

## 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

### 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 of this licence, visit <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Received: 2024/03/26

Accepted: 2024/08/17

Doi:10.22038/jreh.2024.25295

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

## شیوع سویه‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک یرسینیا انتروکولیتیکا جدا شده از لبنیات سنتی و صنعتی عرضه شده در شهرستان اصفهان

فاطمه رضائی پور

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 آنتی‌بیوتیکی یرسینیا انتروکولیتیکا جدا شده از لبنیات سنتی و صنعتی عرضه شده 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 ۱۴ ail 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 ویروالانس، لبنیات، ایمنی غذایی

◀ **استناد:** فاطمه رضائی پور، ابراهیم رحیمی. شیوع سویه‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک یرسینیا انتروکولیتیکا جدا شده از لبنیات سنتی و صنعتی عرضه شده 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 عین حال، این ماده‌ی غذایی محیطی ایده‌آل برای رشد طیف وسیعی از میکروارگانیسم‌های منتقل‌شونده از مواد غذایی و بیماری‌های مشترک بین انسان و دام را فراهم می‌کند (۱). کیفیت میکروبیولوژیکی شیر مبتنی بر وضعیت بهداشتی محیط دامداری می‌باشد؛ به همین دلیل 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: *اشریشیا کلائی*، *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*<sup>۱</sup>، *یرسینیا سودوتوبرکلوزیس*<sup>۲</sup> و *یرسینیا پستیس*<sup>۳</sup> 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 به راحتی 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 از جمله 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 این ترتیب، این میکروارگانیسم می‌تواند در دمای یخچال رشد کند و در مواد غذایی و مایعات یخ‌زده برای مدت طولانی زنده بماند. تاژک‌های پرپریتیکو 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. پاتوژن *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).

<sup>3</sup> *Y. pestis*

<sup>1</sup> *Y. enterocolitica*

<sup>2</sup> *Y. pseudotuberculosis*

## روش کار

### 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 شیر خام در ۹۰ میلی‌لیتر محیط تریپتیک‌سوی براث<sup>۱</sup> و ۲۵ گرم از نمونه‌های بستنی، ماست و پنیر در ۲۲۵ سی‌سی از محیط کشت تریپتیک‌سوی براث، وارد و پس از مخلوط‌شدن به مدت ۲۴ ساعت، در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در انکوباتور گذاشته شدند. سپس ۱۰۰ میکرولیتر از مخلوط نمونه‌ها و محیط کشت، سانتریفیوژ شد و از رسوب آن، به میزان ۲۵ میکرولیتر روی محیط کشت اختصاصی سفولودین ایرگازان نوبیوسین<sup>۲</sup> به صورت کشت خطی، کشت داده شد. پلیت‌ها برای مدت زمان ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه، گرماگذاری شدند. سپس کلنی‌های درشت که دارای رنگ قرمز تیره یا اصطلاحاً کلنی‌های چشم‌گاو بودند، انتخاب شدند که نشان‌دهنده‌ی آلودگی به *یرسینیا انتروکولیتیکا* بود. آزمون‌های تکمیلی انجام‌شده برای تشخیص باکتری *یرسینیا انتروکولیتیکا* شامل تست ایندول، متیل‌رد، وگس‌پروسکویر و سیمون‌سیترات<sup>۳</sup> آورده‌آز و هم‌چنین هیدروژن سولفید<sup>۴</sup> بود. سپس جدایه‌های *یرسینیا انتروکولیتیکا* توسط واکنش زنجیره‌ای پلیمرز یا PCR<sup>۵</sup>، برای شناسایی ژن‌های حدت ارزیابی شدند (۱۳)

روش اصلی آلودگی انسان از طریق مصرف مواد غذایی 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 a1 و b1 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 حالی که 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 مواد غذایی 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 انتروکولیتیکا* ضروری است.

