



Health Status of Farmed Rainbow Trout in Lorestan Province, Iran: Bacterial Diseases and Risk Assessment

Saeedeh Hosseini¹, Mehdi Soltani², Gholamreza Rafiee³, Kamran Rezaei Tavabe³,
Sepideh Asadi⁴, Hamid Farahmand³, Mohamad Azizzadeh⁵

¹ Graduated from the Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

² Centre for Sustainable Aquatic Ecosystems, Harry Butler Institute, Murdoch University, WA, Australia; Department of Aquatic Animal Health, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran

³ Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

⁴ Department of Pathobiology, Faculty of Veterinary Medicine, Amol University of Special Modern Technologies, Amol, Iran

⁵ Department of Aquatic Animal Health, Iran Veterinary Organization, Iran

Received: 19 Apr 2026, Reciver in revised from: 14 Jun 2026, Accepted: 21 Jun 2026, Available online: 22 Sep 2026

10.22059/jvr.2026.409907.3557

J Vet Res, Volume 81, Number 3, 2026, 175-188

Abstract

BACKGROUND: Bacterial diseases are among the most important factors threatening health and production in rainbow trout farms.

OBJECTIVES: This study aimed to determine the prevalence of bacterial infections and their risk factors in farmed rainbow trout in Lorestan province, Iran.

METHODS: This is a cross-sectional study conducted in eight cities of Lorestan province in summer 2025. Samples (n=96) were collected from 24 farms fish. Identification of pathogenic bacterial agents was performed by culturing kidney tissues on tryptic soy agar medium and identification of the grown colonies using phenotypic tests and molecular methods. The risk factors for the occurrence of bacterial diseases were also recorded in each fish farm.

RESULTS: All fish farms located in 8 cities were affected by bacterial diseases. The highest rates were for *Lactococcus garvieae* (13%), *Streptococcus agalactiae* (7%), *Aeromonas hydrophila* (5%), *Streptococcus iniae* (5%), *Yersinia ruckeri* (4%) and *Streptococcus dysgalactiae* (3%). The risk factors including the use of river water as the water source, the presence of rural settlements and agricultural activities upstream of fish farms, failure to comply with quarantine, the presence of warm-blooded animals in fish farms, weak control of tourism traffic in fish farms, unsanitary disposal of the dead fish, use of untrained workers, and poor personal hygiene of workers were predisposing factors which can increase the increased prevalence of *Yersiniosis*, *streptococcosis*, *lactococcosis*.

CONCLUSIONS: Based on the findings, promoting health management principles, continuous monitoring, and improving environmental conditions of fish culture as well as an on-time vaccination program can play an effective role in reducing the spread of bacterial diseases, preventing economic losses, and ensuring the sustainability of production in rainbow trout farms in Lorestan province.

Keywords: *Aeromonas*, *Lactococcosis*, Rainbow trout, *Streptococcosis*, *Yersiniosis*

Copyright © The Author(s).

Publisher: University of Tehran Press

Conflict of interest: The authors declared no conflict of interest.

Corresponding author: Mehdi Soltani, Tel/Fax: +9821-61117094 / +9821-66933222



How to cite this article:

Hosseini S, Soltani M, Rafiee G, Rezaei Tavabe K, Asadi S, Farahmand H, Azizzadeh M. Health status of farmed rainbow trout in Lorestan province, Iran: bacterial diseases and risk assessment. Journal of Veterinary Research. 2026;81(3):175-188 (In Persian). doi: 10.22059/jvr.2026.409907.3557

Figure Legends and Table Captions

Table 1. Specifications of primers used for PCR.

Table 2. Thermal cycle used in PCR for detection of genus and/or species of the bacteria.

Table 3. Relative frequency of bacterial species isolated from diseased fish in rainbow trout farms (n=96).

Table 4. Relative frequency of risk factors for bacterial diseases in rainbow trout farms (n=23).

Figure 1. Some clinical signs in diseased fish. a and c 1-1 and 1-3; Bilateral exophthalmia of eyes, hemorrhages in eyes and mouth, and darkening of skin, b: Anal prolapse, d: Cataract, e: Changes in skin color, f: Hemorrhage in the abdominal area.

Figure 2. Agarose gel electrophoresis sample (1.5%) of PCR product. M: bp100 marker, NC: Negative control, PC: Positive control, lanes 1 to 4: *Yersinia ruckeri* samples.

Figure 3. Agarose gel electrophoresis sample (1.5%) of PCR product. lanes 1 to 4: *Aeromonas hydrophilla* samples.

Figure 4. Agarose gel electrophoresis sample (1.5%) of PCR product. lanes 1 to 5: *Streptococcus iniae* samples.

Figure 5. Agarose gel electrophoresis sample (1.5%) of PCR product. lanes 1 to 12: *Lactococcus garvieae* samples.

Figure 6. Agarose gel electrophoresis sample (1.5%) of PCR product. lanes 1 to 7: *Streptococcus agalactiae* samples.

Figure 7. Agarose gel electrophoresis sample (1.5%) of PCR product. lanes 1 to 3: *Streptococcus dysgalactiae* samples.

Figure 8. Relative frequency of bacterial species isolated from rainbow trout in different regions of Lorestan province.



وضعیت بهداشتی مزارع قزل آلاي رنگين کمان استان لرستان ايران: بیماری های باکتریایی و ارزیابی خطر

سعیده حسینی^۱، مهدی سلطانی^۲، غلامرضا رفیعی^۳، کامران رضایی توابع^۴، سپیده اسدی^۴

حمید فرحمند^۳، محمد عزیززاده^۵

^۱ دانش آموخته دانشکده منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

^۲ موسسه هری باتلر، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه مرداک، استرالیا؛ گروه بهداشت و بیماری های آبزیان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

^۳ گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

^۴ گروه پاتوبیولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تخصصی فناوری های نوین آمل، آمل، ایران

^۵ اداره کل بهداشت و بیماری های آبزیان سازمان دامپزشکی کشور، ایران

تاریخ دریافت: ۳۰ فروردین ۱۴۰۵، تاریخ بازنگری: ۲۴ خرداد ۱۴۰۵، تاریخ پذیرش: ۳۱ خرداد ۱۴۰۵، تاریخ انتشار: ۳۱ شهریور ۱۴۰۵

doi: 10.22059/jvr.2026.409907.3557

دوره ۸۱، شماره ۳، ۱۴۰۵، ۱۸۸-۱۷۵

چکیده

زمینه مطالعه: بیماری های باکتریایی از مهم ترین عوامل تهدیدکننده تولید و سلامت در مزارع پرورش قزل آلاي رنگين کمان می باشند.

هدف: مطالعه حاضر با هدف شناسایی و تعیین فراوانی نسبی عوامل باکتریایی بیماری زا و عوامل مستعدکننده بروز آن ها در مزارع قزل آلاي استان لرستان انجام شد.

روش کار: مطالعه حاضر به صورت یک مطالعه مقطعی به صورت تصادفی در تابستان سال ۱۴۰۴ و در ۸ شهرستان استان لرستان انجام شد. در مجموع ۲۴ مزرعه فعال انتخاب شدند و مورد نمونه برداری قرار گرفتند و مجموعاً ۹۶ نمونه جمع آوری شد. شناسایی عوامل باکتریایی بیماری زا از طریق کشت از بافت های کلیه روی محیط تریپتیک سوی آگار و شناسایی پرگنه های رشد یافته با استفاده از آزمون های فنوتیپی و روش های مولکولی انجام گرفت. به علاوه عوامل مستعدکننده و یا تشدیدکننده (عوامل خطر ساز) بروز بیماری های باکتریایی در هر مزرعه ثبت گردید.

