Journal of Research in Environmental Health
Volume 10, Issue 3, Autumn 2024

Prevalence of Antibiotic-Resistant Strains of Yersinia Enterocolitica Isolated from Traditional and Industrial Dairy Products Sold in Isfahan County

Fatemeh Rezaeipour
Graduated in Food Hygiene, Department of Food Hygiene, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran.
Ebrahim Rahimi
* Professor, Department of Food Hygiene, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran. (Corresponding Author)
ebrahimrahimi55@yahoo.com

Received: 2024/03/26
Accepted: 2024/08/17
Doi:10.22038/jreh.2024.25295

Abstract

Background and purpose: Milk and its products are a suitable environment for the growth of pathogenic microorganisms, among the cold-loving pathogens Yersinia enterocolitica is one of the bacteria whose spread can threaten the health of consumers. The aim of the present study was to Prevalence of antibiotic-resistant strains of Yersinia enterocolitica isolated from traditional and industrial dairy products sold in Isfahan county.

Materials and Methods: First, 300 samples of traditional and industrial dairy products were sampled and transferred to the laboratory, and the level of contamination with Y. enterocolitica was determined by standard methods. Multiplex PCR method was used to determine the frequency of virulence genes and Disk-Diffusion method was used to evaluate antibiotic resistance.

Results: The results showed that the level of contamination with Yersinia enterocolitica was 15 samples (7.5%) out of a total of 200 traditional dairy samples, and none of the industrial samples were contaminated with Yersinia enterocolitica. According to the PCR test, the frequency of the highest and lowest carrier genes, respectively, includes ail 14 samples (4.66%), yadA 7 samples (2.33 %), inv 10 samples (3.33 %), yst 9 samples (3 %), rfbe 9 samples (3%) and virF 6 samples (2%). The results of antibiotic resistance showed that the highest resistance was related to penicillin (80%) and ampicillin (73.33%), and the lowest resistance was to imipenem (6.66%).

Conclusion: The results of this study showed that traditional dairy products were contaminated with Yersinia enterocolitica bacteria and had virulence genes, so the use of traditional dairy products should be limited and the use of antibiotics should be limited in the event of illness.

Keywords: Yersinia Enterocolitica, Antibiotic Resistance, Virulence Genes, Dairy Products, Food Safety

Open Access Policy: This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. To view a copy ofthis licence, visit https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Citation: Rezaeipour F, Rahimi E. Prevalence of Antibiotic-Resistant Strains of Yersinia Enterocolitica Isolated from Traditional and Industrial Dairy Products Sold in Isfahan County. *Iranian Journal of Research in Environmental Health*. Autumn 2024; 10(3):99-111.

شیوع سویه‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک یرسینیا انتروکولیتیکا جداشده از لبنیات سنتی و صنعتی عرضه‌شده در شهرستان اصفهان

فاطمه رضائی‌پور
دانش آموخته بهداشت مواد غذایی، گروه بهداشت مواد غذایی، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران
ابراهیم رحیمی
* استاد، گروه بهداشت مواد غذایی، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران. (نویسنده مسئول)
ebrahimrahimi55@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: شیر و فرآورده‌های حاصل از آن محیط مناسبی برای رشد میکروارگانیسم‌های پاتوژن هستند که از میان پاتوژن‌های سرمادوست یرسینیا انتروکولیتیکا از باکتری‌هایی است که شیوع آن می‌تواند سلامت مصرف‌کنندگان را تهدید کند. هدف از پژوهش حاضر بررسی شیوع سویه‌های مقاوم به آنتی‌بیوتکی یرسینیا انتروکولیتیکا جدا شده از لبنیات سنتی و صنعتی عرضه‌شده در شهرستان اصفهان بود.

مواد و روش‌ها: ابتدا ۳۰۰ نمونه از لبنیات سنتی و صنعتی نمونه‌گیری و به آزمایشگاه انتقال و توسط روش‌های استاندارد، میزان آلودگی به یرسینیا انتروکولیتیکا تعیین شد. برای تعیین فراوانی ژن‌های حدت از روش Multiplex PCR و برای ارزیابی مقاومت آنتی‌بیوتیکی از روش Disk-Diffusion استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد میزان آلودگی به یرسینیا انتروکولیتیکا از مجموع ۲۰۰ نمونه لبنیات سنتی نمونه‌گیری شده، ۱۵ نمونه (۷/۵ درصد) بود و هیچ‌کدام از نمونه‌های صنعتی به یرسینیا انتروکولیتیکا آلوده نبودند. مطابق تست PCR فراوانی بیشترین و کمترین ژن حامل به ترتیب شامل ail ۱۴ نمونه (۴/۶۶ درصد)، yadA ۷ نمونه (۲/۳۳ درصد)، inv ۱۰ نمونه (۳/۳۳)، yst ۹ نمونه (۳ درصد)، rfbe ۹ نمونه (۳ درصد) و virF ۶ نمونه (۲ درصد) بودند. نتایج مقاومت آنتی‌بیوتیکی نشان داد بیشترین مقاومت مربوط به پنی‌سیلین (۸۰ درصد) و آمپی‌سیلین (۷۳/۳۳ درصد) و کمترین مقاومت مربوط به امی‌پنم (۶/۶۷ درصد) بود.

نتیجه‌گیری: نتایج این تحقیق نشان دادند لبنیات سنتی، آلوده به *باکتری یرسینیا انتروکولیتیکا* واجد ژن‌های حدت بودند، بنابراین استفاده از لبنیات سنتی محدود و در صورت بروز بیماری استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها محدود گردد.

کلیدواژه‌ها: یرسینیا انتروکولیتیکا، مقاومت آنتی‌بیوتیکی، ژن‌های ویرولانس، لبنیات، ایمنی غذایی

استناد: فاطمه رضائی‌پور، ابراهیم رحیمی. شیوع سویه‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک یرسینیا انتروکولیتیکا جداشده از لبنیات سنتی و صنعتی عرضه‌شده در شهرستان اصفهان. *فصلنامه‌ی پژوهش در بهداشت محیط*. پاییز ۱۴۰۳؛۱۰(۳): ۹۹-۱۱۱.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۰۷
تاریخ پذیرش:۱۴۰۳/۰۵/۲۷
نوع مقاله: پژوهشی

مقدمه

شیر و محصولات لبنی، اجزای مهمی در رژیم غذایی مردم سراسر دنیا بوده و هم‌چنان نقش مهم و فزاینده‌ای در وعده‌های غذایی داشته و یک غذای کامل به خصوص برای کودکان و افراد مسن است که دارای پروتئین بالا، مواد معدنی مختلف، اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع و ویتامین‌های محلول در آب و چربی می‌باشد؛ اما در عین‌حال، این ماده‌ی غذایی محیطی ایده‌آل برای رشد طیف وسیعی از میکروارگانیسم‌های منتقل‌شونده از موادغذایی و بیماری‌های مشترک بین انسان و دام را فراهم می‌کند (۱). کیفیت میکروبیولوژیکی شیر مبتنی بر وضعیت بهداشتی محیط دامداری می‌باشد؛ به همین‌دلیل هنگامی که شیر از پستان ترشح می‌شود، می‌تواند به راحتی توسط میکروارگانیسم‌های فاسدکننده و پاتوژن‌های منتقل‌شونده از منابع مختلف مانند مدفوع حیوانات، خاک، هوا، خوراک، آب، تجهیزات شیردوشی، پوست حیوانات و افراد آلوده شود (۲). این عوامل ممکن است شامل وضعیت سلامت گله شیری، سطح بهداشت در محیط مزرعه، شرایط شیردوشی و پیش‌ذخیره‌سازی، امکانات و فناوری‌های ذخیره‌سازی موجود، شیوه‌های مدیریت مزرعه، موقعیت جغرافیایی و فصل نیز باشند (۳).

