مقاله علمی – پژوهشی:

ارزیابی کمی و کیفی آلاینده‌های پساب خروجی مزارع پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در ایستگاه‌های منتخب استان کهگیلویه و بویراحمد

محمدمیثم صلاحی اردکانی[۱]، محمود حافظیه[۲]، رقیه محمودی*[۱]، سید حسین مرادیان[۱]، حسن نصراله‌زاده ساروی[۳]

*Roghaye.mahmodi@gmail.com

۱- مرکز تحقیقات ژنتیک و اصلاح نژاد ماهیان سردآبی شهید مطهری، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، یاسوج، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یاسوج، ایران

۲- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، یاسوج، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۳- پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، یاسوج، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران

تاریخ دریافت: شهریور ۱۴۰۲ تاریخ پذیرش: آذر ۱۴۰۲

چکیده

به منظور ارزیابی کیفی آلاینده‌های پساب خروجی مزارع پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در مزارع منتخب استان کهگیلویه و بویراحمد از پنج مزرعه منفرد طی سال‌های 1401-1400 نمونه‌برداری به‌عمل آمد. شاخص‌های فیزیکوشیمیایی آب (اسیدیته، اکسیژن خواهی بیولوژیک، اکسیژن محلول، هدایت الکتریکی، نیتریت، نیترات، فسفات، مجموع مواد جامد معلق، کل مواد جامد محلول، سختی کل، قلیائیت کل، آهن، اشباعیت اکسیژن)، در هر فصل یکبار از آب ورودی و پساب خروجی (هر تیمار با 3 تکرار) اندازه‌گیری شدند. بر اساس نتایج، دامنه تغییرات (pH 5/93-7/29، اکسیژن خواهی بیولوژیک (6/41-7/56 میلی‌گرم بر لیتر)، آمونیوم (0/319-0 میلی‌گرم بر لیتر)، نیتریت (0/181-0 میلی‌گرم بر لیتر)، نیترات (2/19-19/2 میلی‌گرم بر لیتر)، فسفات (0/1-0/18 میلی‌گرم بر لیتر)، قلیائیت کل (238-132)، اکسیژن محلول (3/35-8/11 میلی‌گرم بر لیتر)، هدایت الکتریکی (899-311 میکروزیمنس بر سانتی‌متر)، کل مواد جامد محلول (203/7-607/9) و سختی کل (157/77- 312 میلی‌گرم بر لیتر)، به‌دست آمد. داده‌ها نشان داد که میانگین غلظت پارامترهای آمونیوم، نیتریت، نیترات، فسفات، هدایت الکتریکی و کل مواد جامد محلول در پساب خروجی به علت افزایش سوخت و ساز و تراکم ماهی، غلظت مواد مغذی، داروها و ضدعفونی‌کننده‌های مورد استفاده جهت درمان عفونت و انگل ها، نوسانات جریان آب، شدت و سرعت آب در ایستگاه‌های مختلف در مقایسه با ورودی مزارع افزایش یافته و غلظت اکسیژن در پساب خروجی مزارع به دلیل فعالیت‌های متابولیسمی بیشتر نسبت به ورودی استخرهای پرورشی کاهش یافته است. همچنین به دلیل افزایش مواد آلی و نیترات و فراهم شدن شرایط اکسیداسیون، میزان اکسیژن خواهی زیست شیمیایی (BOD) و اکسیژن خواهی شیمیایی محیط (COD) افزایش یافته و اکسیژن موجود در آب مصرف شده و میزان آن کاهش یافته است.

لغات کلیدی: پارامترهای محیطی، کیفیت آب، کهگیلویه و بویراحمد، قزل‌آلای رنگین‌کمان

***نویسنده مسئول**

Copyright: © 2023 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

مقدمه

ماهی به عنوان یک منبع بزرگ تامین غذایی و دارای پروتئین‌های ضروری حیوانی به‌شمار می‌رود. آبزیان عملاً بیش از 25 درصد پروتئین حیوانی جهان را تأمین می‌کنند و جمعیتی حدود یک میلیارد و 250 میلیون نفر در 39 کشور جهان تن‌ها با استفاده از غذای آبزیان زنده هستند. همچنین ماهی به‌تنهایی بیش از 50 درصد پروتئین 400 میلیون نفر انسان در کشورهای فقیر آفریقایی و جنوب شرقی آسیا را تأمین می‌کند (FAO, 2022). امروزه فعالیت‌های آبزی‌پروری به عنوان یکی از منابع مهم تأمین غذا در دنیا از رشد قابل‌ملاحظه‌ای برخوردار شده‌اند. از آن‌جایی‌که دستیابی به مقدار معین از تولید ماهی قزل‌آلا در محیط‌های آبی مستلزم مصرف مواد غذایی در مراکز پرورش ماهی است، در شرایطی که کارگاه‌های ایجاد شده در فواصل بسیار کوتاه، آبهای خروجی را بدون هر گونه سیستم تصفیه بیولوژیک به رودخانه رها سازند، پساب این کارگاه‌ها سبب افت شدید کیفیت آب می‌گردد (Naderijlodar *et al.*, 2006). نگرانی در رابطه با پساب مزارع پرورش ماهی به دو عامل مهم، بیشترین میزان غذای وارده به سیستم پرورشی و ورود این پساب به اکوسیستم‌های پذیرنده بستگی دارد. بنابراین، می‌توان گفت که در تغییرات کیفیت آب، تعیین میزان و ویژگی پساب ماهی به عنوان دو عنصر کلیدی برای مدیریت مزارع پرورشی و کنترل و بهینه‌سازی پساب آنها تلقی می‌شوند (Orbcastel *et al.*, 2008). ترکیب شیمیائی پساب‌های جامد (کربن، نیتروژن و فسفر) و خصوصیات فیزیکی آنها (اندازه و تراکم)، به ترکیب غذای مورد استفاده و ماهی پرورشی، بستگی دارد. علاوه بر جامدات، مدفوع موجود در آب و مواد حل‌شده (فسفر و کلسیم) و ترکیبات مختلفی از طریق آبشش‌ها و کلیه ماهیان پرورشی دفع شده و به‌راحتی در آب قابل حل است (Norouz Rajabi *et al.*, 2012). به منظور کاهش یا جلوگیری از آلودگی‌های جریانات پایین‌دست و مدیریت پساب خروجی، می‌توان به بررسی میزان رهاسازی مواد مغذی حاصل از تولید ماهی قزل‌آلا پرداخت. بررسی تاثیرات محیط زیستی استخرهای پرورش ماهی در ویتنام نشان داده است که افزایش تولید با کاهش غلظت اکسیژن محلول در آب، افزایش مقادیر ازت، فسفر و مواد معلق پساب و رسوبات کف استخر ارتباط مستقیمی دارد (Nhan *et al.*, 2008). همچنین ارزیابی تغییرات غلظت پارامترهای نیتریت، نیترات، آمونیوم، فسفات و سولفید آب در شش مزرعه پرورشی در روخانه هراز به مدت 12 ماه نشان داد که غلظت مواد مغذی در خروجی کارگاه‌ها بیشتر از ورودی آنها بوده به‌طوری‌که بین مقادیر تمام پارامترهای مورد ارزیابی در ورودی و خروجی طی ماه‌ها و فصول مختلف سال، اختلاف معنی‌داری مشاهده شده است (Nafari Yazdi *et al.*, 2011). در ارزیابی اثرات پساب ناشی از کارگاه‌های پرورش ماهی قزل‌آلا بر کیفیت آب رودخانه کلم (شهر ایلام) بر پارامترهای اکسیژن محلول و اکسیژن خواهی شیمیایی و زیستی، کدورت، نیترات و فسفات گزارش شده که غلظت نیترات استخرها در فصل تابستان افزایش یافته است و بین تراکم ماهی با غلظت آلاینده‌ها ارتباط مستقیمی وجود دارد (Sohrabiyan, 2009). استان کهگیلویه و بویراحمد معروف به سرزمین رودخانه‌های خروشان با وجود تولید ۱۰درصد از روان‌آبهای کشور، ۵۷ رودخانه به طول یک هزار و ۴۰۰ کیلومتر و ۱۱ هزار کیلومتر آب راه، دارای ظرفیت‌های خوبی در حوزه منابع آبی است و بشار، مارون و زهره از مهم‌ترین رودخانه‌های آن هستند. این استان ۱۰ درصد منابع آبی کشور و ۱۱ و نیم میلیارد مترمکعب روان‌آب را به‌خود اختصاص داده است و با تعداد 271 مزرعه فعال پرورشی ماهی و حدود 22 هزار تن تولید، دارای رتبه سوم کشور در زمینه تولید آبزیان سردآبی است. انجام این تحقیق در راستای مطالعه پساب خروجی مزارع منفرد تولید ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در مناطق جغرافیایی متفاوت استان کهگیلویه و بویراحمد و تأثیر پساب بر شاخص‌های زیست‌محیطی منابع آبی طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش کار

