مقایسه پارامترهای کیفی آب رودخانه‌های پروز و سبزکوه (استان چهارمحال و بختیاری) با استانداردهای پرورش ماهی سردآبی

محسن باقری *[۱]، پرویز منصوری[۲]، محمدعلی طالبی[۱]، مرتضی کرمی[۱]، مجید فرزان[۱]

۱- بخش علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران، صندوق پستی: ۴۱۵

۲- مدیریت شیلات سازمان جهاد کشاورزی استان چهارمحال و بختیاری، شهرکرد، ایران، کد پستی: ۸۸۱۸۶۱۳۱۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۵/۱۹

چکیده

رودخانه‌های پروز و سبزکوه دو رودخانه مهم در استان چهارمحال و بختیاری، خصوصاً از نظر پرورش ماهی قزل‌آلا هستند. این تحقیق برای بررسی کیفیت و میزان آلودگی آب این دو رودخانه و امکان احداث مزارع جدید پرورش ماهی، انجام شد. به این منظور، پارامترهای کیفی آب این رودخانه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. برای هر رودخانه، ۷ ایستگاه نمونه‌برداری انتخاب شد. از آب هر ایستگاه یک بار در هر ماه و از اردیبهشت تا مهرماه نمونه‌برداری شد و نمونه‌ها برای تعیین میزان نیتریت، آمونیوم، فسفات محلول، BOD_5، COD، TSS، TDS، Cu، Zn، Hg، کلرور، سموم ارگانوفسفره، pH، مالاشیت گرین و EC، به آزمایشگاه منتقل شدند. غلظت نیتریت در آب رودخانه پروز (۰/۱۰۴ mg/l) در حد استاندارد ($P>0/05$) و در آب رودخانه سبزکوه (۰/۰۶۸ mg/l) کم‌تر از استاندارد ($P<0/0001$) بود. در رودخانه‌های تحت مطالعه، غلظت فسفات محلول (۰/۲۳۹ و ۰/۱۶۳ میلی‌گرم در لیتر به ترتیب در رودخانه پروز و سبزکوه) بیش‌تر از مقدار استاندارد بود ($P<0/0001$). مقدار کل مواد جامد محلول در آب رودخانه پروز (۲۰۲ mg/l) با مقدار استاندارد تفاوت آماری معنی‌داری نداشت ($P>0/05$). غلظت BOD_5 و COD در هر دو رودخانه (به ترتیب برای رودخانه پروز ۳/۷ و ۶/۱ و برای رودخانه سبزکوه ۱/۹ و ۳/۶ میلی‌گرم در لیتر)، کم‌تر از مقدار استاندارد ($P<0/0001$) بود. در ایستگاه‌های آخر رودخانه‌های تحت مطالعه، مقداری مالاشیت گرین (۰/۰۴۷ و ۰/۰۷۸ میلی‌گرم در لیتر به ترتیب در ایستگاه آخر رودخانه پروز و سبزکوه) وجود داشت. سایر پارامترها در آب هر دو رودخانه، کم‌تر از میزان استاندارد بود ($P<0/05$). در مورد اکثر پارامترهای اندازه‌گیری شده، روند افزایشی از ایستگاه اول تا ایستگاه آخر وجود داشت. به طور کلی، آب رودخانه‌های پروز و سبزکوه از کیفیت مطلوبی برخوردار است اما، احداث واحدهای جدید پرورش ماهی، مستلزم کنترل میزان فسفات، نیتریت و مالاشیت گرین می‌باشد.

کلمات کلیدی: پرورش قزل‌آلا، کیفیت آب، استاندارد، رودخانه پروز، رودخانه سبزکوه، چهارمحال و بختیاری.

* عهده‌دار مکاتبات (✉). bagheriimohsen@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

منابع آب به عنوان یکی از عوامل بهبود و رشد اقتصادی جوامع به شمار می‌آید. لذا، مدیریت بهینه منابع آب به ویژه آب شیرین، یکی از مهم‌ترین برنامه‌های هر کشور، محسوب می‌شود. توسعه بهداشت و حفاظت از محیط زیست، به تأمین آب سالم وابسته است (منزوی، ۱۳۹۳). رودخانه‌ها، از مهم‌ترین منابع تأمین و انتقال آب مصرفی بخش‌های صنعت، کشاورزی و مصارف شهری هستند.

آب‌های سطحی در مناطق مختلف، به دلیل تنوع سازندها و ساختارهای زمین شناسی و عوامل هیدروژئولوژیکی، کیفیت متفاوتی دارند. شناخت و بررسی کیفیت منابع آب، در مدیریت و استفاده بهینه از آن، از اهمیت زیادی برخوردار است. بررسی تغییرات فصلی کیفیت آب‌های سطحی، جنبه مهمی در ارزیابی تغییرات موقتی آلودگی رودخانه‌ها بر اثر منابع مختلف طبیعی و انسانی می‌باشد (Ouyang *et al*., 2006).

آب‌های سطحی در معرض بسیاری از آلاینده‌ها از جمله فاضلاب‌های شهری و روستایی، پساب مزارع کشاورزی و باغات، پساب کارخانه‌ها و مزارع پرورش ماهی و ...، قرار دارند. از آنجا که پرورش ماهی نیز مستلزم استفاده از برخی داروها، مواد ضدعفونی کننده، مصرف مواد خوراکی و دفع فضولات می‌باشد، پساب این مراکز سبب افت کیفیت آب می‌گردد. همچنین، با توجه به اینکه که اکثر مزارع پرورش ماهی، در فواصل بسیار کوتاه از هم و بدون هر گونه سیستم تصفیه بیولوژیکی، آب‌های خروجی را به رودخانه‌ها رها می‌سازند، لازم است کیفیت آب رودخانه‌ها، مورد مطالعه قرار گیرد (اسماعیلی ساری، ۱۳۷۹). کاظم زاده خواجویی و همکاران (۱۳۸۱) بیان داشتند که، پساب کارگاه‌های پرورش ماهی که بدون تصفیه وارد رودخانه‌ها می‌شوند، باعث افت شدید کیفیت آب رودخانه می‌گردند.

در حال حاضر، آب رودخانه‌های استان چهارمحال و بختیاری جهت شرب، کشاورزی، آبزی‌پروری و صنعت خود استان و استان‌های همجوار و غیر همجوار، مورد استفاده قرار می‌گیرد. رودخانه‌های پروز و سبزکوه از جمله رودخانه‌های مهم و پرآب استان چهارمحال و بختیاری هستند که در مسیر آن‌ها روستاها و تعداد زیادی مزرعه پرورش ماهیان سردآبی وجود دارد. اکثر مزارع ایجاد شده نیز در فواصل بسیار کوتاه از هم و بدون هر گونه سیستم تصفیه بیولوژیکی، آب‌های خروجی را به رودخانه رها می‌سازند. تعداد زیادی از مردم منطقه نیز خواستار دریافت مجوز احداث مزارع جدید پرورش ماهی سردآبی در مسیر این رودخانه‌ها هستند. با توجه به روند روزافزون انواع بیماری‌ها در جامعه انسانی، که آلودگی‌های آب و مواد غذایی از جمله مهم‌ترین عوامل ایجاد کننده آن‌ها هستند، لازم است که، کیفیت منابع آب، مورد بررسی قرار گرفته و با استانداردهای موجود مقایسه گردد.

