CC BY

مقاله علمی – پژوهشی:

امکان‌سنجی رودخانه خیرآباد گچساران بر اساس شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی آب و داده‌های اقلیمی برای پرورش ماهیان خاویاری

سیدعبدالحمید حسینی*[۱]، ابوالحسن راستیان نسب[۱]، محمدمیثم صلاحی اردکانی[۱]، فروغ گندمکار[۲]، اسماعیل کاظمی[۱]

*hoseiniabdolhamid@gmail.com

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

۲- گروه شیلات و محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

تاریخ دریافت: مهر ۱۴۰۲ تاریخ پذیرش: آذر ۱۴۰۲

چکیده

استان کهگیلویه و بویراحمد به دلیل اقلیم منحصربه‌فرد خود دارای پتانسیل فراوانی در زمینه آبزی‌پروری است. با وجود این، به دلیل عدم شناخت منابع آبی در اقلیم‌های مختلف استان، بخش زیادی از این منابع به‌خصوص در مناطق گرمسیری بدون استفاده است که می‌تواند برای تکثیر و پرورش آبزیان سازگار با این مناطق از جمله ماهیان خاویاری مورد استفاده قرار گیرد. بدین‌منظور، بررسی رودخانه خیرآباد در شهرستان گچساران در دستور کار قرار گرفت. بعد از مشخص نمودن ایستگاه‌های تحقیقاتی، نمونه‌برداری از آب برای بررسی عوامل دما، pH، سختی، نیترات، نیتریت، فسفات، BOD، COD، جامدات محلول، شوری، هدایت الکتریکی و همچنین بررسی داده‌های هواشناسی انجام گرفت. دما دارای میانگین ۲۳-۱۸ سانتی‌گراد، pH در محدوده ۸-۷، سختی ۲۳۸-۴۵۳ میلی‌گرم در لیتر، مقدار فسفر در دامنه ۰/۶-۰/۲ میلی‌گرم در لیتر، نیترات و نیتریت نیز به‌ترتیب در محدوده ۲/۱-۱/۱ و ۰/۰۶-۰/۰۱ میلی‌گرم در لیتر اندازه‌گیری شد. میزان BOD_5 زیر ۱۰ به‌دست آمد که جزو رودخانه نسبتاً آلوده محسوب می‌گردد. همچنین میزان COD و EC به‌ترتیب ۲۵-۶ میلی‌گرم در لیتر و ۱۴۳۳-۵۴۲ میکروموس بر سانتی‌متر مربع به‌دست آمد. نتایج حاکی از آن بود که مناسب‌ترین منطقه جهت پرورش ماهیان خاویاری پایین‌دست رودخانه خیرآباد است. از لحاظ هیدرولوژی نیز با توجه به این‌که در پایین‌دست رودخانه خیرآباد حد فاصل خروجی سد کوثر تا محدوده روستای معصوم‌آباد در نزدیکی مرز استان کهگیلویه و بویراحمد با استان خوزستان (حدود ۲۰ کیلومتر)، حداکثر دبی قابل استفاده جهت پرورش ماهیان خاویاری حدود ۱/۵ مترمکعب است (۵۰ درصد حداقل دبی در گرم‌ترین فصل سال) و با در نظر گرفتن میزان تولید ۱ تن ماهی پرواری به ازاء هر ۴/۵ لیتر در ثانیه آب و نیز با رعایت فاصله حدود ۵ کیلومتری جهت احداث مزارع پرورش ماهیان خاویاری به منظور خودپالایی حداکثری رودخانه، می‌توان نسبت به صدور مجوز جهت احداث ۴ مزرعه با ظرفیت تولید کل ۱۲۰۰ تن ماهی خاویاری مشخصاً فیل‌ماهی اقدام نمود.

کلمات کلیدی: امکان‌سنجی، رودخانه خیرآباد، عوامل فیزیکی و شیمیایی، داده‌های اقلیمی، ماهیان خاویاری

*نویسنده مسئول

مقدمه

ماهیان خاویاری یکی از با ارزش‌ترین گونه‌های آبزیان به‌شمار می‌آید (Salehi *et al*., 2017). این ماهیان نقش به‌سزایی در توسعه بخش شیلات کشور دارند. متأسفانه، با وجود تلاش‌های فراوان سازمان شیلات ایران و انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری طی سال‌های اخیر، ذخایر طبیعی ماهیان خاویاری ایران بسیار کاهش یافته است (Abdolmalaki *et al*., 2020). بنابراین، امروزه پرورش ماهیان خاویاری و تولید خاویار در شرایط محصور کنترل شده بسیار حائز اهمیت است.

