Journal of Aquaculture Development
Vol. 19, No. 4, 2026, Pages: 93-106
DOI: 10.71901/jad-2025-4-860

RESEARCH PAPER **OPEN ACCESS**

Monitoring and evaluation of effective environmental and management risk factors in the selected farm of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) production of SPF in Amol City, Mazandaran province of Iran

Najjar Lashgari, S.[1], Sepahdari, A.[2], Kousha, M.[1*], Erfani, M.[1]

1- Coldwater Fishes Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization, Tonekabon, Iran
2- Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization, Tehran, Iran

Received: 17 November 2024 **Accepted: 12 January 2025**

Abstract

Introduction: This study was conducted to monitor and evaluate the effective environmental and administrative risk factors in the occurrence of some specific viral diseases in the rainbow trout production of specific pathogens free (SPF) in Amol city.

Methods and Materials: For this purpose, physical, chemical, and microbial factors of input and output water of the farm, such as dissolved oxygen, temperature, pH, nitrite, nitrate, ammonium, ammonia, and total bacteria count for six months from May to October 2017 were measured according to the standard method. Further, the fish were sampled to check for the possibility of infection with IPN, IHN, and VHS viruses.

Results and Discussion: The results showed that the mean temperature, dissolved oxygen, pH, nitrite, nitrate, ammonium, ammonia, and total bacteria count of input water were 13.23±1.6 C°, 8.45±0.39 mg/L, 8.63±0.28, 0.226±0.275 mg/L, 1.86±0.72 mg/L, 0.003±0.002 mg/L, 0.009±0.01 mg/L and 320.33 colony unit per mL, respectively, and output water were 13.0±1.58 C°, 8.29±0.24 mg/L, 8.54±0.38, 0.267±0.325 mg/L, 2.18±0.8 mg/L, 0.055±0.07 mg/L, 0.048±0.058 mg/L, and 505.5 colony unit per mL, respectively. In Addition, virology experiments showed that the cultured fish were not infected by IPN, IHN, and VHS viruses.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOI: 10.71901/jad-2025-4-860]

Conclusion: According to the obtained data, chemical parameters including nitrite and ammonia amounts, and total bacteria count were assessed as risk factors in the farm. Overall, environmental and management parameters in the selected farm in Amol City, Mazandaran province of Iran, were assessed as suitable and acceptable for the culture of rainbow trout Specific Pathogens Free (SPF).

Keywords: Monitoring and evaluation**,** Environmental and Management risk factors, Viral infections, Rainbow trout, SPF

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOI: 10.71901/jad-2025-4-860]

* *Corresponding Author: masoudkousha76@gmail.com*

نشریه توسعه آبزی‌پروری، سال نوزدهم، شماره چهام، زمستان ۱۴۰۴، صفحه های ۱۰۶-۹۳
DOI: 10.71901/jad-2025-4-860

"مقاله پژوهشی"

پایش و ارزیابی عوامل خطر محیطی و مدیریتی در مزرعه منتخب تولید قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) عاری از عوامل بیماری‌زای خاص (SPF) در شهرستان آمل، استان مازندران

سلطنت نجار لشگری[۱]، ابوالفضل سپهداری[۲]، مسعود کوشا [۱*]، میثم عرفانی[۱]

۱- مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تنکابن، ایران
۲- مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۸/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۲۳

چکیده

این پژوهش به منظور پایش و ارزیابی عوامل خطر محیطی و مدیریتی مؤثر در بروز برخی از بیماری‌های ویروسی خاص در مزرعه منتخب تولید قزل‌آلای رنگین‌کمان عاری از عوامل بیماری‌زای خاص (SPF) در شهرستان آمل، استان مازندران انجام شد. برای این منظور، متغیرهای فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب ورودی و خروجی مزرعه شامل اکسیژن محلول، دما، pH، نیتریت، نیترات، آمونیوم، آمونیاک و کل باکتری‌ها به مدت ۶ ماه از خرداد تا آبان ۱۳۹۶ بر اساس روش‌های استاندارد مورد سنجش قرار گرفتند. همچنین ماهیان موجود جهت بررسی احتمال آلودگی به ویروس‌های IPN، IHN و VHS نمونه‌برداری شدند. نتایج بررسی‌ها نشان داد که میانگین دما، اکسیژن محلول، pH، نیتریت، نیترات، آمونیوم، آمونیاک و کل باکتری‌های آب ورودی مزرعه به‌ترتیب ۱/۶±۱۳/۲۳درجه‌سانتی‌گراد، ۴۵/۳۹±۸/۰ میلی‌گرم در لیتر، ۰/۲۸± ۸/۶۳ ۰/۲۷۵± ۰/۲۲۶ میلی‌گرم در لیتر۰/۷۲± ۱/۸۶ میلی‌گرم در لیتر، ۰/۰۰۲± ۰/۰۰۳ میلی‌گرم در لیتر، ۰/۰۱± ۰/۰۰۹ میلی‌گرم در لیتر و ۳۲۰/۳۳ واحد پرگنه در میلی‌لیتر، و برای آب خروجی مزرعه به‌ترتیب ۱/۵۸ ± ۱۳/۰ درجه‌سانتی‌گراد، ۰/۲۴± ۸/۲۹ میلی‌گرم در لیتر، ۰/۳۸± ۸/۵۴ ۰/۳۲۵±۰/۲۶۷ میلی‌گرم در لیتر، ۰/۸±۲/۱۸ میلی‌گرم در لیتر، ۰/۰۷± ۰/۰۵۵ میلی‌گرم در لیتر، ۰/۰۵۸± ۰/۰۴۸ میلی‌گرم در لیتر و ۵۰۵/۵ واحد پرگنه در میلی‌لیتر بود. آزمایش‌های ویروس‌شناسی نیز نشان دادند که ماهیان پرورشی مزرعه آلوده به ویروس‌های IPN، IHN و VHS نبودند. بر اساس داده‌های بدست‌آمده، مقادیر نیتریت، آمونیاک و کل باکتری موجود در آب به‌عنوان عوامل خطر در این مزرعه محسوب شدند. به‌طورکلی، فراسنجه‌های محیطی و مدیریتی در مزرعه منتخب شهرستان آمل، استان مازندران برای پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان عاری از عوامل بیماری‌زای خاص مناسب و قابل قبول ارزیابی شدند.

