

Research Article

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

Saltanat Najjar Lashgari, Masoud Kousha *, Mehdi Mohammad Alikhani

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

Key Words

Monitoring and evaluation
Environmental and
Management risk factors
Viral infections
Rainbow trout
SPF

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 Tonekabon city.

Materials & Methods: 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 Oct 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. The investigated farm had two separate input and output water, a river and a spring and stream.

Results: Mean temperature, dissolved oxygen, pH, nitrite, nitrate, ammonium, ammonia, and total bacteria count of river input water were 15.86 ± 1.14 °C, 8.98 ± 0.28 mg/L, 8.36 ± 0.26 , 0.02 ± 0.02 mg/L, 1.42 ± 0.2 mg/L, 0.04 ± 0.03 mg/L, 0.03 ± 0.03 mg/L and 221.17 colony unit per mL, respectively, and river output water were 16.27 ± 0.97 °C, 8.72 ± 0.27 mg/L, 8.26 ± 0.18 , 0.03 ± 0.02 mg/L, 1.88 ± 0.36 mg/L, 0.14 ± 0.1 mg/L, 0.14 ± 0.1 mg/L, and 411.17 colony unit per mL, respectively. Further, mean temperature, dissolved oxygen, pH, nitrite, nitrate, ammonium, ammonia, and total bacteria count of spring and stream input water were 16.5 ± 0.73 °C, 8.82 ± 0.19 mg/L, 8.14 ± 0.19 , 0.02 ± 0.02 mg/L, 2.6 ± 0.83 mg/L, 0.13 ± 0.12 mg/L, 0.13 ± 0.11 mg/L and 68.67 colony unit per mL, respectively, and spring and stream output water were 16.08 ± 1.01 °C, 8.7 ± 0.21 mg/L, 8.15 ± 0.26 , 0.03 ± 0.02 mg/L, 3.07 ± 0.67 mg/L, 0.21 ± 0.18 mg/L, 0.2 ± 0.17 mg/L, and 186 colony unit per mL, respectively. According to the obtained data, temperature, pH, ammonia amounts, and total bacteria count were assessed as risk factors in the river water of the farm, and temperature, pH, and ammonia amounts were evaluated as risk factors in the spring and stream water of the farm. In Addition, virology experiments showed that the cultured fish were not infected by IPN, IHN, and VHS viruses.

Conclusion: Overall, environmental and management parameters in the selected farm in Tonekabon City, Mazandaran province of Iran were assessed as suitable and acceptable for the culture of rainbow trout Specific Pathogens Free (SPF).

Article info

* Corresponding Author's email:
masoudkousha76@mail.com

Received: 23 March 2025

Reviewed: 22 April 2025

Revised: 24 June 2025

Accepted: 27 July 2025

مقاله علمی - پژوهشی

پایش و ارزیابی عوامل خطر محیطی و مدیریتی مؤثر در مزرعه تولید قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) عاری از عوامل بیماری‌زای خاص (SPF)

سلطنت نجار لشگری، مسعود کوشا*، مهدی محمدعلی‌خانی

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

کلمات کلیدی

چکیده

پایش و ارزیابی عوامل خطر محیطی و مدیریتی قزل‌آلای رنگین‌کمان SPF

مقدمه: این پژوهش به منظور پایش و ارزیابی عوامل خطر محیطی و مدیریتی در مزرعه منتخب تولید قزل‌آلای رنگین‌کمان عاری از عوامل بیماری‌زای خاص (SPF) در شهرستان تنکابن، استان مازندران انجام شد.

مواد و روش‌ها: برای این منظور، متغیرهای فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب ورودی و خروجی مزرعه شامل اکسیژن محلول، دما، pH، نیتريت، نیترات، آمونیوم، آمونیاک و کل باکتری‌ها به مدت ۶ ماه از خرداد تا آبان ۱۳۹۶ براساس روش‌های استاندارد مورد سنجش قرار گرفتند. هم‌چنین ماهیان موجود جهت بررسی احتمال آلودگی به ویروس‌های IPN، IHN و VHS نمونه‌برداری شدند. مزرعه مورد بررسی دارای دو ورودی آب رودخانه و چشمه و نهر و دو خروجی آب رودخانه و چشمه و نهر بود.

نتایج: میانگین دما، اکسیژن محلول، pH، نیتريت، نیترات، آمونیوم، آمونیاک و کل باکتری‌های آب ورودی رودخانه مزرعه به ترتیب $15/86 \pm 1/14$ درجه سانتی‌گراد، $8/98 \pm 0/28$ میلی‌گرم در لیتر، $8/36 \pm 0/26$ ، $0/1 \pm 0/02$ میلی‌گرم در لیتر، $1/42 \pm 0/2$ میلی‌گرم در لیتر، $0/4 \pm 0/03$ میلی‌گرم در لیتر، $0/3 \pm 0/03$ میلی‌گرم در لیتر و $221/17$ واحد پرگنه در میلی‌لیتر و برای آب خروجی رودخانه مزرعه به ترتیب $16/27 \pm 0/97$ درجه سانتی‌گراد، $8/72 \pm 0/27$ میلی‌گرم در لیتر، $8/26 \pm 0/18$ ، $0/0 \pm 0/02$ میلی‌گرم در لیتر، $1/88 \pm 0/36$ میلی‌گرم در لیتر، $0/14 \pm 0/1$ میلی‌گرم در لیتر، $0/14 \pm 0/1$ میلی‌گرم در لیتر و $411/17$ واحد پرگنه در میلی‌لیتر بود. هم‌چنین، میانگین دما، اکسیژن محلول، pH، نیتريت، نیترات، آمونیوم، آمونیاک و کل باکتری‌های آب ورودی چشمه و نهر مزرعه به ترتیب $16/5 \pm 0/73$ درجه سانتی‌گراد، $8/82 \pm 0/19$ میلی‌گرم در لیتر، $8/14 \pm 0/19$ ، $0/1 \pm 0/23$ میلی‌گرم در لیتر، $2/6 \pm 0/83$ میلی‌گرم در لیتر، $0/13 \pm 0/11$ میلی‌گرم در لیتر، $0/13 \pm 0/11$ میلی‌گرم در لیتر و $68/67$ واحد پرگنه در میلی‌لیتر و برای آب خروجی چشمه و نهر مزرعه به ترتیب $16/08 \pm 1/01$ درجه سانتی‌گراد، $8/7 \pm 0/21$ میلی‌گرم در لیتر، $0/21 \pm 0/18$ میلی‌گرم در لیتر، $0/21 \pm 0/18$ میلی‌گرم در لیتر، $3/07 \pm 0/67$ میلی‌گرم در لیتر، $0/21 \pm 0/18$ میلی‌گرم در لیتر، $0/21 \pm 0/18$ میلی‌گرم در لیتر و $186/0$ واحد پرگنه در میلی‌لیتر بود. براساس داده‌های به‌دست‌آمده، مقادیر pH و آمونیاک آب به‌عنوان عوامل خطر برای آب رودخانه و چشمه و نهر در این مزرعه محسوب شدند. به‌علاوه، آزمایش‌های ویروس‌شناسی نیز نشان دادند که ماهیان پرورشی مزرعه آلوده به ویروس‌های IPN، IHN و VHS نبودند.