به منظور ارزیابی پساب خروجی مزارع منفرد تولید ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در استان کهگیلویه و بویراحمد

مقایسه کیفی آب ورودی با آب خروجی آنها و تاثیر پساب بر شاخص‌های زیست محیطی منابع آبی، این بررسی صورت پذیرفت. در مطالعه حاضر 5 مزرعه تکثیر و پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (اسدپور، پاساد، خبره، امیری و جانی پور) با توجه به سطح پراکنش آنها در مناطق متفاوت جغرافیایی استان، ظرفیت تولید (40-80 تن)، دبی ورودی (150-100 لیتر بر ثانیه) و وزن ماهیان فروشی (700-1500 گرم) با هماهنگی مدیریت شیلات و آبزیان استان در طول دوره یک‌ساله شمسی و به صورت فصلی از پائیز 1400 لغایت تابستان 1401 انتخاب و بررسی شدند.

بررسی شاخص‌های کیفی آب

به منظور مطالعه شاخص‌های کیفی آب و تأثیر عملیات پرورش ماهی بر این تغییرات و نیز تعیین نرخ بارگذاری آلاینده‌های ناشی از پسماندهای ماهیان پرورشی بر کیفیت آب، این مطالعه در طول یک دوره 360 روزه صورت پذیرفت. اندازه‌گیری پارامترهای دمای آب، مواد جامد معلق، هدایت الکتریکی، اکسیژن محلول، pH با استفاده از دستگاه پرتابل مولتی پارامتر مدل - 340i WTW ساخت آلمان در محل نمونه‌برداری صورت پذیرفت. نمونه‌برداری از آب ورودی و خروجی مزارع و از سطوح نزدیک به سطح آب، با کمک بطری‌های پلاستیکی یک لیتری شستشو شده با اسید نیتریک و آب مقطر، انجام گرفت. نمونه‌های اخذ شده بلافاصله در محفظه‌های حاوی یخ، در کوتاه‌ترین فاصله زمانی ممکن به آزمایشگاه معتمد محیط زیست استان کهگیلویه و بویراحمد واقع در شهر یاسوج ارسال و در دمای 4 درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. نمونه‌برداری و آنالیز کیفی آب برای بررسی 15 پارامتر، روش‌ها و دستگاه‌های مورد استفاده در جدول 1 ارائه شده است.

قبل از انجام بررسی آماری با بهره‌گیری از نرم افزار SPSS ورژن 18، ابتدا داده‌های حاصل از ارزیابی پارامترهای مورد مطالعه با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف و همگنی واریانس داده‌ها با کمک آزمون Levenبررسی شدند. برای مقایسه میانگین‌ها در مواردی که اثرکلی تیمارها معنی‌دار شناخته شد، از آزمون دانکن وآنالیز واریانس داده‌ها استفاده گردید. خطای مجاز برای رد H0، 5 درصد بود. رسم نمودار با استفاده از نرم افزار Medcalc ورژن 13 انجام شد.

نتایج

با توجه به گستردگی اعداد در هر مزرعه، هر فصل، مناطق ورودی و خروجی مزارع، نتایج حاصل از اندازه‌گیری کمیت‌های فیزیکی و شیمیایی آب ورودی و خروجی مزارع منتخب در استان کهگیلویه و بویراحمد در چهار فصل سال در قالب اشکال و نمودار تفسیر می‌گردند. آنالیز آب ورودی و خروجی مزارع منتخب استان کهگیلویه و بویراحمد (شکل 1)، نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) بین میانگین سالانه اکسیژن محلول، قلیائیت کل، شاخص اکسیژن خواهی شیمیایی (COD)، نیتریت ($NO2^-$) و نیترات ($NO3^-$) آب ورودی و خروجی مزارع است.

نتایج بررسی اکسیژن محلول (DO) آب ورودی و خروجی مزارع منتخب استان کهگیلویه و بویراحمد نشان داد که حداقل و حداکثر مقدارِ DO آب ورودی به میزان 6/41±0/04میلی‌گرم در لیتر در فصل زمستان و ±0/11 7/56 میلی‌گرم در لیتر در فصل تابستان و کمینه و بیشینه آن در آب خروجی به‌ترتیب معادل ±0/20 3/35 میلی‌گرم در لیتر در فصل پاییز و 8/11±0/015 میلی‌گرم در لیتر در تابستان مشاهده گردید. حداقل مقدار pH آب ورودی در ایستگاه‌های منتخب به میزان 6/60±0/003در فصل پاییز و حداکثر میزان pH آن به میزان 7/29±0/015 در فصل زمستان ثبت گردید و حداقل میزان pH آب خروجی نیز به‌ترتیب به میزان 5/93±0/08 در فصل پاییز و حداکثر آن به مقدار 7/29±0/025 در فصل زمستان اندازه‌گیری شد.

در بررسی آمونیوم آب ورودی و خروجی مزرعه‌های مختلف استان کهگیلویه و بویراحمد مشخص شد که غلظت آمونیوم در تمام فصول به طور معنی‌داری کمتر از حد مجاز بوده است. نتایج نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار میان آمونیوم آب ورودی و خروجی مزارع است.

