدت دشوار شده و واحد کنترل کیفیت ما با حجم کاری چندبرابر مواجه است؛ چرا که مواد اولیه معیوب یا غیرقابل‌اطمینان بطور محسوسی افزایش یافته و این مسئله بار سنگینی بر دوش بخش کنترل کیفیت گذاشته است.
با این همه، تا زمانیکه بتوانیم در چارچوب اهداف، اصول و راهکارهایی که برای خود تعریف کرده‌ایم حرکت کنیم، ادامه می‌دهیم. و روزی که دیگر نتوانیم، صادقانه بیل و کلنگ را زمین می‌گذاریم و تسلیم می‌شویم.

چه عاملی باعث شد ادامه مسیر را با وجود تمام سختی‌ها، انتخاب و با موفقیت به پیش ببرید؟

در طول دوران فعالیت حرفه‌ای، همواره با چالش‌های گوناگونی مواجه بوده‌ام. این مشکلات، به‌تدریج باعث شد آنچه می‌توان نامش را هوش، تجربه یا هر عنوان دیگری گذاشت، در من شکل بگیرد و دریچه‌ای از آگاهی به روی مسائلی گشوده شود که در آغاز اشراف چندانی بر آن‌ها نداشتم. به مرور زمان و پس از گذشت چند سال، به شناخت کاملی از شیمی مواد دست یافتم و فرمولاسیون را بطور جامع فرا گرفتم. در همین مسیر، در دوره‌ها و کلاس‌های مختلف دانش‌افزایی در کشور اتریش شرکت کردم و شرکت بریان‌گوشت تحت لیسانس شرکت «آرمی» اتریش قرار گرفت؛ ادویه‌های مصرفی ما نیز از همین شرکت تأمین می‌شد. این ارتباط علمی و حرفه‌ای نقش بسزایی در ارتقای دانش و توان تخصصی من داشت.
از نخستین روزهای تأسیس، شعار بریان‌گوشت «کیفیت و مشتری‌مداری» بوده است. حتی در سخت‌ترین شرایط نیز هرگز این دو اصل بنیادین را زیر پا نگذاشتم. در همین راستا، با ایجاد یک واحد مستقل کنترل کیفیت در شرکت بریان‌گوشت و اعطای اختیارات کامل به این واحد، امکان پایش علمی و دقیق فرآیندهای تولید فراهم شد. کارشناسان این واحد، بر پایه داده‌های علمی و تجربی که به‌تدریج کسب کرده بودند، نظارت مستمر بر تولیدات را بر عهده گرفتند. بی‌تردید، از مهمترین عوامل موفقیت و ماندگاری بریان‌گوشت در بیش از دو دهه حضور در بازار، وجود همین واحد کنترل کیفیت بوده است.
گام بعدی،

بهره‌گیری از مشاوران حرفه‌ای تولید بود. با اعطای اختیارات تام به این مشاوران، محصولات شرکت بطور کامل بازطراحی و بازمهندسی شدند. از آنجا که دست ما در حوزه کیفیت کاملاً باز بود، تلاش کردیم با کنار گذاشتن حرص، طمع و سودجویی، محصولات را با حداقل سود معقول تولید و روانه بازار کنیم.
ایجاد واحد تحقیق و توسعه یکی از آرزوهای دیرینه من بود. همواره بر این باور بوده‌ام که سکون، نبود نوآوری و بی‌توجهی به تحقیق و توسعه، هر مجموعه‌ای را به فسیل تبدیل می‌کند. راه‌اندازی این واحد، ما را به بالندگی نزدیک کرد و در مسیری که از پیش طراحی کرده بودم، سیر تعالی را برای شرکت رقم زد. پس از پنج سال فعالیت مستمر و انجام چندین پایان‌نامه دانشجویی در واحد R&D، شرکت بریان‌گوشت موفق شد به عضویت پارک علم و فناوری مازندران درآید و به‌عنوان واحدی فناور، شش محصول فناورانه تولید کند. عرضه این محصولات به بازار، گامی هرچند کوچک اما مؤثر در بهبود فرهنگ مصرف و ارتقای سطح سلامت جامعه بود.
از دیگر چالش‌هایی که در گذر زمان با آن مواجه شدم، مسئله فروش، بازاریابی، شناسایی بازارهای هدف و انتخاب روش‌های مطمئن فروش بود. شیوه‌های مختلفی را آزمودم و در نهایت به مدلی رسیدم که امروز در شرکت بریان‌گوشت اجرا می‌شود؛ مدلی که مبتنی بر تعامل و همکاری با نمایندگان فروش بنا شد. در حال حاضر، شرکت بریان‌گوشت در سراسر کشور نمایندگان فعالی دارد که همگی از افراد خوشنام مناطق مختلف انتخاب شده‌اند. چارچوب همکاری با این نمایندگان در قالب یک فرم قراردادی واحد و شفاف تعریف شده است.
در این مسیر، اصل اعتماد و اعتمادسازی همواره محور کار ما بوده است. ما خود را حلقه‌های یک زنجیره می‌دانیم؛ زنجیره‌ای که تنها زمانی معنا پیدا می‌کند که تمام حلقه‌های آن سالم، محکم و در کنار یکدیگر باشند؛ از مدیران شرکت گرفته تا نمایندگان و پرسنل زحمتکش بریان‌گوشت. با این باور که همه ما بر سر یک سفره نشسته‌ایم و در یک قایق قرار داریم، تلاش کرده‌ایم با همفکری و همراهی، این قایق را به‌سوی ساحل امنیت هدایت کنیم.
بی‌تردید، مشکلات جامعه همواره پیش روی ما بوده است، اما تا امروز تسلیم این مشکلات نشده‌ایم. در تمامی بحران‌هایی که طی این سال‌ها در کشور رخ داده، کوشیده‌ایم به اصول اخلاقی خود پایبند بمانیم. من یک فرد دانشگاهی و یک معلم هستم و معلم بودن، مسئولیتی سنگین بر دوش انسان می‌گذارد؛ مسئولیتی که در تمامی تصمیم‌گیری‌ها همواره آن را مدنظر داشته‌ام. نمی‌گویم همیشه موفق بوده‌ام، اما تا آنجا که در توانم بوده، سعی کرده‌ام کوتاهی نکنم. به‌قول معروف، مشق ننوشته غلط ندارد؛ هرکس که مشق می‌نویسد، ممکن است چند غلط هم داشته باشد.

مهمترین تصمیم استراتژیکی که در مسیر رشد کسب وکار خود گرفتید چه بود؟

در مسیر فعالیت حرفه‌ای و کارآفرینی صنعتی، با چالش‌های متعددی مواجه شدم که در برخی مقاطع، شرکت را تا آستانه ورشکستگی پیش برد. با این حال، تلاش برای مدیریت پیامدهای شکست‌های محدود، بهره‌گیری از مشاوره‌های تخصصی و تمرکز بر شناسایی و رفع نقاط ضعف فردی و سازمانی، امکان تداوم فعالیت و بازیابی تدریجی را فراهم ساخت. این روند که توأم با نوسانات موفقیت و ناکامی بود، تا حدود سال ۱۳۹۴ ادامه یافت. در سال ۱۳۹۴، مجموعه با یک بحران عمده و کم‌سابقه مواجه شد که منجر به از دست رفتن بخش قابل‌توجهی از سرمایه‌های در گردش گردید. با وجود این، با اتکا به تجربه‌ای نزدیک به یک دهه فعالیت مستمر در صنعت فرآورده‌های غذایی، فرآیند بازسازی و احیای کسب وکار مجدداً آغاز شد. در همین راستا، با مشارکت جمعی از دانشجویان و فارغ‌التحصیلان رشته صنایع غذایی و سایر رشته‌های مرتبط از دانشگاه مازندران، شرکت «بریان گوشت نوین» تأسیس و فعالیت خود را بصورت هدفمند از سر گرفت.
خوشبختانه این رویکرد مبتنی بر سرمایه انسانی متخصص و پیوند دانشگاه با صنعت، زمینه پایداری و تداوم فعالیت مجموعه را فراهم کرده است؛ به‌گونه‌ای که در حال حاضر حدود ۱۲۰ نفر بصورت مستقیم در لیست بیمه شرکت مشغول به فعالیت هستند و بطور مستقیم و غیرمستقیم، معیشت نزدیک به ۲۵۰ خانوار با فعالیت‌های این مجموعه در ارتباط است. این تجربه را می‌توان نمونه‌ای عملی از تاب‌آوری سازمانی و نقش دانش تخصصی در بازآفرینی واحدهای تولیدی دانست.

در فرآیند تولید محصول، مهمترین مخاطرات میکروبی در سوسیس و کالباس کدام‌اند؟

در فرآیند تولید فرآورده‌های گوشتی، یکی از چالش‌های اساسی، وجود برخی میکروارگانیسم‌ها در محصولات است که در بسیاری از موارد، به‌دلیل قدیمی بودن استانداردها و موازین مورد استفاده در سازمان‌های نظارتی و عدم به‌روزرسانی آن‌ها بر اساس دانش روز، منجر به بروز ابهام یا ایجاد محدودیت‌های غیرکاربردی برای تولیدکنندگان می‌شود.
یکی از مصادیق بارز این مسئله، وجود سالمونلا در فرآورده‌های گوشتی است. در این خصوص، شرکت بارها بصورت مکتوب موضوع را به سازمان ملی استاندارد و معاونت غذا و دارو منعکس کرده و بر ضرورت تخصصی‌سازی آزمون‌های میکروبی تا سطح تشخیص سروتایپ‌های سالمونلا تأکید نموده است. دلیل این تأکید آن است که در فرمولاسیون برخی از محصولات خام، از مواد اولیه‌ای نظیر تخم‌مرغ و گوشت مرغ استفاده می‌شود که بطور طبیعی می‌توانند حامل برخی سروتایپ‌های سالمونلا، از جمله *Salmonella Pullorum* باشند.

در چنین شرایطی، شناسایی سالمونلا در محصولات خام (کباب لقمه‌خام و برگر) نباید بطور مطلق به‌عنوان نقص بحرانی تلقی شود؛ به‌ویژه آنکه این موضوع در خصوص محصولات پخته مصداق ندارد. رویکرد علمی ایجاب می‌کند که به‌جای قضاوت کلی، نوع سروتایپ سالمونلا، میزان خطرزایی آن برای مصرف‌کننده و شرایط مصرف محصول مورد بررسی دقیق قرار گیرد.
این چالش تنها به سالمونلا محدود نمی‌شود؛ در خصوص مخمرها و برخی باکتری‌ها از جمله گونه‌های متعلق به جنس Bacillus نیز وضعیت مشابهی وجود دارد. در حالیکه برخی از این میکروارگانیسم‌ها در صنایع غذایی و مکمل‌های تغذیه‌ای به‌عنوان پروبیوتیک مورد استفاده قرار می‌گیرند، عدم تفکیک گونه‌ها و سروتایپ‌ها در آزمون‌های کنترلی می‌تواند منجر به برداشت نادرست از نتایج آزمایشگاهی شود. ازاین‌رو، شناسایی دقیق گونه و سروتایپ میکروارگانیسم‌ها شرط لازم برای ارزیابی صحیح ایمنی و کیفیت محصول است.

چگونه شرکت شما با وجود چالش‌های موجود و با در نظر گرفتن سلامت افراد جامعه، سیاست کاهش نمک را در محصولات خود پیاده‌سازی کرده و در عین حال کیفیت و جذابیت طعمی آن‌ها را حفظ کرده است؟

یکی از واقعیت‌های شناخته‌شده در صنایع غذایی، اقتصادی بودن نمک به‌عنوان ارزان‌ترین ماده و طعم‌دهنده موجود است. از این رو، بسیاری از تولیدکنندگان تمایل دارند محصولات خود را با کمی افزایش نمک طعم‌دهی کنند تا جذابیت‌های حسی و پذیرش مصرف‌کننده افزایش یابد. با این حال، در راستای اهداف وزارت بهداشت و درمان برای کاهش مصرف سدیم و کنترل بیماری‌های قلبی و عروقی، شرکت ما تصمیم گرفت سیاست کاهش نمک را در محصولات خود دنبال نماید.
این رویکرد سلامت‌محور با استقبال مدیریت و تولیدکنندگان همراه شد و طی سال‌ها اجرای مستمر، هیچ مشکل اساسی در فرآیند تولید و پذیرش محصول توسط بازار ایجاد نشده است. تنها چالش عملیاتی ایجادشده، افزایش پیچیدگی کار مدیر تولید است؛ چرا که برای حفظ جذابیت طعمی محصولات، لازم است سایر طعم‌دهنده‌ها بطور دقیق و متعادل به کار گرفته شوند. با این وجود، تجربه نشان داده است که با برنامه‌ریزی علمی و مدیریت اصولی، می‌توان متعادل‌سازی طعم و کاهش نمک را همزمان با حفظ کیفیت محصول محقق نمود.
این تجربه، نمونه‌ای از هم‌راستایی صنعت غذایی با سیاست‌های سلامت عمومی است که نشان می‌دهد تولید محصولات با سدیم کاهش یافته و حفظ رضایت مصرف‌کننده عملی و قابل دسترس است و می‌تواند به کاهش ریسک بیماری‌های غیرواگیر مرتبط با تغذیه کمک کند.

چه معیارهایی برای جذب و آموزش نیروی انسانی در واحد تولیدی در نظر گرفته می‌شود؟

شرکت بریان گوشت با بهره‌گیری از نمایندگان فعال در سراسر کشور و انتخاب افراد خوشنام در مناطق مختلف، تلاش می‌کند تا فعالیت‌های خود را بر پایه اعتماد متقابل و همکاری جمعی شکل دهد. تمامی همکاری‌ها در قالب فرم‌های قراردادی واحد و یکپارچه انجام می‌شود و باور ما بر این است که یک زنجیره تنها زمانی ارزشمند و کارآمد است که تمام حلقه‌های آن سالم و مستحکم باشند. این فلسفه همکاری شامل مدیران شرکت، نمایندگان و پرسنل زحمت‌کش بریان گوشت است که با اعتقاد به این اصل که «همگی دور یک سفره نشسته‌ایم و در یک قایق قرار داریم»، تلاش می‌کنند با همفکری و همراهی مسیر توسعه و پیشرفت را دنبال کنند.

چه عواملی باعث شد با وجود فرصت‌های متعدد تحصیل و مهاجرت، تصمیم بگیرید در ایران بمانید و مسیر فعالیت علمی و تولیدی خود را در کشور ادامه دهید؟

فرصت‌های بسیاری برای ادامه تحصیل و مهاجرت به خارج از کشور در اختیار داشتم؛ از بورس تحصیلی کالج لندن در سال ۱۳۸۵ گرفته تا پذیرش دانشگاه در آلمان. با این حال، باورم این بود که باید در کشور خود بمانم و بسازم. ۲۱ سال است که در عرصه تولید مشغول هستم و همواره افتخار کرده‌ام که معلمی هستم که پا به عرصه تولید گذاشته است. در دانشگاه نیز تلاش کرده‌ام معلم و پدری خوب برای دانشجویان باشم و در عرصه تولید نیز تلاش کرده‌ام تولیدکننده‌ای متعهد و مسئول باشم.
اگرچه ممکن است از نظر مالی رشد چندانی نداشته باشیم، اما شرکت بریان گوشت با سربلندی مسیر خود را ادامه می‌دهد و اعتقاد دارد فعالیت در همه زمینه‌ها و ارتقای دانش و مهارت کارکنان و دانشجویان، اهمیت بیشتری از سود مالی صرف دارد. واحد تحقیق و توسعه شرکت همواره پذیرای ایده‌ها و پیشنهادات نوآورانه است تا بتواند به ارتقای فرهنگ غذایی، سلامت جامعه و افزایش سطح علمی دانشجویان کمک کند.

سخن پایانی شما خوانندگان این گفت‌وگو چیست؟

در نهایت، تا زمانیکه بنده در رأس این مجموعه باشم، این مسیر ادامه خواهد داشت. درِ بریان‌گوشت به روی تمامی دانشجویان و پژوهشگران باز است و واحد تحقیق و توسعه ما پذیرای همه ایده‌ها و تفکرات نو خواهد بود. امیدوارم این مجموعه بتواند گام‌هایی مؤثر در راستای حفظ فرهنگ غذایی، ارتقای سلامت جامعه و حمایت از حقوق مصرف‌کنندگان بردارد.

دو فصلنامه علمی تخصصی
اتحادیه انجمن‌های علمی دانشجویی علوم دامی وصنایع غذایی ایران

دبیر سرویس

فاطمه رضایی
دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی علوم دامی دانشگاه زنجان

مقالات علمی علوم دامی

فهرست بخش

بررسی اثرات و کاربردهای جلبک اسپیرولینا در تغذیه و عملکرد جوجه‌های گوشتی ۴۶
نقش اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه در تنظیم بیان ژن در گاوهای شیری..... ۵۴

Review of the Effects and Applications of Spirulina Algae in the Nutrition and Performance of Broiler Chickens

Ashkan Pourhaghgoo[1*]

1. MSc Student, Department of Animal Science, College of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran.

*a.pourhaghgoo2001@ut.ac.ir

Abstract

The increasing consumption of healthy and nutrient-rich food sources has made the poultry industry one of the vital and profitable sectors of world food production. The use of antibiotics in poultry diets to enhance growth and feed efficiency has been common, but their use leads to antibiotic resistance and public health concerns. In this regard, microalgae, especially Spirulina platensis, have been considered as a natural alternative. These algae are rich in nutrients, amino acids, vitamins, minerals, and phenolic compounds and phytopigments, and have antioxidant, anti-inflammatory, immunogenic and prebiotic properties. Its combination with chlorella or probiotics has synergistic effects on microorganisms and strengthens the structure, increases the height of villi and crypt depth, increases the populations of beneficial and reduces the populations of harmful microorganisms such as E. coli and Salmonella. In addition, various activities of Spirulina increase antioxidant enzymes and immune indices and reduce stress-induced stress. Consumption of this microalgae also improves the biochemical profile of the blood, increases HDL and decreases LDL, total cholesterol and triglycerides, and increases the percentage and unsaturated fatty acids of meat. Therefore, Spirulina, as a natural and safe supplement, has an important role in improving production performance, intestinal health, and meat quality of broilers. Future research should investigate its properties with other supplements and molecular mechanisms for increasing longevity to optimize its dosage and clinical application.

Keywords:

Antibiotics, nutritional value enhancement, quality.

دو فصلنامه علمی تخصصی
اتحادیه انجمن‌های علمی دانشجویی علوم دامی وصنایع غذایی ایران

بررسی اثرات و کاربردهای جلبک اسپیرولینا در تغذیه و عملکرد جوجه‌های گوشتی

اشکان پورحقگو[1*]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

*a.pourhaghgoo2001@ut.ac.ir

چکیده:

افزایش تقاضا برای منابع غذایی سالم و غنی از پروتئین، صنعت طیور را به یکی از بخش‌های حیاتی و سودآور در تولید غذای جهان تبدیل کرده است. استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها در جیره طیور برای ارتقای رشد و کارایی خوراک رایج بوده است، اما مصرف طولانی‌مدت آن‌ها منجر به مقاومت آنتی‌بیوتیکی و مشکلات بهداشت عمومی شده است. در این راستا، ریزجلبک‌ها به‌ویژه *Spirulina platensis* به‌عنوان جایگزین طبیعی مورد توجه قرار گرفته‌اند. این جلبک رشته‌ای، سرشار از پروتئین، اسیدهای آمینه ضروری، ویتامین‌ها، موادمعدنی و ترکیبات فنولی و فیتوپیگمنت‌ها است و خواص آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهابی، ایمنی‌زایی و پری‌بیوتیکی دارد. مطالعات نشان داده‌اند که افزودن اسپیرولینا به جیره جوجه‌های گوشتی می‌تواند باعث افزایش وزن بدن، بهبود ضریب تبدیل غذایی، ارتقای کیفیت لاشه و کاهش چربی شکمی شود. ترکیب آن با کلرلا یا پروبیوتیک‌ها اثرات هم‌افزایی داشته و موجب تقویت ساختار روده، افزایش ارتفاع ویلی‌ها و عمق کریپت، افزایش جمعیت باکتری‌های مفید و کاهش جمعیت میکروارگانیسم‌های مضر مانند *E- coli* و Salmonella می‌گردد. علاوه بر این، سطوح مختلف اسپیرولینا فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و شاخص‌های ایمنی را افزایش داده و استرس اکسیداتیو را کاهش می‌دهد. مصرف این ریزجلبک همچنین باعث بهبود پروفایل بیوشیمیایی خون، افزایش HDL ، کاهش LDL، کلسترول کل و تری‌گلیسیرید شده و درصد پروتئین و اسیدهای چرب غیراشباع گوشت را افزایش می‌دهد. بنابراین، اسپیرولینا به‌عنوان یک مکمل طبیعی و ایمن، نقش مؤثری در بهبود عملکرد تولیدی، سلامت روده، ایمنی و کیفیت گوشت جوجه‌های گوشتی دارد. تحقیقات آینده باید بر ارزیابی اثرات طولانی‌مدت، تعاملات با سایر مکمل‌ها و مکانیزم‌های مولکولی آن تمرکز کنند تا بهینه‌ترین دوز و کاربرد بالینی آن مشخص شود.

کلمات کلیدی: آنتی‌بیوتیکها، افزایش ارزش غذایی، کیفیت

مقدمه

با توجه به افزایش پیوسته جمعیت انسانی و تقاضای فزاینده برای غذای سالم و غنی از پروتئین، صنعت طیور به یکی از اصلی‌ترین و سودآورترین صنایع غذایی در جهان تبدیل شده است (Khadanga et al., 2023). در پرورش طیور، استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها در جیره غذایی می‌تواند موجب بهبود رشد، افزایش کارایی مصرف خوراک و کاهش بروز بیماری‌ها و تلفات در جوجه‌های گوشتی شود (Abdelfatah et al., 2024). با وجود اثرات مثبت آنتی‌بیوتیک‌ها بر عملکرد طیور، مصرف بیش از حد و طولانی‌مدت آن‌ها زمینه‌ساز شکل‌گیری مقاومت آنتی‌بیوتیکی است که به‌عنوان چالش‌های مهم سلامت عمومی مطرح می‌شود (Khadanga et al., 2023). به منظور پیشگیری از عوارض انسانی ناشی از مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها، از جمله بروز واکنش‌های حساسیتی و پیدایش سویه‌های مقاوم پاتوژن‌ها، استفاده از این ترکیبات به‌عنوان محرک رشد در جیره‌های طیور امروزه به‌شدت محدود یا ممنوع شده است (السادات ذوالنوری و همکاران، ۱۴۰۲).

افزودنی‌های گیاهی به‌عنوان یکی از جایگزین‌های مؤثر آنتی‌بیوتیک‌ها در صنعت طیور مطرح بوده و نقش مهمی در بهبود سلامت و عملکرد پرندگان ایفا می‌کنند. ریزجلبک‌ها منابع طبیعی و غنی از موادمغذی هستند که می‌توانند به‌عنوان ترکیبات نوظهور در توسعه محصولات غذایی مورد استفاده در صنعت دام و طیور مورد توجه قرار گیرند (جویا و همکاران، ۱۳۹۹). از مهمترین گونه‌های شاخص ریزجلبک‌ها که به‌عنوان منبع مغذی در تغذیه طیور استفاده می‌شود، *Spirulina platensis* است (شکوری و همکاران، ۱۳۹۷).

اسپیرولینا اصطلاحی عمومی برای گروهی از ریزجلبک‌های رشته‌ای، چندسلولی و آبی ـ سبز است که در دو جنس Spirulina و Arthrospira طبقه‌بندی می‌شوند؛ هر یک از این دو جنس حدود ۱۵ گونه را در بر می‌گیرد (Ahmed et al.,2022). از مهمترین ریزجلبک‌هایی که راندمان تولید بالایی دارند و کشت آن در کشور در حال توسعه است، *Spirulina platensis* می‌باشد. این ریزجلبک دارای ساختار سلولی پروکاریوتی بوده و گاهی به‌عنوان سیانوباکتری نیز شناخته می‌شود. اسپیرولینا از نظر رده‌بندی در قلمرو Monera، رده Cyanophyceae، راسته Nostocales و خانواده Oscillatoriaceae قرار می‌گیرد و شامل سه گونه‌ی مهم

Spirulina platensis، *Spirulina maxima* و *Spirulina fusiformis* است (نظمی و همکاران، ۱۴۰۱). *Spirulina platensis* از جمله ریزجلبک‌های خوراکی رایج و بدون عوارض جانبی شناخته‌شده است. پس از تأیید سازمان غذا و داروی ایالات متحده (FDA) به‌عنوان غذایی ایمن و سالم (GRAS) معرفی شده است (جویا و همکاران، ۱۳۹۹).