بحث و نتیجه‌گیری: به‌طور کلی، فراسنجه‌های محیطی و مدیریتی در مزرعه منتخب شهرستان تنکابن، استان مازندران برای پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان عاری از عوامل بیماری‌زای خاص مناسب و قابل قبول ارزیابی شدند.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
masoudkousha76@mail.com

تاریخ دریافت: ۳ فروردین ۱۴۰۴

تاریخ داوری: ۲ اردیبهشت ۱۴۰۴

تاریخ اصلاح: ۳ تیر ۱۴۰۴

تاریخ پذیرش: ۵ مرداد ۱۴۰۴

مقدمه

که ضمن ایجاد وابستگی به کشورهای خارجی، سالیانه خسارت‌های سنگینی را به تولیدکنندگان تحمیل می‌نماید (۲۴). از مهم‌ترین راهکارهای افزایش بهره‌وری در این زمینه، فراهم نمودن امکان تولید مولدین و تخم‌چشم زده سالم و عاری از بیماری در کشور است. وضعیت موجود موجب شد تا مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور به تدوین و ارائه طرح کلان تولید قزل‌آلای رنگین‌کمان عاری از عوامل بیماری‌زای خاص (SPF: Specific Pathogen Free) در کشور اقدام نماید. تاکنون، 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 (۱۳)، ارزیابی و تحلیل ریسک کلیه مراحل تولید میگوی پاسفید عاری از عوامل بیماری‌زای خاص (SPF) (۳)، و پایش وضعیت بهداشتی، آلاینده‌ها و کیفیت آب در تولید میگوی آب شور (۹) اشاره کرد. اما تاکنون، مطالعه‌ای در این زمینه در مزارع تولید قزل‌آلای رنگین‌کمان واقع در شهرستان تنکابن صورت نگرفته 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 تنکابن به منظور شناسایی عوامل خطر جهت 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 تنکابن انجام شد (شکل ۱). این مزرعه در منطقه سه هزار شهرستان تنکابن واقع شده و زمینه اصلی فعالیت آن تکثیر و پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با ظرفیت تولید ۱۵۰ تن ماهی پرورشی، ۶-۷ میلیون تخم چشم‌زده و ۲-۱ میلیون بچه‌ماهی در سال می‌باشد. منبع تأمین آب مزرعه چشمه و رودخانه است، که دبی چشمه ۱۲ لیتر در ثانیه و رودخانه حداقل ۲۲۰ و حداکثر ۷۵۰ 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 واکنش‌ناهیون در مزرعه وجود ندارد. در طول مدت اجرای پروژه ناهنجاری‌های ظاهری شامل کوتولگی، لوردوزیس (Lordosis)، اسکلروزیس (Sclerosis)، خونریزی‌های جلدی، ضایعات و زخم‌های جلدی، ضایعات و خوردگی باله‌ها، تورم شکمی و اگزوفتالمی (Exophthalmos) در ماهیان موجود در مزرعه مشاهده نشد.

کیفیت آب بر روی سلامت و رشد آبزیان اثرگذار است و تحت تأثیر عوامل فیزیکی مختلف از جمله دما، ترکیبات شیمیایی آب هم‌چون مواد محلول در آن، فرآیندهای بیولوژیکی موجودات زنده مانند تنفس و دفع ضایعات متابولیکی و عوامل مدیریتی مختلف دچار تغییرات زیادی می‌گردد (۱۶). به علاوه، پیشرفت‌های صنعتی به‌رغم تمام مزایایی که برای انسان به‌همراه داشته‌اند، موجب بسیاری از آسیب‌های قابل توجه در محیط زیست آبزیان بوده‌اند. 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 مختلف ارزیابی شده و داده‌های با ارزشی برای تصمیم‌گیری به‌منظور کاهش ریسک، بهسازی سامانه‌های مختلف و برنامه‌ریزی برای واکنش مناسب به آن‌ها فراهم می‌شود. راهکار اصلی و توصیه سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد (FAO: Food and Agriculture Organization) و سازمان جهانی بهداشت حیوانات (WOAH: World Organization for Animal Health) برای جبران کمبود تولید، افزایش امنیت زیستی و مدیریت بهداشتی در مزارع بر پایه تجزیه و تحلیل خطرات و نقاط کنترل بحرانی (HACCP: Hazard Analysis and Critical Control Points) و اقدامات بهینه‌آبی‌پروری (GAP: Good Aquaculture Practices) می‌باشد (۴). مراحل ارزیابی ریسک، دارای سه بخش اصلی شامل شناسایی خطرات، ارزیابی ریسک خطرات شناسایی شده و ارائه پیشنهاد برای اقدامات ایمنی بعدی است. به‌علاوه، بایستی اطمینان حاصل شود که سطح، نوع و شفافیت راهکارهای اعمال شده با ریسک و اهمیت پروژه برای ذینفعان متناسب است (۱۱). اهداف ارزیابی ریسک شامل ایجاد آگاهی از خطرات مختلف زیست‌محیطی، شناسایی منشا خطرات، شناسایی گونه‌های در معرض خطر، ارزیابی شدت و وسعت خطرات احتمالی، برنامه‌ریزی برای اقدامات لازم کنترلی، کاهش شدت و تکرار حادثه، به حداقل رساندن خسارت‌های احتمالی، تأمین شرایط ایمن برای محیط‌زیست، تهیه و تدوین قوانین و مقررات مرتبط و برنامه‌ریزی پایش منظم اکوسیستم‌ها و موجودات آن‌ها و بررسی میزان کارایی اقدامات انجام شده است (۱۰، ۴). از مهم‌ترین 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 (Infectious Pancreatic Necrosis: IPN)، سپتی‌سمی ویروسی خونریزی دهنده (VHS: Virose Hemorrhagic Septicemia) و نکروز عفونی بافت خونساز (IHN: Infectious Hematopoietic Necrosis) است،



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

سنجش شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی آب: 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 تنکابن مورد سنجش قرار گرفت. فراسنجه‌های درجه حرارت، اکسیژن محلول (DO) و pH آب ورودی و خروجی مزرعه مورد نمونه برداری توسط دستگاه مولتی‌متر پرتابل HACH (HQ40d, US) اندازه‌گیری شدند. سپس نمونه‌های آب ورودی و خروجی جهت سنجش غلظت نیتريت، نیترا، آمونیوم و آمونیاک محلول در مجاورت یخ به آزمایشگاه اکولوژی مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی کشور واقع در شهرستان تنکابن منتقل شدند و به روش رنگ‌سنجی و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر پرتابل (Palintest 7500, UK) مورد سنجش قرار گرفتند (APHA, 1998). آزمایش‌ها با دو تکرار انجام شدند و نتایج به صورت میانگین $\pm$ انحراف استاندارد گزارش شدند.