آمونیوم آب ورودی مزرعه شریفی (103/ 0 میلی‌گرم در لیتر) اختلاف معنی‌داری با مزارع پاساد (0/066 میلی‌گرم در لیتر) و امیری (0/088 میلی‌گرم در لیتر) نشان نداد، ولی به طور معنی‌داری بیشتر از اسدپور (0) و جانی‌پور (0/048 میلی‌گرم در لیتر) بود.

جدول 1: روش‌ها و دستگاه‌های مورد استفاده جهت آنالیز پارامترهای کیفی آب
Table 1: The methods and devices used to analyze water quality parameters

Row	Parameter	Abbreviations	Unit of measurement	Standard laboratories - Reference	The method/Device
1	Dissolved oxygen	DO	mg/l	Standard Methods.2005.4500-O- G.	Multi 3410 WTW
2	pH	pH	-	Standard Methods.2005.4500-H^+ B.	pH Meter wtw 325
3	Electrical conductivity	EC	s/cmμ	Standard Methods.2005.2550 B.	EC Meter LF320. WTW
4	Total dissolved Solids	TDS	mg/l	Standard Methods.2005.2510 B.	EC Meter LF320. WTW
5	Total suspended solids	TSS	mg/l	Standard Methods.2005.2540 D.	Oven
6	Chemical oxygen demand	COD	mg/l	Standard Methods.2005.5220B.	COD Meter
7	Biochemical oxygen demand	BOD	mg/l	Standard Methods.2005.2510 D.	BOD Meter
8	Nitrate	NO_3^-	mg/l	Standard Methods.2005.4500-NO3- B	Spectrophotometer $T80^+$
9	Nitrite	NO_2^-	mg/l	Standard Methods.2005.4500-NO_2^- B.	Spectrophotometer $T80^+$
10	Ammonia	NH_3	mg/l	Standard Methods.1992.4500-NH_3 C..	Spectrophotometer $T80^+$
11	Phosphate	PO_4^-	mg/l	Standard Methods.2005.4500-P D.	Spectrophotometer $T80^+$
12	Total phosphorus	TP	mg/l	Standard Methods.1985.424-Phosphorus- C..	Spectrophotometer $T80^+$
13	Total nitrogen	TN	mg/l	Standard Methods.2005.4500-Norg B.	Kejeldahl
14	Alkalinity	ALK	mg/l	Standard Methods.2005.2320 B.	Titration method
15	Total hardness	TH	mg/l	Standard Methods.2005.2340-C.	Titration method

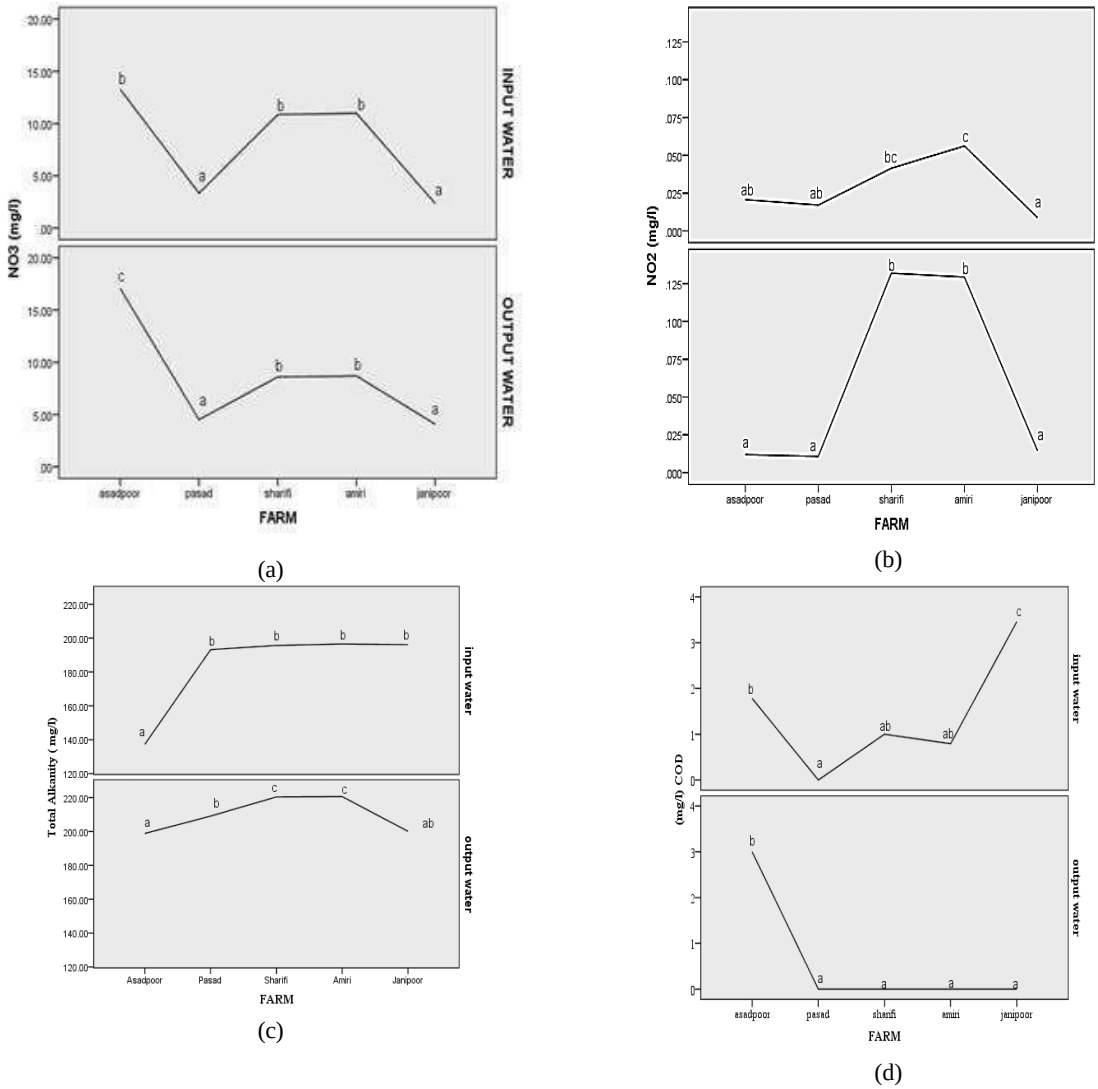
آمونیوم آب خروجی مزرعه شریفی (0/319 میلی‌گرم در لیتر) به طور معنی‌داری بیشتر از سایر مزارع بود، ولی اختلاف معنی‌داری با مزرعه امیری (0/223 میلی‌گرم در لیتر) نداشت. آمونیوم آب خروجی مزرعه اسدپور صفر مشاهده شد. بررسی آماری میانگین نیتریت در مزارع مورد مطالعه نشان داد که میانگین نیتریت آب ورودی و پساب خروجی در برخی مزارع بالاتر از حد مجاز است. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که غلظت نیترات در تمام فصول کمتر از حد مجاز (50 میلی‌گرم در لیتر) بوده است.

در شکل 2 مقایسه میانگین فصلی کل مواد جامد محلول (TDS)، بی‌کربنات، فسفات (PO_4)، هدایت الکتریکی (EC)، سختی کل و نیتروژن کل (TN) آب ورودی و

خروجی مزارع مختلف استان کهگیلویه و بویراحمد نشان داده شده است.

