

Investigation of the prevalence of *Escherichia coli* and *Sarcocystis* contamination in hamburgers, ground meat, and grilled meat sold in Ahvaz County

Moein Hamzehpour Alavi¹, Seyed Majid Hashemi^{2*}

1- Graduated in Food Hygiene, Department of Food Hygiene, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran

2- Assistant Professor, Nutrition and Organic Products Research Center, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran

Corresponding Author: majidhashemi54@gmail.com

Abstract

Sarcocystosis is a common disease between humans and livestock that is transmitted from livestock to humans through the consumption of raw or undercooked meat and can pose a threat to the health of consumers. The aim of this study was to investigate the prevalence of *Escherichia coli* and *Sarcocystis* contamination in hamburgers, ground meat, and grilled meat sold in Ahvaz county. In this study, 90 samples were randomly selected from July to September 2024, including 30 ground meat samples, 30 hamburger samples and 30 kebab samples were collected from supply centers and transferred to the Food Hygiene Laboratory of Islamic Azad University, Shahrekord. The samples were used to examine the presence of sarcocysts by microscopy and PCR and to detect *Escherichia coli* contamination by standard methods. The results showed that respectively sarcocysts were detected microscopically in 7 samples (23.3%) of traditional hamburgers, 5 samples (16.67%) of packaged ground meat, and 7 samples (23.7%) of kebabs. PCR results on 18srRNA gene showed that sarcocysts genus were detected in 5 samples (16.67%) of hamburgers, 4 samples (13.33%) of ground meat, and 7 samples (23.3%) of kebabs. Also, *Escherichia coli* contamination was found in 9 samples (30%), 4 samples (6.67%) of traditional hamburgers, kebabs, and ground meat. Given the presence of *Escherichia coli* and sarcocysts in all samples, it is recommended to avoid eating raw or undercooked meat products, and operators should take strict measures to enforce strict regulations.

Keywords: Sarcocystis, *Escherichia coli*, meat, hamburger, Kabab

بررسی شیوع آلودگی به اشرشیاکلاهی و سارکوسیست در همبرگر، گوشت چرخ شده و کباب کوبیده عرضه شده در شهرستان اهواز

معین حمزه پور علوی^۱، سید مجید هاشمی^{۲*}

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد بهداشت مواد غذایی، گروه بهداشت مواد غذایی، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران

۲- استادیار، مرکز تحقیقات تغذیه و محصولات ارگانیک، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران

majidhashemi54@gmail.com نویسنده مسئول:

چکیده

سارکوسیستوز از بیماری های مشترک بین انسان و دام است که از مصرف گوشت خام یا نیم پز شده از دام به انسان منتقل می گردد و می تواند تهدید برای سلامت مصرف کننده باشد. هدف از پژوهش حاضر، بررسی شیوع آلودگی به اشرشیاکلاهی و سارکوسیست در همبرگر، گوشت چرخ شده و کباب کوبیده عرضه شده در شهرستان اهواز بود. در این مطالعه تعداد ۹۰ نمونه به صورت تصادفی از تیر ماه تا شهریور ۱۴۰۳، شامل ۳۰ نمونه گوشت چرخ شده، ۳۰ نمونه همبرگر و ۳۰ نمونه کباب کوبیده از مراکز عرضه جمع آوری و برای بررسی وجود سارکوسیست به روش میکروسکوپی و PCR و برای ردیابی آلودگی به اشرشیاکلاهی از روش های استاندارد به آزمایشگاه بهداشت مواد غذایی دانشگاه آزاد اسلامی شهرکرد انتقال داده شد. نتایج نشان داد در روش میکروسکوپی، سارکوسیست در ۷ نمونه (۲۳/۳ درصد) از همبرگرهای سنتی، ۵ نمونه (۱۶/۶۷ درصد) از گوشت چرخ شده بسته بندی شده و ۷ نمونه (۲۳/۷ درصد) در کباب کوبیده وجود داشت. نتایج PCR روی ژن 18srRNA نشان داد در همبرگر ۵ نمونه (۱۶/۶۷ درصد)، در گوشت چرخ شده ۴ نمونه (۱۳/۳۳ درصد) و در کباب کوبیده ۷ نمونه (۲۳/۳ درصد) جنس سارکوسیست ردیابی شد. همچنین آلودگی به اشرشیاکلاهی در همبرگر سنتی، کباب کوبیده و گوشت چرخ شده به ترتیب ۹ نمونه (۳۰ درصد)، ۴ نمونه (۶/۶۷ درصد) و ۲ نمونه (۱۳/۳۳ درصد) بود. با توجه به وجود اشرشیاکلاهی و سارکوسیست در تمامی نمونه ها، توصیه می گردد از خام خوری یا استفاده از غذاهای گوشتی نیم پز خودداری گردد و متصدیان، نسبت به اخذ قوانین سختگیرانه اقدام کنند.