کلمات کلیدی: پایش و ارزیابی، عوامل خطر محیطی و مدیریتی، قزل‌آلای رنگین‌کمان، SPF

* عهده‌دار مکاتبات: masoudkousha76@gmail.com

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOI: 10.71901/jad-2025-4-860]

مقدمه

کیفیت آب به‌طورمستقیم بر روی سلامت و رشد موجودات آبزی اثرگذار است. عوامل فیزیکی مانند دما، عوامل شیمیایی مانند مواد محلول در آب، فرآیندهای زیستی از قبیل تنفس و دفع ضایعات متابولیکی و عوامل مدیریتی تغییرات زیادی را در کیفیت آب ایجاد می‌کنند (Guerrero and Fernandez, 2018). پیشرفت‌های صنعتی و برنامه‌های توسعه‌ای نیز علی‌رغم تمام منافعی که برای انسان به‌همراه داشته‌اند، سبب بسیاری از مخاطرات قابل توجه در محیط زیست آبزیان شده‌اند. ارزیابی ریسک یک روش منطقی برای تعیین اندازه کمی و کیفی خطرات و بررسی پیامدهای بالقوه ناشی از حوادث احتمالی بر روی افراد، مواد، تجهیزات و محیط است. در حقیقت از این طریق میزان کارآمدی روش‌های کنترلی مشخص شده و داده‌های با ارزشی برای تصمیم‌گیری به‌منظور کاهش ریسک، بهسازی سامانه‌های کنترلی و برنامه‌ریزی برای واکنش مناسب در برابر آنها فراهم می‌شود. راهکار اصلی و توصیه سازمان خوار و بار و کشاورزی ملل متحد (FAO)[۲] و سازمان جهانی بهداشت حیوانات (WOAH)[۳] برای جبران کمبود تولید، افزایش امنیت زیستی و مدیریت بهداشتی در مزارع بر پایه تجزیه و تحلیل خطرات و نقاط کنترل بحرانی (HACCP)[۴] و اقدامات بهینه آبزی‌پروری (GAP)[۴] می‌باشد (Sepehdari and Abdi, 2023). ارزیابی ریسک از سه بخش اصلی شناسایی خطرات، ارزیابی ریسک خطرات شناسایی شده و ارائه پیشنهادات برای اقدامات ایمنی بعدی تشکیل شده است. برنامه‌ریزی مدیریت ریسک فرآیندی است که طی آن تصمیم‌گیری برای چگونگی مدیریت ریسک فعالیت‌های یک پروژه انجام می‌شود. بایستی اطمینان حاصل شود که سطح، نوع و شفافیت مدیریت اعمال شده با ریسک و اهمیت پروژه برای ذینفعان متناسب است (Masoudi Ashtiani *et al*., 2013). آگاهی از خطرات مختلف زیست‌محیطی، شناسایی منشأ خطرات، شناسایی گونه‌های در معرض خطر، ارزیابی شدت و وسعت خطرات احتمالی، برنامه‌ریزی برای اقدامات کنترلی، کاهش شدت و تکرار حادثه، به حداقل رساندن خسارت‌های احتمالی، تأمین شرایط ایمن برای محیط زیست، تهیه و تدوین قوانین و مقررات مرتبط و برنامه‌ریزی پایش منظم اکوسیستم‌ها و موجودات آنها و بررسی میزان کارایی اقدامات انجام شده از جمله اهداف ارزیابی ریسک در محیط زیست است (Qala *et al.*, 2013; Sepehdari and Abdi, 2023). از سوی دیگر، چالش‌های اصلی در تولید ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در کشور وابستگی شدید به واردات تخم چشم‌زده و تلفات ناشی از بیماری‌های خطرناک ویروسی نظیر بیماری نکروز عفونی لوزالمعده (IPN)،[۳] سپتی سمی ویروسی خونریزی‌دهنده (VHS)[3]و نکروز عفونی بافت خونساز (IHN)[۸] است، که ضمن ایجاد وابستگی به کشورهای خارجی، سالیانه خسارت‌های سنگینی به تولیدکنندگان وارد می‌نماید (Wertheim *et al.,* 2009).

از مهمترین راهکارهای افزایش بهره‌وری، فراهم نمودن امکان تولید مولدین و تخم‌چشم زده سالم و

[۲] Food and Agricalture Organization
[۳] World Organization for Animal Health
[۴] Hazard Analysis and Critical Control Points
[۴] Good Aquaculture Practices

[۳] Infectious Pancreatic Necrosis
[۳] Virous Hemorrhagic Septicemia
[۸] Infectious Hematopoietic Necrosis

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOI: 10.71901/jad-2025-4-860]

عاری از بیماری در کشور می‌باشد. وضعیت نگران-کننده موجود ایجاب نموده که مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور به تدوین و ارائه طرح کلان تولید قزل-آلای رنگین‌کمان عاری از عوامل بیماری‌زای خاص (SPF)[۴] در کشور اقدام نماید. مطالعاتی در خصوص ارزیابی ریسک عوامل خطر محیطی و مدیریتی مؤثر در بروز برخی از بیماری‌های ویروسی خاص در ایران انجام شده است، که می‌توان به پایش و ارزیابی مزارع منتخب تولید قزل‌آلای رنگین‌کمان در استان آذربایجان غربی (Nekoifard *et al*., 2017)، ارزیابی و تحلیل ریسک کلیه مراحل تولید میگوی پاسفید عاری از عوامل بیماری‌زای خاص (SPF) (Ayinjamshid *et al*., 2015) و پایش وضعیت بهداشتی، آلاینده‌ها و کیفیت آب در تولید میگوی آب شور (Qaidnia *et al*., 2015) اشاره کرد. اما تاکنون، مطالعه‌ای در این زمینه در مزارع تجاری تولید قزل‌آلای رنگین‌کمان واقع در شهرستان آمل انجام نشده است. لذا این تحقیق با هدف پایش و ارزیابی عوامل خطر محیطی و مدیریتی مؤثر در بروز برخی از بیماری‌های ویروسی خاص در مزرعه منتخب تولید قزل‌آلای رنگین‌کمان در شهرستان آمل به منظور شناسایی عوامل خطر و دستیابی به دستورالعمل مدیریت و کاهش مخاطرات ارزیابی شده انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این مطالعه از خرداد تا آبان ۱۳۹۶ در مزرعه منتخب تولید ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان عاری از بیماری خاص (SPF) واقع در شهرستان آمل انجام شد (شکل ۱). این مزرعه در منطقه گرمابدر روستای گزنک شهر لاریجان شهرستان آمل واقع شده، که دارای مختصات عرض جغرافیایی ۳۵º ۵۳´۳۷/۱ً شمالی و طول جغرافیایی ۵۲º ۱۲´۴۱/۲ً شرقی است. هم‌چنین، ارتفاع مزرعه از سطح دریا ۱۶۱۰ متر می‌باشد. زمینه اصلی فعالیت آن تکثیر و پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با ظرفیت تولید ۱۶۸ تن در سال می‌باشد. منبع تأمین آب مزرعه رودخانه با حداقل دبی ۳۰ و حداکثر ۱۰۰۰ لیتر در ثانیه است. سابقه انتقال بیماری توسط محموله‌های تخم چشم‌زده یا ماهی به مزرعه و سابقه بروز همه‌گیری و شیوع بیماری‌های مهم ویروسی و باکتریایی و واکسیناسیون در مزرعه وجود ندارد. در طول مدت اجرای پروژه ناهنجاری‌های ظاهری شامل کوتولگی، لوردوزیس[۵]، اسکلروزیس[۶]، خونریزی‌های جلدی، ضایعات و زخم‌های جلدی، ضایعات و خوردگی باله‌ها، تورم شکمی و اگزوفتالمی[۷] در ماهیان موجود در مزرعه مشاهده نشد.