مطالعات زیادی در ارتباط با اندازه‌گیری پارامترهای کیفی آب رودخانه‌ها، در کشور ایران و سایر کشورهای جهان انجام شده است. خارا و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی کیفیت آب رودخانه اشمک در استان گیلان، گزارش کردند که، کیفیت آب این رودخانه در وضعیت آلودگی متوسط و رو به زیاد قرار دارد. ایشان مقادیر متوسط آمونیوم، نیتریت، TDS، TSS، BOD_5 و COD را در رودخانه اشمک به ترتیب ۰/۳۴، ۰/۰۵، ۶۷۸، ۳۸، ۹/۸ و ۳۴ میلی‌گرم در لیتر، گزارش کردند. مروت دوست انارکولی و همکاران

Archive of SID

www.SID.ir

(۱۳۹۴)، در بررسی کیفیت آب رودخانه سفیدرود، گزارش کردند که، به دلیل ورود حجم بالایی از انواع مختلف فاضلاب‌ها، کیفیت آب این رودخانه در برخی از قسمت‌ها، کاهش محسوسی می‌یابد. کم‌ترین شاخص کیفی آب رودخانه سفیدرود، در محدوده مورد مطالعه ایشان، مربوط به ایستگاه گنجه با مقدار ۵۸ و بیش‌ترین آن مربوط به ایستگاه خروجی سد سفیدرود با مقدار ۸۴ بود.

سهرابیان و همکاران (۱۳۸۸) با اندازه‌گیری مقادیر پارامترهایی مانند BOD_5، COD، کل جامدات محلول، نیترات، فسفات و کدورت به ارزیابی اثرات پساب استخرهای پرورش ماهی بر کیفیت آب رودخانه کلم در فصول بهار و تابستان پرداختند. ایشان گزارش کردند که، غلظت نیترات در فصل بهار افزایش و در فصل تابستان کاهش می‌یابد و بین غلظت آلاینده‌ها در آب رودخانه و تراکم کارگاه‌های پرورش ماهی، رابطه مستقیم وجود دارد. حاتمی (۱۳۸۷) نیز در مطالعه‌ای تحت عنوان بررسی اثرات پساب مزارع پرورش ماهی قزل‌آلا بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب رودخانه زاینده‌رود نشان داد که، کیفیت آب در مناطق پایین دست رودخانه، کاهش محسوسی داشته است. ایشان گزارش کردند که، غلظت فاکتورهای اندازه‌گیری شده شامل COD، BOD_5، TSS، TDS، آمونیوم، نیترات و فسفات در پساب مزارع پرورش ماهی نسبت به ورودی افزایش معنی‌داری داشته است. کاهش شاخص کیفی آب نیز در محل خروجی پساب، بیانگر نامناسب بودن کیفیت آب در محل خروجی مزارع بود. همچنین، بین میزان تولید ماهی و پارامترهای اندازه‌گیری شده شامل COD، BOD_5، TSS، نیترات و فسفات تولید شده در پساب مزارع، همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود داشت.

نفری یزدی و همکاران (۱۳۹۰) تغییرات غلظت پارامترهایی نظیر نیتریت، نیترات، آمونیوم، فسفات و سولفید را در آب رودخانه هراز مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که، به جز فسفات، غلظت تمامی پارامترهای کیفی آب در مزارع پایین دست رودخانه، بیش‌تر از مزارع بالادست بود. غلظت نیتریت و نیترات در ورودی‌ها و خروجی‌های مزارع، کم‌تر از مقدار استاندارد بود. همچنین، غلظت فسفات در تمامی مزارع، چه در آب ورودی و چه در آب خروجی، بیش‌تر از حد استاندارد آبزی‌پروری بود ولی با این وجود، این مقدار فسفات، کم‌تر از حد مجاز برای ورود به آب‌های سطحی بود.

عطاملکی و همکاران (۱۳۹۴) با اندازه‌گیری و پایش مواد آلی و نوترینت‌ها در طول رودخانه چناران بجنورد گزارش کردند که، آب رودخانه در برخی ایستگاه‌ها آلوده بوده و میزان آلودگی‌ها بیش‌تر از استانداردهای زیست محیطی بود. به طوری‌که، مقدار حداکثر COD و نیتریت، در برخی ایستگاه‌ها، به ترتیب تا ۱۴/۳ و ۰/۱۴ میلی‌گرم در لیتر رسید. قانع ساسانسرایی و همکاران (۱۳۸۸) در مطالعه کیفیت آب رودخانه سبزکوه در استان چهارمحال و بختیاری گزارش کردند که، ایستگاه‌های پایین دست رودخانه، محل تجمع انواع آلودگی‌ها بوده و پساب مزارع پرورش ماهی نیز بر کیفیت آب رودخانه اثر منفی دارند.

Banas و همکاران (۲۰۰۷) تأثیر پساب حاصل از فعالیت‌های پرورش ماهی را بر کیفیت آب‌های پذیرنده مورد بررسی قرار دادند و بیان داشتند که، پساب حاصل

Archive of SID

www.SID.ir

از مزارع پرورش ماهی، میزان فسفر و نیتروژن آب‌های پذیرنده را تا مقدار ۱ گرم در لیتر افزایش می‌دهند. Neal و همکاران (۲۰۰۰) کیفیت آب رودخانه‌های Fez و Sebou را مورد مطالعه قرار دادند و گزارش نمودند که، در بخش‌هایی از رودخانه‌های مذکور که در مجاورت مناطق مسکونی و صنعتی قرار دارند، کیفیت آب افت می‌کند به طوری که، میزان کدورت، مواد آلی و آمونیاک به شدت افزایش پیدا می‌کند. Fytianos و همکاران (۲۰۰۲) در بررسی کیفیت آب رودخانه پینیوس در یونان گزارش نمودند که، غلظت یون‌های نیتریت و فسفات آب این رودخانه در برخی از فصول سال به علت مصرف کودهای ازته و فسفره، بسیار زیاد است.

امینی راد (۱۳۸۰) با انجام پژوهشی دریافت که واحدهای پرورش ماهیان سردآبی رودخانه هراز، در زمان بررسی، در کیفیت آب رودخانه هراز تغییرات مهم و خطرناکی ایجاد نکرده‌اند. Dosdat (۲۰۰۱) بیان نمود که آلودگی ناشی از صنعت آبزی پروری در مدیترانه، در مقایسه با سایر منابع آلاینده، ناچیز می‌باشد. آلودگی مشاهده شده نیز عمدتاً در رابطه با مواد غذایی باقیمانده، هضم نشده و آلودگی ناشی از مصرف مواد غذایی می‌باشد که با مدیریت مناسب می‌توان این آلودگی‌ها را تا حدود زیادی کاهش داد.

رودخانه‌های پروز و سبزکوه از جمله رودخانه‌های پرآب استان چهارمحال و بختیاری هستند که مزارع متعدد پرورش ماهی قزل‌آلا، در طول مسیر آن‌ها در حال فعالیت هستند. با این وجود، تقاضا برای احداث مزارع جدید نیز وجود دارد و بنابراین لازم است که، کیفیت آب این رودخانه‌ها برای فعالیت‌های آبزی‌پروری، مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

رودخانه‌های پروز و سبزکوه در استان چهارمحال و بختیاری قرار دارند. استان چهارمحال و بختیاری از جمله مناطق کوهستانی فلات مرکزی ایران بوده که بین ۳۱ درجه و ۹ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۳۸ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۲۶ دقیقه طول شرقی قرار دارد. مرکز آن شهرکرد است که با ارتفاع ۲۱۵۰ متر از سطح دریاهای آزاد به «بام ایران» معروف است. موقعیت استان و رودخانه‌های مورد بررسی در شکل ۱ نشان داده شده است. این استان با وجود مساحت کم (۱ درصد از خاک کشور)، ده درصد از منابع آب کشور را در اختیار دارد. رودخانه سبزکوه با طول تقریبی ۵۸ کیلومتر از کوه چِرو در منطقه حفاظت شده سبزکوه سرچشمه می‌گیرد و در منطقه دوپلان با یکی از دیگر از سرشاخه‌های کارون درهم می‌آمیزد و در نهایت به رودخانه بزرگ کارون می‌ریزد. رودخانه پروز از ارتفاعات پروز سرچشمه گرفته و سپس با طی مسافت تقریبی ۱۱ کیلومتر، پس از گذشتن از ده‌گاه با رودخانه سندگان همراه می‌شود.