کلمات کلیدی: سارکوسیست، اشرشیاکلاهی، گوشت، همبرگر، کباب

مقدمه

گوشت و فرآورده‌های گوشتی با تامین مواد مغذی ضروری مانند پروتئین، ویتامین‌ها و موادمعدنی نقش حیاتی در حفظ سلامت انسان دارند. به طور متوسط حدود ۳۰ درصد رژیم غذایی انسان در سراسر دنیا از گوشت و فرآورده‌های گوشتی تامین می‌شود. در سال‌های اخیر، افزایش سریع تولید و تجارت مواد غذایی، احتمال آلودگی را افزایش داده است. تخمین شیوع جهانی بیماری‌های ناشی از غذا دشوار است، اما گزارش شده است که در سال ۲۰۰۸، حدود ۲/۱ میلیون نفر بر اثر بیماری‌های اسهالی جان خود را از دست دادند (Pal et al., 2018). گوشت و فرآورده‌های گوشتی جزو مواد غذایی فسادپذیر هستند؛ بنابراین باید به درستی ذخیره، پردازش، بسته‌بندی و توزیع شوند تا از رشد میکروارگانیسم‌های عامل فساد جلوگیری شود. وضعیت بهداشتی حیوانات قبل، حین و بعد از کشتار می‌تواند برای کیفیت محصول نهایی حیاتی باشد. از این رو، نظارت بر کیفیت میکروبیولوژیکی گوشت و فرآورده‌های گوشتی برای ایجاد کیفیت و ایمنی بهتر بسیار مهم است (Pedro et al., 2023).

قرار گرفتن در معرض پاتوژن‌های غذایی می‌تواند از باکتری‌ها، تک یاخته‌ها یا انگل‌ها باشد؛ بنابراین حیوانات می‌توانند آلاینده‌های محیطی را که به طور طبیعی در محیط وجود دارند یا توسط فعالیت‌های انسانی وارد محیط می‌شوند، در خود جای دهند و بلع این آلاینده‌های محیطی می‌تواند منجر به اثرات نامطلوب سلامتی بر جمعیت انسانی شود (Hedman et al., 2020). سارکوسیست یکی از مهم‌ترین میکروارگانیسم‌های است که در کنار باکتری‌های بیماری‌زا، می‌تواند عوارض خود را در انسان به‌جای بگذارد.

سارکوسیستوز یک عفونت انگلی است و توسط اعضای جنس *Sarcocystis* ایجاد می‌شود که انگل‌های تک یاخته درون سلولی اجباری متعلق به گروه *Apicomplexa* هستند. این جنس شامل بیش از ۱۸۹ گونه با پراکندگی جهانی است. این انگل‌های کوسیدین تشکیل‌دهنده کیست، حیوانات را نیز مانند انسان آلوده می‌کنند. آن‌ها شامل یک چرخه زندگی شکار در گوشتخواران و همه چیزخواران به عنوان میزبان قطعی و عمدتاً علفخواران به عنوان میزبان واسط هستند. میزبان‌های قطعی از طریق بلع سارکوسیست‌های انگل (برادیزوئیت‌ها) در بافت‌های ماهیچه‌ای مخطط میزبان‌های واسط آلوده می‌شوند و اووسیست‌ها در مدفوع میزبان نهایی ریخته می‌شوند. آب و سبزیجات آلوده به اووسیست منابع اصلی عفونت برای میزبان‌های واسط هستند. انسان‌ها می‌توانند از طریق مصرف گوشت گاو، گوشت خوک و فرآورده‌های گوشتی خام یا نیم‌پز (همبرگر، سوسیس، کالباس و هات‌داگ)، حاوی برادیزوئیت‌های *Sarcocystis hominis* و *S. suihominis* به سارکوسیستوز روده مبتلا شوند (Mavi et al., 2020).

عفونت انسان می‌تواند به دلیل مصرف گوشت خام یا نیم‌پز حاوی انگل باشد. مهم‌ترین علائم درگیری شامل بی‌اشتهایی، تب خفیف، استفراغ، اسهال و مشکلات تنفسی در انسان ایجاد می‌کند. گوشت‌های آلوده به سارکوسیست به دلیل ظاهر ناخوشایند گوشت باعث زیان اقتصادی می‌شود که سالانه خسارات هنگفتی به صنعت دام وارد می‌کند (Saeed et al., 2018).

فرآورده‌های گوشتی فرآوری شده مانند همبرگر یکی از پرتعدادترین فرآورده‌های گوشتی در کشورهای مختلف جهان است، به عنوان مثال سالانه حدود ۵ میلیارد برگر در آمریکا مصرف می‌شود (Prayson et al., 2008). اگرچه اطلاعات دقیقی از سرانه فرآورده‌های گوشتی در ایران وجود ندارد، اما شایان ذکر است که حیدرزادی و همکاران میزان مصرف گوشت در ایران را کمتر از ۴ کیلوگرم گزارش دادند (heidarzadi et al., 2023)؛ برخلاف همبرگرهای معمولی که فقط با گوشت تهیه می‌شوند، برگره‌های صنعتی بیشتر مواد تشکیل‌دهنده آنها مخلوطی از گوشت چرخ کرده، پیاز، سیر، آرد، سویا و سایر افزودنی‌های غذایی است (Doosti et al., 2014).

