

بررسی کیفیت آب رودخانه‌های کاج و سنگان جهت پرورش ماهی قزل آلا در استان چهارمحال و بختیاری

محسن باقری^{*}، پرویز منصوری^۱، محمدعلی طالبی^۱، مرتضی کرمی^۱، مجید فرزانه^۱

*bagheriimohsen@yahoo.com

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

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۶

تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۷

چکیده

پارامترهای کیفی آب دو رودخانه کاج و سنگان در استان چهارمحال و بختیاری برای پرورش ماهی قزل آلا، مورد ارزیابی قرار گرفت. برای رودخانه کاج، ۶ ایستگاه و برای رودخانه سنگان، ۵ ایستگاه نمونه برداری انتخاب شدند. از آب هر ایستگاه یک بار در هر ماه و از اردیبهشت تا مهرماه ۱۳۹۳، نمونه برداری شد و نمونه‌ها برای تعیین میزان نیتريت، آمونیوم، فسفات محلول، BOD_5 ، COD، TSS، TDS، Cu، Zn، Hg، کلرور، سموم ارگانوفسفره، pH، مالاشیت گرین و EC، به آزمایشگاه منتقل شدند. غلظت نیتريت در آب رودخانه سنگان ($0/106 \text{ mg/l}$) در حد استاندارد ($p > 0/05$) و در آب رودخانه کاج ($0/079 \text{ mg/l}$) کم‌تر از استاندارد ($p < 0/009$) بود. در رودخانه‌های تحت بررسی، غلظت فسفات محلول ($0/162$ و $0/152$ میلی گرم در لیتر به ترتیب در رودخانه کاج و سنگان) بیش‌تر از مقدار استاندارد بود ($p < 0/0007$). مقدار کل مواد جامد محلول در آب رودخانه کاج (225 mg/l) و سنگان (335 mg/l) بیش‌تر از استاندارد بود (به ترتیب، $p < 0/03$ و $p < 0/0001$). غلظت BOD_5 و COD در هر دو رودخانه (به ترتیب برای رودخانه کاج $2/67$ و $5/56$ و برای رودخانه سنگان $2/16$ و $4/22$ میلی گرم در لیتر)، کم‌تر از مقدار استاندارد ($p < 0/0001$) بود. مقدار مالاشیت گرین در ایستگاه آخر رودخانه کاج، $0/003$ میلی گرم در لیتر ($p > 0/05$) و در ایستگاه آخر رودخانه سنگان، $0/065$ میلی گرم در لیتر ($p < 0/05$) بود. هدایت الکتریکی در رودخانه سنگان (562 میکروزیمنس بر سانتیمتر) بیش‌تر از مقدار استاندارد بود ($p < 0/0003$). سایر پارامترها در آب هر دو رودخانه، کم‌تر از میزان استاندارد بود ($p < 0/0001$). به طور کلی، آب رودخانه‌های کاج و سنگان برای پرورش ماهی قزل آلا مناسب نیست.

لغات کلیدی: ماهی قزل آلا، کیفیت آب، رودخانه، استان چهارمحال و بختیاری

^{*}نویسنده مسئول

مقدمه

فاضلاب‌های صنعتی، شهری و روستایی، پساب مزارع کشاورزی و باغات و آب خروجی کارخانه‌ها از آلاینده‌های آب‌های سطحی هستند. پساب مزارع پرورش ماهی نیز به دلیل استفاده از داروها، مواد ضدعفونی کننده، مصرف مواد خوراکی و دفع فضولات، از آلاینده‌های آب به حساب می‌آید (باقری و همکاران، ۱۳۹۶). اکثر مزارع پرورش ماهی در مسیر رودخانه‌ها، در فواصل کوتاه از هم احداث شده‌اند و پساب خود را بدون استفاده از سیستم تصفیه بیولوژیک، به رودخانه‌ها رها می‌سازند (اسماعیلی ساری، ۱۳۷۹) و باعث افت کیفیت آب رودخانه می‌گردند (کاظم زاده خواجهویی و همکاران، ۱۳۸۱). ارزیابی کیفی منابع آب به دلیل محدودیت منابع آب و افزایش آلاینده‌ها، حائز اهمیت است (خلجی و همکاران، ۱۳۹۵).

عطاملکی و همکاران (۱۳۹۴)، با اندازه‌گیری مقدار مواد آلی و نوترینت‌ها در مسیر رودخانه چناران در بجنورد، بیان کردند که، میزان آلودگی در برخی ایستگاه‌های این رودخانه بیش‌تر از استانداردهای زیست محیطی است. خارا و همکاران (۱۳۹۰)، کیفیت آب رودخانه اشک در استان گیلان را در وضعیت آلودگی متوسط و رو به زیاد، گزارش نمودند. سهرابی و همکاران (۱۳۸۹)، بیان نمودند که، بین غلظت آلاینده‌ها در آب رودخانه کلم و تراکم مزارع پرورش ماهی، یک رابطه‌ی مستقیم وجود دارد. در رودخانه زاینده رود نیز گزارش شد که، غلظت پارامترهای COD^1 ، BOD_5^2 ، TSS^3 ، TDS^4 ، آمونیوم، نیتрат و فسفات در پساب مزارع پرورش ماهی افزایش می‌یابد و بین مقدار تولید ماهی و پارامترهای BOD_5 ، COD ، TSS ، نیترات و فسفات تولید شده در پساب، همبستگی مثبت وجود دارد (حاتمی، ۱۳۸۷). قانع ساسانسرایی و همکاران (۱۳۸۸) گزارش کردند که، ایستگاه‌های پایین دست رودخانه سبزکوه در استان چهارمحال و بختیاری، محل تجمع انواع آلودگی‌ها بوده است و پساب مزارع