سنجش کل باکتری‌های آب: برای این منظور، ابتدا ظروف

نمونه‌برداری آب (بطری‌های شیشه‌ای دردار ۵۰۰ میلی‌لیتری) در دمای ۱۲/۵ درجه سانتی‌گراد در دستگاه اتوکلاو به مدت ۱۵ دقیقه استریل شدند. نمونه‌برداری از آب ورودی و خروجی مزرعه با ۳ تکرار به صورت 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 به طوری 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 گردیده، و در کم‌ترین زمان ممکن شمارش کل باکتری‌های آب به روش پورپلیت (Pour Plate Method) انجام گردید (۱۵). 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 آبی‌پروری آب‌های داخلی - بندرانزلی استعلام شد. هم‌چنین از بافت‌های کلیه، طحال و آبشش ماهیان طبق پروتکل سازمان جهانی بهداشت 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 ویروس‌شناسی پژوهشکده آبی‌پروری آب‌های داخلی کشور (بندرانزلی، ایران) انجام گرفت (۲۵).

تجزیه و تحلیل داده‌ها: برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگراف اسمیرنوف و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تی وابسته (Paired sample t-test) در 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 تنکابن در ماه‌های خرداد تا آبان ۱۳۹۶ در جدول ۱ نشان داده شده است. میانگین درجه حرارت آب ورودی و خروجی رودخانه به ترتیب $15/86 \pm 1/14$ و $16/27 \pm 0/97$ درجه سانتی‌گراد بود که این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبود ($P > 0/05$)، و میانگین درجه حرارت آب ورودی و خروجی چشمه و نهر به ترتیب $16/5 \pm 0/73$ و $16/08 \pm 1/01$ درجه سانتی‌گراد بود که این اختلاف نیز از نظر آماری معنی‌دار نبود ($P > 0/05$) (شکل ۲ و ۳).

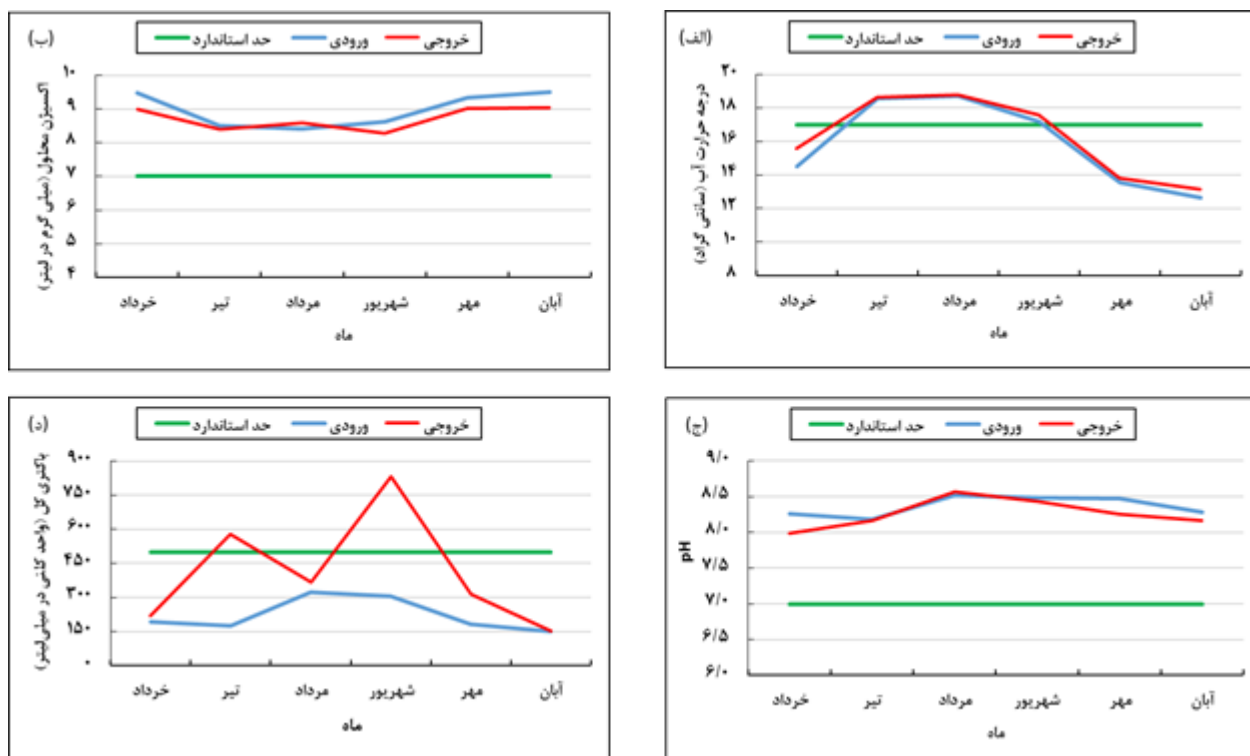
جدول ۱: میانگین شاخص‌های فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب ورودی و خروجی مرکز منتخب تکثیر و پرورش قزل‌آلای رنگین کمان در شهرستان تنکابن طی مدت ۶ ماه

شاخص‌ها	آب ورودی رودخانه	آب خروجی رودخانه	آب ورودی چشمه و نهر	آب خروجی چشمه و نهر
درجه حرارت (سانتی‌گراد)	۱۵/۱±۸۶/۱۴	۱۶/۰±۲۷/۹۷	۱۶/۰±۵/۷۳	۱۶/۱±۰۸/۰۱
اکسیژن محلول (میلی گرم در لیتر)	۸/۰±۹۸/۲۸	۸/۰±۷۲/۲۷	۸/۰±۸۲/۱۹	۸/۰±۷۰/۲۱
pH	۸/۰±۳۶/۲۶	۸/۰±۲۶/۱۸	۸/۰±۱۴/۱۹	۸/۰±۱۵/۲۶
نیتريت (میلی گرم در لیتر)	۰/۰±۰۲/۰۲	۰/۰±۰۲/۰۲	۰/۰±۰۲۳/۰۲۱*	۰/۰±۰۳/۰۲۴*
نیترات (میلی گرم در لیتر)	۱/۰±۴۲/۲	۱/۰±۸۸/۳۶	۲/۰±۶/۸۳	۳/۰±۰۷/۶۷
آمونیم (میلی گرم در لیتر)	۰/۰±۰۴/۰۳	۰/۰±۱۴/۱	۰/۰±۱۳/۱۲	۰/۰±۲۱/۱۸
آمونیاک (میلی گرم در لیتر)	۰/۰±۰۳/۰۳	۰/۰±۱۴/۱	۰/۰±۱۳/۱۱	۰/۰±۲/۱۷
کل باکتری (واحد پرگنه در میلی لیتر)	۲۲۱/۱۷	۴۱۱/۱۷	۶۸/۶۷*	۱۸۶/۰*

