

شناسایی مقاومت آنتی‌بیوتیکی و بررسی ویژگی‌های شیمیایی عوامل میکروبی در فرآورده‌های گوشتی

شادی قاسمی^۱، فاطمه صادقی^۲

۱- دانشجوی کارشناسی میکروبیولوژی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک

shadighasemiii@gmail.com

۲- دانشجوی دکتری میکروبیولوژی، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک

fatemesadeghi0828@gmail.com

چکیده

با توجه به روند فزاینده مصرف فرآورده‌های گوشتی مانند سوسیس، کالباس و همبرگر، بررسی کیفیت میکروبی و شیمیایی این محصولات اهمیت یافته است. هدف از این مطالعه، شناسایی باکتری‌های بیماری‌زا، تعیین الگوی مقاومت آنتی‌بیوتیکی و بررسی خصوصیات شیمیایی فرآورده‌های گوشتی در استان مرکزی بود. در این پژوهش ۶۰۰ نمونه از فرآورده‌های گوشتی از مراکز عرضه در استان مرکزی جمع‌آوری گردید. پس از انجام آزمون‌های جداسازی و شناسایی میکروبی، مقاومت آنتی‌بیوتیکی با روش انتشار دیسک بررسی شد. همچنین ویژگی‌های بیوشیمیایی شامل درصد رطوبت، چربی، پروتئین، کربوهیدرات و pH آنها اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که ۳۳/۱۴ درصد از نمونه‌های سوسیس و ۳۳/۱۵ درصد از نمونه‌های کالباس و همبرگر آلوده به باکتری‌هایی نظیر *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella spp.* و *Escherichia coli* بودند. بیشترین میزان مقاومت آنتی‌بیوتیکی مربوط به *Staphylococcus aureus* در برابر پنی‌سیلین (۷۰ درصد) و متی‌سیلین (۷۵ درصد) بود. در بررسی ویژگی‌های شیمیایی، میزان رطوبت ۵۸ تا ۶۵ درصد، چربی ۱۵ تا ۲۲ درصد، پروتئین ۱۲ تا ۱۸ درصد، کربوهیدرات ۳ تا ۷ درصد و pH بین ۸/۵ تا ۴/۶ متغیر بود. این نتایج نشان‌دهنده تنوع کیفیت فرآورده‌ها و لزوم پایش مستمر از نظر آلودگی میکروبی و مقاومت آنتی‌بیوتیکی برای حفظ سلامت مصرف‌کنندگان است.

کلمات کلیدی: فرآورده‌های گوشتی، مقاومت آنتی‌بیوتیکی، سوسیس، کالباس

۱. مقدمه

امروزه با توجه به سبک زندگی پرمشغله، تمایل به مصرف غذاهای آماده و فرآورده‌های گوشتی مانند سوسیس، کالباس و همبرگر به دلیل دسترسی آسان، زمان پخت کوتاه، و طعم مطلوب از استقبال بالا و محبوبیت بالایی برخوردار شده‌اند و جایگاه مهمی در سبد غذایی خانواده‌ها پیدا کرده‌اند. فرآورده‌های گوشتی نقش بسیار مهمی در تغذیه انسان دارند زیرا به عنوان منبع غنی از پروتئین و اسید آمینه‌های ضروری برای بدن هستند که در ساخت و ترمیم بافت‌ها، رشد و عملکرد صحیح بدن مورد استفاده قرار می‌گیرند و منبع مهم ویتامین‌های گروه B (مثل B12، نیاسین و ریبوفلاوین) و مواد معدنی حیاتی مثل آهن، روی و فسفر هستند که در فرآیندهای مختلف بدن و در بهبود جذب مواد مغذی مانند آهن نقش دارند. با این حال، ماهیت شیمیایی و ترکیبات مغذی فرآورده‌های گوشتی، از جمله پروتئین‌ها، چربی‌ها و رطوبت بالا، شرایط ایده‌آلی برای رشد و تکثیر میکروارگانیسم‌های مختلف فراهم می‌آورد که موضوعی حائز اهمیت در فرایند تولید و نگهداری این محصولات مطرح می‌کند. از جمله مهم‌ترین باکتری‌های بیماری‌زا که در این محصولات یافت می‌شوند می‌توان به *Clostridium perfringens*، *Escherichia coli*، *Salmonella spp*، *Bacillus cereus*، *Staphylococcus aureus* و *Listeria monocytogenes* اشاره کرد. وجود این باکتری‌ها علاوه بر فساد محصول و کاهش کیفیت تغذیه‌ای، تهدیدی جدی برای سلامت مصرف‌کنندگان است که می‌تواند منجر به بیماری‌های گوارشی، مسمومیت‌های غذایی و در مواردی فوت شود. (غفاری و همکاران، ۱۴۰۰)

تولید سموم (Toxin) در بسیاری از این باکتری‌ها مشاهده می‌گردد که سبب مسمومیت غذایی می‌شوند. به عنوان مثال، *Staphylococcus aureus* توکسین پایدار در برابر حرارت (Heat-stable enterotoxins) تولید می‌کند که در فرایند پخت ممکن است همچنان پایدار باقی ماند. (Rajkovic et al., 2008) *Bacillus cereus* دارای Emetic toxin که در دماهای بالا، مانند ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد، همچنان فعال باقی می‌ماند. به این ترتیب چالش‌هایی را در فرآیندهای پخت و نگهداری غذا ایجاد می‌کند و دارای یک نوع پپتید حلقوی به نام سریولید (Cereulide) است که سبب استفراغ شدید و تهوع در مدت کوتاهی (معمولاً ۱ تا ۵ ساعت) بعد از خوردن غذای آلوده می‌گردد. (Ehling-Schulz et al., 2015)

برخی از این باکتری‌ها مانند *Salmonella spp* و *Listeria monocytogenes* توانایی نفوذ به سلول‌های میزبان و ایجاد عفونت سیستمیک یا گوارشی را دارند که می‌تواند عفونت‌های درون سلولی و بیماری‌های شدیدتری را موجب شود. *L. Monocytogenes* با استفاده از سیستم حرکتی مبتنی بر اکتین، در داخل سلول حرکت می‌کند و به سلول‌های مجاور منتقل می‌شود. این فرآیند به باکتری اجازه می‌دهد تا از سیستم ایمنی میزبان فرار کرده و در بافت‌های مختلف گسترش یابد. (Pizarro-Cerdá et al., 2018) و *Salmonella enterica* می‌تواند وارد سلول‌های اپیتلیالی و ماکروفاژها شده و درون یک حفره غشایی به نام "SCV" (Salmonella-containing vacuole) تکثیر یابد. این باکتری با استفاده از سیستم ترشح نوع III (T3SS) پروتئین‌های مؤثر را به داخل سلول میزبان منتقل کرده و شرایطی را برای تکثیر خود فراهم می‌آورد و در برخی شرایط باکتری می‌تواند از SCV خارج شده و در سیتوپلاسم سلول تکثیر یابد. (Ganesan et al., 2017)



به علاوه باکتری هایی مانند *Bacillus cereus* و *Clostridium perfringens* قادر به تولید اسپور هستند که به آن ها امکان می دهد در شرایط نامساعد محیطی (مانند دمای بالا یا کمبود اکسیژن) زنده بمانند و پس از شرایط مناسب دوباره فعال شوند که این توانایی در صنایع غذایی و بسته بندی حائز اهمیت است. مقاومت بالای اسپورها در برابر حرارت های معمول پخت، خشک کردن و فرآیندهای ضد عفونی سبب مقاومت در فرآیندهای حرارتی استاندارد گردیده و ممکن است قادر به از بین بردن آنها نباشد. از طرفی باززایی اسپور در شرایط مناسب (مثلاً دمای مطلوب و رطوبت کافی) می توانند فعالیت دوباره باکتریایی را رقم بزنند و رشد باکتری های اسپورساز پس از باززایی می تواند منجر به تولید سموم و توکسین های خطرناک شود که سلامت مصرف کننده را تهدید می کند و سبب کاهش ماندگاری محصولات غذایی گردیده به این ترتیب وجود اسپورها موجب فساد زودرس محصولات و کاهش کیفیت و ارزش تغذیه ای آنها می شود. بنابراین نیاز به فرآیندهای پیچیده تر و تکنولوژی های پیشرفته مثل استریلیزاسیون بالا، بسته بندی و نگهداری بهینه و کنترل دقیق شرایط محیطی برای کنترل می باشد که هزینه تولید را افزایش می دهد. (Setlow.,2014)

باکتری ها در صورت نگهداری نادرست فرآورده های گوشتی، به ویژه در دماهای مناسب رشد (معمولاً دمای بین ۴ تا ۶۰ درجه سانتی گراد) تکثیر سریع دارند که افزایش غلظت آنها می تواند خطر بیماری زایی را افزایش دهد و منجر به ایجاد التهاب و تحریک پاسخ ایمنی ناشی از ورود این باکتری ها یا سموم آنها به دستگاه گوارش و در نهایت منجر به علائم بالینی بیماری های گوارشی مانند اسهال و درد شکمی گردد.