[۱] Specific Pathogen Free

[۲] Lordosis
[۳] Sclerosis
[۳] Exophthalmos

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOI: 10.71901/jad-2025-4-860]

شکل ۱: نقشه هوایی و موقعیت جغرافیایی مزرعه منتخب تولید قزل‌آلای رنگین‌کمان عاری از عوامل بیماری‌زای خاص (SPF) در شهرستان آمل (Google Earth , 2023).

Figure 1: Aerial map and geographical location of the selected farm of Rainbow trout production of SPF in Amol City (Google Earth, 2023).

سنجش شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی آب

سنجش شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی آب به صورت ماهانه و طی مدت ۶ ماه از خرداد تا آبان ۱۳۹۶ براساس شرایط موجود در مزرعه منتخب تولید قزل‌آلای رنگین‌کمان در شهرستان آمل انجام گرفت. درجه حرارت، اکسیژن محلول (DO) و pH آب ورودی و خروجی مزرعه توسط دستگاه مولتی‌متر پرتابل HACH (HQ40d, US) اندازه‌گیری شدند. سپس نمونه‌های آب ورودی و خروجی جهت سنجش غلظت نیتریت، نیترات، آمونیوم و آمونیاک محلول در مجاورت یخ به آزمایشگاه اکولوژی مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی کشور واقع در شهرستان تنکابن منتقل شدند و به‌روش رنگ‌سنجی و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر پرتابل (Palintest 7500, UK) مورد سنجش قرار گرفتند (APHA, 1998). آزمایش‌ها با دو تکرار انجام، و نتایج به‌صورت میانگین ± انحراف استاندارد گزارش شدند.

سنجش کل باکتری‌های آب

نمونه‌برداری از آب ورودی و خروجی مزرعه با ۳ تکرار به‌صورت ماهانه و به مدت ۶ ماه طبق استاندارد ۴۲۰۸ ملی ایران انجام شد. برای این منظور در بطری را در زیر آب باز نموده تا آب وارد آن شود. باید دقت شود که ظرف کاملاً پر نشده و مقداری از آن خالی باشد تا باکتری‌های هوازی از بین نروند. سپس بطری‌های آب در یونولیت محتوی یخ به آزمایشگاه منتقل و در کمترین زمان ممکن شمارش کل باکتری‌های آب به‌روش پورپلیت (Pour Plate Method) انجام گردید (APHA, 1998). آزمایشات با یک تکرار انجام شد.

آزمایش ویروس‌شناسی

جهت بررسی احتمال آلودگی ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان مزرعه منتخب به بیماری‌های ویروسی IPN، IHN و VHS، وضعیت بهداشتی آنها از اداره کل دامپزشکی استان‌های مربوطه و آزمایشگاه ویروس‌شناسی پژوهشکده آبزی‌پروری آبهای داخلی بندرانزلی استعلام شد. همچنین از بافت‌های کلیه، طحال و آبشش ماهیان طبق پروتکل سازمان جهانی بهداشت

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOI: 10.71901/jad-2025-4-860]

حیوانات (WOAH) نمونه‌برداری انجام شد. نمونه‌های بافتی مربوط به کشت سلولی و RT-PCR تا هنگام آزمایش در فریزر منفی ۸۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. نمونه‌ها پس از هموژن شدن بر روی تیره‌های سلولی حساس EPC و BF2 تلقیح شده و سپس آزمایش‌های تشخیصی RT-PCR در آزمایشگاه ویروس شناسی پژوهشکده آبزی‌پروری آبهای داخلی کشور (بندر انزلی، ایران) انجام گرفت (WOAH, 2017).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای بررسی نرمال‌بودن داده‌ها از آزمون کولموگرف اسمیرنوف و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تی وابسته (Paired sample t-test) نرم‌افزار SPSS 23 در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد. برای رسم نمودار نیز از نرم‌افزار Excel 2016 استفاده گردید.

نتایج

نتایج بررسی شاخص‌های فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب ورودی و خروجی مزرعه منتخب تولید قزل‌آلای رنگین‌کمان در شهرستان آمل در ماه‌های خرداد تا آبان ۱۳۹۶ در جدول ۱ نشان داده شده است. میانگین اکسیژن محلول آب ورودی و خروجی به‌ترتیب ۸/۴۵±۰/۳۹ و ۸/۲۹±۰/۲۴ میلی‌گرم در لیتر بدست آمد که این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار بود (p<۰/۰۵) (شکل ۲). میانگین درجه حرارت، pH، نیتریت، نیترات، آمونیوم، آمونیاک و کل باکتری‌های آب ورودی و خروجی به‌ترتیب (۱۳/۲۳±۱/۶ و ۱۳/۱±۰/۵۸ درجه سانتی‌گراد)، (۸/۰±۶۳/۲۸ و ۸/۰±۵۴/۳۸) (شکل ۲)، (۰/۲۲۶±۰/۲۷۵ و ۰/۲۶۷±۰/۳۲۵ میلی‌گرم در لیتر)، (۱/۸۶±۰/۷۲ و ۲/۰±۱۸/۸ میلی‌گرم در لیتر)، (۰/۰۰۳±۰/۰۰۲ و ۰/۰±۰۵۵/۰۷ میلی‌گرم در لیتر)، (۰/۰±۰۰۹/۰۱ و ۰/۰±۰۴۸/۰۵۸ میلی‌گرم در لیتر) و (۳۲۰/۳۳ و ۵۰۵/۵ واحد پرگنه در میلی‌لیتر) بدست آمد که این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبود (p>۰/۰۵). نتایج آزمایش‌های ویروسی نیز نشان‌دهنده عاری بودن ماهیان مزرعه منتخب از ویروس های IPN، IHN و VHS در زمان پرورش در مزرعه بود.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