استان کهگیلویه و بویراحمد با تولید حدود ۲۲۰۰۰ تن ماهی قزل‌آلای رنگین کمان رتبه سوّم تولید این ماهی در کشور را به‌خود اختصاص داده است و یکی از استان‌های مهم در تولید آبزی‌پروری کشور بوده که عمدتاً تولید ماهی در بخش سردسیری استان صورت گرفته و سایر ظرفیت‌های آبزی‌پروری در منطقه گرمسیری بلا استفاده مانده یا اقدامی جهت توسعه پرورش سایر گونه‌های پرورشی مانند ماهیان خاویاری صورت نگرفته است. این در حالی است که مکان‌یابی از عوامل مهم و محوری در پرورش ماهیان است که اگر در این امر دقت نشود، نه‌تنها پرورش موفق نخواهد بود بلکه کل سرمایه‌گذاری انجام شده نیز با خطر مواجه خواهد شد. جهت مکان‌یابی نیز ابتدا بایستی منبع آبی را شناخت و سپس با تکیه بر مطالعات امکان‌سنجی، بهترین سیستم پرورش ماهی را برای منبع آبی موردنظر ارائه نمود (Mehdizade *et al*., 2016). از سویی، میزان تولید گوشت ماهیان خاویاری در استان کهگیلویه و بویراحمد در سال ۱۴۰۰ حدود ۱۶ تن بود که دارای سهم بسیار کوچکی در میزان تولید کل کشور در زمینه گوشت (با تولیدی به میزان ۳۱۴۵ تن) است (Ghorbanzade and Nazari, 2021). این در حالی است که این استان با توجه به موقعیت جغرافیایی و شرایط توپوگرافی و قرار گرفتن آن در سلسله رشته کوه‌های زاگرس و نیز به دلیل قرار گرفتن بر سر راه توده هوای مدیترانه‌ای، سودانی و گرم و خشک عربستان، دارای خاکی حاصلخیز، دمای مناسب و بارندگی کافی است که پیامدهای آن می‌تواند بر کشاورزی، توریسم، دامداری، آبزی‌پروری، شرایط اقتصادی و معیشتی ساکنان این استان نقش اساسی ایفاء کند (Salehi *et al*., 2017). بنابراین، ضروری است با بررسی پتانسیل تولید در اقلیم‌های مختلف استان و احداث مزارع پرورشی میزان تولید آبزی‌پروری به‌خصوص ماهیان خاویاری را افزایش داد. در همین راستا شناخت منابع آبی در مناطق گرمسیری استان جهت بررسی امکان‌سنجی پرورش ماهیان خاویاری ضروری است، زیرا مقادیر متغیرهای فیزیکی و شیمیایی اکوسیستم‌های آبی به طور عمده بازتابی از شرایط اکولوژیک و فعالیت‌های کشاورزی، شهری و صنعتی در مسیر رودخانه است (Ehlinger *et al*., 2003). همچنان که در راستای توسعه صنعت پرورش ماهیان خاویاری در داخل کشور به منظور تولید گوشت و خاویار و استفاده بهینه از منابع آبی ساحلی، طرح امکان‌سنجی پرورش ماهیان خاویاری در۴ صیدگاه استان گیلان به اجرا درآمده است و این نتیجه به‌دست آمد که جهت اجرای پرورش ماهیان خاویاری و فعالیت‌های آبزی‌پروری در منطقه مذکور اشکال عمده‌ای وجود ندارد و برخی صیدگاه‌ها پس از لحاظ توصیه‌های فنی، دارای قابلیت تبدیل به مرکز پرورش ماهیان خاویاری در منطقه هستند (Pourkazemi, 2018). سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) به‌وسیله بساک، مکان‌یابی کارگاه‌های تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری را در استان خوزستان انجام داده و این نتیجه حاصل شد که مناسب‌ترین مکان‌ها برای توسعه پرورش ماهیان خاویاری در مناطق شمالی و شرق و نامناسب‌ترین در برخی مناطق جنوبی و غرب استان است (Bosak *et al*., 2021). در مطالعه Chubian (۲۰۲۲) جهت بررسی امکان رهاسازی بچه‌ماهیان خاویاری در رودخانه کرگانرود، برخی از عوامل فیزیکی و شیمیایی آب رودخانه، زی‌توده موجودات کفزی و میزان مواد آلی بستر را مورد ارزیابی قرار دادند و نتیجه گرفتند که این منبع آبی می‌تواند به عنوان یکی از مکان‌های رهاسازی بچه‌ماهیان خاویاری در نظر گرفته شود (Chubian *et al*., 2022).

در مطالعه Gharevay و همکاران (۲۰۲۲) امکان‌سنجی ساخت مجتمع تولید ماهیان خاویاری در سواحل شرقی استان گلستان را با تاکید بر مخاطرات بهداشتی و محیطی در دستور قرار دادند و بیان نمودند که این اراضی به دلیل بارش کم، تبخیر بالا و وجود زمین‌های کم‌بازده کشاورزی، از

قابلیت احداث مزارع پرورش ماهیان خاویاری برخوردارند. این در صورتی است که تمامی مخاطرات بهداشتی و محیطی مورد توجه قرار گیرد (Gharevay *et al.*, 2022). لذا، مطالعه حاضر با هدف بررسی و امکان‌سنجی رودخانه خیرآباد در شهرستان گچساران جهت پرورش ماهیان خاویاری بر اساس عوامل فیزیکی، شیمیایی و داده‌های اقلیمی انجام گرفت.

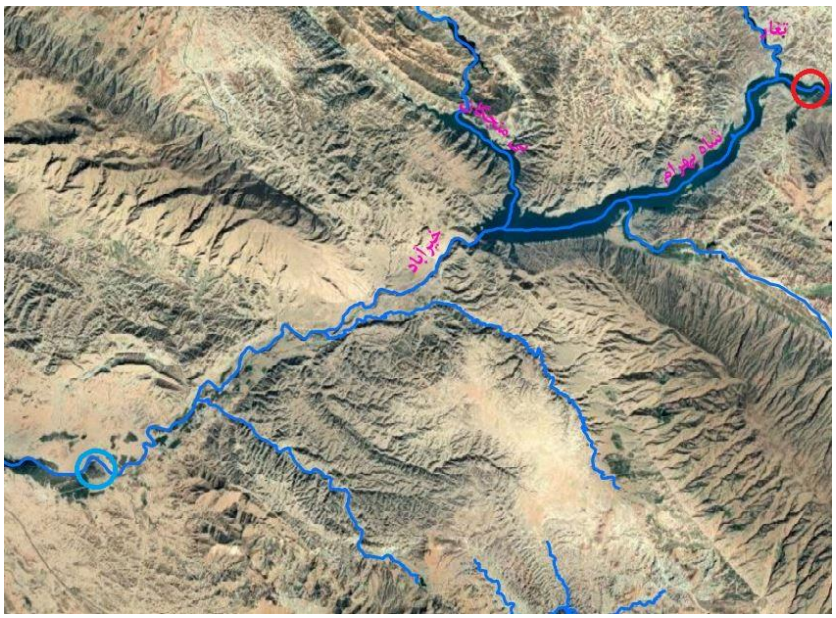
مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

رودخانه خیرآباد از دامنه کوه‌های هامی آبگرم کوه، ۲۵ کیلومتری شمال شرقی گچساران سرچشمه می‌گیرد. طول این رودخانه ۱۰۰ کیلومتر و ارتفاع سرچشمه آن از سطح دریا ۲۰۰۰ متر است. حوضه آبریز رودخانه خیرآباد بخشی از حوضه آبریز زهره-جراحی است که از لحاظ آبهای سطحی از غناء خوبی برخوردار است. در حاشیه این رودخانه نیز ۱۰ واحد صنعتی و خدماتی، دو شهر و تعدادی روستا قرار دارد و وسعت اراضی زیرکشت آن حدود۱۷ هزار هکتار است، . از جمله پسماندهای ورودی به رودخانه خیرآباد می‌توان به انواع ضایعات کشاورزی، واحدهای شن، ماسه و پسماندهای شهری اشاره کرد (Layani *et al.*, 2020).