آلودگی میکروبی فرآورده های گوشتی از مراحل اولیه تهیه تا نگهداری محصول نهایی، یک نگرانی بهداشتی عمده است. این آلودگی می تواند از منابع مختلفی مانند لاشه های آلوده، تجهیزات کشتار، دست کارگران، هوا، آب و حتی مواد اولیه شروع شود و در صورت عدم رعایت اصول بهداشتی، به فساد محصول و تهدید سلامت مصرف کننده منجر گردد. (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۸) این آلودگی ها میتوانند در مراحل مختلف تولید رخ دهند به طور مثال در مراحل تهیه و تولید بخصوص در مرحله ذبح و فرآوری اولیه، تماس با لاشه های آلوده، تجهیزات کشتار و دست کارگران می تواند باکتری های بیماری زا مانند *Escherichia coli*, *Salmonella* و *Listeria monocytogenes* و *Staphylococcus aureus* را به گوشت منتقل کند. (احمدی و حسینی، ۱۳۹۷) همچنین در فرآیند تولید سوسیس، کالباس و سایر فرآورده های گوشتی، استفاده از مواد افزودنی مانند نیتريت سدیم و نمک های عمل آوری می تواند به کنترل رشد میکروارگانیسم ها کمک کند. با این حال در صورت استفاده نادرست یا عدم رعایت استانداردهای بهداشتی، امکان رشد باکتری های مقاوم به این مواد وجود دارد که می تواند سلامت مصرف کننده را تهدید کند. (محمدی و رضایی، ۱۳۹۸) اما توجه داریم که نگهداری نامناسب مانند دمای نامناسب (دمای بین ۴ تا ۶۰ درجه سانتی گراد)، رطوبت بالا یا بسته بندی نامناسب می تواند به رشد و تکثیر میکروارگانیسم ها در فرآورده های گوشتی منجر شود. (حسینی و کریمی، ۱۳۹۷) به این ترتیب رعایت اصول بهداشتی در تمامی مراحل تهیه، تولید، فرآوری، نگهداری و توزیع فرآورده های گوشتی ضروری است. استفاده از تکنولوژی های مناسب، کنترل دقیق شرایط محیطی و آموزش مستمر کارکنان می تواند به کاهش آلودگی میکروبی و افزایش ایمنی مصرف کنندگان کمک کند.

یکی از چالش‌های مهم در این حوزه، مسئله مقاومت آنتی‌بیوتیکی است که به دلیل استفاده گسترده و نادرست آنتی‌بیوتیک‌ها در دامپروری و فرآوری محصولات گوشتی، بسیاری از باکتری‌های موجود در این فرآورده‌ها نسبت به داروهای رایج مانند پنی‌سیلین، آمپی‌سیلین، تتراسایکلین، اریترومايسين و سفالوسپورین‌ها مقاومت یافته‌اند.

Staphylococcus aureus اغلب در برابر پنی‌سیلین، متی‌سیلین Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA)، اریترومايسين، تتراسایکلین و سفالوسپورین‌ها مقاومت دارند. (Ghaffari et al. 2021)

Escherichia coli در برابر آمپی‌سیلین، تتراسایکلین، سولفونامیدها، سفالوسپورین‌ها و کوتریموکسازول و *Salmonella spp* در برابر تتراسایکلین، آمپی‌سیلین، کلرامفنیکل و کوتریموکسازول (زارعی و همکاران، ۲۰۱۳) و *Listeria monocytogenes* بیشتر در برابر تتراسایکلین، کلرامفنیکل و اریترومايسين مقاومت دارد در حالی که حساسیت به پنی‌سیلین و آمپی‌سیلین بالایی دارد. (Papatzimos et al., 2022)

این امر علاوه بر پیچیده تر کردن درمان عفونت‌های انسانی، خطر انتقال ژن‌های مقاومت از طریق زنجیره غذایی به انسان را افزایش داده است. بنابراین تضمین کیفیت و ایمنی فرآورده‌های گوشتی از طریق کنترل دقیق آلودگی‌های میکروبی و شناسایی الگوهای مقاومت آنتی‌بیوتیکی از اهمیت بالایی برخوردار است. این اقدامات نه تنها به حفظ سلامت فردی مصرف‌کنندگان کمک می‌کند بلکه نقش مهمی در ارتقای سلامت عمومی، کاهش هزینه‌های درمانی و افزایش اعتماد جامعه به محصولات غذایی دارد. علاوه بر پیامدهای بهداشتی، فساد شیمیایی و میکروبی فرآورده‌های گوشتی موجب کاهش ارزش تغذیه‌ای آنها شده و از بهره‌مندی کامل مصرف‌کنندگان از مزایای غذایی این محصولات جلوگیری می‌کند. از سوی دیگر بروز بیماری‌های مرتبط با مصرف مواد غذایی ناسالم، فشار اقتصادی سنگینی بر سیستم‌های بهداشتی و درمانی وارد می‌آورد و هزینه‌های قابل توجهی را به جامعه تحمیل می‌کند. فلذا تضمین کیفیت و ایمنی فرآورده‌های گوشتی از اهمیتی بنیادین برخوردار است که علاوه بر حفظ سلامت فردی، نقش موثری در ارتقاء سلامت عمومی، کاهش هزینه‌های درمانی و افزایش اعتماد مصرف‌کنندگان به محصولات غذایی ایفا می‌نماید.

بر اساس گزارش‌ها، مصرف سرانه گوشت قرمز در ایران در سال ۲۰۲۳ به ۳۱.۸ کیلوگرم کاهش یافته است که نسبت به سال ۲۰۱۰ کاهش ۱۷ درصدی را نشان می‌دهد. (Iran Focus., 2024) این کاهش مصرف به دلیل افزایش قیمت‌ها و مشکلات اقتصادی بوده است. که خود می‌تواند سبب تمایل جامعه به محصولات فرآورده شده از گوشت گردد. در استان مرکزی، به‌ویژه در شهر اراک، صنعت تولید گوشت مرغ و فرآورده‌های گوشتی فعال است. این استان با داشتن واحدهای تولیدی متعدد، نقش مهمی در تأمین گوشت و فرآورده‌های گوشتی برای بازارهای داخلی ایفا می‌کند. با این حال اطلاعات دقیقی در مورد مصرف فرآورده‌های گوشتی در استان مرکزی در دسترس نیست. با توجه به اهمیت استانداردهای میکروبی و شیمیایی در بهداشت محصولات غذایی به خصوص فرآورده‌های گوشتی، این مطالعه با هدف شناسایی الگوهای مقاومت آنتی‌بیوتیکی و بررسی ویژگی‌های شیمیایی و میکروبی فرآورده‌های گوشتی در استان مرکزی انجام شده است.

۲. مواد و روش

۱. نمونه برداری:

۶۰۰ نمونه از انواع مختلف فرآورده های گوشت قرمز شامل سوسیس کوکتل و آلمانی، همبرگر و کالباس از بازارهای مختلف استان مرکزی در بازه ۳ ماهه از بهمن ۱۴۰۳ تا اردیبهشت ۱۴۰۴ تهیه گردید. نمونه ها در ظروف استریل در یخچال با دمای ۴ درجه سانتی گراد تا زمان آزمایش نگهداری شدند.

۲. میکروبیولوژی:

۲.۱. کشت و جداسازی باکتری ها

از هر نمونه به طور استریل ۱۰ گرم وزن شده و در ۹۰ میلی لیتر محلول سالین استریل رقیق می شود (۱۰^{-۱}) و با سری رقت های متوالی آماده می شود. از هر رقت، به روش کشت سطحی بر روی محیط های انتخابی MacConkey Agar برای باکتری های گرم منفی، XLD Agar برای تشخیص Salmonella و Shigella همچنین PALCAM Agar برای Listeria و monocyctogenes و Mannitol Salt Agar برای Staphylococcus aureus به منظور جداسازی کشت داده شد و در دمای مناسب (۳۷ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴-۴۸ ساعت) انکوبه گردید.

۲.۲. شناسایی باکتری ها

باکتری های رشد یافته بر اساس ویژگی های کلنی، رنگ، شکل، و تست های بیوشیمیایی (کاتالاز، اکسیداز، تست های شیمیایی با کیت های استاندارد) با کنترل های منفی و مثبت شناسایی شد.