نتایج بررسی نیتروژن کل (TN) در مزارع مختلف استان نشان داد که دامنه تغییرات این شاخص در آب ورودی 0/745-0 میلی‌گرم در لیتر و در آب خروجی 0/754-0/01 میلی‌گرم در لیتر قرار دارد. بررسی آماری میانگین‌ها

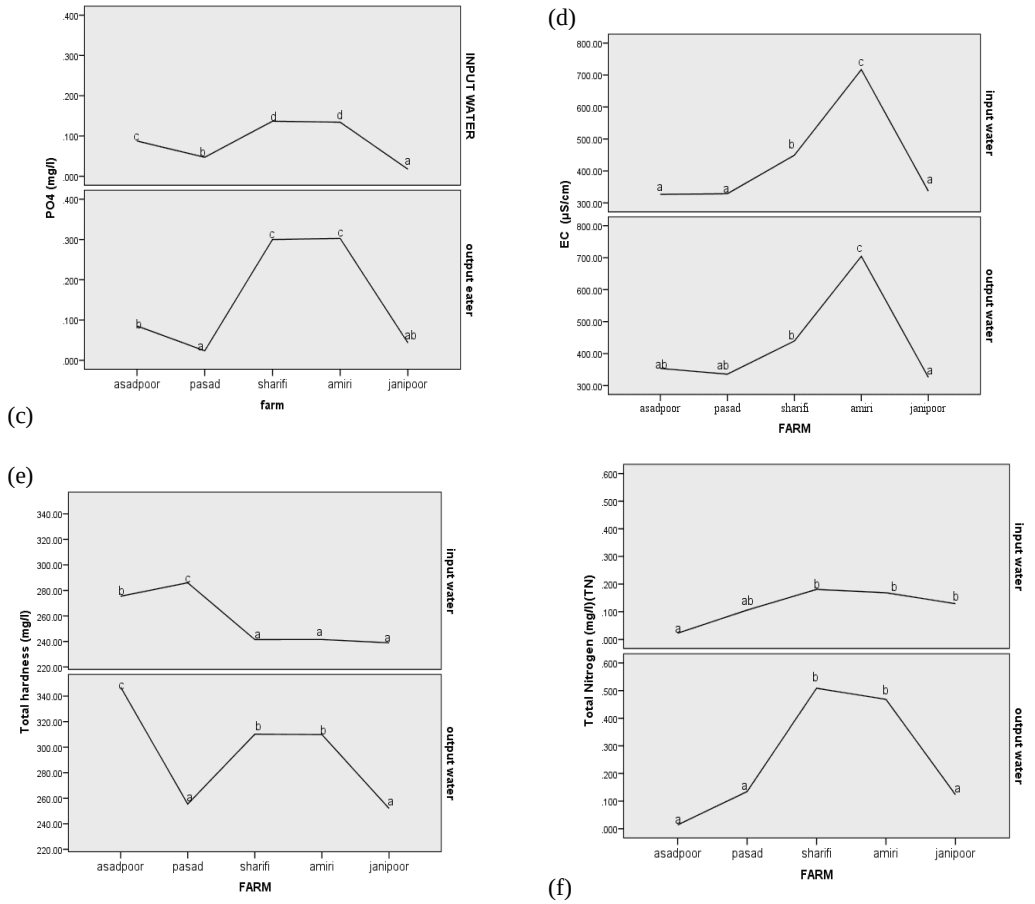
در مقایسه با استاندارد حد مجاز پساب صنعتی (کمتر از 35 میلی‌گرم در لیتر) نشان داد که کلیه مزارع در محدوده مجاز این استانداردها قرار دارند (Ghaed Amini *et al.*, 2017). نتایج آنالیز واریانس یون فسفات در آب ورودی و آب خروجی مزارع منتخب اختلاف معنی‌داری در فصول مختلف نشان داد ($p<۰/۰۵$) و حداقل و حداکثر آن در آب ورودی به‌ترتیب 0/10±0/0000 و 0/18 ±0/01 میلی‌گرم در لیتر ثبت گردید. در بررسی فصلی میزان تغییرات میانگین فصلی فسفات آب خروجی، روند مشابهی با فسفات ورودی مشاهده شد. نتایج نشان می‌دهد، فسفات و فسفر کل پساب مزارع مورد مطالعه تخلیه شده به محیط زیست، در محدوده استاندارد محیط زیست قرار دارد(Environmental Protection Organization of Iran, 2015).



شکل 1: مقایسه میانگین سالانه نیترات (NO_3^-) (a)، نیتریت (NO_2^-) (b)، قلیائیت کل(c)، شاخص اکسیژن خواهی شیمیایی (COD) (d) آب ورودی و خروجی مزارع مختلف، حروف انگلیسی متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار میان مزارع است.

Figure 1: Comparison of annual average nitrate (NO3-) (a), nitrite (NO2-) (b), total alkanity (c), chemical oxygen demand index (COD) (d) the input and output water of different farms, different English letters indicate the significant difference between the farms.

مقایسه میانگین سالانه آهن آب ورودی و خروجی مزارع مختلف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار (p<۰/۰۵) در مزارع و فصول مختلف است. در این بررسی دامنه تغییرات آهن در آب ورودی 0/74-0 میلی‌گرم در لیتر و در آب خروجی صفر و 0/90±0/02 میلی‌گرم در لیتر محاسبه گردید. مقایسه مقادیر هدایت الکتریکی مزارع مورد مطالعه نشان داد که حداقل و حداکثر مقدار EC آب ورودی به‌ترتیب معادل 312/27±0/95 و 899±59/9 میکروزیمنس بر سانتی‌متر و کمینه و بیشینه آن به‌ترتیب معادل 311/33 ±1/53 و 891/67±1/53 میکروزیمنس بر سانتی‌متر است. نتایج آنالیز واریانس آب ورودی مورد بررسی حاکی از این مسئله بود که شاخص EC اختلاف معنی‌داری (p<۰/۰۵) در تمام فصول در بین هر پنج مزرعه نشان داد. این اختلاف معنی‌دار در آب خروجی و فقط در فصل بهار در بین تمام مزارع قابل مشاهده بود (p<۰/۰۵).