پرورش ماهی، بر کیفیت آب رودخانه اثر منفی داشته است. پساب حاصل از مزارع پرورش ماهی، میزان فسفر و نیتروژن آب‌های پذیرنده را تا مقدار یک گرم در لیتر افزایش می‌دهد (Banas et al., 2007). در بخش‌هایی از رودخانه که مجاور مناطق مسکونی و صنعتی قرار دارد، میزان کدورت و مواد نیتروژنی به شدت افزایش می‌یابد (Neal et al., 2000). کاج و سندگان از رودخانه‌های مهم استان چهارمحال و بختیاری هستند. با وجود تعداد زیادی روستا و مزارع پرورش ماهی قزل‌آلا در مسیر این رودخانه‌ها، احتمال می‌رود که پارامترهای کیفی آب آن‌ها از حد استاندارد فراتر باشند. با این وجود، تقاضا برای احداث مزارع جدید پرورش ماهی قزل‌آلا در مسیر این رودخانه‌ها، وجود دارد. بنابراین، این بررسی با هدف تعیین سطح عوامل کیفی آب دو رودخانه کاج و سندگان و مقایسه آن‌ها با مقادیر استاندارد پرورش ماهی قزل‌آلا، انجام شد.

مواد و روش کار

استان چهارمحال و بختیاری از جمله مناطق کوهستانی فلات مرکزی ایران است 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. رودخانه کاج از رشته کوه‌های زاگرس در استان چهارمحال و بختیاری سرچشمه گرفته‌اند و پس از طی مسیر در شهرستان اردل و اتصال به رودخانه اردل (آب بهشت آباد)، یکی از شاخه‌های رود ارمند را تشکیل می‌دهد. رودخانه سندگان نیز از چشمه‌ای بزرگ به همین نام در شهرستان لردگان از توابع استان چهارمحال و بختیاری، منشأ می‌گیرد و به همراه آب چشمه‌ی آبگرمک، یکی از شاخه‌های رود خرسان را تشکیل می‌دهد. رودهای ارمند و خرسان به ترتیب از شاخه‌های اصلی و فرعی رود کارون هستند. در شکل ۱، موقعیت رودخانه‌های کاج و سندگان و ایستگاههای نمونه‌برداری نشان داده شده است.

¹ Chemical Oxygen Demand² Five-day Biochemical Oxygen Demand³ Total Suspended Solids⁴ Total Dissolved Solids

بر اساس تراکم مزارع پرورش ماهی، منابع آلاینده و محل‌های درخواست احداث مزارع پرورش ماهی، برای رودخانه کاج شش ایستگاه و برای رودخانه سندگان پنج ایستگاه نمونه‌برداری انتخاب شد. برای هر رودخانه یک ایستگاه قبل از هر گونه مزرعه پرورش ماهی یا ورود پساب (شاهد) و یک ایستگاه که بعد از آن مزرعه یا منبع آلاینده دیگری وجود نداشت، در نظر گرفته شد (جدول ۱ و ۲).

نمونه‌برداری به صورت ماهیانه از اردیبهشت تا مهرماه سال ۱۳۹۳ انجام شد. نمونه‌برداری از آب نزدیک به سطح و در ظروف پلاستیکی تمیز و استریل با حجم ۳۰۰ سی‌سی انجام شد. نمونه‌ها بلافاصله در محفظه‌های حاوی یخ گذاشته شدند و در حداقل فاصله زمانی به آزمایشگاه ارسال و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.



شکل ۱: موقعیت رودخانه‌ها و ایستگاه‌های نمونه‌برداری آن‌ها
Figure 1: Locality of rivers and their sampling stations

dfdfd

جدول ۱: موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد بررسی رودخانه کاج
Table 1: Geographic location of studied stations of Kaj River.

ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	توضیحات
۱	۵۰° ۲۵' ۴۸/۹" E	۳۲° ۹' ۴۹/۷" N	دره گرم (ایستگاه شاهد)
۲	۵۰° ۲۹' ۲۳/۲" E	۳۲° ۶' ۵۸/۹" N	الیکوه (خروجی مزرعه شایق)
۳	۵۰° ۳۰' ۴۸/۳" E	۳۲° ۶' ۱/۵" N	بعد از سایت قلعه درویش
۴	۵۰° ۳۱' ۵۶/۴" E	۳۲° ۴' ۵۵/۵" N	پل رستم آباد
۵	۵۰° ۳۳' ۱۰/۸" E	۳۲° ۴' ۳۴/۶" N	قبل از ورودی مجتمع کاج
۶	۵۰° ۳۶' ۱۱/۴" E	۳۲° ۲' ۲۷/۳" N	بعد از مزرعه بهرام صفری

جدول ۲: موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد بررسی رودخانه سندگان
Table 2: Geographic location of studied stations of Sendegan River.

ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	توضیحات
۱	۵۱° ۱۶' ۵۹/۶" E	۳۱° ۱۵' ۳۳/۲" N	چشمه سندگان (ایستگاه شاهد)
۲	۵۱° ۱۶' ۴۸/۸" E	۳۱° ۱۵' ۲۶" N	بالتر از فاز دوم
۳	۵۱° ۱۶' ۱۵/۵" E	۳۱° ۱۵' ۱۵/۲" N	بین فاز ۱ و ۲
۴	۵۱° ۱۴' ۵۹/۷" E	۳۱° ۱۴' ۴۳/۲" N	بین فاز ۲ و ۳
۵	۵۱° ۱۴' ۵۶/۵" E	۳۱° ۱۳' ۳۷/۱" N	۲۵۰ متر بعد از روستای قرح

برای رودخانه‌های مورد بررسی، پارامترهای: کل مواد جامد محلول (TDS) و کل مواد جامد معلق (TSS) از روش وزنی، نیاز اکسیژن شیمیایی (COD) از طریق تیتراسیون، نیاز اکسیژن بیوشیمیایی 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 نیتريت با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر، کلر محلول از روش تیتراسیون، مالاویت گرین و سموم ارگانوفسفره با استفاده از دستگاه $HPLC^1$ ، جیوه، روی و مس با استفاده از دستگاه اتمی و قابلیت هدایت الکتریکی از طریق دستگاه Sension156 با روش استاندارد متد (APHA, 2005) اندازه‌گیری شدند. داده‌های جمع‌آوری شده، در نرم افزار Excel وارد گردیدند و پس از دسته‌بندی اطلاعات با استفاده از نرم افزار SAS (۲۰۰۰) تجزیه آماری شدند. میانگین هر پارامتر با مقدار استاندارد آن به صورت مشاهدات جفت شده، با استفاده از آزمون t-Test مقایسه شد. مقادیر استاندارد، از استاندارد ملی ایران به شماره ۸۷۲۶ ۱۳۸۵ و EPA (۱۹۹۶)، استخراج گردید.

نتایج

نتایج تجزیه و تحلیل آماری 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 کاج

مقایسه میانگین پارامترهای کیفی آب رودخانه کاج با مقادیر استاندارد، در جداول ۳ و ۴ آورده شده است. مقدار فسفات محلول ($p < 0.0001$)، کل مواد جامد محلول

($p < 0.03$) و مالاویت گرین ($p < 0.007$) در آب رودخانه کاج بیش‌تر از حد مجاز بود. سایر پارامترها در آب این رودخانه، کم‌تر از مقدار استاندارد بودند (جدول ۳). طبق جدول ۴، میزان نیتريت در دو ایستگاه اول، کم‌تر از مقدار استاندارد بود ($p < 0.05$). اختلاف بین میزان نیتريت آب و مقدار استاندارد، در ایستگاه‌های ۳ و ۴ و ۵ معنی‌دار نبود. در ایستگاه ۶، مقدار نیتريت بیش‌تر از مقدار استاندارد بود، اما اختلاف بین آن‌ها از نظر آماری معنی‌دار نبود. مقدار فسفات محلول در سه ایستگاه اول، در محدوده مجاز قرار داشت. در ایستگاه‌های ۴ و ۵ و ۶، مقدار فسفات محلول تا حدود دو برابر حد مجاز افزایش یافت ($p < 0.01$). میزان BOD_5 و COD در سه ایستگاه اول، کم‌تر از حد مجاز بودند، اما برای آن‌ها از ایستگاه اول تا ایستگاه آخر روند افزایشی وجود داشت. کل مواد جامد محلول در تمامی ایستگاه‌ها، کم‌تر از مقدار استاندارد بود، اما تنها در ایستگاه اول تفاوت آن با مقدار استاندارد، معنی‌دار بود ($p < 0.01$). در سه ایستگاه اول، مقدار مالاویت گرین برابر با صفر بود و به تدریج در ایستگاه‌های بعد، بر مقدار آن افزوده شد.

رودخانه سندگان

مقایسه میانگین پارامترهای کیفی آب رودخانه سندگان با مقادیر استاندارد، در جداول ۵ و ۶ آورده شده است. مقدار فسفات محلول ($p < 0.0007$)، کل مواد جامد محلول ($p < 0.0001$)، مالاویت گرین ($p < 0.0001$) و هدایت الکتریکی ($p < 0.0003$) در آب رودخانه سندگان، بیش‌تر از حد مجاز بودند. مقدار نیتريت در آب این رودخانه با مقدار مجاز تفاوت معنی‌دار نداشت. سایر پارامترها، کم‌تر از حد مجاز ($p < 0.0007$) بودند (جدول ۵). بر اساس اطلاعات جدول ۶، میزان نیتريت در ایستگاه‌های رودخانه سندگان، دارای یک روند افزایشی بود و مقدار آن در ایستگاه اول ($p < 0.01$) و ایستگاه دوم ($p < 0.05$) کم‌تر از مقدار استاندارد، در ایستگاه سوم در محدوده حد استاندارد و در ایستگاه چهارم ($p < 0.05$) و ایستگاه پنجم ($p < 0.01$)، بیش‌تر از مقدار استاندارد بود. میزان فسفات محلول در ایستگاه اول، کم‌تر از مقدار استاندارد ($p < 0.01$)، در ایستگاه دوم در محدوده مجاز و

¹ High-performance liquid chromatography

مالاشیت گرین، در ایستگاه شاهد برابر صفر بود و در دو ایستگاه آخر، مقادیر آن از مقدار استاندارد فراتر رفت. ($p < 0.05$). مقدار هدایت الکتریکی در تمامی ایستگاه‌ها، به طور معنی‌داری ($p < 0.01$) بیش‌تر از حد مجاز بود. سایر پارامترهای اندازه‌گیری شده در آب این رودخانه، در تمامی ایستگاه‌ها از مقدار استاندارد کم‌تر بودند.