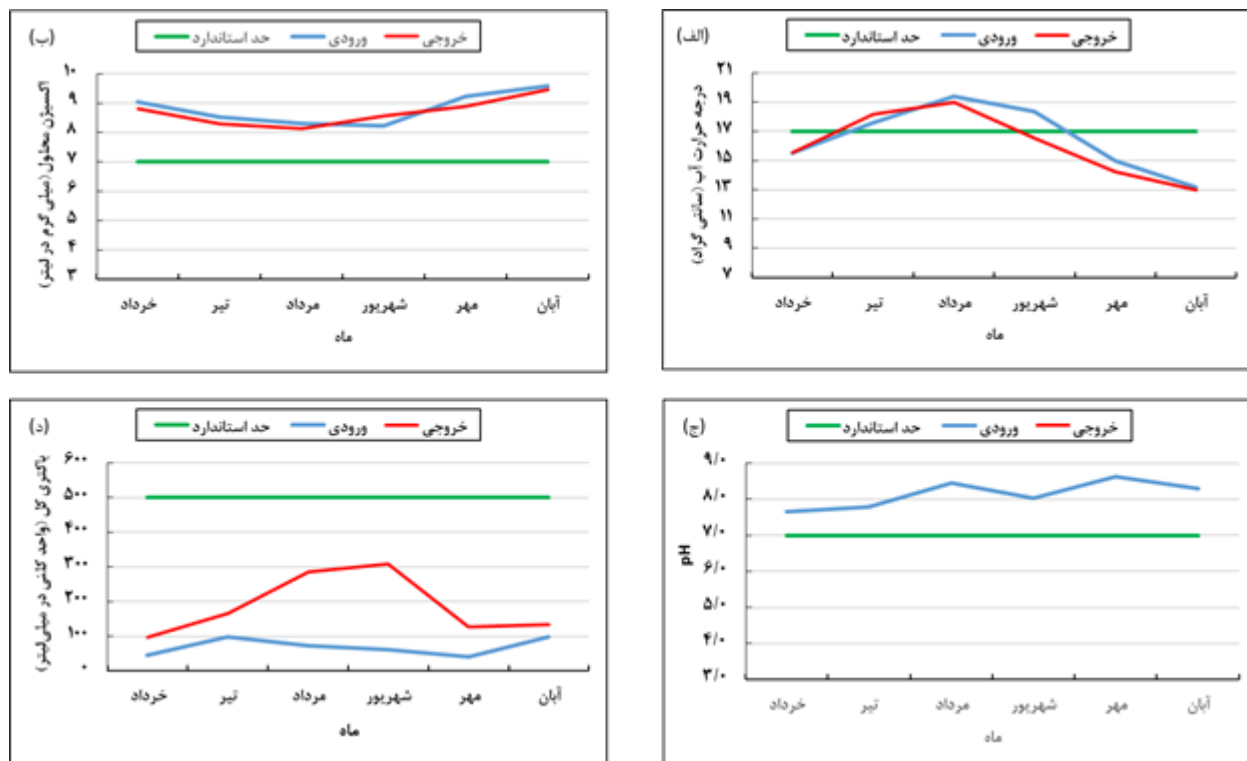
* داده‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار هستند.

میانگین اکسیژن محلول آب ورودی و خروجی رودخانه به ترتیب $8/98 \pm 0/28$ و $8/72 \pm 0/27$ میلی گرم در لیتر بود که این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبود ($P > 0/05$). میانگین اکسیژن محلول آب ورودی و خروجی چشمه و نهر به ترتیب $8/82 \pm 0/19$ و $8/7 \pm 0/21$ میلی گرم در لیتر بود که این اختلاف نیز از نظر آماری معنی‌دار نبود ($P > 0/05$). میانگین pH آب ورودی و خروجی رودخانه به ترتیب $8/36 \pm 0/26$ و $8/26 \pm 0/18$ بود که این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبود ($P > 0/05$). میانگین pH آب ورودی و خروجی چشمه و نهر به ترتیب $8/14 \pm 0/19$ و $8/15 \pm 0/26$ بود که این اختلاف نیز از نظر آماری معنی‌دار نبود ($P > 0/05$). میانگین نیتريت آب ورودی و خروجی رودخانه به ترتیب $0/02 \pm 0/02$ و $0/02 \pm 0/02$ میلی گرم در لیتر بود، که این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبود ($P > 0/05$)، اما میانگین نیتريت آب ورودی و خروجی چشمه و نهر به ترتیب $0/23 \pm 0/21$ و $0/3 \pm 0/24$ میلی گرم در لیتر بود، که این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار بود ($P < 0/05$) (شکل ۴ و ۵). میانگین نیترات آب ورودی و خروجی رودخانه به ترتیب $1/42 \pm 0/2$ و $1/88 \pm 0/36$ میلی گرم در لیتر بود که این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبود ($P > 0/05$). میانگین نیترات آب ورودی و خروجی به ترتیب $2/6 \pm 0/83$ و $3/07 \pm 0/67$ میلی گرم

در لیتر بود که این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبود ($P > 0/05$). میانگین آمونیم آب ورودی و خروجی رودخانه به ترتیب $0/4 \pm 0/03$ و $0/14 \pm 0/1$ میلی گرم در لیتر بود که این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبود ($P > 0/05$). میانگین آمونیم آب ورودی و خروجی چشمه و نهر به ترتیب $0/13 \pm 0/12$ و $0/21 \pm 0/18$ میلی گرم در لیتر بود که این اختلاف نیز از نظر آماری معنی‌دار نبود ($P > 0/05$). میانگین آمونیاک آب ورودی و خروجی به ترتیب $0/03 \pm 0/03$ و $0/14 \pm 0/1$ میلی گرم در لیتر بود که این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبود ($P > 0/05$). میانگین آمونیاک آب ورودی و خروجی چشمه و نهر به ترتیب $0/13 \pm 0/11$ و $0/2 \pm 0/17$ میلی گرم در لیتر بود که این اختلاف نیز از نظر آماری معنی‌دار نبود ($P > 0/05$). میانگین کل باکتری‌های آب ورودی و خروجی رودخانه به ترتیب $221/17$ و $411/17$ واحد پرگنه در میلی لیتر بود که این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبود ($P > 0/05$)، اما میانگین کل باکتری‌های آب ورودی و خروجی به ترتیب $68/67$ و $186/0$ واحد پرگنه در میلی لیتر بود، که این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار بود ($P < 0/05$) (شکل ۲ و ۳).



شکل ۲: میانگین درجه حرارت آب (سانتی گراد) (الف)، اکسیژن محلول (میلی گرم در لیتر) (ب)، pH (ج) و باکتری کل (واحد پرگنه در میلی لیتر) (د) آب ورودی و خروجی رودخانه مرکز منتخب تولید قزل آلاهی رنگین کمان عاری از بیماری خاص (SPF) در شهرستان تنکابن در مدت ۶ ماه