<sup>4</sup> Hydrogen Sulfide

<sup>5</sup> Polymerase Chain Reaction

<sup>1</sup> Tryptic Soy Broth

<sup>2</sup> Cefsulodin-Irgasan-Novobiocin

<sup>3</sup> Indole-Methyl Red-Voges-Proskauer-Citrate Utilization

### استخراج ژن و واکنش زنجیره‌ای پلیمرز (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<sub>2</sub>، 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 به مدت ۵ دقیقه، دناتوره‌شدن در دمای ۹۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ ثانیه، اتصال 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 به مدت ۶۰ ثانیه، yadA، ۵۸ درجه‌ی سانتی‌گراد ۶۰ ثانیه، inv و vif ۶۵ درجه‌ی سانتی‌گراد ۹۰ ثانیه) مرحله تکثیر در دمای ۷۲ درجه، به مدت ۶۰ ثانیه و ۳۰ سیکل و تکثیر پایانی در دمای ۷۲ درجه به مدت ۵ دقیقه انجام شد. محصولات PCR با محلول ۱ درصد 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 ویروالانس یرسینیا انتروکولیتیکا در واکنش PCR

| Species | Primer sequences (5'-3')                               | Product (bp) | References |
|---------|--------------------------------------------------------|--------------|------------|
| 16srRNA | F: AATACCGCATAACGTCTTCG<br>R: TCTGCGAGTAACGTCAATCC     | 325          | (15)       |
| Ail     | F: TAATGTGTACGCTGCGAG<br>R: GACGTCTTACTTGCCTG          | 351          |            |
| yadA    | F: CTTGAGATACTGGTGTCGCTGT<br>R: ATGCCTGACTAGAGCGATATCC | 849          |            |
| inv     | F: GGCAGAACAGCAGTCAGACATA<br>R: GGTGAGCATAGAGAATACGTCG | 561          |            |
| yst     | F: AATGCTGTCTTTCATTTGGAGCA<br>R: TCATGGCAGAACAGCAGTCAG | 145          | (16)       |
| rfbe    | F: CGCATCTGGGACACTAATTCG<br>R: ACGAATTCCATCAAAACCACC   | 405          |            |
| virf    | F: TCATGGCAGAACAGCAGTCAG<br>R: ACTCATCTTACCATTAAAGAAG  | 590          |            |

### مقاومت آنتی‌بیوتیک

تست آنتی‌بیوگرام 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 مربع کای و تست دقیق فیشر بود.

### یافته‌ها

نتایج به دست آمده از پژوهش (جدول ۲) حاضر نشان داد میزان شیوع آلودگی به *یرسینیا/انتروکولیتیکا* از مجموع ۲۰۰ نمونه لبنیات سنتی نمونه‌گیری شده 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 عرضه شده 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          | ۳ <sup>bc</sup> نمونه (۸ درصد)  | ۲۳ نمونه (۹۲ درصد)     | ۰/۱۴ <sup>ns</sup> |
| شیر خام گوسفند | ۲۵          | ۳ <sup>bc</sup> نمونه (۸ درصد)  | ۲۳ نمونه (۹۲ درصد)     |                    |
| شیر خام بز     | ۲۵          | ۱ <sup>cd</sup> نمونه (۴ درصد)  | ۲۴ نمونه (۹۶ درصد)     |                    |
| شیر خام گاومیش | ۲۵          | ۳ <sup>bc</sup> نمونه (۱۲ درصد) | ۲۲ نمونه (۸۸ درصد)     |                    |
| پنیر سنتی      | ۵۰          | ۶ <sup>a</sup> نمونه (۱۲ درصد)  | ۴۴ نمونه (۸۸ درصد)     |                    |
| بستنی سنتی     | ۲۵          | ۱ <sup>cd</sup> 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 درصد) |                    |

در هر سطر، اعداد برچسب خورده با حروف انگلیسی متفاوت، با  $Pvalue < 0/01$  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 نمونه های لبنیات سنتی و صنعتی عرضه شده در شهرستان اصفهان به *یرسینیا انتروکولیتیکا*

| نوع محصول     | میزان آلودگی        |
|---------------|---------------------|
| لبنیات سنتی   | ۷/۵۰ درصد           |
| لبنیات صنعتی  | ۰                   |
| سطح معنی داری | ۰/۱۱۹ <sup>ns</sup> |

ns: مقایسه آلودگی لبنیات سنتی و لبنیات صنعتی مختلف معنی دار نیست.