جلبک *Spirulina platensis* (SP) همچنین حاوی طیف گسترده‌ای از موادمغذی اساسی از جمله؛ ویتامین‌ها (تیامین، ریبوفلاوین، نیکوتینامید، پیریدوکسین، اسید فولیک، اسکوربیک اسید، رتینول و توکوفرول)، موادمعدنی (پتاسیم، کلسیم، کروم، مس، آهن، منیزیم، منگنز، فسفر، سلنیوم، سدیم و روی) و فیتوپیگمنت‌ها (β-کاروتن، زانتوفیل‌ها، ژئاگزانتین، کلروفیل و فیکوسیانین) است. همچنین، این ریزجلبک دارای خواص ایمنی‌زایی، ضدالتهاب، ضدسرطانی و آنتی‌اکسیدانی نیز می‌باشد (Khadanga et al., 2023). کربوهیدرات‌های استخراج‌شده از *Spirulina platensis* که با عنوان «اسپیرولین» شناخته می‌شوند، به‌عنوان یک پری‌بیوتیک طبیعی در حمایت از میکروبیوتای مفید بدن نقش دارند. این ترکیبات قادرند رشد برخی باکتری‌ها از جمله *Staphylococcus faecalis*، *Staphylococcus epidermidis*، *Candida albicans* و *E. coli* را مهار کرده و هم‌زمان با تقویت رشد و زندهمانی باکتری‌های اسیدلاکتیک، اثرات پروبیوتیکی قابل‌توجهی از خود نشان دهند (Khadanga et al., 2023).

این جلبک همچنین حاوی مجموعه‌ای گسترده از ترکیبات فلاونوئیدی و فنولیک می‌باشد. ترکیبات فنولی موجود در آن شامل اسیدهای آلی مانند کافییک، کلروژنیک، سالیسیلیک، سیناپتیک و ترانس‌سینامیک است که قادر به ایجاد فعالیت آنتی‌اکسیدانی طبیعی هستند(جویا و همکاران، ۱۳۹۹). نتایج آنالیز آزمایشگاهی نشان داده است که عصاره اتانولی جلبک اسپیرولینا حاوی آلکالوئیدها، گلیکوزیدها، تانن‌ها، ترکیبات فنولیک، استروئیدها و ساپونین‌ها می‌باشد(حاجاتی و شکوری،. ۱۴۰۲). طعم نامطلوب برخی از ترکیبات فنولی موجود در اسپیرولینا می‌تواند مصرف آن را محدود کند، اما با بهره‌گیری از تکنیک انکپسولاسیون، می‌توان این محدودیت را کاهش داد (نظمی و همکاران،. ۱۴۰۳). عصاره اسپیرولینا می‌تواند با تخریب غشای سلولی باکتری‌ها و خروج محتویات درونی آن‌ها، اثرات ضدمیکروبی خود را اعمال کرده و جمعیت میکروارگانیسم‌ها مضر را کاهش دهد(نظمی و همکاران، ۱۴۰۱). در جیره‌های غذایی جوجه‌های گوشتی، استفاده از *Spirulina platensis* به میزان تا ۱۵٪ جایگزینی منابع پروتئینی سنتی امکانپذیر است، بدون اینکه کیفیت گوشت یا عملکرد رشد پرندگان کاهش یابد. مطالعات متعدد نشان داده‌اند که اسپیرولینا دارای اثرات کاهنده چربی خون بوده و می‌تواند با جلوگیری از بروز اسهال، فرآیند هضم و جذب موادمغذی رابهینه نماید (Abdelfatah et al., 2024). نشان داده‌اند که استفاده از اسپیرولینا می‌تواند موجب افزایش تعداد گلبول‌های سفید و کاهش میزان تلفات جوجه‌های گوشتی گردد (Ahmed et al ., 2022).

در تغذیه طیور، جلبک‌ها عمدتاً به‌عنوان منبعی غنی از اسیدهای چرب غیراشباع بلندزنجیر نوع n-3 به جیره غذایی افزوده می‌شوند (Zanaty et al .,2024). شواهد موجود نشان می‌دهند که افزودن پودر *Spirulina platensis* به جیره غذایی می‌تواند عملکرد رشد، تعادل سیستم اکسیداسیون/ احیا و پاسخ ایمنی جوجه‌های گوشتی را در شرایط استرس حرارتی بالا بهبود بخشد (Khadanga et al ., 2023). این جلبک دارای خواص آنتی‌اکسیدانی است که می‌تواند اثرات منفی جیره‌های کم‌پروتئین را کاهش دهد و از طریق افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی کلیدی مانند سوپراکسید دسموتاز (SOD) و گلوتاتیون پراکسیداز (GPx) عمل می‌کند (Yalç nkaya et al., 2024).

بررسیها نشان داده است که سطوح مختلف اسپیرولینا میتواند بر افزایش وزن، کیفیت گوشت، رشد، کاهش باکتری های مضر و غیره نسبت به گروه شاهد موثر باشد. همچنین مطالعاتی در مورد استفاده از اسپیرولینا و کاهش استرس ناشی از بیماری *E-coli* وجود دارد. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که در جیره‌های حاوی پروتئین کم، میتوان از این جلبک استفاده کرد. هدف از این بررسی، مطالعه و ارزیابی تاثیر سطوح مختلف ریزجلبک اسپیرولینا بر عمکرد های مختلف جوجه‌های گوشتی است، تا نسبت به هم مقایسه و مورد بررسی قرار گیرند.

ترکیب شیمیایی و ارزش غذایی اسپیرولینا

اسپیرولینا در محیط اصلاح‌شده زاروک که حاوی ۴۶/۸۵٪ پروتئین خام و ۷/۹۰٪ چربی اتر است، قابل کشت است. این پودر بطور کامل در آب یا دیگر حلال‌ها حل نمی‌شود، اما هنگام ترکیب با آب سوسپانسیون یکنواختی ایجاد می‌کند. پلی‌ساکارید حاصل از اسپیرولینا با خلوص تقریباً ۹۹٪ توسط مرکز ملی تحقیقات الدوکی در جیزه، مصر تولید شده است (Ahmed et al., 2022). نشان داده شده، که *Spirulina platensis* حاوی ۶۹/۷۳٪ پروتئین خام و ۳/۳۶٪ چربی اتر است و عمدتاً غنی از اسیدگلوتامیک کل (۷/۰۳٪) می‌باشد. سهم اسید پالمیتیک، اسید گاما-لینولنیک (GLA) و اسیدلینولئیک از کل استرهای متیل‌شده اسیدهای چرب به ترتیب ۴۳/۷۶٪، ۲۲/۳۹٪ و ۱۳/۷۶٪ است. همچنین شاخص استرس اکسیداتیو (OSI) برابر با ۰/۹۹۷٪ اندازه‌گیری شد (Yalç nkaya et al ., 2024). پودر *Spirulina platensis* خشک‌شده با روش خشک کردن انجمادی (شرکت Inner Mongolia Rejuve Biotech Co., Ltd.) تهیه و برای انجام آزمایش‌ها در دمای محیط نگهداری گردید. آنالیز این پودر بر اساس دستورالعمل‌های انجمن شیمی‌دانان رسمی تحلیلی (AOAC) انجام شد و نتایج نشان داد که دارای پروتئین خام ۵۶/۴٪، رطوبت ۵/۶٪، خاکستر ۷/۵٪ و انرژی ۴۳/۶٪ است (Ahmed et al., 2022).

آنالیز شیمیایی نمونه خشک‌شده پودر جلبک نشان داد که این پودر حاوی ۶۶/۶٪ پروتئین خام، ۴/۴۸٪ چربی خام، ۱۲/۵۱٪

خاکستر و ۳/۵٪ رطوبت می‌باشد. جلبک *Spirulina platensis* از شرکت سبزینه زاگرس تأمین شد. آنالیز ترکیب شیمیایی این جلبک نشان داد که پروتئین خام آن، چربی و خاکستر به ترتیب ۶۳/۱۳٪، ۱/۲٪ و ۱۰٪ است (شکوری و همکاران، ۱۳۹۷). ریزجلبک اسپیرولینا توسط نظمی و همکارانش (۱۴۰۳) از شرکت جلبک پارس تأمین شد. پس از انجام تجزیه شیمیایی موادمغذی در آزمایشگاه، این ریزجلبک در جیره‌های آزمایشی مورد استفاده قرار گرفت. میزان انرژی قابل متابولیسم آن ۱/۵۱ kcal/g و درصد پروتئین خام، کلسیم، فسفر، لایزین و متیونین به ترتیب ۵۵٪، ۱/۵٪، ۰/۱٪، ۳٪ و ۱/۵٪ بدست آمد (نظمی و همکارانش.، ۱۴۰۳). جلبک اسپیرولینا مورد استفاده در تحقیق حاجاتی و شکوری (۱۴۰۲) دارای ۶۴/۴۵٪ ، ۴/۴۱٪ ، ۱۲/۳۵٪ و ۳/۶٪ به ترتیب پروتئین خام، چربی خام، خاکستر و رطوبت بود (حاجاتی و شکوری، ۱۴۰۲). این تفاوت‌ها می‌تواند ناشی از محیط رشد یا تفاوت‌های اقلیمی در زمان کشت باشد.

شاخص عملکرد رشد

مطالعات نشان می‌دهد که جوجه‌هایی که ۰/۳٪ و ۰/۵٪ *Spirulina platensis* دریافت کردند، افزایش وزن بیشتری نشان دادند و همچنین ضریب تبدیل غذایی (FCR) بهتری نسبت به گروه کنترل داشتند. بطور کلی، رشد تجمعی وزن بدن و FCR در جوجه‌های تیمار شده بطور معنی‌داری بهتر از گروه کنترل بود (Abdelfatah et al ., 2024). Khadanga و همکارانش (۲۰۲۳) نشان دادند استفاده از این ریزجلبک در سطوح ۰/۵، ۱ و ۱/۵٪ میتواند نتایج رضایت بخشی را نسبت به گروه شاهد داشته باشد (Khadanga et al., 2023). پژوهشهای دیگر نشان دادند که افزودن عصاره *Spirulina platensis* به میزان ۳۰ g و ۵۰g در ازای کیلوگرم جیره، به جیره جوجه‌های گوشتی موجب افزایش وزن بدن و کاهش مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی در مقایسه با گروه شاهد شد. از سوی دیگر، بین جوجه‌های تیمار شده با ۳۰g و ۵۰g اسپیرولینا، از نظر مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (Ahmed et al ., 2022).

جوجه‌هایی که جیره حاوی اسپیرولینا، کلرلا یا مخلوطی از آن‌ها را دریافت کرده بودند، افزایش وزن روزانه معنی‌داری نشان دادند. بیشترین افزایش وزن در آن گروهی مشاهده شد که جیره آنها حاوی ۱g اسپیرولینا به همراه ۱g کلرلا در هر kg خوراک ارائه شده بود. علاوه بر این، جوجه‌هایی که این مقدار از اسپیرولینا و کلرلا را مصرف کرده بودند، مصرف خوراک‌شان بطور معنی‌داری کمتر شده بود. همچنین، بهترین مقادیر ضریب تبدیل غذایی (FCR) در دوره ۱ تا ۳۵ روزگی در گروه‌های تغذیه‌شده با اسپیرولینا و کلرلا، (چه بصورت تکی و چه ترکیبی)، نسبت به سایر تیمارها و گروه شاهد بدست آمد (Zanaty et al ., 2024). شواهد نشان می‌دهد که افزودن ۱۰g اسپیرولینا به ازای هر kg جیره می‌تواند موجب بهبود رشد جوجه‌های گوشتی در برابر عفونت ناشی از *E. coli* شود. در این آزمایش، جوجه‌هایی که در سن ۳۶ روزگی بصورت دستی با سویه *E. coli* آلوده شدند و ۱۰g اسپیرولینا به ازای هر kg جیره دریافت کردند، به ترتیب ۵٪ افزایش در وزن نهایی بدن، ۸٪ افزایش در افزایش وزن روزانه و ۶٪ بهبود در مصرف خوراک نسبت به گروه کنترل نشان دادند (Khadanga et al., 2023). آزمایشاتی انجام شده با کاهش ۱۰٪ پروتئین جیره و جایگزینی آن با مقادیر ۰/۱ و ۰/۲ درصد *Spirulina platensis* ، مشخص شد که افزودن اسپیرولینا در این سطوح نمی‌تواند اثر منفی کاهش پروتئین را جبران کند و تأثیر معنی‌داری بر وزن نهایی، مصرف خوراک یا ضریب تبدیل غذایی جوجه‌ها ندارد (Yalç nkaya et al., 2024).

در مطالعاتی جیره پایه را با جیره پایه + ویتامین E ، جیره پایه + اسپیرولینا و جیره پایه + اسپیرولینا انکپسوله شده در سطح‌های مختلف آزمایش کردند. نشان داده شد که در دوره رشد، تیمار حاوی ۰/۳۳ درصد جلبک اسپیرولینا سبب افزایش معنیدار مصرف خوراک جوجه های گوشتی نسبت به گروه شاهد شد. اما در دیگر دوره های پرورش تفاوت معنیداری مشاهده نشد. در این آزمایش اظهار کردند که تغذیه سطوح مختلف جلبک اسپیرولینا (۰/۳۳، ۰/۶۶ و ۱ درصد) و سطوح مختلف جلبک اسپیرولینای انکپسوله شده (۰/۳۳، ۰/۶۶ و ۱ درصد) سبب افزایش معنیدار وزن بدن جوجه‌ها گردید (جویا و همکارانش.، ۱۳۹۹).

پژوهش‌ها نشان میدهد که افزودنی حاوی ۲۵٪ اسپیرولینا + ۷۵٪ مکمل صنعتی، ۵۰٪ اسپیرولینا + ۵۰٪ مکمل صنعتی و ۱۰۰٪ اسپیرولینا بدون مکمل صنعتی میتوانند در هفته ششم و پایان دوره باعث افزایش میانگین وزن شوند. تیمار حاوی ۵۰٪ اسپیرولینا و ۵۰٪ مکمل صنعتی باعث کاهش معنیدار ضریب تبدیل خوراک شد (شکوری و همکاران.، ۱۳۹۷). در پژوهشی که به‌منظور بررسی اثر سطوح مختلف اسپیرولینا (صفر، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ درصد) و ویتامین E به‌عنوان تیمار جداگانه در شرایط استرس گرمایی انجام شد، نتایج نشان داد که سطوح مختلف اسپیرولینا تأثیر معنی‌داری بر میزان مصرف خوراک در کل دوره پرورش نداشتند. با این حال، در دوره پایانی، استفاده از ۱٪ اسپیرولینا موجب افزایش معنی‌دار وزن بدن جوجه‌ها نسبت به گروه شاهد گردید. همچنین، تیمار حاوی ۱٪ اسپیرولینا در مقایسه با تیمار حاوی ویتامین E، موجب کاهش ضریب تبدیل خوراک و در نتیجه بهبود کارایی رشد شد (نظمی و همکاران، ۱۴۰۳).

بررسی‌ها نشان داده‌اند که استفاده از سطوح مختلف اسپیرولینا (صفر، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ درصد) در طول دوره پرورش تأثیر معنی‌داری بر مصرف خوراک پرندگان ندارد. با این حال، افزودن این جلبک در سطوح مختلف موجب افزایش وزن جوجه‌های گوشتی نسبت به گروه شاهد شد، که بیشترین افزایش وزن مربوط به سطح ۱٪ بوده است. علاوه بر این، ضریب تبدیل خوراک در تیمارهای حاوی اسپیرولینا نسبت به گروه شاهد کاهش یافته و کارایی رشد بهبود یافته است (نظمی و همکاران، ۱۴۰۱).

ویژگی‌های لاشه

نتایج نشان می‌دهد که جوجه‌های تغذیه‌شده با ۰/۵٪ اسپیرولینا، دارای بازده لاشه، درصد سینه و وزن بورس فابرسیوس نسبت به وزن زنده بالاتری نسبت به گروه شاهد بودند (Abdelfatah et al., 2024) . افزودن اسپیرولینا با غلظت‌های مختلف به جیره، موجب افزایش وزن اندام‌های ایمنی شامل طحال، تیموس و بورس فابرسیوس شد که بیانگر نقش تقویت‌کننده ایمنی این مکمل در جوجه‌های گوشتی است (Khadanga et al., 2023). افزودن ۱g اسپیرولینا به همراه ۱g کلرلا در هر kg خوراک باعث افزایش معنی‌دار درصد لاشه تا ۸۳/۲۹٪ شد، که این مقدار نسبت به سایر تیمارها بالاتر بود. افزودن ریزجلبک‌ها اسپیرولینا و کلرلا (بصورت تکی یا ترکیبی) منجر به کاهش درصد چربی شکمی در لاشه جوجه‌های گوشتی گردید. درصد غده تیموس و بورس فابرسیوس با افزودن جلبک‌ها بصورت تکی یا بصورت ترکیبی (اسپیرولینا و کلرلا) افزایش یافت (Zanaty et al.,2024).

تحقیقات انجام‌شده نشان می‌دهد که افزودن اسپیرولینا به میزان ۰/۱٪ و ۰/۲٪ به جیره‌های کم‌پروتئین، تأثیر معنی‌داری بر راندمان لاشه نداشته است (Yalç nkaya et al., 2024). راندمان لاشه در جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با تیمارهای حاوی مخلوط ۱٪ اسپیرولینای انکپسوله‌شده و سطوح مختلف جلبک اسپیرولینا (۰/۳۳٪ ۰/۶۶٪ و۱٪) نسبت به سایر تیمارها بالاتر بود. همچنین، تغذیه جوجه‌ها با تیمار حاوی ۰/۶۶ و یک درصد اسپیرولینای انکپسوله‌شده موجب افزایش درصد سینه آن‌ها در مقایسه با گروه شاهد گردید(جویا و همکاران، ۱۳۹۹). مطالعات نشان می‌دهد که استفاده همزمان از ۰/۱٪ اسپیرولینا و ۰/۰۵٪ پروبیوتیک، بطور معنی‌داری درصد چربی حفره شکمی را در مقایسه با تیمار حاوی ۱٪ اسپیرولینا کاهش داده است (السادات ذوالنوری و همکاران، ۱۴۰۲). بازده لاشه و ران جوجه‌ها تحت تأثیر سطوح مختلف اسپیرولینای جیره قرار نگرفت، اما بازده سینه مشابه شرایط دمای عادی، تحت تأثیر سطوح مختلف اسپیرولینا قرار گرفته و در سطوح ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ درصد، بطور معنی‌داری نسبت به گروه شاهد و تیمار ویتامین E بهبود یافت. همچنین، وزن نسبی چربی محوطه بطنی در پرندگان تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی ۰/۷۵٪ و ۱٪ اسپیرولینا بطور معنی‌داری نسبت به گروه شاهد کاهش نشان داد. از سوی دیگر، وزن نسبی کبد در پرندگان گروه شاهد بطور معنی‌داری بیشتر از پرندگان تغذیه‌شده با سطوح ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ درصد اسپیرولینا و نیز گروه دریافت‌کننده ویتامین E بود (نظمی و همکاران، ۱۴۰۳). بررسی‌ها نشان داده‌اند که افزودن جلبک اسپیرولینا در سطوح ۰/۷۵٪ و یک درصد به جیره، موجب افزایش وزن نسبی لاشه و سینه در مقایسه با گروه شاهد می‌شود. با این حال، وزن نسبی کبد، پانکراس و چربی محوطه بطنی تحت تأثیر سطوح مختلف اسپیرولینا قرار نگرفت(نظمی و همکاران، ۱۴۰۱).

خصوصیات بیوشیمیایی خون

پژوهش‌ها نشان می‌دهد که افزودن عصاره *Spirulina platensis* (SPE) به جیره جوجه‌های گوشتی در هر دو سطح مورد استفاده ۳۰ g و ۵۰ g در هر kg جیره از روز صفر تا پایان دوره آزمایش، تغییر معنی‌داری در سطح سرمی کلسترول تام، تری‌اسیل‌گلیسرول‌ها یا مالون‌آلدئید بین گروه‌های آزمایشی ایجاد نکرد. جوجه‌هایی که با رژیم‌های غذایی حاوی ترکیب اسپیرولینا و کلرلا تغذیه شدند (۰/۵ g اسپیرولینا + ۰/۵ g کلرلا در kg جیره ؛ T6) و (۱g اسپیرولینا + ۱g گرم کلرلا در kg جیره؛ T7) ، بطور معنی‌داری مقادیر پروتئین کل، آلبومین و گلوبولین را افزایش داده و نسبت A/G را در مقایسه با گروه کنترل کاهش دادند. همچنین، مصرف منفرد یا ترکیبی اسپیرولینا و کلرلا در سطح ۱g اسپیرولینا + ۱g کلرلا در kg جیره باعث کاهش لیپیدهای کل، کلسترول کل و LDL نسبت به گروه کنترل شد، در حالیکه HDL افزایش یافت. سطح آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز (GPx) نیز با افزودن ترکیب اسپیرولینا و کلرلا در هر دو تیمار T6 و T7 نسبت به سایر تیمارها افزایش یافت. علاوه بر این، مصرف منفرد یا ترکیب آن‌ها بطور معنی‌دار غلظت مالون دی‌آلدهید (MDA) را نسبت به گروه کنترل کاهش داد (Zanaty et al.,2024).

استفاده از پودر اسپیرولینا (۵۰٪ اسپیرولینا + ۵۰٪ مکمل صنعتی؛ T2) در جیره جوجه‌های گوشتی باعث افزایش معنی‌دار سطح گلوکز خون، لیپوپروتئین HDL و LDL، پروتئین کل و آلبومین و همچنین کاهش معنی‌دار کلسترول و تری‌گلیسرید گردید (شکوری و همکاران، ۱۳۹۷). پرندگانی که با جیره حاوی ۰/۱٪ اسپیرولینا تغذیه شدند، کاهش معنی‌داری در درصد هتروفیل و نسبت هتروفیل به لنفوسیت، در مقایسه با گروه کنترل که جیره فاقد اسپیرولینا دریافت کرده بود، نشان دادند. با این حال، تنها مصرف پروبیوتیک منجر به کاهش قابل توجه غلظت سرمی کلسترول HDL وLDL در پرندگان شد (السادات ذوالنوری و همکاران، ۱۴۰۲). بیشترین غلظت کلسترول و تری‌گلیسرید در گروه تغذیه‌شده با تیمار کنترل (بدون افزودنی) و کمترین غلظت آن‌ها در پرندگانی مشاهده شد که با جیره حاوی ۰/۹٪ اسپیرولینای انکپسوله‌شده تغذیه شدند. تیمارهای حاوی ۰/۳، ۰/۶ و ۰/۹٪ پودر جلبک اسپیرولینای انکپسوله، بطور معنی‌داری سطح VLDL کمتری نسبت به گروه شاهد نشان دادند. افزودن ۰/۶٪ یا ۰/۹٪ پودر جلبک اسپیرولینای انکپسوله به جیره جوجه‌های گوشتی، بطور معنی‌داری موجب کاهش غلظت LDL خون نسبت به گروه کنترل گردید. همچنین، جوجه‌های تغذیه‌شده با تیمار حاوی ۰/۶٪ پودر اسپیرولینای اکپسوله، تعداد گلبول قرمز بیشتری نسبت به گروه شاهد داشتند. با این حال، تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر تعداد گلبول‌های سفید جوجه‌های گوشتی نشان ندادند (حاجاتی و شکوری، ۱۴۰۲).