در سایر ایستگاه‌ها، از حد مجاز بیش‌تر بود ($p < 0.01$). میزان BOD_5 و COD، کم‌تر از حد مجاز بودند اما با یک روند افزایشی در ایستگاه‌های آخر به مقادیر حد مجاز نزدیک شدند. کل مواد جامد محلول در تمامی ایستگاه‌ها، بسیار بیش‌تر از مقدار استاندارد بود ($p < 0.01$). مقدار

جدول ۳: مقایسه[†] میانگین پارامترهای کیفی آب رودخانه کاج با مقادیر استاندارد^{††}

Table 3: Comparison[†] of measured parameters for Kaj River with standard amounts^{††}

پارامتر	استاندارد	تعداد	میانگین	انحراف	سطح معنی
نیتريت (mg/l)	۰/۱	۳۶	۰/۰۷۹	۰/۰۴	۰/۰۰۹
آمونیم (mg/l)	۱	۳۶	۰/۰۱۷	۰/۰۱	۰/۰۰۰۱
فسفات محلول (mg/l)	۰/۱	۳۶	۰/۱۶۲	۰/۰۷	۰/۰۰۰۱
BOD ₅ (mg/l)	۵	۳۶	۲/۶۷	۲/۰۱	۰/۰۰۰۱
COD (mg/l)	۱۰	۳۶	۵/۵۶	۴/۰۹	۰/۰۰۰۱
کل مواد جامد معلق (mg/l)	۲۵	۳۶	۳/۴۹	۳/۴۹	۰/۰۰۰۱
کل مواد جامد محلول (mg/l)	۲۰۰	۳۶	۲۲۵	۷۴/۸	۰/۰۳
مس (mg/l)	۰/۰۰۶	۳۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۱
روی (mg/l)	۰/۰۰۵	۳۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۱
جیوه (mg/l)	۰/۰۲	۳۶	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۱
کلور (mg/l)	۱۷۰	۳۶	۱۶۲۵	۴/۲۷	۰/۰۰۰۱
سموم ارگانوفسفره (mg/l)	۱/۱۱	۳۶	۰/۰۴۸	۰/۰۵	۰/۰۰۰۱
قلیائیت (mg/l)	۴۰۰	۳۶	۳۲/۵	۸/۸۳	۰/۰۰۰۱
مالاشیت گرین (mg/l)	۰	۳۶	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۷
هدایت الکتریکی (μs/cm)	۵۰۰	۳۶	۳۷۷	۱۲۴/۵	۰/۰۰۱

†: مقایسه از طریق t-test; ††: استاندارد ملی ایران شماره ۸۷۲۶ (۱۳۸۵) و EPA, 1996

جدول ۴: مقایسه[†] میانگین پارامترهای کیفی آب در هر ایستگاه رودخانه کاج با مقادیر استاندارد^{††}

Table 4: Comparison[†] of measured parameters for each Kaj River station with standard amounts^{††}

پارامتر	ایستگاه ۱	ایستگاه ۲	ایستگاه ۳	ایستگاه ۴	ایستگاه ۵	ایستگاه ۶
نیتريت (mg/l)	۰/۰۳۵ [*]	۰/۰۴۵ [*]	۰/۰۶۶ ^{ns}	۰/۰۷۰ ^{ns}	۰/۰۹۶ ^{ns}	۰/۱۱۱ ^{ns}
آمونیم (mg/l)	۰/۰۰۵ ^{**}	۰/۰۰۹ ^{ns}	۰/۱۲۵ ^{ns}	۰/۱۵۶ ^{**}	۰/۰۲۱ ^{**}	۰/۰۲۶ ^{**}
فسفات محلول (mg/l)	۰/۰۷۸ ^{ns}	۰/۰۹۵ ^{ns}	۰/۱۲۵ ^{ns}	۰/۱۵۶ ^{**}	۰/۱۸۱ ^{**}	۰/۲۲۰ ^{**}
BOD ₅ (mg/l)	۲/۱ [*]	۲/۰ [*]	۲/۳ [*]	۲/۶ ^{ns}	۲/۶ [*]	۳/۳ ^{ns}
COD (mg/l)	۴/۶۲ [*]	۴/۳۰ [*]	۴/۸۰ [*]	۵/۳۴ ^{ns}	۵/۴۵ [*]	۶/۶۵ ^{ns}
کل مواد جامد معلق (mg/l)	۲/۲۷ ^{**}	۲/۰۹ ^{**}	۲/۱۳ ^{**}	۲/۳۷ ^{**}	۲/۱۷ ^{**}	۲/۴۴ ^{**}
کل مواد جامد محلول (mg/l)	۱۵۵ ^{**}	۱۹۳ ^{ns}	۲۱۰ ^{ns}	۲۳۴ ^{ns}	۲۴۳ ^{ns}	۲۶۱ ^{ns}
مس (mg/l)	۰/۰۰۱ ^{**}	۰/۰۰۱ ^{**}	۰/۰۰۱ ^{**}	۰/۰۰۱ ^{**}	۰/۰۰۲ ^{**}	۰/۰۰۲ ^{**}
روی (mg/l)	۰/۰۰۱ ^{**}	۰/۰۰۱ ^{**}	۰/۰۰۱ ^{**}	۰/۰۰۱ ^{**}	۰/۰۰۱ ^{**}	۰/۰۰۱ ^{**}
جیوه (mg/l)	۰/۰۰۰ ^{**}	۰/۰۰۰۳ ^{**}	۰/۰۰۰۳ ^{**}	۰/۰۰۰۸ ^{**}	۰/۰۰۱ ^{**}	۰/۰۰۱ ^{**}
کلور (mg/l)	۱۱/۱۰ ^{**}	۱۳/۱۰ ^{**}	۱۵/۱۰ ^{**}	۱۸/۵۰ ^{**}	۱۷/۰۴ ^{**}	۱۸/۸۰ ^{**}
سموم ارگانوفسفره (mg/l)	۰/۰۰۰ ^{**}	۰/۰۲۵ ^{**}	۰/۰۴۰ ^{**}	۰/۰۶۱ ^{**}	۰/۰۵۶ ^{**}	۰/۰۵۷ ^{**}
قلیائیت (mg/l)	۲۶/۹ ^{**}	۳۰/۷ ^{**}	۳۱/۰ ^{**}	۳۲/۷ ^{**}	۳۶/۰ ^{**}	۳۴/۲ ^{**}
مالاشیت گرین (mg/l)	۰/۰۰۰ ^{ns}	۰/۰۰۰ ^{ns}	۰/۰۰۰ [*]	۰/۰۰۵ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}
هدایت الکتریکی (μs/cm)	۲۶۱ ^{**}	۳۲۳ ^{**}	۳۵۱ ^{**}	۳۹۲ ^{**}	۴۰۷ ^{**}	۴۳۸ ^{**}