عمده‌ترین میکروارگانیسم‌های پاتوژنی که می‌توانند در شیر و فرآورده‌های لبنی وجود داشته باشند و سلامت انسان را مورد مخاطره قرار دهند شامل: *اشریشیاکلای*، *سالمونلا*، *استافیلوکوکوس اورئوس*، *یرسینیا*، *لیستریا*، *کوکسیلا بورنتی* و انواع *بروسلا* هستند (۴). *یرسینیا* یک پاتوژن غذایی است که حداقل ۱۶ گونه‌ی مختلف دارد. سه گونه *یرسینیا انتروکولیتیکا*[1]، *یرسینیا سودوتوبرکلوزیس*[2] و *یرسینیا پستیس*[3] از مهم‌ترین گونه‌های بیماری‌زای *یرسینیا* هستند (۵). در برخی منابع یادشده که خوک‌ها به‌عنوان مخزن اصلی گونه‌های بیماری‌زا برای انسان در نظر گرفته می‌شوند، اما بسیاری از حیوانات مزرعه و اهلی همانند بز، شتر، گاو و گوسفند نیز مستعد ابتلا به عفونت توسط *یرسینیا* هستند (۶).

در اکثر حیوانات مبتلا، عفونت بدون علامت است و عامل بیماری‌زا به وفور با مدفوع، دفع شده و محیط را آلوده می‌کند. *یرسینیا انتروکولیتیکا*، در برابر شرایط نامطلوب بسیار مقاوم است و به‌راحتی می‌تواند با محیط خارج از ارگانیسم میزبان سازگار شود. این پاتوژن قادر است در محدوده pH، ۴/۲ تا ۹ و در آب با شوری تا ۷ درصد زنده بماند (۷).

یرسینیا انتروکولیتیکا گرم منفی، بی‌هوازی اختیاری و سایکروفیل در خانواده انتروباکتریاسه هستند. آن‌ها به‌طور گسترده‌ای از خاک، آب و غذا ازجمله شیر و گوشت جدا می‌شوند. *یرسینیا انتروکولیتیکا* یک میکروارگانیسم سرماگرا است. این پاتوژن قادر است در محدوده‌ی pH، ۴/۲ تا ۹ و در آب با شوری تا ۷ درصد زنده بماند؛ به این‌ترتیب، این میکروارگانیسم می‌تواند در دمای یخچال رشد کند و در مواد غذایی و مایعات یخزده برای مدت طولانی زنده بماند. تاژک‌های پریتریکو باعث تحرک باکتری می‌شوند. تحرک بستگی به دما دارد، زیرا باکتری در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد متحرک است اما وقتی دما به ۳۷ درجه سانتی‌گراد برسد، متحرک نیست. پاتوژنز *یرسینیا انتروکولیتیکا* وابسته به دما است. پروتئین‌های مهاجم این باکتری در دمای محیطی کمتر از ۲۸ درجه سانتی‌گراد و در شرایط اسیدی در دمای ۳۷ درجه‌ی سانتی‌گراد تولید می‌شوند. پروتئین‌های ystA و ail عوامل مهمی برای حدت *یرسینیا انتروکولیتیکا* هستند. از این‌رو، وجود ژن‌های ystA و ail که این پروتئین‌ها را کد می‌کنند، به‌عنوان نشانگر بیماری‌زایی مناسب جدایه‌های *یرسینیا انتروکولیتیکا* استفاده می‌شوند. عفونت‌های ناشی از سویه‌های بیماری‌زای *یرسینیا انتروکولیتیکا* به گروه سنی خاصی تعلق ندارند، اما تظاهرات بالینی اغلب در کودکان و بزرگسالان مشاهده می‌شود. بزرگسالان می‌توانند ناقل عفونت بدون علامت باشند. تب، درد شکم و اسهال از علائم شایع یرسینیوزیس در کودکان هستند (۸).

[1] *Y. enterocolitica*
[2] *Y. pseudotuberculosis*
[3] *Y. pestis*

روش اصلی آلودگی انسان از طریق مصرف موادغذایی آلوده به‌ویژه غذاهای خام یا نیم‌پز است، البته نوشیدن آب آلوده، تماس نزدیک با حیوانات خانگی و انتقال خون نیز ذکر شده است. *یرسینیا انتروکولیتیکا* چندین بیوتیپ و سروتیپ دارد. در اروپا بیش از ۹۰ درصد از عوامل یرسینیوزیس سروتیپ‌های O: 3 و O: 9 هستند. این باکتری به‌طور معمول از حیوانات دفع می‌شود و به مقدار کمتری در غذا وجود دارد. در اروپا، سویه‌های a۱ و b۱ از بیماران مبتلا به گاستروانتریت جدا شده است. این پاتوژن در ایالات‌متحده، هر سال باعث ۱۱۷۰۰۰ بیماری، ۶۴۰ بستری‌شدن در بیمارستان و ۳۵ مرگ شده است. یرسینیوز چهارمین بیماری مشترک بین انسان و دام در اروپا در سال ۲۰۱۹ بود (۹).

مقاومت میکروبی به آنتی‌بیوتیک‌ها یک مشکل رو به رشد در سراسر جهان است. *یرسینیا انتروکولیتیکا* معمولاً به آمپی‌سیلین و سفالوسپورین‌های نسل اول مقاوم است، در حالی‌که سطح مقاومت آنتی‌بیوتیکی این باکتری از حیوانات پرورشی و منابع غذایی هم‌چنان در حال افزایش است؛ در نتیجه، نظارت بر انتقال *یرسینیا انتروکولیتیکا* مقاوم به آنتی‌بیوتیک از طریق فرآوری موادغذایی و زنجیره‌ی تامین، ضروری است (۱۰). نتایج پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهد *یرسینیا انتروکولیتیکا* شایع‌ترین سویه در بین انواع یرسینیا است که از طریق شیر و لبنیات آلوده به انسان منتقل می‌شود. پژوهشی توسط شرفی‌یزدی و همکاران (۲۰۲۳)، در مشهد گزارش دادند از ۳۶۰ نمونه شیر خام، ۴ جدایه به یرسینیا آلوده بود که ۳ نمونه مربوط به یرسینیا انتروکولیتیکا بود (۵)، در مصر (۲۰۲۲)، میزان آلودگی ۳۰ درصد (۱۱) و در عراق ۸ درصد بود (۱۲). با توجه به اهمیت شیر و فرآورده‌های لبنی در تغذیه انسان، و وجود پیشینه مطالب در خصوص شیوع آلودگی و بروز عفونت‌های ناشی از آن، پایش شیر و فرآورده‌های لبنی از لحاظ آلودگی به *یرسینیا نتروکولیتیکا* ضروری است.