وضعیت آنتی‌اکسیدانی خون

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل (TAC) در گروه‌های تغذیه‌شده با جیره حاوی اسپیرولینا، نسبت به گروهی که تنها جیره پایه دریافت کرده بود، بطور معنی‌داری افزایش یافت. فعالیت آنزیم کاتالاز در گروه‌هایی که ۰/۳ و ۰/۵٪ اسپیرولینا دریافت کردند، نسبت به گروه کنترل و گروه دریافت‌کننده ۰/۱٪ اسپیرولینا، بطور معنی‌داری افزایش یافت. همچنین، فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (SOD) در تمام گروه‌های دریافت‌کننده اسپیرولینا، بطور معنی‌داری بالاتر از گروه کنترل بود (Abdelfatah et al.,. 2024). مطالعات نشان می‌دهد افزودن *Spirulina platensis* (۱۰g در ازای هر کیلوگرم جیره) بطور معنادار موجب افزایش سطح GSH و فعالیت آنزیم SOD و در عین حال کاهش سطح CP و MDA در پلاسما گردید که در تیمارهایی که اسپیرولینا دریافت کرده و به آن‌ها سویه *E. coli* تزریق شده بود، سطح GSH و SOD به ترتیب تقریباً ۱/۴ و ۱/۶برابر نسبت به گروه کنترل کاهش یافت. همچنین، سطوح CP و MDA در جوجه‌های آلوده به *E. coli* نسبت به جوجه‌های غیرآلوده بطور معنادار تقریباً دو برابر افزایش یافت (Khadanga et al ., 2023). افزودن اسپیرولینا پلاتنسیس منجر به کاهش شاخص استرس اکسیداتیو (OSI) شد و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی CAT در کبد، SOD در کبد، GPX در کبد و در گوشت سینه را به‌طور معنی‌داری افزایش داد (Yalç nkaya et al., 2024).

یافته های ایمنی شناسی

مطالعات نشان می‌دهد در گروه شاهد بیان مثبت ایمونوهیستوشیمی iNOS در سلول‌های کریپت و تعدادی از لکوسیت‌ها مشاهده شد. با این حال، در گروه‌های تیمارشده با ریز جلبک اسپیرولینا شدت بیان iNOS در سلول‌های کریپت و لکوسیت‌ها کاهش را نشان داد.(Abdelfatah et al.,2024) تیمار جوجه‌های گوشتی با عصاره *Spirulina platensis* در سطوح ۳۰g/kg و ۵۰g/kg باعث افزایش معنی‌دار غلظت ایمونوگلوبولین‌های IgG و IgM در هر دو گروه تیماری نسبت به گروه شاهد گردید. همچنین، بین گروه‌های مختلف، تفاوت معنی‌داری در غلظت سرمی اینترفرون-گاما (IFN-γ) و فاکتور رشد شبه‌انسولینی-۱ (IGF-1) مشاهده نشد (Ahmed et al ., 2022). افزودن *Spirulina platensis* بطور معنی‌دار موجب کاهش اثرات نامطلوب عفونت *E. coli* بر شاخص‌های ایمنی در جوجه‌های آلوده گردید(Yalç nkaya et al., 2024) . تغذیه جوجه‌های گوشتی با پودر جلبک اسپیرولینا انکپسوله شده در سطوح ۰/۳٪ و ۰/۶٪ جیره باعث افزایش پاسخ ایمنی، شامل عیار آنتی‌بادی‌های IgM، IgG و آنتی‌بادی تام در سن ۴۲ روزگی شد (حاجاتی و شکوری، ۱۴۰۲).

یافته‌های بافت شناسی رود

نتایج نشان داده است که در گروه کنترل، علاوه بر نفوذ لکوسیت‌ها در زیرمخاط ، نکروز، کوتاه شدن پرزها و چسبندگی نیز مشاهده شد. در گروه ۲، نفوذ لکوسیتی در مخاط روده نیز قابل مشاهده بود. در گروه ۳، پرزهای روده نشانه‌های التهاب پراکنده خفیف (mild diffuse enteritis) را نشان دادند و شدت ضایعات نسبت به گروه‌های شاهد و ۲ کاهش یافته بود. در گروه چهار، ضایعات بافت‌شناسی روده مشابه گروه کنترل مشاهده شد (Abdelfatah et al .,2024). بررسی‌های انجام شده اثبات کردهاند که ارتفاع ویلی‌ها در گروهی که ۱/۵٪ اسپیرولینا دریافت کرده بود، افزایش یافته بود. همچنین، عمق کریپت‌ها در بخش دوازدهه روده در جوجه‌های تیمار شده نسبت به گروه کنترل بطور معنی‌دار بیشتر بود. این افزایش طول و عرض ویلی‌ها باعث افزایش قابل توجه جذب موادمغذی و در نتیجه بهبود عملکرد رشد جوجه‌ها گردید (Khadanga et al., 2023). داده‌ها نشان دادند که افزودن اسپیرولینا، کلرلا یا ترکیب آن‌ها موجب افزایش معنی‌دار ارتفاع ویلی‌ها در دئودنوم، ژژنوم و ایلئوم شده است. بیشترین افزایش در رژیم T7 (۱g اسپیرولینا + ۱g کلرلا به ازای هر کیلوگرم جیره) در مقایسه با گروه کنترل (T1) که مقادیر آن μm بود، مشاهده شد ؛ این نتایج مربوط به جوجه‌هایی است که با ۱g *Spirulina platensis* و ۱g CV به ازای هر کیلوگرم جیره تغذیه شده‌اند (Zanaty et al .,2024). استفاده از پروبیوتیک به‌تنهایی در جیره موجب افزایش معنی‌دار طول ویلی‌ها و نسبت طول ویلی به عمق کریپت در مقایسه با جیره فاقد افزودنی شد. در ژنوم، جوجه‌هایی که جیره حاوی ۰/۰۵٪ اسپیرولینا همراه با پروبیوتیک دریافت کردند، دارای ویلی‌های بلندتری نسبت به گروه‌های دریافت‌کننده تنها پروبیوتیک یا فاقد اسپیرولینا بودند. همچنین، در این ناحیه، مکمل‌سازی با ۰/۱٪ اسپیرولینا و پروبیوتیک نسبت به تیمار حاوی ۰/۱٪ اسپیرولینا بدون پروبیوتیک باعث افزایش نسبت طول ویلی به عمق کریپت گردید. در ایلئوم نیز، مصرف اسپیرولینا و پروبیوتیک به ترتیب موجب افزایش طول ویلی و نسبت ویلی به عمق کریپت نسبت به جیره‌های کنترل شد(السادات ذوالنوری و همکاران، ۱۴۰۲).

جمعیت میکروبی روده

شمار لاکتوباسیلوس‌ها در روده جوجه‌هایی که در جیره آن‌ها از اسپیرولینا در سطوح مختلف استفاده شد، در مقایسه با گروه کنترل بطور معنی‌داری افزایش یافت (Abdelfatah et al.,. 2024). نتایج پژوهش‌ها نشان داد که مقادیر لگاریتمی شمار *E. coli* و Salmonella در روده تمامی پرندگانی که جیره حاوی اسپیرولینا دریافت کردند، نسبت به گروه کنترل بطور معنی‌داری کاهش یافت. همچنین میزان لاکتوباسیلوس‌ها در تیمارهایی که اسپیرولینا دریافت کرده بودند، بیشتر بود (Khadanga et al., 2023). افزودن *Spirulina platensis* موجب افزایش معنی‌دار

اسیدیته روده و مهار رشد Salmonella و *E. coli* شد، در حالیکه جمعیت باکتری‌های اسید لاکتیک (LAB) بطور قابل توجهی افزایش یافت. جوجه‌های آلوده به *E. coli* افزایش معنی‌دار در pH روده و جمعیت Salmonella و *E. coli*، همراه با کاهش قابل توجه در تعداد باکتری‌های اسید لاکتیک را نشان دادند (Khadanga et al., 2023). جمعیت Coliforms در جوجه‌هایی که با تیمارهای حاوی آنتی‌بیوتیک، یک درصد اسپیرولینای انکپسوله شده و یک درصد اسپیرولینا تغذیه شدند، نسبت به گروه شاهد کمتر بود. بیشترین تراکم لاکتوباسیل‌ها در روده جوجه‌هایی مشاهده شد که جیره آن‌ها شامل سطوح مختلف اسپیرولینای انکپسوله شده (۰/۶۶٪ و ۱٪) و اسپیرولینا (۰/۶۶٪ و ۱٪) بود (جویا و همکاران، ۱۳۹۹). نتایج بررسی جمعیت میکروبی سکوم نشان داد که تعداد کل باکتری‌ها، Lactobacillus و *Escherichia coli* در بین گروه‌های مختلف جوجه‌های تیمار شده با ریزجلبک *Spirulina platensis* اختلاف معنی‌داری نداشت (نظمی و همکاران، ۱۴۰۳). مطالعات گزارش کرده‌اند که با افزایش سطح جلبک در جیره، روند افزایشی غیرمعنی‌داری در جمعیت Lactobacillus مشاهده می‌شود، در حالیکه جمعیت *E. coli* در سکوم جوجه‌های تغذیه‌شده با سطوح ۰/۵، ۰/۷۵ و یک درصد جلبک بطور معنی‌داری نسبت به گروه شاهد کاهش یافته است (نظمی و همکاران، ۱۴۰۱).

تاثیر بر ترکیب گوشت و محتوای اسیدهای چرب

در روز ۳۵، جوجه‌هایی که با اسپیرولینا و کلرلا بصورت منفرد یا ترکیبی تغذیه شدند، گوشت سینه و ران، افزایش و کاهش درصد پروتئین و چربی را به ترتیب نشان دادند. همچنین، مصرف این میکروجلبک‌ها منجر به افزایش محتوای اسیدهای چرب غیراشباع از جمله لینولئیک، لینولنیک، آراشیدونیک و DHA در گوشت سینه و ران و افزایش اسیدپالمیتیک و اولئیک در گوشت ران شد (Zanaty et al ., 2024). سطوح مختلف اسپیرولینا در جیره‌های با پروتئین نرمال یا کاهش‌یافته، تأثیری بر محتوای اسیدهای چرب و استرهای متیل‌شده در گوشت سینه نداشت. نسبت اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳ و درصد اسیدهای استئاریک، آراشیدونیک، γ-لینولنیک و ایکوزاپنتانوئیک نیز تحت تأثیر سطح پروتئین قرار نگرفت (Yalç nkaya et al ., 2024).

نتیجه گیری

استفاده از *Spirulina platensis* به‌عنوان مکمل جیره جوجه‌های گوشتی، به ویژه در سطوح ۰/۵ تا ۱ درصد، بطور معنی‌داری عملکرد رشد، ضریب تبدیل غذایی، کیفیت لاشه، ویژگی‌های ایمنی و وضعیت آنتی‌اکسیدانی خون را بهبود می‌بخشد. ترکیب اسپیرولینا با کلرلا یا پروبیوتیک موجب افزایش وزن بدن، کاهش چربی لاشه، بهبود ساختار روده و افزایش جمعیت لاکتوباسیلوس‌ها و کاهش باکتری‌های مضر مانند *E. coli* و Salmonella می‌شود. علاوه بر این، افزودن اسپیرولینا باعث افزایش درصد پروتئین و اسیدهای چرب غیراشباع در گوشت و بهبود شاخص‌های بیوشیمیایی خون می‌گردد. با توجه به نتایج، اسپیرولینا مکمل طبیعی و ایمن برای بهبود عملکرد تولیدی، سلامت روده و کیفیت گوشت جوجه‌های گوشتی است. پیشنهاد می‌شود تحقیقات آینده به بررسی اثرات طولانی‌مدت، تعامل با سایر مکمل‌ها و مکانیزم‌های مولکولی و آنتی‌اکسیدانی اسپیرولینا بپردازد تا بهینه‌ترین دوز و ترکیب آن تعیین گردد.

منابع:

۱. السادات ذوالنوری، ش. فضیلتی، م. صلواتی، ح. ۱۴۰۲. تأثیر جایگزینی پودر جلبک اسپیرولینا(آرتروسپیرا پلاتنسیس) با پرمیکس‌های ویتامینه-معدنی بر رشد، عملکرد و فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی. نشریه علمی زیست‌شناسی جانوری تجربی، ۳، ۶۵-۷۲.

۲. جویا، م. عشایری زاده، ا. دستار، ب. ۱۳۹۹. تأثیر میکروجلبک اسپیرولینا و پروبیوتیک باسیلوس سوبتیلیس بر خصوصیات لاشه، مورفولوژی روده و فراسنجه‌های خون جوجه‌های گوشتی. فصلنامه علمی پژوهشی محیط زیست جانوری، ۱، ۸۷-۹۴.

۳. حاجاتی، ح. شکوری، م. ۱۴۰۲. تأثیر تغذیه سطوح مختلف میکروجلبک اسپیرولینا پلاتنسیس کپسوله شده بر قابلیت هضم مواد مغذی، پاسخ ایمنی و برخی فراسنجه‌های خونی در جوجه‌های گوشتی. نشریه علوم دامی ایران، ۵۴(۱)، ۶۱-۷۵.

۴. شکوری، م. رضایی، م. چاشنی دل، ی. ۱۳۹۷. تأثیر تغذیه پودر جلبک اسپیرولینا ریزپوشانی شده برعملکرد، خصوصیات لاشه و جمعیت میکروبی روده جوجه‌های گوشتی. پژوهش‌های تولیدات دامی، ۱۹، ۸-۱۶.

۵. نظمی، ف. میرقلنج، س. دانشیار، م. کریمی ترشیزی، م. پیوستگان، س. حاجاتی، ح. ۱۴۰۱. اثرات استفاده از پودر خشک ریز جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس (Arthrospira platensis) بر عملکرد رشد، خصوصیات لاشه و جمعیت میکروبی سکوم جوجه‌های گوشتی. نشریه پژوهش‌های علوم دامی، (۳۲)۸۳،۳-۹۵.

۶. نظمی، ف. میرقلنج، س. دانشیار، م. کریمی ترشیزی، م. پیوستگان، س. حاجاتی، ح. ۱۴۰۳. تأثیرسطوح مختلف ریز جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس (Arthrospira platensis) بر عملکرد رشد، خصوصیات لاشه، جمعیت میکروبی روده و پاسخ ایمنی جوجه‌های گوشتی در شرایط تنش گرمایی و مقایسه آن با مکمل ویتامین E. نشریه پژوهش‌های علوم دامی ایران. (۱۶)۲، ۱۸۷-۲۰۲.

7. Abdelfatah, S. H., A. M. Yassin, M. S. Khattab, A. S. Abdel-Razek, and A. H. Saad. 2024. Spirulina platensis as a growth booster for broiler; Insights into their nutritional, molecular, immunohistopathological, and microbiota modulating effects. BMC Veterinary Research 20(1):11.

8. Ahmed, M. M., M. A. Abdel El Deim, S. Orabi, I. S. Abu-Alya, and H. ElBasuni. 2022. Enhancement effect of Spirulina platensis extract on broiler chicks' growth performance and immunity. Journal of Current Veterinary Research 4(1):156-167.

9. Khadanga, A., K. Sethy, S. Samantaray, P. Ray, N. Panda, S. Mishra, M. Naik, and S. Tripathy. 2023. Effect of Spirulina on growth, immunity, gut bacterial load and histopathology of broiler birds. Indian J. Anim. Sci 93:815-820.

10. Yalç nkaya, H., S. Yalç n, M. S. Ramay, E. E. Onbaş lar, B. Bak r, F. K. E. Elibol, S. Yalç n, A. A. Shehata, and S. Basiouni. 2024. Evaluation of Spirulina platensis as a Feed Additive in Low-Protein Diets of Broilers. International Journal of Molecular Sciences 26(1):24.

11. Zanaty, G., M. Abouelnaga, E. Lila, and E. Hussien. 2024. Effect of dietary alga on broiler chick's growth performance, meat composition and their fatty acids content, blood biochemistry and some intestinal histomorphological measurements. Menoufia Journal of Animal Poultry and Fish Production 8(6):75-101.

The Role of Polyunsaturated Fatty Acids in Regulating Gene Expression in Dairy Cows

Saman Chalaki*[1], Borim Emtaj[2], Miroslav Oručevic[3], Leny Van Erp[4], Sasan Chalaki[5]

1.Ph.D. Student in Animal and Poultry Physiology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

2.Department of Agricultural, Food and Nutritional Science, University of Alberta, Canada

3.University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Novi Sad, Serbia

4.Department of Animal Husbandry, HAS Green Academy, The Netherlands

5.Ph.D. Student in Animal and Poultry Physiology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

* samanchalaki@gmail.com

Abstract

Polyunsaturated fatty acids (PUFAs), particularly the n-3 and n-6 families, function not only as structural and energetic components but also as molecular regulators of metabolism, immunity, and reproduction in dairy cows. n-3 PUFAs enhance hepatic energy balance and health during the transition period by activating fatty acid oxidation pathways, downregulating lipogenic gene expression, and inhibiting inflammatory signaling. In the endometrial tissue, these fatty acids reduce the expression of genes involved in prostaglandin synthesis, thereby decreasing luteolysis, prolonging corpus luteum lifespan, and improving pregnancy maintenance. The gene expression modulation induced by PUFA also contributes to reduced uterine inflammation and improved conception rates. These findings suggest that dietary adjustment of the n-6 to n-3 PUFA ratio may serve as an effective nutrigenomic strategy to enhance physiological health and reproductive performance in dairy cattle.

Keywords:

Unsaturated fatty acids, Gene expression, Molecular pathways, Dairy cow, Reproductive performance

دو فصلنامه علمی تخصصی
اتحادیه انجمن‌های علمی دانشجویی علوم دامی وصنایع غذایی ایران

نقش اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه در تنظیم بیان ژن در گاوهای شیری

سامان چالاکی*[1]، بوریم امتاج[2]، میروسلاو اوروشویچ[3]، لنی ون ارپ[4]، ساسان چالاکی[5]
۱. دانشجوی دکتری فیزیولوژی دام و طیور، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران
۲. گروه علوم کشاورزی، غذا و تغذیه، دانشگاه آلبرتا، ادمونتون، آلبرتا ، کانادا
۳. دانشگاه نووی ساد، دانشکده کشاورزی، گروه علوم دامی، نووی ساد، صربستان
۴. گروه دامپروری، آکادمی سبز HAS، هلند
۵. دانشجوی دکتری تغذیه طیور، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران
*Samanchalaki@gmail.com

چکیده:
اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه (PUFA)، به‌ویژه خانواده‌های n-3(امگا-۳) و n-6(امگا-۶)، علاوه بر نقش ساختاری و انرژی‌زایی، به‌عنوان تنظیم‌کننده‌های مولکولی در متابولیسم، ایمنی و تولیدمثل گاوهای شیری عمل می‌کنند. اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه، به ویژه n-3 با فعال‌سازی مسیرهای اکسیداسیون چربی، کاهش بیان ژن‌های لیپوژنیک و مهار مسیرهای التهابی، به بهبود تعادل انرژی و سلامت کبدی در دوره انتقالی کمک می‌کنند. همچنین این ترکیبات در بافت اندومتر، با کاهش بیان ژن‌های مرتبط با سنتز پروستاگلاندین‌ها، موجب کاهش لوتئولیز، افزایش طول عمر جسم زرد و بهبود نگهداری بارداری می‌شوند. تنظیم بیان ژن در پاسخ به PUFA، زمینه‌ساز کاهش التهاب رحمی و افزایش نرخ آبستنی است. این یافته‌ها نشان می‌دهد که اصلاح نسبت n-6 به n-3 در جیره غذایی می‌تواند از طریق اثرات نوتری‌ژنتیکی، راهکاری مؤثر در ارتقاء سلامت فیزیولوژیک و عملکرد تولیدمثلی گاوهای شیری باشد.

کلمات کلیدی:
بیان ژن، مسیرهای مولکولی، عملکرد تولیدمثلی

مقدمه

تغذیه و ژنتیک در نشخوارکنندگان پیوندی پیچیده دارند و تعامل این دو حوزه امروزه به‌عنوان نوتری‌ژنومیکس یا ژنومیک تغذیه (Nutrigenomics) شناخته می‌شود. در گاوهای شیری، تغییرات جیره غذایی می‌تواند از طریق تعدیل بیان ژن، ساختار غشاهای سلولی و مسیرهای سیگنالینگ مولکولی، اثرات قابل‌توجهی بر متابولیسم، ایمنی و تولیدمثل بگذارد. به‌ویژه اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه (PUFA) شامل خانواده‌های n-3 (اُمگا ۳) و n-6 (اُمگا ۶) از مهمترین ترکیبات غذایی هستند که فراتر از نقش انرژی‌زایی، در تنظیم مسیرهای فیزیولوژیک و مولکولی عمل می‌کنند (Bauman & Griinari., 2003). PUFA از طریق تغییر ساختار غشای فسفولیپیدی سلول‌ها، فراهم کردن پیش‌سازهای مهم برای سنتز ایکوسانوئیدها مانند پروستاگلاندین‌ها و لکوترین‌ها، و همچنین فعالسازی گیرنده‌های هسته‌ای مانند گیرنده‌های فعال‌شونده تکثیر پروکسی‌زوم (PPAR)، نقش مهمی در تنظیم بیان ژن ایفا می‌کنند (Sordillo et al., 2009). مطالعات نشان داده‌اند که اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه n-3 مانند آلفا-لینولنیکاسید (ALA)، ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA) و دوکوزاهگزانوئیک اسید (DHA) می‌توانند از طریق مهار مسیر NFκB تولید سایتوکاین‌های التهابی را کاهش دهند، در حالیکه اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه n-6 مانند لینولئیک اسید (LA) و آراشیدونیک اسید (AA) پیش‌سازهای پروستاگلاندین‌های التهابی هستند (Mattos et al., 2000). در گاوهای شیری، PUFA علاوه بر اثرات متابولیکی، نقش تعیین‌کننده‌ای در عملکرد تولیدمثلی دارند. ترکیب غشای سلولی اندومتر رحم و بیان ژن‌های مرتبط با سنتز پروستاگلاندین‌ها مانند COX2، PGFS و PGES تحت تأثیر این اسیدهای چرب تغییر می‌کند و می‌تواند فرآیند لوتئولیز را مهار کرده و از بارداری حمایت کند (Mattos et al., 2003). به همین دلیل تغییر نسبت n-6 به n-3 در جیره غذایی یک استراتژی مهم برای بهبود نرخ باروری در گاوهای شیری محسوب می‌شود (Ambrose et al., 2006). علاوه بر این، PUFA اثرات ژنتیکی خود را در کبد به‌عنوان مرکز اصلی متابولیسم لیپیدها نیز اعمال می‌کنند. در گاوهای دوره انتقالی، تغییر بیان ژن‌های کلیدی متابولیسم چربی مانند FASN (Fatty Acid Synthase)، SCD (Stearoyl-CoA Desaturase)، ACC (Acetyl-CoA Carboxylase) و ژن‌های مسیر elongation مانند ELOVL تحت تأثیر ترکیب PUFA قرار می‌گیرد (Loor et al., 2005). این تغییرات می‌توانند سلامت کبدی و تعادل انرژی را در اوایل شیردهی بهبود دهند. تغذیه n-3 بیشتر موجب کاهش بیان ژن‌های القاکننده پروستاگلاندین در رحم و همچنین بهبود بیان ژن‌های کبدی مرتبط با اکسیداسیون چربی شد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که PUFA نه تنها به‌عنوان منبع انرژی بلکه به‌عنوان تنظیم‌کننده‌های مولکولی (Metabolic Modulators) عمل می‌کنند (Silvestre et al., 2011).