اشرشیاکلای نیز یکی از اعضای انتروباکتریاسه‌ها بوده که از عوامل مهم اسهال مسافرتی است. جنس اشرشیا شامل باسیل‌های گرم منفی بی‌هوازی اختیاری است. اگرچه بیشتر سویه‌های اشرشیاکلای به طور بی‌ضرر در روده بزرگ زندگی می‌کنند و به ندرت در افراد سالم باعث بیماری می‌شوند، تعدادی از سویه‌های بیماری‌زا می‌توانند باعث بیماری‌های روده‌ای و خارج روده‌ای هم در افراد سالم و هم در افراد دارای نقص ایمنی شوند. بیماری‌های اسهالی یک مشکل شدید بهداشت عمومی و عامل اصلی مرگ و میر در نوزادان و کودکان خردسال است. کشورهای با درآمد کم و

متوسط در آفریقا، آسیا و آمریکای لاتین بیشترین مناطق آسیب دیده با بیماری‌های اسهالی هستند که بیشتر به دلیل شرایط بد زندگی (تامین آب ناکافی، بهداشت محیطی و بهداشت نامناسب، و آموزش ناکافی) با پیامدهای کشنده رخ می‌دهد (Gomes et al., 2016).

برای تخمین شیوع انگل، انواع کیست‌های سارکوسیستیس یا برادی‌زوئیت‌ها با استفاده از روش‌های مختلف از جمله هیستوپاتولوژی، سرولوژی، میکروسکوپ (هضم پپتیک) و PCR استفاده می‌شود. مطالعات نشان داده است که سارکوسیستوز در دام‌های ذبح شده از ۳/۵ تا ۱۰۰ درصد در مناطق مختلف ایران متغیر است (Mavi et al., 2020). شیرزاد در پژوهشی، میزان آلودگی به اشرشیاکالای در همبرگر و کباب‌های کوبیده در شهرستان سنج را به ترتیب ۲۴ و ۴۰ درصد الوده به اشرشیاکالای گزارش دادند (Shirzad, 2023). با توجه به یافته‌های علمی مندرج در پایگاه‌های مختلف، تاکنون هیچ مطالعه‌ای در مورد شیوع سارکوسیست در گوشت چرخ‌شده، همبرگرهای سنتی و کباب کوبیده به روش میکروسکوپی و PCR در شهرستان اهواز انجام نشده است. بنابراین، مطالعه حاضر به بررسی شیوع آلودگی به اشرشیاکالای و سارکوسیست در همبرگر، گوشت چرخ‌شده و کباب کوبیده عرضه‌شده در شهرستان اهواز پرداخت.

مواد و روش‌ها

نمونه‌گیری

ابتدا ۹۰ نمونه به صورت تصادفی شامل ۳۰ نمونه همبرگر سنتی خام، ۳۰ نمونه گوشت چرخ‌شده بسته‌بندی شده و ۳۰ نمونه کباب کوبیده از ۱۰ مرکز عرضه در شهرستان اهواز جمع‌آوری و در شرایط سترن به آزمایشگاه بهداشت مواد غذایی دانشگاه آزاد اسلامی شهرکرد انتقال داده شد.

روش جستجوی اشرشیاکالای

مقدار ۲۵ گرم از نمونه مورد آزمایش وزن شد و داخل ۲۲۵ سی‌سی لاکتوز براث (Merk, Germany) به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه قرار گرفت. مقدار ۱ سی‌سی از محیط نمونه غنی‌شده روی محیط کشت EMB Agar (Merk, Germany) کشت و بعد از ۲۴ ساعت انکوباسیون، کلنی‌های دارای جلای سبز فلزی انتخاب و برای تأیید در محیط‌های کشت افتراقی شامل سیمون سیترات، TSI، MR_VP و SIM کشت داده و نمونه‌های مثبت آنها مشخص شد (Heidarzadi et al., 2021).

معاینه میکروسکوپی و هضم پپتیک

ابتدا ۲۰ گرم از هر نمونه چرخ‌شده با ۵۰ میلی لیتر از محلول هضم، شامل ۱/۳ گرم پپسین، ۲/۵ گرم نمک طعام و ۳/۵ میلی لیتر هیدروکلراید غلیظ در ۵۰۰ میلی لیتر آب مقطر استریل قرار داده شد. سوسپانسیون‌ها به مدت ۲ ساعت در دمای ۴۰ درجه حرارت‌گذاری شدند سپس به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۱۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. محلول رویی دور ریخته شد و رسوب سه بار شسته شد. و زیر میکروسکوپ برای برادیزوئیت‌های سارکوسیستیس بررسی شد. بر روی لام دیگری از همان رسوب یک گسترش تهیه و پس از خشک کردن لام در دمای آزمایشگاه، گسترش با الکل متیلیک ثابت شده و با گیمسا رنگ آمیزی و در زیر میکروسکپ نوری از نظر وجود برادی‌زوئیت با بزرگنمایی ۴۰ و ۱۰۰، تحت بررسی میکروسکوپی قرار گرفتند و با ملاحظه‌ی برادی‌زوئیت نمونه به عنوان مثبت تلقی شدند. (Mavi et al., 2020).