نتایج: مطابق یافته های مطالعه حاضر، اولاً، همه مزارع ماهی مورد نمونه برداری واقع در ۸ منطقه درگیر بیماری های باکتریایی بودند. ثانیاً، بیشترین فراوانی نسبی به ترتیب مربوط به گونه های لاکتوکوکوس گارویه (۱۳ درصد)، استرپتوکوکوس آگالاکتیه (۷ درصد)، آئروموناس هیدروفیلا و استرپتوکوکوس اینیایی هر کدام (۵ درصد)، یرسینیا راکری (۴ درصد) و استرپتوکوکوس دیس گالاکتیه (۳ درصد) بود. عوامل متعددی به ویژه استفاده از آب رودخانه، وجود سکونت گاه های روستایی و فعالیت های کشاورزی در بالادست مزارع ماهی، عدم رعایت قرنطینه، حضور جانوران خون گرم، ضعف کنترل تردد توریست، دفع غیر بهداشتی تلفات، به کارگیری پرسنل فاقد آموزش لازم و عدم رعایت بهداشت فردی کارکنان در افزایش بیماری های یرسینیوزیس و استرپتوکوکوس و لاکتوکوکوزیس نقش داشته است.

نتیجه گیری نهایی: یافته ها نشان می دهد ارتقای اصول مدیریت بهداشتی، پایش مستمر و بهبود شرایط محیطی پرورش و برنامه واکسیناسیون به موقع می تواند نقش مؤثری در کاهش شیوع این بیماری ها و پیشگیری از خسارات اقتصادی و ارتقای پایداری تولید در مزارع قزل آلاي رنگين کمان استان داشته باشد.

کلمات کلیدی: آئرومونازیس، استرپتوکوکوزیس، قزل آلاي رنگين کمان، لاکتوکوکوزیس، یرسینیوزیس

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

کپی رایت © نویسندگان.



نویسنده مسئول: مهدی سلطانی، موسسه هری باتلر، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه مرداک، استرالیا؛ گروه بهداشت و بیماری های آبزیان،

دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

مقدمه

صنعت آبی پروری به عنوان یکی از بخش های روبه رشد تولید مواد غذایی، نقش مهمی در تأمین پروتئین جمعیت جهان ایفا می کند (۱). ماهیان آب شیرین بیش از نیمی از تولیدات آبی پروری را شامل می شوند و در این میان، قزل آلاي رنگين کمان (*Oncorhynchus mykiss*) به عنوان گونه غالب آزاد ماهیان آب شیرین، به دلیل ارزش تغذیه ای بالا و دارا بودن اسیدهای چرب غیر اشباع نظیر EPA و DHA، جایگاه ویژه ای در

تولید پروتئین باکیفیت دارد. ایران و ترکیه از تولیدکنندگان اصلی این گونه در منطقه محسوب می‌شوند (۲). در ایران، استان‌هایی مانند لرستان، چهارمحال و بختیاری و مازندران بیشترین تراکم مزارع پرورش قزل آلا را دارا می‌باشند؛ به گونه‌ای که استان لرستان به واسطه منابع آبی مناسب، شرایط دمایی مطلوب و تمرکز واحدهای پرورشی، به عنوان یکی از قطب‌های اصلی تولید این گونه شناخته می‌شود (۳). با توسعه مزارع پرورشی و افزایش تراکم، صنعت آبی‌پروری با چالش‌های زیست‌محیطی و بهداشتی متعددی مواجه شده است. تغییرات آب‌وهوایی مانند نوسانات درجه حرارت منابع آبی، کاهش اکسیژن محلول و افزایش گازهای سمی آب، به علاوه مدیریت ضعیف مانند افزایش تراکم در پرورش، از مهم‌ترین عوامل مستعدکننده بروز بیماری‌های عفونی، به ویژه بیماری‌های باکتریایی به شمار می‌روند (۴). این بیماری‌ها همواره به عنوان یکی از موانع اصلی توسعه پایدار آبی‌پروری مطرح بوده و در صورت عدم کنترل به افزایش مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها، آلودگی اکوسیستم‌های آبی و گسترش مقاومت میکروبی منجر می‌شوند (۵). مصرف بی‌رویه آنتی‌بیوتیک‌ها با افزایش بقایای دارویی در ماهیان و انتقال عوامل بیماری‌زا و ژن‌های مقاومت آنتی‌بیوتیکی به سایر آبزیان و انسان، پیامدهای بهداشتی و زیست‌محیطی قابل توجهی به همراه دارد (۶، ۷). این چالش‌ها در مزارع متراکم و مجتمع‌های پرورشی مستقر در حاشیه رودخانه‌ها تشدید می‌شود؛ جایی که کاهش کیفیت آب، افزایش بار آلودگی‌های میکروبی و شیمیایی و تغییرات فیزیوشیمیایی منابع آبی، شرایط را برای بروز اپیدمی‌های باکتریایی فراهم می‌نماید. در مطالعات Niu و همکاران در سال ۲۰۲۵ (۸) و Soltani و همکاران در سال ۲۰۲۵ (۹) اغلب به بررسی محدود یک یا دو پاتوژن باکتریایی در مزارع منفرد پرداخته‌اند و پژوهش‌های جامع درباره هم‌زمانی بروز بیماری‌های باکتریایی و ارتباط آن‌ها با شاخص‌های مدیریتی و زیست‌محیطی از جمله تراکم مزرعه، منبع و کیفیت آب و وضعیت بهداشتی، اندک و پراکنده است. در ایران نیز اگرچه مطالعاتی در استان‌هایی مانند لرستان، چهارمحال و بختیاری و کهگیلویه و بویراحمد انجام شده است (۱۰)، اما این مطالعات عمدتاً بر پاتوژن‌های خاصی نظیر *استریپتوکوکوس اینیایی* یا *لاکتوکوکوس گارویه* متمرکز بوده‌اند. از میان بیماری‌های باکتریایی شایع در مزارع پرورش قزل آلا، رنگین کمان، *یرسینیوزیس*، *آئرومونازیس*، *لاکتوکوکوزیس* و *استریپتوکوکوزیس* بیشترین اهمیت اقتصادی و بهداشتی را دارند (۱۱-۱۴). بر این اساس، با توجه به اهمیت اقتصادی پرورش قزل آلا، رنگین کمان، مطالعه حاضر با هدف بررسی شیوع و پراکنش بیماری‌های باکتریایی با اهمیت اقتصادی در مزارع پرورش قزل آلا، استان لرستان و نیز ارزیابی عوامل مدیریتی و محیطی مؤثر بر شیوع و تشدید این بیماری‌ها انجام شد. مطالعه حاضر با هدف بررسی شیوع و پراکنش بیماری‌های باکتریایی با اهمیت اقتصادی و ارزیابی عوامل مدیریتی و محیطی مؤثر در شیوع و تشدید این بیماری‌ها در مزارع قزل آلا، استان لرستان انجام شده است.

مواد و روش کار

انتخاب مزارع و نمونه‌برداری از ماهیان: مطالعه حاضر بر روی ۲۴ مزرعه فعال پرورش قزل آلا، رنگین کمان استان لرستان طی فصل تابستان سال ۱۴۰۴ انجام شد. این مزارع از ۸ شهرستان و مجموعاً ۹۶ نمونه اخذ شد. در هر مزرعه، از ماهیان در اوزان بالای ۵۰۰ گرم تا ۳ کیلوگرم و با علائم بالینی مانند تغییر رنگ بدن، کاهش فعالیت، کوری، بیرون زدگی چشم‌ها و تجمع مایع در حفره شکمی و یا ماهیان بدون علائم به صورت تصادفی نمونه‌برداری شد.