مکانیزم‌های مولکولی اثر PUFA

اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه (PUFA) به‌ویژه خانواده‌های n-3 و n-6 علاوه بر تأمین انرژی و ایفای نقش ساختاری در غشاهای سلولی، بطور مستقیم در تنظیم بیان ژن و مسیرهای مولکولی نقش دارند. از مهمترین مسیرهای اثرگذاری این اسیدهای چرب، فعال‌سازی گیرنده‌های هسته‌ای به‌ویژه گیرنده‌های فعال‌شونده تکثیر پروکسی‌زوم (PPARs) است که شامل سه ایزوفرم اصلی PPARα، PPARγ و PPARβ/δ می‌باشند. PPARα عمدتاً در کبد و قلب و عضلات اسکلتی بیان شده و با تحریک آن توسط PUFA، مسیرهای اکسیداسیون اسیدهای چرب فعال شده و سطح اسیدهای چرب آزاد در خون کاهش می‌یابد که این فرآیند در دوره اوایل شیردهی گاوهای شیری اهمیت زیادی دارد (Loor et al., 2005). PPARγ بافت چربی و سلول‌های ایمنی بیان شده و با فعال شدن توسط PUFA بیان ژن‌های دخیل در لیپوژنز و حساسیت به انسولین را تغییر داده و التهاب مزمن را مهار می‌کند، درحالیکه PPARβ/δ در عضلات و سایر بافت‌ها تنظیم‌کننده متابولیسم لیپید و ترمیم بافتی حضور دارد. علاوه بر این، PUFA به‌ویژه n-3 می‌توانند مسیر التهابی NFκB را مهار کنند؛ این مسیر در مواجهه با عوامل التهابی مانند لیپوپلی‌ساکارید فعال شده و تولید سایتوکاین‌های التهابی نظیر TNF-α، IL-1β و IL-6 را افزایش می‌دهد (Mattos et al., 2003). مطالعات نشان داده‌اند که PUFA n-3 از طریق جلوگیری از فسفریلاسیون زیرواحد مهاری IκB و کاهش انتقال NFκB به هسته، رونویسی ژن‌های التهابی را کاهش می‌دهند و در نتیجه تولید پروتئین‌های فاز حاد نظیر هپتوگلوبین و چسبندگی نوتروفیل‌ها کم می‌شود و التهاب در بافت‌های کبدی و رحمی کاهش می‌یابد. مکانیزم مهم دیگر PUFA، تأثیر بر سنتز پروستاگلاندین‌هاست؛ اسید آراشیدونیک (AA; C20:4n-6) به‌عنوان پیش‌ساز پروستاگلاندین F2α در اندومتر رحم نقش کلیدی در لوتئولیز دارد، در حالیکه n-3 مانند EPA و DHA با رقابت با AA برای آنزیم‌های COX و تغییر ترکیب غشای سلولی اندومتر باعث کاهش بیان ژن‌های COX2، PGFS وPGES شده و در نتیجه پالس‌های PGF2α کاهش یافته و نگهداری بارداری بهبود می‌یابد. همچنین PUFA از طریق ادغام در فسفولیپیدهای غشای سلولی، ویسکوزیته و عملکرد گیرنده‌های غشایی را تغییر داده و عملکرد raftهای لیپیدی دخیل در سیگنالینگ ایمنی و تولیدمثلی را تعدیل می‌کنند (Sordillo et al., 2009).

بیان ژن کبدی تحت تأثیر PUFA

کبد به‌عنوان مرکز اصلی متابولیسم لیپید و تنظیم انرژی در گاوهای شیری، به‌ویژه در دوره انتقالی، به ترکیب اسیدهای چرب دریافتی بسیار حساس است و مکمل‌سازی جیره با اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه می‌تواند بیان ژن‌های کلیدی متابولیسم چربی مانند FASN، SCD، ACC، ELOVL وCPT1A را تعدیل کند. مطالعات نشان داده‌اند که PUFA با تحریک گیرنده‌های PPARα بیان ژن‌های اکسیداسیون اسید چرب را افزایش و در مقابل بیان ژن‌های لیپوژنیک و التهابی را کاهش می‌دهند که این تغییرات باعث کاهش تجمع چربی‌های کبدی و بهبود تعادل انرژی در اوایل شیردهی می‌شود (Harvatine & Allen., 2006). تحلیل‌های ترنسکریپتومی نشان داد تغذیه PUFA موجب فعال شدن مسیرهای فسفرگیری اکسایشی و تجزیه اسید چرب و مهار مسیرهای لیپوژنز و پاسخ التهابی شد که نتیجه آن کاهش خطر کبد چرب و کتوزیس و بهبود عملکرد ایمنی بود (Bionaz et al., 2012). بطور کلی، PUFA از طریق تغییر ترکیب اسیدهای چرب کبد و تنظیم شبکه‌های ژنی مرتبط با متابولیسم و التهاب، سلامت کبدی را ارتقا داده و به‌عنوان استراتژی مؤثر تغذیه‌ای برای دوره انتقالی پیشنهاد می‌شود.

نقش تنظیم ژنی توسط PUFA در عملکرد فیزیولوژیک و تولیدمثلی گاوهای شیری

اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه (PUFA)، به‌ویژه n-3 و n-6، از طریق تنظیم بیان ژن در بافت‌های کلیدی مانند کبد و اندومتر رحم، اثرات مهمی بر متابولیسم، ایمنی و تولیدمثل گاوهای شیری دارند. در اندومتر، نسبت n-6/n-3 بر مسیر سنتز پروستاگلاندین‌ها اثرگذار است. اسید آراشیدونیک (AA) از خانواده n-6، پیش‌ساز پروستاگلاندین F2α بوده و افزایش آن باعث لوتئولیز و کاهش عمر جسم زرد می‌شود. در مقابل، اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه n-3 مانند EPA و DHA با رقابت برای آنزیم‌های COX، بیان ژن‌های COX2، PGFS، PGES، OTR وERS1 را کاهش داده و از این طریق موجب کاهش پالس‌های PGF2α، افزایش طول عمر جسم زرد و بهبود نگهداری بارداری می‌شوند (Thatcher et al., 2001). همچنین، ترکیب فسفولیپیدی اندومتر در پاسخ به اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه n-3 تغییر یافته و سیگنالینگ اکسیتوسین و التهاب را تعدیل می‌کند. از سوی دیگر، در کبد، اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه از طریق فعالسازی گیرنده PPARα، مسیرهای β-اکسیداسیون چربی را افزایش و بیان ژن‌های لیپوژنیک مانند FASN، ACC وSCD را کاهش می‌دهند (National Academies of Sciences and Medicine., 2021). این فرآیندها به کاهش غلظت NEFA و BHB خون، جلوگیری از تجمع چربی در کبد و بهبود وضعیت انرژی کمک می‌کنند. علاوه بر این، اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه مسیر التهابی NFκB را مهار کرده و از طریق کاهش بیان سایتوکاین‌های TNF-α، IL-6 و IL-1β، التهاب کبدی و رحمی را کاهش داده و در نتیجه عملکرد ایمنی در دوره بحرانی پس از زایمان بهبود می‌یابد (Silvestre et al., 2011).

نتیجه گیری

نتایج تحقیقاتی که در این بررسی مورد بررسی قرار گرفت، نشان می‌دهد که اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه، به ویژه امگا-۳ و امگا-۶، نقش مهمی در تنظیم بیان ژن‌ها و بهبود عملکرد متابولیک در گاوهای شیری ایفا می‌کنند. این اسیدها از طریق اثرات ضدالتهابی و تعدیل کننده متابولیسم چربی، قادر

به بهبود کیفیت و کمیت تولید شیر در گاوهای شیری هستند. همچنین، تغییرات در بیان ژن‌های مرتبط با التهاب، متابولیسم چربی، و سلامت روده، به‌عنوان عواملی که تأثیر مستقیم بر عملکرد گاوهای شیری دارند، شناسایی شده‌اند. با توجه به یافته‌های موجود، می‌توان نتیجه گرفت که افزودن اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه به رژیم غذایی گاوهای شیری، نه تنها به تنظیم بهتر پاسخ‌های التهابی کمک می‌کند، بلکه باعث بهبود فرآیندهای متابولیک و سلامت کلی دام نیز می‌شود. از این رو، استفاده از مکمل‌های غنی از PUFAs می‌تواند به‌عنوان یک استراتژی مؤثر برای بهینه‌سازی تولید شیر و سلامت دام در صنعت دامپروری مورد توجه قرار گیرد. با این حال، لازم است تحقیقات بیشتری در این زمینه صورت گیرد تا مکانیسم‌های دقیق‌تر و اثرات بلندمدت مصرف این اسیدهای چرب در گاوهای شیری مشخص گردد و بتوان راهکارهای بهینه‌ای برای استفاده از آن‌ها در صنعت دامپروری ارائه داد.

منابع

1. Bauman, D. E., & Griinari, J. M. (2003). Nutritional regulation of milk fat synthesis. *Annual Review of Nutrition*, *23*(1), 203-227.

2. Sordillo, L. M., Contreras, G. A., & Aitken, S. L. (2009). Metabolic factors affecting the inflammatory response of periparturient dairy cows. *Animal Health Research Reviews*, *10*(1), 53-63.

3. Mattos, R., Staples, C. R., & Thatcher, W. W. (2000). Effects of dietary fatty acids on reproduction in ruminants. *Reviews of Reproduction*, *5*(1), 38-45.

4. Ambrose, D. J., Kastelic, J. P., Corbett, R., Pitney, P. A., Petit, H. V, Small, J. A., & Zalkovic, P. (2006). Lower pregnancy losses in lactating dairy cows fed a diet enriched in α-linolenic acid. *Journal of Dairy Science*, *89*(8), 3066-3074

5.Loor, J. J., Dann, H. M., Everts, R. E., Oliveira, R., Green, C. A., Guretzky, N. A. J., Rodriguez-Zas, S. L., Lewin, H. A., & Drackley, J. K. (2005). Temporal gene expression profiling of liver from periparturient dairy cows reveals complex adaptive mechanisms in hepatic function. *Physiological Genomics*, *23*(2), 217-226.

6. Silvestre, F. T., Carvalho, T. S. M., Francisco, N., Santos, J. E. P., Staples, C. R., Jenkins, T. C., & Thatcher, W. W. (2011). Effects of differential supplementation of fatty acids during the peripartum and breeding periods of Holstein cows: I. Uterine and metabolic responses, reproduction, and lactation. *Journal of Dairy Science*, *94*(1), 189-204.

7. Harvatine, K. J., & Allen, M. S. (2006). Effects of fatty acid supplements on milk yield and energy balance of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *89*(3), 1081-1091.

8. Bionaz, M., Periasamy, K., Rodriguez-Zas, S. L., Everts, R. E., Lewin, H. A., Hurley, W. L., & Loor, J. J. (2012). Old and new stories: revelations from functional analysis of the bovine mammary transcriptome during the lactation cycle. *PloS One*, *7*(3), e33268.

9.Thatcher, W. W., Guzeloglu, A., Mattos, R., Binelli, M., Hansen, T. R., & Pru, J. K. (2001). Uterine-conceptus interactions and reproductive failure in cattle. *Theriogenology*, *56*(9), 1435-1450.

10.National Academies of Sciences and Medicine, E. (2021). Dry and Transition Cows. In *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*: *Eighth Revised Edition*. National Academies Press (US).

دبیر سرویس

سمیه محمدخانی
دانشجوی دکتری تخصصی علوم و مهندسی صنایع غذایی دانشگاه تبریز

مقالات علمی صنایع غذایی

فهرست بخش

درمان دیابت با پپتیدهای زیست‌فعال حاصل از منابع غذایی ۵۹
توسعه غذاهای فراسودمند مبتنی بر فلاونوئید برای تغذیه بیماران سرطانی ۶۶
باکتری‌های اسیدلاکتیک به‌عنوان نگهدارنده در موادغذایی تخمیر ۷۲

Treating diabetes with bioactive peptides from food sources

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

2. PhD student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz

* somaye.mohammadkhani1430@gmail.com

Abstract

Diabetes mellitus is a major public health concern associated with high mortality and reduced life expectancy. The alarming rise in the prevalence of diabetes is linked to several factors including sedentary lifestyle and unhealthy diet. Nutritional intervention and increased physical activity could significantly contribute to bringing this under control. Food-derived bioactive peptides and protein hydrolysates have been associated with a number health benefits. Several peptides with antidiabetic potential have been identified that could decrease blood glucose level, improve insulin uptake and inhibit key enzymes involved in the development and progression of diabetes. Dietary proteins, from a wide range of food, are rich sources of antidiabetic peptides. Thus, there are a number of benefits in studying peptides obtained from food sources to develop nutraceuticals. A deeper understanding of the underlying molecular mechanisms of these peptides will assist in the development of new peptide-based therapeutics. Despite this, a comprehensive analysis of the antidiabetic properties of bioactive peptides derived from various food sources is still lacking. Here, we review the recent literature on food-derived bioactive peptides possessing antidiabetic activity.

Keywords:

Hyperglycemia, Nutrients ,Protein

درمان دیابت با پپتیدهای زیست‌فعال حاصل از منابع غذایی

صمد بدبدک[1]، سمیه محمدخانی[2*]

۱.دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر، دانشگاه تبریز.

۲. دانشجوی دکتری زیست-فناوری موادغذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

*somaye.mohammadkhani1430@gmail.com

چکیده:

دیابت شیرین نگرانی عمده در سلامت عمومی است که با مرگ و میر بالا و کاهش امید به زندگی همراه است. افزایش نگران‌کننده شیوع دیابت با عوامل مختلفی از جمله سبک زندگی بی‌تحرک و رژیم غذایی ناسالم مرتبط است. مداخله تغذیه‌ای و افزایش فعالیت بدنی می‌تواند بطور قابل توجهی در کنترل این بیماری نقش داشته باشد. پپتیدهای زیست‌فعال مشتق از غذا و پروتئین‌های هیدرولیز شده با تعدادی از مزایای سلامتی مرتبط بوده‌اند. چندین پپتید با پتانسیل ضددیابتی شناسایی شده‌اند که می‌توانند سطح گلوکز خون را کاهش دهند، جذب انسولین را بهبود بخشند و آنزیم‌های کلیدی دخیل در ایجاد و پیشرفت دیابت را مهار کنند. پروتئین‌های غذایی حاصل از طیف وسیعی از موادغذایی، منابع غنی از پپتیدهای ضددیابتی هستند. بنابراین، مطالعه پپتیدهای بدست آمده از منابع غذایی برای توسعه موادمغذی فواید زیادی دارد. درک عمیق‌تر مکانیسم‌های مولکولی اساسی این پپتیدها به توسعه درمان‌های جدید مبتنی بر پپتید کمک خواهد کرد. با وجود این، هنوز تجزیه و تحلیل جامعی از خواص ضددیابتی پپتیدهای زیست فعال مشتق شده از منابع غذایی مختلف وجود ندارد. در اینجا، به بررسی متون اخیر در مورد پپتیدهای زیست فعال مشتق شده از غذا که دارای فعالیت ضددیابتی هستند، می‌پردازیم.

کلمات کلیدی:

پروتئین، موادمغذی، هایپرگلیسمی

مقدمه

دیابت شیرین یک اختلال متابولیک مزمن است که با هایپرگلیسمی مداوم همراه با مجموعه‌ای از اختلالات متابولیکی مشخص می‌شود. این بیماری از بزرگترین نگرانی‌های بهداشت عمومی جهانی است که باعث مرگ و میر بالا و کاهش امید به زندگی می‌شود. سه شکل شایع این اختلال عبارتند از دیابت شیرین نوع ۱ (T1DM)، دیابت شیرین نوع ۲ (T2DM) و دیابت شیرین بارداری (GDM). از این تعداد، دیابت نوع ۲ حدود ۹۰٪ موارد گزارش شده، ۵-۷٪ موارد دیابت نوع ۱ و ۲-۳٪ موارد دیابت بارداری را تشکیل می‌دهد. دیابت نوع ۱ شامل تخریب خودایمنی سلول‌های بتای پانکراس است که در نهایت منجر به کمبود انسولین می‌شود. از دست دادن تدریجی ترشح انسولین سلول‌های بتا همراه با مقاومت به انسولین، دیابت نوع ۲ را تشکیل می‌دهد. دیابت بارداری در سه ماهه دوم یا سوم بارداری تشخیص داده می‌شود. در سطح جهان، میزان ابتلا به دیابت با سرعت نگران‌کننده‌ای در حال افزایش است. فدراسیون بین‌المللی دیابت (IDF) شیوع جهانی دیابت را در سال ۲۰۱۹، ۹/۳٪ (۴۶۳ میلیون نفر) تخمین زده است که پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۰ به ۱۰/۲٪ (۵۷۸ میلیون نفر) و تا سال ۲۰۴۵ به ۱۰/۹٪ (۷۰۰ میلیون نفر) افزایش یابد. افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ در معرض خطر بالای ابتلا به سایر بیماری‌ها مانند بیماری‌های قلبی عروقی، فشار خون بالا، سکته مغزی، بیماری مزمن کبدی، بیماری مزمن کلیوی و سرطان هستند. طبق گزارش سازمان بهداشت جهانی (WHO)، دیابت اکنون در فهرست ۱۰ علت اصلی مرگ و میر در بزرگسالان قرار دارد و بار سنگینی را بر سیستم‌های بهداشت عمومی تحمیل می‌کند. این شیوع رو به افزایش دیابت با عوامل متعددی مانند سبک زندگی بی‌تحرک، پیری، افزایش شهرنشینی، رژیم غذایی ناسالم و افزایش فراگیر شاخص توده بدنی مرتبط است (Antony & Vijayan.,2021).

استراتژی‌های مختلفی برای کنترل و مدیریت دیابت از جمله دارو، رژیم غذایی سالم، فعالیت بدنی منظم و تغییر سبک زندگی به کار گرفته شده است. اکثریت داروهای ضددیابت که بطور گسترده استفاده می‌شوند عمدتاً بر تحریک ترشح انسولین از پانکراس یا بهبود جذب گلوکز تحریک شده توسط انسولین تمرکز دارند. دسته‌های اصلی داروهای ضددیابت مرسوم شامل سولفونیل اوره‌ها، بیگوانیدها، مهارکننده‌های α-گلوکوزیداز، آگونیست‌های گیرنده γ فعال شده با تکثیر پراکسی زوم (PPARγ)، مهارکننده‌های دی پپتیدیل پپتیداز IV (DPP IV) و مهارکننده‌های کو-ترانسپورتر سدیم-گلوکز-۲ (SGLT2) هستند (Padhi et al.,2020). این استراتژی‌های درمانی عموماً مقرون به صرفه هستند. با این حال، استفاده طولانی مدت از این داروها می‌تواند منجر به عوارض شدیدی از جمله هیپوگلیسمی،

استفراغ، نفخ، افزایش وزن احتمالی، ادم و مشکلات در سیستم قلبی عروقی و عصبی مرکزی شود. از این رو، نیاز مبرمی به شناسایی، توسعه و اجرای جایگزین‌های ایمن‌تر برای مقابله با این اختلال وجود دارد. از آنجاییکه دیابت ارتباط نزدیکی با سبک زندگی دارد، جای تعجب نیست که مداخله تغذیه‌ای و افزایش فعالیت بدنی می‌تواند نقش حیاتی در کاهش مشکلات مربوط به دیابت داشته باشد. انقباضات عضلانی ناشی از تمرینات بدنی، انتقال گلوکز خون توسط عضلات را مستقل از انسولین تحریک می‌کند و همچنین حساسیت به انسولین را بهبود می‌بخشد. شواهد زیادی از کارآزمایی‌های بالینی و مطالعات مشاهده‌ای بر اهمیت بالای غذا و الگوهای غذایی در پیشگیری و مدیریت دیابت تأکید کرده‌اند(Antony & Vijayan.,2021).

پپتیدهای زیست فعال به‌عنوان قطعات پپتیدی تعریف می‌شوند که در طول تجزیه پروتئولیتیک یا بلوغ پروتئین‌های عملکردی تولید می‌شوند. پپتیدهای زیست فعال مشتق شده از غذا، توالی‌های کوتاهی از ۲ تا ۵۰ اسید آمینه هستند که در ساختار اولیه پروتئین‌های غذایی جاسازی شده‌اند. عملکرد دقیق این پپتیدها به ترکیب اسید آمینه، توالی و طول آنها بستگی دارد. اکنون شواهد علمی رو به رشدی نشان می‌دهد که پپتیدها تعدادی از فرآیندهای فیزیولوژیکی را تنظیم می‌کنند و می‌توانند به‌عنوان عوامل ضددیابت، ضدفشارخون، ضدمیکروب، اوپیوئید، آنتی‌اکسیدان، ضدسرطان و تعدیل‌کننده سیستم ایمنی عمل کنند. تا به امروز، بیش از ۸۰ داروی پپتیدی برای اختلالات مختلف از جمله دیابت، سرطان، پوکی استخوان و اماس به بازار عرضه شده‌اند. علاوه بر این، چندین مورد در آزمایشات بالینی و پیش بالینی هستند. در این زمینه، تعداد زیادی از پپتیدهای زیست فعال دارای فعالیت ضددیابت از منابع غذایی مختلف از جمله شیر، تخم مرغ، ماهی، حبوبات، حبوبات و غلات استخراج شده‌اند. این پپتیدها با مهار آنزیم‌های اصلی مانند α-آمیلاز، α-گلوکوزیداز و DPP IV و همچنین عمل به‌عنوان آگونیست پپتید شبه گلوکاگون ۱ (GLP-1) سطح گلوکز خون را تنظیم می‌کنند (Hatanaka et al.,2012). تمرکز این بررسی، ارزیابی جامع دانش فعلی در مورد پپتیدهای زیست‌فعال مشتق‌شده از غذا با فعالیت ضد دیابتی است.

غذاهای فراسودمند و پپتیدهای زیست‌فعال

غذاهای فراسودمند به غذاهایی اطلاق می‌شود که فراتر از یک منبع تغذیه‌ای، مزایای بالقوه‌ای برای سلامتی دارند. مطالعات اپیدمیولوژیک اهمیت غذاهای رژیمی را در مدیریت و کاهش عوارض مرتبط با دیابت برجسته کرده‌اند. مصرف منظم این مواد از جمله غذاهای کامل، غذاهای غنی‌شده و پروبیوتیک‌ها، می‌توانند به کنترل قندخون، عملکرد سلول‌های بتای پانکراس، ترشح انسولین، تنظیم متابولیسم چربی و مدیریت وزن کمک کنند. پپتیدها به‌عنوان مولکول‌های سیگنال‌دهنده درونزا برای چندین فرآیند درون سلولی، نقطه شروع بسیار خوبی برای طراحی مولکول‌های دارویی جدید هستند. علاوه بر این، پپتیدها مولکول‌های بسیار گزینشی با قدرت و ایمنی بی‌نظیر در انسان هستند. مشخصات دارویی عموماً مطلوب پپتیدها، آنها را به دسته‌ای منحصر به فرد از ترکیبات دارویی تبدیل می‌کند. این امر منجر به رشد قابل توجه استفاده از پپتیدهای زیست فعال برای مدیریت اختلالات مزمن در سال‌های اخیر شده است. غذاهای فراسودمند سرشار از مواد شیمیایی گیاهی، ویتامین‌ها، موادمعدنی، فیبر، آنتی‌اکسیدان‌ها، اسیدهای چرب و پپتیدهای زیست فعال هستند. در حالیکه بسیاری از این ترکیبات بطور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته‌اند، پپتیدهای زیست فعال مشتق شده از غذا به دلیل قابلیت‌های تغذیه‌ای و فواید سلامتی‌شان مورد توجه قرار گرفته‌اند. این پپتیدها معمولاً در توالی پروتئین والد خود رمزگذاری می‌شوند و در طول بلوغ یا هیدرولیز شیمیایی، میکروبی یا آنزیمی آزاد می‌شوند (Antony & Vijayan.,2021).

در تعداد زیادی از موارد، نشان داده شده است که پپتیدهای زیست فعال آزاد شده از پروتئین والد دارای فعالیت زیستی هستند که ممکن است مشابه پروتئین والد باشد یا نباشد. تعداد بی‌شماری از پپتیدهای زیست‌فعال با فواید متعدد برای سلامتی از منابع غذایی مختلف شناسایی شده‌اند. منابع غذایی حیوانی که بیشترین بررسی را داشته‌اند شامل پروتئین‌های شیر، تخم‌مرغ و گوشت هستند. پپتیدهای زیست‌فعال همچنین از پروتئین‌های گیاهی مانند حبوبات، عدس، گندم، برنج، جو دوسر و دانه‌های کتان جدا شده‌اند. پروتئین‌های موجودات دریایی مانند ماهی، ماهی تن، ماهی سالمون، ماهی مرکب، صدف و خرچنگ نیز منابع عالی پپتیدهای زیست‌فعال هستند. پپتیدهای زیست‌فعال از منابع غذایی عمدتاً با هیدرولیز با استفاده از آنزیم‌های گوارشی مانند تریپسین و پپسین، تخمیر میکروبی و فرآوری مواد غذایی با ترشی انداختن، کنسرو کردن، خشک کردن و دودی کردن تولید می‌شوند. تاکنون مؤثرترین روش‌های مورد استفاده برای تولید پپتیدها از منابع غذایی شامل تخمیر میکروبی و هضم آنزیمی است (Padhi et al.,2020 ؛Antony & Vijayan.,2021).