استخراج DNA و انجام PCR

DNA ژنومی انگل با استفاده از کیت استخراج بافت (DNG-plus، SINACOLON، ایران) طبق دستورالعمل سازنده استخراج شد. DNA استخراج شده تا زمان آزمایش PCR در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. نسبت جذب برای ارزیابی خلوص DNA در ۲۶۰ به ۲۸۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. تکثیر با دناتوراسیون اولیه در دمای ۹۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه آغاز شد و به دنبال آن ۳۵ سیکل شامل ۱ دقیقه دناتوراسیون در دمای ۹۴ درجه سانتی‌گراد، ۴۵ ثانیه به منظور اتصال پرایمر در دمای ۵۷ درجه سانتی‌گراد و ۱ دقیقه به منظور طویل سازی در دمای

۷۲ درجه سانتیگراد تکثیر شد. در نهایت یک مرحله طویل سازی نهایی در دمای ۷۲ درجه سانتیگراد به مدت ۵ دقیقه اعمال شد. محصولات PCR روی ژل آگارز ۱/۵ درصد همراه با رنگ Safe Stain از شرکت یکتا تجهیز آزما کشور ایران، لود و در ژل داک شرکت Vilber فرانسه تصویربرداری شدند (Jafari et al., 2022).

جدول ۱، توالی پرایمرهای مورد استفاده برای شناسایی سارکوسیسیت در واکنش PCR

Gene	sequences	Size	References
18sr RNA	GGATAACCTGGTAATTCTATG GGCAAATGCTTTCGCAGTAG	900	(Jafari et al., 2022)

آنالیز آماری

داده‌های حاصل از آزمایش‌های انجام شده در نرم افزار Microsoft Office Excel گردآوری شده و توسط نرم‌افزار SPSS آنالیز شدند. روش آماری تجزیه و تحلیل داده‌ها، آزمون مربع کای و تست دقیق فیشر بود.

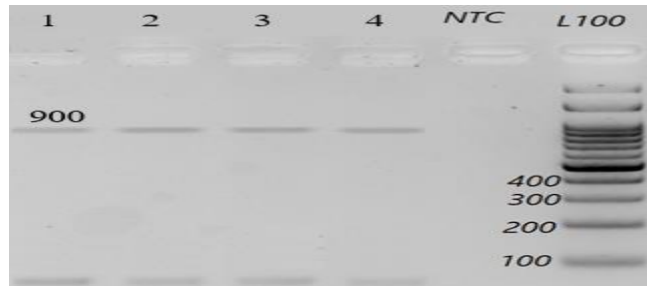
یافته‌ها

نتایج ردیابی کیست سارکوسیسیت به دو روش میکروسکوپی و PCR نشان داد از مجموع ۹۰ نمونه از محصولات خام، شامل ۳۰ نمونه همبرگر سنتی، ۳۰ نمونه گوشت چرخ شده بسته بندی شده و ۳۰ نمونه کباب کوبیده از مراکز عرضه در شهرستان اهواز در روش میکروسکوپی ۱۹ نمونه (۲۱/۱۱ درصد) و در روش PCR ۱۵ نمونه (۱۶/۶۷ درصد) آلوده به سارکوسیسیت و در روش کشت خطی میکروبی ۱۵ نمونه (۱۶/۶۷ درصد) به اشرشیاکالی آلودگی یافت شد (جدول ۲). نتایج نشان داد در روش میکروسکوپی از مجموع ۳۰ نمونه همبرگر ۷ نمونه (۲۳/۳ درصد)، ۳۰ نمونه گوشت چرخ شده بسته بندی شده ۵ نمونه (۱۶/۶۷ درصد) و کباب کوبیده ۷ نمونه (۲۳/۳ درصد) به سارکوسیسیت آلوده بود. نتایج PCR نشان داد از ۳۰ نمونه همبرگر ۵ (۱۶/۶۷ درصد)، گوشت چرخ شده ۴ نمونه (۱۳/۳۳ درصد) و کباب کوبیده ۶ نمونه (۲۰ درصد) بود و به این ترتیب آلودگی در همبرگر ۹ نمونه (۳۰ درصد)، کباب کوبیده ۴ نمونه (۱۳/۳۳ درصد) و گوشت چرخ شده ۲ نمونه (۶/۶۷ درصد) بود.

جدول ۲، میزان آلودگی به سارکوسیسیت و اشرشیاکالی در نمونه‌های همبرگر، گوشت چرخ شده و کباب کوبیده خام

نمونه	تعداد نمونه‌های مورد بررسی	تعداد و درصد آلودگی در روش میکروسکوپی	تعداد و درصد آلودگی در روش PCR	تعداد و درصد آلودگی به اشرشیاکالی
همبرگر	۳۰	۷ ^{ab} (۲۳/۳ درصد)	۵ ^{bc} (۱۶/۶۷ درصد)	۹ ^a (۳۰ درصد)
گوشت چرخ شده	۳۰	۵ ^{bc} (۱۶/۶۷ درصد)	۴ ^{bc} (۱۳/۳۳ درصد)	۲ ^{cd} (۶/۶۷ درصد)
کباب کوبیده	۳۰	۷ ^{ab} (۲۳/۳ درصد)	۶ ^{abc} (۲۰ درصد)	۴ ^b (۱۳/۳۳ درصد)
مجموع	۹۰	۱۹ (۲۱/۱۱ درصد)	۱۵ (۱۶/۶۷ درصد)	۱۵ (۱۶/۶۷ درصد)

در هر سطر، اعداد برچسب خورده با حروف انگلیسی متفاوت، با $P\text{value} < 0.01$ با هم تفاوت معنی دار آماری دارند.



شکل ۱- تصویر محصولات PCR روی ژل آگارز. چاهک‌های ۱-۴: نمونه‌های حاوی ژن 18srRNA انگل سارکوسیست با اندازه باند ۹۰۰ جفت باز، NTC: کنترل منفی، L100: لدر ۱۰۰ جفت بازی.