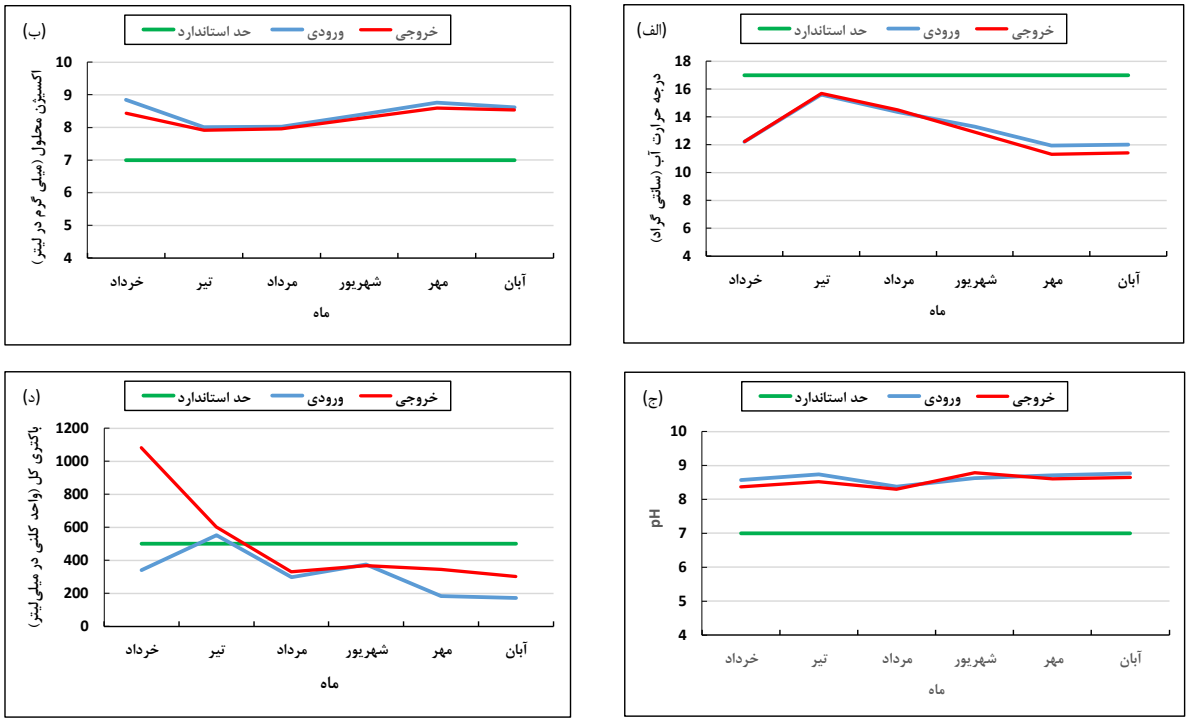
[DOI: 10.71901/jad-2025-4-860]

جدول ۱: میانگین شاخص‌های فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب ورودی و خروجی مزرعه منتخب تکثیر و پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان در شهرستان آمل طی مدت ۶ ماه.

Table 1: Mean physical, chemical, and microbial indices of input and output water of the selected farm of rainbow trout breeding in Amol City over 6 months.

Indices	Input water	Output water
Temperature (°C)	13.23 ± 1.6	13.0 ± 1.58
Dissolved Oxygen (mg/L)	8.45 ± 0.39*	8.29 ± 0.24*
pH	8.63 ± 0.28	8.54 ± 0.38
Nitrite (mg/L)	0.226 ± 0.275	0.267 ± 0.325
Nitrate (mg/L)	1.86 ± 0.72	2.18 ± 0.8
Ammonium (mg/L)	0.003 ± 0.002	0.055 ± 0.07
Ammonia (mg/L)	0.009 ± 0.01	0.048 ± 0.058
Total Bacteria (CFU/mL)	320.33	505.5

* Data are significantly different at the 95% probability level.