تخمیر شامل کشت میکروب‌های پروتئولیتیک روی پروتئینی است که به تولید پپتیدهای کوتاه‌تر کمک می‌کند. این یک روش مقرون به صرفه برای تولید پپتیدهای زیست‌فعال طبیعی، به ویژه در صنعت لبنیات است. برخی از کشت‌های آغازگر ترجیحی مورد استفاده برای فرآیند تخمیر شامل مخمر، قارچ‌ها و میکروب‌هایی از جنس لاکتوباسیلوس هستند. مطالعات نشان داده‌اند که تخمیر علاوه بر بدست آوردن پپتیدهای زیست فعال، کیفیت عملکردی و تغذیه‌ای غذا را بهبود می‌بخشد که به نوبه خود فواید سلامتی متعددی را به همراه دارد. هضم پروتئین‌های غذایی با آنزیم پروتئولیتیک، رویکرد کارآمد دیگری برای آزادسازی پپتیدهای بالقوه فعال است. برخی از آنزیم‌های رایج مورد استفاده برای هیدرولیز شامل پپسین، تریپسین، کیموتریپسین، آلکالاز و

فلاورزیم هستند. این آنزیم‌ها پیوندهای پپتیدی را هیدرولیز کرده و پپتیدهایی با اندازه‌ها و خواص مختلف آزاد می‌کنند. در هر دو روش، زیست فعالی، اندازه و فراهمی زیستی پپتیدهای آزاد شده تا حد زیادی به زمان، درجه هیدرولیز، شرایط فرآوری، نسبت آنزیم-سوبسترا و پیش تیمار پروتئین‌ها بستگی دارد. قطعات پپتیدی آزاد شده از پروتئین‌های غذایی هیدرولیز شده معمولاً حاوی چندین پپتید فعال بیولوژیکی هستند که می‌توانند عملکرد فیزیولوژیکی را بطور مثبت تغییر داده و خطر بیماری را کاهش دهند. آنها همچنین می‌توانند اثرات مفیدی بر سیستم‌های غدد درون‌ریز، قلبی عروقی، گوارشی، عصبی و ایمنی داشته باشند (Korhonen & Pihlanto ،2006).

پپتیدهای ضددیابت حاصل از منابع غذایی

محصولات حیوانی

غذاهای لبنی : محصولات لبنی مانند شیر، پنیر، ماست و سایر غذاهای لبنی تخمیری، منابع غالب پپتیدهای زیست فعال هستند. پروتئین‌های شیر منبع متنوعی از پپتیدهای زیست فعال هستند زیرا دارای فواید سلامتی متعددی از جمله خواص ضددیابت، آنتی‌اکسیدانی، ضد فشارخون، ضدمیکروبی و تعدیل‌کننده سیستم ایمنی هستند. دو پروتئین اصلی موجود در شیر کازئین و آب پنیر هستند. هر دوی اینها به‌عنوان منابع غنی از پپتیدهای زیست فعال شناسایی شده‌اند. از آن جاییکه پپتیدها و هیدرولیزات‌های شیر می‌توانند به‌عنوان عوامل ضددیابت عمل کنند، توجه زیادی از جامعه علمی را به خود جلب کرده‌اند(Antony & Vijayan.,2021). شاید پرمصرف‌ترین شیر حیوانی از گاوها منشاء می‌گیرد. بنابراین، پتانسیل ضددیابتی پروتئین‌های شیر گاو و هیدرولیزات‌های آنها بطور گسترده مورد بررسی قرار گرفته است. تجویز خوراکی پروتئین‌های شیر گاو و هیدرولیزات‌های آنها بر روی موش‌های دیابتی، غلظت گلوکز خون، چربی‌های کل، تری گلیسیرید و کلسترول را بطور قابل توجهی کاهش داده و همچنین غلظت گلوبولین و لیپوپروتئین‌های با چگالی بالا (HDL) را افزایش داده است (El-Sayed et al.,2016). نشان داده شده است که تجویز شیر الاغ، زندهمانی سلول‌های بتا-پانکراس آسیب دیده در سلول‌های بتا-پانکراس انسولینوما موش (MIN6) را بهبود می‌بخشد. علاوه بر این، موش‌های دیابتی که به مدت چهار هفته با پودر شیر الاغ تغذیه شدند، کاهش قابل توجهی در سطح گلوکز خون، افزایش حساسیت به انسولین و بهبود مقاومت به انسولین نشان دادند. پیشنهاد شده است که شیر الاغ می‌تواند به‌عنوان عامل ضددیابتی مورد استفاده قرار گیرد، زیرا فسفوانولپیروات کربوکسی کیناز ۱ (PCK1) و گلوکز-۶-فسفاتاز (G6Pase)، آنزیم‌هایی که در گلوکونئوژنز کبدی نقش دارند را کاهش می‌دهد(Li et al., 2020).

پپتیدهای SDIPNPIGSE، NPWDQVKR، SLSSSEESITH و QEPVLGPVRGPFP جدا شده از هیدرولیزات‌های کازئین شیر بز، بهبود قابل توجهی در متابولیسم گلوکز در سلول‌های HEPG-2 مقاوم به انسولین نشان دادند. جالب توجه است که برخی از این توالی‌های مشتق شده از کازئین در گوسفند، گاومیش و گاو نیز حفظ شده‌اند. با این حال، برای اثبات اینکه آیا این پپتیدها واقعاً آزاد می‌شوند و عملکردی دارند، باید کارهای بیشتری انجام شود. مطالعات همچنین پپتیدهای شیر شتر را شناسایی کرده‌اند که می‌توانند آنزیم‌های کلیدی مانند DPP IV و آمیلاز را مهار کنند. نشان داده شده است که پروتئین‌های شیر شتر هضم شده با تریپسین، پپتیدهای FLQY، FQLGASPY، LQALHQGQIV، LPVP، LLQLEAIR، ILELA، ILDKEGIDY، MPVQA و SPVVPF را تولید می‌کنند که می‌توانند DPP IV را مهار کنند. بنابراین، طیف وسیعی از مطالعات مربوط به شیر حیوانات که بطور گسترده مصرف می‌شوند، اهمیت پروتئین‌ها و هیدرولیزات‌های شیر را در مدیریت دیابت برجسته کرده‌اند (Antony & Vijayan.,2021).

تخم مرغ: به‌عنوان بخشی از رژیم غذایی متعادل، تخم مرغ بطور کلی به‌عنوان منبع خوبی از پروتئین و موادمغذی توصیه می‌شود. پروتئین‌های تخممرغ علاوه بر اینکه به‌عنوان منبع غذایی غنی از موادمغذی عالی عمل می‌کنند، حاوی پپتیدهای زیست فعالی هستند که فعالیت‌های بیولوژیکی متنوعی را انجام می‌دهند. گزارش شده است که پروتئولیز پروتئین‌های تخممرغ با استفاده از پپسین و آلکالاز، پپتیدهای زیست فعال با خاصیت ضددیابتی تولید می‌کند. هیدرولیز پروتئین سفیده تخممرغ با استفاده از آلکالاز، هشت پپتید تولید کرد. در میان این پپتیدها، RVPSLM و TPSPR بالاترین فعالیت مهاری α-گلوکوزیداز را نشان دادند (Yu et al ،2011). پپتیدهای YINQMPQKSRE و VTGRFAGHPAAQ حاصل از هیدرولیز پپسین زرده تخممرغ، هم α-گلوکوزیداز و هم DPP IV را مهار می‌کنند. نکته قابل توجه این است که در مقایسه با پپتیدهای تولید شده توسط هضم آلکالاز، این پپتیدها فعالیت ضددیابتی بهتری نشان دادند.

محصولات گوشتی: گوشت حیوانات بطور گسترده مصرف می‌شود و به‌عنوان منبع غذایی غنی از پروتئین‌ها، مواد معدنی و ویتامین‌ها عمل می‌کند. پپتیدهای زیست فعال تولید شده از هیدرولیزات گوشت گاو، گوسفند، بز، خوک و طیور نقش حیاتی در فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف ایفا می‌کنند. جدا از گوشت، فرآورده‌های جانبی مانند خون، پوست و استخوان نیز می‌توانند به‌عنوان منبعی از پپتیدها عمل کنند. هضم آزمایشگاهی چهار نوع گوشت پخته شده شامل گوشت خوک، گوشت گاو، مرغ و بوقلمون، با استفاده از آنزیم‌های دستگاه گوارش، پپتیدهایی با خواص آنتی‌اکسیدانی، مهارکننده آنزیم تبدیل کننده آنژیوتانسین (ACE) و مهارکننده DPP IV تولید می‌کنند. از این میان، گوشت خوک منبع بسیار خوبی از پپتیدهای مهارکننده DPP IV است (Antony & Vijayan.,2021). فرآوری گوشت با خشک کردن، عملآوری، رسیدن و تخمیر از اولین رویکردهای مورد استفاده برای

حفظ و افزایش طعم هستند. چنین فرآوری‌هایی اغلب پپتیدهای زیست‌فعال رمزگذاری‌شده را از پروتئین‌های والد آزاد می‌کند. ژامبون خشک‌شده منبع بسیار خوبی از پپتیدهای زیست‌فعال است. نشان داده شده است که مصرف منظم ۸۰ g ژامبون خشک‌شده اسپانیایی در برابر اختلالات قلبی عروقی محافظت می‌کند و می‌تواند سطح گلوکز خون را کاهش دهد. علاوه بر این، پپتیدهای ژامبون خشک‌شده همچنین می‌توانند به‌عنوان مهارکننده‌های DPP IV و α-گلوکوزیداز عمل کنند. نه پپتید از ژامبون خشک‌شده اسپانیایی جدا شد و پپتیدهای KA و AAATP فعالیت مهاری قوی DPP IV را با IC_{50} معادل ۶/۲۷ mM و ۶/۴۷ mM نشان دادند (Gallego et al., 2014).

محصولات گیاهی

حبوبات و بقولات: حبوبات و بقولات ارزان‌ترین منبع پروتئین‌های ضروری هستند که در سراسر جهان مصرف می‌شوند. سویا منبع غنی از پروتئین‌های با کیفیت بالا از جمله تمام اسیدهای آمینه ضروری مورد نیاز برای سلامت انسان است. پروتئین‌های ذخیره‌ای که به وفور در سویا یافت می‌شوند شامل β-کونگلیسینین و گلیسینین هستند. مطالعات اپیدمیولوژیک نشان داده‌اند که مصرف سویا می‌تواند با کاهش اختلالات مزمن مانند بیماری‌های قلبی-عروقی، دیابت، چاقی، سرطان و سایر اختلالات ایمنی مرتبط باشد. پپتیدهای زیست‌فعال متنوع جدا شده از سویا و محصولات سویای تخمیرشده یا فرآوری شده مانند شیر سویا، توفو، سس سویا، تمپه، ناتو و خمیر سویا به دلیل فواید سلامتی‌شان مورد توجه قرار گرفته‌اند. چندین مطالعه نیز بر اهمیت پپتیدهای سویا در مدیریت دیابت و مقاومت به انسولین تأکید کرده‌اند. فعالیت دارویی آگلایسین، یک پپتید ۳۷ اسید آمینه‌ای جدا شده از سویا، در داخل بدن بررسی شده است. نشان داده شده است که تجویز خوراکی این پپتید (mg/ kg ۵۰) به موش‌های دیابتی، با تقویت مسیر سیگنالینگ انسولین و بهبود جذب گلوکز در بافت‌های محیطی، بطور مؤثر قند خون بالا را کنترل می‌کند. علاوه بر این، این پپتید طبیعی بسیار پایدار و مقاوم در برابر آنزیم‌های گوارشی دستگاه گوارش مانند تریپسین و پپسین است(Antony & Vijayan.,2021). مطالعات فارماکولوژیک و مدل حیوانی با استفاده از vglycin، پپتید دیگری با طول ۳۷ اسید آمینه که از سویا جدا شده است، برای تعیین تأثیر آن بر تکثیر و ترمیم سلول‌های β- پانکراس انجام شده است. نتایج نشان می‌دهد که این پپتید می‌تواند تحمل گلوکز را بهبود بخشد، عملکرد پانکراس را بازیابی کند و با فعال کردن مسیر سیگنالینگ گیرنده انسولین (IR/Akt)، سیگنالینگ انسولین را افزایش دهد. مطالعات آزمایشگاهی با استفاده از پپتیدهای سویای جوانه‌زده، نشان داد که با مهار آنزیم‌های DPP IV، α-آمیلاز برزاقی و α-گلوکوزیداز روده، هیپرگلیسمی را تعدیل می‌کنند (González-Montoya et al., 2018).

جدا از این، محصولات سویای تخمیر شده در کشورهای آسیایی از جمله ژاپن، چین، کره، تایلند و اندونزی بسیار محبوب هستند. تخمیر منجر به آزادسازی پپتیدهای زیست فعال توسط آنزیم‌های پروتئولیتیک تولید شده توسط میکروارگانیسم‌ها می‌شود. جالب توجه است که در مقایسه با سویای تخمیر نشده، محصولات سویای تخمیر شده در مطالعات حیوانی و انسانی خواص ضددیابتی بهتری از خود نشان داده‌اند. سویای تخمیر شده که به موش‌های دیابتی القا شده توسط استرپتوزوتوسین (STZ) خورانده شده بود، α- آمیلاز و α-گلوکوزیداز روده را مهار کرد. شیر سویای تخمیر شده منبع بسیار خوبی از پپتیدهای زیستفعال است و مشاهده شده است که تخمیر شیر سویا توسط کفیر، که کلونی‌هایی از میکروارگانیسم‌ها هستند که عمدتاً شامل باکتری‌های اسید لاکتیک می‌شوند، α-آمیلاز را مهار می‌کند (Antony & Vijayan.,2021). مطالعات بالینی همچنین نشان داده‌اند که مصرف غذاهای سویای تخمیر شده (ناتو و میسو) با کاهش بروز دیابت بارداری مرتبط است.

غلات و شبه غلات : از زمان‌های قدیم، غلات به‌عنوان غذای اصلی در سراسر جهان مصرف می‌شدند. نشان داده شده است که هیدرولیزات‌های پروتئین و پپتیدهای غلات و شبه غلات، آنزیم‌های مرتبط با دیابت را مهار می‌کنند و می‌توانند با بهبود حساسیت به انسولین، هموستاز گلوکز را حفظ کنند. تجویز خوراکی پپتیدهای غذایی مبتنی بر ذرت و گندم به موش‌های دیابتی غیرچاق (NOD) با کاهش التهاب در مدل‌های موش، شروع دیابت نوع ۱ را به تأخیر انداخته و میزان بروز آن را کاهش داده است. هیدرولیزات پپتیدی حاصل از سه غلات - جو دوسر، گندم سیاه و جو - برای فعالیت مهاری DPP IV ارزیابی شده‌اند. هیدرولیزات هر سه غلات فعالیت DPP IV را به شدت مهار کردند. از بین هیدرولیزات، پپتیدهای LQAFEPLR و EFLLAGNNK بدست‌آمده از پروتئین‌های ذخیره‌ای جو دوسر، بالاترین درجه مهار DPP IV را در داکینگ مولکولی و سنجش‌های آزمایشگاهی نشان دادند (Tiss et al.,2020). کینوا یک شبه غله با محتوای پروتئین و اسید آمینه بسیار بالا در مقایسه با سایر غلات غذایی است. خواص ضددیابتی پروتئین کینوا نشان داده شده است. پپتیدهای زیست فعال حاصل از هیدرولیزات‌های پروتئین کینوا، مهارکننده‌های قوی DPP IV هستند. پپتیدهای کینوا GEHGSDGNV، IQAEGGLT و DKKYPK با مهار DPP IV، α-آمیلاز یا α-گلوکوزیداز، فعالیت ضددیابتی نشان دادند. هیدرولیزات‌های پروتئین‌های ذخیره‌ای دانه آمارانت، آلبومین ۱، گلوبولین و گلوتلین هیدرولیزات (GluH)، فعالیت DPP IV را در موش‌های دیابتی القا شده توسط STZ بطور رقابتی مهار کردند. مشاهده شد که GluH تحمل گلوکز و انسولین پلاسما را بهبود می‌بخشد. علاوه بر این، هضم دستگاه گوارش شبیه‌سازی شده آزمایشگاهی (SGID) پروتئین‌های آمارانت، پپتیدهای چند منظوره را آزاد کرد که دارای خواص مهاری DPP IV و α-آمیلاز بودند. این شامل پپتیدهای FLISCLL، SVFDEELS، DFIILE، NRPET و HVIKPPS بود که می‌توانند با تشکیل برهمکنش‌های

آروماتیک-آروماتیک، α-آمیلاز را بطور بالقوه مهار کنند (Antony & Vijayan.,2021).

ویژگی‌های ساختاری پپتیدهای ضددیابت حاصل از موادغذایی

مطالعات متعدد نشان داده‌اند که پپتیدهای زیست‌فعال مشتق‌شده از موادغذایی، عملکردهای فیزیولوژیکی از خود نشان می‌دهند که می‌توان آن‌ها را به توالی و ترکیب اسید آمینه آن‌ها نسبت داد. ساختار و عملکرد پپتید تولید شده اغلب توسط پیش‌تیمار سوبسترا، آنزیم مورد استفاده و شرایط هیدرولیز تعیین می‌شود. چندین مورد از هیدرولیزات‌ها و پپتیدهای پروتئینی ذکر شده در اینجا، فعالیت ضددیابتی خود را با مهار DPP IV نشان می‌دهند. بدیهی است که تعدادی از پروتئین‌های حیوانی و گیاهی می‌توانند به‌عنوان الگو برای تولید پپتیدهای مهارکننده DPP IV استفاده شوند. شیر جزء منابعی است که بطور گسترده برای تولید پپتیدها مورد مطالعه قرار گرفته است. چندین هیدرولیزات و پپتید پروتئین شیر با فعالیت ضددیابتی از منابع گاو، الاغ، بز و شتر شناسایی شده‌اند. سایر منابع غذایی مانند پروتئین‌های تخم‌مرغ، گوشت، حبوبات و ماهی نیز می‌توانند بطور بالقوه در تولید پپتیدهای ضددیابتی نقش داشته باشند.

جالب توجه است که مطالعات رابطه ساختار-فعالیت نشان داده‌اند که وجود اسیدهای آمینه خاص و همچنین موقعیت آنها می‌تواند بر فعالیت مهاری DPP IV تأثیر بگذارد. اغلب، اسیدهای آمینه آبگریز مانند آلانین، گلیسین، ایزولوسین، لوسین، فنیل‌آلانین، پرولین، متیونین، تریپتوفان و والین به وفور در پپتیدهای مهارکننده DPP IV وجود دارند. اسیدهای آمینه آبدوست مانند ترئونین، هیستیدین، گلوتامین، سرین، لیزین و آرژنین نیز در بسیاری از این پپتیدها وجود دارند. با این حال، نقش دقیق این اسیدهای آمینه آبدوست به خوبی درک نشده است. مطالعات متعددی گزارش داده‌اند که وجود یک باقیمانده پرولین در ناحیه N-ترمینال می‌تواند شاخص خوبی برای مهار DPP IV باشد. پژوهشگران ۱۴ دی‌پپتید مختلف حاوی پرولین را شناسایی کردند که می‌توانند DPP IV را مهار کنند. جالب توجه است که موقعیت باقیمانده‌ها نیز می‌تواند فعالیت یک پپتید را تعیین کند. به‌عنوان مثال، دی‌پپتید Pro-Ile فعالیت DPP IV را مهار نکرد، در حالیکه پپتید معکوس Ile-Pro بطور رقابتی DPP IV را مهار کرد. همچنین گزارش شده است که دی‌پپتیدها و تری‌پپتیدهای حاوی پرولین نیز در برابر هضم دستگاه گوارش مقاوم هستند (Korhonen & Pihlanto ,2006). وجود اسیدهای آمینه با وزن مولکولی بالا و باقیمانده‌های آروماتیک مانند فنیل‌آلانین، تریپتوفان، تیروزین و آرژنین در پپتیدهایی که α-آمیلاز را مهار می‌کنند، مشاهده شده است. این به این دلیل است که گیرنده‌های اتصال به سوبسترای آنزیم α-آمیلاز دارای تعدادی باقیمانده آروماتیک هستند. از این رو، جدا از برهمکنش‌های مربوط به پیوندهای هیدروژنی، برهمکنش‌های الکترواستاتیک و واندروالسی، برهمکنش‌های آروماتیک-آروماتیک نیز نقش مهمی در فعالیت مهاری α-آمیلاز دارند(Tiss et al.,2020). تجزیه و تحلیل ۴۳ پپتید مهارکننده α-گلوکوزیداز نشان داد که وجود اسیدهای آمینه هیدروکسیل یا بازی در انتهای N می‌تواند مسئول قدرت این پپتیدها باشد. وجود پرولین در پپتید و آلانین و متیونین در انتهای C نیز می‌تواند پتانسیل مهاری پپتیدها را افزایش دهد(Antony & Vijayan.,2021).

نتیجه‌گیری

شواهد فزاینده‌ای از اهمیت غذاهای فراسودمند و پپتیدهای زیست‌فعال مشتق‌شده از غذا در مدیریت و درمان دیابت نوع ۲ پشتیبانی می‌کنند. تعداد بی‌شماری از پپتیدهای زیست‌فعال، که از منابع غذایی مختلف بدست می‌آیند، می‌توانند به‌عنوان عوامل ضددیابت، مکمل‌های غذایی یا ترکیبات اصلی در کشف دارو مورد استفاده قرار گیرند. در این بررسی به پپتیدهای بالقوه ضددیابت جدا شده از منابع غذایی مختلف که قادر به مهار α-آمیلاز، α-گلوکوزیداز و DPP IV هستند، اشاره شد. ویژگی‌های ساختاری برجسته این پپتیدهای زیست‌فعال نیز خلاصه شده است که باید به طراحی پپتیدهای زیست‌فعال قوی‌تر و خاص‌تر کمک کند. اگرچه مطالعات متعددی اهمیت پپتیدهای زیست‌فعال مشتق‌شده از غذا را در مدیریت دیابت نشان داده‌اند، اما تأثیر آنها بر انسان هنوز بطور فعال در حال مطالعه است. هنوز شکاف بزرگی بین مطالعات علمی و تجاری‌سازی پپتیدهای زیست‌فعال مبتنی بر غذا وجود دارد. برای تأیید خواص ضددیابتی این پپتیدها از طریق سنجش‌های سلولی و آزمایش‌های بالینی و اطمینان از اثربخشی و ایمنی آنها، کارهای بیشتری لازم است. در زمینه درمان‌های پپتیدی و سیستم‌های دارورسانی برای بهبود پایداری، ارتقاء فراهمی زیستی و افزایش نیمه عمر، باید کارهای بیشتری انجام شود. این مطالعات در نهایت به تولید تجاری این پپتیدها به‌عنوان موادمغذی که می‌توانند به سلامت انسان کمک کنند، کمک خواهد کرد.

منابع

1. Antony, P., & Vijayan, R. (2021). Bioactive peptides as potential nutraceuticals for diabetes therapy: A comprehensive review. *International journal of molecular sciences*, *22*(16), 9059.

2. El-Sayed, M. I., Awad, S., Wahba, A., El Attar, A., Yousef, M. I., & Zedan, M. (2016). In Vivo anti-diabetic and biological activities of milk protein and milk protein hydrolyaste. *Adv. Dairy Res*, *4*(2).

3. Gallego, M., Aristoy, M. C., & Toldra, F. (2014). Dipeptidyl peptidase IV inhibitory peptides generated in Spanish dry-cured ham. *Meat science*, *96*(2), 757-761.

4. González-Montoya, M., Hernández-Ledesma, B., Mora-Escobedo, R., & Martínez-Villaluenga, C. (2018). Bioactive peptides from germinated soybean with anti-diabetic potential by inhibition of dipeptidyl peptidase-IV, α-amylase, and α-glucosidase enzymes. *International journal of molecular sciences*, *19*(10), 2883.

5. Hatanaka, T., Inoue, Y., Arima, J., Kumagai, Y., Usuki, H., Kawakami, K., ... & Mukaihara, T. (2012). Production of dipeptidyl peptidase IV inhibitory peptides from defatted rice bran. *Food chemistry*, *134*(2), 797-802.

6. Korhonen, H., & Pihlanto, A. (2006). Bioactive peptides: production and functionality. *International dairy journal*, *16*(9), 945-960.