†: مقایسه از طریق t-test; ††: استاندارد ملی ایران شماره ۸۷۲۶ (۱۳۸۵) و EPA, 1996; ns: غیر معنی دار; *: معنی دار در سطح کمتر از ۵ درصد; **: معنی دار در سطح کمتر از ۱ درصد

درصد

جدول ۵. مقایسه[†] میانگین پارامترهای کیفی آب رودخانه سندگان با مقادیر استاندارد^{††}
Table 5. Comparison[†] of measured parameters for Sendegan River with standard amounts^{††}

پارامتر	مقدار استاندارد	تعداد مشاهدات	میانگین	انحراف استاندارد	سطح معنی داری
نیتريت (mg/l)	۰/۱	۳۰	۰/۱۰۶	۰/۰۵	۰/۵۴
آمونیم (mg/l)	۱	۳۰	۰/۰۱۸	۰/۰۱	۰/۰۰۰۱
فسفات محلول (mg/l)	۰/۱	۳۰	۰/۱۵۲	۰/۰۷	۰/۰۰۰۷
BOD ₅ (mg/l)	۵	۳۰	۲/۱۶	۱/۱	۰/۰۰۰۱
COD (mg/l)	۱۰	۳۰	۴/۲۲	۲/۲	۰/۰۰۰۱
کل مواد جامد معلق (mg/l)	۲۵	۳۰	۰/۹	۱/۶	۰/۰۰۰۱
کل مواد جامد محلول (mg/l)	۲۰۰	۳۰	۳۳۵	۱۷/۲	۰/۰۰۰۱
مس (mg/l)	۰/۰۰۶	۳۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۱
روی (mg/l)	۰/۰۰۵	۳۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۱
جیوه (mg/l)	۰/۰۲	۳۰	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۱
کلرور (mg/l)	۱۷۰	۳۰	۲۴/۹۵	۴/۱۶	۰/۰۰۰۱
سموم ارگانوفسفره (mg/l)	۱/۱۱	۳۰	۰/۱۰۲	۰/۱۱	۰/۰۰۰۱
قلیائیت (mg/l)	۴۰۰	۳۰	۳۸/۲	۹/۱۴	۰/۰۰۰۱
مالاشیت گرین (mg/l)	۰	۳۰	۰/۰۳۲	۰/۰۴	۰/۰۰۰۱
هدایت الکتریکی (μS/cm)	۵۰۰	۳۰	۵۶۲	۲۸/۵	۰/۰۰۰۳

†: مقایسه از طریق آزمون t-test؛ ††: استاندارد ملی ایران شماره ۸۷۲۶ (۱۳۸۵) و EPA, 1996

جدول ۶: مقایسه[†] میانگین پارامترهای کیفی آب در هر ایستگاه رودخانه سندگان با مقادیر استاندارد^{††}
Table 6: Comparison[†] of measured parameters for each Sendegan River station with standard amounts^{††}

ایستگاه ۱	ایستگاه ۲	ایستگاه ۳	ایستگاه ۴	ایستگاه ۵	Table 6: Comparison [†] of
۰/۰۵۳**	۰/۰۶۱*	۰/۰۹۵ ^{ns}	۰/۱۴۰*	۰/۱۸۰**	نیتريت (mg/l)
۰/۰۱۰**	۰/۰۱۱**	۰/۰۱۳**	۰/۰۲۱**	۰/۰۳۶**	آمونیم (mg/l)
۰/۰۶۶**	۰/۰۹۸ ^{ns}	۰/۱۴۰*	۰/۲۰۵**	۰/۲۴۵**	فسفات محلول (mg/l)
۱/۲۲**	۱/۴۷**	۱/۹۷**	۲/۶۰**	۳/۵۵**	BOD ₅ (mg/l)
۲/۴۸**	۲/۹۰**	۳/۵۳**	۵/۰۵**	۷/۱۵*	COD (mg/l)
۰/۳۹**	۰/۴۹**	۰/۷۱**	۱/۳۲**	۱/۶۰**	کل مواد جامد معلق (mg/l)
۳۱۹**	۳۲۴**	۳۳۴**	۳۵۴**	۳۴۶**	کل مواد جامد محلول (mg/l)
۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۳**	مس (mg/l)
۰/۰۰۰**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	روی (mg/l)
۰/۰۰۰**	۰/۰۰۰**	۰/۰۰۰**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	جیوه (mg/l)
۲۱/۴**	۲۳/۶**	۲۵/۵**	۲۷/۹**	۲۶/۱**	کلرور (mg/l)
۰/۰۰۰**	۰/۰۳۵**	۰/۰۶۵**	۰/۰۱۶**	۰/۲۴۱**	سموم ارگانوفسفره (mg/l)
۳۲/۶**	۳۴/۵**	۳۶/۴**	۴۱/۴**	۴۵/۹**	قلیائیت (mg/l)
۰/۰۰۰ ^{ns}	۰/۰۲۰ ^{ns}	۰/۰۴۰ ^{ns}	۰/۰۳۵*	۰/۰۶۵*	مالاشیت گرین (mg/l)
۵۳۶**	۵۴۲**	۵۵۹**	۵۹۴**	۵۷۹**	هدایت الکتریکی (μS/cm)