ارزیابی وضعیت مدیریت بهداشتی و عوامل خطر ساز بروز بیماری‌های باکتریایی: هم‌زمان با نمونه‌برداری از ماهیان، عوامل مدیریت بهداشتی مؤثر در بروز و یا تشدید بیماری‌های باکتریایی به صورت میدانی به شرح عوامل زیر شناسایی و ثبت گردید: استفاده از رودخانه به عنوان منبع آب، جمع‌آوری بهداشتی تلفات و دفن آن‌ها، دمای بالای ۱۵ درجه سانتی‌گراد، واکسیناسیون، اکسیژن کافی (بالای ۷ میلی‌گرم در لیتر)، به کارگیری پرسنل ماهر و تحصیل کرده، کارگاه ماهی در بالادست، رعایت نظافت و بهداشت فردی توسط پرسنل کارگاه، وجود روستا در بالادست کارگاه، تراکم بالا در کارگاه، فعالیت کشاورزی در بالادست کارگاه، مشاهده ماهیان با علائم بالینی (کوری، سیاه شدن، کاتارکت و غیره)، فعالیت صنعتی در بالادست کارگاه، استفاده از غذاهای تازه و خام، تردد توریست و افراد متفرقه در کارگاه و در بالادست آن، استخرهای لجن‌زار در کارگاه، قرنطینه لازم، عدم پایش در مزرعه، کنترل بهداشتی ورود و خروج تخم چشم زده و بچه ماهی، استفاده مجدد از آب خروجی مزرعه، جانوران خون گرم (سگ، گربه و غیره) در کارگاه، کنترل بهداشتی تردد وسایل نقلیه به کارگاه، نگهداری بهداشتی خوراک در مزرعه.

جداسازی و شناسایی عوامل باکتریایی بیماری‌زا: از قسمت فوقانی کلیه ماهیان بیمار بر روی محیط کشت تریپتیک سوی آگار (TSA) کشت داده و پلیت‌های کشت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت انکوبه شدند. سپس از پرگنه‌های به دست آمده، ابتدا رنگ آمیزی گرم و سپس آزمایش‌های بیوشیمیایی شامل کاتالاز و اکسیداز، تعیین الگوی همولیز (آلفا، بتا، گاما) و الگوی تخمیر قندها با استفاده از روش‌های روتین باکتری‌شناسی انجام شد.

جدول ۱. مشخصات پرایمرهای مورد استفاده برای آزمون PCR

منبع	اندازه محصول جفت باز	دمای آنلینگ (درجه سانتی گراد)	توالی پرایمر 5'-3' 3'-5'	ژن هدف	باکتری / جنس / گونه
Gibello و همکاران، ۱۹۹۹ (۱۵)	bp۳۴۷	۵۷	CACTTAACCCTTCCTCCTCGC AGTAATGTCTGGGGATCTGCC	16S rRNA	یرسینیا راکری
Mata و همکاران، ۲۰۰۴ (۱۶)	bp۱۱۰۰	۵۲/۷	CATAACAATGAGAAATCGC GCACCCTCGCGGGTTG	ژن اختصاصی	لاکتوکوکوس گارویه
Chu و همکاران، ۲۰۰۵ (۱۷)	bp۵۰۳	۵۶	CTCAGTCCGTGCGACCGACT GATCTCCAGCCTCAGGCCTT	ژن اختصاصی	آئروموناس هیدروفیلا
Meiri-Bendek و همکاران، (۱۸)۲۰۰۲	bp۱۲۰	۵۰	TTTGGTGTTCACACTAGACTG TGTGTTAATTACTCTTATGCG	S rRNA ۱۶	استرپتوکوکوس آگلانتیه
Forsman و همکاران، (۱۹)۱۹۹۷	bp۳۰۰	۵۰	TGGAACACGTTAGGGTCG CTTAAGTAGAAAACTCTTGATTATTC	16 S rRNA	استرپتوکوکوس دیس گالانتیه
Soltani و همکاران، (۲۰)۲۰۰۵	bp۸۷۰	۵۳	AAGGGGAAATCGCAAGTGCC ATATCTGATTGGGCCGTCTAA	16 S -23S rRNA spacer	استرپتوکوکوس اینیایی
Conrads و همکاران، ۱۹۹۷ (۲۱)	bp۵۰۰	۵۵	AGAGTTTGATCCTGGCTCAG GTACCGTCACAGTATGAACCTTCC	16 S rRNA	استرپتوکوکوس
Wim و همکاران، ۲۰۰۱ (۲۲)	bp۳۳۰	۶۲	AATACCGCATAACGTCTTCG CTTCTTCTGCGAGTAACGTC	16 S rRNA	یرسینیا
Ranjbar و همکاران، ۲۰۱۹ (۲۳)	bp۶۸۵	۶۰	GAAAGGTTGATGCCTAATACGTA CGTGCTGGCAACAAAGGACAG	ژن اختصاصی	آئروموناس

آزمون های مولکولی: استخراج DNA ژنومی باکتری ها از کلنی های خالص حاصل از پاساژ اول و دوم هر ایزوله با استفاده از کیت استخراج DNA (SinaClon, Iran) و مطابق دستورالعمل شرکت سازنده انجام شد. به منظور شناسایی مولکولی گونه های *آئروموناس هیدروفیلا*، *یرسینیا راکری*، *لاکتوکوکوس گارویه*، *استرپتوکوکوس آگلانتیه*، *استرپتوکوکوس دیس گالانتیه* و *استرپتوکوکوس اینیایی*، آزمون واکنش زنجیره ای پلیمرز (PCR) انجام گردید. سویه های استاندارد هریک از باکتری های مورد بررسی که از بخش میکروبیولوژی آبیان، گروه بهداشت و بیماری های آبیان، دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران به عنوان کنترل مثبت و آب مقطر استریل به عنوان کنترل منفی در تمام واکنش ها مورد استفاده قرار گرفت. حجم نهایی هر واکنش PCR برابر با ۲۵ میکرولیتر شامل ۴ میکرولیتر DNA الگو، ۱ میکرولیتر از هریک از پرایمرهای اختصاصی، ۱۲/۵ میکرولیتر مستر میکس آماده حاوی آنزیم Taq DNA polymerase، dNTP ها و بافر PCR، و ۶/۵ میکرولیتر آب دیونیزه استریل بود. شرایط چرخه های حرارتی PCR و توالی پرایمرهای مورد استفاده به ترتیب در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است.

الکتروفورز محصولات PCR: برای جداسازی محصولات PCR، از ژل آگارز ۱ درصد (شرکت سیناژن) و بافر TBE یک برابر استفاده شد. ۴ میکرولیتر رنگ (Stain Safe (DireX Gene) به هر ۷۰ میلی لیتر ژل اضافه شد. سپس ۵ میکرولیتر از محصولات PCR به چاهک های ژل منتقل گردید. در هر الکتروفورز، نمونه کنترل مثبت و منفی همراه با مارکر DNA (211bp, DireX Gene) بارگذاری شد. الکتروفورز در ولتاژ ۱۰۰ ولت و به مدت ۵۰ دقیقه انجام شد. باندهای حاصل با ترانس لومیناتور (RAD-BIO, USA) مشاهده و اندازه محصولات PCR با مقایسه با مارکر تعیین شد.

جدول ۲. سیکل حرارتی مورد استفاده در واکنش PCR برای تشخیص جنس‌ها و یا گونه‌های باکتریایی.