روش‌کار

نمونه‌گیری

در پژوهش حاضر، ابتدا ۳۰۰ نمونه لبنیات نمونه‌گیری شد. لبنیات خام و سنتی شامل شیر خام گاو (۲۵ نمونه)، شیر خام گوسفند (۲۵ نمونه)، شیر خام بز (۲۵ نمونه)، شیر خام گاومیش (۲۵ نمونه)، پنیر سنتی (۵۰ نمونه)، بستنی سنتی (۲۵ نمونه) و ماست سنتی (۲۵ نمونه) و لبنیات صنعتی شامل شیر پاستوریزه (۲۵ نمونه)، ماست پاستوریزه (۲۵ نمونه)، پنیر پاستوریزه (۲۵ نمونه) و بستنی پاستوریزه (۲۵ نمونه) بود. نمونه‌گیری بر پایه روش تصادفی در مدت زمان ۲ ماه از مراکز عرضه و بازار شهرستان اصفهان انجام و نمونه‌ها در شرایط سترون به آزمایشگاه انتقال داده شد.

روش جداسازی یرسینیا انتروکولیتیکا

در گام نخست، ۱۰ سی‌سی از نمونه‌های شیرخام در ۹۰ میلی‌لیتر محیط تریپتیک‌سوی براث[1] و ۲۵ گرم از نمونه‌های بستنی، ماست و پنیر در ۲۲۵ سی‌سی از محیط کشت تریپتیک‌سوی براث، وارد و پس از مخلوط‌شدن به‌مدت ۲۴ ساعت، در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در انکوباتور گذاشته‌شدند. سپس ۱۰۰ میکرولیتر از مخلوطِ نمونه‌ها و محیط کشت، سانتریفیوژ شد و از رسوب آن، به میزان ۲۵ میکرولیتر روی محیط کشت اختصاصی سفسولودین ایرگازان نوبیوسین[2] به صورت کشت خطی، کشت داده شد. پلیت‌ها برای مدت زمان ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه، گرماگذاری شدند. سپس کلنی‌های درشت که داری رنگ قرمز تیره یا اصطلاحا کلنی‌های چشم‌گاوی بودند، انتخاب شدند که نشان‌دهنده‌ی آلودگی به *یرسینیا انتروکولیتیکا* بود. آزمون‌های تکمیلی انجام‌شده برای تشخیص باکتری *یرسینیتا انتروکولیتیکا* شامل تست ایندول، متیل‌رد، وگس‌پروسکویر و سیمون‌سیترات [3] اوره‌آز و هم‌چنین هیدروژن سولفید [4] بود. سپس جدایه‌های *یرسینیا انتروکولیتیکا* توسط واکنش زنجیره‌ای پلیمراز یا PCR[5]، برای شناسایی ژن‌های حدت ارزیابی شدند (۱۳)

[1] *Tryptic Soy Broth*
[2] Cefsulodin–Irgasan–Novobiocin
[3] Indole-Methyl Red-Voges–Proskauer-Citrate Utilization
[4] Hydrogen Sulfide
[5] Polymerase Chain Reaction

استخراج ژن و واکنش زنجیره‌ای پلیمراز (PCR)

در مطالعه‌ی حاضر برای انجام PCR و برنامه‌ی دمایی و استخراج ژن از روش پیشنهادی (۱۴) استفاده شد. باکتری‌های یرسینیا انتروکولیتیکا که روی محیط کشت CIN و پس از آزمون‌های بیوشیمیایی شناسایی شده بودند، با استفاده از روش PCR تایید شدند. خالص‌سازی DNA از کلنی‌های باکتری با استفاده از کیت خالص‌سازی DNA ژنومی (فرمنتاس، آلمان) طبق دستورالعمل سازنده انجام شد. برای تکثیر اختصاصی ژن 16SrRNA، یرسینیا انتروکولیتیکا از پرایمرهای موجود در **جدول ۱** استفاده شد که منجر به تکثیر محصول ۳۲۵ جفت بازی PCR شد. برای تشخیص ژن‌های حدت، آزمایش PCR در حجم ۱۰ میکرولیتر شامل ۱ میکرولیتر از DNA استخراج‌شده و ۲۱ میکرولیتر مسترمیکس (ستیناژن، ایران)، شامل بافر 1x، ۲۰۰ میکرومول dNTPs، ۲ میکرومولار MgCl، Taq 2.5U و ۱ میکرولیتر از هر کدام از پرایمرهای F و R ژن‌ها انجام شد. برای کنترل مثبت، ۲ میکرولیتر از DNA باکتری یرسینیا انتروکولیتیکا تهیه‌شده از مرکز ملی ذخایر ژنتیکی و زیستی ایران اسفاده شد و برای کنترل منفی ۲ میکرولیتر آب مقطر استریل استفاده شد. برای انجام PCR از دستگاه ترمال سایکلر (ساخت کمپانی RAD-BIO آمریکا) استفاده شد. برنامه حرارتی شامل دناتوره‌شدن اولیه در دمای ۹۴ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۵ دقیقه، دناتوره‌شدن در دمای ۹۴ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۳۰ ثانیه، اتصل پرایمرها (دمای این مرحله با توجه به نوع پرایمر متفاوت بود. (پرایمر Ail، ۶۴ درجه‌ی سانتی‌گراد و ۶۰ ثانیه، برای ژن yst، ۵۴ درجه‌ی سانتی‌گراد به‌مدت ۶۰ ثانیه، yadA، ۵۸ درجه‌ی سانتی‌گراد ۶۰ ثانیه، inV و vif ۶۵ درجه‌ی سانتی‌گراد ۹۰ ثانیه) مرحله تکثر در دمای ۷۲ درجه، به‌مدت ۶۰ ثانیه و ۳۰ سیکل و تکثیر پایانی در دمای ۷۲ درجه به‌مدت ۵ دقیقه انجام شد. محصولات PCR با محلول ۱درصد اتیدیوم بروماید رنگ‌آمیزی شدند و پس از الکتروفورز بر روی ژل آگارز ۱/۵ درصد در زیر نور UV مشاهده شدند.

جدول ۱. توالی پرایمرهای مورد استفاده برای شناسایی ژن‌های ویرولانس *یرسینیا انتروکولیتیکا* در واکنش PCR

Species	Primer sequences (5`-3`)	Product (bp)	Refrences
16srRNA	F: AATACCGCATAACGTCTTCG R: TCTGCGAGTAACGTCAATCC	325	(15)
Ail	F: TAATGTGTACGCTGCGAG R: GACGTCTTACTTGCACTG	351	
yadA	F: CTTCAGATACTGGTGTCGCTGT R: ATGCCTGACTAGAGCGATATCC	849	
inv	F: GGCAGAACAGCAGTCAGACATA R: GGTGAGCATAGAGAATACGTCG	561	
yst	F: AATGCTGTCTTCATTTGGAGCA R: TCATGGCAGAACAGCAGTCAG	145	(16)
rfbe	F: CGCATCTGGGACACTAATTCG R: ACGAATTCCATCAAAACCACC	405	
virf	F: TCATGGCAGAACAGCAGTCAG R: ACTCATCTTACCATTAAGAAG	590	

مقاومت آنتی بیوتیک

تست‌آنتی‌بیوگرام به روش diffusion_Disk انجام شد. بعد از تهیه سوسپانسیون میکروبی مطابق با محلول استاندارد ۱/۵ مک‌فارلند، در محیط کشت مولر هینتون آگار کشت داده شد و پس از آن دیسک‌های آنتی‌بیوگرام روی محیط کشت قرار گرفت و پس از گذشت ۲۴ ساعت نسبت حساسیت و مقاومت آن‌ها اقدام شد. دیسک‌های آنتی‌بیوتیکی شامل کانامایسین، پنی‌سیلین، تتراسایکلین، استرپتومایسین، امی‌پنم، نالیدیکسیک اسید، کوتریماکسازول، آریترومایسین و آمپی‌سیلین بود (۱۷).

تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های حاصل از آزمایش‌های انجام شده در نرم افزار Microsoft Office Excel گردآوری شده و توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱، آنالیز شدند. روش آماری تجزیه و تحلیل داده‌ها، آزمون مربع‌کای و تست دقیق فیشر بود.

یافته‌ها

نتایج به دست‌آمده از پژوهش (**جدول ۲**) حاضر نشان داد میزان شیوع آلودگی به *یرسینیا انتروکولیتیکا* از مجموع ۲۰۰ نمونه لبنیات سنتی نمونه‌گیری‌شده در شهرستان اصفهان، ۱۵ نمونه (۷/۵ درصد) بود. هم‌چنین هیچ‌کدام از نمونه‌های لبنیات صنعتی به *یرسینیا انتروکولیتیکا* آلوده نبودند. در همین راستا، آلودگی به شیر خام گاو ۲ نمونه (۸ درصد)، گوسفند ۲ نمونه (۸ درصد)، بز ۱ نمونه (۴ درصد)، گاومیش ۳ نمونه (۱۲ درصد)، پنیر سنتی ۳ نمونه (۱۲ درصد)، ماست سنتی منفی و بستنی سنتی نیز ۱ نمونه (۴ درصد)، به *یرسینیا انتروکولیتیکا* آلوده بودند. هم‌چنین آلودگی به *یرسینیا انتروکولیتیکا* در شیر، ماست و بستنی پاستوریزه منفی بود. آزمون آماری جدول ۳، نشان داد بین محصولات لبنی پاستوریزه و محصولات خام و سنتی ارتباط آماری معنی‌داری وجود نداشت.

جدول ۳، نتایج مقایسه شیوع آلودگی به یرسینیا انتروکولیتیکا در لبنیات صنعتی نمونه‌گیری شده را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد از مجموع ۱۰۰ نمونه لبنیات صنعتی، هیچ‌کدام به یرسینیا انتروکولیتیکا آلوده نبودند.

جدول ۴، مقایسه وضعیت آلودگی در نمونه‌های لبنیات سنتی و صنعتی عرضه‌شده در شهرستان اصفهان به *یرسینیا انتروکولیتیکا* را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد بین لبنیات سنتی و صنعتی نمونه‌گیری شده اختلاف آماری معنی‌داری وجود ندارد.

جدول ۲. نتایج شیوع آلودگی به *یرسینیا انتروکولیتیکا* در لبنیات سنتی نمونه‌گیری شده شهرستان اصفهان

ماده غذایی	تعداد نمونه	آلودگی	عدم آلودگی	سطح معنی‌داری
شیر خام گاو	۲۵	۲^{bc} نمونه (۸ درصد)	۲۳ نمونه (۹۲ درصد)	۰/۱۴۰^{ns}
شیر خام گوسفند	۲۵	۲^{bc} نمونه (۸ درصد)	۲۳ نمونه (۹۲ درصد)	
شیر خام بز	۲۵	۱^{cd}نمونه (۴ درصد)	۲۴ نمونه (۹۶ درصد)	
شیر خام گاومیش	۲۵	۳^{bc} نمونه (۱۲ درصد)	۲۲ نمونه (۸۸ درصد)	
پنیر سنتی	۵۰	۶^{a} نمونه (۱۲ درصد)	۴۷ نمونه (۸۸ درصد)	
بستنی سنتی	۲۵	۱^{cd}نمونه (۴ درصد)	۲۴ نمونه (۹۶ درصد)	
ماست سنتی	۲۵	-	۲۵ نمونه (۱۰۰ درصد)	
مجموع	۲۰۰ نمونه	۱۵ نمونه (۷/۵۰ درصد)	۱۸۵ نمونه (۹۲/۵۰)	

در هر سطر، اعداد برچسب خورده با حروف انگلیسی متفاوت، با $Pvalue < ۰/۰۱$ با هم تفاوت معنی‌دار آماری دارند. ns: تفاوت لبنیات سنتی و لبنیات صنعتی مختلف معنی‌دار نیست.

جدول ۳. نتایج شیوع آلودگی به *یرسینیا انتروکولیتیکا* در لبنیات صنعتی نمونه‌گیری شده شهرستان اصفهان

ماده غذایی	تعداد نمونه	میزان آلودگی
شیر پاستوریزه	۲۵	-
پنیر پاستوریزه	۲۵	-
ماست پاستوریزه	۲۵	-
بستنی پاستوریزه	۲۵	-
مجموع	۱۰۰ نمونه	-

جدول ۴. مقایسه آلودگی در نمونه‌های لبنیات سنتی و صنعتی عرضه‌شده در شهرستان اصفهان به *یرسینیا انتروکولیتیکا*

نوع محصول	میزان آلودگی
لبنیات سنتی	۷/۵۰ درصد
لبنیات صنعتی	۰
سطح معنی‌داری	۰/۱۱۹^{ns}

ns: مقایسه آلودگی لبنیات سنتی و لبنیات صنعتی مختلف معنی‌دار نیست.

مطابق تست *PCR* انجام گرفته روی نمونه‌های مثبت، برای تعیین فراوانی ژن‌های *ail*، *yadA*، *inv*، *yst*، *rfbe* و *virF* به صورت زیر بود: فراوانی بیشترین و کمترین ژن حامل به‌ترتیب شامل *ail* ۱۴ نمونه (۴/۶۶ درصد)، *yadA* ۷ نمونه (۲/۳۳ درصد)، *inv* ۱۰ نمونه (۳/۳۳)، *yst* ۹ نمونه (۳ درصد)، *rfbe* ۹ نمونه (۳ درصد) و *virF* ۶ نمونه (۲ درصد) بودند (**جدول ۵**).