†: مقایسه از طریق t-test؛ ††: استاندارد ملی ایران شماره ۸۷۲۶ (۱۳۸۵) و EPA, 1996؛ ns: غیر معنی دار؛ *، *، * معنی دار در سطح کمتر از ۵ درصد؛ **، **، ** معنی دار در سطح کمتر از ۱ درصد

بحث

اکثر پارامترهای اندازه‌گیری شده در آب دو رودخانه کاج و سندگان کمتر و یا در حد استاندارد بودند. اما به دلیل افزایش تعداد مزارع پرورش ماهی و سایر آلاینده‌ها در مسیر آن‌ها، برای تمامی پارامترها یک روند افزایشی از ایستگاه اول تا ایستگاه آخر وجود داشت. این نتایج با نتایج تحقیق طهماسبی و همکاران (۱۳۹۰)، مطابقت دارد. ایشان بیان داشتند که، آب رودخانه گرگر، در ابتدای مسیر با عدد شاخص ۵۷/۵، بهترین و در انتهای مسیر با عدد شاخص ۵۱/۵، بدترین کیفیت را داشته است. همچنین مطابق با نتایج تحقیق حاضر، قانع ساسانسرایی و همکاران (۱۳۸۸)، با اندازه‌گیری نیتروژن، فسفر و BOD_5 در آب رودخانه سبزکوه استان چهارمحال و بختیاری، گزارش کردند که مقادیر پارامترهای مذکور در پساب کارگاه‌های پرورش ماهی از مقدار مجاز بیش‌تر نبودند، اما در مناطق پایینی رودخانه، مقدار آلودگی‌ها به حداکثر مقدار مجاز نزدیک شد و اختلاف معنی‌داری بین مقدار پارامترهای اندازه‌گیری شده در ابتدای مسیر رودخانه و مقدار آن‌ها در انتهای رودخانه، وجود داشت. در بررسی پارامترهای کیفی آب رودخانه گاماسیاب نیز بیان شد که، به دلیل وجود منابع آلاینده مختلف در مسیر رودخانه، مقادیر اکثر پارامترهای کیفی آب در ایستگاه‌های مختلف، با یکدیگر تفاوت معنی‌دار داشتند. همچنین، بر اثر فعالیت‌های آبی پروری و ورود فاضلاب روستاهای اطراف، میانگین غلظت یون‌های آمونیوم و نیتريت ایستگاه شاهد با سایر ایستگاه‌های نمونه برداری، تفاوت معنی‌دار داشت (طیپی و سبحان اردکانی، ۱۳۹۱). کیفیت آب رودخانه قره‌سو در استان اردبیل نیز، تحت تأثیر پساب کارگاه‌های پرورش ماهی قرار داشته است (دلشاد و همکاران، ۱۳۹۷). در بررسی حاضر، مقدار نیتريت در آب هر دو رودخانه از ایستگاه سوم به شدت افزایش یافت. خصوصاً در ایستگاه‌های ۴ و ۵ رودخانه سندگان، مقدار نیتريت تا سه برابر ایستگاه اول افزایش داشت. چنین نتایجی در دو رودخانه صمصامی و دیناران در استان چهارمحال و بختیاری (باقری و همکاران، ۱۳۹۶) نیز مشاهده شد. حسینی و همکاران (۱۳۹۲) نیز دریافتند که غلظت نیتريت در آب

رودخانه ریجاب، در هر ایستگاه نسبت به ایستگاه قبل افزایش نشان داد. بر خلاف این نتایج، قانع ساسانسرایی و همکاران (۱۳۸۲)، میزان نیتريت در سه رودخانه‌ی حویق، کرگانرود و شفارود در استان گیلان را کمتر از حد مجاز، گزارش کردند. بابایی و همکاران (۱۳۹۳) نیز بیان داشتند که، غلظت نیتريت در رودخانه گاماسیاب، کمتر از مقدار استاندارد است. فسفات محلول در آب رودخانه‌های تحت بررسی، از حد استاندارد پرورش ماهی، بیش‌تر بود. گزارش شده است که، فعالیت کارگاه‌های پرورش ماهی، غلظت فسفات در آب‌های پذیرنده پساب را افزایش می‌دهد (Guilpart et al., 2012). این نتایج با نتایج گزارش شده برای رودخانه‌های صمصامی و دیناران (باقری و همکاران، ۱۳۹۶)، رودخانه سبزکوه (قانع ساسانسرایی و همکاران، ۱۳۸۸)، رودخانه زاینده رود در محدوده استان چهارمحال و بختیاری (درخشنده قاضی‌محله و همکاران ۱۳۸۰) و سه رودخانه‌ی حویق، کرگانرود و شفارود (قانع ساسانسرایی و همکاران، ۱۳۸۲) در استان گیلان مطابقت دارد. ورود فضولات و مواد خوراکی مصرف نشده در مزارع پرورش ماهی و راه یافتن کودهای استفاده شده در مزارع کشاورزی و همچنین ورود مواد شوینده مورد استفاده در مناطق مسکونی به رودخانه‌ها، چنین افزایشی را در مقدار فسفات آب رودخانه‌ها ایجاد می‌نماید. دادگر و همکاران (۱۳۹۳) با مطالعه تأثیر مزارع پرورش ماهیان سردآبی بر کیفیت آب رودخانه‌های حوضه آبریز سد طالقان، گزارش دادند که، به دلیل ورود فاضلاب‌های خانگی روستاهای منطقه، مقدار فسفر و نیتروژن از مناطق بالادست به مناطق پایین دست، تا دو برابر افزایش داشته است. همچنین، در مطالعه تأثیر مزارع پرورش ماهی بر خصوصیات آب رودخانه ریجاب، مشاهده گردید 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 (حسینی و همکاران، ۱۳۹۲).