7. Li, Y., Fan, Y., Shaikh, A. S., Wang, Z., Wang, D., & Tan, H. (2020). Dezhou donkey (Equus asinus) milk a potential treatment strategy for type 2 diabetes. *Journal of ethnopharmacology*, *246*, 112221.

8. Padhi, S., Nayak, A. K., & Behera, A. (2020). Type II diabetes mellitus: a review on recent drug based therapeutics. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, *131*, 110708.

9. Tiss, M., Souiy, Z., Ben Abdeljelil, N., Njima, M., Achour, L., & Hamden, K. (2020). Fermented soy milk prepared using kefir grains prevents and ameliorates obesity, type 2 diabetes, hyperlipidemia and Liver-Kidney toxicities in HFFD-rats. *Journal of Functional Foods*, *67*, 103869.

10. Yu, Z., Yin, Y., Zhao, W., Yu, Y., Liu, B., Liu, J., & Chen, F. (2011). Novel peptides derived from egg white protein inhibiting alpha-glucosidase. *Food Chemistry*, *129*(4), 1376-1382.

Development of flavonoid-based functional foods for cancer patients

Mohammad Fathi[1*]

1.BSc student, Department of Food Science and Technology, Ahar Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tabriz

* mohammadfathi3415@gmail.com

Abstract

This review provides a novel and practical framework for the development of flavonoid-rich functional foods with the aim of reducing the side effects of chemotherapy and radiotherapy (especially mucositis) in cancer patients. Notably, the evidence from most studies shows a significant reduction in chronic mucositis to moderate or mild levels within seven days of using flavonoid-containing food products, highlighting the clinical potential of these formulations. It also serves as a practical and integrated guide for researchers and food developers, addressing the health efficacy aspect. This review supports interdisciplinary collaboration to translate scientific insights into real, consumer-ready solutions that improve nutritional support and quality of life for patients undergoing cancer treatment.

Keywords:

Chemotherapy, Health effects, Life impact, Mucositis , Nutrients

دو فصلنامه علمی تخصصی
اتحادیه انجمن‌های علمی دانشجویی علوم دامی وصنایع غذایی ایران

توسعه غذاهای فراسودمند مبتنی بر فلاونوئید برای تغذیه بیماران سرطانی

محمد فتحی ا*

ا. دانشجوی کارشناسی علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر، دانشگاه تبریز

*mohammadfathi3415@gmail.com

چکیده:

این بررسی، چارچوبی جدید و کاربردی برای توسعه غذاهای فراسودمند غنی از فلاونوئید با هدف کاهش عوارض جانبی شیمی‌درمانی و پرتودرمانی (به‌ویژه موکوزیت) در بیماران سرطانی ارائه می‌دهد. بطور قابل توجهی، شواهد بدست‌آمده از اکثر مطالعات، کاهش قابل توجه موکوزیت مزمن به سطوح متوسط یا خفیف را در عرض هفت روز پس از استفاده از محصولات غذایی حاوی فلاونوئید را نشان می‌دهد که پتانسیل بالینی این فرمولاسیون‌ها را برجسته می‌کند. همچنین با پرداختن به جنبه اثربخشی سلامت، به‌عنوان راهنمای عملی و یکپارچه برای محققان و توسعه‌دهندگان مواد غذایی عمل می‌کند. این بررسی از همکاری بین رشته‌ای برای تبدیل بینش‌های علمی به راه‌حل‌های واقعی و آماده مصرف‌کننده که حمایت تغذیه‌ای و کیفیت زندگی بیماران تحت درمان سرطان را بهبود می‌بخشد، حمایت می‌کند.

کلمات کلیدی:

اثرات سلامتی، تاثیر بر زندگی، شیمی درمانی، موادمغذی، موکوزیت

مقدمه

موکوزیت عارضه جانبی تقریباً همه درمان‌های سرطان است که شامل طیف وسیعی از تحریک مخاطی خفیف تا ضایعات شدید و زخمی می‌شود. این بیماری بر تمام دستگاه گوارش از جمله حفره دهان، تأثیر می‌گذارد و باعث درد در بیمار، جلوگیری از غذا خوردن و در نتیجه کاهش وزن می‌شود. بسته به میزان تاثیر، می‌تواند به ایجاد عوارض بدتر سلامتی مانند عفونت‌ها، نارسایی کلیه و بیماری پیوند علیه میزبان کمک کند. بسته به درمان سرطانی که باعث موکوزیت شده است، طیف متفاوتی از مواد برای درمان این عارضه- از داروهای دارویی مانند بنزیدامین، مورفین، فلوکونازول، فنتانیل گرفته تا محصولات طبیعی‌تر مانند آلوئه ورا، کورکومین یا عسل استفاده شده‌اند (Deaza-Fernández et al.,2025). این امر فرصتی را برای تحقیق در مورد موادطبیعی بیشتر موجود در مواد غذایی فراهم می‌کند که می‌توانند با بهره‌گیری از خواص مغذی خود به مدیریت موکوزیت کمک کنند.

غذاهای فراسودمند به‌عنوان محصولات طبیعی یا فرآوری شده‌ای تعریف می‌شوند که وقتی در سطوح مؤثر به‌عنوان بخشی از رژیم غذایی متنوع مصرف می‌شوند، مزایای سلامتی فراتر از تغذیه اساسی را ارائه می‌دهند. برای تعریف محصولی به‌عنوان غذای فراسودمند یا تأیید اثرات مفید آن بر سلامتی، ابتدا باید در آزمایشات بالینی تصادفی، دوسوکور و کنترل شده با دارونما آزمایش شوند. با توجه به اینکه این اثرات مفید باید تا زمانیکه مشتری نهایی محصول را مصرف می‌کند، حفظ شوند، به همین دلیل حضور متخصصان تبدیل و فرآوری موادغذایی مانند متخصصان تغذیه و مهندسان موادغذایی در طراحی محصولات غذایی فراسودمند ضروری است، زیرا آنها دانش خود را در مورد چگونگی فرآوری مواد اولیه برای حفظ مواد مغذی آن و حفظ کیفیت بالای محصول، که مشخصه مورد نظر مشتری در زمان خرید است، بدست آورده‌اند. این امر به ویژه برای کودکان مبتلا به عوارض موکوزیت اهمیت دارد، زیرا غذا خوردن می‌تواند برای بیماران دردناک باشد و ترجیحات غذایی کودکان اغلب خاص است (Pulito et al.,2020). بسیاری از مواد طبیعی موجود در موادغذایی که برای سلامت انسان مفید تلقی می‌شوند، در برابر عوارض متعددی مانند سرطان، دیابت، بیماری‌های قلبی عروقی، عفونت‌ها یا التهابات و موارد دیگر مؤثر بوده‌اند. یکی از این مواد، فلاونوئیدها هستند. یک ترکیب فنولی که به وفور در طبیعت یافت می‌شود و به دلیل اثرات مفید ذکر شده، به شدت مورد مطالعه قرار گرفته است. گزارش شده است که طیف گسترده‌ای از موادغذایی حاوی آنها هستند، که فرصت خوبی برای ایجاد انواع محصولاتی متنوع غذایی با آنها را نشان می‌دهد. هدف این بررسی ارزیابی و ارائه ابزارهای لازم برای طراحی یک محصول غذایی فراسودمند غنی از فلاونوئید برای درمان عوارض جانبی سلامتی مرتبط با شیمی‌درمانی و پرتودرمانی در بیماران مبتلا به سرطان که به‌عنوان موکوزیت شناخته می‌شود، می‌باشد.

طراحی غذای فراسودمند

طراحی غذا فرآیندی پیچیده است که باید با نیازها و تغییرات

مصرف‌کننده و صنعت سازگار شود. این بدان معناست که فرآیند نوآوری شرایط و ذینفعان مختلفی را در نظر می‌گیرد که همه آنها می‌توانند در توسعه موفقیت‌آمیز محصول نقش داشته باشند. از مهمترین مواردی که باید در نظر گرفته شود، درک مصرف‌کننده‌ای است که قصد خرید و لذت بردن از محصول را دارد. بنابراین، اطلاعات ارزشمندی را ارائه می‌دهد که در طول جریان فکری، ایده‌های متنوعی را ارائه می‌دهد که به هدف محصول پاسخ می‌دهند. با این وجود، نه تنها انتظارات مصرف‌کننده باید محور اصلی فرآیند طراحی باشد، بلکه نوع محصول نیز باید یکی از اولویت‌هایی باشد که باید در نظر گرفته شود، همانطور که Martirosyan و همکاران (۲۰۲۲) می‌گویند. در مورد غذایی فراسودمند، این موضوع اهمیت بیشتری پیدا می‌کند زیرا بسته به هدف، مواد تشکیل‌دهنده، فناوری و هزینه می‌تواند تغییر کند. ابتدا، توصیف نیازها مورد نیاز است، برای این کار، باید شرح مفصلی از افرادی که قرار است محصول را مصرف کنند، انجام شود: دوست داشتن‌ها، دوست نداشتن‌ها، عادت‌ها، سرگرمی‌ها و ترجیحات؛ و در عین حال، درک موقعیت و عملکردی که باید محصول را ارائه دهد(Martirosyan et al.,2022).

با این اطلاعات، تیم طراحی غذا می‌تواند با شناسایی ویژگی‌های اصلی که باید محصول داشته باشد، شروع کند و به دنبال مواداولیه و تکنیک‌هایی باشد که بتواند نیاز عملکرد، خواسته‌ها و انتظارات مصرف‌کنندگان را برآورده کند. این فرآیند بسته به افراد درگیر می‌تواند زمان بیشتری یا کمتری ببرد، تجربه و دانش تیم می‌تواند زمان صرف شده برای فرآیند تحقیق و نوآوری را کاهش دهد؛ Palczak و همکاران (۲۰۲۰) در بررسی خود نشان می‌دهند که چگونه سرآشپزها نیازها را درک می‌کنند و با تخصصی که در طول زندگی حرفه‌ای خود بدست آورده‌اند، راه‌حل‌هایی را پیدا می‌کنند، این تجربه در گزینه‌های متنوعی از طعم، بافت و پیچیدگی که محصول می‌تواند ارائه دهد، تبدیل می‌شود. با این حال، این شهود آشپزی باید با درک کاملی از خواص فیزیکوشیمیایی مواد اولیه تکمیل شود، که می‌تواند بطور قابل توجهی توسط فرآیندهای تبدیل مربوطه تغییر کند (Palczak et al.,2020).

محدودیت‌های دیگری نیز وجود دارد که باید در فرآیند ایجاد یک محصول غذایی فراسودمند در نظر گرفته شوند، مانند حفظ عملکرد و کارایی در تحقق هدفی که برای آن ایجاد شده است. به همین دلیل درک تحولات فیزیکوشیمیایی که هر یک از اجزا می‌توانند در پاسخ به قرار گرفتن در معرض فناوری‌های مختلف فرآوری متحمل شوند، مهم است. شناخت و درک تکنیک‌های فرآوری مواد غذایی، یافتن جایگزین‌هایی را که نیازهای بیوشیمیایی ترکیبات زیستی مواد اولیه مورد استفاده را برآورده می‌کنند، آسان‌تر می‌کند. این امر امکان ارائه تکنیک‌هایی را فراهم می‌کند که ویژگی‌های حسی و عملکردی محصول طراحی شده را تضمین می‌کنند (Deaza-Fernández et al.,2025).

در پاسخ به این محدودیت، و با توجه به اینکه اکثریت قریب به اتفاق محصولات فراسودمند با ترکیبات زیست فعال حاصل از غذاهایی مانند میوه‌ها و سبزیجات ساخته می‌شوند، علم به بررسی فناوری‌های مختلف موجود برای تبدیل مواد غذایی روی آورده است تا پیامدهای عملیات روی مواد اولیه را که می‌تواند منجر به کاهش عملکرد محصول مورد نظر شود، درک کند. این امر، همراه با همکاری مشترک بین علم و آشپزی، امکان دستیابی به موفقیتی را فراهم کرده است که فرآیند ایجاد محصولاتی را که به عملکرد خاصی پاسخ می‌دهند و از نظر حسی مصرف‌کننده را راضی می‌کنند، آسان می‌کند. از جمله رایج‌ترین ویژگی‌های تکنولوژیکی در تبدیل محصولات غذایی، مواردی هستند که مربوط به تغییرات دما، pH یا قرار گرفتن در معرض نیروهای مکانیکی هستند که می‌توانند ساختارهای بیوشیمیایی مواد اولیه مورد استفاده را تغییر دهند؛ به همین دلیل، فناوری‌هایی که کمتر تهاجمی هستند یا تغییرات قابل توجهی کمتری دارند، برای طراحی غذاهای فراسودمند جذاب‌تر هستند (Morales-de la Pena et al., 2022).

تکنیک‌های تبدیل غذا با خواص فراسودمندی

فناوری‌های غیرحرارتی: از جذاب‌ترین اشکال تبدیل موادخام است، زیرا دمای پایین امکان حفظ ترکیبات زیستی مختلف را فراهم می‌کند که دسترسی زیستی و عملکرد محصول را تضمین می‌کند. در حالیکه روشهای غیرحرارتی برای حفظ عملکرد در ترکیبات زیستی جذاب هستند، استفاده از آنها برای ایجاد محصولات غذایی از نظر حسی خوشایند برای مصرف‌کننده چندان مناسب نیست (Arshad et al., 2020).

انکپسولاسیون: انکپسولاسیون فناوری‌ای است که در صنعت غذای فراسودمند برای محافظت از ترکیب زیستی که به محصول ارزش افزوده می‌دهد، استفاده می‌شود و به آن اجازه می‌دهد تا به هدف مورد نظر برسد. این فرآیند ماده را از عوامل خارجی مختلفی که ممکن است در معرض آن قرار گیرد، محافظت می‌کند و تضمین می‌کند که در زمان مصرف، تمام عملکردهای خود را بطور کامل انجام دهد. در حالیکه آنها بطور مؤثر از ترکیبات زیست فعال محافظت می‌کنند، هزینه‌های اضافی نیز متحمل می‌شوند که باید در طول فرآیند تولید در نظر گرفته شوند، با این حال، اگر هیچ محدودیت بودجه‌ای عمده‌ای در توسعه محصول وجود نداشته باشد، این فناوری می‌تواند گزینه مناسبی برای حفظ عملکرد محصول باشد (Xu et al.,2024). همانطور که محققان در پژوهشی در سال ۲۰۲۱ نشان می‌دهند، ارزیابی فناوری مورد استفاده برای تضمین عملکرد محصول بسیار مهم است؛ در حالیکه پیشرفت‌های علمی قابل توجه بوده‌اند، جایگزین‌های فرآوری غیرحرارتی زیادی وجود دارند که از ایجاد محصولات فراسودمند پشتیبانی می‌کنند و ویژگی‌های مفید مواد طبیعی مورد استفاده در تولید آنها را حفظ می‌کنند. در نتیجه از

مهمترین ویژگی‌هایی که باید در یک محصول غذایی حفظ شود، خواص حسی آن است زیرا این ویژگی‌ها پذیرش مصرف‌کننده را تضمین می‌کنند و مصرف آن را در طول زمان افزایش می‌دهند. با این حال، ترکیبی از ویژگی‌های حسی خوب، همراه با حفظ عالی عملکرد، با اجرای فناوری‌ها و تکنیک‌های فرآوری مناسب، فرآیند طراحی غذاهای فراسودمند را موفقیت‌آمیز می‌کند.

فلاونوئیدها در غذای فراسودمند

فلاونوئیدها بزرگترین و محبوب‌ترین گروه ترکیبات فنولی گیاهی هستند. آنها که از غذا مشتق شده‌اند، به دلیل پیامدهای سلامتی‌شان، از شواهد موجود در مطالعات اپیدمیولوژیک، حیوانی و بالینی، مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. دو سوم از کل فنول‌های غذایی مصرف شده توسط انسان، فلاونوئیدها هستند و بیش از ۹۰۰۰ فلاونوئید مختلف شناسایی شده‌اند. ساختار اصلی آنها از سه حلقه (C6-C3-C6) تشکیل شده است و در گیاهان عمدتاً به شکل گلیکوزیدها یافت می‌شوند، اما تغییر در محل گروه‌های متیل و هیدروکسیل روی دو حلقه فنولی خارجی A و B منجر به تغییراتی در این گلیکوزیدها می‌شود که در گلیکوزیلاسیون و/یا آسیلاسیون حاصل می‌شوند. تفاوت‌های ساختاری در ساختار سه حلقه‌ای اساسی فلاونوئیدها، آنها را به ۶ زیرگروه طبقه‌بندی می‌کند که عبارتند از آنتوسیانیدین‌ها، فلاوانون‌ها، فلاون‌ها، ایزوفلاون‌ها، فلاوان-۳-اُل‌ها یا فلاوانول‌ها و فلاونول‌ها. تفاوت‌های اصلی آنها بر اساس درجه اکسیداسیون هتروسیکل مرکزی است. تنوع در این حالت اکسیداسیون و الگوهای هیدروکسیلاسیون بر اساس تشکیل یک گروه کربونیل روی C4 و وجود یا عدم وجود پیوند دوگانه در C2 و C3، در میان سایر تغییرات خاص است (Deaza-Fernández et al.,2025).

فلاونوئیدها در درمان موکوزیت ناشی از شیمی درمانی و پرتودرمانی

همانطور که قبلاً ذکر شد، فلاونوئیدها به دلیل فواید تغذیه‌ای و دارویی خود، به ویژه به دلیل خواص آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی‌شان که در درمان بیماری‌هایی مانند سرطان نویدبخش بوده‌اند، بطور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. این ویژگی‌ها آنها را به گزینه درمانی بالقوه برای مدیریت موکوزیت - عارضه جانبی شایع و ناتوان‌کننده شیمی درمانی و پرتودرمانی - تبدیل می‌کند. موکوزیت توسط پژوهشگران به‌عنوان «یک بیماری التهابی و زخمی که مخاط دهان و دستگاه گوارش را تحت تأثیر قرار می‌دهد» تعریف شده است.

با توجه به خواص آنها، فلاونوئیدها از طریق دو رویکرد اصلی یعنی مصرف محصولات غنی از فلاونوئید یا استفاده مستقیم از فلاونوئیدهای جدا شده به‌عنوان مکمل یا دارو در استراتژی‌های جایگزین برای درمان موکوزیت گنجانده شده‌اند. به‌عنوان مثال، Pyo و همکاران. (۲۰۲۴) خواص ضدسرطانی میوه‌های غنی از فلاونوئید و نقش آنها را نه تنها در پیشگیری از سرطان، بلکه در کاهش عوارض جانبی درمان‌های سرطان از جمله موکوزیت برجسته می‌کنند (Pyo et al.,2024). یکی از محصولات غنی از فلاونوئید قابل توجه، عسل است که برای حمایت از بیماران شیمی‌درمانی و پرتودرمانی استفاده شده است. Charalambous و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که محلول 20 ml عسل آویشن در 100 ml آب، که به‌عنوان دهانشویه استفاده می‌شود، بطور موثری شدت موکوزیت دهان را در مراحل پیشرفته (۳ و ۴) کاهش می‌دهد (Charalambous et al.,2018). بطور مشابه، Lourenção و همکاران (۲۰۲۳) استفاده از عسل همراه با بابونه را در فرمولاسیون بستنی برای کاهش موکوزیت دهان و بهبود وضعیت تغذیه بررسی کردند. این محصول که از طریق یک پنل حسی ارزیابی شد، هم از کرایوتراپی و هم از خواص زیست فعال عسل و بابونه برای بهبود اثربخشی درمانی خود استفاده کرد(Lourenção et al.,2023).

جالب توجه است که بسیاری از مطالعات بر عصاره‌های فلاونوئیدی به جای کل محصول تمرکز دارند، که این امر به دلیل هزینه و زمان لازم برای تهیه آنها جهت استفاده در محصولات غذایی، استفاده از آنها را در محصولات غذایی بسیار محدود کرده است. به‌عنوان مثال، Carmona-Hernandez و همکاران (۲۰۱۹) اثرات عصاره *Passiflora ligularis var. Juss* (granadilla) را با غلظت 10 mg/ml بررسی کردند که بطور قابل توجهی مقاومت الکتریکی ترانس اپیتلیال را - یک عامل کلیدی در کاهش موکوزیت روده بهبود بخشید(Carmona-Hernandez et al.,2019). به همین ترتیب، Belfiore و همکاران (۲۰۲۴) پتانسیل درمانی عصاره چای سبز و عصاره زغال اخته را گزارش کردند که هر دو بطور قابل توجهی شدت موکوزیت دهانی را در مدل‌های حیوانی کاهش دادند(Belfiore et al.,2024).

با وجود در دسترس بودن محصولات غنی از فلاونوئید، نقش آنها به‌عنوان مداخلات غذایی برای مقابله با عوارض جانبی درمان‌های سرطان هنوز مورد بررسی قرار نگرفته است، در مقابل، فلاونوئیدهای جدا شده توجه بیشتری را به خود جلب کرده‌اند و مطالعات متعددی پتانسیل آنها را برای کاهش موکوزیت در بیماران سرطانی بررسی کرده‌اند. این امر به دلیل هزینه‌ها و زمان لازم برای تهیه آنها جهت استفاده و بنابراین، دامنه این اکتشافات علمی، استفاده از آنها را در محصولات غذایی تا حد زیادی محدود کرده است. در میان فلاونوئیدهای مورد مطالعه، ایزوفلاون‌های سویا، لوتئولین و کوئرستین به دلیل پتانسیل درمانی خود برجسته هستند، به ویژه کوئرستین بطور گسترده از طریق آزمایش‌های درون‌تنی و کارآزمایی‌های بالینی مورد مطالعه قرار گرفته است و بطور مداوم اثربخشی آن را نشان می‌دهد. ایزوفلاون‌های سویا همچنین به دلیل نقش آنها در بهبود سلامت روده مورد بررسی قرار گرفته‌اند. به‌عنوان مثال، Al-Nakkash & Kubinski (۲۰۲۰) گزارش دادند که مکمل جنیستئین با دوز ۱۰ mg/Kg در روز به مدت سه هفته، از اپیتلیوم روده بزرگ در مدل‌های حیوانی محافظت می‌کند(Al-Nakkash & Kubinski.,

2020). بطور مشابه، Sahin و همکاران (۲۰۱۹) مطالعات مربوط به اثربخشی ایزوفلاون‌های سویا در درمان موکوزیت، از جمله عوارض جانبی بالقوه آنها در مردان و زنان را بررسی کردند. این یافته‌ها بر اهمیت تحقیقات بیشتر در مورد محصولات غنی از فلاونوئید و فلاونوئیدهای جدا شده به‌عنوان استراتژی‌های مناسب برای کاهش عوارض جانبی درمان‌های سرطان تأکید می‌کند. نتایج امیدوارکننده تاکنون، پتانسیل آنها را برای افزایش کیفیت زندگی بیماران تحت شیمی‌درمانی و پرتودرمانی برجسته می‌کند (Sahin et al.,2019).

اما فلاونوئیدی که در سال‌های اخیر برای درمان موکوزیت مورد مطالعه قرار گرفته، کوئرستین است که متعلق به فلاونول‌ها است. طبق گفته Boeing و همکاران (۲۰۲۰)، کوئرستین، اگرچه در بسیاری از غذاها موجود است، اما فراهمی زیستی بسیار کمی دارد، به همین دلیل نانوامولسیون‌ها به فرصتی برای بهبود این ویژگی تبدیل می‌شوند. با وجود این، این تحقیق عملکرد کوئرستین تأمین‌شده با دوز ۵ mg/Kg را در کاهش موکوزیت روده نشان داد (Boeing et al.,2020). در بررسی انجام‌شده توسط Belfiore و همکارانش (۲۰۲۴)، ۴ مطالعه مختلف نشان داده شده است که در آن‌ها کوئرستین در ۳ موش از طریق یک مدل حیوانی درون‌تنی تجویز شد و نشان داد که محلول ۱۰۰ µg/mL که بصورت موضعی به مدت ۲۰ روز استفاده شد، برای کاهش موکوزیت دهان مؤثر بود. همچنین تجویز خوراکی ۳۰۰ mg/Kg روزانه پس از ۸ روز و ۵ mg/Kg روزانه به مدت ۱۳ روز نیز اثر مشابهی خواهد داشت. در مورد کارآزمایی بالینی، دوز تجویز شده ۲۵۰ mg/dose دو بار در روز به مدت ۴ هفته بود که موکوزیت دهان را از ۶۰٪ به ۳۰٪ در جمعیت مورد ارزیابی کاهش داد (Belfiore et al.,2024).