جدول ۵. وضعیت فراوانی ژن‌های ویرولانس *یرسینیا انتروکولیتیکا* در لبنیات سنتی و صنعتی عرضه‌شده در شهرستان اصفهان

نوع نمونه	تعداد نمونه‌ها	*ail*	*yadA*	*inv*	*yst*	*rfbe*	*virf*
شیر خام گاو	۲۵	۲ (۰/۶۶ درصد)	۲ (۰/۶۶ درصد)	۲ (۰/۶۶ درصد)	۲ (۰/۶۶ درصد)	۱ (۰/۳۳ درصد)	۲ (۰/۶۶ درصد)
شیر خام گوسفند	۲۵	۲ (۰/۶۶ درصد)	۲ (۰/۶۶ درصد)	۲ (۰/۶۶ درصد)	۱ (۰/۳۳ درصد)	۱ (۰/۳۳ درصد)	۱ (۰/۳۳ درصد)
شیر خام بز	۲۵	۱ (۰/۳۳ درصد)	–	–	۱ (۰/۳۳ درصد)	–	۱ (۰/۳۳ درصد)
شیر خام گاومیش	۲۵	۲ (۰/۶۶ درصد)	–	۲ (۰/۶۶ درصد)	۱ (۰/۳۳ درصد)	۲ (۰/۶۶ درصد)	۱ (۰/۳۳ درصد)
پنیر سنتی	۵۰	۶ (۲ درصد)	۳ (۱ درصد)	۴ (۱/۳۳ درصد)	۳ (۱ درصد)	۴ (۱/۳۳ درصد)	۱ (۰/۳۳ درصد)
بستنی سنتی	۲۵	۱ (۰/۳۳ درصد)	–	–	۱ (۰/۳۳ درصد)	۱ (۰/۳۳ درصد)	–
ماست سنتی	۲۵	–	–	–	–	–	–
شیر پاستوریزه	۲۵	–	–	–	–	–	–
ماست پاستوریزه	۲۵	–	–	–	–	–	–
پنیر پاستوریزه	۲۵	–	–	–	–	–	–
بستنی پاستوریزه	۲۵	–	–	–	–	–	–
مجموع	۳۰۰	۱۴ (۴/۶۶ درصد)	۷ (۲/۳۳ درصد)	۱۰ (۳/۳۳ درصد)	۹ (۳ درصد)	۹ (۳ درصد)	۶ (۲ درصد)

نتایج مقاومت آنتی‌بیوتیکی نشان داد بیشترین مقاومت آنتی‌بیوتیکی *یرسینیا انتروکولیتیکا* مربوط به پنی‌سیلین (۸۰ درصد) و آمپی‌سیلین (۷۳/۳۳ درصد) بود. هم‌چنین کمترین میزان مقاومت مربوط به امی‌پنم (۶/۶۷ درصد) بود (**جدول ۶**).

جدول ۶. الگوی مقاومت آنتی‌بیوتیکی جدایه‌های *یرسینیا انتروکولیتیکا* جداشده از نمونه‌های غذایی

وضعیت تعداد جدایه‌های *یرسینیا انتروکولیتیکا* نسبت به انتی‌بیوتیک‌های مختلف (درصد)			
آنتی‌بیوتیک	حساس	نیم‌حساس	**مقاوم**
کانامایسین (KM)	۸ (۵۳/۳۳)	۲ (۱۳/۳)	**۵ (۳۳/۳۴)**
پنی‌سیلین (GM)	۰ (۰)	۳ (۲۰)	**۱۲ (۸۰)**
تتراسایکلین (TE)	۶ (۴۰)	۲ (۱۳/۳)	**۷ (۴۶/۷)**
استرپتومایسین (STE)	۵ (۳۳/۳۴)	۲ (۱۳/۳۳)	**۸ (۵۳/۳۳)**
امی‌پنم (IMP)	۱۱ (۷۳/۳۳)	۳ (۲۰)	**۱ (۶/۶۷)**
نالیدیکسیک اسید (NA)	۸ (۵۳/۳۳)	۲ (۱۳/۳۳)	**۵ (۳۳/۳۴)**
کوتریماکسازول (COT)	۶ (۴۰)	۴ (۲۶/۶۷)	**۵ (۳۳/۳۴)**
آزیترومایسین (AZR)	۵ (۳۳/۳۴)	۱ (۶/۶۷)	**۹ (۶۰)**
آمپی‌سیلین (AM)	۱ (۶/۶۷)	۳ (۲۰)	**۱۱ (۷۳/۳۳)**

بحث

بیماری‌زایی سویه‌های *یرسینیا انتروکولیتیکا* به هر دو ژن کروموزومی و پلاسمید کدگذاری شده بستگی دارد. ژن *ail*، منبع تهاجم پیوستگی است و گزارش شده که فقط در سویه‌های بیماری‌زا وجود دارد. *ystA*، که انتروتوکسین پایدار در برابر حرارت را کد می‌کند و *ystB*، مسئول انتروتوکسین پایدار در برابر حرارت است و عمدتاً در سویه‌های بیوتیپ *A1* وجود دارد، *yadA*، پروتئین غشای خارجی که در اتوآگلوتیناسیون، مقاومت سرم و چسبندگی دخیل است، و *virF*، کدهای فعال کننده‌های رونویسی در تنظیم پروتئین غشای بیرونی *یرسینیا انتروکولیتیکا* می‌باشند (۱۸). آلودگی غذاها با باکتری‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک‌ها تهدیدی برای سلامت عمومی است. استفاده بیش از حد از داروهای ضدمیکروبی در تولید حیوانات، دامپزشکی و درمان انسانی به‌طور کلی با افزایش مقاومت باکتریایی همراه است. بنابراین، سویه‌هایی که به مواد ضدمیکروبی مقاوم هستند، در غذاها یافت می‌شوند و می‌توانند به انسان منتقل شوند. در همین راستا این پژوهش بر آلودگی ضدمیکروبی در *یرسینیا انتروکولیتیکا* جدا شده از لبنیات متمرکز بود که نتایج نشان داد میزان آلودگی به لبنیات سنتی و صنعتی از مجموع ۳۰۰ نمونه، ۵ درصد بود که بیشترین مقاومت آنتی‌بیوتیکی مربوط به پنی‌سیلین (۸۰ درصد) و آمپی‌سیلین (۷۳/۳۳ درصد) و بیشترین میزان حساسیت مربوط به امی‌پنم (۶/۶۷ درصد) بود.

سلیمی و همکاران (۲۰۲۳) در مطالعه‌ای مشابه گزارش دادند از مجموع ۱۰۰ نمونه شیر خام و ۵۰ نمونه پنیر سنتی را جمع‌آوری کردند که از ۱۰۰ نمونه شیر خام، ۴ نمونه (۴ درصد) و از ۵۰ نمونه پنیر سنتی تازه، ۱ نمونه (۲ درصد) آلوده به باکتری *یرسینیا انتروکولیتیکا* بودند. در بین ۵ جدایه، ۱ جدایه حامل ژن *Yst*، ۳ جدایه ژن *ail* و ۱ جدایه واجد هر دو ژن بود. بیشترین مقاومت را به آنتی‌بیوتیک‌های پنی‌سیلین، تری‌متوپریم، سیپروفلوکساسین و سولفامتوکسازول داشتند (۱۳) که تا حدودی با نتایج به دست‌آمده از پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد. در پژوهش حاضر بیشترین مقاومت مربوط به پنی‌سیلین بود.

پیراس و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهشی با هدف جداسازی *یرسینیا انتروکولیتیکا* در پنیرهای صنعتی که شیوع یرسینیا انتروکولیتیکا در ۷/۴ درصد نمونه‌ها وجود داشت (۱۹) که با نتایج به دست‌آمده از پژوهش حاضر مطابقت دارد. دویدار و خلیفا (۲۰۲۳) با مطالعه‌ای مشابه، از ۱۵۰ نمونه شیر، بستنی و پنیر عرضه‌شده در مصر گزارش دادند ۲۶ نمونه (۱۷/۳ درصد) به *یرسینیا انتروکولیتیکا* آلوده بودند که از لحاظ فراوانی به *یرسینیا انتروکولیتیکا* فراتر از نتایج به دست‌آمده از مطالعه حاضر است. شیر خام گاو ۵ نمونه (۱۰ درصد)، بستنی ۱۳ نمونه (۲۶ درصد) و ۸ نمونه (۱۶ درصد) مربوط به پنیر بود که میزان آلودگی به پنیر و شیر خام مشابه مطالعه حاضر است. هم‌چنین درصد ژن‌های

حدت جداشده از *یرسینیا انتروکولیتیکا* به‌ترتیب ۳/۱ درصد ژن *inV*، ۵ درصد *ail* و ۲/۹ درصد *yadA* بود که مشابه با فراوانی ژن‌های جداشده از مطالعه حاضر بود. نتایج ارزیابی‌های آنتی‌بیوتیکی نشان داد بیشترین مقاومت مربوط به پنی سیلین و آمپی‌سیلین بود و به جنتامایسین و سیپروفلوکساسین بیشترین حساسیت را داشتند (۲۰)، که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد.