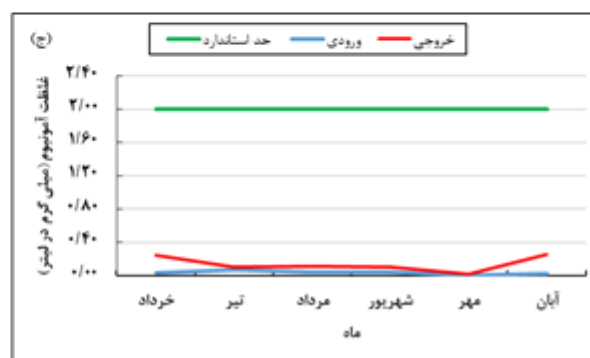
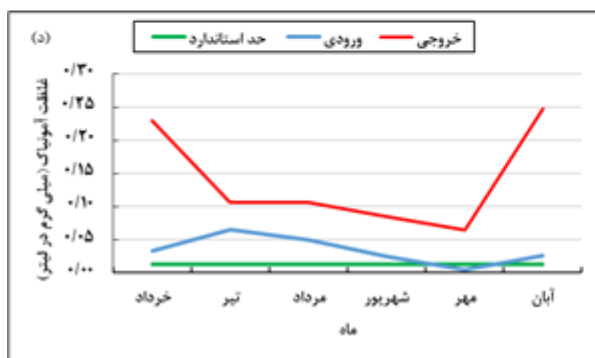
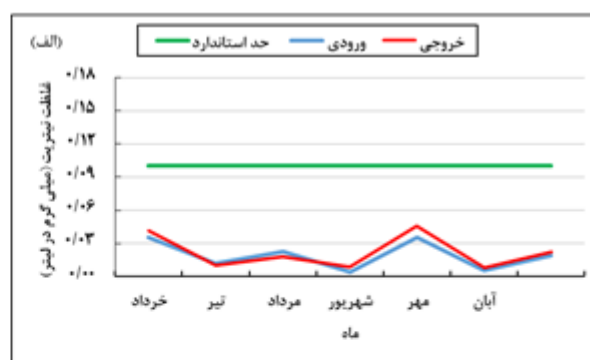
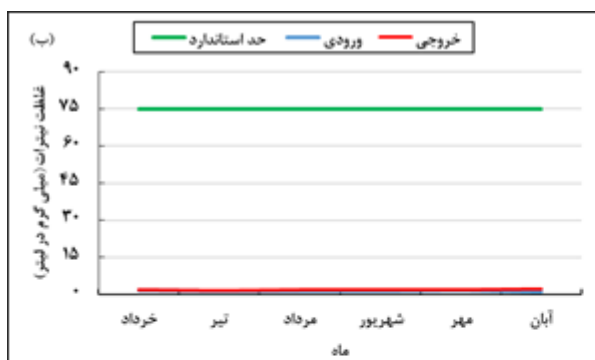


شکل ۳: میانگین درجه حرارت آب (سانتی گراد) (الف)، اکسیژن محلول (میلی گرم در لیتر) (ب)، pH (ج) و باکتری کل (واحد پرگنه در میلی لیتر) (د) آب ورودی و خروجی چشمه و نهر مرکز منتخب تولید قزل آلاهی رنگین کمان عاری از بیماری خاص (SPF) در شهرستان تنکابن در مدت ۶ ماه

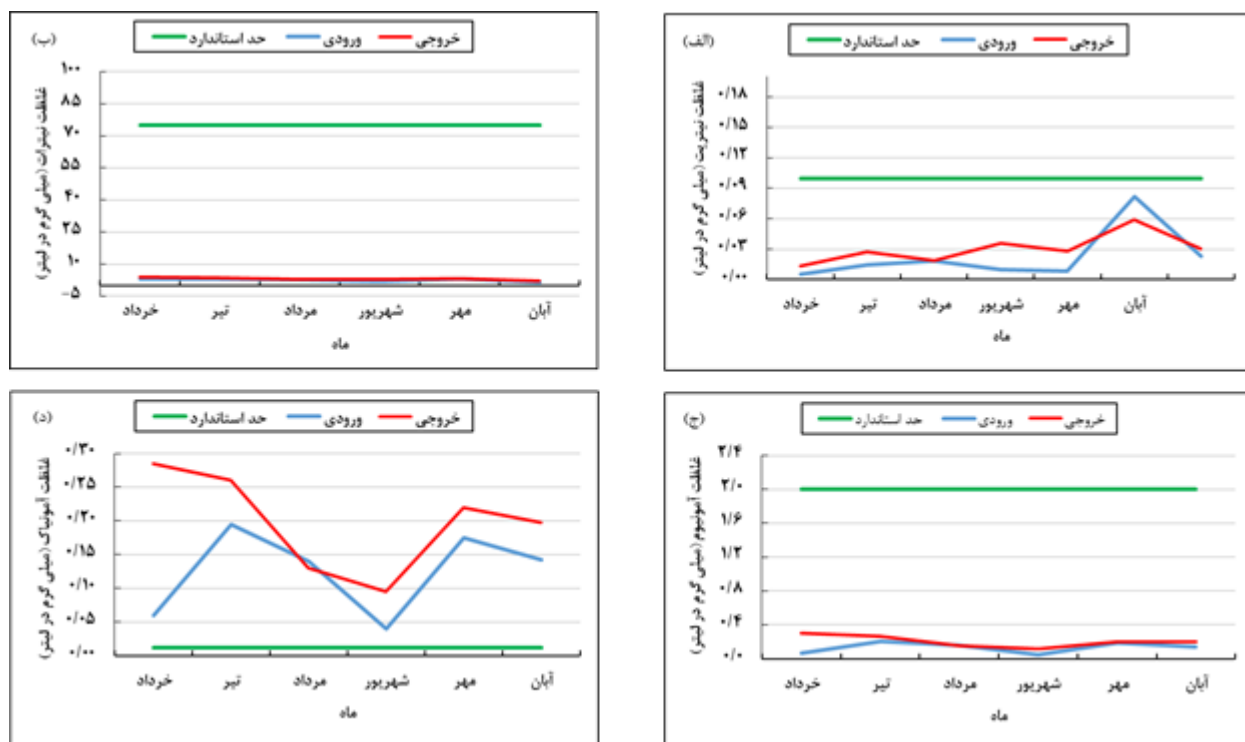
بحث

کمان به ترتیب ۱۷-۹ درجه سانتی گراد می باشد (۲). دامنه نوسانات درجه حرارت اندازه گیری شده در ورودی و خروجی آب رودخانه مزرعه طی ۱۲ مرحله به ترتیب بین ۱۸/۷۰-۱۲/۶۵ و ۱۸/۸۰-۱۳/۱۵ درجه سانتی گراد بود. دامنه نوسانات درجه حرارت اندازه گیری شده در ورودی و خروجی چشمه و نهر مزرعه به ترتیب بین ۱۹/۴۰-۱۳/۱۵ و ۱۹/۰-۱۳/۰ درجه سانتی گراد بود. با توجه به نتایج به دست آمده میانگین درجه حرارت آب در ماه های تیر، مرداد و شهریور بیش تر از حد بهینه پرورش ماهی قزل آلائی رنگین کمان قرار داشت، که دلیل آن می تواند به خاطر دمای بالاتر هوا در فصل تابستان باشد. در این مطالعه به عنوان عامل خطر محیطی برای پرورش ماهی محسوب گردید. حد استاندارد اکسیژن محلول آب در پرورش ماهی قزل آلائی رنگین کمان بیش تر از ۷ میلی گرم در لیتر می باشد (۲۱). دامنه نوسانات اکسیژن محلول اندازه گیری شده در ورودی و خروجی رودخانه مزرعه طی ۱۲ مرحله به ترتیب بین ۸/۵۲-۸/۴۲ و ۹/۰۵-۸/۳ میلی گرم در لیتر بود. دامنه نوسانات اکسیژن محلول اندازه گیری شده در ورودی و خروجی چشمه و نهر مزرعه به ترتیب بین ۹/۵۹-۸/۲۳ و ۹/۴۶-۸/۱۴ میلی گرم در لیتر بود. با توجه به نتایج به دست آمده، میانگین اکسیژن محلول در آب ورودی و خروجی در ماه های مختلف مورد سنجش در محدوده استاندارد پرورش ماهی بود.