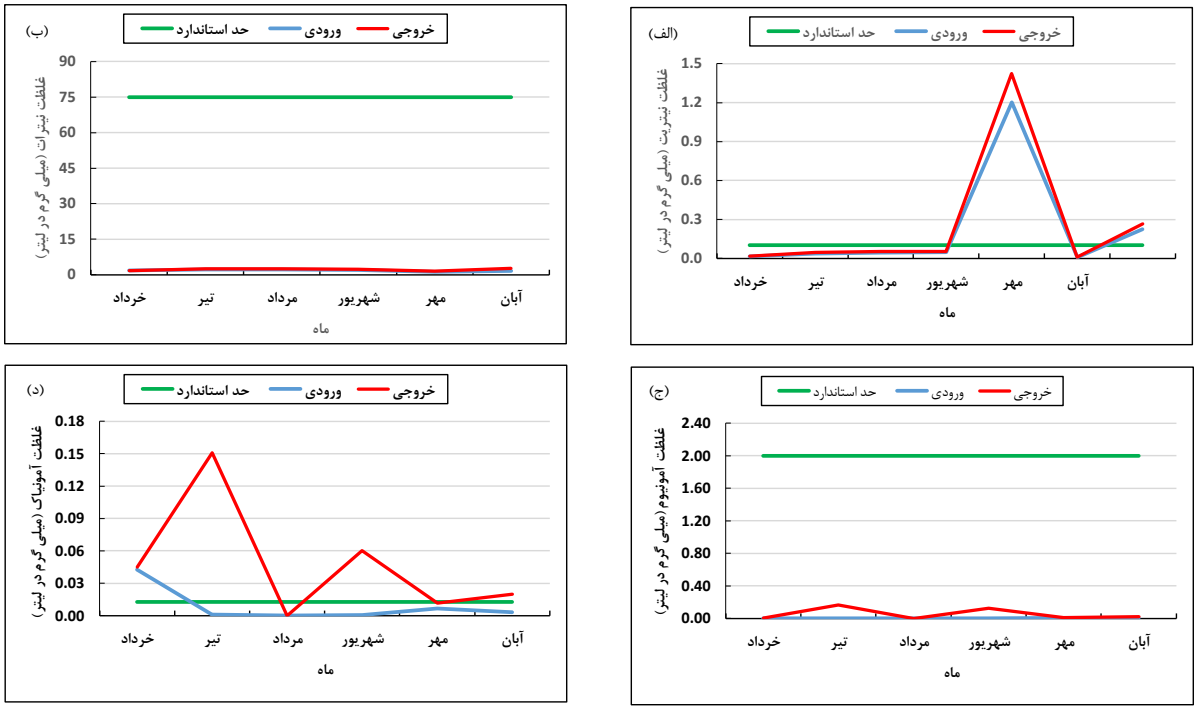


شکل ۲: میانگین درجه حرارت آب (سانتی گراد) (الف)، اکسیژن محلول (میلی‌گرم درلیتر) (ب)، pH (ج) و باکتری کل (واحد پرگنه در میلی‌لیتر) (د) آب ورودی و خروجی مرکز منتخب تولید قزل‌آلای رنگین‌کمان عاری از بیماری خاص (SPF) در شهرستان آمل در مدت ۶ ماه.

Figure 2: Mean water temperature (°C) (a), dissolved oxygen (mg/L) (b), pH (c), and total bacteria (CFU/mL) (d) of the input and output water of the selected farm of Rainbow trout production of SPF in Amol City over 6 months.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOI: 10.71901/jad-2025-4-860]



شکل ۳: میانگین غلظت نیتریت (الف)، نیترات (ب)، آمونیوم (ج)، و آمونیاک (د) (میلی‌گرم درلیتر) آب ورودی و خروجی مرکز منتخب تولید قزل‌آلای رنگین‌کمان عاری از بیماری خاص (SPF) در شهرستان آمل در مدت ۶ ماه.

Figure 3: Mean concentrations of nitrite (a), nitrate (b), ammonium (c), and ammonia (d) (mg/L) in the input and output water of the selected farm of Rainbow trout production of SPF in Amol City over 6 months.

بحث

بیشتر عوامل بیماری‌زا در ماهیان فرصت‌طلب می‌باشند، و از این‌رو حفظ بهداشت و سلامتی ماهیان در مزارع پرورشی و جلوگیری از ابتلای آنها به هر گونه عوامل آسیب‌رسان نقش بسزایی در افزایش تولید و کاهش هزینه‌ها دارد. پیچیدگی بیماری‌ها، تنوع و فراوانی عوامل بیماری‌زای عفونی (انگل، قارچ، باکتری و ویروس) و غیرعفونی (محیطی، تغذیه‌ای، ژنتیکی، آسیب‌های فیزیکی) از عمده نگرانی‌های پرورش‌دهندگان بوده و اثرات زیانباری به‌صورت مرگ و میر، کاهش رشد، کاهش باروری، کاهش ضریب تبدیل غذایی، کاهش کیفیت تولید، از دست دادن زمان تولید، افزایش هزینه‌ها، محدودیت‌های استفاده از تخم ماهی، فروش و بازاریابی را در چرخه تولید به‌وجود می‌آورند (Nafisi Bahabadi, 2010).

هرگونه تغییرات شدید در خواص فیزیکی، شیمیایی و زیستی آب در مراحل پرورش به عنوان شرایط ناتوان‌کننده محیطی عمل نموده و با ایجاد اختلال در تعادل زیستی ماهی سبب ضعیف شدن سیستم دفاعی بدن و در نهایت منجر به بروز بیماری و یا مرگ می‌شود (Smith, 2019).

درجه حرارت آب یک عامل کلیدی مستعدکننده بیماری در ماهیان محسوب می‌شود. بیماری در ماهیان نه تنها به رشد و توان عامل بیماری‌زا بستگی دارد، بلکه به سیستم ایمنی ماهی که به درجه حرارت محیط وابسته می‌باشد، نیز مربوط است (Makesh and Rajendran, 2023). دامنه درجه حرارت ترجیحی آب برای پرورش

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOI: 10.71901/jad-2025-4-860]

قزل‌آلای رنگین‌کمان به ترتیب ۹-۱۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (Esmaeili Sari, 2012; Nikzad *et al*., 2024)، و دامنه نوسانات درجه حرارت اندازه‌گیری شده در ورودی و خروجی مزرعه طی ۱۲ مرحله به‌ترتیب بین ۱۵/۶۰-۱۱/۹۵ و ۱۵/۷۰-۱۱/۳۰ درجه سانتی‌گراد بود. با توجه به نتایج به‌دست آمده میانگین درجه حرارت آب در محدوده بهینه پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان قرار دارد. حد استاندارد اکسیژن محلول آب در پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بیشتر از ۷ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد (Noble *et al*., 2020)، و دامنه نوسانات اکسیژن محلول اندازه‌گیری شده در ورودی و خروجی مزرعه طی ۱۲ مرحله به‌ترتیب بین ۸/۸۵-۸/۰۲ و ۸/۵۹-۷/۹۲ میلی‌گرم در لیتر بود. با توجه به نتایج به‌دست آمده میانگین اکسیژن محلول آب ورودی و خروجی مزرعه در ماه‌های مختلف بیشتر از حد استاندارد پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بود. دامنه اسیدیته (pH) مطلوب پرورش ماهی بین ۸/۴-۶/۸ می‌باشد (Nafisi Bahabadi, 2010; Tahmasebi *et al*., 2023)، و دامنه نوسانات pH اندازه‌گیری شده در ورودی و خروجی طی ۱۲ مرحله به‌ترتیب بین ۸/۷۷-۷/۳۷ و ۸/۳۱-۷/۷۸ بود. با توجه به نتایج به‌دست آمده میانگین pH آب ورودی در ماه‌های مورد سنجش در محدوده بهینه پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان قرار دارد.