تعیین ایستگاه‌های نمونه‌برداری

در انتخاب مکان هر ایستگاه بعد از تقسیم‌بندی رودخانه‌ها به مناطق بالادست، میانی و پایین دست، معیارهای مختلفی از جمله قابلیت دستیابی به منطقه، قابلیت احداث سازه‌های آبزی‌پروری، ویژگی‌های زیستی ظاهری، مسافت مورد مطالعه، عمق منبع آبی، نزدیکی به تأسیسات و روستاها در نظر گرفته شد. در این رودخانه دو ایستگاه نازمکان واقع در بالادست رودخانه و ایستگاه خیرآباد واقع در پایین‌دست رودخانه به عنوان ایستگاه‌های نمونه‌برداری انتخاب شدند. ایستگاه نازمکان در نزدیکی روستای نازمکان در مختصات جغرافیایی ۳۰ درجه و ۳۸ دقیقه شمالی و ۵۰ درجه و ۴۷ دقیقه شرقی در ارتفاع ۷۴۰ متری از سطح دریا واقع شده است. این ایستگاه در یکی از سرشاخه‌های تأمین‌کننده آب سد کوثر قرار گرفته که دارای فاصله‌ای حدود ۶ کیلومتری با دریاچه این سد است. ایستگاه خیرآباد نیز در پایین‌دست سد کوثر با فاصله حدود ۱۳ کیلومتری از سد، در مختصات جغرافیایی ۳۰ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی و ۵۰ درجه و ۳۰ دقیقه شرقی در ارتفاع ۴۴۵ متری از سطح دریا واقع شده است (شکل ۱).



شکل ۱: نمای کلی ایستگاه‌های نمونه‌برداری در رودخانه خیرآباد (دایره قرمز: ایستگاه نازمکان، دایره آبی: ایستگاه خیرآباد)

Figure 1: The sampling stations in Khairabad river (red circle: nazmakan, blue circle: Khairabad)

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب

مشخصات فیزیکی و شیمیایی آب طی فصول مختلف سال اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری عواملی مانند BOD، COD، pH، سختی کل، کلراید، سولفات، نیتریت، نیترات، آمونیاک، هدایت الکتریکی، فسفات، شوری، TDS، TSS، کربنات، کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی، نمونه‌های آب در ظرف‌های شیشه‌ای استریل و در شرایط مساعد دمایی به آزمایشگاه منتقل و بلافاصله آزمایش‌های لازم انجام پذیرفت. تجزیه‌وتحلیل عوامل فیزیکی و شیمیایی آب با استفاده از روش کار استاندارد برای آزمایش آب، ارائه شده از انجمن بهداشت عمومی آمریکا (APHA, 1992) انجام گرفت که بر این اساس درجه حرارت به‌وسیله ترمومتر جیوه‌ای، اکسیژن محلول با دستگاه پرتابل مولتی پارامتر WTW، pH آب به‌وسیله دستگاه pH متر الکتریکی صحرایی WTW مدل i molti340، هدایت الکتریکی با استفاده از دستگاه پرتابل HACH سنجش شد. اندازه‌گیری نیتریت به روش رنگ‌سنجی با استفاده از سولفانیل آمید در طول موج ۵۴۳، آمونیوم با استفاده از معرف نسلر در طول موج ۴۲۰ و نیترات با استفاده از ستون کاهشی کادمیوم و معرف بروسین در طول موج ۴۱۰ نانومتر به‌وسیله اسپکتروفتومتر HACH اندازه‌گیری شد. ازت کل از طریق هضم نمونه در دستگاه اتوکلاو و استفاده از ستون کاهشی کادمیوم با معرف سولفانیل آمید در طول موج ۵۴۳، فسفات کل با هضم نمونه به‌وسیله پرسولفات پتاسیم به‌وسیله دستگاه اتوکلاو و فسفات محلول به‌وسیله معرف اسید اسکوربیک در طول موج ۸۸۵ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکترو فتومتری HACH و دستگاه U-2000 هیتاچی اندازه‌گیری شد. سختی کل آب به طور عمده براساس دو عنصر کلسیم و منیزیم سنجیده شد که با روش تیتریمتری و با استفاده از EDTA انجام شد، سختی کل بر حسب میلی‌گرم در لیتر کربنات کلسیم گزارش شد. میزان قلیائیت آب با توجه به غلظت یونی آب با معرف فنل فتالئین و میتل اورانژ در مقابل اسید کلریدریک تعیین شد. تعیین کلرور و شوری محلول در آب به روش مور یعنی تیتریمتری با واکنش‌گر نیترات نقره در مجاورت شناساگر دی کرومات پتاسیم انجام گردید. میزان سولفات با روش اسپکتروفتومتری در طول موج ۴۲۰ نانومتر با اضافه کلرور باریم در زمان مشخص اندازه‌گیری شد. پس از تحلیل، منبع آبی مورد مطالعه از نظر کمّی و کیفی در طول یک سال با استانداردهای پرورش ماهیان خاویاری مقایسه و مناطق بحرانی و یا دارای پتانسیل توسعه آبزی‌پروری مشخص گردید (Rahimi Danesh, 2008; Falahatkar, 2019).