زمان	درجه حرارت (°C)	تعداد دور	مرحله	باکتری/ جنس/ گونه
۴ دقیقه	۹۴	۱	واسرشته‌سازی اولیه	یرسینیا راکری
۱ دقیقه	۹۲	۲۵	واسرشته‌سازی	
	۵۷	۲۵	اتصال	
	۷۲	۲۵	توسعه	
۵ دقیقه	۷۲	۱	توسعه نهایی	لاکتوکوکوس گارویه
۵ دقیقه	۹۴	۱	واسرشته‌سازی اولیه	
۱ دقیقه	۹۲	۳۰	واسرشته‌سازی	
۱ دقیقه	۵۲/۷	۳۰	اتصال	
۹۰ ثانیه	۷۲	۳۰	توسعه	آئروموناس هیدروفیلا
۵ دقیقه	۷۲	۱	توسعه نهایی	
۵ دقیقه	۹۴	۱	واسرشته‌سازی اولیه	
۲ دقیقه	۹۴	۳۰	واسرشته‌سازی	
۲ دقیقه	۵۶	۳۰	اتصال	استرپتوکوکوس آگلالتیه
۲ دقیقه	۷۲	۳۰	توسعه	
۲ دقیقه	۷۲	۱	توسعه نهایی	
۴ دقیقه	۹۴	۱	واسرشته‌سازی اولیه	
۳۰ ثانیه	۹۲	۳۰	واسرشته‌سازی	استرپتوکوکوس آگلالتیه
۴۰ ثانیه	۵۰	۳۰	اتصال	
۴۰ ثانیه	۷۲	۳۰	توسعه	
۵ دقیقه	۷۲	۱	توسعه نهایی	
۵ دقیقه	۹۴	۱	واسرشته‌سازی اولیه	استرپتوکوکوس دیس گالاکتیه
۱ دقیقه	۹۲	۳۰	واسرشته‌سازی	
۱ دقیقه	۵۵	۳۰	اتصال	
۱/۵ دقیقه	۷۲	۳۰	توسعه	
۱/۵ دقیقه	۷۲	۱	توسعه نهایی	استرپتوکوکوس اینیایی
۳ دقیقه	۹۴	۱	واسرشته‌سازی اولیه	
۱ دقیقه	۹۴	۳۵	واسرشته‌سازی	
۱ دقیقه	۴۵	۳۵	اتصال	
۱/۵ دقیقه	۷۲	۳۵	توسعه	استرپتوکوکوس
۱۰ دقیقه	۷۲	۱	توسعه نهایی	
۵ دقیقه	۹۴	۱	واسرشته‌سازی اولیه	
۱ دقیقه	۹۲	۳۰	واسرشته‌سازی	
۱ ثانیه	۵۵	۳۰	اتصال	آئروموناس
۹۰ ثانیه	۷۲	۳۰	توسعه	
۵ دقیقه	۷۲	۱	توسعه نهایی	
۵ دقیقه	۹۴	۱	واسرشته‌سازی اولیه	
۴۵ ثانیه	۹۴	۳۰	واسرشته‌سازی	آئروموناس
۱ دقیقه	۶۰	۳۰	اتصال	
۱ دقیقه	۷۲	۳۰	توسعه	
۵ دقیقه	۷۲	۱	توسعه نهایی	

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها: داده‌های حاصل با استفاده از روش آزمون کای اسکور پیرسون و براساس نیاز تحلیل آماری از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۲۷ و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel نسخه ۲۰۲۱ استفاده شد. همچنین فراوانی نسبی گونه‌های باکتری‌های شناسایی شده از مزارع ماهی مورد مطالعه قرار گرفت و نیز فراوانی نسبی عوامل خطر ساز بروز بیماری‌ها محاسبه گردید.

جدول ۳. فراوانی نسبی گونه‌های باکتریایی جداسازی شده از ماهیان مرضی در مزارع قزل‌آلای مورد مطالعه (n=۹۶).

جنس و گونه های باکتریایی پاتوژن	رنگ آمیزی گرم	تعداد (درصد)
آئروموناس هیدروفیلا	منفی	۴(۵)
یرسینیا راکری	منفی	۴(۴)
لاکتوکوکوس گارویه	مثبت	۱۲(۱۳)
استرپتوکوکوس آگلانتیه	مثبت	۷(۷)
استرپتوکوکوس دیس گالاکتیه	مثبت	۳(۳)
استرپتوکوکوس اینیایی	مثبت	۵(۵)
جنس آئروموناس	منفی	۲(۲)
جنس استرپتوکوکوس	مثبت	۳(۳)
موارد منفی	-	۵۶(۵۸)
جمع کل		۹۶(۱۰۰)

جدول ۴. فراوانی نسبی عوامل مستعدکننده و یا تشدیدکننده بروز بیماری‌های باکتریایی در مزارع قزل‌آلا (n=۲۳).

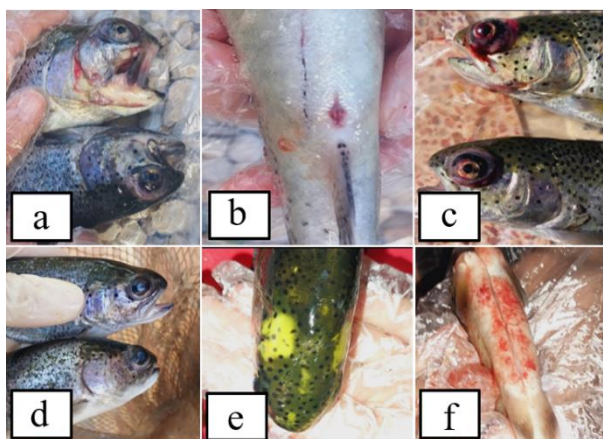
شماره	عوامل خطر ساز	فراوانی نسبی
۱	عدم پایش در مزرعه	۱۰۰
۲	استفاده از رودخانه به عنوان منبع آب	۹۵
۳	جانوران خون گرم (سگ، گربه و غیره) در کارگاه	۹۵
۴	عدم به کارگیری پرسنل ماهر و تحصیل کرده	۹۵
۵	عدم رعایت نظافت و بهداشت فردی توسط پرسنل کارگاه	۹۵
۶	مشاهده ماهیان با علائم بالینی (کوری- سیاه شدن- کاتاراکت و غیره)	۹۵
۷	استخرهای لجن‌زار در کارگاه	۹۵
۸	عدم نگهداری بهداشتی خوراک در مزرعه	۹۵
۹	استفاده مجدد از آب خروجی مزرعه	۹۵
۱۰	روستا در بالادست	۹۰
۱۱	فعالیت کشاورزی در بالادست	۹۰
۱۲	توریست و افراد در کارگاه و در بالادست	۹۰
۱۳	مزرعه ماهی در بالادست	۸۶
۱۴	عدم واکسیناسیون	۸۶
۱۵	کنترل بهداشتی ورود و خروج تخم چشم زده و بچه ماهی	۷۱
۱۶	وجود دمای بالای ۱۵ درجه	۶۸
۱۷	کنترل بهداشتی تردد وسایل نقلیه به کارگاه	۱۴
۱۸	تراکم بالا در کارگاه	۱۲
۱۹	وجود اکسیژن کمتر از ۷ میلی گرم در لیتر	۵
۲۰	جمع آوری بهداشتی تلفات و دفن آنها	۵
۲۱	قرنطیه لازم	۵
۲۲	استفاده از غذاهای خام	۰
۲۳	فعالیت صنعتی در بالا دست مزرعه	۰