پرورش و نگهداری آبزیان از جمله ماهی همواره با تولید مقادیر زیادی آمونیاک، آمونیوم، نیتریت و نیترات همراه می‌باشد که افزایش آنها در محیط به‌طور مستقیم بر سلامت آبزی تأثیرگذار است. علاوه بر این، عوامل فوق زیستگاه مناسبی را برای رشد و شکوفایی میکروارگانیسم‌های نامطلوب که می‌توانند به‌صورت غیرمستقیم بر سلامت ماهی اثرگذار باشند، فراهم می‌سازند. میزان نیتریت ترجیحی آب در سیستم پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان کمتر از ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد (Noble *et al*., 2020)، و دامنه نوسانات نیتریت اندازه‌گیری شده در ورودی و خروجی مزرعه طی ۱۲ مرحله به‌ترتیب ۰/۰۴۸-۰/۰۰۸ و ۰۱/۴۲۴-۰/۱ میلی‌گرم در لیتر بود. با توجه به نتایج به‌دست آمده میانگین نیتریت آب ورودی و خروجی در ماه مهر بیشتر از حد مطلوب پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بود که می‌تواند به‌دلیل استفاده از آب رودخانه و آلودگی‌های وارده به آن باشد. بنابراین، در این مطالعه نیتریت به عنوان عامل خطر محسوب گردید. میزان نیترات ترجیحی آب برای پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان ۷۵ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد (Esmaeili Sari, 2010) و دامنه نوسانات نیترات اندازه‌گیری شده در ورودی و خروجی مزرعه طی ۱۲ مرحله به‌ترتیب ۲/۲۷-۱/۲۹ و ۲/۶۴-۱/۴۷ میلی‌گرم در لیتر بود. با توجه به نتایج به‌دست آمده میانگین نیترات آب ورودی و خروجی در ماه‌های مورد سنجش خیلی کمتر از ۷۵ میلی‌گرم در لیتر بود. سمیت آمونیاک وابسته به میزان آمونیوم نیتروژنی، pH و درجه حرارت آب است (Colt *et al.,* 2009). دامنه آمونیاک ترجیحی آب در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان ۰/۰۲-۰/۰۱ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد (Esmaeili Sari, 2012) و دامنه نوسانات آمونیاک اندازه‌گیری شده در ورودی و خروجی مزرعه طی ۱۲ مرحله به‌ترتیب بین ۰/۰۴۳- ۰ و ۰/۱۵۱ — ۰ میلی‌گرم در لیتر بود. با توجه به نتایج به‌دست آمده میانگین آمونیاک آب ورودی در ماه خرداد و آب خروجی در ماه های خرداد، تیر و مرداد بالاتر از حد قابل قبول پرورش ماهی قزل‌آلای

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOI: 10.71901/jad-2025-4-860]

رنگین‌کمان بود که دلیل آن می‌تواند بالا رفتن درجه حرارت و کاهش میزان اکسیژن محلول آب در ماه‌های مذکور و استفاده از آب رودخانه و آلودگی‌های وارده به آن باشد. بنابراین، آمونیاک به‌عنوان عامل خطر محسوب گردید. حد ترجیحی آمونیوم آب برای پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان ۲ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد (Alizadeh Sabet, 2010). دامنه نوسانات آمونیوم اندازه‌گیری شده در ورودی و خروجی طی ۱۲ مرحله به‌ترتیب بین ۰/۰۰۸- ۰ و ۰/۱۶۷ - ۰ میلی‌گرم در لیتر بود. لذا میانگین آمونیوم آب ورودی و خروجی کمتر از حد بحرانی آمونیوم برای پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بود.

میکروارگانیسم‌های حاضر در محیط‌های آبی از جمله باکتری‌های گرم منفی به‌طور طبیعی در آب، لجن و سطح بدن ماهی وجود دارند و به عنوان عامل بیماری‌زای بالقوه برای انواع ماهیان مطرح بوده و با ایجاد بیماری‌های مهم از جمله پوسیدگی باله، آبشش و آرواره، کولومناریس، بیماری باکتریایی آبشش، زخم‌های پوستی شبه زین اسب و سندرم مرگ و میر نوزادان مشکلاتی را همراه با بروز تلفات در ماهیان پرورشی به‌وجود می‌آورند (Nafisi Bahabadi, 2010). میزان کل باکتری‌های ترجیحی آب در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان CFU/ml ۵۰۰ می‌باشد. دامنه نوسانات کل باکتری‌های آب اندازه‌گیری شده در ورودی و خروجی مزرعه طی ۱۲ مرحله به‌ترتیب بین ۵۵۳ – ۱۷۱ و ۱۰۸۳ - ۳۰۳ واحد پرگنه در میلی‌لیتر بود. با توجه به نتایج به‌دست آمده میانگین کل باکتری‌های آب ورودی و خروجی در ماه‌های خرداد و تیر بالاتر از حد قابل قبول پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بود که دلیل آن می‌تواند بالا بودن میزان درجه حرارت آب در ماه‌های مذکور باشد و در این مطالعه به عنوان عامل خطر محسوب گردید. در مطالعه‌ای بر روی پایش و ارزیابی عوامل خطر محیطی و مدیریتی مؤثر در بروز برخی از بیماری‌های ویروسی خاص در تولید قزل‌آلای رنگین‌کمان عاری از عوامل بیماری‌زای خاص در مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی کشور، گرمای هوا در برخی ماه‌های گرم سال، هوادهی ناقص استخرها و تعویض نامنظم آب را به‌عنوان برخی عوامل خطرساز در تولید قزل‌آلای رنگین‌کمان مطرح نمودند (Najjar Lashgari *et al*., 2021).

علی‌رغم منفی شدن نتایج آزمایش‌های ویروس‌شناسی ماهیان مزرعه منتخب تولید قزل‌آلای رنگین‌کمان همواره احتمال انتقال عوامل بیماری‌زا به دلیل تأمین آب از رودخانه هراز و مراکز تکثیر و پرورش ماهی دیگر در بالادست وجود خواهد داشت و ممکن است این عوامل بیماری‌زا به‌صورت نهفته در بدن ماهی باقی بمانند و در زمانی که شرایط مناسب شود، بروز نمایند. از این‌رو، عوامل مدیریتی نقش مهمی در جلوگیری از بروز عوامل بیماری‌زا در ماهیان دارند.