بحث و نتیجه‌گیری

پیش‌بینی شده است که تولید جهانی گوشت در سال ۲۰۲۵ حدود ۱۶ درصد بیشتر از دوره منتهی به سال ۲۰۱۵ باشد. دلیل اصلی این افزایش، توسعه اقتصادی کشورهای در حال توسعه و قدرت خرید مصرف‌کنندگانی است که گوشت را به عنوان یک محصول غنی از پروتئین تقاضا می‌کنند. این تقاضای بالا سبب افزایش چالش‌هایی در حوزه‌ی سلامت می‌شود. ایمنی گوشت همیشه در خط مقدم سلامت عمومی و نگرانی‌های اجتماعی-اقتصادی قرار دارد. این چالش‌ها شامل بیماری‌های مشترک بین انسان و دام، بیماری‌های انگلی، بیماری‌های باکتریایی و مقاومت‌های آنتی‌بیوتیکی می‌باشند. صرف نظر از آلودگی‌های ذاتی دام، آلودگی متقاطع می‌تواند در تمام مراحل کشتار و در طول زنجیره انتقال رخ دهد (Nastasijevic et al., 2020)، که سارکوسیست یکی از بیماری‌های انگلی است. سارکوسیستوز، با عواقب شدید اقتصادی، پزشکی و دامپزشکی، یکی از مسائل مهم بهداشت عمومی در بسیاری از کشورها است. عفونت ناشی از سارکوسیست در انسان معمولاً بدون علامت و خود محدودشونده است. با این حال، گاهی اوقات ممکن است باعث تنگی نفس، استفراغ، نفخ، حالت تهوع، معده درد، بی‌اشتهایی و نبض سریع شود و علائم تا ۴۸ ساعت ادامه یابد. در پژوهش حاضر، از مجموع ۹۰ نمونه در روش میکروسکوپی ۱۹ نمونه (۲۱/۱۱ درصد) و در روش PCR ۱۵ نمونه (۱۶/۶۷ درصد) آلوده به سارکوسیست و ۱۵ نمونه (۱۶/۶۷ درصد)، آلوده به اشرشیاکلائی تشخیص داده شد. در همین راستا پژوهشی توسط هشیار و همکاران (۲۰۲۳) با هدف بررسی میزان آلودگی سارکوسیست در همبرگرهای فروخته شده در شهر شیراز انجام شد که گزارش دادند از ۲۰ نمونه همبرگر سنتی، ۱۳ نمونه (۶۵ درصد) آلوده به سارکوسیستیس بودند (Hooshyar et al., 2023)، احمدی‌آرا و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهشی روی همبرگرهای عرضه شده در شهرستان فومن، گزارش دادند همبرگرهای سنتی ۵۶ درصد به سارکوسیست آلوده بودند (Ahmadiara et al., 2023). جعفری و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهشی هم‌راستا با مطالعه حاضر، در همبرگر خام عرضه شده در شهر همدان، سارکوسیست در ۴۶ نمونه از ۸۰ نمونه (۵۷/۶ درصد) شناسایی شد (Jafari et al., 2022). در پژوهش حاضر میزان آلودگی به سارکوسیست در همبرگرهای سنتی در روش میکروسکوپی ۲۳/۳ درصد بود که با یافته‌های پژوهش‌های یادشده هم‌راستا نمی‌باشد. خانیکی و کیا گزارش دادند که ۶/۲۵ درصد از همبرگرهای نمونه‌گیری شده در شهرستان گرمسار، آلوده به سارکوسیست بودند (Khaniki and Kia, 2006). مقایسه این نتایج نشان می‌دهد که تکنیک‌های هیستوپاتولوژیک برای تشخیص سارکوسیست‌ها به اندازه کافی مناسب نیستند، زیرا احتمال تشخیص انگل در بخش‌های خاصی در مقایسه با ۲۰ گرم نمونه احتمالاً کم است. بنابراین، افزایش حجم نمونه می‌تواند دلیل محکمی برای نتایج بهتر باشد.

هشیار و همکاران (۲۰۱۷) به منظور بررسی شیوع و شناسایی گونه سارکوسیست در بین همبرگرها با استفاده از روش PCR در کاشان، پژوهشی انجام دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که ۵۸ نمونه (۲۹ درصد) از ۲۰۰ نمونه همبرگر آزمایش شده به سارکوسیست آلوده بودند (Hooshyar et al., 2017). حاجی‌محمدی و همکاران (۲۰۱۴) در پژوهشی با هدف شیوع سارکوسیست در همبرگرهای خام توزیع شده در یزد، با استفاده از PCR گزارش دادند که ۷۷/۹ درصد از نمونه‌های همبرگر آزمایش شده به سارکوسیست آلوده بودند. میزان آلودگی در همبرگر سنتی (۸۷ درصد) بود

(Hajimohammadi et al., 2014) در پژوهش حاضر میزان آلودگی به سارکوسیسیت به روش PCR در همبرگرهای سنتی ۱۶/۶۷ درصد بود که مطابق نتایج پژوهش‌های پیشین نبود. روش‌های مختلفی برای تشخیص و شناسایی عوامل بیماری‌زا در محصولات غذایی وجود دارد، اما روش مولکولی دقیق‌تر است. باید تأکید کرد که میزان آلودگی نه تنها به منطقه جغرافیایی، بلکه به طور قابل توجهی تحت تأثیر روش مورد استفاده برای تشخیص سارکوسیسیت نیز قرار دارد.