برای هر کدام از رودخانه‌ها تعداد هفت ایستگاه نمونه‌برداری بر اساس تراکم مزارع پرورش ماهی، منابع آلاینده و محل‌های درخواست احداث مزارع پرورش ماهی و وجود مجتمع‌ها انتخاب شدند. برای هر رودخانه یک ایستگاه اولیه به عنوان شاهد (قبل از هر گونه مزرعه پرورش ماهی یا ورود پساب) و یک ایستگاه انتهایی (که بعد از آن مزرعه یا منبع آلاینده دیگری وجود نداشت) در نظر گرفته شد (جداول ۱ و ۲).

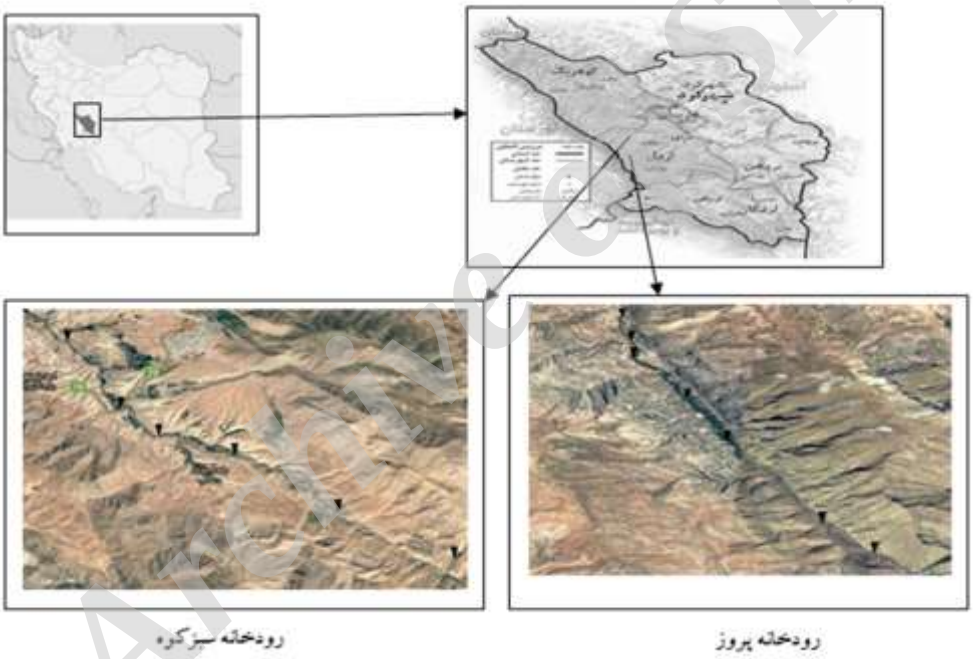
نمونه‌برداری طی ماه‌های اردیبهشت تا مهرماه سال ۱۳۹۳ به صورت ماهیانه انجام شد. برای نمونه‌برداری از ظروف پلاستیکی تمیز و استریل با حجم ۳۰۰ سی‌سی

Archive of SID

www.SID.ir

استفاده گردید. نمونه‌برداری از آب نزدیک به سطح انجام شد. نمونه‌های اخذ شده بلافاصله در محفظه‌های حاوی یخ گذاشته شده و در حداقل فاصله زمانی ممکن به آزمایشگاه ارسال و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند.

در این مطالعه پارامترهای زیر با روش استاندارد متد (APHA, 2005) اندازه‌گیری شدند: کل مواد جامد محلول (TDS) و کل مواد جامد معلق (TSS) از روش وزنی، نیاز اکسیژن شیمیایی (COD) از طریق تیتراسیون، نیاز اکسیژن بیولوژیکی در ۵ روز (BOD_5) از طریق دستگاه BOD Track و نگه‌داری در انکوباتور به مدت ۵ روز در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد، قلیائیت و فسفات محلول از روش تیتراسیون، آمونیوم و نیتریت با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر، کلر محلول از روش تیتراسیون، مالاشیت گرین و سموم ارگانوفسفره با استفاده از دستگاه HPLC، جیوه، روی و مس با استفاده از دستگاه اتمیک ابزوربشن و قابلیت هدایت الکتریکی از طریق دستگاه Sension156.



شکل ۱: موقعیت استان چهارمحال و بختیاری و رودخانه های مورد مطالعه

جدول ۱: موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های رودخانه پروز

ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	توضیحات
۱	۵۱° ۸′ ۱۶/۷″E	۳۱° ۱۵′ ۱۹/۵″N	سرچشمه پروز (ایستگاه شاهد)
۲	۵۱° ۸′ ۲۰″ E	۳۱° ۱۵′ ۰/۶″ N	۵۰۰ متر بعد از خروجی فاز ۱
۳	۵۱° ۸′ ۲۳/۲″E	۳۱° ۱۴′ ۴۴/۸″N	بین فاز ۱ و ۲ (قبل از مزرعه علی ویسی)
۴	۵۱° ۸′ ۴۲/۵″E	۳۱° ۱۴′ ۲۰/۷″N	ورودی فاز ۲
۵	۵۱° ۹′ ۵/۲″ E	۳۱° ۱۳′ ۳۶/۲″N	بین فاز ۲ و ۳
۶	۵۱° ۹′ ۳۹/۳″E	۳۱° ۱۲′ ۴۴/۹″N	ورودی فاز ۳
۷	۵۱° ۱۰′ ۹/۷″E	۳۱° ۱۲′ ۵/۳″ N	بعد از فاز ۳

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲: موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های رودخانه سبزکوه

ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	توضیحات
۱	۵۰° ۴۹′ ۳۵/۱″E	۳۱° ۵۰′ ۳۶/۴″N	اول چشمه کنان (ایستگاه شاهد)
۲	۵۰° ۴۶′ ۴۹/۱″E	۳۱° ۵۱′ ۵۵″ N	حیدر آباد
۳	۵۰° ۴۴′ ۳۹/۷″E	۳۱° ۵۳′ ۲۰/۷″N	جغدان
۴	۵۰° ۴۳′ ۸/۸″ E	۳۱° ۵۳′ ۴۶/۵″N	بالای مجتمع دهنو
۵	۵۰° ۴۲′ ۱۵/۲″E	۳۱° ۵۴′ ۲۷″ N	پل دهنو
۶	۵۰° ۴۱′ ۶/۶″ E	۳۱° ۵۶′ ۱/۸″ N	گزستان
۷	۵۰° ۳۹′ ۴۸/۳″E	۳۱° ۵۷′ ۰/۵″ N	پایین چشمه گورمیزه (انتهای آب سبزکوه)

داده‌های تحقیق، در نرم افزار Excel وارد شده و دسته‌بندی اطلاعات انجام شد. داده‌های وارد شده، چندین بار مورد بررسی قرار گرفتند و پس از حصول اطمینان از صحیح بودن اطلاعات وارد شده، با استفاده از نرم افزار SAS (۲۰۰۰) و آزمون t-Test، مورد تجزیه آماری قرار گرفتند. در آزمون t-Test، میانگین مربوط به هر پارامتر با مقدار استاندارد مربوطه به صورت جفت شده مورد مقایسه قرار گرفته و اختلاف آن‌ها تست معنی‌داری می‌شود. استاندارد مربوط به هر پارامتر از استاندارد ملی ایران شماره ۸۷۲۶ (مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۵) و USEPA (۱۹۹۶)، استخراج گردید.