پژوهشی توسط پیراس و همکاران (۲۰۲۱) با هدف بررسی شیوع *یرسینیا انتروکولیتیکا* در شیر خام گوسفند و بز در ایتالیا گزارش دادند شیوع *یرسینیا انتروکولیتیکا* ۷/۸ درصد شیر خام گوسفند و ۴/۴ درصد نمونه شیر بز تشخیص داده شد. که مطابق نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش حاضر است. شایع‌ترین ژن *ystB* در ۴۲/۴۸ (۸۷/۵ درصد) و *inv* در ۴۰/۴۸ (۸۳/۳ درصد) سویه‌ها یافت شد (۲۱) که فراوانی ژن با مطالعات حاضر مطابقت ندارد.

خالد و عباس در مطالعه‌ای (۲۰۲۱) با هدف بررسی آلودگی به *یرسینیا انتروکولیتیکا* در لبنیات عرضه‌شده در عراق گزارش دادند ۱۵۰ نمونه شیر خام (شامل شیر گاو، گوسفند، گاومیش هرکدام ۵۰ نمونه)، از شهر بصره جمع‌آوری شد. در مجموع ۱۰ نمونه (۶/۶۶ درصد) به *یرسینیا انتروکولیتیکا* آلودگی وجود داشت که به‌ترتیب در شیر بوفالو و گاو ۴ نمونه (۸ درصد) و شیر گوسفند ۲ نمونه (۴ درصد) آلودگی بود. مقاومت به ونکومایسین ۹۳/۳ درصد، اکسی‌تتراسایکلین و تتراسایکلین ۱۳/۳ درصد و کلرامنفینکل ۶ درصد بود. ۱۰ درصد حامل ژن *Ail* و ۱۰۰ درصد حامل ژن‌های *Inv* و *Yad* بودند (۲۲)، که دقیقا مطابق با نتایج به دست‌آمده از پژوهش حاضر است. اما در خصوص مقاومت آنتی‌بیوتیکی مشابهتی وجود ندارد. پژوهش شریفی‌یزدی و همکاران (۲۰۲۳) با هدف ارزیابی الودگی به گونه‌های *یرسینیا* دریافتند که از ۳۶۰ نمونه شیر خام، ۴ جدایه *یرسینیا* (۱/۱ درصد) جداسازی شد که شامل یک نمونه *یرسینیا سودوتوبرکلوزیس* (۰/۲۷ درصد) و سه نمونه *یرسینیا انتروکولیتیکا* (۰/۸۳ درصد) بودند (۵) که نتایج به دست‌آمده از پژوهش حاضر فراتر از آلودگی‌های آن‌ها بود.

اشرف و همکاران در یک بررسی بر روی آلودگی به *یرسینیا* بر روی شیر و فرآورده‌های شیری در سال ۲۰۲۱ گزارش دادند که ۱۷۵ نمونه تصادفی در مصر، انجام دادند. نتایج نشان داد که ۹ نمونه (۱۰/۹ درصد) به *یرسینیا انتروکولیتیکا* آلوده بودند که ۱۴/۳ درصد مربوط به شیر خام، ۱۱/۴ درصد پنیر، ۵/۷ درصد ماست، ۸/۶ درصد بستنی و پنیر سنتی ۱۴/۳ درصد بود. مشخصات حساسیت آنتی بیوتیکی نشان داد که جدا شده *یرسینیا انتروکولیتیکا* به پنی‌سیلین-G و متی‌سیلین، آمپی‌سیلین، اکسی‌تتراسایکلین، آموکسی‌سیلین، آمپی‌سیلین، استرپتومایسین و اریترومایسین بسیار مقاوم بودند. در همین‌حال، آن‌ها به مروپنم و نورفلوکساسین و سپس امی‌پنم، سیپروفلوکساسین، سفوتاکسیم و فلوروفنول بسیار حساس بودند (۲۳)، که مشابه نتایج به دست‌آمده از پژوهش حاضر است. علوی و همکاران (۲۰۱۷) در پژوهشی بر روی آلودگی به *یرسینیا انتروکولیتیکا* در شیرهای عرضه‌شده گوسفند و بز در شهرستان شهرکرد، گزارش دادند از مجموع ۱۰۰ نمونه، ۹ نمونه (۹ درصد) به یرسینیا انتروکولیتیکا آلوده بودند. ۴ مورد حامل ژن *Ail* و ۳ مورد *yadA* و دو نمونه شامل ژن‌های *virF* و *ystA* بودند (۲۴) که با نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش حاضر مطابقت دارد.

موافق و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی روی آلودگی شیر خام عرضه‌شده در شهرستان مشهد، گزارش دادند که از ۱۰۰ نمونه، ۳۳ درصد از نمونه‌های شیر خام گاو آلوده به *یرسینیا انتروکولیتیکا* بودند (۲۵) که با پژوهش حاضر مطابقت ندارد. در پژوهشی مشابه توسط احمد و همکاران (۲۰۱۹) شیوع *یرسینیا انتروکولیتیکا* در شیرخام ۲۲ درصد، شیر پاستوریزه ۴ درصد، شیر تخمیر شده ۱۲ درصد و پنیر شور ۲ درصد بود. هم‌چنین مقاومت به پنی‌سیلین ۸۵ درصد، نالیدیکسیک‌اسید ۱۵ درصد، تتراسایکلین ۵ درصد بود. حساسیت به کلرامفنیکل ۱۰۰ درصد گزارش شد (۲۶) که با نتایج به‌دست‌آمده هم‌سویی ندارد. پژوهشی توسط توسلی و همکاران (۲۰۲۱) روی آلودگی پنیرهای سنتی عرضه شده در شمال‌شرق ایران گزارش دادند در مجموع ۲۰۰ نمونه پنیر از شمال شرق ایران جمع‌آوری شد و ۱۰ نوع پنیر سنتی مورد ارزیابی قرار گرفت. از نمونه‌های

پنیر جمع‌آوری‌شده از استان خراسان رضوی، پنیر کردی بیشترین میزان آلودگی (۴۵ درصد) و کمترین میزان آلودگی در پنیر لیقوان و اونسوری (۲۴ درصد) مشاهده شد (۲۷) که با نتایج به دست‌آمده از پژوهش حاضر هم‌سویی ندارد. پژوهشی توسط بُنداری و همکاران (۲۰۱۸) با هدف ارزیابی آلودگی به *یرسینیا انتروکولیتیکا* انجام گرفت که گزارش دادند که از ۵۰۹ نمونه شیر در استان پارما ایتالیا ۱۷ نمونه (۳/۱ درصد) به یرسینیا انتروکولیتیکا آلودگی وجود داشت و ژن‌های *ail*، *virF*، *yadA*، *ystA* تنها توسط ۲ ایزوله 27،O:5 ردیابی شدند. ارزیابی آنتی‌بیوتیکی نشان داد که 27،O:5 به آموکسی‌سیلین، سفوکسیتین، سفالکسین و آموکسی‌سیلین-اسید کلاوولانیک مقاومت داشت (۲۸)، که کمتر از نتایج به دست‌آمده از پژوهش حاضر هستند.