در بلژیک، سارکوسیسیت در ۸۲ درصد از نمونه‌های گوشت چرخ کرده مشاهده شد (Vangeel et al., 2013). در آلمان پژوهشی توسط More و همکاران (۲۰۱۴) با هدف تعیین شیوع سارکوسیسیت به روش PCR در گوشت انجام گرفت، آن‌ها گزارش دادند از مجموع ۲۵۷ نمونه گوشت، ۶۷/۷ درصد به سارکوسیسیت آلوده بودند (Moré et al., 2014). در ایتالیا Rubiola و همکاران در پژوهشی بر روی تعیین میزان آلودگی به سارکوسیسیت در گوشت گاو به روش PCR گزارش دادند ۲۷/۱ درصد به سارکوسیسیت آلودگی وجود داشت (Rubiola et al., 2024). رسولی و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای هم‌راستا با پژوهش حاضر، میزان آلودگی به سارکوسیسیت را ۱۲۰ نمونه گوشت چرخ‌شده، ۹۳/۳۳ درصد گزارش دادند (Rasuli et al., 2014). در ایتالیا پژوهشی توسط Meistro و همکاران (۲۰۱۵) هم‌راستا با پژوهش حاضر گزارش داد از مجموع ۲۵ نمونه گوشت چرخ‌شده گاو که به روش PCR ردیابی شده بودند، ۸۸ درصد به سارکوسیسیت آلوده بودند (Meistro et al., 2015). در یزد، حاج‌محمدی و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که از مجموع ۱۲۰ نمونه گوشت، ۱۱۲ نمونه (۹۳/۳ درصد) به سارکوسیسیت آلوده بودند. در پژوهش حاضر ۱۶/۶۷ درصد به روش میکروسکوپی و ۱۳/۳۳ درصد به روش PCR به سارکوسیسیت آلودگی وجود داشت. آنچه از پژوهش‌ها مشخص است، محرز شده که رویکردهای مولکولی جدید برای تشخیص دقیق‌تر بهینه شده‌اند، با وجود مزایا و ویژگی تحلیلی آنها، باید توجه داشت که برخی عوامل بر حساسیت این روش‌ها تأثیر می‌گذارند، حجم انگل‌های برداشت شده برای استخراج DNA حیاتی است زیرا بار کم انگل‌ها و در نتیجه DNA به دست آمده می‌تواند منجر به نتایج منفی کاذب شود.

حیدرزادی و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهشی با هدف بررسی شیوع آلودگی در ساندویچ‌های عرضه‌شده در شهرستان کرمانشاه گزارش دادند که همبرگرهای سنتی ۲۷/۶ درصد به اشرشیاکالای آلوده بودند (heidarzadi et al., 2023). کارگر و همکاران (۲۰۱۳) در پژوهشی هم‌راستا با مطالعه حاضر، میانگین آلودگی همبرگرها به اشرشیاکالای ۱۴/۰۸ درصد گزارش دادند (Kargar et al., 2013)، که با نتایج به دست‌آمده از مطالعه حاضر مطابقت نداشته و میزان آلودگی به اشرشیاکالای در پژوهش‌های یادشده فراتر است. کریم‌پور و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهشی رخداد اشرشیاکالای در همبرگرهای سنتی استان مازندران را ۹/۵۰ درصد را گزارش دادند که تا حدودی هم‌راستا با نتایج مطالعه حاضر می‌باشد (Karimpour et al., 2020). از مهم‌ترین دلایل آلودگی همبرگرها به اشرشیاکالای می‌توان به عدم شستشوی صحیح گوشت، عدم رعایت بهداشت در مراحل تهیه، انتقال، فرآوری، پخت و توزیع دانست. برای کاهش و به صفر رساندن میزان آلودگی به اشرشیاکالای در همبرگر و سایر محصولات تهیه شده از گوشت، باید رعایت بهداشت و شستشوی تمیز وسایل و ابزارآلات طبخ، تهیه مواد اولیه از مراکز استاندارد، استفاده از ادویه‌جات و ترکیبات ضد میکروبی ایمن در ترکیبات همبرگر، حفظ زنجیره‌ی سرما در مدت زمان نگهداری به گونه‌ای که رشد میکروارگانیسم متوقف شود را در اولویت قرار داد.

فراوانی سگ‌ها و گربه‌های ولگرد در اطراف روستاها و مناطق چرای گاوها، و همچنین دسترسی این حیوانات به گوشت گاو نپخته یا خام، چرخه انتقال این تک‌یاخته را بین میزبان‌های نهایی و واسطه برقرار کرده و باعث آلودگی بالای گاوها به سارکوسیسیت می‌شود (Abdollahi et al., 2025). بر اساس یافته‌های حاضر، با توجه به شیوع بالای سارکوسیسیت در همبرگر و کباب‌کوبیده، خطر ابتلا به عفونت در جمعیت ایرانی که این فرآورده‌های گوشتی را مصرف می‌کنند، بسیار زیاد است. با توجه به اهمیت ژئوتوتیک، میزان آلودگی قابل توجه سارکوسیسیت در ایران باید مورد توجه قرار گیرد. افرادی که همبرگر یا کباب‌کوبیده نیمه‌پخته مصرف می‌کنند باید در مورد چرخه زندگی، اهمیت بهداشت عمومی و بیماری‌زایی این انگل آموزش ببینند. برای دستیابی به تضمین ایمنی قابل قبول و غیرفعال کردن سارکوسیسیت‌های موجود در مواد گوشتی، این غذای آماده

باید قبل از مصرف به طور کامل تا دمای مرکزی ۷۰ درجه سانتیگراد پخته شود یا به مدت ۱ روز در دمای منفی درجه سانتیگراد یا به مدت ۲ روز در دمای منفی ۴ درجه سانتیگراد نگهداری شود.