نتایج

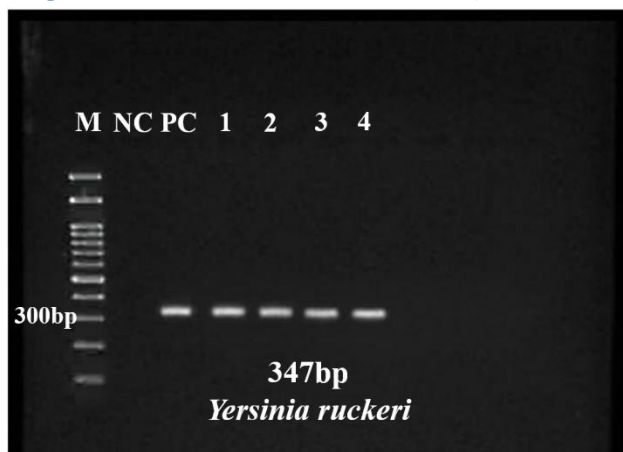
ارزیابی وضعیت مدیریتی و عوامل خطر ساز مزارع: نتایج حاصل از مطالعه عوامل استرس‌زای مدیریتی و محیطی و همچنین شرایط مرتبط با کیفیت و مدیریت منابع آبی در مزارع پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان استان در **جدول ۳** ارائه شده است. براساس این یافته، فراوانی نسبی بخش عمده‌ای از عوامل خطر ساز مورد مطالعه مانند عدم پایش مزرعه، استفاده از آب رودخانه به عنوان منابع آب، وجود جانوران خون گرم در مزرعه، عدم به کارگیری پرسنل ماهر و تحصیل کرده، عدم رعایت بهداشت و نظافت فردی، استخرهای لجن‌زار، استفاده مجدد از آب خروجی مزرعه و عدم نگهداری بهداشتی خوراک بیشترین میزان تأثیر و عواملی مانند فعالیت صنعتی بالادست، استفاده از غذای خام کمترین تأثیر را داشته‌اند. وجود این عوامل مستعدکننده یا خطر ساز در اغلب مزارع تحت مطالعه بیانگر فراهم شدن

شرایط مستعدکننده برای بروز و تشدید بیماری‌های باکتریایی در مزارع استان است. این در حالی است که تنها تعداد محدودی از مزارع در برنامه تولید خود از واکسیناسیون برای پیشگیری از برخی بیماری‌های مدنظر در مطالعه حاضر استفاده می‌کنند.

مشاهدات بالینی: علائم بالینی قابل‌مشاهده در ماهیان مرضی (تصویر ۱) شامل اگزوفتالمی یک یا دو طرفه، خون‌ریزی اطراف چشم که به‌صورت غالب قابل‌مشاهده بود، هموراژی در ناحیه شکمی، خون‌ریزی اطراف دهان، تغییرات رنگ پوست مانند تیرگی، بی‌اشتهایی، کاتاراکت و پرولاپس مخرج همراه با تورم بود.



تصویر ۱. برخی از علائم بالینی در ماهیان قزل‌آلای مرضی در مزارع ماهی. a و c: اگزوفتالمی دو طرفه چشم‌ها و خون‌ریزی اطراف چشم و دهان و همچنین تیرگی پوست، b: پرولاپس مخرج و تورم ناحیه، d: کاتاراکت در چشم‌ها، e: تغییرات رنگ پوست، f: هموراژی ناحیه شکمی.



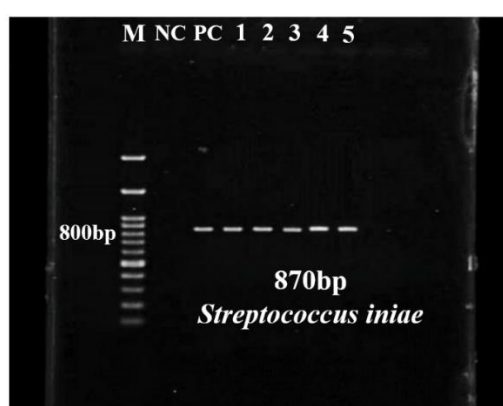
تصویر ۲. نمونه ژل الکتروفورز آگارز (۱/۵ درصد) محصول PCR؛ M: مارکر ۱۰۰bp، NC: کنترل منفی، PC: کنترل مثبت، چاهک‌های ۱ تا ۴: نمونه‌های ژن اختصاصی یرسینیا راکری.



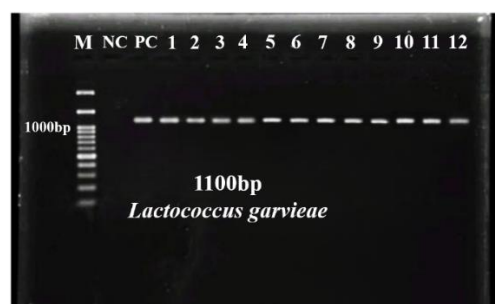
تصویر ۳. نمونه ژل الکتروفورز آگارز (۱/۵ درصد) محصول PCR. M: مارکر ۱۰۰bp، NC: کنترل منفی، PC: کنترل مثبت، چاهک‌های ۱ تا ۴: نمونه‌های آئروموناس هیدروفیلا.

نتایج رشد پرگنه‌های رشد یافته: نتایج رنگ‌آمیزی گرم از پرگنه‌های رشد یافته شامل ۲۷ ایزوله باکتری گرم‌مثبت، ۸ ایزوله باکتری گرم‌منفی، ۳ ایزوله مخلوط گرم‌مثبت و منفی، ۲ ایزوله مخلوط گرم‌منفی بود.

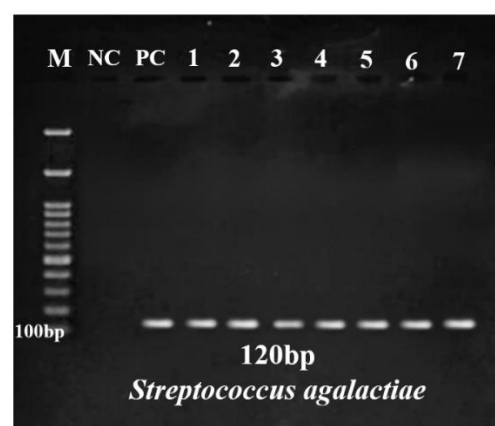
نتایج مطالعات مولکولی (PCR): نتایج یافته‌های مولکولی مربوط به نمونه‌های ماهیان بیمار در مزارع قزل‌آلا در شهرستان‌های استان لرستان در **جدول ۴** و **تصاویر شماره ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷** قابل‌مشاهده است. جمعاً تعداد ۶ گونه باکتری شامل *استرپتوکوکوس اینیایی*، *استرپتوکوکوس آگالاکتیه*، *استرپتوکوکوس دیس گالاکتیه*، *لاکتوکوکوس گارویه*، *یرسینیا راکری* و *آئروموناس هیدروفیلا* از ماهیان بیمار در مزارع ماهی استان شناسایی گردید. تعداد و فراوانی نسبی هریک از گونه‌های باکتریایی شناسایی شده، به تفکیک منطقه (شهرستان) و گونه باکتریایی در **تصویر ۸** ارائه شده است. بیشترین فراوانی نسبی به ترتیب مربوط به گونه‌های *لاکتوکوکوس گارویه* (۱۳ درصد)، *استرپتوکوکوس آگالاکتیه* (۷ درصد)، *آئروموناس هیدروفیلا* و *استرپتوکوکوس اینیایی* هر کدام (۵ درصد)، *یرسینیا راکری* (۴ درصد) و *استرپتوکوکوس دیس گالاکتیه* (۳ درصد) بود.



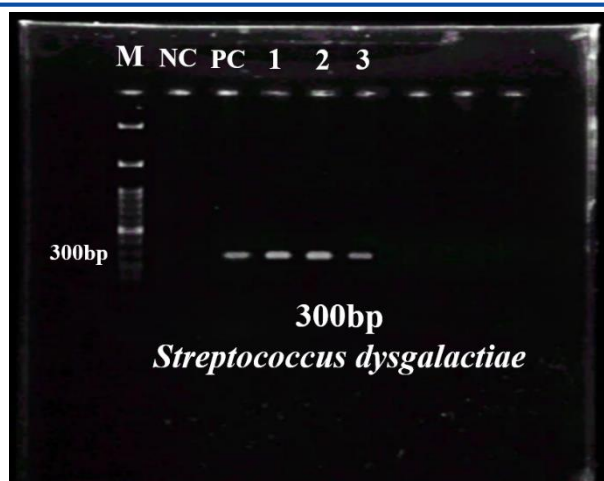
تصویر ۴. نمونه ژل الکتروفورز آگارز (۱/۵ درصد) محصول PCR. M: مارکر ۱۰۰bp، NC: کنترل منفی، PC: کنترل مثبت، چاهک‌های ۱ تا ۵: نمونه‌های *استرپتوکوکوس اینیایی*.