کیفیت و میزان آلودگی آب

شاخص‌های آلودگی آب با استفاده از سیستم ساپروبی و تروفی از دیدگاه بیولوژیک و استفاده از گونه‌های راهنما، پارامترهای بیولوژیک و شیمیایی مورد مقایسه قرار گرفت. اغلب کشورها سیستم کلاسه‌بندی کیفی چهار مرحله‌ای را مبنای تقسیم‌بندی آلودگی آبها بر اساس خودپالایی و شاخص‌های زیستی قرار داده‌اند (جداول ۱ و ۲) (Esmaeili Sari, 2003).

جدول ۱: پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک در شناخت کلاسه کیفی آب‌ها

Table 1: Physical, chemical and biological parameters in recognizing the quality class of waters

Saprobe	I	I-II	II	II-III	III	III-IV	IV
O_2 (mg/l)	> 8	> 8	> 6	> 4	> 2	< 2	< 1
NH_4 (mg/l)	< 0.1	< 0.3	< 0.5	< 1	< 4	< 8	> 8
BOD_5 (mg/l)	< 1	< 2	< 5	< 10	< 13	< 20	> 20
H_2S (mg/l)	0	0	0	0	0	0.1	1
Bacteria (/100 ml)	< 500	< 1000	< 10000	< 50000	< 100000	< 750000	> 750000

جدول ۲: خصوصیات طبقه آب‌ها و درجه ساپروبی آن‌ها

Table 2: Characteristics of the water class and degree of saprobity

درجه ساپروبی	کلاسه آب	خصوصیات
پلی ساپروب	کلاسه کیفی IV (قرمز)	آب‌های بسیار شدید آلوده
الفا مزوساپروب	کلاسه کیفی III (زرد)	آب‌های شدیداً آلوده
بتا مزوساپروب	کلاسه کیفی II (سبز)	آب‌های با آلودگی متوسط
الیگوساپروب	کلاسه کیفی I (آبی)	آب‌های ندرتاً آلوده

روش تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها

جهت تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از روش آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) نرم افزار SPSS ورژن ۲۲ و برای بررسی معنی‌دار بودن تفاوت میانگین‌ها از پس آزمون دانکن استفاده شد. داده‌ها به صورت میانگین ± خطای استاندارد ارائه گردید.

نتایج

نتایج اندازه‌گیری عوامل فیزیکی و شیمیایی آب رودخانه خیرآباد در جدول ۳ ارائه شده است.

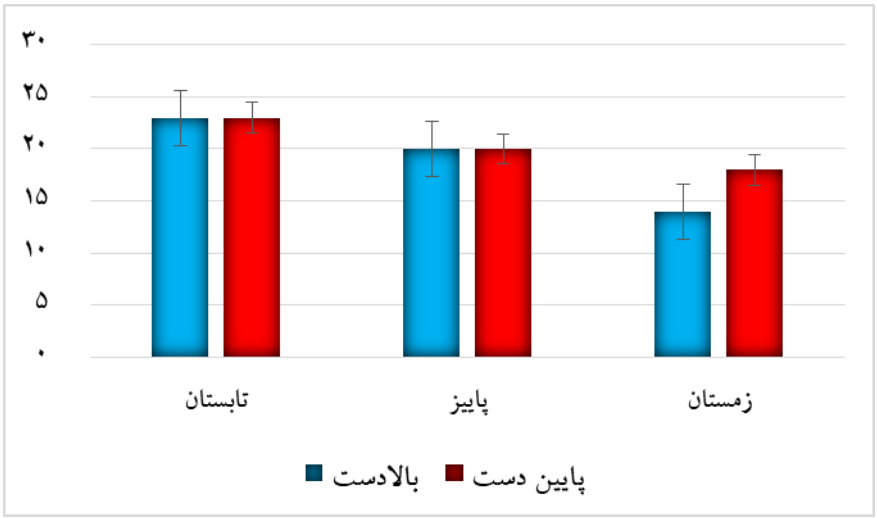
جدول ۳: میانگین و دامنه فاکتورهای اندازه‌گیری شده آب رودخانه خیرآباد

Table 3: The average of physical and chemical parameters of Khairabad River

Factor	Station 1	Station 2	Factor	Station 1	Station 2
Temperature (˚c)	19±4.5^{a} 14-23	20.3±2.5^{a} 18-23	Chloride (mg/l)	189±16.2^{c} 163-219	147±17.6^{bc} 113-171
BOD_5 (mg/l)	7.33±3.8^{a} 3-15	8.33±3.3^{a} 5-15	Salinity (g/l)	0.03±0.01^{a} 0.03-0.06	0.05±0.01^{a} 0.04-0.07
COD (mg/l)	12±5.1^{a} 6-22	14.33±5.33^{a} 9-25	TDS (mg/l)	492±144^{a} 263-759	695±137^{a} 500-960
pH	7.68±0.4^{a} 7.23-8.02	7.54±0.41^{a} 7.17-7.99	TSS (mg/l)	0.12±0.01^{ab} 0.1-0.14	0.15±0.02^{b} 0.1-0.17
Hardness (mg/l)	238±20^{a} 204-275	453±98^{b} 260-580	Carbonate (mg/l)	426±251^{a} 128-927	302±139^{a} 134-579
Sulphate (mg/l)	85.3±30.6^{a} 24-118	216±110^{a} 39-420	EC(µs/cm)	785±178^{a} 542-1134	1037±204^{a} 747-1433
Nitrite (mg/l)	0.03±0.01^{a} 0.01-0.06	0.02±0.0^{a} 0.01-0.03	Phosphate (mg/l)	0.42±0.09^{a} 0.2-0.5	0.4±0.1^{a} 0.2-0.6
Nitrate (mg/l)	1.8±0.25^{a} 1.3-2.1	1.65±0.25^{a} 1.1-1.9	Total coliform (/100ml)	174±79^{a} 23-290	399±350^{a} 23-1100
Ammonia (mg/l)	0.01±0.0^{a} 0.01-0.01	0.03±0.02^{b} 0.01-0.08	Fecal coliform (/100ml)	96±60^{a} 3-210	20.5±9^{a} 3-35