سارکوسیستوز در اثر مصرف گوشت خام یا کم‌پخت آلوده ایجاد می‌شود و اگرچه یک بیماری مشترک بین انسان و دام در نظر گرفته می‌شود، اما می‌تواند تهدیدی برای افراد دارای نقص ایمنی باشد. به دلیل روند رو به افزایش مصرف فست فود و غذاهای آماده، بررسی‌های ذکر شده مطالعه حاضر برای ترسیم تصویر مناسبی از میزان آلودگی توسط عوامل بیماری‌زا در غذاهای خام و نیم پز بیانگر احتمال شیوع بیماری‌ها است. نتایج مطالعات پیشین گویای آلودگی‌های بسیار بالای مواد غذایی گوشتی به عوامل انگلی است. بهبود شرایط بهداشتی نگهداری و تغذیه دام و همچنین قطع ارتباط با میزبان‌های اصلی انگل می‌تواند آلودگی دام را کاهش دهد. با توجه به عدم وجود مطالعه‌ای مشابه با پژوهش حاضر در سال ۱۴۰۳ در شهرستان اهواز، مطالعه اولین مطالعه از نوع خود است که بر روی نمونه‌های همبرگر، کباب کوبیده و گوشت چرخ‌شده در شهرستان اهواز، ایران انجام شده است. مطالعات دقیق‌تری برای توصیف الگوی توزیع و شناسایی گونه‌های سارکوسیست در سایر فرآورده‌های گوشتی مورد نیاز است. همچنین، در آینده، مطالعات دقیقی باید برای دستیابی به رویکردهای مؤثرتر و کاربردی‌تر برای غیرفعال‌سازی این انگل در گوشت و فرآورده‌های گوشتی طراحی شود. با توجه به فراوانی همبرگر، کباب و گوشت چرخ‌شده، توصیه می‌شود این محصول غذایی به طور کامل پخته شود و از مصرف نیم‌پز این مواد غذایی خودداری گردد تا از انتقال عوامل بیماری‌زا جلوگیری شود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از کلیه همکاران گروه بهداشت مواد غذایی دانشکده دامپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد که نهایت همکاری را در انجام این پروژه را داشتند تشکر به عمل می‌آید.

تعارض منافع

نویسندگان تعارض منافی برای اعلام ندارند.

مشارکت‌های نویسندگان

نمونه‌گیری، انجام آزمایش‌ها و گردآوری دیتاها با نویسنده‌ی اول، آنالیز آماری و نگارش مقاله با همکاری استاد راهنما انجام شد.

منابع مالی

پژوهش حاضر با استفاده از هزینه‌ی شخصی دانشجو انجام شد.

منابع

- Abdollahi, N., Heidari, A., Bairami, A., Miahpour, A., Sezavar, M., Teimuri, A., Bahadory, S. (2025). Prevalence and molecular analysis of Sarcocystis species infection in slaughtered cattle in Alborz, Iran. *Veterinary and Animal Science*, 27, 100431.
- Ahmadiara, E., Rahimzadeh, A., Samakkhah, S. A. (2023). Identification of Sarcocystis spp. in hamburgers distributed in Fouman City, North of Iran using dab smear and digestion methods. *Journal of Environmental Health and Sustainable Development*.
- Doosti, A., Ghasemi dehkordi, P., Rahimi, E. (2014). Molecular assay to fraud identification of meat products. *Journal of food science and technology*, 51, 148-152.
- Gomes, T. A., Elias, W. P., Scaletsky, I. C., Guth, B. E., Rodrigues, J. F., Piazza, R. M., Ferreira, L., Martinez, M. B. (2016). Diarrheagenic escherichia coli. *Brazilian journal of microbiology*, 47, 3-30.