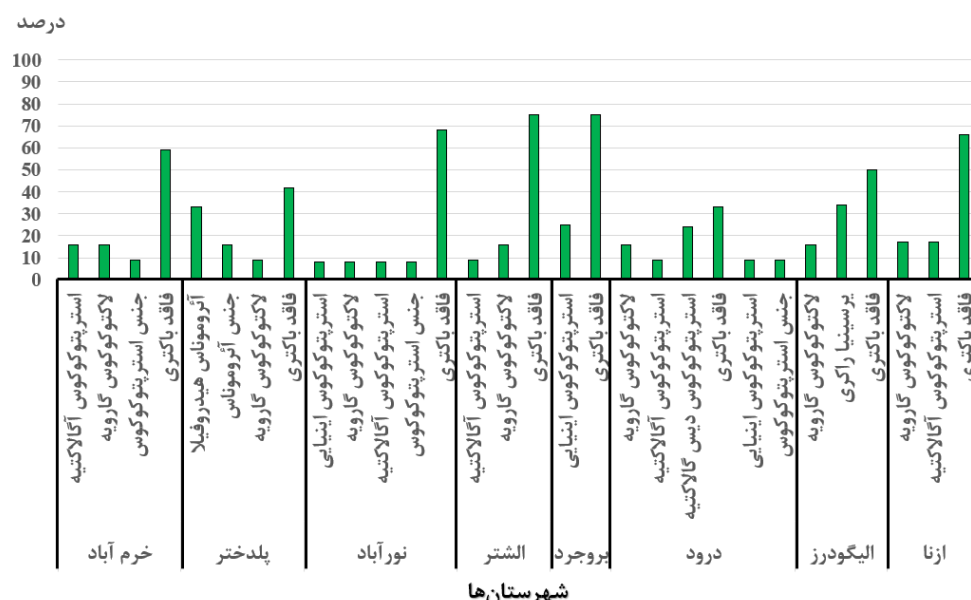
تصویر ۵. نمونه ژل الکتروفورز آگارز (۱/۵ درصد) محصول PCR. M: مارکر ۱۰۰bp، NC: کنترل منفی، PC: کنترل مثبت، چاهک‌های ۱ تا ۱۲: نمونه‌های *لاکتوکوکوس گارویه*.



تصویر ۶. نمونه ژل الکتروفورز آگارز (۱/۵ درصد) محصول PCR. M: مارکر ۱۰۰bp، NC: کنترل منفی، PC: کنترل مثبت، چاهک‌های ۱ تا ۷: نمونه‌های *استرپتوکوکوس آگالاکتیه*.



تصویر ۷. نمونه ژل الکتروفورز آگارز (۱/۵ درصد) محصول PCR. M: مارکر ۱۰۰bp، NC: کنترل منفی، PC: کنترل مثبت، چاهک‌های ۱ تا ۳: نمونه‌های استرپتوکوکوس دیس گالاکتیه.



تصویر ۸. فراوانی نسبی گونه‌های باکتریایی جداسازی شده از مزارع ماهی قزل آلا در مناطق مختلف استان لرستان.

با انجام آزمون کای اسکوئر (Chi-squared test) به منظور تعیین ارتباط بین شیوع باکتری‌های بیماری‌زا و مناطق (شهرستان‌ها) مورد مطالعه و همچنین آزمون کای اسکوئر پیرسون اثر عوامل مدیریتی بر شیوع بیماری‌های باکتریایی مشخص شد که شیوع *آئروموناس هیدروفیلا* و *یرسینیا راکری* ارتباط معنی‌داری با مناطق مورد مطالعه دارد ($P < 0.001$)، در حالی که برای سایر باکتری‌های بیماری‌زا ارتباط معنی‌داری مشاهده نشد ($P > 0.05$). نتایج آزمون کای اسکوئر پیرسون نشان داد ارتباط معنی‌داری بین عواملی مانند استفاده از آب رودخانه، وجود روستای بالادست، فعالیت کشاورزی در بالادست بر شیوع *یرسینیا راکری* ($P < 0.001$) و عواملی مانند قرنطینه، وجود حیوانات خون‌گرم، عدم جمع‌آوری بهداشتی تلفات، عدم به کارگیری پرسنل ماهر و عدم رعایت بهداشت فردی بر شیوع *استرپتوکوکوس آگالاکتیه* وجود داشت ($P < 0.001$).

بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان داد مزارع پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان در استان لرستان با شیوع قابل توجهی از باکتری‌های بیماری‌زا مواجه می‌باشند. در میان باکتری‌های گرم مثبت، *لاکتوکوکوس گارویه* با فراوانی ۱۳ درصد و *استرپتوکوکوس آگالاکتیه* با ۷ درصد شایع‌ترین پاتوژن‌های شناسایی شده در مزارع ماهی قزل‌آلای استان بودند. مطالعات گذشته نیز بیانگر افزایش بروز *استرپتوکوکوزیس* و *لاکتوکوکوزیس* با دو عامل مذکور در مزارع قزل‌آلای کشور رو به فزونی است. برای مثال در مطالعه Fadaifard و همکاران در سال

۲۰۲۰ در مزارع قزل‌آلای رنگین‌کمان در غرب ایران، گونه لاکتوکوکوس گارویه غالب بوده است (۲۴). الگوی غالب بودن لاکتوکوکوس‌ها و تنوع گونه‌ای مشاهده‌شده، شباهت بالایی با مطالعات انجام‌شده در مزارع قزل‌آلای استان کهگیلویه و بویراحمد دارد که در آن‌ها نیز لاکتوکوکوس گارویه عامل اصلی لاکتوکوکوزیس گزارش شده است و بروز علائم بالینی نظیر بی‌حالی، خون‌ریزی زیرجلدی و تورم شکم در ماهیان بیمار مطالعه حاضر نیز با این یافته‌ها مطابقت دارد (۲۵). علاوه بر این، استرپتوکوکوس/ینیایی با ۵ درصد از کل نمونه‌ها (۱۲ درصد از نمونه‌های مثبت) و استرپتوکوکوس دیس‌گالاکتیه با ۳ درصد از کل نمونه‌ها (۷ درصد از نمونه‌های مثبت) شناسایی شدند که نشان‌دهنده تنوع گونه‌های استرپتوکوکوس در مزارع قزل‌آلا و لزوم توجه به برنامه‌های پیشگیری و مدیریت این بیماری است (۲۶). مرور مطالعات سایر کشورها نیز نشان می‌دهد بیماری‌های باکتریایی یکی از عوامل اصلی خسارت‌زا در آبی‌پروری قزل‌آلا می‌باشند. به‌ویژه بیماری‌های استرپتوکوکوزیس، لاکتوکوکوزیس و یرسینیوزیس موجب بروز خسارات اقتصادی قابل توجه در مزارع قزل‌آلا می‌شوند (۲۷). بنابراین ترکیب گونه‌های بیماری‌زای شناسایی‌شده در مطالعه حاضر با گزارش‌های اخیر، ضرورت استفاده از روش‌های دقیق تشخیصی مانند PCR از اهمیت بسزایی برخوردار است. از آنجایی که این بیماری‌ها از نظر برخی علائم بالینی، از جمله کوری، تیرگی بدن، کاتاراکت و هموراژی سطوح جلدی، شباهت زیادی با یکدیگر دارند، تشخیص تفکیکی بالینی آن‌ها برای انتخاب راهکارهای مناسب کنترل و پیشگیری از اهمیت بالایی برخوردار است (۲۸). پراکنش جغرافیایی این عوامل بیماری‌زا در بین مناطق (شهرستان‌ها) متفاوت بود، به‌طوری که در مزارع حوزه خرم‌آباد، لاکتوکوکوس گارویه و استرپتوکوکوس آگالاکتیه غالب بودند، در حالی که در مزارع حوزه پلدختر، آئروموناس هیدروفیلا و لاکتوکوکوس گارویه شیوع بیشتری داشتند. به‌ویژه، آئروموناس هیدروفیلا و یرسینیا راکری اختلاف معنی‌داری بین مناطق شهرستان‌ها نشان دادند اما لاکتوکوکوس گارویه، استرپتوکوکوس آگالاکتیه و استرپتوکوکوس دیس‌گالاکتیه اختلاف معنی‌داری نداشتند. استرپتوکوکوس/ینیایی نیز در مرز معنی‌داری قرار گرفت، اما اختلاف‌های مشاهده‌شده از نظر آماری قابل تأیید نبود. تفاوت شیوع این بیماری‌ها در بین مناطق شهرستان‌های استان می‌تواند علل مختلفی داشته باشد و از آنجایی که میزان رعایت امنیت زیستی در مزارع ماهی کشور متفاوت است و این تفاوت در بروز و شیوع این بیماری‌ها نقش بسزایی دارد، لذا میزان تفاوت‌ها در مناطق مختلف شهرستانی می‌تواند ناشی از عوامل متعدد دخیل در امنیت زیستی از جمله عوامل محیطی (مانند عوامل کیفیت آب) و فعالیت‌های محیطی اطراف مزرعه ماهی، عوامل انسانی (مانند سطح مدیریت بهداشت پرورش)، عوامل بیماری‌زا (مانند اکولوژی و بیولوژی پاتوژن‌های بیماری‌زا) و عوامل میزبانی (مانند سطح سلامت و ایمنی ماهیان پرورشی) مزارع باشد (۲۹).