۳. آزمون مقاومت آنتی بیوتیکی:

۳.۱. انتخاب آنتی بیوتیک ها

بر اساس مطالعات پیشین و آنتی بیوتیک های رایج در دامپروری آمپی سیلین، تتراسایکلین، کوتریموکسازول، سیپروفلوکساسین و نیتروفورانتوئین انتخاب شدند.

۳.۲. آزمون انتشار دیسک (Disk diffusion test)

باکتری های ایزوله شده روی محیط Mueller-Hinton Agar کشت داده شد. دیسک های آغشته به آنتی بیوتیک ها بر روی محیط قرار گرفت و پس از انکوباسیون ۲۴ ساعت در ۳۷ درجه، قطر حلقه های عدم رشد (Zone of inhibition) اندازه گیری شد و بر اساس استانداردهای CLSI تفسیر گردید (مقاوم، حساس یا متوسط).

۴. بررسی ویژگی های شیمیایی:

بررسی ویژگی‌های شیمیایی فرآورده‌های گوشتی مانند رطوبت، چربی، پروتئین، کربوهیدرات و pH به دلیل اهمیت بالای آنها در تعیین کیفیت، طعم، بافت و ماندگاری محصولات انجام می‌شود. این پارامترها همچنین بر ایمنی غذایی و قابلیت نگهداری تأثیرگذار هستند و می‌توانند نشان‌دهنده سلامت و ارزش غذایی محصول باشند بنابراین شناخت دقیق این ویژگی‌ها به تولیدکنندگان کمک می‌کند تا فرمولاسیون مناسبی برای محصولات خود ارائه دهند و مصرف‌کنندگان نیز بتوانند انتخاب آگاهانه‌تری داشته باشند. تعیین مقدار پروتئین کل به روش کج‌لدال، اندازه‌گیری چربی کل با روش سولفوریک اسید، تعیین رطوبت با روش خشک کردن در آون و تعیین PH نمونه‌ها با استفاده از PH متر دیجیتال انجام گردید.

۵. تحلیل داده‌ها:

داده‌های کمی مانند میزان آلودگی، درصد مقاومت و مقادیر ترکیبات شیمیایی با استفاده از نرم افزار Excel گزارش شد. مقایسه آلودگی و مقاومت با استفاده از آزمون‌های آماری آنالیز واریانس (ANOVA) انجام شود. سطح معناداری آماری در ۰.۰۵ در نظر گرفته شد.

۳. نتایج

در نمونه‌های فرآورده گوشتی، شامل سوسیس کوکتل و آلمانی، کالباس و همبرگر بررسی نتایج میکروبیولوژیکی و شیمیایی به شرح زیر گزارش می‌گردد:

نتایج میکروبیولوژی

در ۳۰۰ نمونه که ۱۵۰ نمونه کوکتل ۴۵٪ گوشت و ۱۵۰ نمونه آلمانی ۴۰٪ گوشت، تعداد کل میکروارگانیسم‌ها (CFU/g) از



حدود 10^5 قابل قبول حدود ۴۰۰۰ در هر گرم نمونه کوکتل ۴۵٪ گوشت و ۶۰۰۰ در هر گرم نمونه آلمانی ۴۰٪ گوشت مطابق شکل شماره ۱ گزارش شد که میزان آلودگی نسبتاً پایین است.

شکل شماره ۲_ تهیه رقت میکروبی

شکل شماره ۱_ شمارش کلنی های باکتریایی

مجموعاً ۴۳ مورد آلودگی با پنج گونه باکتری *Listeria monocytogenes*, *Clostridium*, *Salmonella* spp, *E. Coli* و *Bacillus cereus* در مجموع هر دو نمونه کوکتل ۴۵٪ گوشت و آلمانی ۴۰٪

گوشت شناسایی شد که معادل ۱۴.۳۳٪ از کل نمونه‌ها است. بیشترین فراوانی مربوط به *Bacillus cereus* با ۱۲ مورد (۴٪) و پس از آن *Clostridium perfringens* با ۱۱ مورد (۳.۶۷٪) بوده است. *Salmonella spp* با ۹ مورد (۳٪)، *Escherichia coli* با ۸ مورد (۲.۶۷٪) و *Listeria monocytogenes* با ۳ مورد (۱٪) نیز در رده‌های بعدی شیوع قرار داشتند که نتایج آن مطابق جدول شماره ۱ گزارش گردید. مقادیر انحراف معیار نیز برای هر باکتری محاسبه شده است که این انحراف معیار پایین بیانگر یکنواختی نسبی در پراکندگی داده‌ها است و نشان می‌دهد که آلودگی با الگوی نسبتاً ثابتی در نمونه‌ها رخ داده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که برخلاف درصد آلودگی کلی نسبتاً پایین، حضور باکتری‌های بالقوه بیماری‌زا مانند *Salmonella* و *Listeria* می‌تواند از نظر ایمنی مواد غذایی نگران‌کننده باشد و نیاز به بهبود فرایندهای بهداشتی در تولید، بسته‌بندی و نگهداری فرآورده‌های گوشتی را برجسته می‌سازد.

جدول شماره ۱_ درصد فراوانی آلودگی باکتریایی در ۳۰۰ نمونه سوسیس

نام باکتری	تعداد باکتری	درصد فراوانی	انحراف معیار
<i>Escherichia coli</i>	۸	۲.۶۷	۰.۰۰۹۱
<i>Clostridium perfringens</i>	۱۱	۳.۶۷	۰.۰۱۱۸
<i>Listeria monocytogenes</i>	۳	۱.۰۰	۰.۰۰۵۸
<i>Bacillus cereus</i>	۱۲	۴.۰۰	۰.۰۱۲۴
<i>Salmonella spp</i>	۹	۳.۰۰	۰.۰۱۰۰
<i>Staphylococcus aureus</i>	۰	۰	
مجموع	۴۳	۱۴.۳۳	۰.۱۵۵۳

در مجموع ۳۰۰ نمونه کالباس و همبرگر، ۴۶ نمونه (۱۵.۳۳٪) به باکتری‌های مختلف آلوده بودند که نتایج آن در جدول شماره ۲ ارائه گردید. بیشترین میزان آلودگی مربوط به باکتری *Bacillus cereus* با ۱۲ نمونه (۴ درصد) است. همچنین *Staphylococcus aureus* با ۱۱ نمونه (۳.۶۶ درصد) و *Escherichia coli* با ۸ نمونه (۲.۶۲ درصد) در رتبه‌های بعدی قرار دارند. سایر باکتری‌ها شامل *Clostridium spp* با ۷ نمونه (۲.۳۳ درصد)، *Salmonella spp* با ۵ نمونه (۱.۶۷ درصد) و *Listeria monocytogenes* با ۳ نمونه (۱ درصد) هستند. انحراف معیار نشان‌دهنده پراکندگی داده‌ها و دقت اندازه‌گیری است که برای این باکتری‌ها در محدوده‌ای کم و قابل قبول قرار دارد. این نتایج نشان می‌دهد که کالباس و همبرگر می‌توانند حامل انواع مختلفی از باکتری‌های پاتوژن باشند که اهمیت رعایت بهداشت و کنترل کیفیت در تولید این محصولات را دوچندان می‌کند.

جدول شماره ۲_ درصد فراوانی آلودگی باکتریایی در ۳۰۰ نمونه کالباس و همبرگر

انحراف معیار	درصد فراوانی	تعداد باکتری	باکتری
۰.۰۰۹۴	%۲.۶۲	۸	Escherichia coli
۰.۰۰۸۷	%۲.۳۳	۷	Clostridium spp
۰.۰۰۵۷	%۱.۰۰	۳	Listeria monocytogenes
۰.۰۱۱۴	%۴.۰۰	۱۲	Bacillus cereus
۰.۰۰۷۴	%۱.۶۷	۵	Salmonella sp
۰.۰۱۱۰	%۳.۶۶	۱۱	Staphylococcus aureus
	۱۵.۳۳	۴۶	مجموع

ویژگی های شیمیایی

ویژگی های شیمیایی چهار نوع فرآورده گوشتی شامل سوسیس کوکتل %۴۵ گوشت، سوسیس آلمانی %۴۰ گوشت، کالباس و همبرگر در جدول شماره ۳ نشان داده شده است. بررسی این ویژگی ها در تعیین کیفیت، طعم، بافت و ماندگاری محصولات همچنین بر ایمنی غذایی و قابلیت نگهداری تأثیرگذار هستند و می توانند نشان دهنده سلامت و ارزش غذایی محصول باشند و به تولیدکنندگان کمک می کند تا فرمولاسیون مناسبی برای محصولات خود ارائه دهند. رطوبت در سوسیس کوکتل با ۵۹ درصد بالاترین مقدار را دارد و پس از آن کالباس (%۵۸)، همبرگر (%۵۵) و سوسیس آلمانی (%۵۱) قرار دارند. درصد چربی در همبرگر با ۲۲ درصد بالاترین است، در حالی که سوسیس آلمانی و کوکتل چربی کمتری دارند. میزان پروتئین نیز در همبرگر (%۱۶) بیشترین مقدار و در سوسیس آلمانی (%۱۳) کمترین مقدار را نشان می دهد. کربوهیدرات در سوسیس آلمانی (%۵) و همبرگر (%۴.۵) نسبت به دیگر محصولات کمی بیشتر است. مقدار pH در تمامی محصولات در محدوده ۶ تا ۶.۲ قرار دارد که نشان دهنده سطح اسیدیته نسبتاً مشابه این فرآورده هاست.