شکل 2: مقایسه میانگین فصلی کل مواد جامد محلول (TDS) (a)، بی کربنات(b)، فسفات (PO4)(c)، هدایت الکتریکی (EC)(d)، سختی کل(e) و نیتروژن کل (TN) (f) آب ورودی و خروجی مزارع مختلف استان کهگیلویه و بویراحمد

Figure 2: Comparison of seasonal averages of Total Dissolved Solids (TDS) (a) , Bicarbonate (b), phosphate (PO4) (c), Electrical Conductivity (EC) (d), Total Hardness (e), Total nitrogen (TN)(f), input and output water of different farms in Kohgilouye and Boyer Ahmad Province

حداقل و حداکثر مقدار کل مواد جامد محلول در آب ورودی به‌ترتیب معادل 203/7±0/6 میلی‌گرم در لیتر در فصل تابستان و در فصل پاییز معادل 607/90±3/12 میلی‌گرم در لیتر، مشاهده شد. حداقل میزان TDS آب خروجی در فصل تابستان (208/47±1/02 میلی‌گرم در لیتر) و حداکثر آن در فصل زمستان (33/606 ± 1/02

میلی‌گرم در لیتر) مشاهده شد. نتایج آنالیز واریانس شاخص TDS در آب ورودی، اختلاف معنی‌داری بین تمام مزرعه‌ها و در همه فصول نشان داد ($p<0/05$). همچنین میزان TDS در مقایسه این شاخص در پساب خروجی نسبت به ورودی هر مزرعه، تغییرات معنی‌داری نشان نداد و در حد استاندارد EPA و WHO (کمتر از 750 میلی‌گرم در لیتر)، اندازه‌گیری شدند.

نتایج آزمون تی نمونه‌های مستقل، نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین غلظت سختی آب ورودی و پساب خروجی در تمامی مزارع و تمامی فصول است. نتایج بررسی سختی کلسیم آب ورودی و خروجی مزارع مورد بررسی نشان داد که حداقل و حداکثر مقدار سختی کلسیمی در آب ورودی به‌ترتیب 1/80±157/77 میلی‌گرم بر لیتر و 1/16±229/33 میلی‌گرم بر لیتر و در آب خروجی به‌ترتیب 1/53±173/67 میلی‌گرم در لیتر و 1/0±312/00 میلی‌گرم در لیتر بوده است. نتایج آنالیز واریانس آب ورودی و خروجی مورد بررسی حاکی از این مسئله بود که شاخص سختی کلسیمی اختلاف معنی‌داری را در تمام فصول در بین هر پنج مزرعه نشان داد ($p<۰/۰۵$). البته در خروجی مزرعه اسدپور اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

حداقل و حداکثر قلیائیت کل آب ورودی مزارع منتخب استان کهگیلویه و بویراحمد به‌ترتیب 0/88±132/00 در فصل تابستان و 1/16±233/0 در فصل زمستان و حداقل و حداکثر آن در آب خروجی نیز به‌ترتیب 12/16±184/0در فصل تابستان و 2/64±238/00 در زمستان مشاهده گردید. نتایج آنالیز واریانس شاخص قلیائیت کل آب ورودی و خروجی مزارع در همه فصول سال اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نشان دادند ($p<0/05$). کمینه و بیشینه مقدار میانگین فصلی بی‌کربنات آب ورودی به‌ترتیب 1/86±172/43 در فصل بهار و 4/12± 331/33در فصل تابستان و کمینه و بیشینه میزان بی‌کربنات آب خروجی به‌ترتیب 1/22±233/02 در فصل بهار و 4/12±339/13 در فصل تابستان مشاهده گردید. نتایج آنالیز واریانس آب ورودی مورد بررسی حاکی از این مسئله بود که شاخص بی‌کربنات اختلاف معنی‌داری را در تمام فصول در بین هر پنج مزرعه نشان داد ($p<۰/۰۵$). در جدول 2 مقایسه مقادیر حداقل و حداکثر پارامترهای مورد بررسی در مزارع منتخب با محدوده استاندارد آب برای ماهیان سردابی و پساب آبزی‌پروری ارائه شده است.

جدول 2: مقایسه مقادیر حداقل، حداکثر پارمترهای مورد بررسی در مزارع منتخب با محدوده استاندارد آب برای ماهیان سردابی و پساب آبزی‌پروری (Arjmandi *et al.*, 2007))

Table 1: Comparison of the minimum and maximum values of the investigated parameters in selected farms with the standard range of cold water fish

Parameters	unit	Thereshod (Mirzajani, 2010)	FEPA (Federal Environmental Protection Agency)	WHO (World Health Organization)	Input Max/min/season	Output Max/min/season
pH	unit	6.5-8.5	6-9	<35	7.29±/015 /winter 6.60±.003/ Fall	7.29±.025/ /winter 5.93±.08/ Fall
Dissolved Oxygen	Mg/l	>5	8-10	6	7.56±0.11 summer 6.41±0.04 /winter	8.11±.0/15 summer 3.35±0.20 Fall
Electro-conductivity	s/cm µ	2000	200	-	899.0±0.59 / fall 312.27±0.97 /fall	891.67±1.53 /fall 311.33±1.53 spring
Total Dissolved Solid	Mg/l	2400	500	500	607.90±3.12 / fall 203.7±0.6 / summer	606.33±1.02 /winter 208.47±1.02 summer
Total Hardness	mg CaCO3/l	10-400	-	600	292.97±1.79/ winter 228.33±3.51 / spring	351.77±18.88/ winter 241.0± 1.73 /spring
Ammonium (NH4)	mg/l				0.15±0.01 /spring&summer	0.56±0.01/ spring&summer

Parameters	unit	Thereshod (Mirzajani, 2010)	FEPA (Federal Environmental Protection Agency)	WHO (World Health Organization)	Input Max/min/season	Output Max/min/season
Nitrate	mg/l	50			17.0±0.11/ winter 2.19±0.5 / fall	19.20 ±0.65 / winter 3.80±.05 / fall
Nitrite	mg/l	Soft water: 0.102			0.106±0.003/summer 0 / winter/fall	0.18±.003 / summer 0.001±0.001/ winter
Posphate	mg/l	<0.20		0.005	0.18±0.01/ summer& fall 0.01±0.00 all seasons	0.38±0.05 / summer 0.03±0.005 spring&winter&summer
Total alkalinity	mg/l	50-200	-	600	233.0± 1.16 /winter 132.0±0.88 / summer	238.00±2.64/ summer 184.0±12.16/ winter
Fe	mg/l				0.72±0.03 / winter 0 / spring & summer	0.90±.0.02 / winter 0/ summer
Chemical Oxygen demand	mg/l	<20	10	6	6-7.06 /summer 0	5.0±8.5 / fall 0

بحث

pH آب از عوامل بسیار مهم کیفی آب است و تاثیرات مستقیم (به‌واسطه غلظت یون اسیدی یا بازی) و غیر مستقیم (انحلال مواد سمی) بر محیط آبی و موجودات آبزی دارد (Naderijlodar *et al.*, 2006). تغییرات pH آب در ورودی مزارع منتخب مورد بررسی در استان کهگیلویه و بویراحمد در محدوده استاندارد پرورش ماهیان سردابی (6/5-8/5) قرار دارد (Boyd and Gautier, 2000). میزان pH آب در خروجی مزارع به‌جز در فصل پاییز در خروجی یکی از مناطق مورد مطالعه، در محدوده مجاز آژانس حفاظت محیط زیست (ایالت متحده آمریکا) (6-9) قرار داشت و روند کاهشی را نسبت به ورودی نشان داد (Arjmandi *et al.*,2007). کاهش میزان تغییرات pH پساب خروجی مزارع پرورش ماهی نسبت به ورودی در مطالعات Hosseini و همکاران (2013) و Bovaentura و همکاران (1997) گزارش گردید. Varedi و همکاران (2010) اختلاف معنی‌دار آماری را بین ایستگاهای مختلف در رودخانه هراز مورد بررسی مشاهده نکردند.