نتایج

نتایج حاصل از تجزیه آماری مشاهدات مربوط به پارامترهای اندازه‌گیری شده، به تفکیک هر رودخانه در ذیل آورده شده است. ابتدا میانگین غلظت هر پارامتر در تمامی ایستگاه‌ها (میانگین کل)، با مقدار استاندارد مقایسه شده است و سپس میانگین غلظت هر پارامتر در هر ایستگاه، با مقدار استاندارد مورد مقایسه قرار گرفته است.

رودخانه پروز

مقایسه میانگین پارامترهای کیفی آب رودخانه پروز با مقادیر استاندارد، در جداول ۳ و ۴ آورده شده است. همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، مقدار فسفات محلول ($p<۰/۰۰۰۱$) و مالاشیت گرین ($p<۰/۰۰۱$) در آب رودخانه پروز بیش‌تر از حد مجاز بود. مقدار نیتریت و کل مواد جامد محلول در آب رودخانه پروز در حد استاندارد قرار داشتند ($p>۰/۰۵$). سایر پارامترها در آب این رودخانه کم‌تر از مقدار استاندارد بودند ($p<۰/۰۰۰۱$).

بر اساس اطلاعات جدول ۴، میزان نیتریت در ایستگاه اول ($p<۰/۰۱$) و ایستگاه دوم ($p<۰/۰۵$)، به طور معنی‌داری کم‌تر از مقدار استاندارد بود. در ایستگاه‌های ۳ و ۴ و ۵ و ۶، میزان نیتریت با مقدار استاندارد تفاوت معنی‌داری نداشت، امّا، در ایستگاه آخر، مقدار نیتریت از حد استاندارد خارج شده و به ۱/۶ برابر مقدار استاندارد رسید ($p<۰/۰۵$).

مقدار فسفات محلول، تنها در ایستگاه نخست در حد مجاز قرار داشت و در سایر ایستگاه‌ها بیش‌تر از مقدار استاندارد بود و تفاوت مقادیر موجود با مقدار استاندارد، معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$). میزان BOD_5 در چهار ایستگاه اول، به طور معنی‌داری کم‌تر از مقدار

Archive of SID

www.SID.ir

استاندارد بود، امّا، در سه ایستگاه آخر، تفاوت مقدار BOD_5 و مقدار استاندارد از نظر آماری، معنی‌دار نبود.

کل مواد جامد محلول، در ایستگاه اول کم‌تر از حد مجاز بود و در ایستگاه ۶، به طور معنی‌داری بیش‌تر از حد مجاز بود ($p<۰/۰۵$). در سایر ایستگاه‌ها، تفاوت بین کل مواد جامد محلول با مقدار استاندارد، معنی‌دار نبود. مقدار مالاشیت گرین، در ایستگاه سوم با مقدار استاندارد، تفاوت معنی‌داری داشت ($p<۰/۰۵$) و در سایر ایستگاه‌ها در حد مقدار استاندارد قرار داشت. مقدار سایر پارامترهای کیفی آب این رودخانه در تمامی ایستگاه‌ها، کم‌تر از حد استاندارد مربوطه بودند. نمودار روند تغییرات تمامی پارامترهای اندازه‌گیری شده در رودخانه پروز در شکل ۲ آورده شده است.

جدول۳: مقایسه† میانگین پارامترهای کیفی آب رودخانه پروز با مقادیر استاندارد††

پارامتر	استاندارد	تعداد مشاهدات	میانگین	انحراف استاندارد	سطح معنی داری
نیتریت (mg/l)	۰/۱	۴۲	۰/۱۰۴	۰/۰۳	۰/۴۴
آمونیوم (mg/l)	۱	۴۲	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۰۰۱
فسفات محلول (mg/l)	۰/۱	۴۲	۰/۲۳۹	۰/۱۲	۰/۰۰۰۱
BOD_5 (mg/l)	۵	۴۲	۳/۷	۰/۹۲	۰/۰۰۰۱
COD (mg/l)	۱۰	۴۲	۶/۱۱	۲/۱۵	۰/۰۰۰۱
کل مواد جامد معلق (mg/l)	۲۵	۴۲	۱/۷	۲/۶۲	۰/۰۰۰۱
کل مواد جامد محلول (mg/l)	۲۰۰	۴۲	۲۰۲	۳۱/۰۴	۰/۵۵
مس (mg/l)	۰/۰۰۶	۴۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۱
روی (mg/l)	۰/۰۰۵	۴۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۱
جیوه (mg/l)	۰/۰۲	۴۲	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۱
کلرور (mg/l)	۱۷۰	۴۲	۱۳/۶	۳/۲۶	۰/۰۰۰۱
سموم ارگانوفسفره (mg/l)	۱/۱۱	۴۲	۰/۰۸۷	۰/۰۷	۰/۰۰۰۱
قلیائیت (mg/l)	۴۰۰	۴۲	۴۵/۸	۱۱/۷۳	۰/۰۰۰۱
مالاشیت گرین (mg/l)	۰	۴۲	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۰۱
هدایت الکتریکی (µs/cm)	۵۰۰	۴۲	۳۴۰	۵۱/۶	۰/۰۰۱

†: مقایسه از طریق t-test؛ ††: استاندارد ملی ایران شماره ۸۷۲۶ (مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۵) و USEPA (۱۹۹۶)

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴: مقایسه† میانگین پارامترهای کیفی آب در هر ایستگاه رودخانه پروز با مقادیر استاندارد††

پارامتر	ایستگاه۱	ایستگاه۲	ایستگاه۳	ایستگاه۴	ایستگاه۵	ایستگاه۶	ایستگاه۷
نیتریت (mg/l)	۰/۰۷**	۰/۰۸*	۰/۰۹^{ns}	۰/۰۹^{ns}	۰/۱۰^{ns}	۰/۱۳^{ns}	۰/۱۶*
آمونیوم (mg/l)	۰/۰۱۰**	۰/۰۱۱**	۰/۰۱۸**	۰/۰۲۳**	۰/۰۲۵**	۰/۰۲۶**	۰/۰۳۲**
فسفات محلول (mg/l)	۰/۱۱**	۰/۱۶^{ns}	۰/۱۸^{ns}	۰/۲۲^{ns}	۰/۲۹*	۰/۳۲**	۰/۴۵*
BOD_5 (mg/l)	۲/۷۲**	۳/۰۶**	۳/۴۲**	۳/۷۲**	۴/۲۵^{ns}	۴/۳۳^{ns}	۴/۷۰^{ns}
COD (mg/l)	۴/۷۰**	۴/۹۸**	۵/۷۰**	۶/۲۶**	۶/۷۳*	۷/۳۰*	۷/۶۴*
کل مواد جامد معلق (mg/l)	۰/۶۷**	۱/۵۰**	۱/۹۵**	۱/۹۳**	۲/۳۵**	۲/۱۱**	۱/۱۴**
کل مواد جامد محلول	۱۸۰*	۱۹۱^{ns}	۱۹۲^{ns}	۱۹۴^{ns}	۲۰۶^{ns}	۲۳۰*	۲۳۶^{ns}
مس (mg/l)	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۲**
روی (mg/l)	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**
جیوه (mg/l)	۰/۰۰۰**	۰/۰۰۰۲**	۰/۰۰۰۷**	۰/۰۰۰۸**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**
کلرور (mg/l)	۱۱/۳**	۱۳/۱**	۱۲/۵**	۱۳/۴**	۱۳/۹**	۱۶/۰**	۱۵/۷**
سموم ارگانوفسفره (mg/l)	۰/۰۰۰**	۰/۰۰۳**	۰/۰۶۳**	۰/۱۰۸**	۰/۱۱۵**	۰/۱۵۵**	۰/۲۰۵**
قلیائیت (mg/l)	۳۷/۳**	۴۰/۹**	۴۴/۷**	۴۶/۰**	۴۹/۰**	۴۹/۵**	۵۶/۰**
مالاشیت گرین (mg/l)	۰/۰۰۰^{ns}	۰/۰۰۰^{ns}	۰/۰۴۶*	۰/۰۰۰^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۰۵۰^{ns}	۰/۰۴۷^{ns}
هدایت الکتریکی (µS/cm)	۳۰۳**	۳۲۱**	۳۲۱**	۳۲۶**	۳۴۵**	۳۸۵**	۳۹۵**