بیش تر عوامل بیماری زا در ماهیان فرصت طلب می باشند. از این رو، حفظ بهداشت ماهیان در مزارع پرورشی و جلوگیری از ابتلای آن ها به هر گونه عوامل آسیب رسان نقش به سزایی در تولید دارد. تنوع و فراوانی عوامل بیماری زای عفونی (انگل، قارچ، باکتری و ویروس) و غیر عفونی (محیطی، تغذیه ای، ژنتیکی، آسیب های فیزیکی) از عمده نگرانی های پرورش دهندگان بوده، و اثرات زیانباری به صورت مرگ و میر، کاهش رشد، کاهش باروری، کاهش ضریب تبدیل غذایی، کاهش کیفیت تولید، از دست دادن زمان تولید، افزایش هزینه ها، محدودیت های استفاده از تخم ماهی، فروش و بازاریابی را در چرخه تولید به وجود می آورند (۱۲). هر گونه تغییرات شدید در خواص فیزیکی، شیمیایی و زیستی آب در مراحل مختلف پرورش به عنوان شرایط ناتوان کننده محیطی عمل نموده و با ایجاد اختلال در تعادل زیستی ماهی سبب تضعیف سیستم دفاعی بدن، در نهایت منجر به بروز بیماری و یا مرگ می شود (۱۸). درجه حرارت آب یک عامل کلیدی مستعد کننده بیماری در ماهیان محسوب می شود. بیماری در ماهیان نه تنها به رشد و توان عامل بیماری زا بستگی دارد، بلکه به سیستم ایمنی ماهی که به درجه حرارت محیط وابسته می باشد، نیز مربوط است (۲۰). دامنه درجه حرارت ترجیحی آب برای پرورش قزل آلائی رنگین



شکل ۴: میانگین غلظت نیتریت (الف)، نیترات (ب)، آمونیوم (ج)، و آمونیاک (د) (میلی گرم در لیتر) آب ورودی و خروجی رودخانه مرکز منتخب تولید قزل آلائی رنگین کمان عاری از بیماری خاص (SPF) در شهرستان تنکابن در مدت ۶ ماه



شکل ۵: میانگین غلظت نیتریت (الف)، نیترات (ب)، آمونیوم (ج)، و آمونیاک (د) (میلی گرم در لیتر) آب ورودی و خروجی چشمه و نهر مرکز منتخب تولید قزل‌آلای رنگین‌کمان عاری از بیماری خاص (SPF) در شهرستان تنکابن در مدت ۶ ماه

بود و دامنه نوسانات نیتریت اندازه‌گیری شده در ورودی و خروجی آب چشمه و نهر مزرعه به ترتیب ۰/۲۳-۰/۲۱ و ۰/۲۴-۰/۰۳ میلی گرم در لیتر بود. با توجه به نتایج به دست آمده میانگین نیتریت آب ورودی و خروجی در حد مطلوب پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین کمان بود. میزان نیترات ترجیحی آب برای پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان ۷۵ میلی گرم در لیتر می‌باشد (۲۱). دامنه نوسانات نیترات اندازه‌گیری شده در ورودی و خروجی آب رودخانه مزرعه طی ۱۲ مرحله به ترتیب ۱/۵۹-۱/۰۱ و ۲/۱۲-۱/۶۴ میلی گرم در لیتر بود و دامنه نوسانات نیترات اندازه‌گیری شده در ورودی و خروجی آب چشمه و نهر مزرعه به ترتیب ۱/۱۷-۱/۷۷ و ۳/۹۰-۲/۰۴ میلی گرم در لیتر بود. با توجه به نتایج به دست آمده میانگین نیترات آب ورودی و خروجی در ماه‌های مورد سنجش خیلی کم‌تر از ۷۵ میلی گرم در لیتر و در حد مطلوب پرورش بود. سمیت آمونیاک وابسته به میزان آمونیوم نیتریتی، pH و درجه حرارت آب است (۱۷). دامنه آمونیاک ترجیحی آب در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان ۰/۰۲-۰/۰۱ میلی گرم در لیتر می‌باشد (۲) و دامنه نوسانات آمونیاک اندازه‌گیری شده در ورودی و خروجی آب رودخانه مزرعه طی ۱۲ مرحله به ترتیب بین ۰/۰۷-۰/۰۱ و ۰/۲۵-۰/۰۷ میلی گرم در لیتر بود و دامنه نوسانات آمونیاک اندازه‌گیری شده در ورودی و خروجی آب چشمه و نهر مزرعه

دامنه اسیدیته (pH) مطلوب پرورش ماهی بین ۶/۵-۸ می‌باشد (۱۲). دامنه نوسانات pH اندازه‌گیری شده در ورودی و خروجی رودخانه طی ۱۲ مرحله به ترتیب بین ۸/۵۲-۸/۱۸ و ۸/۵۷-۷/۹۹ بود. دامنه نوسانات pH اندازه‌گیری شده در ورودی و خروجی چشمه و نهر به ترتیب بین ۸/۶۳-۷/۶۶ و ۸/۴۳-۷/۷۲ بوده است. با توجه به نتایج به دست آمده، میانگین pH آب رودخانه و چشمه و نهر تقریباً در تمام ماه‌های مورد سنجش بیش‌تر از حد بهینه آن برای پرورش ماهی قزل‌آلا بود که دلیل آن می‌تواند به خاطر کاهش بارندگی و افزایش مواد محلول در آب از جمله یون کلسیم باشد (۲۱) و در این مطالعه به عنوان عامل خطر محیطی شناسایی گردید. پرورش و نگهداری آبزیان از جمله ماهی همواره با تولید مقادیر زیادی ترکیبات نیترژن‌دار همراه می‌باشد که افزایش آن‌ها در محیط به طور مستقیمی بر روی سلامت آبزیان اثرگذار است. علاوه بر این، عوامل فوق زیستگاه مناسبی را برای رشد و شکوفایی میکروارگانیسم‌های نامطلوب فراهم می‌سازند، که به صورت غیرمستقیم می‌توانند بر روی سلامت ماهی اثرگذار باشند (۱۹). میزان نیتریت ترجیحی آب در سیستم پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان کم‌تر از ۰/۱ میلی گرم در لیتر است (۲۱). دامنه نوسانات نیتریت اندازه‌گیری شده در ورودی و خروجی آب رودخانه مزرعه طی ۱۲ مرحله به ترتیب ۰/۰۴-۰/۰۰ و ۰/۰۵-۰/۰۱ میلی گرم در لیتر