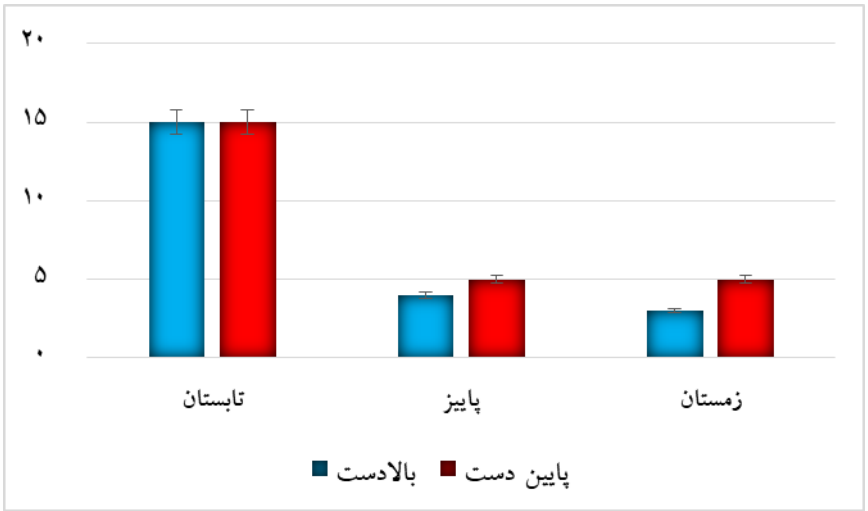
تغییرات دما: درجه حرارت آب در رودخانه خیرآباد طی ماه‌های مورد بررسی از حداقل ۱۴ درجه سانتی‌گراد در ایستگاه نازمکان در فصل زمستان تا حداکثر ۲۳ درجه سانتی‌گراد در ایستگاه‌های نازمکان و خیرآباد در فصل تابستان ثبت گردید. تغییرات درجه حرارت آب تا حدود ۹ درجه سانتی‌گراد بود (شکل ۲).

BOD_5: دامنه میانگین BOD_5 در بالادست رودخانه خیرآباد بین ۳ تا ۱۵ میلی‌گرم در لیتر قرار داشت. در پایین دست رودخانه دامنه BOD_5 ۵-۱۵ میلی‌گرم در لیتر گزارش شد (شکل ۳).



شکل ۲: تغییرات میانگین دما (سانتی‌گراد) در فصول مختلف در بالادست و پایین دست رودخانه خیرآباد

Figure 2: The changes of water temperature (°c) in different seasons in the upstream and downstream of Khairabad River

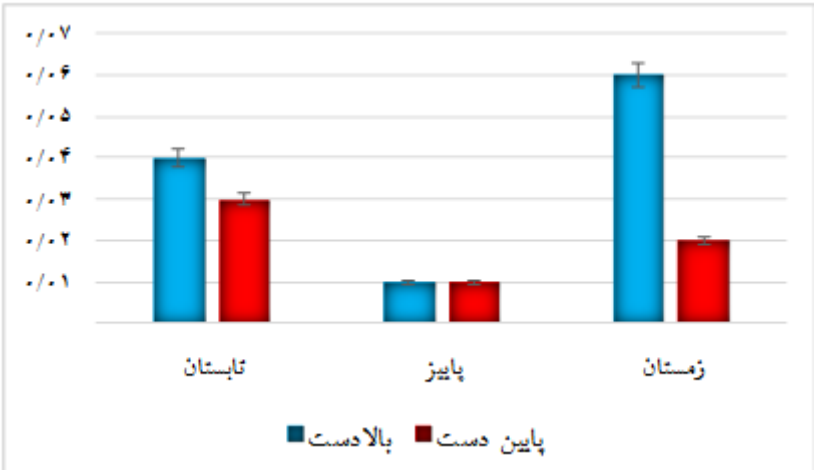


شکل ۳ : تغییرات BOD (میلی‌گرم در لیتر) رودخانه خیرآباد در فصول مختلف

Figure 3: The changes of BOD_5 in different seasons in the upstream and downstream of Khairabad River

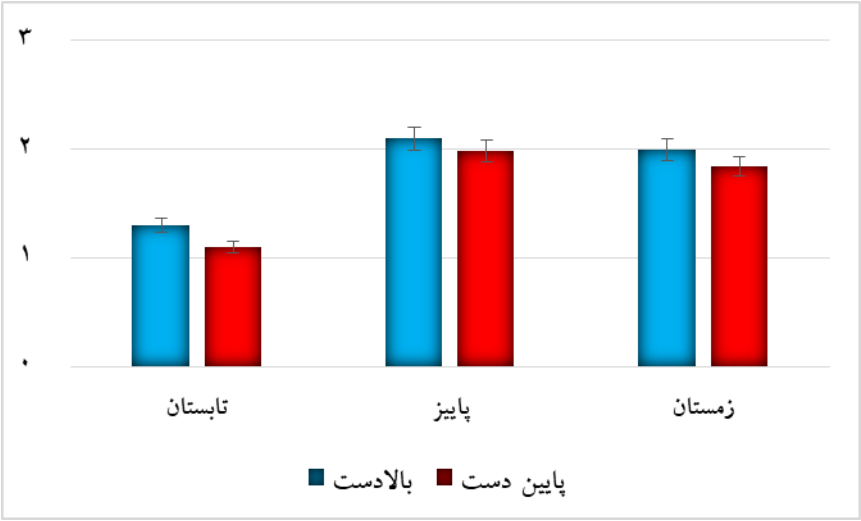
نیتریت: میانگین سالانه غلظت نیتریت در بالادست رودخانه خیرآباد ۰/۰۳ میلی‌گرم در لیتر اندازه‌گیری شد. میانگین غلظت نیتریت در پایین دست رودخانه ۰/۰۲ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آمد. دامنه غلظت نیتریت در پایین دست رودخانه خیرآباد بین ۰/۰۳-۰/۰۱ متغیر و در فصل زمستان در ایستگاه نازمکان بیشترین مقدار (۰/۰۶) ثبت شد (شکل ۴).