همچنین با بررسی منظم ماهیان مزرعه منتخب و عدم مشاهده ناهنجاری‌های ظاهری شامل شنای عمودی، عصبی یا چرخشی، تیرگی رنگ، خونریزی‌های جلدی، ضایعات و زخم‌های جلدی، ضایعات و خوردگی باله‌ها، تورم شکمی و بیرون‌زدگی چشم، عدم بروز عوامل بیماری‌زا مورد بررسی قرارگرفت (Soltani, 2017).

جلوگیری از ترددهای غیرضروری، وجود انبار غذا با شرایط نگهداری و تهویه مناسب، استفاده از ماشین حمل دارای مجوز بهداشتی حمل جهت انتقال ماهی به مزرعه و خارج از آن، ایجاد حمام برای استریل نمودن

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOI: 10.71901/jad-2025-4-860]

چرخ وسایل نقلیه و ضد عفونی نمودن بدنه خارجی آن با استفاده از مواد ضد عفونی کننده، ایجاد حمام پایی برای ضد عفونی نمودن پاپوش افراد قبل از ورود به محل نگهداری ماهیان، رعایت بهداشت فردی توسط پرسنل، آموزش پرسنل در حوزه‌های مختلف آبزی پروری، وجود مسئول فنی در حوزه‌های شیلات و دامپزشکی، اصلاح و بهبود سیستم های پرورش، دفن بهداشتی ماهیان تلف شده، عدم استفاده از ابزار مشترک، بررسی منظم وضعیت بهداشتی ماهیان، کنترل دبی آب ورودی، سنجش و کنترل منظم فراسنجه‌های فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب ورودی و نگهداری ماهیان در اندازه‌های مختلف به‌صورت مجزا از جمله عوامل مدیریتی بود که در جلوگیری از بروز عوامل بیماری‌زای ویروسی در ماهیان این مزرعه مورد توجه قرارگرفت.

از سوی دیگر، با در نظر گرفتن دبی آب ورودی در این مزرعه از ذخیره‌سازی بیش از حد ماهیان و ایجاد استرس و افزایش احتمال بروز بیماری در ماهیان جلوگیری شد. هم‌چنین، با سنجش فراسنجه‌های فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب ورودی و خروجی به‌صورت منظم و تطبیق موارد اندازه‌گیری شده با استانداردهای لازم جهت پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، از مناسب بودن کیفیت آب مرکز برای تکثیر و پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان اطمینان حاصل شد (Noble *et al*., 2020).

بروز هر سه ویروس وابسته به درجه حرارت آب و اندازه ماهی است. ویروس‌های IPN و VHS در دمای پایین‌تر از ۱۴ درجه سانتی‌گراد بروز می‌کنند، و ویروس IHN نیز در دمای پایین‌تر از ۱۵ درجه سانتی‌گراد بروز می‌نماید (Soltani, 2017). با توجه به اینکه متوسط دمای آب ورودی و خروجی به ترتیب ۱/۶ ± ۱۳/۲۳ و ۱/۵۸ ± ۱۳/۰ درجه سانتی‌گراد بود، شرایط لازم برای بروز عوامل بیماری‌زای ویروسی وجود داشت اما به‌دلیل رعایت الزامات مدیریتی و امنیت زیستی رخ نداد. همچنین، ویروس‌های IPN و IHN اغلب در بچه ماهی و ویروس VHS در ماهیان انگشت قد و پرواری بروز می‌کند (Soltani, 2017). با نگهداری ماهیان در اندازه‌های مختلف به‌صورت مجزا از یکدیگر، به نحوی که آب ورودی و خروجی هرکدام جدای از یکدیگر بودند، سعی شد تا از انتقال احتمالی عوامل بیماری‌زای ویروسی از ماهیان مقاوم‌تر به ماهیان آسیب پذیرتر جلوگیری شود. به‌طور کلی با رعایت موارد فوق الذکر علیرغم واقع شدن مزرعه موردنظر در منطقه آلوده هراز از بروز عوامل بیماری‌زای ویروسی در ماهیان جلوگیری شد.

نتیجه گیری

دراین مطالعه، نقش عوامل خطر محیطی و مدیریتی در بروز برخی از بیماری‌های ویروسی خاص در مزرعه منتخب تولید قزل‌آلای رنگین‌کمان عاری از عوامل بیماری‌زای خاص (SPF) در شهرستان آمل، استان مازندران مورد پایش و ارزیابی قرار گرفت. نتایج سنجش شاخص‌های فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب مزرعه نشان داد که نیتریت، آمونیاک و کل باکتری موجود در آب به‌عنوان عوامل خطر محیطی در این مزرعه محسوب می‌شوند. با این وجود، آزمایش‌های ویروس‌شناسی حاکی از عدم آلودگی ماهیان مزرعه به ویروس‌های IPN، IHN و VHS بود که به‌دلیل رعایت الزامات مدیریتی و امنیت زیستی بود.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOI: 10.71901/jad-2025-4-860]

جلوگیری از ترددهای غیرضروری، وجود انبار غذا با شرایط نگهداری و تهویه مناسب، استفاده از ماشین حمل دارای مجوز بهداشتی حمل جهت انتقال ماهی به مزرعه و خارج از آن، ایجاد حمام برای استریل نمودن چرخ وسایل نقلیه و ضد عفونی نمودن بدنه خارجی آن با استفاده از مواد ضد عفونی کننده، ایجاد حمام پایی برای ضد عفونی نمودن پاپوش افراد قبل از ورود به محل نگهداری ماهیان، رعایت بهداشت فردی توسط کارکنان، آموزش نیروی انسانی در حوزه های مختلف آبزی پروری، وجود مسئول فنی در حوزه های شیلات و دامپزشکی، اصلاح و بهبود سیستم های پرورش، دفن بهداشتی ماهیان تلف شده، عدم استفاده از ابزار و لوازم مشترک، بررسی منظم وضعیت بهداشتی ماهیان، کنترل دبی آب ورودی، سنجش و کنترل منظم فراسنجه‌های فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب ورودی و نگهداری ماهیان در اندازه‌های مختلف به‌صورت مجزا از جمله عوامل مدیریتی بود که در جلوگیری از بروز عوامل بیماری‌زای ویروسی در ماهیان این مزرعه مورد توجه قرارگرفت.