بر اساس نتایج تحقیقات حاضر، میزان اکسیژن محلول در ورودی مزارع مورد بررسی در مقایسه با استاندارد پرورش ماهی مطابق جدول 1 از میزان بالایی برخوردار بود و در فصل بهار به طور معنی‌داری کمتر از سایر فصول برآورد گردید و سایر فصول با هم اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند. در بررسی فصلی، میزان تغییرات میانگین فصلی اکسیژن محلول آب خروجی، در مزرعه اسد پور در هر چهار فصل به طور معنی‌داری کمتر از حد مجاز پرورش ماهیان سردابی و در محدوده 3/3-44/3 متغیر بود. با وجود این، اختلاف معنی‌داری میان اکسیژن محلول خروجی در چهار فصل مشاهده نشد. در مطالعه Varedi و همکاران (2010) غلظت اکسیژن در پساب مزارع پرورش ماهی قزل‌آلا نسبت به آب ورودی مزارع پرورش ماهی کاهش یافته بود ولی این کاهش از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نشان نداد. مطابق گزارش Kaeidi و همکاران (2018) تغییرات اکسیژن محلول همزمان با ورود مواد آلی قابل تجزیه به آب و فعالیت باکتری‌های تجزیه کننده و نیز افزایش دمای محیط و به تبع آن دمای آب، افزایش یافته و در نتیجه میزان BOD افزایش و DO به‌سرعت کاهش می‌یابد. این نتایج در تحقیقات محققین دیگری نیز گزارش شده است (Pulastsu *et al.*, 2004; McDaniel

et al., 2005; Boaventura *et al.*, 1997). نکته قابل بحث در این مطالعه، غلظت بالای اکسیژن محلول در اغلب مزارع در فصل تابستان بود که نیاز به بررسی بیشتر دارد و این در حالی است که میزان مصرف ماهی از اکسیژن باید در قسمت خروجی کاهش یابد. در نتایج به‌دست آمده از این تحقیق بر خلاف سایر مطالعات که نشان‌دهنده میزان COD بیشتر خروجی مزارع پرورش ماهی است، میزان COD خروجی کمتر بود که می‌تواند ناشی از خطای اندازه‌گیری باشد. اختلاف معنی‌داری بین زمان نمونه‌برداری و محل نمونه‌برداری در مقایسه دو به دوی میانگین‌های ورودی و خروجی هر مزرعه مشاهده نشد. تمامی مقادیر به‌دست آمده از COD، پساب مزارع در محدوده غلظت حد مجاز[1] (MAC) قرار دارد (GEF, 2006). بر خلاف مطالعه حاضر، نتایج Semens و Miller (2002) نشان می‌دهد که پساب مواد آلی خارج شده از مزارع پرورش ماهی باعث افزایش میزان COD در رودخانه می‌شود.

آمونیوم مجاز آب برای ماهیان سردآبی 0/47 میلی‌گرم در لیتر بوده که نتایج بررسی حاضر نشان‌دهنده قرار داشتن تغییرات آمونیوم آب مزارع منتخب در محدوده مجاز در چهار فصل نمونه‌برداری بوده است. مطابق شکل 1 غلظت آمونیوم از ورودی به سمت خروجی در تمامی فصول و تمامی مزارع افزایش یافته است که با نتایج تحقیقات (Mmochi *et al.*, 2002; Kirkajaic *et al.*, 2009; Naderijlodar *et al.*, 2006; Rahimibashar *et al.*, 2012) مشابه است. در سیستم پرورشی دفع ترکیبات نیتروژنی از ماهی و تجزیه کننده‌های میکروبی مواد آلی از باقی‌مانده غذا، منبع اصلی تولید آمونیاک، نیتریت، نیترات، فسفات و سایر مواد معدنی است (Kaeidi *et al.*, 2018). مقایسه دو به دوی میانگین پساب خروجی و ورودی ازت نیتراته آب مزارع درکلیه فصول تحقیق، نشان‌دهنده تطابق میزان آن در مقایسه با استانداردهای جهانی و ایران (WHO, 2004) و استاندارد آبزیان (CCME, 2017) است. بنابراین، پساب مزارع مورد بررسی از نظر میزان NO_3، مناسب برای آبزیان و سایر مصارف است.

هدایت الکتریکی بیانگر میزان املاح موجود در آب است. باقی‌مانده مواد غذایی و ضایعات ناشی از سوخت‌وساز ماهی و افزایش بی‌رویه کود و غذا موجب می‌شود که میزان املاح در خروجی کارگاه‌های پرورش ماهی افزایش یافته و بر همین اساس میزان هدایت الکتریکی و کل جامدات محلول در خروجی کارگاه‌های پرورش ماهی افزایش می‌یابد (Sobhan Ardekani *et al.*, 2014). در نتایج آزمون تی نمونه‌های مستقل در تحقیق حاضر مشخص گردید که غلظت EC آب ورودی و پساب خروجی مزارع مورد بررسی تن‌ها در فصل بهار در مزرعه اسدپور و فصل پاییز مزرعه امیری دارای اختلاف معنی‌دار و در سایر موارد فاقد اختلاف معنی‌دار است. در مطالعه Varedi و همکاران (2010) بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب رودخانه هراز گزارش شده است که مزارع پرورش ماهی قزل آلا باعث افزایش معنی‌داری در میزان EC این رودخانه می‌شود. مطالعات انجام شده در آبهای داخلی آمریکا نشان داده است که آبهایی با 500-150 میکروموس بر سانتی‌متر دارای ارزش شیلاتی بوده و خارج از این محدوده بیانگر مناسب نبودن آنها برای گروه های خاصی از ماهیان و بی‌مهرگان است (Kelly *et al.*, 1998). بالا بودن میانگین قابلیت هدایت الکتریکی در پساب برخی مزارع مورد مطالعه می‌تواند نشانه ورود یک منبع آلودگی دیگر به‌خصوص آلاینده‌های کشاورزی و صنعتی به منبع آب مذکور باشد. همچنین افزایش دبی رودخانه‌های تامین‌کننده آب مزارع در فصل یا ماه‌های پر بارش در مقایسه با سایر فصول می‌تواند سبب کاهش میزان اسیدیته و میزان هدایت الکتریکی و کل جامدات محلول به دلیل تلاطم آب و شستشوی خاک باشد (Sobhan Ardekani *et al.*, 2014).