(۳ درصد)، *rfbe* ۹ نمونه (۳ درصد) و *virF* ۶ نمونه (۲ درصد) بودند (جدول ۵).

مطابق تست *PCR* انجام گرفته روی نمونه های مثبت، برای تعیین فراوانی ژن های *ail*، *yadA*، *inv*، *yst*، *rfbe* و *virF* به صورت زیر بود: 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 درصد)، *yst* ۹ نمونه

جدول ۵. وضعیت فراوانی ژن های *یرسینیا انتروکولیتیکا* در لبنیات سنتی و صنعتی عرضه شده در شهرستان اصفهان

| نوع نمونه       | تعداد نمونه ها | <i>ail</i>     | <i>yadA</i>   | <i>inv</i>     | <i>yst</i>    | <i>rfbe</i>   | <i>virf</i>   |
|-----------------|----------------|----------------|---------------|----------------|---------------|---------------|---------------|
| 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)    |

کمترین میزان مقاومت مربوط به امی پنم (۶/۶۷ درصد) بود (جدول ۶).

نتایج مقاومت آنتی بیوتیکی نشان داد بیشترین مقاومت آنتی بیوتیکی *یرسینیا انتروکولیتیکا* مربوط به پنی سیلین (۸۰ درصد) و آمپی سیلین (۷۳/۳۳ درصد) بود. هم چنین

جدول ۶. الگوی مقاومت آنتی‌بیوتیکی جدایه‌های *یرسینیا/انتروکولیتیکا* جدا شده از نمونه‌های غذایی

| وضعیت تعداد جدایه‌های <i>یرسینیا/انتروکولیتیکا</i> نسبت به آنتی‌بیوتیک‌های 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)     |
| آمی‌سیلین (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 اتواگلوتیناسیون، 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 ضد میکروبی در تولید حیوانات، دام‌پزشکی و درمان انسانی به‌طور کلی با افزایش مقاومت باکتریایی همراه است. بنابراین، سویه‌هایی که به مواد ضد میکروبی مقاوم هستند، در غذاها یافت می‌شوند و می‌توانند به انسان منتقل شوند. در همین راستا این پژوهش بر آلودگی ضد میکروبی 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 دست آمده 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 دست آمده 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 دست آمده 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

اشرف و همکاران در یک بررسی بر روی آلودگی به *یرسینیا* بر روی شیر و فرآورده های 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 پنی سیلین-G و متی سیلین، آمپی سیلین، اکسی تتراسایکلین، آموکسی سیلین، آمپی سیلین، استرپتومایسین و اریترومایسین بسیار مقاوم بودند. در همین حال، آن ها به مروپنم و نورفلوکساسین و سپس امی پنم، سیپروفلوکساسین، سفوتاکسیم و فلوروفنول بسیار حساس بودند (۲۳)، که مشابه نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر است. علوی و همکاران (۲۰۱۷) در پژوهشی

بر روی آلودگی به *یرسینیا انتروکولیتیکا* در شیرهای عرضه شده 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 ژن های *virF* و *ystA* بودند (۲۴) که با نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر مطابقت دارد.

موافق و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی روی آلودگی شیر خام عرضه شده در شهرستان مشهد، گزارش دادند که از ۱۰۰ نمونه، ۳۳ درصد از نمونه های 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 شیر خام ۲۲ درصد، شیر پاستوریزه ۴ درصد، شیر تخمیر شده ۱۲ درصد و پنیر شور ۲ درصد بود. همچنین مقاومت به پنی سیلین ۸۵ درصد، نالیدیکسیک اسید ۱۵ درصد، تتراسایکلین ۵ درصد بود. حساسیت به کلرامفنیکل ۱۰۰ درصد گزارش شد (۲۶) که با نتایج به دست آمده هم سویی ندارد. پژوهشی توسط توسلی و همکاران (۲۰۲۱) روی آلودگی پنیرهای سنتی عرضه شده در شمال شرق ایران گزارش دادند در مجموع ۲۰۰ نمونه پنیر از شمال شرق ایران جمع آوری شد و ۱۰ نوع پنیر سنتی مورد ارزیابی قرار گرفت. از نمونه های