نتیجه‌گیری

غذا و خواص آن به یک فرصت و ابزار عالی برای بهبود کیفیت زندگی انسان تبدیل شده‌اند. به همین دلیل، غذای فراسودمند نتیجه تحقیقات کاربردی و بین رشته‌ای است که به جمعیت گزینه‌هایی برای مواجهه با مسائل خاص سلامتی می‌دهد تا به روند بهبودی خود کمک کنند. با این حال، فرآیند طراحی جنبه‌های مختلفی دارد که اهمیت دارند، مانند محصول مورد تبدیل، تکنیک مورد استفاده، حفظ ترکیب زیستی و ویژگی‌های حسی که می‌تواند علاقه مصرف‌کننده را افزایش دهد و در نتیجه، کارایی عملکرد را افزایش دهد. از مهمترین نکات در طول طراحی غذای فراسودمند، اطمینان از عملکرد بی‌نقص تمام ویژگی‌هایی است که قرار است ارتقا یابند. به همین دلیل، این فرآیند مراحل مختلفی دارد که باید تا مراحل بعدی انجام شوند و هر یک از آنها به تدریج عملکرد را از ابتدا، از آزمایشگاه بروتنی تا آزمایش‌های بالینی (درونتنی)، اعتبارسنجی می‌کنند. علاوه بر این، این فعالیت‌ها باید به اندازه اعتبارسنجی ویژگی‌های حسی محصول اهمیت داشته باشند، زیرا اگرچه ممکن است فراسودمند باشد، اما باید برای مصرف افراد خوشایند باشد، در غیر این صورت مصرف آن و در نتیجه واکنش‌پذیری آن کاهش می‌یابد.

اگرچه تعداد تحقیقات افزایش یافته است، اما لازم است که پس از تبدیل این موادخام، تمرکز بر تأیید عملکرد آنها ادامه یابد. بطور مشابه، استفاده از محصولات موجود در جامعه، که هزینه‌های تولید را کاهش می‌دهد و مصرف غذاهای فراسودمند را همگانی می‌کند، باید به استراتژی بهداشت عمومی تبدیل شود. پیشرفت‌ها در تأیید عملکرد ترکیبات زیستی مانند فلاونوئیدها باید برای کاربرد آنها در محصولات متناسب با کودکان مورد استفاده قرار گیرد. علیرغم چالش‌های موجود در تکمیل مراحل آزمایش لازم برای تأیید بازار، استراتژی‌های جدیدی برای ترویج و تسهیل تحقیقات با هدف قرار دادن این جمعیت آسیب‌پذیر و اغلب نادیده گرفته شده، تدوین شده است.

درمان‌های سرطان و عوارض جانبی ناشی از آنها باید دلیل کافی برای افزایش تلاش‌ها در طراحی محصولات فراسودمند برای کودکانی باشد که از این بیماری رنج می‌برند و می‌توانند در این محصولات جایگزینی برای بهبود کیفیت زندگی خود و افزایش میزان موفقیت درمان‌ها بیابند. «غذا ابزاری عالی برای دستیابی به این هدف است، اتحاد رشته‌های مختلف و مجموع تلاش‌ها می‌تواند طراحی غذاهای فراسودمند را بطور قابل توجهی بهبود بخشد. در نتیجه، این غذاها می‌توانند به بخش‌های بیشتری از جمعیت برسند و هدف آنها دموکراتیزه کردن این راه‌حل‌ها برای کاهش ناامنی غذایی در سطح بین‌المللی است.»

منابع

1. Arshad, R. N., Abdul-Malek, Z., Munir, A., Buntat, Z., Ahmad, M. H., Jusoh, Y. M., ... & Aadil, R. M. (2020). Electrical systems for pulsed electric field applications in the food industry: An engineering perspective. *Trends in food science & technology*, *104*, 1-13.
2. Al-Nakkash, L., & Kubinski, A. (2020). Soy isoflavones and gastrointestinal health. *Current Nutrition Reports*, *9*(3), 193-201.
3. Belfiore, E., Di Prima, G., Angellotti, G., Panzarella, V., & De Caro, V. (2024). Plant-derived polyphenols to prevent and treat oral mucositis induced by chemo-and radiotherapy in head and neck cancers management. *Cancers*, *16*(2), 260.
4. Boeing, T., De Souza, P., Speca, S., Somensi, L. B., Mariano, L. N. B., Cury, B. J., ... & De Andrade, S. F. (2020). Luteolin prevents irinotecan-induced intestinal mucositis in mice through antioxidant and anti-inflammatory properties. *British journal of pharmacology*, *177*(10), 2393-2408.
5. Charalambous, M., Raftopoulos, V., Paikousis, L., Katodritis, N., Lambrinou, E., Vomvas, D., ... & Charalambous, A. (2018). The effect of the use of thyme honey in minimizing radiation-induced oral mucositis in head and neck cancer patients: A randomized controlled trial. *European Journal of Oncology Nursing*, *34*, 89-97.
6. Carmona-Hernandez, J. C., Taborda-Ocampo, G., Valdez, J. C., Bolling, B. W., & González-Correa, C. H. (2019). Polyphenol extracts from three Colombian passifloras (passion fruits) prevent inflammation-induced barrier dysfunction of Caco-2 cells. *Molecules*, *24*(24), 4614.
7. Deaza-Fernández, M. P., Sarmiento-Soto, D., & Quintanilla-Carvajal, M. X. (2025). Innovative Approaches in the Design of Flavonoid-Based Functional Foods for Pediatric Nutrition. *Applied Food Research*, 101114.
8. Lourenção, J. T. V., de Souza Mendes, H., Veiga-Santos, P., & Machado, N. C. (2023). Developing Ice Cream for Mucositis Management and Improving the Nutritional Support for Pediatric Cancer Patients. *Revista Brasileira de cancerología*, *69*(1).
9. Martirosyan, D., Lampert, T., & Ekblad, M. (2022). Classification and regulation of functional food proposed by the functional food center. *Functional Food Science-Online ISSN*: *2767-3146*, *2*(2), 25-46.
10. Morales-de la Peña, M., Acevedo-Fani, A., Welti-Chanes, J., Soliva-Fortuny, R., & Martín-Belloso, O. (2022). Process Innovations in Designing Foods with Enhanced Functional Properties. In *Delivering Functionality in Foods*: *From Structure Design to Product Engineering* (pp. ۱۵۶-۱۳۷). Cham: Springer International Publishing.
11. Pulito, C., Cristaudo, A., Porta, C. L., Zapperi, S., Blandino, G., Morrone, A., & Strano, S. (2020). Oral mucositis: the hidden side of cancer therapy. *Journal of experimental & clinical cancer research*, *39*(1), 210.
12. Palczak, J., Giboreau, A., Rogeaux, M., & Delarue, J. (2020). How do pastry and culinary chefs design sensory complexity?. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, *19*, 100182.
13. Pyo, Y., Kwon, K. H., & Jung, Y. J. (2024). Anticancer potential of flavonoids: their role in cancer prevention and health benefits. *Foods*, *13*(14), 2253.
14. Sahin, I., Bilir, B., Ali, S., Sahin, K., & Kucuk, O. (2019). Soy isoflavones in integrative oncology: increased efficacy and decreased toxicity of cancer therapy. *Integrative cancer therapies*, *18*, 1534735419835310.
15. Xu, Y., Yan, X., Zheng, H., Li, J., Wu, X., Xu, J., ... & Du, C. (2024). The application of encapsulation technology in the food Industry: Classifications, recent Advances, and perspectives. *Food Chemistry*: *X*, *21*, 101240.

Lactic Acid Bacteria as Preservatives in Fermented Foods

Somayeh Mohammadkhani[1*]

1.PhD student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz

* somaye.mohammadkhani1430@gmail.com

Abstract

Lactic acid bacteria (LAB) play a pivotal role in food fermentation and use their metabolic capabilities to enhance the shelf life, safety, and sensory properties of various food products.This study investigates the mechanisms by which LAB act as preservatives in foods, focusing on their antimicrobial and antioxidant activities, and their applications in dairy, meat, and vegetable fermentation. LAB, including genera such as Lactobacillus, Streptococcus, Leuconostoc, and Pediococcus, produce organic acids (such as lactic and acetic acids) through homofermentative and heterofermentative pathways and lower pH to inhibit spoilage organisms and pathogens.Bacteriocins, such as nisin and pediocin, provide targeted antimicrobial activity and serve as natural alternatives to synthetic preservatives. In addition, LAB synthesize bioactive compounds such as riboflavin (vitamin B2) that enhance nutritional value and improve texture and shelf life. This review details the role of LAB in the fermentation of dairy, meat, and vegetables, highlighting their contribution to flavor, safety, and probiotic function. However, challenges such as strain-specific variability, environmental sensitivity, and regulatory concerns surrounding genetically modified LAB persist. Therefore, this review emphasizes the critical role of LAB in sustainable and clean-label food production and advocates for multidisciplinary research to unleash their full potential to meet the modern needs of the food industry.

Keywords:

sustainable production, safety, antimicrobial, natural

دو فصلنامه علمی تخصصی
اتحادیه انجمن‌های علمی دانشجویی علوم دامی وصنایع غذایی ایران

باکتری‌های اسیدلاکتیک به‌عنوان نگهدارنده در موادغذایی تخمیر

سمیه محمدخانی[1]*

۱.دانشجوی دکتری زیست‌فناوری موادغذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

*somaye.mohammadkhani1430@gmail.com

چکیده:

باکتری‌های اسید لاکتیک (LAB) در تخمیر موادغذایی نقش محوری دارند و از قابلیت‌های متابولیکی خود برای افزایش نگهداری، ایمنی و ویژگی‌های حسی محصولات غذایی مختلف استفاده می‌کنند. این مطالعه به بررسی مکانیسم‌هایی می‌پردازد که LAB از طریق آنها به‌عنوان نگهدارنده در موادغذایی عمل می‌کند و بر فعالیت‌های ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی آنها، کاربردهای آنها در تخمیر لبنیات، گوشت و سبزیجات تمرکز دارد. LAB شامل جنس‌هایی مانند Lactobacillus، Streptococcus، Leuconostoc و Pediococcus است که اسیدهای آلی (مانند اسیدهای لاکتیک و استیک) را از طریق مسیرهای هموفرمنتاتیو و هتروفرمنتاتیو تولید می‌کنند و pH را برای مهار ارگانیسم‌های فاسدکننده و پاتوژن‌ها کاهش می‌دهند. باکتریوسین‌ها مانند نیسین و پدیوسین، عملکرد ضدمیکروبی هدفمندی ارائه می‌دهند و به‌عنوان جایگزین‌های طبیعی برای نگهدارنده‌های مصنوعی عمل می‌کنند. علاوه بر این، LAB ترکیبات زیست فعال مانند ریبوفلاوین (ویتامین B_2) را سنتز می‌کند که ارزش غذایی را افزایش داده و بافت و ماندگاری را بهبود می‌بخشد. این بررسی به تفصیل نقش LAB را در تخمیر لبنیات، گوشت و سبزیجات میپردازد و سهم آنها را در طعم، ایمنی و عملکرد پروبیوتیک برجسته می‌کند. با این حال، چالش‌هایی مانند تنوع خاص سویه، حساسیت محیطی و نگرانی‌های نظارتی پیرامون LAB اصلاح‌شده ژنتیکی همچنان ادامه دارد. پس در این بررسی بر نقش حیاتی LAB در تولید پایدار و با برچسب پاک موادغذایی تأکید می‌گردد و از تحقیقات چند رشته‌ای برای آزادسازی پتانسیل کامل آنها در پاسخگویی به نیازهای مدرن صنعت غذا حمایت می‌کند.

کلمات کلیدی:

ایمنی ، تولید پایدار، ضدمیکروب، طبیعی

مقدمه

تخمیر از قدیمیترین بیوتکنولوژی‌های بشریت است که قرن‌ها برای حفظ غذا، افزایش ارزش غذایی و بهبود کیفیت حسی به کار گرفته شده است. تخمیرکه در جوامع اولیه انسانی به‌عنوان روشی عملی برای افزایش ماندگاری و بهبود طعم و بافت مطرح بوده است، به تدریج به بخشی جدایی‌ناپذیر از سنت‌های آشپزی در سراسر جهان تبدیل شده است. این فرآیندی طبیعی است که در آن میکروارگانیسم‌ها مولکول‌های آلی پیچیده را به اشکال ساده‌تر تجزیه می‌کنند و همزمان ارزش غذایی، فراهمی زیستی و ویژگی‌های حسی مانند ویتامین‌ها، پروتئین‌ها، اسیدهایآمینه، طعم‌ها و عطر غذا را افزایش می‌دهند. اساساً تخمیر شامل فعالیت کنترل‌شده میکروارگانیسم‌ها بر روی بسترهای غذایی است، فرآیندی که می‌توانند بطور خود به خودی از طریق میکروفلور بومی موجود در مواد اولیه رخ دهد. در اواسط قرن نوزدهم، پاستور نشان داد که فعالیت میکروبی، تحولات تخمیری را هدایت می‌کند، که انتخاب آگاهانه میکروارگانیسم‌های محیطی را برای بهینه‌سازی راندمان تخمیر برانگیخت (Di Cagno et al.,2011). تا سال ۱۸۹۰ از گونه‌های مخمر خالص برای شراب‌سازی استفاده می‌شد و معرفی مواد شیمیایی ضدمیکروب و پاستوریزاسیون در اوایل قرن بیستم، کنترل میکروبی را بهبود بخشید. این پیشرفت‌ها نقش اصلی میکروارگانیسم‌ها را در تغییر خواص شیمیایی و فیزیکی غذاهای تخمیر شده برجسته می‌کند. تخمیر میکروبی خود مسیر متابولیکی بی‌هوازی است که در آن کربوهیدرات‌ها، مانند قندها یا غلات، به الکل، اسیدها یا گازها تبدیل می‌شوند. این فرآیندها نه تنها به‌عنوان نگهدارنده غذا عمل می‌کند، بلکه ماندگاری را نیز افزایش می‌دهد، از فساد جلوگیری می‌کند و رشد عوامل بیماریزای مضر را مهار می‌کند. در نتیجه، تکنیک‌های تخمیر مدرن همچنان به شدت به گونه‌های میکروبی شناخته شده متکی هستند تا ثبات، کیفیت و عملکرد را در تولید موادغذایی سنتی و صنعتی تضمین کنند (Okoye et al.,2025).

باکتری‌های اسید لاکتیک (LAB) میکروارگانیسم‌های اصلی مسئول در تخمیر و توسعه طعم در غذا هستند. LAB شامل گروه متنوعی از کوکسی‌ها یا میله‌های گرم مثبت غیر هاگ‌زا هستند که غیرمتحرک و مقاوم به اسید می‌باشند. آن‌ها انرژی خود را از طریق فسفریله کردن قندها بدست می‌آورند و عمدتاً بصورت هموفرمنتاتیو یا هتروفرمنتاتیو طبقه‌بندی می‌شوند. برخی از گونه‌ها قادر به انجام هر دو مسیر هستند که به آن‌ها باکتری‌های heterogeneous گفته می‌شود. باکتری‌های اسیدلاکتیک هموفرمنتاتیو، مانند *Lactobacillus plantarum* و *Pediococcus pentosaceus* ، هگزوزها را از طریق گلیکولیز متابولیزه می‌کنند و به ازای هر مولکول گلوکز دو مولکول لاکتات تولید

می‌کنند. برعکس، باکتری‌های اسیدلاکتیک هتروفرمنتاتیو می‌توانند هم هگزوزها و هم پنتوزها را تخمیر کنند و از مسیر پنتوز فسفات با آنزیم‌های کلیدی مانند اپیمراز ریبوز-5P و فسفوکتولاز استفاده کنند و در نتیجه دیاکسیدکربن، لاکتات و استات یا اتانول تولید کنند (El Ahmadi et al.,2025). رایج‌ترین LAB شناخته شده متعلق به چهار جنس اصلی Lactobacillus، Streptococcus ، Leuconostoc و Pediococcus هستند. بطور کلی، LAB با مهار مؤثر میکروارگانیسم‌های بیماریزا و فاسدکننده از طریق فعالیت‌های متابولیکی ایمن خود، نقش مهمی در بهبود ایمنی و کیفیت موادغذایی ایفا می‌کنند. آن‌ها قندهای موجود را به اسیدهای آلی تبدیل می‌کنند و ترکیبات زیست‌فعال مانند باکتریوسین‌ها، ویتامین‌ها و اسیدهایآمینه آزاد را در طول تخمیر تولید می‌کنند که غشاهای میکروبی و قارچی را مختل می‌کنند. LAB با تولید عوامل ضدمیکروبی طبیعی، افزایش ماندگاری موادغذایی و تضمین ایمنی، از حفظ زیستی پشتیبانی می‌کند (Okoye et al.,2025). هدف این مطالعه بررسی مکانیسم‌های نگهدارندگی موادغذایی توسط LAB، از جمله فعالیت‌های ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی آن‌ها است. همچنین کاربردهای فعلی آن‌ها را در تخمیر لبنیات، گوشت و سبزیجات و پتانسیل آینده آنها را در استراتژی‌های نگهداری موادغذایی با برچسب تمیز، کاربردی و پایدار ارزیابی مورد ارزیابی قرار میگیرد.

مکانیسم‌های نگهدارندگی توسط LAB

LAB مدت‌هاست که به دلیل نقش محوری خود در تخمیر طیف گسترده‌ای از محصولات غذایی، ناشی از سیستم‌های متابولیکی کارآمدشان که سوبستراهای ساده را به ترکیبات مفید برای توسعه طعم، نگهداری غذا و افزایش ارزش غذایی تبدیل می‌کنند، شناخته شده‌اند. اگرچه LAB دارای ژنوم‌های نسبتاً کوچک و ساده‌ای با قابلیت‌های بیوسنتزی محدود است، اما طیف گسترده‌ای از فعالیت‌های متابولیکی را نشان می‌دهد که بطور دقیق برای بقا در محیط‌های غنی از موادمغذی مانند غذاهای تخمیر شده تنظیم شده‌اند. در طول دهه‌ها، تحقیقات چند رشته‌ای با ترکیب ژنتیک، فیزیولوژی و بیوشیمی، درک ما از متابولیسم LAB را گسترش داده است و بینش‌های ضروری را برای کاربرد بهینه آنها در فرآوری و نگهداری زیستی موادغذایی ارائه می‌دهد. مسیرهای متابولیکی LAB نه تنها تولید انرژی و رشد را تضمین می‌کنند، بلکه از طریق تولید اسیدلاکتیک، سایر اسیدهای آلی، پپتیدهای ضد میکروبی (باکتریوسین‌ها) و ویتامین‌ها بطور قابل توجهی در کیفیت غذا نقش دارند. این متابولیت‌ها برای ایجاد ویژگی‌های حسی مطلوب، بهبود ماندگاری، تضمین ایمنی موادغذایی و حتی ارائه عملکردهای ارتقا دهنده سلامت هنگام مصرف به‌عنوان بخشی از محصولات پروبیوتیک ضروری هستند(Okoye et al.,2022). این بخش مسیرهای متابولیکی اصلی در LAB را تشریح می‌کند و زمینه‌های امیدوارکننده‌ای را برای تحقیق و توسعه بیشتر مشخص می‌کند.

اسیدی شدن از طریق تولید اسید آلی

از ویژگی‌های کلیدی LAB، ظرفیت آنها در تولید اسیدهای آلی متنوع به‌عنوان محصولات جانبی متابولیک در طول تخمیر کربوهیدرات است. این اسیدها شامل اسید لاکتیک (محصول اصلی) و همچنین اسید استیک، اسید فرمیک، اسید سوکسینیک و سایر موارد هستند. LAB عمدتاً کربوهیدرات‌ها را برای تولید اسید لاکتیک تخمیر می‌کند و منجر به اسیدی شدن قابل توجه ماتریکس غذا می‌شود. این اسیدی شدن ضروری است زیرا شرایط نامطلوبی را برای میکروارگانیسم‌های فاسد حساس به pH و باکتری‌های بیماریزا ایجاد می‌کند. شرایط اسیدی ایجاد شده توسط این اسیدهای آلی نه تنها طعم و عطر تندی به غذاهای تخمیر شده مانند ماست، کیمچی و نان خمیر ترش می‌دهد، بلکه با سرکوب میکروب‌های بیماریزا به‌عنوان نگهدارنده‌های طبیعی نیز عمل می‌کند. در باکتری‌های اسیدلاکتیک هموفرمنتاتیو، گلوکز در درجه اول از طریق مسیر امبدن-مایرهوف-پارناس (EMP) به پیروات تبدیل می‌شود که سپس از طریق فعالیت لاکتات دهیدروژناز (LDH) به اسیدلاکتیک احیا می‌شود. بسته به ایزوفرم‌های LDH سویه، L -(+)- لاکتات یا D-(-)- لاکتات ممکن است به‌عنوان محصول اصلی غالب باشند و بر خواص حسی و قابلیت هضم محصول نهایی تأثیر بگذارند. برعکس، باکتری‌های اسیدلاکتیک هتروفرمنتاتیو از مسیرهای پنتوز فسفات و فسفوکتولاز استفاده می‌کنند و مخلوطی متعادل از اسیدلاکتیک، اتانول (یا اسید استیک) و دیاکسیدکربن حاصل از تخمیر قند را تولید می‌کنند. این انعطاف‌پذیری متابولیکی به ویژه در تخمیرهای مبتنی بر غلات یا سبزیجات، که در آنها قندهای پنتوز رایج‌تر هستند، بسیار مهم است. باکتری‌های اسید لاکتیک همچنین می‌توانند سیترات و سایر اسیدهای آلی را متابولیزه کنند و متابولیت‌های ثانویه‌ای مانند استات، سوکسینات و فرمات را از طریق آنزیم‌هایی مانند فوماراز، فومارات ردوکتاز و پیرووات فرمات لیاز تولید کنند (Wang et al.,2025). این متابولیت‌ها در ایجاد طعم پیچیده پنیر و محصولات لبنی تخمیری نقش دارند. با این وجود، پژوهشگران برجسته‌کردهاند، تحقیقات بیشتری برای ترسیم جامع تعاملات این مسیرهای متابولیکی جایگزین تحت شرایط مختلف محیطی و تغذیه‌ای مرتبط با سیستم‌های غذایی ضروری است.

تولید باکتریوسین

باکتریوسین‌ها پپتیدهای ضدمیکروبی هستند که توسط بسیاری از سویه‌های باکتری‌های اسیدلاکتیک سنتز می‌شوند و بطور مؤثر رشد گونه‌های مرتبط یا پاتوژن‌های منتقله از غذا را سرکوب می‌کنند. این پپتیدها به دلیل ویژگی، ایمنی و منشأ طبیعی خود به‌عنوان جایگزین‌های طبیعی برای نگهدارنده‌های مصنوعی مورد

توجه قرار گرفته‌اند. در سیستم‌های غذایی، باکتریوسین‌هایی مانند نایسین، پدیوسین و انتروسین بطور گسترده برای مهار رشد میکروارگانیسم‌های مضر مانند *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* و سایر میکروب‌های نامطلوب استفاده می‌شوند و در نتیجه ایمنی محصولات غذایی را افزایش داده و ماندگاری آنها را افزایش می‌دهند. باکتریوسین‌ها به چهار گروه اصلی؛ کلاس I (لانتی‌بیوتیک‌ها)، کلاس II (پپتیدهای کوچک و مقاوم در برابر حرارت)، کلاس III (پروتئین‌های بزرگتر و حساس به حرارت) و کلاس IV (پروتئین‌های پیچیده با اجزای لیپیدی یا کربوهیدراتی) طبقه‌بندی می‌شوند. تولید باکتریوسین‌ها از یک فرآیند کدگذاری شده ژنتیکی پیروی می‌کند که شامل سنتز پیش پپتیدی است که قبل از انتقال و ترشح از طریق مکانیسمهای تخصصی، دچار تغییرات پس از ترجمه می‌شود. این فرآیندها توسط اپرون‌هایی تنظیم می‌شوند که بیان ژن‌های کدکننده پپتید ساختاری، پروتئین‌های ایمنی، سیستم‌های تنظیمی و دستگاه ترشح را هماهنگ می‌کنند (Okoye et al.,2025). یک سیستم تنظیمی حیاتی، سیستم انتقال سیگنال سه جزئی است که شامل پپتید القاکننده (IP)، پروتئین کیناز هیستیدین (HPK) و تنظیم‌کننده پاسخ (RR) می‌شود. این سیستم تضمین می‌کند که تولید باکتریوسین در پاسخ به تراکم جمعیت و استرس محیطی آغاز می‌شود. با این حال، پیشرفت در فناوری‌های اومیکس و زیست‌شناسی مصنوعی، راه‌های جدیدی را برای افزایش تولید و گسترش طیف باکتریوسین‌ها باز کرده است و آنها را در زمینه غذاهای با حداقل فرآوری، حتی مرتبط‌تر می‌سازد.