†، مقایسه از طریق t-test؛ ††: استاندارد ملی ایران شماره ۸۷۲۶ (مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۵) و USEPA (۱۹۹۶)؛ ns، غیر معنی‌دار؛ *، معنی‌دار در سطح کمتر از ۵ درصد؛ **، معنی‌دار در سطح کمتر از ۱ درصد

رودخانه سبزکوه

مقایسه میانگین پارامترهای کیفی آب رودخانه سبزکوه با مقادیر استاندارد، در جداول ۵ و ۶ آورده شده است. با توجه به جدول ۵ می‌توان گفت که، مقدار فسفات محلول ($p<۰/۰۰۰۱$) و مالاشیت گرین ($p<۰/۰۰۰۶$) در رودخانه سبزکوه، بیش‌تر از حد مجاز بودند. سایر پارامترها، کم‌تر از حد مجاز بودند ($p<۰/۰۰۰۱$).

بر اساس اطلاعات جدول ۶، مقدار نیتریت در ایستگاه‌های اول تا پنجم، به طور معنی‌داری کم‌تر از حد مجاز بود ($p<۰/۰۵$) و در دو ایستگاه آخر، در حدود مقادیر مجاز قرار داشت، به طوری که، اختلاف آن با مقدار استاندارد، معنی‌دار نبود. مقدار فسفات محلول در ایستگاه اول، به طور معنی‌داری کم‌تر از مقدار استاندارد بود ($p<۰/۰۱$) و در ایستگاه‌های دوم تا پنجم، هرچند که مقادیر آن بیش‌تر از مقدار استاندارد بود، امّا، اختلافات از نظر آماری، معنی‌دار نبود. در دو ایستگاه آخر، مقدار فسفات محلول از محدوده حد مجاز خارج شده و تا حد سه برابر مقدار استاندارد ($p<۰/۰۵$)، افزایش یافت (جدول ۶). اختلاف بین میزان BOD_5 و مقدار استاندارد، در ایستگاه آخر و میزان COD و مقدار استاندارد در دو ایستگاه آخر، از نظر آماری معنی‌دار نبود. میزان مالاشیت گرین در ایستگاه آخر، بسیار بیش‌تر از حد مجاز قرار داشت

Archive of SID

www.SID.ir

($p<۰/۰۱$) امّا، در سایر ایستگاه‌ها، اختلاف بین مقدار مالاشیت گرین و مقدار استاندارد، معنی‌دار نبود (جدول ۶). سایر پارامترهای اندازه‌گیری شده در آب این رودخانه، در تمامی ایستگاه‌ها از مقدار استاندارد کم‌تر بودند (جدول ۶).

جدول ۵. مقایسه† میانگین پارامترهای کیفی آب رودخانه سبزکوه با مقادیر استاندارد††

پارامتر	مقدار استاندارد	تعداد مشاهدات	میانگین	انحراف استاندارد	سطح معنی داری
نیتریت (mg/l)	۰/۱	۴۲	۰/۰۶۸	۰/۰۳	۰/۰۰۰۱
آمونیوم (mg/l)	۱	۴۲	۰/۰۱۲	۰/۰۱	۰/۰۰۰۱
فسفات محلول (mg/l)	۰/۱	۴۲	۰/۱۶۳	۰/۱۱	۰/۰۰۰۱
(mg/l) BOD_5	۵	۴۲	۱/۹۵	۱/۳۶	۰/۰۰۰۱
(mg/l) COD	۱۰	۴۲	۳/۶۵	۲/۴۷	۰/۰۰۰۱
کل مواد جامد معلق (mg/l)	۲۵	۴۲	۱/۱۵	۱/۵۱	۰/۰۰۰۱
کل مواد جامد محلول (mg/l)	۲۰۰	۴۲	۱۶۷	۲۱/۶۸	۰/۰۰۰۱
مس (mg/l)	۰/۰۰۶	۴۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۱
روی (mg/l)	۰/۰۰۵	۴۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۱
جیوه (mg/l)	۰/۰۰۲	۴۲	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۱
کلرور (mg/l)	۱۷۰	۴۲	۱۳/۵۸	۳/۱۵	۰/۰۰۰۱
سموم ارگانوفسفره (mg/l)	۱/۱۱	۴۲	۰/۱۱۵	۰/۰۹	۰/۰۰۰۱
قلیائیت (mg/l)	۴۰۰	۴۲	۲۷/۷	۱۳/۷۳	۰/۰۰۰۱
مالاشیت گرین (mg/l)	۰	۴۲	۰/۰۱۸	۰/۰۳	۰/۰۰۰۶
هدایت الکتریکی (µS/cm)	۵۰۰	۴۲	۲۸۱	۳۶/۰۸	۰/۰۰۱

†: مقایسه از طریق آزمون t-test؛ ††: استاندارد ملی ایران شماره ۸۷۲۶ (مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۵) و USEPA (۱۹۹۶)

جدول ۶. مقایسه† میانگین پارامترهای کیفی آب در هر ایستگاه رودخانه سبزکوه با مقادیر استاندارد††