به ترتیب بین ۰/۴-۰/۲ و ۰/۱-۰/۲۹ میلی گرم در لیتر بود. با توجه به نتایج به دست آمده، میانگین آمونیاک آب در تمام ماه‌های مورد سنجش در آب ورودی و خروجی رودخانه بالاتر از حد قابل قبول پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بود که دلیل آن می‌تواند به خاطر وجود آمونیاک در منابع آب ورودی و فعالیت آبی پروری باشد. البته بالا بودن درجه حرارت و pH آب نیز می‌تواند در این سنجش اثرگذار باشد (۱۲). لذا آمونیاک به عنوان یک عامل خطر محیطی در این مطالعه شناسایی شد. حد ترجیحی آمونیوم آب برای پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان ۲ میلی گرم در لیتر می‌باشد (۸). دامنه نوسانات آمونیوم اندازه‌گیری شده در ورودی و خروجی آب رودخانه طی ۱۲ مرحله به ترتیب بین ۰/۰۷-۰/۰۱ و ۰/۲۵-۰/۰۲ میلی گرم در لیتر بود و دامنه نوسانات آمونیوم اندازه‌گیری شده در ورودی و خروجی آب چشمه و نهر به ترتیب بین ۰/۲۱-۰/۰۵ و ۰/۳۱-۰/۱۲ میلی گرم در لیتر بود. لذا میانگین آمونیوم آب ورودی و خروجی کم‌تر از حد بحرانی آمونیوم برای پرورش ماهی 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 توأم با بروز تلفات در ماهیان پرورشی به وجود می‌آورند (۱۲). میزان کل باکتری‌های ترجیحی در آب برای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان ۵۰۰ CFU/ml می‌باشد. دامنه نوسانات کل باکتری‌های آب اندازه‌گیری شده در ورودی و خروجی آب رودخانه مزرعه طی ۱۲ مرحله به ترتیب بین ۱۴۹-۳۲۳ و ۱۵۴-۸۳۳ واحد پرگنه در میلی لیتر بود و دامنه نوسانات کل باکتری‌های آب اندازه‌گیری شده در ورودی و خروجی آب چشمه و نهر مزرعه به ترتیب بین ۹۸-۴۰ و ۳۰۸-۹۷ واحد پرگنه در میلی لیتر بود. با توجه به نتایج به دست آمده میانگین کل باکتری‌های آب خروجی رودخانه در ماه‌های تیر و شهریور بیش‌تر از حد قابل قبول پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بود، که به عنوان عامل خطر محیطی محسوب شد. به‌طور کلی می‌توان بیان نمود که افزایش کل باکتری‌های آب در ماه‌های تیر و شهریور می‌تواند به خاطر افزایش درجه حرارت آب و تاثیر آن بر روی سرعت متابولیسم و تولیدمثل میکروارگانیسم‌های موجود در آب باشد (۱۹). 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 سردابی کشور، نشان داده شد که وجود برخی عوامل خطر ساز در تولید قزل‌آلا می‌تواند ناشی از دمای هوا در برخی ماه‌های گرم سال

و مشکلات آب چاه عمیق باشد (۲۲). به علاوه مقادیر میانگین نیتريت مورد سنجش در آب ورودی و خروجی چشمه و نهر با یکدیگر اختلاف معنی‌دار داشتند ($P < 0/05$) که می‌تواند به خاطر ترکیبات دفعی ماهیان پرورشی و تجزیه فضولات ماهیان در آب پرورش باشد (۲۳). مقادیر میانگین کل باکتری اندازه‌گیری شده در آب ورودی و خروجی چشمه و نهر نیز نسبت به یکدیگر اختلاف معنی‌دار نشان دادند ($P < 0/05$). این می‌تواند به دلیل وجود ماهیان در استخرها، غذای خورده نشده و ترکیبات دفعی ماهیان و تاثیر آن‌ها بر روی رشد و تولیدمثل جوامع میکروبی موجود در آب پرورش ماهی باشد (۲۳). سایر فراسنجه‌های فیزیکی، شیمیایی و میکروبی مورد سنجش در آب ورودی و خروجی رودخانه و چشمه و نهر تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند ($P > 0/05$). 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 به صورت نهفته در بدن ماهی باقی بمانند و در زمانی که شرایط مناسب شود، بروز نمایند. جلوگیری از تردهای غیر ضروری، 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 کارکنان در حوزه‌های مختلف آبی پروری، وجود مسئول فنی در حوزه‌های شیلات و دامپزشکی، اصلاح و بهبود سیستم‌های پرورش، دفن بهداشتی ماهیان تلف شده، عدم استفاده از ابزار مشترک، بررسی منظم وضعیت بهداشتی ماهیان، سنجش و کنترل منظم فراسنجه‌های فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب ورودی و نگه‌داری ماهیان در اندازه‌های مختلف به صورت مجزا از جمله عوامل مدیریتی بود که در جلوگیری از بروز عوامل بیماری‌زای ویروسی در ماهیان این مزرعه مورد توجه قرار گرفت. بعلاوه، 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 بیرون زدگی چشم، عدم بروز عوامل بیماری‌زا مورد بررسی گرفت (۵). 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 به صورت منظم و تطبیق موارد

برای ضدعفونی نمودن پاپوش افراد قبل از ورود به محل نگه‌داری ماهیان، رعایت بهداشت فردی توسط کارکنان، آموزش نیروهای انسانی در حوزه‌های مختلف آبی‌پروری، وجود مسئول فنی در حوزه‌های شیلات و دامپزشکی، اصلاح و بهبود سیستم‌های پرورش، دفن بهداشتی ماهیان تلف‌شده، 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 قرار گرفت. هم‌چنین، استفاده از منابع آبی مطمئن مانند چاه یا 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 بایو فیلتر (Biofilter) در کنار پایش و ارزیابی منظم شاخص‌های فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب و وضعیت سلامت ماهیان می‌تواند سبب ارتقاء مدیریت بهداشتی مزرعه گردد.

تشکر و قدردانی

این پروژه با حمایت مالی معاونت محترم علمی و فناوری ریاست جمهوری، استانداری مازندران و مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور با شماره مصوب ۹۴۰۰۸۵-۹۴۰۰۴-۹۴۰۱۰-۲۵-۱۲-۱۲-۱۴۸ انجام شده است. نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از کلیه کسانی که در مراحل مختلف اجرای پروژه با آن‌ها همکاری داشته‌اند، تشکر و قدردانی نمایند.

منابع

1. Iranian National Standard No. 4208. 1997. Procedure for water sampling for bacteriological water tests. Iranian Institute of Standards and Industrial Research. (In Persian)
2. Esmaili-Sari, A., 2003. Pollutants, Health and Standards in the Environment. Naqsh-e Mehr Publications, Tehran. 798 p. (In Persian)
3. Ain-Jamshid, Kh., Haghshenas, A., Ghaednia, B., Rasti, S., Zendeboodi, A., Mir-Bakhsh, M. and Dashtian-Nasb, A., 2016. Environmental Risk Assessment Studies on the Activities of Specific Disease Free Shrimp Production Centers (SPF). National Fisheries Science Research Institute, National Shrimp Research Institute. 73 p. (In Persian)
4. Sepahdari, A. and Abdi, K., 2013. Good Aquaculture Practices (GAP), Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) and Biosecurity Principles in Rainbow Trout Breeding and Breeding Centers (with Emphasis on

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 (۲۱). البته 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 (۵). با توجه به این که متوسط دمای آب ورودی و خروجی رودخانه به ترتیب $16/68 \pm 1/14$ و $16/27 \pm 0/97$ درجه سانتی‌گراد، و متوسط دمای آب ورودی و خروجی چشمه و نهر به ترتیب $16/5 \pm 0/73$ و $16/08 \pm 1/01$ درجه سانتی‌گراد بود، شرایط لازم برای بروز عوامل بیماری‌زای ویروسی مناسب نبود. هم‌چنین، ویروس‌های IPN و IHN اغلب در بچه‌ماهی و ویروس VHS در ماهیان انگشت‌قد و پرواری بروز می‌کند (۵). با نگه‌داری ماهیان در اندازه‌های مختلف به‌صورت مجزا از یکدیگر، به نحوی که آب ورودی و خروجی هر کدام جدای از یکدیگر بودند، سعی شد تا از انتقال احتمالی عوامل بیماری‌زای ویروسی از ماهیان مقاوم‌تر به ماهیان آسیب‌پذیرتر جلوگیری شود. به‌طور کلی با رعایت موارد فوق‌الذکر علی‌رغم واقع شدن مزرعه موردنظر در منطقه آلوده هراز از بروز عوامل بیماری‌زای ویروسی در ماهیان جلوگیری شد.