بالا بودنTDS موجب افزایش کدورت و کاهش شفافیت آب می‌شود و پیامدهای اکولوژیک و تبعات بیولوژیک خاصی به‌همراه خواهد داشت. نتایج آزمون تی نمونه‌های مستقل در تحقیق حاضر نشان داد که غلظت TDS آب ورودی و پساب خروجی تقریباً فاقد اختلاف معنی‌دار است (در فصل بهار در مزرعه اسدپور و در فصل پاییز مزرعه امیری دارای اختلاف معنی‌دار است). در مطالعه Varedi

[1] - Maximum allowable concentrations (MAC)

و همکاران (2010) بین ایستگاه‌های مختلف قبل از مزارع پرورش ماهی و بعد از مزارع پرورش ماهی در رودخانه هراز اختلاف معنی دار آماری در شاخص TDS آب مشاهده شد. مطالعات مشابه نشان داده است که افزایش هرز آبهای سطحی، طغیان رودخانه، افزایش دبی و تلاطم شدید در آب رودخانه، فعالیت‌های انسانی در حاشیهٔ رودخانه و کاربری اراضی، افزایش ورود مواد جامد محلول ناشی از غذادهی به ماهی و فضولات آنها منجر به افزایش میزان TDS می‌شود (Hosseini *et al.*, 2013). سختی کل مناسب برای پرورش ماهی قزل‌آلا 400-10 بیان شده است که داده‌های تمامی مزارع در بررسی حاضر در محدوده مذکور قرار دارند.

داده‌های به‌دست آمده در این پژوهش نشان می دهد، میانگین غلظت پارامترهایی از جمله آمونیوم، نیتریت، نیترات، فسفات، EC و TDS در پساب خروجی به علت افزایش سوخت‌وساز و تراکم ماهی، غلظت مواد مغذی، داروها و ضدعفونی کننده‌های مورد استفاده جهت درمان عفونت و انگل‌ها، نوسانات جریان آب، شدت و سرعت آب در ایستگاه‌های مختلف در مقایسه با ورودی مزارع افزایش یافته است. کاهش غلظت اکسیژن در پساب خروجی مزارع به دلیل فعالیت‌های متابولیسمی بیشتر نسبت به ورودی استخرهای پرورشی رخ داده است. همچنین به دلیل افزایش مواد آلی و نیترات و فراهم شدن شرایط اکسیداسیون، میزان اکسیژن‌خواهی زیست شیمیایی ((BOD و اکسیژن خواهی شیمیایی محیط (COD) افزایش یافته و اکسیژن موجود در آب مصرف می‌شود و میزان آن کاهش می‌یابد. این نتایج با دستاوردهای پژوهش Solemani و همکاران (2011) در ارزیابی اثرات محیط زیستی حاصل از پرورش ماهی در استان خوزستان، Tayebi و Sobhan Ardelani (2012) در سنجش پارامترهای کیفی آب رودخانه گاماسیاب و عوامل موثر بر آن، Rasti و همکاران (2006) در بررسی تاثیر پساب‌های پرورش ماهی بر کیفیت آب رودخانه گرگر، Nafari و همکاران (2011) در ارزیابی غلظت پارامترهای کیفی آب در محل ورودی و خروجی مزارع پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در رودخانه هراز مطابقت دارد.

ریز مغذی‌های موجود در پساب خروجی مزارع پرورش ماهی می‌تواند نقش مهمی در تغییرات عوامل فیزیکی و شیمیایی منابع آبی مزارع داشته باشد و هرچه تعداد مزارع پرورش ماهی که به صورت متوالی در یک منبع آبی احداث می‌شوند زیادتر و فاصله آنها از همدیگر کمتر باشد، با توجه به این‌که فرصت خود پالایی را به منابع آبی نمی‌دهد، میزان پارامترهایی از جمله NH_3، BOD_5، DO، TSS و TDS بیشتر تحت تأثیر قرار می گیرند. با توجه به این‌که میزان و کیفیت پساب تولیدی مزارع پرورش ماهی بستگی به دمای آب، فعالیت، میزان غذای مصرفی و کیفیت مواد غذایی مورد استفاده در این مزارع دارد، لذا مطالعه دقیق منابع آبی مورد استفاده در امر پرورش و شناخت قدرت خود پالایی این منابع متناسب با میزان دبی، دمای آب، شیب کف بستر و ... قبل از صدور هر گونه مجوز احداث مزرعه پرورشی، ضروری است. در مجموع، یافته‌های مطالعه حاضر نشان می‌دهد که به رغم قرارگیری شاخص‌های اندازه‌گیری شده در محدوده مجاز، اما افزایش تولید در واحدسطح، عدم مدیریت تغذیه و آب در مزارع می‌تواند سبب تاثیرات مخرب استخرهای پرورش ماهی بر کیفیت منابع آب سطحی باشد. این امر لزوم اتخاذ تدابیر زیست محیطی لازم جهت کنترل آلاینده‌های ناشی از این صنعت در قالب دستورالعمل‌ها و ضوابط زیست‌محیطی را مشخص می‌نماید.

منابع

Arjmandi, R., Karbas,i A.R. and Mogoyi, R., 2007. Environmental effects of aquaculture in Iran. *Journal of Environmental Science and Technology*, 33:19-28. [In Persian]

Boaventura, R., Pedro, A.M., Coimbra, J. and Lencastre, E., 1997. Trout farm effluents: characterization and impact on

the receiving streams. *Environmental Pollution*, 95(3):379–387. DOI: 10.1016/S0269-7491(96)00117-0

Boyd, C. and Gautier, D., 2000. Effluent composition and water quality standards. *Global Aquaculture Advocate*. 3: 61-66.

CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment), 2017. Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life: CCME Water Quality Index, User's Manual. In: Canadian environmental quality guidelines, 1999, *Canadian Council of Ministers of the Environment*, Winnipeg.

Environmental Protection Organization of Iran, 2015. Iran's water quality standard. Water and soil office publications. Available at: https://www.doe.ir. [In Persian].

EPA (Environmental Protection Agency), 2014. Nutrient Pollution, The Problem [website]. Washington, DC: office of Water, U.S. *Environmental Protection Agency* (updated 16 March 2014). Available at: http://www2.epa.gov/nutrientpollut

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2022. The state of world fisheries and aquaculture.Towards Blue Transformation. Towards Blue Transformation. Rome, 266 P. DOI:10.4060/cc0461en

F.E.P.A. (Federal Environmental Protection Agency), 2003. *Guidelines and Standards for Environmental Pollution Control in Nigeria*. 238 p.

GEF, 2006. Water Quality in the Kura -Aras River Basin, RER/03/G41/A/1G/31: Reducing Trans - boundary Degradation of the Kura -Aras River Basin, 45p.

Ghaed Amini, F., Zamani Ahmad Mahmoudi, R. and Najafi, M., 2017. Evaluation of Pirghar river water quality for drinking and aquatic purposes, Chahar Mahal and Bakhtiari province. *Journal of Natural Environment*, 70(3), pp. 684-673. [In Persian].

Hosseini, S. H., Sajjadi, M. M., Kamrani, E., Sourinejad, I. and Ranjbar, H., 2013. Impact of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) farm effluents on water physico-chemical parameters of Ryjab River (*Kermanshah province*). *Journal of Aquatic Ecology*, 2(4):39-29. [In Persian]

Kaeidi, T., Jafaryan, T., Patimar, R., Harsij, M. and Farhangi, M., 2018. Study on changes in water quality parameters of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) fam. *Journal of Applied Ichthyological Research*, 5(4):129-138. [In Persian]

Kelly, T.R., Herida, J. and Mothes, J., 1998. Sampling of the Mackinaw River in centralIllinois for physicochemical and bacterialindicators of pollution. *Transaction of Illinois State Academy of Science*, 91, 145-154.