جدول شماره ۳_ویژگی های شیمیایی فرارده های گوشتی

ویژگی	سوسیس کوکتل %۴۵	سوسیس آلمانی %۴۰	کالباس	همبرگر
رطوبت (%)	۱.۲ ± ۵۹	۱.۰ ± ۵۱	۱.۱ ± ۵۸	۱.۳ ± ۵۵
چربی (%)	۰.۸ ± ۲۰	۰.۷ ± ۱۹	۰.۹ ± ۱۸	۰.۸ ± ۲۲
پروتئین (%)	۰.۶ ± ۱۵	۰.۵ ± ۱۳	۰.۵ ± ۱۴	۰.۷ ± ۱۶
کربوهیدرات (%)	۰.۲ ± ۴	۰.۳ ± ۵	۰.۳ ± ۳.۵	۰.۴ ± ۴.۵
pH	۰.۱ ± ۶.۰	۰.۱ ± ۶.۱	۰.۱ ± ۶.۲	۰.۱ ± ۶.۱



مقاومت آنتی بیوتیکی

شناخت الگوی مقاومت به انتخاب داروی مناسب برای درمان کمک می کند و از گسترش مقاومت جلوگیری می نماید. همچنین این اطلاعات برای تدوین سیاست های بهداشتی و کنترل آلودگی در محصولات غذایی بسیار حیاتی است تا سلامت جامعه تضمین شود. نتایج بررسی مقاومت آنتی بیوتیکی در جدول شماره ۴ ارائه شده است که بیشترین میزان مقاومت در این مطالعه مربوط به *Staphylococcus aureus* در برابر آنتی بیوتیک های پنی سیلین و متی سیلین است که به ترتیب ۷۰٪ و ۷۵٪ گزارش شده است. این مقاومت بالا نشان دهنده چالش های درمانی جدی در کنترل عفونت های ناشی از این باکتری است، به ویژه که متی سیلین مقاومت دهنده به درمان های معمول است. همچنین کمترین میزان مقاومت مشاهده شده برای باکتری *Escherichia coli* نسبت به آنتی بیوتیک نیتروفوران توئین با ۱۵٪ مقاومت است که نشان دهنده اثر بخشی نسبی این دارو بر روی این باکتری است.

جدول شماره ۴_ میزان مقاومت و حساسیت هر یک از باکتری های آلوده کننده فراورده های گوشتی

باکتری	آنتی بیوتیک	حساسیت S/%	مقاومت R/%	میان. I/%
<i>Escherichia coli</i>	آمپی سیلین	۳۵	۵۵	۱۰
	تتراسایکلین	۳۰	۶۰	۱۰
	کو تریموکسازول	۵۰	۴۰	۱۰
	سیپروفلوکساسین	۷۰	۲۰	۱۰
	نیتروفوران توئین	۸۰	۱۵	۵
<i>Salmonella spp</i>	آمپی سیلین	۴۰	۵۰	۱۰
	تتراسایکلین	۳۵	۵۵	۱۰
	کلرامفنیکل	۶۰	۳۰	۱۰
	سیپروفلوکساسین	۶۵	۲۵	۱۰
	نیتروفوران توئین	۷۵	۲۰	۵
<i>Staphylococcus aureus</i>	پنی سیلین	۲۰	۷۰	۱۰
	متی سیلین	۱۵	۷۵	۱۰
	اریترومایسین	۴۰	۵۰	۱۰
	کلیندامایسین	۴۵	۴۵	۱۰
	داکسی سایکلین	۵۰	۴۰	۱۰
<i>Listeria monocytogenes</i>	تتراسایکلین	۵۰	۴۰	۱۰
	کلرامفنیکل	۵۵	۳۵	۱۰
	اریترومایسین	۶۰	۳۰	۱۰
	آمپی سیلین	۶۵	۲۵	۱۰

۱۰	۲۰	۷۰	جنتامایسین	
----	----	----	------------	--

میانگین درصد حساسیت و مقاومت باکتری های پاتوژن مواد غذایی نسبت به چندین آنتی بیوتیک رایج در جدول شماره ۵ ارائه شده است. نتایج تحلیل واریانس نشان می دهد که تفاوت معنی داری ($p < 0.001$) بین میانگین درصد حساسیت و مقاومت باکتری ها نسبت به آنتی بیوتیک ها وجود دارد. این داده ها در تعیین الگوهای مقاومت و حساسیت باکتری ها نسبت به آنتی بیوتیک ها و انتخاب دقیق و موثر داروها در درمان عفونت ها کمک می کند.

جدول شماره ۵_ نتایج مقایسه درصد حساسیت و مقاومت باکتری های الوده کننده فراورده های گوشتی به آنتی بیوتیک ها

دامنه تغییرات مقاومت	دامنه تغییرات حساسیت	P_value	F_value	میانگین مقاومت $\pm$ (%) انحراف معیار	میانگین حساسیت $\pm$ (%) انحراف معیار	نوع آنتی بیوتیک	باکتری
± 55 ۱۵	35 ± 15	$0.001 >$	۱۵.۳	5 ± 55	5 ± 35	آمپی سیلین	Escherichia coli
± 60 ۱۸	30 ± 18			6 ± 60	6 ± 30	تتراسایکلین	
± 40 ۲۱	50 ± 21			7 ± 40	7 ± 50	کوتریموکسازول	
± 20 ۱۲	12 ± 70			4 ± 20	4 ± 70	سیپروفلوکساسین	
9 ± 15	9 ± 80			3 ± 15	3 ± 80	نیترو فورانتوئین	
± 50 ۱۲	40 ± 12	$0.001 >$	۱۳.۲	4 ± 50	4 ± 40	آمپی سیلین	Salmonella spp
± 55 ۱۵	15 ± 35			5 ± 55	5 ± 35	تتراسایکلین	
± 30	18 ± 60			6 ± 30	6 ± 60	کلرامفنیکل	



۱۸							
± ۲۵ ۱۵	۱۵ ± ۶۵			۵ ± ۲۵	۵ ± ۶۵	سیپروفلوکساسین	
± ۲۰ ۱۲	۱۲ ± ۷۵			۴ ± ۲۰	۴ ± ۷۵	نیتروفورانتوئین	
۹ ± ۷۰	۹ ± ۲۰	۰.۰۰۱ >	۱۷.۸	۳ ± ۷۰	۳ ± ۲۰	پنی سیلین	Staphylococcus aureus
± ۷۵ ۱۲	۱۲ ± ۱۵			۴ ± ۷۵	۴ ± ۱۵	متی سیلین	
± ۵۰ ۱۸	۱۸ ± ۴۰			۶ ± ۵۰	۶ ± ۴۰	اریترومایسین	
± ۴۵ ۱۵	۱۵ ± ۴۵			۵ ± ۴۵	۵ ± ۴۵	کلیندامایسین	
± ۴۰ ۱۲	۱۲ ± ۵۰			۴ ± ۴۰	۴ ± ۵۰	داکسی سایکلین	
± ۴۰ ۱۸	۱۸ ± ۵۰	۰.۰۰۱ >	۱۲.۱	۶ ± ۴۰	۶ ± ۵۰	تتراسایکلین	Listeria monocytogenes
± ۳۵ ۱۲	۱۵ ± ۵۵			۵ ± ۳۵	۵ ± ۵۵	کلرامفنیکل	
± ۳۰ ۱۲	۱۲ ± ۶۰			۴ ± ۳۰	۴ ± ۶۰	اریترومایسین	
۹ ± ۲۵	۹ ± ۶۵			۳ ± ۲۵	۳ ± ۶۵	آمپی سیلین	
۲۰ ۱۲ ±	۱۲ ± ۷۰			۴ ± ۲۰	۴ ± ۷۰	جنتامایسین	

نتایج این تحلیل نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری بین میزان مقاومت باکتری‌ها به آنتی‌بیوتیک‌ها وجود دارد ($p < 0.001$). به‌طور مشخص، بیشترین میانگین مقاومت در *Staphylococcus aureus* نسبت به متی‌سیلین (۷۵٪) و کمترین آن در *Escherichia coli* نسبت به نیتروفورانتوئین (۱۵٪) مشاهده شد، که بر لزوم انتخاب دقیق آنتی‌بیوتیک در درمان عفونت‌های غذایی تأکید دارد.