حداشد از *یرسینیا انتروکولیتیکا* به ترتیب ۳/۱ درصد ژن *inV*، ۵ درصد *ail* و ۲/۹ درصد *yadA* بود که مشابه با فراوانی ژن های جدا شده از مطالعه حاضر بود. نتایج ارزیابی های آنتی بیوتیکی نشان داد بیشترین مقاومت مربوط به پنی سیلین و آمپی سیلین 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 به دست آمده از پژوهش حاضر است. شایع ترین ژن *ystB* در ۴۲/۴۸ (۸۷/۵ درصد) و *inv* در ۴۰/۴۸ (۸۳/۳ درصد) سویه ها یافت شد (۲۱) که فراوانی ژن با مطالعات حاضر مطابقت ندارد.

خالد و عباس در مطالعه ای (۲۰۲۱) با هدف بررسی آلودگی به *یرسینیا انتروکولیتیکا* در لبنیات عرضه شده در عراق گزارش دادند ۱۵۰ نمونه شیر خام (شامل شیر گاو، گوسفند، گاو میش هر کدام ۵۰ نمونه)، از شهر بصره جمع آوری شد. در مجموع ۱۰ نمونه (۶/۶۶ درصد) به *یرسینیا انتروکولیتیکا* آلودگی وجود داشت که به ترتیب در شیر بوفالو و گاو ۴ نمونه (۸ درصد) و شیر گوسفند ۲ نمونه (۴ درصد) آلودگی بود. مقاومت به ونکومایسین ۹۳/۳ درصد، اکسی تتراسایکلین و تتراسایکلین ۱۳/۳ درصد و کلرامفنیکل ۶ درصد بود. ۱۰ درصد حامل ژن *Ail* و ۱۰۰ درصد حامل ژن های *Inv* و *Yad* بودند (۲۲)، که دقیقاً مطابق با نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر است. اما در خصوص مقاومت آنتی بیوتیکی مشابهتی وجود ندارد. پژوهش شریفی یزدی و همکاران (۲۰۲۳) با هدف ارزیابی آلودگی به گونه های *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 دست آمده از پژوهش حاضر فراتر از آلودگی های آن ها بود.

## 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 فراوری 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 به دلیل ماهیت *یرسینیا/انتروکولیتیکا* در رشد کردن در دماهای یخچالی، سرد کردن 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 تحت تاثیر فرهنگ استفاده از دارو و به‌ویژه آنتی‌بیوتیک، منطقه جغرافیایی، بیماری‌های باکتریایی شایع در منطقه، همچنین نوع و نحوه‌ی فراوری و مصرف مواد غذایی 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 سوبه‌های 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

پنیر جمع‌آوری شده 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 دست آمده 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 *ystA*, *yadA*, *virF*, *ail* تنها توسط ۲ ایزوله 27۰O:5 ردیابی شدند. ارزیابی آنتی‌بیوتیکی نشان داد که 27۰O:5 به آموکسی‌سیلین، سفوکسیتین، سفالکسین و آموکسی‌سیلین-اسید کلاوولانیک مقاومت داشت (۲۸)، که کمتر از نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر هستند.

مصرف بیش از حد عوامل ضد میکروبی 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 سوبه‌های 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 اتواگلوتیناسیون، 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/انتروکولیتیکا*ی 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.

پژوهش‌پی 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.

کد اخلاق IR.IAU.SHK.REC.1403.287 بود. نویسندگان این مقاله تمام نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دواگانه، 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., Mobasser, 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.

اسلامی واحد شهرکرد که نهایت همکاری را در انجام این پروژه داشتند تشکر به عمل می‌آید.

**تعارض منافع:** پژوهش حاضر دارای تعارض منافع نمی‌باشد.

**حمایت مالی:** انجام این پژوهش، از هزینه شخصی دانشجو بوده است.

**ملاحظات اخلاقی:** پژوهش حاضر منتج از پایان‌نامه با

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 Enterocolitica* 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., Rahnema, 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. *Egypt 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