نیترات: میانگین سالانه غلظت نیترات در بالادست و پایین‌دست رودخانه خیرآباد به‌ترتیب ۱/۸ و ۱/۶۴ میلی‌گرم در لیتر اندازه‌گیری شد. حداکثر نیترات در ایستگاه نازمکان در پاییز ۲/۱ میلی‌گرم در لیتر و حداقل آن در ایستگاه خیرآباد در تابستان ۱/۱ میلی‌گرم در لیتر ثبت شد (شکل ۵).



شکل ۴ : تغییرات نیتریت (میلی‌گرم در لیتر) رودخانه خیرآباد در فصول مختلف

Figure 4: The changes of Nitrite in different seasons in the upstream and downstream of Khairabad River

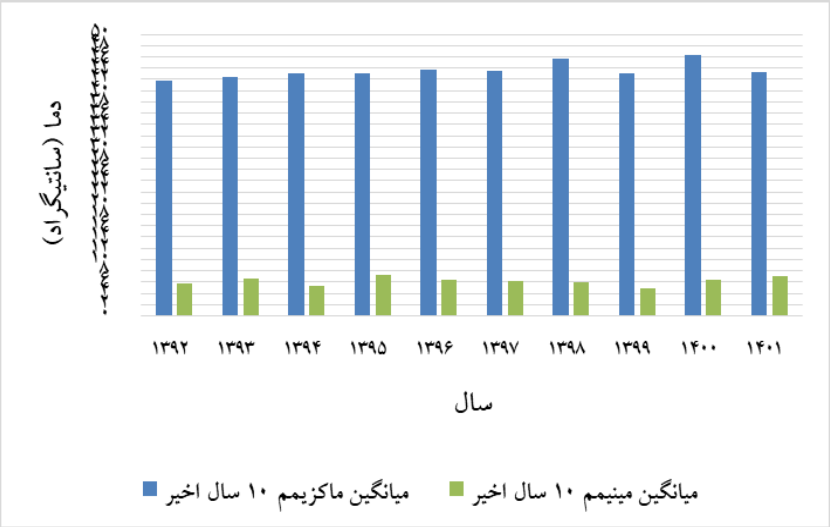


شکل ۵: تغییرات نیترات (میلی‌گرم در لیتر) رودخانه خیرآباد در فصول مختلف

Figure 5: The changes of Nitrate in different seasons in the upstream and downstream of Khairabad River

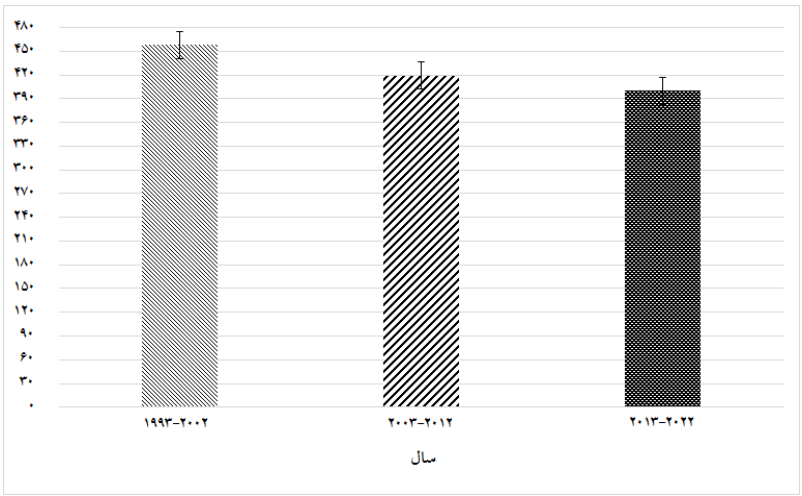
دمای هوا: روند میانگین دمای حداکثر و حداقل هوا در ۳ ماه گرم و سرد در طی ۱۰ سال اخیر در گچساران نشان داده شده است (شکل ۶). با توجه به نمودار مذکور میانگین دمای هوا طی ۱۰ سال اخیر در گرم‌ترین ماه‌های سال بیش از ۴۰ درجه سانتی‌گراد و در سردترین ماه‌های سال حدود ۵ درجه سانتی‌گراد بود. همچنین بررسی داده‌های هواشناسی نشان می‌دهد که در ۱۰ سال اخیر حدود ۱۷۳ روز دمای هوا بالاتر از ۴۵ درجه سانتی‌گراد بوده است. این در حالی است که در این مدت ۱۰ ساله حدود ۳۰ روز دمای هوا به زیر صفر درجه سانتی‌گراد رسیده است.

وضعیت بارندگی: بر اساس داده‌های بارش ماهیانه و سالانه منطقه در ایستگاه هواشناسی گچساران، از سال ۱۳۷۲ لغایت ۱۳۸۱، میانگین کل بارش سالانه منطقه ۴۵۸ میلی‌متر، در بازه زمانی ۱۳۸۲ لغایت ۱۳۹۱ میانگین سالانه ۴۱۹/۳ میلی‌متر ثبت گردیده است. این در حالی است که میانگین بارندگی سالانه در بازه زمانی ۱۰ سال اخیر (۱۳۹۲-۱۴۰۱) حدود ۳۹۹/۹ میلی‌متر بوده است که نسبت به میانگین درازمدت ۲۰ ساله روند کاهشی را نشان می‌دهد (شکل ۷).