در این راستا مهم‌ترین یافته مطالعه حاضر، ارتباط معنی‌دار بین عوامل مدیریتی و شیوع برخی از این باکتری‌های بیماری‌زا بود؛ به‌ویژه، استفاده از آب رودخانه به‌عنوان منبع آب، افزایش دمای آب به بالای ۱۵ درجه سانتی‌گراد، کاهش اکسیژن در منابع آبی رودخانه، فعالیت کشاورزی و وجود روستا در بالادست، با شیوع یرسینیا راکری ارتباط معنی‌دار داشت که نقش بار آبی و فعالیت‌های انسانی در انتقال این نوع پاتوژن‌ها را به مزارع پرورش ماهی تأیید می‌نماید (۲۵). همچنین، عدم رعایت قرنطینه، عدم کنترل ورود حیوانات خون‌گرم، عدم دفن بهداشتی تلفات و عدم رعایت بهداشت فردی با میزان شیوع برخی باکتری‌های گرم‌مثبت عامل استرپتوکوکوزیس/لاکتوکوکوزیس ارتباط داشت (۳). برای مثال اجرای اقدامات پیشگیری به روش واکسیناسیون تنها در ۱۴ درصد، قرنطینه در ۵ درصد و رعایت بهداشت فردی پرسنل در ۵ درصد از مزارع اعمال می‌شود. این نتایج عوامل خطر ساز با مطالعات پیشین همخوانی دارد که ضعف مدیریت بهداشتی را عامل افزایش خطر بروز بیماری‌های باکتریایی می‌دانند (۱۰). در مجموع، نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد علت شیوع بیماری‌های باکتریایی در مزارع قزل‌آلای رنگین‌کمان استان لرستان پدیده‌ای چند عاملی است که تحت تأثیر امنیت زیستی مانند عوامل مدیریت بهداشتی مزارع مانند کیفیت ضعیف بهداشتی منبع آبی مورد استفاده، مدیریت نیروی انسانی مزارع، قرنطینه، تراکم بالا، مدیریت بهداشتی قرار دارد. بنابراین باتوجه به اپیدمیولوژی بیماری‌های مذکور، اتخاذ روش‌های پیشگیری به‌ویژه واکسیناسیون ماهیان علیه این بیماری‌ها از مهم‌ترین، ارزان‌ترین و بهترین روش‌های پیشگیری می‌باشد.

نتیجه‌گیری نهایی: نتایج مطالعه حاضر نشان داد لاکتوکوکوس گارویه و استرپتوکوکوس آگالاکتیه به‌عنوان پاتوژن‌های غالب عامل لاکتوکوکوزیس و استرپتوکوکوزیس در مزارع قزل‌آلای رنگین‌کمان استان می‌باشند. علاوه بر این بیماری‌های یرسینیوزیس و سپتی سمی ناشی از آئروموناس هیدروفیلا به‌عنوان بخشی از علل تلفات در مزارع ماهی استان محسوب می‌شوند. همچنین عوامل خطرزا مانند استفاده از آب رودخانه، فعالیت‌های انسانی بالادست، ضعف قرنطینه، عدم رعایت مدیریت بهداشت و تراکم بالا در بروز و تشدید این بیماری‌ها در

مزارع استان نقش دارند. بنابراین پایش مستمر، بهبود مدیریت بهداشتی، و اجرای برنامه‌های پیشگیرانه از جمله واکسیناسیون هدفمند برای کاهش بیماری‌های مذکور و افزایش پایداری تولید امری ضروری است.

ملاحظات اخلاقی

مطالعه حاضر براساس کد اخلاق IR.UT.VETMED.REC.1403.56 در کمیته اخلاق دانشگاه تهران انجام شده است.

حامی مالی

مطالعه حاضر در قالب طرح تحقیقاتی کاربردی به شماره قرار داد ۲۰/۷۰۳۵ فی مابین سازمان دامپزشکی و دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران و با حمایت مالی سازمان دامپزشکی کشور انجام شده است.

سپاسگزاری

از همکاری جناب آقای دکتر زبردست مدیر کل محترم دامپزشکی استان لرستان و کارشناسان دامپزشکی استان بویژه جناب دکتر زکیان تقدیر و تشکر می‌شود.

تعارض منافع

هیچ گونه تعارض منافع در ارتباط با این مطالعه وجود ندارد.

References

- Deng Y, Tan A, Zhao F, Wang F, Gong H, Lai Y, Huang Z. Global distribution of antimicrobial resistance genes in aquaculture. *One Health Adv.* 2025;3(1):6. doi: 10.1186/s44280-025-00071-5
- Cardona E, Baranek E, Vigor C, Gros V, Reversat G, Surget A. et al. A two-year plant-based diet alters the fatty acid profile and lipid metabolites in eggs and fry of rainbow trout. *Aquaculture.* 2025;595:741602. doi: 10.1016/j.aquaculture.2024.741602
- Soltani M, Rakhshanimehr K, Mirzargar SS, Zargar A, Shohreh P, Asadi S. Antibiotic resistance in pathogenic bacteria causing diseases in farmed rainbow trout in Iran. *J Vet Res.* 2023;78(2):85-96. doi: 10.22059/jvr.2022.346130.3287
- Duman MU, Buyukekiz AG, Saticioglu IB, Cengiz MU, Sahinturk PI, Altun SO. Epidemiology, genotypic diversity, and antimicrobial resistance of *Lactococcus garvieae* in farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Iran J Fish Sci.* 2020;19(1):1-8. doi: 10.22092/ijfs.2018.117609
- Hamza F, Zinjarde S. Use of marine microorganisms in designing anti-infective strategies for sustainable aquaculture production. *J Appl Microbiol.* 2023;134(7):lxad128. doi: 10.1093/jambio/lxad128
- Ljubojevic Pelic D, Radosavljevic V, Pelic M, Zivkov Balos M, Puvaca N, Jug-Dujakovic J. et al. Antibiotic residues in cultured fish: implications for food safety. *Fishes.* 2024;9(12):484. doi: 10.3390/fishes9120484
- Yuan X, Lv Z, Zhang Z, Han Y, Liu Z, Zhang H. Antibiotics and resistance in aquaculture: occurrence and transmission. *Toxics.* 2023;11(5):420. doi: 10.3390/toxics11050420
- Niu S, Li C, Xie J, Li Z, Zhang K, Wang G. et al. Influence of aquaculture practices on microbiota composition and pathogen abundance in pond ecosystems in South China. *Water Res X.* 2025; 27:100302. doi: 10.1016/j.wroa.2025.100302