همچنین استفاده از منابع آبی مطمئن مانند چاه یا چشمه که از کوه یا اعماق زمین جاری می‌شوند و جایگزین نمودن آنها با آب رودخانه و توجه به مکانیزاسیون مانند استفاده از سیستم‌های تزریق ازن و UV، استفاده از سیستم برگشت آب و درام (Drum filter) و فیلتر زیستی (Biofilter) در کنار پایش و ارزیابی منظم فراسنجه‌های فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب و وضعیت سلامت ماهیان می تواند سبب ارتقاء مدیریت بهداشتی مزرعه گردد.

سپاسگزاری

این پروژه با حمایت مالی معاونت محترم علمی و فناوری ریاست جمهوری، استانداری مازندران و مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور با شماره مصوب ۹۴۰۰۸۵-۹۴۰۰۴-۹۴۰۱-۰۲۵-۱۲-۱۲-۰۱۴۸ انجام شده است. نویسندگان بر خود لازم می دانند از کلیه کسانی که در مراحل مختلف اجرای پروژه با آنها همکاری داشته اند تشکر و قدردانی نمایند.

منابع

1. Alizadeh Sabet, H., 2010. The study of production capacity of water resources of Tehran province, phase I: investigation of Tehran Saleh Abad aqueduct for fish breeding, *Iran Fisheries Science Research Institute*. 58 P. [In Persian]
2. American Public Health Association (APHA), 1998. Standard methods for the examination of water and waste water. 20th edition. NewYork. USA. 2671 P.
3. Ayinjamshid, Kh., Haqshanas, A., Qaidnia, B., Rasti, S., Zindabudi, A., Mirbakhsh, M. and Dashtiannasb, A. 2015. Environmental risk assessment studies of shrimp production centers of specific pathogens free (SPF), *Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Iran Shrimp Research Center*. 73 P. [In Persian]
4. Colt, J., Watten, B. and Rust, M., 2009. Modeling carbon dioxide, pH, and un-ionized ammonia relationships in serial reuse systems. *Aquaculture Engineering*, *40*(1), pp.28-44. DOI: 10.1016/j.aquaeng.2008.10.00
5. Guerrero, R.D. and Fernandez, P.R., 2018. Aquaculture and Water Quality Management in the Philippines. In: Rola, A., Pulhin, J., Arcala Hall, R. (eds) Water Policy in the Philippines. Global Issues in Water Policy, Springer, Cham. *8*, pp. 143-162. DOI: 10.1007/978-3-319-70969-7_7

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOI: 10.71901/jad-2025-4-860]

Nofima, 310 P.
14. Qaidnia, B., Sepehdari, A., Noorinejad, M. and Hossein-Khezri, P., 2015. Improvement and monitoring of sanitary conditions, pollutants and water quality. *Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Iran Shrimp Research Institute*. 171 P. [In Persian]
15. Qala, S., Serahati, Sh. and Safai, F., 2013. Investigation and comparison of environmental risk assessment methods, *The second environmental planning and management conference*, Tehran, Iran. 136 P.
16. Sepehdari, A. and Abdi, K., 2023. Good aquaculture practices (GAP), hazard analysis and determination of critical points (HACCP) biosecurity principles in breeding centers for rainbow trout (with an emphasis on SPF products), Tehran, Iranian Fisheries Sciences Research Institute Publication. 166 P. [In Persian]
17. Smith, S.A., 2019. Fish Diseases and Medicine. CRC Press. 412 P.
18. Soltani, M., 2017. Viral diseases of fish. Tehran University Press. Tehran. 380 P. [In Persian]
19. Tahmasebi, M.H., Masoudian, M. and Fereshteh Nikzad, F., 2023. Investigation of the used groundwater quality of rainbow trout farming in the Mazandaran Plain. *Journal of Aquaculture Development. 17*(4), pp.25-37. DOI: 10.22034/17.4.25
20. Wertheim, J.O., Tang, K.F.J., Navarro, S.A. and Lightner, D.V., 2009. A quick fuse and the emergence of Taura syndrome virus. *Virology*, *390*(2), pp.324–329. DOI:10.1016/j.virol.2009.05.010
21. WOAH, 2017. Manual of diagnostic test for aquatic animals. World Organization for Animal Health, Paris.
6. Esmaeili Sari, A., 2012. Pollution, health and environmental standards, Tehran, Naqsh Mehr Publications. 798 P. [In Persian]
7. Makesh M. and Rajendran, K.V., 2023. Fish immune system and vaccines. Springer. 290 P.
8. Masoudi Ashtiani, A.M., Aliakbari Rasa, S., Yousefzadegan, M.S. and Pishbin, S.A., 2013. Risk management and risk identification techniques and risk assessment. *Academic Jihad Publications of Mashhad University.* 164 P. [In Persian]
9. Nafisi Bahabadi, M., 2010. An applied guide for cultivation rainbow trout, Bandar Abbas, Hormozgan University Publications. 365 P. [In Persian]
10. Najjar Lashgari, S., Sepahdari, A. and Babaalian Amiri, A.R., 2021. Evaluation of environmental and management risk factors effective in the occurrence of certain viral diseases in the production center of SFP rainbow trout in the Iran. *International Journal of Veterinary Research*, *1*(1), pp.41-51. DOI: 10.52547/injvr.1.1.41
11. Nekoifard, A., Qolizadeh, M., Afsharansab, M., Saidgar, M., Shiri, S., Ganji, S. and Mostafazadeh, B., 2017. Monitoring and evaluation of environmental and management effective risk factors in the occurrence of some specific viral diseases in selected farms in pollution-free areas in West Azerbaijan province. *Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Iran Artemia Research Center*. 72 P. [In Persian]
12. Nikzad, F., Masoudian, M. and Kalantari, D., 2024. Investigation of effluent quality of trout fish farm, case study "Amole region ". *Journal of Aquaculture Development.* 18(3), pp.47-59. DOI: 10.71901/jad-2024-1-810 [In Persian]
13. Noble, C., Gismervik, K., Iversen, M. H., Kolarevic, J., Nilsson, J., Stien, L. H. and Turnbull, J.F. (Eds.)., 2020. Welfare Indicators for farmed rainbow trout: tools for assessing fish welfare,

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOI: 10.71901/jad-2025-4-860]