- Hajimohammadi, B., Dehghani, A., Ahmadi, M. M., Eslami, G., Oryan, A., Khamesipour, A. (2014). Prevalence and species identification of *Sarcocystis* in raw hamburgers distributed in Yazd, Iran using PCR-RFLP. *J Food Qual Hazards Control*, 1, 15-20.
- Hedman, H. D., Varga, C., Duquette, J., Novakofski, J., Mateus-pinilla, N. E. (2020). Food safety considerations related to the consumption and handling of game meat in North America. *Veterinary Sciences*, 7, 188.
- Heidarzadi, M., Ayazi, N., Vaheddehkordi, N., Karami, M., Ahmadi, sk., Hosseininassab, SE. (2023). Prevalence of contamination of sandwiches with pathogenic microorganisms and antibiotic resistance of isolates in Kermanshah city, Iran. *Food Hygiene*, 13, 53-65.
- Heidarzadi, M., Rahnema, M., Alipoureskandani, M., Saadati, D., Afsharimoghadam, A. (2021). *Salmonella* and *Escherichia coli* contamination in samosas presented in Sistan and Baluchestan province and antibiotic resistance of isolates. *Food Hygiene*, 11, 42.
- Hooshyar, H., Abbaszadeh, Z., Sharafati-Chaleshtori, R., Arbabi, M. (2017). Molecular identification of *Sarcocystis* species in raw hamburgers using PCR-RFLP method in Kashan, central Iran. *Journal of parasitic diseases*, 41, 1001-1005.
- Hooshyar, M. J., Karimi, A., Zarei, P., Ghahremani, A. (2023). Investigating the infection rate of *Sarcocystis* in hamburgers sold in Shiraz City, Iran. *Journal of Alternative Veterinary Medicine*.
- Jafari, F., Motavallihaghi, S. M., Bakhtiari, M., Maghsood, A. H., Foroughi-Parvar, F. (2022). *Sarcocystis* *bovifelis* in raw hamburgers marketed in Hamadan City, Western Iran. *Iranian Journal of Parasitology*, 17, 36.
- Kargar, M., Dianati, P., Homayoon, M., Jamali, H. (2013). Isolation, characterization and antibiotic resistance of shiga toxin-producing *Escherichia coli* in hamburger and evolution of virulence genes *stx1*, *stx2*, *eaeA* and *hly* by multiplex PCR. *Journal of Fasa University of Medical Sciences*, 3, 208-214.
- Karimpour, M., Razavilar, V., Rokni, N., Ahmadi, M. (2020). Genotypic and phenotypic assessment of antibiotic resistance and recognition of virulence factors in *Escherichia coli* O157 serogroup isolated from hamburger. *Egyptian Journal of Veterinary Sciences*, 51, 191-201.
- Khaniki, G. J. Kia, E. B. (2006). Detection of *Sarcocystis* cysts from meat supplied for hamburger in Iran by histological method.
- Mavi, S. A., Teimouri, A., Mohebbi, M., Yazdi, M. K. S., Shojaei, S., Rezaian, M., Keshavarz, H. (2020). *Sarcocystis* infection in beef and industrial raw beef burgers from butcheries and retail stores: A molecular microscopic study. *Heliyon*, 6.
- Meistro, S., Peletto, S., Pezzolato, M., Varello, K., Botta, M., Richelmi, G., Bozzetta, E. (2015). *Sarcocystis* spp. prevalence in bovine minced meat: a histological and molecular study. *Italian journal of food safety*, 4.
- Moré, G., Pantchev, A., Skuballa, J., Langenmayer, M. C., Maksimov, P., Conraths, F. J., Schares, G. (2014). *Sarcocystis* *sinensis* is the most prevalent thick-walled *Sarcocystis* species in beef on sale for consumers in Germany. *Parasitology Research*, 113, 2223-2230.
- Nastasijevic, I., Veskovici, S., Milijasevic, M. (2020). Meat safety: Risk based assurance systems and novel technologies. *Scientific journal" Meat Technology"*, 61, 97-119.
- Pal, M., Ayele, Y., Patel, A. S., Dulo, F. (2018). Microbiological and hygienic quality of Meat and Meat Products. *Beverage Food World*, 45, 21-27.
- Pedro, A. L., Rodogfo, R.-V., Arturo, M.-H. P., Nazmin, T.-G. D. ANTONIO, S.-J. L. (2023). Cold chain relevance in the food safety of perishable products. *Foods and Raw materials*, 11, 116-128.
- Prayson, B., McMahon, J. T. Prayson, R. A. (2008). Fast food hamburgers: what are we really eating? *Annals of Diagnostic Pathology*, 12, 406-409.
- Rasuli, S., Rahimi, K. (2014). Investigation of the level of contamination of meat in Bukan County with *Sarcocystis* protozoa using the digestion method. *Investigation of the level of contamination of meat in Bukan County with Sarcocystis protozoa using the digestion method*, 1, 32-27.
- Rubiolo, S., More, G., Civera, T., Hemphill, A., Frey, C. F., Basso, W., Colasanto, I., Vercelino, D., Fidelio, M. Lovisone, M. (2024). Detection of *Sarcocystis* *hominis*, *Sarcocystis* *bovifelis*,

- Sarcocystis cruzi, Sarcocystis hirsuta and Sarcocystis sigmoideus sp. nov. in carcasses affected by bovine eosinophilic myositis. *Food and waterborne parasitology*, 34, e00220.
- Saeed, M. A., Rashidi, M. H., Vaughan, J. Jabbar, A. (2018). Sarcocystosis in South American camelids: The state of play revisited. *Parasites & vectors*, 11, 1-11.
- Shirzad, H. (2023). Evaluating the Microbial Quality of Raw Hamburgers and Koobideh Kebabs in Sanandaj City. *Tolooebendasht*, 22, 31-43.
- Vangeel, L., Houf, K., Geldhof, P., Deprer, K., Vercrusse, J., Ducattele, R. Chiers, K. (2013). Different Sarcocystis spp. are present in bovine eosinophilic myositis. *Veterinary Parasitology*, 197, 543-548.

UNCORRECTED PROOF