پارامتر	ایستگاه۱	ایستگاه۲	ایستگاه۳	ایستگاه۴	ایستگاه۵	ایستگاه۶	ایستگاه۷
نیتریت (mg/l)	۰/۰۱۵**	۰/۰۳۳**	۰/۰۶۱*	۰/۰۷۳**	۰/۰۷۸*	۰/۰۹۳ns	۰/۱۲ns
آمونیوم (mg/l)	۰/۰۰۵**	۰/۰۰۶**	۰/۰۱۰**	۰/۰۱۰**	۰/۰۱۳**	۰/۰۱۶**	۰/۰۲۸**
فسفات محلول(mg/l)	۰/۰۴۵**	۰/۰۷۶ns	۰/۱۰۸ns	۰/۱۴۰ns	۰/۱۸۶ns	۰/۲۶۶*	۰/۳۲۰**
(mg/l) BOD_5	۰/۸۶**	۱/۲۰**	۱/۴۳**	۱/۷۶**	۲/۱۱**	۲/۷۰*	۳/۵۹ns
(mg/l) COD	۱/۷۷**	۲/۱۳**	۲/۶۸**	۳/۳۱**	۳/۸۲*	۴/۵۷ns	۷/۲۶ns
کل مواد جامد	۰/۵۱**	۰/۷۸—	۱/۰۹**	۱/۱۵**	۱/۲۳**	۱/۵۱**	۱/۷۶**
کل مواد جامد	۱۳۰**	۱۶۸**	۱۶۸**	۱۸۰**	۱۷۰**	۱۷۵**	۱۷۹**
مس (mg/l)	۰/۰۰۰۸**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۲**
روی (mg/l)	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**
جیوه (mg/l)	۰/۰۰۰**	۰/۰۰۰**	۰/۰۰۰۲**	۰/۰۰۰۳**	۰/۰۰۰۵**	۰/۰۰۰۷**	۰/۰۰۱۰**
کلرور (mg/l)	۱۰/۷۸**	۱۲/۶۸**	۱۳/۳۶**	۱۴/۰۰**	۱۳/۴۰**	۱۴/۲۰**	۱۷/۱۹**
سموم ارگانوفسفره	۰/۰۰۰**	۰/۰۱۵**	۰/۰۵۳**	۰/۱۱۰**	۰/۱۴۶**	۰/۲۰۸**	۰/۲۷۵**
قلیائیت (mg/l)	۲۴/۴**	۲۵/۸**	۲۵/۹**	۲۵/۶**	۲۷/۸**	۳۰/۱**	۳۴/۰**
مالاشیت گرین(mg/l)	۰/۰۰۰ns	۰/۰۰۰ns	۰/۰۰۶ns	۰/۰۱۸ns	۰/۰۱۶ns	۰/۰۱۰ns	۰/۰۷۸**
هدایت الکتریکی	۲۱۸**	۲۸۱**	۲۸۳**	۳۰۲**	۲۸۶**	۲۹۴**	۳۰۱**

†: مقایسه از طریق t-test؛ ††: استاندارد ملی ایران شماره ۸۷۲۶ (مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۵) و USEPA (۱۹۹۶)؛ ns، غیر معنی‌دار؛ *، معنی دار در سطح کمتر از ۵ درصد؛ **، معنی‌دار در سطح کمتر از ۱ درصد

Archive of SID

www.SID.ir

بحث

هر چند که اکثر پارامترهای اندازه‌گیری شده در آب دو رودخانه پروز و سبزکوه کم‌تر و یا در حد استاندارد مربوطه بودند اما، برای تمامی پارامترها یک روند افزایشی از ایستگاه اول تا ایستگاه آخر مشاهده گردید. این موضوع حاکی از افزایش آلودگی آب به واسطه افزایش تعداد مزارع پرورش ماهی و سایر آلاینده‌ها در مسیر رودخانه‌های مورد بررسی می‌باشد. مطابق با نتایج این تحقیق، طهماسبی و همکاران (۱۳۹۰) در تحلیل وضعیت فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب رودخانه گرگر گزارش دادند که، آب رودخانه در بالادست (قبل از ورودی پساب‌ها)، بهترین و در پایین دست، بدترین کیفیت را دارا بوده است.

قانع ساسانسرایی و همکاران (۱۳۸۸) با اندازه‌گیری عوامل کیفی آب شامل ترکیبات نیتروژن، فسفر و BOD_5 در آب رودخانه سبزکوه استان چهارمحال و بختیاری و بررسی تأثیر پساب کارگاه‌های پرورش ماهی موجود گزارش کردند که، اگر چه در پساب خروجی مزارع مقادیر این پارامترها از حدود آستانه فراتر نمی‌رود، ولی، در مناطق پایین دست به حداکثر میزان مجاز بسیار نزدیک می‌شود به طوری که، مقدار این عوامل در مناطق پایین دست اختلاف معنی‌داری با مقدار آن‌ها در مناطق بالادست داشت.

در مطالعه پارامترهای کیفی آب رودخانه گاماسیاب گزارش شد که، به دلیل وجود منابع آلاینده مختلف در طول مسیر رودخانه، مقادیر اکثر پارامترها در ایستگاه‌های مختلف با یکدیگر تفاوت معنی‌دار داشتند. همچنین میانگین غلظت یون‌های آمونیوم و نیتریت ایستگاه شاهد با سایر ایستگاه‌های نمونه برداری، به دلیل ورود بار قابل توجهی از مواد مغذی به رودخانه بر اثر فعالیت‌های آبزی پروری و همچنین فاضلاب روستاهای اطراف، تفاوت معنی‌دار داشت (طیبی و سبحان اردکانی، ۱۳۹۱). رحمتی و همکاران (۱۳۹۷) نیز با مطالعه اثر پساب کارگاه‌های پرورش ماهی قزل‌آلا بر کیفیت آب رودخانه اسفیدان، گزارش نمودند که، ورود پساب به آب رودخانه بر کیفیت آب تأثیر منفی داشته به طوری که، ورود پساب‌های مزارع پرورش ماهی به اکوسیستم رودخانه، باعث شده است که رودخانه اسفیدان از نظر شاخص‌های زیستی به عنوان منطقه‌ای با آلودگی متوسط تعیین گردد. قانع ساسانسرایی و همکاران (۱۳۸۲) میزان نیتریت در سه رودخانه‌ی حویق، کرگانرود و شفارود در استان گیلان را کم‌تر از حد مجاز، گزارش کردند. بابایی و همکاران (۱۳۹۳) نیز، غلظت نیتریت را در رودخانه گاماسیاب، کم‌تر از مقدار استاندارد، گزارش نمودند. امّا، حسینی و همکاران (۱۳۹۲) گزارش دادند که، غلظت نیتریت در آب رودخانه ریجاب، در هر ایستگاه نسبت به ایستگاه قبل افزایش نشان داد به طوری که، غلظت آن در ایستگاه‌های آخر، از حد استاندارد خارج شد. Pulatsu و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که، از نظر مقدار نیتریت، اختلاف معنی‌داری بین ایستگاه قبل از مزارع پرورش ماهی و ایستگاه‌های بعد از مزارع پرورش ماهی، وجود داشت.

فسفات محلول در آب رودخانه‌های تحت مطالعه، در حد بالایی قرار داشت، به طوری‌که، در ایستگاه‌های پایانی هر رودخانه، مقدار آن به طور معنی‌داری از حد استاندارد پرورش ماهی، بیش‌تر بود. مطابق با این نتایج گزارش شده است که، فعالیت مزارع پرورش ماهی باعث افزایش غلظت فسفات در آب‌های پذیرنده پساب می‌گردد (Guilpart *et al.*, 2012; Camargo *et al.*,

Archive of SID
www.SID.ir

2011; Aubin *et al.*, 2011). قانع ساسانسرایی و همکاران (۱۳۸۲) گزارش کردند که، حداکثر غلظت فسفات و نیترات، در مناطق پایین دست سه رودخانه‌ی حویق، کرگانرود و شفارود مشاهده شد که، احتمالاً به علت دفع مواد غذایی و همچنین راه یافتن کودهای مورد استفاده در مزارع کشاورزی به آب رودخانه‌ها و استفاده از شوینده‌ها در مناطق مسکونی حوزه اطراف رودخانه‌ها، باشد. نسبت نیتروژن و فسفر موجود در کودهای حیوانی با نسبت مورد نیاز گیاهان، متفاوت است و استفاده از این کودها در مزارع، باعث بدون استفاده ماندن قسمت اعظمی از فسفر در خاک و انتقال آن به آب‌های جاری و زیرزمینی می‌شود. افزایش قابلیت هضم فسفر در حیوانات و متعادل کردن جیره‌ها از نظر مقدار فسفر، می‌تواند از عدم تعادل فسفر و نیتروژن در کود جلوگیری کند و در نتیجه از آلودگی آب‌ها بکاهد (Knowlton *et al.*, 2004).