نهایتاً بررسی‌های میکروبیولوژیکی و شیمیایی روی نمونه‌های مختلف فرآورده‌های گوشتی شامل سوسیس کوکتل، سوسیس آلمانی، کالباس و همبرگر انجام شد. نتایج نشان داد که درصد آلودگی باکتریایی در این محصولات نسبتاً پایین بوده اما حضور



باکتری‌های بیماری‌زایی همچون *Salmonella* و *Listeria monocytogenes* نگرانی‌هایی از نظر ایمنی مواد غذایی ایجاد می‌کند. ویژگی‌های شیمیایی بررسی شده، کیفیت و ارزش غذایی محصولات را تایید کرد و تفاوت‌هایی بین انواع فرآورده‌ها مشاهده شد. همچنین، الگوی مقاومت باکتری‌ها به آنتی‌بیوتیک‌های مختلف، به ویژه مقاومت بالای *Staphylococcus aureus* به متی‌سیلین، ضرورت توجه ویژه به انتخاب آنتی‌بیوتیک مناسب و مدیریت دقیق مصرف داروها را نشان داد. این یافته‌ها اهمیت رعایت استانداردهای بهداشتی و کنترل کیفیت در تولید و عرضه فرآورده‌های گوشتی را برجسته می‌سازد تا سلامت مصرف‌کنندگان تضمین شود و از گسترش مقاومت آنتی‌بیوتیکی جلوگیری گردد.

۴. بحث

نتایج این مطالعه نشان داد که فرآورده‌های گوشتی مورد بررسی (شامل سوسیس کوکتل، سوسیس آلمانی، کالباس و همبرگر) به رغم برخورداری از کیفیت شیمیایی نسبتاً مطلوب و میزان آلودگی کلی پایین، همچنان می‌توانند ناقل باکتری‌های بیماری‌زای مهمی مانند *Staphylococcus aureus*، *Listeria monocytogenes*، *Escherichia coli*، *Salmonella* spp.، *Bacillus cereus* و *Clostridium perfringens* باشند. این موضوع بیانگر آن است که رعایت دقیق اصول بهداشت مواد غذایی در مراحل مختلف زنجیره تولید، فرآوری، بسته‌بندی و نگهداری همچنان امری ضروری است.

غفاری و همکاران در سال ۱۴۰۰ به مطالعه‌ی بررسی آلودگی میکروبی فرآورده‌های گوشتی فرآوری شده، نتایج نشان داد که ۳۲٪ از نمونه‌ها به *Listeria monocytogenes* آلوده بودند درحالی که در تحقیق پیش رو این آلودگی حدود ۲٪ است همچنین ۲۴٪ از نمونه‌ها حامل *Salmonella* spp بودند و *Escherichia coli* در ۴۴٪ از نمونه‌ها شناسایی شد درحالی که در تحقیق پیش رو میزان آلودگی با این باکتری به ترتیب ۴۶٪ و ۵۲٪ اعلام گردید که بسیار کمتر از تحقیقات پیشین می‌باشد.

مطالعاتی که توسط Wang و همکارانش در سال ۲۰۲۲ در چین بر روی فرآورده‌های گوشتی صورت گرفت آلودگی باکتریایی در طول فرآیند پخت و فروش در فرآورده‌های گوشتی مشاهده شد و شایع‌ترین پاتوژن‌ها *Salmonella* spp با شیوع ۴۲٪ و *Staphylococcus aureus* با شیوع ۲۱٪ در نمونه‌ها شناسایی شدند برخلاف تحقیق پیش رو که *Bacillus cereus* با شیوع ۸٪ بیشترین پاتوژن شناسایی شده است. مطالعاتی توسط Anas و همکاران در سال ۲۰۲۴ بر روی شیوع، مقاومت آنتی‌بیوتیکی و تولید بتا-لاکتاماز در ایزوله‌های استافیلوکوک از گوشت و محصولات فرآورده گوشتی پرداخت که نتایج شیوع استافیلوکوک در کباب و گوشت خام گاو به ترتیب ۷۵٪ و ۵۰٪ بود. رفتار مقاومت و حساسیت آنتی‌بیوتیکی نشان داد که ۸۲٪ از ایزوله‌های استافیلوکوک در برابر آنتی‌بیوتیک‌های بتا-لاکتام مانند آسترونام مقاوم بودند، که پس از آن متی‌سیلین (۶۸٪)، اکسی‌سیلین (۵۴٪)، سفپیم (۳۶٪)، سفوتاکسیم (۲۲٪)، و اریتروپنم (۴٪) قرار داشتند. در میان آنتی‌بیوتیک‌های غیر بتا-لاکتام، بیشترین مقاومت در برابر نالیدیسیک اسید (۸۰٪)، سولفادیازین (۷۶٪)، وانکومایسین (۲۴٪)، اریتروتروپنم (۱۰٪)، کلرامفنیکل (۶٪)، و کانامایسین و گاتی‌فلوکساسین (۴٪) مشاهده شد. ۱۰۰٪ از ایزوله‌ها نسبت به سیپروفلوکساسین، تتراسایکلین،

جمی فلوکساسین و سفوتاکسیم/کلانولان حساس بودند. ویژگی‌های مقاومتی در محیط آزمایشگاهی نشان داد که ۳۶ الگوی مقاومت متمایز در ایزوله‌های استافیلوکوک وجود دارد که ۸۲٪ از آن‌ها مقاوم به چند دارو (MDR) بودند. آزمایش یودومتريک نشان داد که ۴۸٪ از ایزوله‌های استافیلوکوک بتا-لاکتاماز تولید می‌کنند و ۲۴٪ از ایزوله‌ها قادر به تولید بتا-لاکتامازهای طیف گسترده (ESBL) به‌طور فنوتیپی بودند. شایع‌ترین ژن مقاومت آنتی‌بیوتیکی شناسایی شده، *mecA* (29.2%) بود که پس از آن ژن‌های *Sul 1* (25%) و *qnrS* و *qnrB* (20.8%) در ایزوله‌های استافیلوکوک قرار داشتند. یافته‌های کنونی نشان‌دهنده شیوع گسترده سویه‌های مقاوم به چند دارو استافیلوکوک در گوشت خام و محصولات گوشتی خیابانی است که تهدیدی بالقوه برای سلامت عمومی محسوب می‌شود. بنابراین مطالعات نشان می‌دهد که در هر دو منبع، ایزوله‌های *Staphylococcus aureus* مقاومت بسیار بالایی به آنتی‌بیوتیک‌های پنی‌سیلین و متی‌سیلین (بیش از ۷۰٪) دارند که با تحقیق پیش رو در رابطه با مقاومت بالا به این داروها هماهنگ است. همچنین، *Escherichia coli* و *Salmonella spp* در هر دو تحقیق، بالاترین میزان مقاومت را نسبت به آنتی‌بیوتیک‌های آمپی‌سیلین و تتراسایکلین نشان می‌دهند، که با درصد‌های مقاومت حدود ۵۰-۶۰٪ در تحقیق پیش رو مطابقت دارد. نکته مشترک دیگر، حساسیت نسبتاً بالای ایزوله‌ها به سیپروفلوکساسین و نیتروفرانتوئین است که در هر دو مطالعه دیده می‌شود. این هماهنگی نتایج تأکید می‌کند که محصولات گوشتی مانند کباب، همبرگر و ژامبون می‌توانند مخزن مهمی برای باکتری‌های مقاوم به چندین آنتی‌بیوتیک باشند و ضرورت به‌کارگیری نظارت دقیق‌تر و سیاست‌های محدودکننده مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها را بیشتر می‌کند. بنابراین، مطالعه پیشنهاد می‌کند که نظارت دقیق بر بهداشت در سراسر زنجیره غذایی و استفاده معقول از آنتی‌بیوتیک‌ها ضروری است.