مصرف بیش از حد عوامل ضدمیکروبی اخیراً منجر به روند صعودی در بروز ایزوله‌های مقاوم به میکروارگانیسم‌ها شده است. بیماری‌زایی *یرسینیا انتروکولیتیکا* به بیان پلاسمیدها و عوامل تعیین‌کننده کروموزومی بستگی دارد. گزارش شده است که ژن *ail* تنها در سویه‌های بیماری‌زا وجود دارد. فاکتورهای حدت منتقله از طریق پلاسمید شامل ژن *virF* است که فعال‌کننده‌های رونویسی تنظیم پروتئین غشای خارجی *یرسینیا انتروکولیتیکا* و ژن *yadA* که در اتوآگلوتیناسیون، مقاومت سرم و چسبندگی دخیل است را کد می‌کند؛ بنابراین، تشخیص سریع و دقیق *یرسینیا انتروکولیتیکا* باید بر عوامل بیماری‌زا نه تنها از کروموزوم، بلکه از پلاسمید نیز تکیه کند (۲۸). با توجه به مطالب فوق، از مجموع ۱۵ جدایه *یرسینیا انتروکولیتیکای* تشخیص داده شده از لبنیات سنتی عرضه‌شده در شهرستان اصفهان، فراوانی ژن *ail* در ۱۴ نمونه اثبات شد که نشان از بیماری‌زایی بالای جدایه‌ها برای انسان می‌دهد.

پژوهش یِی و همکاران (۲۰۱۴) نشان داد که تمامی نمونه‌های آلوده به یرسینیا انتروکولیتیکا واجد ژن *ail* و *virf* هستند (۲۹)، که مطالعه‌ی حاضر، نتیجه‌گیری آن‌ها را نقض می‌کند؛ در این مطالعه فراوانی ژن *ail* در ۱۴ جدایه و *virf* در ۶ جدایه بودند.

نتیجه‌گیری

اختلاف‌های موجود در خصوص فراوانی و درصد آلودگی نمونه‌های مختلف در مطالعات انجام شده می‌تواند ناشی از نوع نمونه، مقدار نمونه، روش مطالعه، فصل، سال، شرایط جغرافیایی، روش‌های مختلف غنی‌سازی و جداسازی و تفاوت در نحوه‌ی متفاوت فرآوری غذا در هر منطقه باشد. از آن‌جایی که *یرسینیا انتروکولیتیکا* فلور دستگاه گوارشی نشخوارکنندگان می‌باشد. شیوع ۷/۵ درصد می‌تواند نشان‌دهنده‌ی آلودگی مدفوعی شیر خام و فرآورده‌های حاصل از آن و عدم توجه به کنترل‌های بهداشتی در منطقه از زمان دوشش شیرخام تا انتقال آن به بازار یا مراکز جمع‌آوری باشد. هم‌چنین به‌دلیل ماهیت *یرسینیا انتروکولیتیکا* در رشدکردن در دماهای یخچالی، سردکردن شیر و فرآورده‌های حاصل از آن پس از دوشش نیز اثر چندانی در بهبود کیفیت شیر خام از جهت *یرسینیا انتروکولیتیکا* را نخواهد داشت. تفاوت در نتایج مقاومت آنتی‌بیوتیکی در جدایه‌های *یرسینیا انتروکولیتیکا* این تحقیق در مقایسه با مطالعات دیگر نشان می‌دهد که الگوی مقاومت آنتی‌بیوتیکی می‌تواند تحت‌تاثیر فرهنگ استفاده از دارو و به‌ویژه آنتی‌بیوتیک، منطقه جغرافیایی، بیماری‌های باکتریایی شایع در منطقه، هم‌چنین نوع و نحوه‌ی فرآوری و مصرف موادغذایی قرار بگیرد. به‌طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد لبنیات سنتی آلوده به باکتری یرسینیا انتروکولیتیکا واجد ژن‌های حدت بودند که در برابر برخی از آنتی‌بیوتیک‌های رایج مقاوم بودند و می‌توانند سلامت مصرف‌کنندگان را مورد مخاطره قرار دهند. از این‌رو بررسی میزان شیوع آلودگی به یرسینیا انتروکولیتیکا به‌منظور اطلاع از وضعیت اپیدمیولوژیکی این باکتری و توسعه‌ی استراتژی‌های مناسب کنترلی و سختگیرانه و تعیین الگوی حساسیت آنتی‌بیوتیکی آن‌ها برای جلوگیری از گسترش سویه‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک و انتقال آن‌ها به زنجیره‌ی غذایی انسان لازم است.

تشکر و قدردانی: بدین‌وسیله از تمامی همکاران گروه بهداشت مواد غذایی دانشکده دامپزشکی دانشگاه آزاد

اسلامی واحد شهرکرد که نهایت همکاری را در انجام ایـن پـروژه داشتند تشکر به‌عمل می‌آید.

تعارض منافع: پژوهش حاضر دارای تعارض منافع نمی‌باشد.

حمایت‌مالی: انجام این پژوهش، از هزینه شخصی دانشجو بوده است.

ملاحظات اخلاقی: پژوهش حاضر منتج از پایان‌نامه با کد اخلاق IR.IAU.SHK.REC.1403.287 بود. نویسندگان این مقاله تمام نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را رعایت کرده‌اند. هم‌چنین هرگونه تضاد منافع حقیقی یا مادی که ممکن است بر نتایج یا تفسیر مقاله تأثیر بگذارد را رد می‌کنند.

سهم نویسندگان: در این پژوهش، نمونه‌گیری و انجام آزمایش بر عهده دانشجو و آنالیزهای آماری و مسائل تخصصی مربوط به نگارش با همکاری استاد راهنما انجام شد.

References

1. Rana, T. The Microbiology, Pathogenesis and Zoonosis of Milk Borne Diseases: Milk Hygiene in Veterinary and Public Health. Elsevier 2024. P. 51-68..