بیوسنتز ویتامین

ریبوفلاوین یا ویتامین B_2، یک ریزمغذی حیاتی است که به‌عنوان پیش‌ساز فلاوین مونونوکلئوتید (FMN) و فلاوین آدنین دینوکلئوتید (FAD) عمل می‌کند، که کوآنزیم‌هایی هستند که در واکنش‌های مختلف اکسیداسیون-احیا دخیل هستند. برخی از سویه‌های LAB می‌توانند ریبوفلاوین را از نوپدید سنتز کنند، بنابراین کیفیت تغذیه‌ای محصولات تخمیری را بدون غنی‌سازی خارجی افزایش می‌دهند. مسیر بیوسنتز ریبوفلاوین (RBP) در باکتری‌های اسیدلاکتیک با پیش‌سازهای GTP و ریبولوز-۵-فسفات (Ru5P) آغاز می‌شود. این مسیر شامل چهار ژن اصلی ribA، ribB، ribG و ribH است که عموماً در یک اپرون سازماندهی شده‌اند اما لزوماً به ترتیب توالی واکنش بیان نمی‌شوند. بطور خاص، ribA، GTP سیکلوهیدرولاز II را کد می‌کند که یک واسطه پیریمیدین از GTP تولید می‌کند. این واسطه، همراه با یک ترکیب قندی مشتق شده از Ru5P، توسط ribG که آنزیم دآمیناز-ردوکتاز را کد می‌کند، پردازش می‌شود تا لومازین تشکیل شود. RibH، لومازین سنتاز را کد می‌کند که پیش‌ساز را به واسطهای لومازین تبدیل می‌کند، در حالیکه ribB (ریبوفلاوین سنتاز) تبدیل نهایی به ریبوفلاوین را انجام می‌دهد. توانایی LAB در بیوسنتز ریبوفلاوین در بین سویه‌ها متفاوت است و تحت تأثیر شرایط محیطی مانند منبع کربن، pH و سطح اکسیژن قرار می‌گیرد. بهینه‌سازی این شرایط در سیستم‌های تخمیر می‌تواند بطور قابل توجهی بازده تغذیه‌ای LAB را بهبود بخشد و آنها را برای تولید لبنیات غنی‌شده، غلات و محصولات تخمیری گیاهی جذاب کند (Okoye et al.,2025).

کاربردهای LAB در صنعت غذا

محصولات لبنی تخمیری

غذاهای تخمیری از طریق تخمیر قندهای خاص توسط LAB ایجاد می‌شوند. بخش بزرگی از این غذاهای تخمیری در دسته لبنیات قرار می‌گیرند - مانند پنیر، ماست و شیر تخمیر شده - با تنوع زیادی که با استفاده از کشت‌های آغازگر تولید می‌شوند. از نظر تاریخی، این محصولات از طریق روشی به نام back-slopping ساخته می‌شدند، که در آن ویژگی‌های محصول نهایی به غالب بودن سازگارترین سویه‌ها بستگی داشت. حتی پیش از این، تخمیر بصورت خودبه‌خودی و توسط میکروفلور طبیعی موجود در مواد خام و محیط اطراف آنها انجام می‌شد. در بیوتکنولوژی غذایی مدرن، تخمیر کنترل‌شده عمدتاً از کشت‌های آغازگر مشخص‌شده استفاده می‌کند و سویه‌های LAB برای ویژگی‌های خاص و مطلوب خود متناسب با محصولات منحصر به فرد انتخاب می‌شوند. فرآیند تخمیر شیر به شدت به فعالیت LAB بستگی دارد که تبدیل شیر به محصولات لبنی تخمیری با کیفیت بالا را ممکن می‌سازد. LAB ممکن است بطور طبیعی (خودبه‌خودی) وجود داشته باشد یا به‌عنوان کشت‌های آغازگر معرفی شود. هر دو سویه LAB خودبه‌خودی و تلقیح‌شده، پتانسیل ارزشمندی برای استفاده در تولید شیر تخمیرشده ارائه می‌دهند. در طول تخمیر، LAB اسیدهایی تولید می‌کند که به‌عنوان نگهدارنده‌های طبیعی عمل می‌کنند و به توسعه طعم کمک می‌کنند. شیر و فرآورده‌های لبنی تخمیری مانند ماست، کفیر و دوغ، ماتریس‌های غنی از موادمغذی را تشکیل می‌دهند که از رشد میکروبی پشتیبانی می‌کنند و می‌توانند منجر به فساد شوند. یکی از قابل توجه‌ترین ویژگی‌های نگهدارنده LAB، توانایی آنها در تولید اسیدها است که اثرات ضدمیکروبی دارند. فرآیند اسیدی شدن با مهار رشد ارگانیسم‌های فاسدکننده و پاتوژن‌های مضر به محافظت از شیر کمک می‌کند. علاوه بر تولید اسید، LAB ترکیبات ضد میکروبی معروف به باکتریوسین‌ها را نیز تولید می‌کند که به حفظ این محصولات کمک بیشتری می‌کند (El Ahmadi et al.,2025 ؛ Okoye et al.,2025).

سبزیجات تخمیری

تخمیر توسط LAB به‌عنوان روش بیوتکنولوژیکی ساده و مؤثر برای حفظ و بهبود طعم، ارزش غذایی، ماندگاری و ایمنی میوه‌ها و سبزیجات در نظر گرفته می‌شود. ادغام تکنیک‌های سنتی نگهداری زیستی با ابزارهای بیوتکنولوژیکی مدرن،

پروتکل‌های تخمیر سفارشی را از طریق انتخاب منطقی کشت آغازگر امکانپذیر می‌کند و مصرف بیشتر میوه‌ها و سبزیجات تازه را ترویج می‌دهد.LABکربوهیدرات‌های موجود در میوه‌ها و سبزیجات را به اسیدلاکتیک تخمیر می‌کنند و pH محصولات نهایی را به حدود ۴ کاهش می‌دهند که به پایداری آنها کمک می‌کند. این اسیدی شدن بطور مؤثر تکثیر ارگانیسم‌های فاسدکننده و پاتوژن‌های مضر را محدود می‌کند. علاوه بر این، LAB با سرکوب رشد باکتری‌های مضر مانند *Escherichia coli* ، Staphylococcus و Salmonella، از میکروبیوتای سالم روده حمایت می‌کند و در نتیجه به سلامت کلی کمک می‌کند (Di Cagno et al.,2011). میوه‌ها به دلیل محتوای بالای موادمعدنی، ویتامین‌ها و قندها، اغلب در فرآیندهای تخمیر الکلی، مانند تولید شراب و آبجو، استفاده می‌شوند. ماهیت کمی اسیدی آنها، آبمیوه‌ها را به محیطی ایده‌آل برای رشد مخمر تبدیل می‌کند و امکان تبدیل کارآمد قندها به اتانول را فراهم می‌کند. در مقابل، سبزیجات حاوی سطوح پایین‌تری از قند هستند، اما سرشار از ویتامین‌ها و موادمعدنی هستند و pH خنثی دارند که آنها را برای تخمیر توسط LAB مناسب می‌کند. تخمیر در میوه‌ها و سبزیجات می‌تواند بطور طبیعی از طریق فعالیت LAB ساکن در سطح مانند Lactobacillus، Leuconostoc و Pediococcus رخ دهد. با این حال، معرفی کشت‌های آغازگر مانند *Lactobacillus plantarum*، *L. rhamnosus*، *L. gasseri*، *L. acidophilus* و همه سویه‌های پروبیوتیک می‌تواند پایداری را افزایش داده و نتایج تخمیر قابل اعتمادی را تضمین کند. در تولید تجاری سبزیجات تخمیر شده با اسیدلاکتیک مانند کلم ترش، پاستوریزاسیون یا افزودن مواد نگهدارنده پس از تخمیر روشی رایج است. با این حال، این فرآیندها بیشتر LAB را از بین می‌برند و در نتیجه هرگونه مزایای بالقوه پروبیوتیک را خنثی می‌کنند(Okoye et al.,2025). در طول تخمیر کلم ترش یا کیمچی، خواص زیست‌نگهدارنده‌ی LAB به جلوگیری از فعالیت‌های آنزیمی و میکروبی که در غیر این صورت ممکن است باعث خراب شدن رنگ‌های روشن محصولات تازه شوند، کمک می‌کند. این عمل محافظتی همچنین غذا را از فرآیندهای اکسیداتیو که اغلب مسئول تغییر رنگ یا قهوه‌ای شدن در غذاهای مختلف هستند، محافظت می‌کند (Anumudu et al.,2024).

فرآورده‌های گوشتی

گوشت و فرآورده‌های گوشتی به دلیل pH مطلوب، ترکیب غذایی غنی و رطوبت بالا، بسیار فسادپذیر هستند. فرآورده‌های گوشتی به‌عنوان منابع غذایی ارزشمند برای انسان عمل می‌کنند و مقادیر بالایی از ویتامین‌های گروه B، پروتئین‌ها، اسیدهایآمینه ضروری و موادمعدنی را ارائه می‌دهند. با این حال، pH بهینه، موادمغذی فراوان و فعالیت آبی بالای آنها نیز شرایط ایده‌آلی را برای رشد میکروبی ایجاد می‌کند. گونه‌های باکتریایی کلیدی مرتبط با فساد گوشت شامل Enterobacter، Pseudomonas، Brochothrix، Moraxella ، Acinetobacter و Leuconostoc هستند. برخی از این باکتری‌ها، مانند Pseudomonas و Enterobacter ، می‌توانند آمین‌هایبیوژنیک تولید کنند که ممکن است نگرانی‌هایی را در مورد ایمنی موادغذایی ایجاد کند(Okoye et al.,2025). LAB در تخمیر فرآورده‌های گوشتی ضروری هستند و به بهبود بافت، بهبود طعم، حفظ و افزایش ماندگاری کمک می‌کنند. به دلیل ظرفیت بافری قوی و محتوای کم کربوهیدرات در گوشت تازه، تخمیر معمولاً ملایم است و کیفیت ارگانولپتیک غذا را با حداقل تغییرات حفظ می‌کند. در تخمیر سنتی گوشت، مکمل کربوهیدرات، تولید اسیدلاکتیک توسط LAB را افزایش می‌دهد و منجر به کاهش pH و دناتوراسیون پروتئین می‌شود. LAB می‌تواند به‌عنوان مادهای کاربردی در فرآورده‌های گوشتی یا به‌عنوان کشت‌های آغازگر در تخمیر استفاده شود. در صورت استفاده‌ی مستقیم، LAB را می‌توان با استفاده از روش‌های مختلف مانند ترکیب در فرمولاسیون خمیر گوشت یا گوشت تازه یا با اسپری کردن روی سطح فرآورده‌های گوشتی تازه، در کشت‌های خشک‌شده‌ی منجمد یا تازه بکار برد. LAB بطور گسترده به‌عنوان کشت‌های آغازگر اولیه در فرآیندهای تخمیر گوشت معمولی استفاده شده است که کربوهیدرات‌ها را به اسیدلاکتیک تبدیل کرده و متابولیت‌های زیست فعال مختلفی از جمله اسیدهای آلی، دی‌استیل، پیش‌سازهای طعم‌دهنده و پپتیدهای ضدباکتری و ضدقارچ تولید می‌کنند (Yang et al.,2019). LAB ترکیبات ضدمیکروبی و زیست‌فعال از جمله باکتریوسین‌ها و بیوسورفکتانت‌ها تولید می‌کنند. باکتریوسین‌ها می‌توانند تکثیر میکروارگانیسم‌های بیماریزا یا عامل فساد را مهار کنند. تحقیقات فعلی تخمین می‌زند که بیش از ۵۰٪ از کل گونه‌های باکتریایی قادر به تولید باکتریوسین‌ها هستند. باکتریوسین‌ها مزایای دیگری مانند کاهش خطر انتقال میکروارگانیسم‌های بیماریزا و کاهش استفاده از نگهدارنده‌های مصنوعی را ارائه می‌دهند. بیوسورفکتانت‌ها ترکیبات زیست‌تخریب‌پذیر، آمفی‌فیلیک و غیرسمی با خواص ضدمیکروبی هستند که می‌توانند بطور مؤثر در حفظ گوشت و فرآورده‌های گوشتی نقش داشته باشند. بیوسورفکتانت‌ها معمولاً به دو شکل؛ یا متصل به سلول یا ترشح شده در محیط اطراف تولید می‌شوند. آن‌ها دارای ساختارهای شیمیایی پیچیده و متنوعی، از جمله کمپلکس‌های پلی‌ساکارید-پروتئین، لیپوپروتئین‌ها و لیپوپلی‌ساکاریدها هستند(Okoye et al.,2025).

چالش‌ها و جهت‌گیری‌های آینده

علیرغم اثربخشی اثبات‌شده‌ی LAB در افزایش ایمنی و ماندگاری موادغذایی از طریق مکانیسم‌های مختلف نگهداری، چالش‌های متعددی مانع از کاربرد و بهینه‌سازی کامل آن‌ها در صنعت موادغذایی می‌شود. یکی از محدودیت‌های اصلی، اختصاصی بودن سویه‌های عملکردی LAB است. همه سویه‌های درون یک گونه، قابلیت‌های ثابتی از نظر نرخ تولید اسید، راندمان سنتز

باکتریوسین یا بازده تشکیل اگزوپلیساکاریدها را نشان نمی‌دهند. این تنوع، استانداردسازی را پیچیده می‌کند و ممکن است منجر به نتایج متناقض در فرآیندهای تخمیر صنعتی شود. علاوه بر این، عوامل محیطی مانند دما، pH، سطح اکسیژن و ترکیب سوبسترا بطور قابل توجهی بر معیارهای کلیدی عملکرد، از جمله سینتیک رشد (به‌عنوان مثال، زمان دو برابر شدن- مدت زمان فاز تاخیر)، فعالیت متابولیکی (به‌عنوان مثال، نرخ استفاده از کربوهیدرات- تولید اسید آلی) و تولید متابولیت (به‌عنوان مثال، بازده باکتریوسین) تأثیر می‌گذارند. این عوامل می‌توانند مقاومت LAB را در ماتریس‌های غذایی متنوع محدود کنند(Barboza & Usaga ,.2020). برای پرداختن به این موضوع، غربالگری پیشرفته سویه با استفاده از فنوتیپ‌بندی با توان عملیاتی بالا و ابزارهای ژنومی می‌تواند سویه‌هایی را با عملکرد قوی در شرایط متنوع شناسایی کند. علاوه بر این، استراتژی‌های کشت مشترک، که در آن سویه‌های مکمل LAB با هم ترکیب می‌شوند، می‌توانند ثبات و عملکرد را در فرآیندهای تخمیر افزایش دهند.

از دیگر چالش‌های مبرم، چشم‌انداز نظارتی و درک مصرف‌کننده است. در حالیکه LAB بطور کلی به‌عنوان ایمن (GRAS) شناخته می‌شود، استفاده از LAB اصلاح‌شده ژنتیکی برای افزایش عملکردهای نگهداری (به‌عنوان مثال، افزایش بازده باکتریوسین) نگرانی‌های اخلاقی، قانونی و ایمنی را به ویژه در مناطقی با سیاست‌های سختگیرانه ارگانیسم‌های اصلاح‌شده ژنتیکی (GMO) افزایش می‌دهد. راه‌حل‌های بالقوه شامل توسعه رویکردهای غیر GMO، مانند جهش‌زایی هدایت‌شده یا تکامل آزمایشگاهی تطبیقی، برای بهبود ویژگی‌های LAB در عین حفظ انطباق با مقررات است. کمپین‌های آموزشی مصرف‌کننده که ایمنی و مزایای نگهداری زیستی مبتنی بر LAB را برجسته می‌کنند، می‌توانند مقبولیت را نیز بهبود بخشند. علاوه بر این، باکتریوسین‌ها، اگرچه در برابر بسیاری از پاتوژن‌های غذایی مؤثر هستند، اما اغلب طیف ضدمیکروبی باریکی از خود نشان می‌دهند و اثربخشی آنها را در برابر طیف وسیعی از ارگانیسم‌های فاسدکننده یا پاتوژن‌ها محدود می‌کنند. این امر می‌تواند با اجازه دادن به میکروب‌های مقاوم یا بدون تأثیر برای تکثیر، ایمنی موادغذایی را به خطر بیندازد و بطور بالقوه منجر به فساد یا خطرات سلامتی شود. علاوه بر این، ایجاد مقاومت در میان میکروارگانیسم‌های هدف یک نگرانی نوظهور است، زیرا قرار گرفتن طولانی مدت در معرض باکتریوسین‌ها ممکن است باعث انتخاب سویه‌های مقاوم شود، اثربخشی طولانی مدت آنها را کاهش دهد و خطرات مقاومت متقاطع به سایر مواد ضدمیکروبی را ایجاد کند (Gbadegesin et al.,2022). این مسائل بر نیاز به نظارت دقیق بر جمعیت‌های میکروبی در سیستم‌های غذایی و توسعه باکتریوسین‌های طیف گسترده یا ترکیبات ضدمیکروبی سینرژیک تأکید می‌کند. تعاملات بین متابولیت‌های LAB و سایر اجزای غذایی همچنین می‌تواند منجر به ویژگی‌های حسی نامطلوب، مانند طعم‌های نامطلوب یا تغییرات بافت شود که بر پذیرش مصرف‌کننده محصولات تخمیری تأثیر می‌گذارد. فرمول‌بندی مجدد ماتریس‌های غذایی یا بهینه‌سازی شرایط تخمیر (به‌عنوان مثال، دما و pH) می‌تواند این چالش‌های حسی را کاهش دهد.

نتیجه‌گیری

LAB در تخمیر موادغذایی ضروری است و مکانیسم‌های قوی برای نگهداری، ایمنی و افزایش کیفیت در ماتریس‌های غذایی متنوع ارائه می‌دهد. توانایی آنها در تولید اسیدهای آلی، باکتریوسین‌ها، ویتامین‌ها و اگزوپلی‌ساکاریدها، اساس اثربخشی آنها در افزایش ماندگاری، مهار عوامل بیماریزا و غنی‌سازی پروفایل‌های تغذیه‌ای و حسی است. از لبنیات سنتی و محصولات گوشتی گرفته تا کاربردهای مدرن گیاهی و پروبیوتیک، LAB تطبیق‌پذیری و سازگاری را نشان می‌دهد و با تقاضای مصرف‌کنندگان برای غذاهای با برچسب تمیز، کاربردی و پایدار همسو است. با این حال، چالش‌هایی مانند عملکرد خاص سویه، تنوع محیطی و موانع نظارتی پیرامون سویه‌های اصلاح‌شده ژنتیکی، راه‌حل‌های نوآورانه را ضروری می‌سازد. ادغام زیست‌شناسی سیستم‌ها، مولتی‌اومیکس و زیست‌شناسی مصنوعی، راه‌های امیدوارکننده‌ای را برای افزایش خروجی‌های متابولیکی LAB ارائه می‌دهد و امکان کنترل دقیق بر ویژگی‌های نگهداری را در عین حفظ ایمنی و پذیرش مصرف‌کننده فراهم می‌کند. بررسی سویه‌های جدید LAB حاصل از محیط‌های سنتی ممکن است پتانسیل‌های نگهداری منحصر به فردی را کشف کند و کاربرد آنها را در غذاهای نسل بعدی بیشتر گسترش دهد. این بررسی بر نیاز به رویکردی چند رشته‌ای با ترکیب بوم‌شناسی میکروبی، علوم غذایی و بیوتکنولوژی، برای غلبه بر محدودیت‌های فعلی و بهره‌برداری کامل از قابلیت‌های LAB تأکید می‌کند. با پرداختن به این چالش‌ها، LAB می‌تواند به ایفای نقش تحول‌آفرین در نگهداری پایدار موادغذایی ادامه دهد و محصولات ایمن، مغذی و جذابی را تضمین کند که نیازهای جهانی امنیت غذایی و سلامت را برآورده می‌کنند. تحقیقات آینده باید نوآوری‌های مقیاس‌پذیر و مصرف‌کننده‌پسند را در اولویت قرار دهند تا جایگاه LAB را به‌عنوان پایه فناوری غذایی مدرن تثبیت کنند.

منابع

1. Anumudu, C. K., Miri, T., & Onyeaka, H. (2024). Multifunctional applications of lactic acid bacteria: Enhancing safety, quality, and nutritional value in foods and fermented beverages. *Foods*, *13*(23), 3714.

2. Barboza, N., & Usaga, J. (2020). Lactic acid bacteria (LAB) applications in the food industry: Probiotic foods-a mini review. *J Nutr Food Sci 3*: *019*. *Henry Publishing Groups Barboza N, et al*, *3*(1), 100019.

3. El Ahmadi, K., Haboubi, K., El Allaoui, H., El Hammoudani, Y., Bouhrim, M., Eto, B., ... & Herqash, R. N. (2025). Isolation and preliminary screening of lactic acid bacteria for antimicrobial potential from raw milk. *Frontiers in Microbiology*, *16*, 1565016.

4. Di Cagno, R., Surico, R. F., Minervini, G., Rizzello, C. G., Lovino, R., Servili, M., ... & Gobbetti, M. (2011). Exploitation of sweet cherry (Prunus avium L.) puree added of stem infusion through fermentation by selected autochthonous lactic acid bacteria. *Food microbiology*, *28*(5), 900-909.

5. Gbadegesin, L. A., Ayeni, E. A., Tettey, C. K., Uyanga, V. A., Aluko, O. O., Ahiakpa, J. K., ... & Odufuwa, P. (2022). GMOs in Africa: status, adoption and public acceptance. *Food Control*, *141*, 109193

6. Okoye, C. O., Ezenwanne, B. C., & Olasoji, O. (2025). Mechanisms of Preservation by Lactic Acid Bacteria in Food Fermentation.

7. Okoye, C. O., Dong, K., Wang, Y., Gao, L., Li, X., Wu, Y., & Jiang, J. (2022). Comparative genomics reveals the organic acid biosynthesis metabolic pathways among five lactic acid bacterial species isolated from fermented vegetables. *New Biotechnology*, *70*, 73-83.

8. Wang, T., Xue, H., Liu, H., Yuan, H., Huang, D., & Jiang, Y. (2025). Advancements in metabolic engineering: unlocking the potential of key organic acids for sustainable industrial applications. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, *13*, 1556516.

9. Yang, X., Liang, Q., Chen, Y., & Wang, B. (2019). Alteration of methanogenic archaeon by ethanol contribute to the enhancement of biogenic methane production of lignite. *Frontiers in microbiology*, *10*, 2323.

FAST COOK
فست کوک
واحد فناور و دانش بنیان

افتخارات برجسته سال ۱۴۰۴

۱- برگزیده بخش فناور برتر کشاورزی در نمایشگاه ملی «فرّایران» فناوری های راهبردی و دستاوردهای محصولات دانش بنیان در صنایع راهبردی.

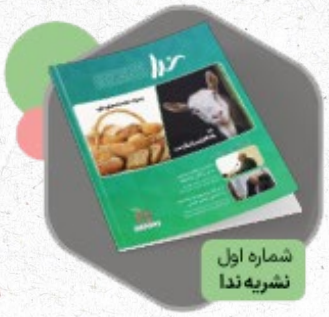
۲- دریافت جایزه ملی تا ثریا برای طرح فناورانه برتر در بخش اثرگذاری ملی.

۳- فناور برتر پارک علم و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد.

مشهد، پارک علم و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد
۰۹۱۵ ۹۱۵ ۵۱۱۷ دفتر مرکزی: ۰۵۱۳ ۸۷۶ ۵۰۰۱
www.faravardaneh.com fastcook.horse

نشریه ندا در قاب زمان

نگاهی به شماره های پیشین



www.iafssau.ir
t.me/IAFSSAU
instagram.com/iafssau
Neda.iafssau1@gmail.com