Rajaei و همکاران در سال ۲۰۲۱ محصولات غذایی آماده مصرف RTE به‌خصوص کباب و همبرگر از محبوب‌ترین محصولات RTE در ایران ارزیابی شد که تعداد کل باکتری‌ها TBC در نمونه‌های کباب خام 6.72 ± 0.68 log CFU/g و در نمونه‌های همبرگر خام 6.64 ± 0.66 log CFU/g بود. E. Coli بالاترین شیوع را در میان باکتری‌های پاتوژن مورد بررسی در نمونه‌های کباب (۷۰٪) و همبرگر (۴۸٪) داشت. *Salmonella spp.*، *L. Monocytogenes* و *S. Aureus* نیز به‌ترتیب از ۵۸، ۵۰ و ۳۶ درصد نمونه‌های کباب ایزوله شدند. در نمونه‌های همبرگر، آلودگی به *S. Aureus* (22%)، *L. Monocytogenes* (22%) و *Salmonella spp.* (10%) مشاهده شد. در آزمایش‌های حساسیت آنتی‌بیوتیکی، تمام ایزوله‌ها نرخ‌های بالایی از مقاومت آنتی‌بیوتیکی، به‌ویژه در برابر آموکسی‌سیلین، پنی‌سیلین و سفالکسین (۷۹.۶۶-۱۰۰٪) نشان دادند. ژن *bla_TEM* شایع‌ترین ژن مقاوم در ایزوله‌های *E. Coli* (52.54%) و *Salmonella spp.* (44.11%) بود. چهارده ایزوله (۲۳.۷۲٪) از *E. Coli* و ده ایزوله (۲۹.۴۱٪) از *Salmonella spp.* برای ژن *bla_SHV* مثبت بودند. همچنین، شانزده ایزوله (۵۵.۱۷٪) از *S. Aureus* و ده ایزوله (۲۷.۲۷٪) از *L. Monocytogenes* برای ژن *mecA* مثبت بودند. در حالی که در تحقیق پیش رو میزان حضور باکتری *Escherichia coli* به‌طور متوسط حدود ۵.۳ درصد است. همچنین شیوع باکتری‌های *Salmonella*، *Listeria monocytogenes* spp. و *Staphylococcus aureus* به ترتیب ۴۷٪، ۳.۶۶٪ و گزارش شده که مراتب پایین‌تر از مطالعات پیشین است. از سویی بیشترین مقاومت آنتی‌بیوتیکی ایزوله‌ها، نسبت به آنتی‌بیوتیک‌های رایج مانند



آموکسی سیلین، پنی سیلین و سفالکسین است که برخلاف تحقیق پیش رو که بیشترین مقاومت نسبت پنی سیلین و متی سیلین در *Staphylococcus aureus* است.

Berhanu و Mekonnen در سال ۲۰۱۹ در زمینه آلودگی میکروبی و مقاومت آنتی میکروبیال باکتری‌های ایزوله شده از گوشت و فرآورده‌های گوشتی در اتیوپی مطالعاتی صورت گرفت که باکتری‌های شایع شامل *Staphylococcus spp.*, *Salmonella spp.* و *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7 که بیشترین شیوع را داشته *Bacillus cereus* (۸٪)، *Clostridium perfringens* (۶٪) و *Escherichia coli* (۵۲۹٪) بیشترین شیوع را داشته است. علاوه بر این، اکثر ایزوله‌های باکتریایی مقاومت قابل توجهی نسبت به آنتی بیوتیک‌های معمولی مانند آمپی سیلین، تتراسایکلین و اریترومایسین نشان دادند برخلاف تحقیق پیش رو که بیشترین میانگین مقاومت در *Staphylococcus aureus* نسبت به متی سیلین (۷۵٪) و کمترین آن در *Escherichia coli* نسبت به نیتروفورانتوئین (۱۵٪) مشاهده شد. از طرفی مطالعاتی که Vanderleyden و Lerouge در سال ۲۰۲۴ بر روی محصولات فراوری شده از گوشت صورت گرفت، سه باکتری بیماری‌زای مهم در صنعت غذا *Staphylococcus aureus*، *Salmonella spp.* و *Listeria monocytogenes* بیان گردید درحالی که در تحقیق پیش رو *Bacillus cereus* (۸٪)، *Clostridium perfringens* (۶٪) و *Escherichia coli* (۵۲۹٪) بیشترین شیوع را داشته است. از سوی دیگر، بررسی الگوهای مقاومت آنتی بیوتیکی نگرانی‌هایی جدی را مطرح می‌سازد. مقاومت بالای *Staphylococcus aureus* به متی سیلین (۷۵٪) و پنی سیلین (۷۰٪)، و همچنین مقاومت‌های قابل توجه در *Escherichia coli* و *Salmonella spp.* به آمپی سیلین و تتراسایکلین، نشان می‌دهد که استفاده گسترده و گاه بی‌رویه از آنتی بیوتیک‌ها در زنجیره دامپروری ممکن است به افزایش ژن‌های مقاومت و انتقال آن‌ها از طریق زنجیره غذایی به انسان منجر شود. این موضوع نه تنها درمان عفونت‌های انسانی را دشوارتر می‌کند، بلکه تهدیدی برای سلامت عمومی و ایمنی غذایی جامعه محسوب می‌شود.

Anas و همکاران در سال ۲۰۲۴ در لهستان به بررسی انتقال باکتری‌های مقاوم به آنتی بیوتیک از حیوانات به انسان از طریق مصرف گوشت و محصولات گوشتی پرداخت که نشان داد که ژن‌های AMR می‌توانند از طریق مصرف گوشت حاوی باکتری‌های مقاوم به انسان منتقل شوند لزوم به مدیریت مصرف آنتی بیوتیک‌ها و شناسایی الگوهای مقاومت آنتی بیوتیک‌ها را بیش از پیش بیان میکند.

میزان آلودگی در فراورده‌های گوشت لزوم به بررسی گوشت خام به عنوان منابع اصلی تامین کننده این فراورده‌ها بیان میکنند، بررسی‌هایی که Hassani و همکاران در سال ۲۰۲۲ در قزوین انجام دادند که نشان میداد ایزوله‌های *Clostridium perfringens* از نمونه‌های گوشت خام گاو (هم گوشت چرخ کرده و هم گوشت تکه‌ای) خریداری شده از بازارهای قزوین جدا شد که از مجموع ۱۳۳ نمونه گوشت، ۱۸ ایزوله (۱۳۵۳٪) آلوده به *C. Perfringens* شناسایی شدند. بیشترین مقاومت آنتی بیوتیکی در برابر آموکسی سیلین (۷۲۲٪)، تتراسایکلین (۶۶۶٪) و آموکسی سیلین (۶۱۱٪) مشاهده شد. همچنین، ۳۸٪ از ایزوله‌ها مقاوم به چند دارو بودند. تمامی ایزوله‌ها حامل ژن α -توکسین (cpa) بودند و ۶۱۱٪ به عنوان نوع A شناسایی شدند.



تنوع ژنتیکی بالایی در ایزوله‌ها مشاهده شد و آن‌ها به پنج گروه مختلف تقسیم شدند. نتایج نشان می‌دهد که گوشت‌های خام گاو، به‌ویژه نوع تکه‌ای، ممکن است منبعی برای آلودگی با *C. Perfringens* مقاوم به آنتی‌بیوتیک باشند و نظارت دقیق‌تری بر این محصولات ضروری است زیرا میتواند زمینه انتقال الودگی در مراحل تولید فرآورده‌های گوشتی را فراهم آورد. بررسی‌هایی که Esfandiari و همکاران در سال ۲۰۱۴ در هفت کارخانه فراوری ایران انجام دادند و نتایج نشان داد که ۹ از ۲۱۱ نمونه (۴.۲٪) آلوده به *C. Difficile* بودند. آلودگی در ۲ از ۷ کارخانه (۲۸.۵٪) مشاهده شد. در ۳ از ۵۴ نمونه گوشت خام (۵.۶٪)، و ۴ از ۵۶ نمونه همبرگر بعد از مراحل قالب‌گیری و انجماد (۷.۱٪) آلودگی وجود داشت که به طور کلی از میزان آلودگی از تحقیق پیش رو ۱۵.۳۳٪ در همبرگر و کالباس کمتر بود. همچنین Putol در سال ۲۰۲۴ مطالعه‌ای انجام داد که ۵۸ نمونه از گوشت‌های خام (شامل مرغ، گاو، گوسفند و خوک) و ۱۵ نمونه غذای خام مرغی از بازار بریتانیا بررسی گردید که نتایج نشان داد که در نمونه‌های مرغ، ۱۰۰٪ مقاومت به اسپکتینومایسین و استرپتومایسین و ۴۷٪ مقاومت به فلوروکینولون‌ها مشاهده شد. در گوشت‌های گاو، گوسفند و خوک نیز سطوح قابل توجهی از مقاومت به آنتی‌بیوتیک‌ها وجود داشت.

یافته‌های شیمیایی محصولات نشان دادند که میزان رطوبت، چربی، پروتئین و pH در محدوده قابل قبول بوده و تا حدود زیادی بیانگر تطابق با فرمولاسیون صنعتی متداول و استانداردهای کیفی بود. این ویژگی‌ها نه تنها بر کیفیت حسی و تغذیه‌ای محصول اثر می‌گذارند، بلکه در رشد یا مهار میکروارگانیسم‌ها نیز نقش مؤثری دارند.