2. Bhattacharya, D., Das, A., Sarkhel, S. P., Satyaprakash, K. Milk-borne parasitic zoonoses. In The Microbiology, Pathogenesis and Zoonosis of Milk Borne Diseases. 2th ed. Academic Press. 2024. P. 295-304. https://doi.org/10.1016/B978-0-443-13805-8.00016-8

3. Owusu-Kwarteng, J., Akabanda, F., Agyei, D., Jespersen, L. Microbial safety of milk production and fermented dairy products in Africa. Microorganisms. 2020. 8(5):740- 752. https://doi.org/10.3390/microorganisms8050752 PMid:32429521 PMCid:PMC7285323

4. Banach, J., Van, J., Kleter, A. Alternative proteins for meat and dairy replacers: Food safety and future trends. Cri Rev Food Sci Nut. 2023. 63(32):11063-11080. https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2089625 PMid:35757863

5. Sharifi Yazdi, S., Mobasseri ,B., Torabi Bonab, P., Mirbagheri, Z., SoltanDallal, MM., Prevalence and Characteristics of Yersinia Enterocolitica and Yersinia Pseudotuberculosis from Raw Milk Supplied in Tehran. J Nut Food Sec. 2023. 8(1):114-21. https://doi.org/10.18502/jnfs.v8i1.11776

6. Platt-Samoraj, A. Toxigenic properties of Yersinia enterocolitica biotype 1A. Toxins. 2022. 14(2):118-127. https://doi.org/10.3390/toxins14020118 PMid:35202145 PMCid:PMC8877543

7. Hurst, MR., Beattie, AK., Jones, SA., Hsu, P-C., Calder, J., van Koten, C., Temperature-dependent Galleria mellonella mortality as a result of Yersinia entomophaga infection. App Env Mic. 2015. 81(18): 6404-6414. https://doi.org/10.1128/AEM.00790-15 PMid:26162867 PMCid:PMC4542262

8. Riahi, SM., Ahmadi, E., Zeinali, T. Global prevalence of Yersinia enterocolitica in cases of gastroenteritis: A systematic review and meta-analysis. Int J mic. 2021. 25(1): 1-17. https://doi.org/10.1155/2021/1499869 PMid:34512763 PMCid:PMC8433020

9. Lü, Z., Su, X., Chen, J., Qin, M. Prevalence, bio-serotype, antibiotic susceptibility and genotype of Yersinia enterocolitica and other Yersinia species isolated from retail and processed meats in Shaanxi Province, China. LWT. 2022. 168(1):113-122. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113962

10. Fois, F., Piras, F., Torpdahl, M., Mazza, R. Prevalence, bioserotyping and antibiotic resistance of pathogenic Yersinia enterocolitica detected in pigs at slaughter in Sardinia. Int J food mic. 2018. 283(1):1-6. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.06.010 PMid:29929063

11. Ahmed, A., Diab, H., Hendy, B., Batiha, G. Molecular Characterization of Y. enterocolitica Isolated from Dairy Environment with Special Reference to the Antimicrobial Activity of Milk Proteins Hydrolysates. J Adv Vet Res. 2022. 12(2):118-127.

12. Khalid, D., Abbas, B. Prevalence, antibiotic susceptibility, and virulence factors of Yersinia enterocolitica isolated from raw milk in Basrah, Iraq. Bulg J Vet Med. 2021. 24(1):17-23. https://doi.org/10.15547/bjvm.2019-0044

13. Salimi, F., Bonyadian, M., Moshtaghi, H., Virulence Genes and Antibiotic Resistance Pattern of Yersinia Entrocolitica Isolated from Raw Milk and Traditional Cheeses. J Mic Biol. 2024. 12(47):63-76.

14. Rahimi, E., Sepehri, S., Dehkordi, FS., Shaygan S., Momtaz, H. Prevalence of Yersinia species in traditional and commercial dairy products in Isfahan Province, Iran. Jundi J Mic. 2014. 7(3):75-86. https://doi.org/10.5812/jjm.9249

15. Darwish, SF., Asfour, HA., Allam, HA. Incidence of Yersinia enterocolitica and Yersinia pseudotuberculosis in Raw Milk Samples of Different Animal Species Using Conventional and Molecular Methods. Alex J Vet Sci. 2015. 44(1):12-17. https://doi.org/10.5455/ajvs.176360

16. Saberianpour, S., Tajbakhsh, E., Khamesipour, F., Branch, S. Prevalence of virulence genes and biotyping of Yersinia enterocolitica isolated from chicken meat in Shahrekord, Iran. Int Res J. 2014. 3(2):71-6.

17. Heidarzadi, M., Rahnama, M., Alipoureskandani, M., Saadati ,D. Salmonella and Escherichia coli contamination in samosas presented in sistan and baluchestan province and antibiotic resistance of isolates. 2021.42(2):81-92.

18. Özdemir, F., Arslan, S. Genotypic and phenotypic virulence characteristics and antimicrobial resistance of Yersinia spp. isolated from meat and milk products. J food sci. 2015. 80(6): 1306-1313. https://doi.org/10.1111/1750-3841.12911 PMid:25969137

19. Piras, F., Siddi, G., Le Guern, A-S. Traceability, virulence and antimicrobial resistance of Yersinia enterocolitica in two industrial cheese-making plants. Int J Food Mic. 2023. 39(8):110-125. https://doi.org/10.2139/ssrn.4359811

20. Dowidar, HA., Khalifa, MI. Virulence Genotyping Profiles of Cefazolin Resistance Yersinia enterocolitica Isolated From Milk and Milk Products in Egypt. Egyp J Vet Sci. 2023. 54(4):555-569. https://doi.org/10.21608/ejvs.2023.197879.1455

21. Piras, F., Spanu, C., Sanna, R. Detection, virulence genes and antimicrobial resistance of Yersinia enterocolitica in sheep and goat raw milk. Int Dairy J. 2021.117(1):105-111. https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105011

22. Khalid, D., Abbas, B. Prevalence, antibiotic susceptibility, and virulence factors of Yersinia enterocolitica isolated from raw milk in Basrah, Iraq. Bulg J Vet Medi.2024. 21(1): 17-23.

23. Abdelwahab, AM., El-Tawab, A. Phenotypic and genotypic studies on antibiotic resistant Yersinia enterocolitica isolated from milk and milk products in Kaliobia, Egypt. Ben Vet Med J. 2021;40(2): 149-153. https://doi.org/10.21608/bvmj.2021.66845.1358

24. Alavi, SM., Rahimi, E., Tajbakhsh, E, Identification and characterization of the virulence genes in Yersinia enterocolitica strains isolated from sheep and goat milk in Shahrekord. J Mic World. 2017.10(3): 256-262.

25. Movafagh, F., Zeinali, T., Jamshidi, A. Contamination Rate of Bovine Raw Milk with Yersinia enterocolitica Biotypes in Mashhad, Iran. J Env Health Pro. 2021.7(1):30-34. https://doi.org/10.52547/jhehp.7.1.30

26. Ahmed, HA., Tahoun, AB. Prevalence of Yersinia enterocolitica in milk and dairy products and the effects of storage temperatures on survival and virulence gene expression. Int dairy J. 2019. 94(1): 16-21. https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2019.02.010

27. Tavassoli, M., Jamshidi, A., Ranjbar, G. Prevalence, biotyping, and antimicrobial resistance of Yersinia enterocolitica isolated from traditional Iranian cheeses-evaluation of yersinia enterocolitica in traditional cheeses. Food hyg. 2021. 12(7):130-139. https://doi.org/10.15835/buasvmcn-fst:2020.0051

28. Bonardi, S., Leguern, A. Detection, virulence and antimicrobial resistance of Yersinia enterocolitica in bulk tank milk in Italy. Int dairy J. 2018;84(1):46-53. https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2018.04.003

29. Ye, Y., Ling, N, Han, Q. Detection and prevalence of pathogenic Yersinia enterocolitica in refrigerated and frozen dairy products by duplex PCR and dot hybridization targeting the virF and ail genes. J dairy sci. 2014. 97(11):6785-6791. https://doi.org/10.3168/jds.2014-8382 PMid:25218752