مطابق با بررسی حاضر، درخشنده قاضی محله و همکاران (۱۳۸۰)، در بررسی اثرات پساب‌های خروجی حوضچه‌های پرورش ماهی قزل‌آلا بر کیفیت آب رودخانه زاینده‌رود در منطقه چلگرد استان چهارمحال و بختیاری، بیان داشتند که، اختلاف بین ایستگاه‌ها از نظر میزان فسفات، معنی‌دار بود. در تحقیقی، Banas و همکاران (۲۰۰۷)، نشان دادند که، میزان فسفر و نیتروژن آب‌ها در اثر ورود پساب در انتهای دوره فعالیت استخرها، تا بیش از یک گرم در لیتر، افزایش می‌یابد. Trojanaowski (۱۹۹۰) نیز در مطالعه کیفیت آب رودخانه لوپاوا در کشور لهستان، نشان داد که، پساب مزارع پرورش ماهی قزل آلا اثرات منفی بر محیط زیست آبی که پساب وارد آن می‌شود، دارد. مطابق با نتایج تحقیق حاضر، در مطالعه تأثیر پساب مزارع پرورش ماهی بر خصوصیات آب رودخانه ریجاب، حسینی و همکاران (۱۳۹۲) گزارش کردند که، پساب مزارع پرورش ماهی تأثیر معنی‌داری بر پارامترهای pH، سختی کل، هدایت الکتریکی، آمونیاک، فسفات، کل مواد جامد، اکسیژن مورد نیاز زیستی و اکسیژن مورد نیاز شیمیایی آب، داشته است. اما بر خلاف نتایج این تحقیق، رحیمی‌بشر و همکاران (۱۳۹۴) گزارش دادند که هدایت الکتریکی آب رودخانه شمرود در ایستگاه‌های مختلف تا حد زیادی یکسان بود. به عبارتی دیگر، پساب کارگاه‌های پرورش ماهی بر هدایت الکتریکی آب، تأثیر معنی‌داری نداشته است. یکی از مهم‌ترین پارامترهای کیفی آب، مقدار BOD_5 یا اکسیژن خواهی بیولوژیکی است. مقدار BOD_5 و COD، در تمامی رودخانه‌های مورد بررسی، کم‌تر از میزان استاندارد بود و تنها در ایستگاه‌های انتهایی، مقدار آن به حد استاندارد نزدیک می‌شد. بنابراین از این نظر، رودخانه‌ها دارای مشکل چندانی نبودند. مطابق با نتایج تحقیق حاضر، بابایی و همکاران (۱۳۹۳) با بررسی کیفیت آب رودخانه گاماسیاب گزارش دادند که، هرچند در آب خروجی استخرها نسبت به آب ورودی، میزان COD تا ۲ برابر و میزان BOD_5 تا ۲ الی ۳ برابر افزایش داشت امّا، میزان BOD_5 رودخانه نشان داد که، مزارع پرورش ماهی بر اکوسیستم رودخانه تحت مطالعه، تأثیر منفی نداشته‌اند. دادگر و همکاران (۱۳۹۳) با مطالعه تأثیر مزارع پرورش ماهیان سردآبی بر کیفیت آب رودخانه‌های حوضه آبریز سد طالقان، گزارش نمودند که میزان BOD_5، COD، فسفر کل و نیتروژن کل در پساب خروجی کارگاه‌های پرورش ماهی در حد میزان استاندارد می‌باشد اما مقدار فسفر و نیتروژن از مناطق بالادست به

Archive of SID
www.SID.ir

مناطق پایین دست، تا دو برابر افزایش نشان داد که نشان دهنده‌ی تأثیر مراکز جمعیتی و ورود فاضلاب‌های خانگی روستاهای منطقه بر مقادیر این دو فاکتور می‌باشد. در مطالعه ایشان، مقادیر اندازه‌گیری شده برای pH و کدورت (TSS)، بیش از حد استاندارد بودند. افزایش BOD_5، ناشی از ورود مواد آلی حاصل از مزارع پرورش ماهی قزل‌آلا به داخل آب رودخانه است که اغلب به صورت غذای خورده نشده و مدفوع ماهی می‌باشد (Maillard *et al.*, 2005).

با توجه به نتایج می‌توان گفت که، آلودگی آب رودخانه‌های پروز و سبزکوه در شرایط بحرانی نیست و مزارع پرورش ماهی موجود در حوضه این دو رودخانه، مشکل زیست محیطی حادی را ایجاد نکرده‌اند اما، تأسیس مزارع جدید پرورش ماهی در مسیر این رودخانه‌ها (بین ایستگاه اول تا ایستگاه آخر) از نظر زیست محیطی توجیه پذیر نیست و باعث آلودگی آب این رودخانه‌ها خصوصاً برای یون‌های نیتریت و فسفات خواهد شد.

سپاسگزاری

در اینجا بر خود لازم می‌دانیم از زحمات کلیه کسانی که مارا در انجام این تحقیق یاری نمودند سپاسگزاری نماییم.

منابع

۱. اسماعیلی ساری، ع. ۱۳۷۹. مبانی مدیریت کیفی آب در آبزی پروری. تهران، مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، ۲۶۳ صفحه.

۲. امینی راد، ا.، ۱۳۸۰. بررسی تراکم و اثرات زیست محیطی واحدهای پرورش ماهیان سردآبی رودخانه هراز. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، ۸۶ صفحه.

۳. بابایی، ه.، مهدی‌نژاد، ک.، خداپرست، س.ح.، میرزاجانی، ع.، عابدینی، ع.، فئید، م. و مهدی‌زاده، غ. ۱۳۹۳. بررسی پساب‌های خروجی آب‌های مزارع سردآبی انفرادی. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی، ۸۵ صفحه.

۴. حاتمی، ر.، ۱۳۸۷. بررسی اثر پساب مزارع پرورش ماهی قزل‌آلا بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب رودخانه زاینده‌رود. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۱۰ صفحه.

۵. حسینی، س. ح.، سجادی، م. م.، کامرانی، ا.، سوری نژاد، ا.، رنجبر، ح.، ۱۳۹۲. تاثیر پساب مزارع پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان بر پارامترهای فیزیکو شیمیایی آب رودخانه ریجاب (استان کرمانشاه). مجله بوم شناسی آبزیان، ۲ (۴)، ۲۹-۳۹.

۶. خارا، ح.، مظلومی، ح.، نظامی، ش.، اکبرزاده، ا.، قلی‌پور، س.، احمدنژاد، م.، فلاح، س.ف.، رهبر، م.، ۱۳۹۰. بررسی کیفیت آب رودخانه اشمک (استان گیلان). مجله شیلات، ۵ (۳)، ۵۴-۴۱.

۷. دادگر، ش.، نگارستان، ح.، چهرزاد، ف.، رزمی، ک.، فایضی، م.، نورانی، ح.، شیخ، غ.، رادخواه، ک.، ۱۳۹۳. تعیین تأثیر مزارع پرورش ماهیان سردآبی بر کیفیت آب رودخانه‌های حوضه آبریز سد طالقان. گزارش نهایی پروژه، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، ۳۱ صفحه.