Hajji و همکاران در سال ۲۰۲۵ در مقایسه با مطالعه پیش رو نشان می‌دهد که درصد پروتئین در نمونه‌های مختلف محصولات گوشتی (سوسیس کوکتل، سوسیس آلمانی، کالباس و همبرگر) بین ۱۳ تا ۱۶ درصد است که با مقادیر پروتئین گزارش شده در مطالعات هر دو مقاله هم‌راستا است. همچنین، مقادیر چربی در این محصولات (۱۸ تا ۲۲ درصد) نیز نزدیک به محدوده‌های گزارش شده در مطالعه خارجی بوده که به اهمیت ترکیب چربی برای خواص عملکردی محصول اشاره دارد. میزان رطوبت در محدوده ۵۱ تا ۵۹ درصد و pH حدود ۶ تا ۶.۲، با توجه به تأثیر pH بر عملکرد پروتئین‌ها و بافت محصول، با نتایج مطالعه خارجی که بیانگر پایداری ویژگی‌های پروتئینی تحت تأثیر pH است، همخوانی دارد.

بررسی‌های که توسط Zhou و همکاران در سال ۲۰۲۴ صورت گرفت که میزان چربی در سوسیس‌های مختلف بین ۱۸ تا ۲۲ درصد متغیر است. این مقادیر با نتایج مطالعه فوق هم‌خوانی دارد و نشان‌دهنده تأثیر غلظت چربی بر ویژگی‌های پروتئینی و هضم‌پذیری محصولات گوشتی است.

نتایج نشان می‌دهد که فرآورده‌های گوشتی مانند سوسیس، کالباس و همبرگر با وجود کیفیت شیمیایی قابل قبول، ممکن است حامل باکتری‌های بیماری‌زا و مقاوم به آنتی‌بیوتیک متفاوت باشد که ممکن است ناشی از تفاوت در روش نمونه‌گیری، جغرافیا، شرایط نگهداری باشد در حالی که همگی تهدیدی برای سلامت عمومی می‌باشند. یافته‌ها با مطالعات داخلی و خارجی هماهنگ بوده و اهمیت رعایت بهداشت در زنجیره تولید و مصرف معقول آنتی‌بیوتیک‌ها را تأکید می‌کند. همچنین، ویژگی‌های بیوشیمیایی محصول مانند میزان پروتئین و چربی با استانداردهای صنعتی و تحقیقات پیشین هم‌خوانی دارد. به این ترتیب پیشنهاد میشود الگوهای مقاومتی آنتی‌بیوتیکی هر منطقه جغرافیایی در بازه‌های زمانی متنوع بررسی گردند و از مصرف بیرویه و

غیر تخصصی آنتی بیوتیک ها در دامپروری به عنوان منبع اولیه تامین گوشت در محصولات فراوری شده از گوشت جلوگیری گردد همچنین یک برنامه درمانی براساس الگو های حساسیت به آنتی بیوتیک ها تنظیم و نظارت مداوم و دقیق بر اجرای آن صورت گیرد.

۵. نتیجه گیری

فرآورده های گوشتی اگرچه از ارزش غذایی بالایی برخوردارند اما در صورت عدم رعایت دقیق استانداردهای بهداشتی می توانند به عنوان ناقل باکتری های پاتوژن و مقاوم به آنتی بیوتیک عمل کنند و وجود مقاومت آنتی بیوتیکی بالا در برخی باکتری ها ضرورت تدوین برنامه های جامع نظارتی بر مصرف داروهای دامپزشکی، کنترل بهداشتی مزارع و واحدهای تولید گوشت را دوچندان می کند به این ترتیب به کارگیری فناوری های نوین مانند استریلیزاسیون پیشرفته، بسته بندی خلاء، کنترل دمای زنجیره سرد و آموزش نیروی انسانی، از راهکارهای مؤثر برای کاهش آلودگی های میکروبی و افزایش ایمنی مواد غذایی است. لزوم شناسایی منظم الگوهای آلودگی میکروبی و مقاومت آنتی بیوتیکی در فرآورده های غذایی مناطق مختلف کشور، از جمله استان مرکزی، بیش از پیش احساس میشود و این اقدامات میتواند به اتخاذ سیاست های منطقه ای و هدفمند کمک کند. در نهایت، نتایج این مطالعه بر ضرورت همکاری چندجانبه بین تولیدکنندگان، نهادهای نظارتی، مراکز تحقیقاتی و مصرف کنندگان برای تضمین سلامت غذا و کاهش خطرات مرتبط با آلودگی های میکروبی و مقاومت آنتی بیوتیکی تأکید دارد و سرمایه گذاری در حوزه های کنترل کیفیت، فناوری های ایمن سازی و اصلاح سیاست های مصرف دارویی در دامپروری، گام هایی اساسی در مسیر ارتقاء سلامت عمومی و پایداری سیستم غذایی محسوب می شوند.

۶. منابع

۱. زارعی، م.، بصیری، ن.، جم نژاد، آ.، و اسکندری، م. ح. (۱۳۹۲). شیوع اشریشیا کلی O157:H7، لیستریا مونوسیتوژنز و سالمونلا spp در گوشت گاو، بوفالو و گوسفند با استفاده از روش Multiplex PCR. مجله میکروبیولوژی جندی شاپور، ۶(۸)، e7244. <https://doi.org/10.5812/jjm.7244>
۲. غفاری، س. س.، خشایی، ر.، هاشمی، ع.، و تذیبی، م. (۱۴۰۰). شیوع و ارزیابی ویژگی های فنوتیپی و ژنوتیپی مقاومت آنتی بیوتیکی در باکتری های Staphylococcus aureus جدا شده از نمونه های غذاهای آماده مصرف در استان تهران، ایران. مجله میکروبیولوژی ایران، ۱۳(۵)، ۶۹۷-۷۰۹. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8504009>
۳. قاسمی، س.، محمدی، م.، و رضایی، ف. (۱۳۹۸). بررسی آلودگی میکروبی فرآورده های گوشتی و عوامل مؤثر بر کیفیت آن در استان اصفهان. مجله علوم و فناوری غذا، ۸(۲)، ۱۲۳-۱۳۴.



۴. احمدی، م.، و حسینی، ر. (۱۳۹۷). بررسی آلودگی میکروبی و عوامل مؤثر بر کیفیت گوشت قرمز در مراحل کشتار و فرآوری در استان تهران. مجله علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۶(۴)، ۳۲-۴۰.
۵. محمدی، ف.، و رضایی، س. (۱۳۹۸). نقش مواد نگهدارنده در کنترل آلودگی میکروبی فرآورده‌های گوشتی و چالش‌های مقاومت باکتری‌ها. مجله علوم و فناوری غذایی ایران، ۱۲(۲)، ۵۵-۶۴.
۶. حسینی، م.، و کریمی، ن. (۱۳۹۷). تأثیر شرایط نگهداری بر رشد میکروارگانیسم‌ها در فرآورده‌های گوشتی. مجله علوم و مهندسی صنایع غذایی ایران، ۱۰(۳)، ۴۵-۵۳.
۷. حسینی، م.، احمدی، س.، و موسوی، ف. (۱۳۹۸). بررسی آلودگی میکروبی فرآورده‌های گوشتی در بازارهای تهران. مجله علوم و فناوری غذایی ایران، ۱۰(۲)، ۱۵۰-۱۶۰.
۸. محمدی، ع.، کریمی، ن.، و رضایی، ب. (۱۳۹۹). مطالعه آلودگی‌های میکروبی همبرگرهای عرضه شده در فروشگاه‌های اصفهان. پژوهش‌های کاربردی در علوم غذایی، ۱۲(۱)، ۷۵-۸۵.
۹. نصیری، ک.، جعفری، م.، و علیزاده، ر. (۱۳۹۸). شناسایی عوامل بیماری‌زای میکروبی در فرآورده‌های گوشتی. مجله علوم زیستی، ۹(۲)، ۱۸۰-۱۹۰.
۱۰. رضایی، ب.، عباسی، م.، و نوری، س. (۱۳۹۶). بررسی وجود لیستریا مونوسیتوژنز در محصولات گوشتی بسته‌بندی شده. مجله بهداشت محیط، ۱۵(۱)، ۴۵-۵۰.
۱۱. کریمی، ن.، موسوی، ف.، و جعفری، م. (۱۳۹۷). شناسایی و تعیین میزان لیستریا مونوسیتوژنز در فرآورده‌های گوشتی. پژوهش‌های علوم پزشکی، ۱۳(۴)، ۳۳۰-۳۴۰.
۱۲. عباسی، م.، نوری، س.، و علیزاده، ر. (۱۳۹۸). بررسی آلودگی باسیلوس سرئوس در فرآورده‌های گوشتی. مجله بهداشت محیط، ۱۷(۲)، ۱۲۵-۱۳۵.
۱۳. نوری، س.، حسینی، م.، و موسوی، ف. (۱۳۹۷). ارزیابی آلودگی سالمونلا در فرآورده‌های گوشتی. مجله علوم و فناوری غذایی، ۱۱(۳)، ۲۰۵-۲۱۵.
۱۴. علیزاده، ر.، جعفری، م.، و رضایی، ب. (۱۳۹۸). آلودگی سالمونلا در همبرگرهای صنعتی. مجله علوم غذایی، ۱۴(۱)، ۹۵-۱۰۵.
۱۵. جعفری، م.، موسوی، ف.، و حسینی، م. (۱۳۹۹). بررسی حضور استافیلوکوکوس اورئوس در فرآورده‌های گوشتی. مجله علوم پزشکی، ۱۰(۲)، ۱۴۰-۱۵۰.
۱۶. موسوی، ف.، نوری، س.، و عباسی، م. (۱۳۹۸). ارزیابی میکروبی فرآورده‌های گوشتی و مقاومت آنتی‌بیوتیکی استافیلوکوکوس اورئوس. مجله علوم زیستی، ۹(۳)، ۱۸۰-۱۹۰.
۱۷. Anas, M., et al. (2024). Antimicrobial resistance in bacteria from meat and meat products: A One Health perspective. Pathogens, 13(12), 1123.
<https://doi.org/10.3390/pathogens13121123>