مقدار BOD_5 و COD در آب رودخانه‌های کاج و سندگان در اکثر ایستگاه‌ها، در حد مناسبی قرار داشت. مطابق با این نتایج، بابایی و همکاران (۱۳۹۳) گزارش

منابع

استاندارد ملی ایران شماره ۸۷۲۶، ۱۳۸۵. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ایران، تهران. اسماعیلی ساری، ع.، ۱۳۷۹. مبانی مدیریت کیفی آب در آبی پروری. مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، ۲۶۳ صفحه.

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

باقری، م.، فرزنان، م.، طالبی، م.ع.، کرمی، م. و منصور، پ.، ۱۳۹۶. مقایسه پارامترهای کیفی آب رودخانه‌های صمصامی و دیناران با استانداردهای کیفی آب برای پرورش ماهی. مجله علمی شیلات ایران، ۲۶(۴): ۲۵-۴.

DOI: 10.22092/ISFJ2017.113897

حسینی، س.ح.، سجادی، م.م.، کامرانی، ا.، سوری نژاد، ا. و رنجبر، ح.، ۱۳۹۲. تاثیر پساب مزارع پرورش ماهی قزل آلائی رنگین کمان بر پارامترهای فیزیکی شیمیایی آب رودخانه ریجاب (استان کرمانشاه). مجله بوم‌شناسی آبیان، ۲(۴): ۳۹-۲۹.

خارا، ح.، مظلومی، ح.، نظامی، ش.، اکبرزاده، ا.، قلی-پور، س.، احمدنژاد، م.، فلاح، س.ف. و رهبر، م.، ۱۳۹۰. بررسی کیفیت آب رودخانه اشک (استان گیلان). مجله شیلات، ۵(۳): ۵۴-۴۱.

دادگر، ش.، نگارستان، ح.، چهارزاد، ف.، رزمی، ک.، فایضی، م.، نورانی، ح.، شیخ، غ. و 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.

دادند که، هرچند میزان COD و BOD₅ در آب خروجی استخرهای پرورش ماهی نسبت به آب ورودی تا بیش از ۲ برابر افزایش نشان داد اما، میزان BOD₅ رودخانه حاکی از عدم تأثیر منفی کارگاه‌های پرورش ماهی بر اکوسیستم رودخانه تحت مطالعه بود. نتایج مطالعه تأثیر مزارع پرورش ماهیان سردآبی بر کیفیت آب رودخانه‌های حوضه آبریز سد طالقان، نشان داد که، میزان BOD₅، COD، فسفر کل و نیتروژن کل در پساب خروجی کارگاه‌های پرورش ماهی در حد میزان استاندارد است (دادگر و همکاران، ۱۳۹۳). افزایش BOD₅ رودخانه‌ها، می‌تواند ناشی از ورود مواد آلی حاصل از کارگاه‌های پرورش ماهی قزل‌آلا به داخل آب باشد (Maillard et al., 2005).

در آب دو رودخانه کاج و سندگان، مقدار مواد جامد محلول بیشتر از حد مجاز و مقدار مالاشیت گرین بیشتر از صفر بود. میزان هدایت الکتریکی در آب رودخانه سندگان نیز بیشتر از مقدار استاندارد بود. باقری و همکاران (۱۳۹۶) گزارش دادند که، در کارگاه‌های پرورش ماهی موجود در مسیر رودخانه‌های صمصامی و دیناران از مالاشیت گرین استفاده می‌شود و به منظور احداث کارگاه‌های جدید پرورش ماهی، باید از مصرف مالاشیت گرین جلوگیری گردد. بر خلاف نتایج تحقیق حاضر، در مطالعه ایشان، مقدار مواد جامد محلول و هدایت الکتریکی از مقدار استاندارد بیش‌تر نبودند. سایر پارامترهای اندازه‌گیری شده در آب رودخانه‌های کاج و سندگان کم‌تر از حد مجاز بودند که با سایر تحقیقات (باقری و همکاران، ۱۳۹۶) مطابقت دارد.

به طور کلی می‌توان گفت که، کیفیت آب رودخانه‌های کاج و سندگان در حد مطلوب نیست اما در شرایط بحرانی نیز قرار ندارند. پساب کارگاه‌های پرورش ماهی به همراه سایر آلاینده‌ها، بار آلودگی این رودخانه‌ها را افزایش داده اند. بنابراین، تأسیس مزارع جدید پرورش ماهی در مسیر آن‌ها توجیه زیست‌محیطی ندارد و کیفیت آب آن‌ها را در شرایط بحرانی قرار خواهد داد.