Kirkajaic, M.U., Pulatsu, S. and Topcu, A., 2009. Trout farm effluent effects on water sediment quality and benthos. *Clean Soil Air Water*, 37:386 – 391. DOI:10.1002/clen.200800212

McDaniel, N.K., Sugiura, S.H., Kehler, T., Fletcher, J.W., Coloso R.M., Weis P., Ronaldo P. and Ferraris R.P., 2005. Dissolved oxygen and dietary phosphorus modulate utilization and effluent partitioning of phosphorus in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) aquaculture. *Environmental Pollution*, 138:350-357. DOI:10.1016/j.envpol.2005.03.004

Miller, D. and Semmens, K., 2002. Waste Management in Aquaculture. West Virginia University Extension Service Publication No. AQ02-1. USA. 12P.

Mmochi, A.J., Dubi ,A.M., Mamboya, F.A. and Mwandya, A.W., 2002. Effects of fish culture on water quality of an integrated mariculture pond system. *Western Indian Ocean Journal Marine Science*, 1:53-56.

Naderijlodar, M., EsmailiSari, A., Ahmadi, M.R., SeifAbadi, C.J. and Abdoli A., 2006. Pollution of rainbow trout fish shop on the Haraz river water quality parameters. *Journal of Environmental Sciences*, 3:21-26. [In Persian]

Nafari Yazdi, M., Hosseinzadeh Sahafi, H. and Negarestan, H., 2011. Survey of quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) farms effluent in Haraz Region. Proceedings of the 5th National Conference & Exhibition on Environmental Engineering, 12 P. [In Persian]

Nhan, D.K., Verdegem, M.C.J., Binh, N.T., Duong, L.T., Milstein, A. and Verreth, J.A.J., 2008. Economic and nutrient discharge tradeoffs of excreta-fed aquaculture in the Mekong Delta, Vietnam. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 124:259-69. DOI:10.1016/j.agee.2007.10.005

Norouz Rajabi. A., Ghorbani, R., Abdi, A. and Nabavi, A., 2012. The effect of rainbow trout breeding farm effluent (*Oncorhynchus mykiss)* on the physical and chemical properties of Daryasar River water. The second national conference on the development and breeding of cellar fish, Shahrekord. Chaharmahal and Bakhtiari, Iran. 9 P. [In Persian]

Orbcastel, E.R., Blancheton, J.P., Boujard, T., Aubin, J., Moutounet, Y., Przybyla, C. and Belaud, A., 2008. Comparison of two methods for evaluating waste of a flow through trout farm. *Aquaculture*, 274:72-79. DOI:10.1016/j.aquaculture.2007.10.053

Pulatsu, S., Rad, F., Köksal, G., Aydýn, F., Karasu Benli, A.Ç. and Topçu, A., 2004. The impact of rainbow trout farm effluents on water quality of Karasu stream, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 4:9-15.

Rahimibashar, M.R., Alipoor, V. and Issazade, K., 2012. Environment effects of fish culture pond on chemical factors and water quality in the Shenrod River (North of Iran). *Iranian Journal of Fisheries*, 8:358-363. [In Persian]

Rasti, M., Nabavi, M., Jafarzadeh Haghighi Fard, N. and Mobad, P., 2006. Investigating the role of effluents from fish farms on the water quality of the Gregar River, the third national conference on environmental crises in Iran and their

improvement solutions, Ahwaz, Iran. 6 P. [In Persian]

Sobhani Ardakani, S., Mehrabi, Z. and Ehtshami, M., 2014. Effect of aquaculture farms wastewater on physicochemical parameters of Kabkian River. *Journal Mazandaran University of Medical Sciences*, 24(113):140-149. [In Persian]

Sohrabiyan, B., 2009. Survey of quality parameters of wastewater of consecutive aquaculture farms in Kolm Region for reduce of its impact on acceptable water sources. MSc thesis at Khouzestan Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran. 11 P. [In Persian]

Soleimani, N., Ramzi Esmaili, M. and Chele Maal Dezfulnejad, M., 2011. Investigating the environmental effects of fish farming in Khouzestan province, the first regional conference on environment and pollutants, Ahwaz. 7 P. [In Persian]

Tayebi, L. and Sobhan Ardakani, S., 2012. Measurement of water quality parameters of Gamasiab River and its influencing factors. Environmental Science and Technology, 14(2(53):37-49. [In Persian]

Varedi, S.E., Nasrollahzadeh, H.S., Farabi, S.M.V., Vahedi, F., Gholamipour, S. and Varedi, S.R., 2010. Characterization and impact of Rainbow Trout farm effluent on water quality of Haraz River. *Journal of Shahid Chamran University*, Ahvaz, pp. 1-8. [In Persian]

WHO, 2004. Information Products: Water, Sanitation and Health. Geneva: *World Health Organization.* Changing History. 96 p.

Quantitative and qualitative evaluation of effluent pollutants from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) farms in the selected stations in Kohgiluyeh and Boyer Ahmad Province

Salahei Ardekani M.M. [1]; Hafezieh M. [2]; Mahmoudi R.[1*]; Moradiyan S.H.[1]; Nasrollazadeh Saravi H. [3]

*Roghaye.mahmodi@gmail.com

1-Shahid Motahary Coldwater Fishes Genetic and breeding Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yasouj, Iran
2-Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran
3-Caspian Sea Ecology Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, Iran

Abstract

In order to evaluate the quality of effluent pollutants from the rainbow trout breeding farms in the selected farms of Kohgiluyeh and Boyer Ahmad Province, water samples were taken from five individual farms during the years 2021-2022. The physical and chemical indicators of water including acidity, biological oxygen demand, dissolved oxygen, electrical conductivity, nitrite, nitrate, phosphate, total suspended solids, total dissolved solids, total hardness, alkalinity, iron, oxygen saturation were measured once in each season from the inlet and outlet water (each treatment with 3 replicates). Based on the results, the range of pH changes (5.93-7.29), biological oxygen demand (6.41-7.56 mg/l), ammonium (0-0.319 mg/l), nitrite (0-0.181 mg/l), nitrate (2.19-19.2 mg/l), phosphate (0. 1-0.18 mg/l), total alkalinity (132-238), dissolved oxygen (3.35-8.11 mg/l), electrical conductivity (311-899 microsiemens/cm), TDS (203.7-607.9), and total hardness (312-157.77 mg/l) were obtained. The results showed that the concentrations of ammonium, nitrite, nitrate, phosphate, EC, and total dissolved solids parameters in the effluent compared to the input from the different farms has increased due to the increase of metabolism, fish density, concentration of nutrients, drugs and disinfectants, intensity and speed of water and the oxygen concentration in the effluent of the farms has decreased due to more metabolic activities than the input from the rearing ponds. Also, the amount of biochemical oxygen demand (BOD) and environmental chemical oxygen demand (COD) were increased and the dissolved oxygen was consumed and its amount decreased due to the increase of organic substances, nitrate, and the provision of oxidation conditions.

Keywords: Environmental parameters, Water quality, Kohgiluyeh and Boyer Ahmad Province, Rainbow trout

*Corresponding author