۱۸. Anas, M., et al. (2024). Antimicrobial resistance and public health risks associated with Staphylococci isolated from raw and processed meat products. *Foodborne Pathogens and Disease*, 21(9), 596–603. <https://doi.org/10.1089/fpd.2.24.0009>
۱۹. Hajji, H., Smeti, S., Mekki, I., & Atti, N. (2025). Effect of dietary protein level and lamb breed on meat physicochemical traits, fatty acid profile and nutritional indices. *Archives Animal Breeding*, 68(1), 57–66. <https://doi.org/10.5194/aab-68-57-2025>
۲۰. Zhou, T., Sheng, B., Gao, H., Nie, X., Sun, H., Xing, B., Wu, L., Zhao, D., Wu, J., & Li, C. (2024). Effect of fat concentration on protein digestibility of Chinese sausage. *Food Research International*, 177, 113922. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113922>
۲۱. Bahmani, M., Kheyri, A., Fakhernia, M., & Rahmanpour, F. (2013). Microbial contamination of meat products produced in the factories of West Azerbaijan Province, North West of Iran. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 3(2), 159–162. [https://doi.org/10.1016/S2222-1808\(13\)60043-1](https://doi.org/10.1016/S2222-1808(13)60043-1)
۲۲. Esfandiari, Z., Weese, S., Ezzatpanah, H., Jalali, M., & Chamani, M. (2014). Occurrence of Clostridium difficile in seasoned hamburgers and seven processing plants in Iran. *BMC Microbiology*, 14, 283. <https://doi.org/10.1186/s12866-014-0283-6>
۲۳. Hassani, S., Pakbin, B., Brück, W. M., Mahmoudi, R., & Mousavi, S. (2022). Prevalence, antibiotic resistance, toxin-typing and genotyping of Clostridium perfringens in raw beef meats obtained from Qazvin city, Iran. *Antibiotics*, 11(3), 340. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11030340>
۲۴. Negi, R. S., Yadav, R. S., & Yadav, S. S. (2013). Prevalence and enterotoxin gene profile of Bacillus cereus in meat and meat products in Uttarakhand, India. *Journal of Food Science and Technology*, 51(8), 1681–1687. <https://doi.org/10.1007/s13177-013-1162-0>
۲۵. Papatzimos, G., Kotzamanidis, C., Kyritsi, M., Malissiova, E., Economou, V., Giantzi, V., Zdragas, A., Hadjichristodoulou, C., & Sergelidis, D. (2022). Prevalence and characteristics of Listeria monocytogenes in meat, meat products, food handlers and the environment of the meat processing and the retail facilities of a company in Northern Greece. *Letters in Applied Microbiology*, 74(3), 367–376. <https://doi.org/10.1111/lam.13620>
۲۶. Wang, S.-K., Fu, L.-M., Chen, G.-W., Xiao, H.-M., Pan, D., Shi, R.-F., Yang, L.-G., & Sun, G.-J. (2020). Multisite survey of bacterial contamination in ready-to-eat meat products throughout the cooking and selling processes in urban supermarket, Nanjing, China. *Food Science & Nutrition*, 8(5), 2427–2435. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1532>
۲۷. Mekonnen, Z. A., & Berhanu, A. (2019). The prevalence and antimicrobial resistance profiles of bacterial isolates from meat and meat products in Ethiopia: A systematic review and meta-analysis. *Food Safety and Risk*, 1(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s40550-019-0071-z>

۲۸. Rajaei, M., Moosavy, M.-H., Gharajalar, S. N., & Khatibi, ”. A. (2021). Antibiotic resistance in the pathogenic foodborne bacteria isolated from raw kebab and hamburger: phenotypic and genotypic study. BMC Microbiology, 21(1), 27”.
<https://doi.org/10.1186/s12866-021-02326-8>
۲۹. Ehling-Schulz, M., Frenzel, E., & Gohar, M. (2015). Bacillus cereus food poisoning— toxins, toxins, toxins. Toxins, 7(”1), 4842-4872. <https://doi.org/10.3390/toxins7114842>
۳۰. Rajkovic, A., Uyttendaele, M., Ver”eule’, A., Andjelkovic, M., Fitz-James, I., in’t Veld, P., Denon, Q”, Verhe, R., & ’ebevere, J. (2008). Heat resistance of Bacillus cereus emetic toxin, cereulide. Letters in Applied Microbiology, 46(5), 536–541.
<https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.2008.02350.x>
۳۱. Pizarro-Cerdá, J., & Cossart, P. (2018). Listeria monocytogenes: cell biology of invasion and intracellular growth. Microbiology Spectrum, 6(6), 10.1128/microbiolspec.gpp3-0013-2018. <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.gpp3-0013-2018>
۳۲. Ganesan, S., et al. (2017). Salmonella-induced degradation of AMPK regulates mTOR and autophagy in macrophages. Cell Host & Microbe, 22(5), 639–652.e6.
<https://doi.org/10.1016/j.chom.2017.10.’04>
۳۳. Setlow, P. (2014). Spore resistance properties. Microbiology Spectrum, 2(5), TBS-0003-2012. <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.TBS-0003-2012>
۳۴. Iran Focus. (2024, December 5). Per capita meat consumption in Iran has dropped to 35g per day. Retrieved from <https://iranfocus.com/iran/52732-per-capita-meat-consumption-in-iran-has-dropped-to-35g-per-day>
۳۵. Putol, R. (2024, May 1). Worrying levels of antibiotic resistance found in uncooked meats Earth.com.<https://www.earth.com/news/worryin”-levels-of-antibiotic-resistance-found-in-uncooked-meats>

Identifying antibiotic resistance and investigating the chemical characteristics of microbial agents in meat products

Shadi qasemi¹, fatemeh sadeghi²

1-Bachelors student in microbiology, Department of biology, Faculty of basic sciences, Islamic azad university, Arak branch

2-Ph.D. student, Department of biology, Faculty of basic sciences, Islamic azad university, Arak branch

Abstract:

Given the increasing consumption of processed meat products such as sausages, cold cuts, and hamburgers, assessing the microbial quality and chemical characteristics of these products has become crucial. The objective of this study was to identify pathogenic bacteria, determine antibiotic resistance patterns, and evaluate the chemical properties of processed meat products in Markazi Province. A total of 600 processed meat product samples were collected from retail outlets. Following microbial culturing, isolation, and identification, antibiotic resistance was assessed using the disk diffusion method. Additionally, biochemical characteristics including moisture content, fat, protein, carbohydrate, and pH were measured. Results revealed that 14.33% of sausage samples and 15.33% of cold cuts and hamburger samples were contaminated with bacteria such as *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella* spp., and *Escherichia coli*. The highest antibiotic resistance was observed in *Staphylococcus aureus* against penicillin (70%) and methicillin (75%). Chemical analysis showed moisture content ranging from 58 to 65%, fat between 15 and 22%, protein from 12 to 18%, carbohydrates between 3 and 7%, and pH values between 5.8 and 6.4. These findings highlight the variability in product quality and

underscore the necessity for continuous monitoring of microbial contamination and antibiotic resistance to ensure consumer safety.

Keywords: Processed meat products, antibiotic resistance, sausage, cold cuts