نتیجه‌گیری: در این 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 تنکابن، استان مازندران مورد پایش و ارزیابی قرار گرفت. نتایج شاخص‌های فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب در مرکز منتخب تولید قزل‌آلای رنگین‌کمان عاری از عوامل بیماری‌زای خاص (SPF) در شهرستان تنکابن نشان داد که مقادیر درجه حرارت، pH، آمونیاک آب و تعداد کل باکتری به‌عنوان عوامل خطر برای آب رودخانه و مقادیر درجه حرارت، pH و آمونیاک آب به‌عنوان عوامل خطر برای آب چشمه و نهر بودند. علاوه بر نوسانات برخی فراسنجه‌های فیزیکی و شیمیایی آب خارج از محدوده استاندارد در طول دوره مورد سنجش، عدم وجود دستگاه اکسیژن‌ساز مرکزی و مشکلات سیستم هوادهی به‌عنوان عوامل خطر مدیریتی شناسایی شدند. 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. جلوگیری از تردهای 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 ضدعفونی نمودن بدنه خارجی آن با استفاده از مواد ضدعفونی‌کننده، ایجاد حمام پای

18. **Smith, S.A., 2019.** Fish Diseases and Medicine. CRC Press. US. 412 p.
19. **Shirdel, A. and Zavarat Rostami, H., 2019.** Evaluation of the effects of fish farming workshops on the water quality of the Haraz and Tajan rivers. *Journal of Animal Environment*. 12(3): 353-364. doi: 10.22034/aej.2020.120283 (In Persian)
20. **Madigan, M.T., Bender K.S., Buckley D.H., Sattley, W.M. and Stahl D.A., 2017.** Brock biology of microorganisms. 15th ed. Pearson publication. UK. 1056 p.
21. **Makesh, M. and Rajendran K.V., 2023.** *Fish immune system and vaccines*. Springer. Singapore. 290 p.
22. **Naderi, Sh., Shariat, M., Nadafi, K., Vaezi, F. and Zeraati, H., 2002.** Studying the relationship between biological indicators and water quality parameters in the drinking water distribution system of rural areas of Qazvin province. Proceedings of the Sixth National Conference on Environmental Health of Mazandaran. Faculty of Medical Sciences and Public Health. 23-25. (In Persian)
23. **Noble, C., Gismervik, K., Iversen, M.H., Kolarevic, J., Nilsson, J., Stien, L.H. and Turnbull, J.F., 2020.** Welfare Indicators for farmed rainbow trout: tools for assessing fish welfare, Nofima, Norway. 310 p. ISBN: ISBN 978-82-8296-620-7
24. **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): 41-51.
25. **Timmons, M.B. and Ebeling, J.M., 2010.** Recirculating Aquaculture. NRAC Publication, US. 948 p.
26. **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): 324-329. doi: 10.1016/j.virol.2009.05.010
27. **WOAH., 2017.** Manual of diagnostic test for aquatic animals. World Organization for Animal Health, Paris. 383 p.
5. **Soltani, M., 2017.** Viral Fish Diseases. Tehran University Press, Tehran. 380 p. (In Persian)
6. **Shenavar, B., Varshusaz, K., Boyerhi, N. and Akbari, R., 2009.** Application of Failure Mode Analysis and Environmental Effects Analysis (EFMEA) Methods in Environmental Aspects and Risk Assessment. Second International Conference on Health, Safety and Environment, Tehran. (In Persian)
7. **Abdollah Mashaei, M., 2007.** Guide to Trout Breeding and Reproduction. Nourbakhsh Publications, Tehran. 208 p. (In Persian)
8. **Alizadeh Sabet, H.R., Bahmanesh, H., Eslami, M., Samadi, M., Tavel Ketri, M., Abedini, A., Aref, N., Mousavi, S.S., Najafpour N., Noorani, M.H. and Negarestan, H., 2010.** Study of the production potential of water resources in Tehran province - Phase I: Saleh Abad Qanat in Tehran for fish farming. Iranian Fisheries Research Institute. 58 p. (In Persian)
9. **Ghaednia, B., Sepahdari, A., Nouri-Nejad, M. and Hossein-Khezri, P., 2016.** Improving and monitoring the health status, pollutants and water quality. National Fisheries Science Research Institute, National Shrimp Research Institute. 171 p. (In Persian)
10. **Ghale, S., Sarahati, Sh. and Safaei, F., 2012.** Review and comparison of environmental risk assessment methods. Second Conference on Environmental Planning and Management, University of Tehran. (In Persian)
11. **Masoudi-Ashtiani, A.M., Ali-Akbari-Rasa, S., Yousef Zadehan, M.S. and Pishbin, S.A., 2014.** Risk Management and Hazard Identification and Risk Assessment Techniques. University of Mashhad Jihad Publications, Mashhad. 164 p. (In Persian)
12. **Nafisi-Bahabadi, M., 2010.** Practical Guide to Rainbow Trout Farming. University of Hormozgan Publications, Hormozgan. 365 p. (In Persian)
13. **Nakoei-fard, A., Gholizadeh, M., Afshar-Nasb, M., Sayedgar, M., Shiri, S., Ganji, S. and Mostafizadeh, B., 2018.** Monitoring and evaluation of environmental and management risk factors affecting the occurrence of some specific viral diseases in selected farms in pollution-free areas in West Azerbaijan province. National Institute of Fisheries Sciences Research, National Artemia Research Center, 72 p. (In Persian)
14. **Nouri-Nejad, M., Negarestan, H., Omid, S., Marzbani, A., Delirpour, G., Ghaednia, B., Ranjbari, J., Shabani, M. and Sepahdari, A., 2016.** Monitoring water quality factors (biotic and abiotic factors) in the production of shrimp free from specific diseases. National Fisheries Science Research Institute, National Shrimp Research Institute. 70 p. (In Persian)
15. **American Public Health Association (APHA). 1998.** *Standard methods for the examination of water and waste water*. 20th edition. New York. USA. 1325 p.
16. **Guerrero, R.D. and Fernandez, P.R., 2018.** Aquaculture and Water Quality Management in the Philippines. In: Rola, A., Pulhin, J. and Arcala Hall, R., (eds) Global Issues in Water Policy. Springer. Switzerland. *Water Policy in the Philippines*. 8: 143-162. doi: 10.1007/978-3-319-70969-7_7
17. **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): 28-44. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2008.10.004>