9. Soltani M, Abdi K, Azizzadeh M, Farshgar R, Asadi S, Hoseini S. et al. Bacterial diseases in rainbow trout farms in Kurdistan and Kermanshah Provinces of Iran and their risk factors. J Vet Res. 2025;80(3):161-175. [doi: 10.22059/jvr.2025.388340.3481](https://doi.org/10.22059/jvr.2025.388340.3481)
10. Riborg A, Colquhoun DJ, Gulla S. Loss of motility in *Yersinia ruckeri* in Norwegian aquaculture. J Fish Dis. 2022;45(5):641-53. [doi: 10.1111/jfd.13590](https://doi.org/10.1111/jfd.13590)
11. Khalil SM, Orioles M, Tomé P, Galeotti M, Volpatti D. Lactococcosis in rainbow trout: pathogenesis and control. Aquaculture. 2024;580:740363. [doi: 10.1016/j.aquaculture.2023.740363](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.740363)
12. Halimi M, Alishahi M, Abbaspour MR, Ghorbanpoor M, Tabandeh MR. Oral vaccination against *Lactococcus garvieae*/*Streptococcus iniae* in rainbow trout. Fish Shellfish Immunol. 2020;99:505-13. [doi: 10.1016/j.fsi.2020.02.033](https://doi.org/10.1016/j.fsi.2020.02.033)
13. Hosseini S, Shokri H, Farshgar R. Probiotics as a tool for disease control in aquaculture: concentrate on six key bacterial fish pathogens. Casp J Vet Sci. 2025;2(1):1-30. [doi: 10.22034/cjvs.2025.517910.1036](https://doi.org/10.22034/cjvs.2025.517910.1036)
14. Shahi N, Mallik SK, Sahoo M, Chandra S, Singh AK. First report on characterization and pathogenicity study of emerging *Lactococcus garvieae* infection in farmed rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), from India. Transbound Emerg Dis. 2018;65(4):1039-48. [doi: 10.1111/tbed.12843](https://doi.org/10.1111/tbed.12843)
15. Gibello A, Blanco MM, Moreno MA, Cutuli MT, Domenech A, Domínguez L, et al. Development of a PCR assay for detection of *Yersinia ruckeri* in tissues of inoculated and naturally infected trout. Appl Environ Microbiol. 1999;65(1):346-50. [doi: 10.1128/AEM.65.1.346-350.1999](https://doi.org/10.1128/AEM.65.1.346-350.1999) PMID: 9872807
16. Mata AI, Blanco MM, Domínguez L, Fernández-Garayzábal JF, Gibello A. Development of a PCR assay for *Streptococcus iniae* based on the lactate oxidase (lctO) gene with potential diagnostic value. Vet Microbiol. 2004;101(2):109-16. [doi: 10.1016/j.vetmic.2004.03.01](https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2004.03.01) PMID: 15172693
17. Chu WH, Lu CP. Multiplex PCR assay for the detection of pathogenic *Aeromonas hydrophila*. J Fish Dis. 2005;28(7):437-41. [doi: 10.1111/j.1365-2761.2005.00628.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2761.2005.00628.x) PMID: 16083449
18. Meiri-Bendek I, Lipkin E, Friedmann A, Leitner G, Saran A, Friedman S, et al. A PCR-based method for the detection of *Streptococcus agalactiae* in milk. J Dairy Sci. 2002;85(7):1717-1723. [doi: 10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74245-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74245-8) PMID: 12201522
19. Forsman P, Tilsaia-Timisjrvi A, Alatossava T. Identification of staphylococcal and streptococcal causes of bovine mastitis using 16S-23SrRNA spacer regions. Microbiology. 1997;143(11):3491-3500. [doi: 10.1099/00221287-143-11-3491](https://doi.org/10.1099/00221287-143-11-3491) PMID: 9387227
20. Soltani M, Jamshidi Sh, Sharifpour I. Streptococcosis caused by *Streptococcus iniae* in farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Iran: biophysical characteristics and pathogenesis, Bull Eur Assoc Fish Pathol. 2005;25(3):95-106.
21. Conrads G, Gharbia SE, Gulabivala K, Lampert F, Shah H N. The use of a 16S rDNA directed PCR for the detection of endodontopathogenic bacteria. J Endodont. 1997;23(7):433-438. [doi: 10.1016/S0099-2399\(97\)80297-X](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(97)80297-X) PMID: 9587296
22. Wim J, Wannet B, Reessink M, Brunings H, Henny Maas M E. Detection of pathogenic *Yersinia enterocolitica* by a rapid and sensitive duplex PCR assay. J Clin Microbiol. 2001;39(12):4483-4486. [doi: 10.1128/JCM.39.12.4483-4486.2001](https://doi.org/10.1128/JCM.39.12.4483-4486.2001) PMID: 11724866
23. Ranjbar R, Salighehzadeh R, Sharifiyazdi H. Antimicrobial resistance and incidence of integrons in *Aeromonas* species isolated from diseased freshwater animals and water samples in Iran. Antibiotics. 2019;8(4):198. [doi: 10.3390/antibiotics8040198](https://doi.org/10.3390/antibiotics8040198) PMID: 31661794

24. Fadaeifard F, Rabiei M, Sharifpour MF. Genetic characterization of *Lactococcus garvieae* isolated from farmed rainbow trout by random amplified polymorphic DNA-PCR in Iran. J Hellenic Vet Med Soc. 2020;71(1):2023-30. doi: [10.12681/jhvms.22970](https://doi.org/10.12681/jhvms.22970)
25. Karami E, Alishahi M, Molayemraftar T, Ghorbanpour M, Tabandeh MR, Mohammadian T. Study of pathogenicity and severity of *Lactococcus garvieae* isolated from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) farms in Kohkilooieh and Boyerahmad province. Fish Aquat Sci. 2019;22(1):21. doi: [10.1186/s41240-019-0135-2](https://doi.org/10.1186/s41240-019-0135-2)
26. Dezfuly ZT, Alishahi M, Ghorbanpoor M, Tabandeh MR, Mesbah M. Effects of lipopolysaccharides (LPS) of *Yersinia ruckeri* on immune response in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) by intraperitoneal and oral administration. Iran J Vet Med. 2019;13(4):421-435.
27. Duman M, Altun S, Saticioglu IB, Romalde JL. Bacterial disease outbreaks in rainbow trout: review. J Fish Dis. 2025;48(9):e13886. doi: [10.1111/jfd.13886](https://doi.org/10.1111/jfd.13886)
28. Soltani M, Pakzad K, Taheri-Mirghaed A, Mirzargar S, Shekarabi SP, Yosefi P. et al. Dietary application of the probiotic *Lactobacillus plantarum* 426951 enhances immune status and growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) vaccinated against *Yersinia ruckeri*. Probiotics Antimicrob Proteins. 2019;11(1):207-219. doi: [10.1007/s12602-017-9376-5](https://doi.org/10.1007/s12602-017-9376-5)
29. Daneshamouz S, Haghi F, Zeighami H. Detection and identification of bacterial pathogens in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) samples from fish farms in Iran. Thalassas: Int J Mar Sci. 2020;36(1):133-41. doi: [10.1007/s41208-019-00169-9](https://doi.org/10.1007/s41208-019-00169-9)