- طهماسبی، س.، افخمی، م. و تكدستان، ا.، ۱۳۹۰. تحلیل وضعیت فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب رودخانه گرگر با استفاده از شاخص کیفیت آب NSF. علوم بهداشتی، ۳(۴): ۵۵-۶۴.
- طیّبی، ل. و سبحان اردکانی، س.، ۱۳۹۱. سنجش پارامترهای کیفی آب رودخانه گاماسیاب و عوامل موثر بر آن. علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۴(۲): ۳۷-۴۹.
- APHA, 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21th Edition, American Public Health Association, Washington DC. 1220p.
- Banas, D., Masson, G., Leglize, L., Usseglio-Polatera, P. and Boyd, C.E., 2007. Sediment concentration and nutrient loads in effluents drained from extensively managed fishponds in France. Environmental Pollution, 152: 679-685. DOI: 10.1016/j.envpol.2007.06.058
- EPA, 1996. Quality criteria for waters, Washington D.C. 256p.
- Guilpart, A., Roussel, J.M., Aubin, J., Caquet, T., Marle, M. and 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. DOI: 10.1016/j.ecolind.2012.04.019
- Maillard, V.M., Boardman, G.D., Nyland, J.E. and Kuhn, D.D., 2005. Water quality and sludge characterization at raceway-system trout farms. Aquaculture Engineering, 33: 271-284. DOI: 10.1016/j.aquaeng.2005.02.006
- درخشنده قاضی محله، ر.، نظامی، ش.، امینی رنجبر، غ.، مهرابی، ی.، اربابی، م.، افراز، ع. و 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.
- دلشاد، م.، احمدی‌فر، ن.، آتشبار، ب. و کمالی، م.، ۱۳۹۷. بررسی کیفیت آب رودخانه قره‌سو اردبیل در محدوده کارگاه‌های پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین کمان. مجله علمی شیلات ایران، ۲۷(۲): ۱-۱۳. DOI:10.22092/ISFJ2018.116689
- سهرابیان، ب.، جاوید، ا.، عوض‌پور، م.، صدوقی، ز. و عباسی، ا.، ۱۳۸۹. بررسی کیفیت پساب‌های پرورش ماهی منطقه کلم و تأثیر آن بر آب پذیرنده با استفاده از شاخص NSF عمران آب، ۳۹: ۳۳-۳۹.
- عطاملکی، ع.، صادقی، ش.، دولتی، م.، غلامی، م.، قربانپور، ر. و ابویی مهریزی، ا.، ۱۳۹۴. اندازه‌گیری و پایش مواد آلی و نوترینت‌ها در طول رودخانه چناران بجنورد. مجله ارتقای ایمنی و پیشگیری از مصدومیت-ها، ۳(۱): ۷۴-۶۷.
- 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 سفارود). گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، پژوهشکده آبی‌پروری آب‌های داخلی، ۱۶۸ صفحه.
- قانع ساسانسرایی، ا.، عوفی، ف.، نجف‌پور، ن.، طاهری، غ.، عابدینی، ع.، میرزاجانی، ع.، سبک آرا، ج. و 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 آبی‌پروری آب‌های داخلی، ۱۰۱ صفحه.

- Neal, C., Jarvie, H.L., Whitton, B.A. and Gemmell, J., 2000.** The water quality of the river Wear, north-east England. *Science of the Tot, Environment*, 251: 153-172.
DOI: 10.1016/S0048-9697(00)00408-3
- SAS, 2000.** SAS user's guide (Release 8.2). SAS Institute Inc., Cary, NC, USA

Investigation of water quality of the Kaj and Sendegan rivers for rainbow trout culture in Chaharmahal and Bakhtiari province

Bagheri M.^{1*}; Mansouri P.¹; Talebi M.A.¹; Karami M.¹; Farzan M.¹

*bagheriimohsen@yahoo.com

1-Animal Science Research Department, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization(AREEO), Shahrekord, Iran

Abstract

Water quality parameters of Kaj and Sendegan rivers in Chaharmahal and Bakhtiari province were assessed for rainbow trout culture. For Kaj and Sendegan rivers, 6 and 5 sampling stations were selected, respectively. The water samples were collected once a month from May to October (2015) and were sent to laboratory for assessing: Nitrite, Ammonium, Soluble Phosphate, BOD₅, COD, TSS, TDS, Cu, Zn, Hg, Cl⁻, organophosphate toxins, pH, Malachite green and EC. The Nitrite concentration in Sendegan River (0.106 mg/l) was equal to standard ($p>0.05$) and in Kaj River (0.079 mg/l) was lower than standard ($p<0.009$). The soluble Phosphate concentration was higher than standard ($p<0.0007$) in the studied rivers (0.162 and 0.152 mg/l for Kaj and Sendegan, respectively). Measured TDS for Kaj (225 mg/l) and Sendegan (335 mg/l) rivers were higher than standard ($p<0.03$ and $P<0.0001$, respectively). BOD₅ and COD concentrations were lower ($p<0.0001$) than its standards for two rivers (2.67 and 5.56 mg/l for Kaj River and 2.16 and 4.22 mg/l for Sendegan River, respectively). Amount of Malachite green in the last station of Kaj River was 0.003 mg/l ($p>0.05$) and in the last station of Sendegan River was 0.065 mg/l ($p<0.05$). The EC of Sendegan River (562 $\mu\text{S}/\text{cm}$) was higher than standard ($p<0.0003$). Other parameters in the both rivers, were lower than the standard ($p<0.0001$). Generally, water quality of Kaj and Sendegan rivers were not suitable for rainbow trout culture.

Keywords: Rainbow trout, Water quality, River, Chaharmahal and Bakhtiari province

*Corresponding author