شکل ۶ : مقایسه میانگین دمای (سانتی‌گراد) ۳ ماه گرم و سرد در گچساران در ۱۰ سال اخیر

Figure 6: The trend of changes in maximum and minimum of temperature (°c) in Gachsaran, 2013-2022



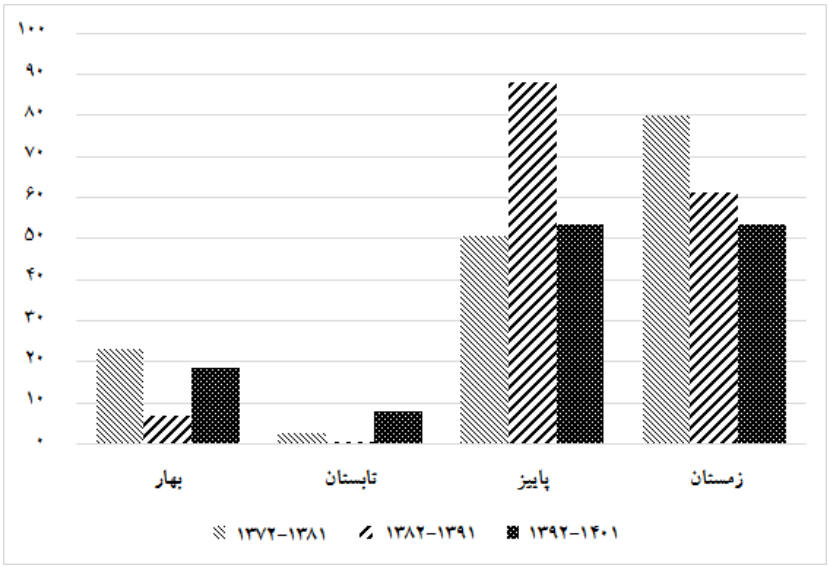
شکل ۷: میانگین بارندگی (میلی‌متر) سالانه گچساران

Figure 7: Average of annual rainfall (mm) in Gachsaran

همچنین نتایج نشان می‌دهد که کاهش میزان بارندگی در بازه زمانی ۱۴۰۱-۱۳۹۲ نسبت به دو دوره ۱۰ ساله قبل در فصل زمستان رخ داده است. این در حالی است که در فصل تابستان میزان بارندگی در دوره اخیر افزایش نشان می‌دهد. همچنین میزان بارندگی در دوره ۱۴۰۱-۱۳۹۲ در فصل بهار نسبت به بازه ۱۳۹۱-۱۳۸۲ افزایش و نسبت به بازه ۱۳۸۱-۱۳۷۲ کاهش نشان می‌دهد. در فصل پاییز نیز کاهش میزان بارندگی در دوره اخیر نسبت به بازه زمانی ۱۳۹۱-۱۳۸۲ مشاهده می‌گردد (شکل ۸).

میانگین تغییرات دبی در درازمدت به صورت سالانه و فصلی: طی سال‌های ۱۳۸۱-۱۳۷۲ میانگین دبی در ایستگاه نازمکان ۱۳/۰۴ مترمکعب بر ثانیه، در سال‌های ۱۳۹۱-۱۳۸۲ دبی حدود ۱۰/۳۵ مترمکعب بر ثانیه بوده است. این در حالی است که میانگین دبی طی سال‌های ۱۴۰۱-۱۳۹۲ حدود ۶/۵۰ مترمکعب بر ثانیه بوده است که نسبت به ۱۰ سال قبل حدود ۳۷ درصد و نسبت به دوره ۱۰ ساله ۱۳۸۱-۱۳۷۲ بیش از ۵۰ درصد کاهش نشان می‌دهد. میانگین دبی در ۱۰ سال اخیر نسبت به میانگین درازمدت

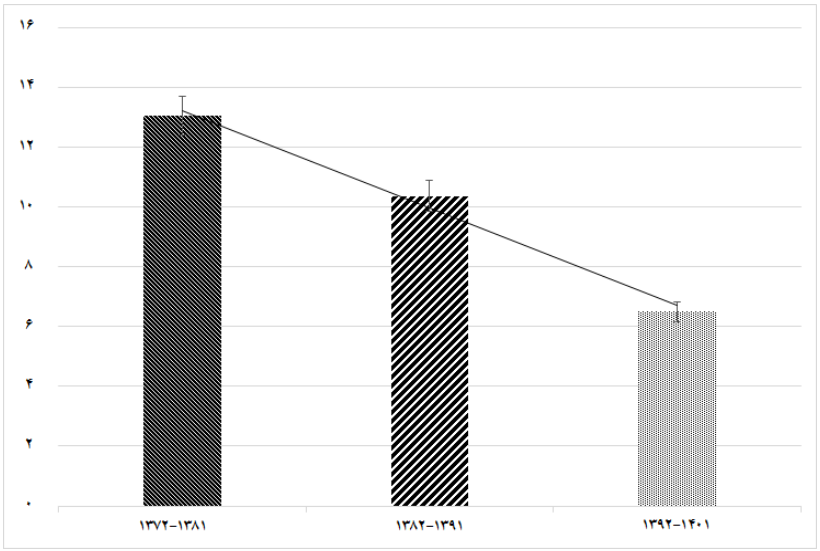
۲۰ ساله (۱۳۹۱-۱۳۷۲) حدود ۴۵ درصد کاهش در پی داشته است (شکل ۹). میانگین فصلی تغییرات دبی در درازمدت نشان می‌دهد که در بازه زمانی ۱۰ سال اخیر در تمامی فصول کاهش دبی نسبت به بازه‌های زمانی ۱۳۹۱-۱۳۸۲ و ۱۳۸۱-۱۳۷۲ مشاهده می‌گردد (شکل ۱۰).