Archive of SID
www.SID.ir

۸. درخشنده قاضی محله، ر.، نظامی، ش.، امینی رنجبر، غ.، مهرابی، ی.، اربابی، م.، افراز، ع.، طالبی، م.ع.، ۱۳۸۰. بررسی اثرات پساب‌های خروجی حوضچه‌های پرورش ماهی قزل آلا. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان چهارمحال و بختیاری، ۱۶۵ صفحه.

۹. رحمتی، م.، هرسیج، م.، پاتیمار، ر.، قلی‌زاده، م.، ۱۳۹۷. اثر پساب کارگاه‌های پرورش ماهی قزل-آلای رنگین‌کمان بر بی‌مهرگان کفزی رودخانه اسفیدان (خراسان شمالی). نشریه توسعه آبزی-پروری، ۱۲(۲)، ۶۱-۴۹.

۱۰. رحیمی بشر، م.ر.، ترابی جفرودی، ح.، راستا، م.، خدادوست، ع.، تقی‌پور کوه‌بنه، ش.، دل‌افکار، خ.، ۱۳۹۴. اثرات پساب کارگاه‌های پرورش قزل-آلای رنگین کمان بر جوامع ماکروزئوبنتوزی رودخانه شمرود (سیاهگل-استان گیلان). نشریه توسعه آبزی‌پروری، ۹(۴)، ۴۲-۳۱.

۱۱. سهرابیان، ب.، جاوید، ا.، عوض‌پور، م.، صدوقی، ز.، عباسی، ا.، ۱۳۸۹. بررسی کیفیت پساب‌های پرورش ماهی منطقه کلم و تأثیر آن بر آب پذیرنده با استفاده از شاخص NSF. عمران آب، ۳۹، ۳۹-۳۳.

۱۲. طهماسبی، س.، افخمی، م.، تکدستان، ا.، ۱۳۹۰. تحلیل وضعیت فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب رودخانه گرگر با استفاده از شاخص کیفیت آب NSF. علوم بهداشتی، ۳(۴)، ۶۴-۵۵.

۱۳. طیبی، ل.، سبحان اردکانی، س.، ۱۳۹۱. سنجش پارامترهای کیفی آب رودخانه گاماسیاب و عوامل موثر بر آن. علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۴(۲)، ۴۹-۳۷.

۱۴. عطاملکی، ع.، صادقی، ش.، دولتی، م.، غلامی، م.، قربانپور، ر.، ابویی مهریزی، ا.، ۱۳۹۴. اندازه‌گیری و پایش مواد آلی و نوترینت‌ها در طول رودخانه چناران بجنورد. مجله ارتقای ایمنی و پیشگیری از مصدومیت‌ها، ۳(۱)، ۷۴-۶۷.

۱۵. قانع ساسانسرایی، ا.، بابایی، ه.، افراز، ع.، صابری، ح. و قندی، د.، ۱۳۸۲. بررسی لیمنولوژیک رودخانه‌های مهم حوزه جنوبی دریای خزر در استان گیلان با تأکید بر عوامل آلاینده (رودخانه‌های حویق، کرگانرود و شفارود). گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی. ۱۶۸ صفحه.

۱۶. قانع ساسانسرایی، ا.، عوفی، ف.، نجف‌پور، ن.، طاهری، غ.، عابدینی، ع.، میرزاجانی، ع.، سبک آرا، ج.، بابایی، ه.، ۱۳۸۸. بررسی و مطالعه اثرات پساب مزارع پرورش ماهیان سردآبی رودخانه سبزکوه در استان چهارمحال و بختیاری. گزارش نهایی پروژه، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی. ۱۰۱ صفحه.

۱۷. کاظم‌زاده خواجویی، ا.، اسماعیلی ساری، ع.، قاسمپوری، س.م.، ۱۳۸۱. بررسی آلودگی ناشی از کارگاه‌های پرورش ماهی قزل‌آلا در رودخانه هراز. علوم و فنون دریایی ایران، ۱(۳)، ۳۴-۲۷.

۱۸. مروت دوست انارکولی، م.، حائری پور، س.، امیرنژاد، ر.، ۱۳۹۴. بررسی کیفیت آب رودخانه

Archive of SID

www.SID.ir

سفیدرود در محدوده شهرستان رودبار. اکوبیولوژی تالاب، ۷(۲۵)، ۴۲-۳۳.

۱۹. منزوی، م. ت.، ۱۳۹۳. آبرسانی شهری. چاپ نوزدهم، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۱۲ صفحه.

۲۰. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۵. استاندارد ملی ایران شماره ۸۷۲۶، چاپ اول، تهران، مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۲۱ صفحه.

۲۱. نفری یزدی، م.، حسین‌زاده صحافی، ه.، نگارستان، ح.، ۱۳۹۰. بررسی کیفیت پساب مزارع پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در منطقه هراز. پنجمین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست، تهران، ۱۸-۱۲.

22. APHA, 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21th Edition, Washington DC., American Public Health Association/Water Environment Federation.
23. Aubin, J., Tocqueville, A., Kaushik, S.J., 2011. Characterization of waste output from flow-through trout farms in France: comparison of nutrient mass-balance modeling and hydrological methods. Aquatic Living Resource, 24, 63-70.
24. Banas, D., Masson, G., Leglize, L., Usseglio-Polatera, P., Boyd, C.E., 2007. Sediment concentration and nutrient loads in effluents drained from extensively managed fishponds in France. Environmental Pollution, 152, 679-685.
25. Camargo, J.A., Gonzalo, C., Alonso, A., 2011. Assessing trout farm pollution by biological metrics and indices based on aquatic macrophytes and benthic macroinvertebrates: a case study. Ecology Indicators, 11, 911-917.
26. Dosdat, A., 2001. Environmental impact of aquaculture in the Mediterranean: Nutritional and feeding aspects. Environmental Impact Assessment of Mediterranean Aquaculture Farms, Cahiers option Mediterranean, 55, 23-36.
27. Fytianos, K., Siumka, A., Zachariadis, G.A., Beltsios, S., 2002. Assessment of the quality characteristics of Pinios river, Greece. Water, Air and Soil Pollution, 136, 317-329.
28. Guilpart, A., Roussel, J.M., Aubin, J., Caquet, T., Marle, M., Le Bris, H., 2012. The use of benthic invertebrate community and water quality analyses to assess ecological consequences of fish farm effluents in rivers. Ecological Indicators, 23, 356-365.
29. Knowlton, K.F., Radcliffe, J.S., Novak C.L. and Emmerson D.A., 2004. Animal management to reduce phosphorus losses to the environment. Journa of Animal Sciences, 82, 173–195.
30. Maillard, V.M., Boardman, G.D., Nyland, J.E., Kuhn, D.D., 2005. Water quality and sludge characterization at raceway-system trout farms. Aquaculture Engineering, 33, 271-284.
31. Neal, C., Jarvie, H.L., Whitton, B.A., Gemmell, J., 2000. The water quality of the river Wear, north-east England. Science of the Total Environment, 251, 153-172.
32. Ouyang, Y., Nkedi-Kizza, P., Wu, Q.T., Shinde, D., Huang, C.H., 2006. Assessment of seasonal variations in surface water quality. Water Research, 40, 3800-3810.
33. Pulatsu, S., Rad, F., Koksal, G., Aydın, F., 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.
34. SAS, 2000. Release 8.2, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
35. Trojanaowski, j., 1990. The effect of trout culture on water quality of Lopawa River. Arch Hydrobiol, 37, 383-395.
36. U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1996. Water quality criteria for documents for the protection of aquatic life in water. Washington D.C., U.S. EPA, Office of Water, EPA-820-B-96-001.

Archive of SID
www.SID.ir