شکل ۸: میانگین بارندگی (میلی‌متر) فصلی ۳۰ ساله گچساران

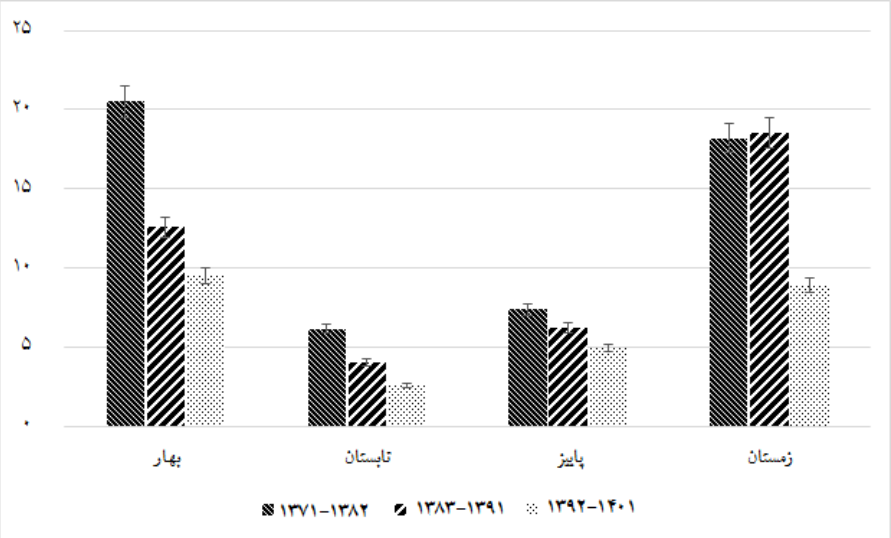
Figure 8: Average of seasonal rainfall (mm) in Gachsaran

میانگین تغییرات کوتاه مدت فصلی دبی: بر اساس نتایج حاصله، کمترین میزان دبی در ایستگاه‌های نازمکان و خیرآباد در فصل تابستان به‌ترتیب با میزان ۲/۴ و ۳/۶ مترمکعب بر ثانیه ثبت گردید. همچنین بیشترین میزان دبی در ایستگاه خیرآباد در فصل پاییز با میزان ۳/۷۵ مترمکعب بر ثانیه و ایستگاه خیرآباد در فصل زمستان به میزان ۴/۵ مترمکعب بر ثانیه مشاهده گردید (شکل ۱۱).



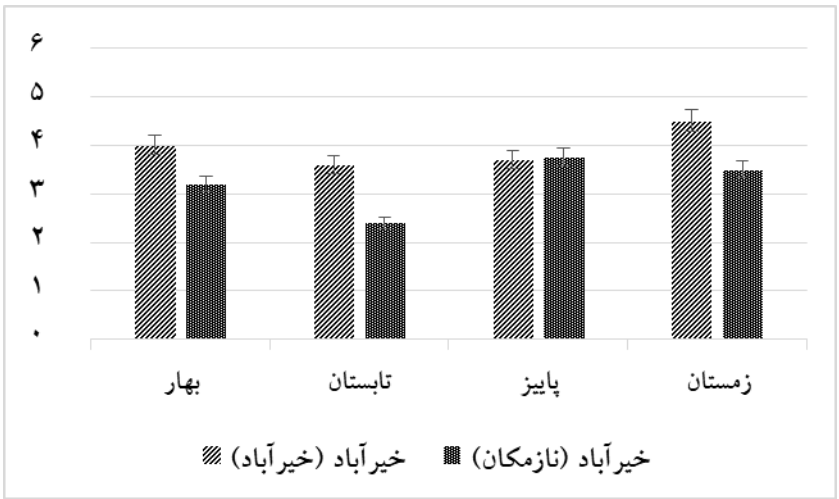
شکل ۹: میانگین دبی (متر مکعب بر ثانیه) سالانه رودخانه خیرآباد ایستگاه نازمکان

Figure 9: Average of annual water flow (m^3/s) of Khairabad River at Nazmakan station



شکل ۱۰: میانگین فصلی دبی (متر مکعب بر ثانیه) در درازمدت رودخانه خیرآباد ایستگاه نازمکان (مترمکعب بر ثانیه)

Figure 10: Average of Long-term seasonal water flow (m^3/s) of Khairabad River at Nazmakan station



شکل ۱۱: میانگین فصلی دبی (متر مکعب بر ثانیه) در کوتاه مدت در رودخانه خیرآباد (مترمکعب بر ثانیه)

Figure 11: Average of short- term seasonal water flow (m^3/s) of Khairabad River at Nazmakan station

بحث

عوامل فیزیکی و شیمیایی

کیفیت آب در آبزی‌پروری یکی از مهم‌ترین عوامل در بررسی امکان پرورش، نوع گونه پرورشی و برنامه پرورشی است. بنابراین، کیفیت آب و آشنایی با ویژگی‌های شیمیایی آن از عوامل بسیار مهم در موفقیت تکثیر و پرورش ماهیان است (Alizade Sabet *et al.*, 2017) که در این میان کیفیت آب رودخانه‌ها یکی از عوامل مهمّی است که مستقیماً در ارتباط با سلامتی انسان و سایر موجودات زنده قرار می‌گیرد. از آن‌جایی‌که کیفیت هر منبع آبی از جمله آبهای سطحی به‌وسیله عوامل فیزیکی و شیمیایی آن کنترل می‌شود در نتیجه بررسی مستمر این پارامترها برای ارزیابی کمّی کوتاه مدت و طولانی‌مدت نیز حیاتی و ضروری است (Kazi *et al.*, 2009). در جدول ۴ استاندارد عوامل فیزیکی و شیمیایی آب جهت پرورش ماهیان خاویاری ارائه شده است.

جدول ۴: استاندارد پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب جهت پرورش ماهیان خاویاری (Rahimi Danesh, 2008; Falahatkar, 2019)

Table 4: Standard of physicochemical factors of water for sturgeon farming

Factor	Desired amount	Tolerable amount
O_2 (mg/l)	6-12	2.2-4
Temperature (˚c)	18-26	4-30
pH	7-8	6.5-9
CO_2 (mg/l)	15-20	30-40
H_2S (mg/l)	0	0.5
NH_3 (mg/l)	0.05-0.5	< 2
NO_2 (mg/l)	0.001-0.009	< 0.5
NO_3 (mg/l)	1-2	3-6
P_2O_5 (mg/l)	0.2-0.5	0.5
Fe (mg/l)	0.2-0.3	1-2
Sulphate (mg/l)	< 10	-
Hardness (mg/l)	100-200	-
EC(µs/cm)	< 2000	
Alkalinity (mg/l)	40-80	20-120
BOD_5 (mg/l)	10-20	< 30

شرایط دمایی منطقه و در پی آن دمای آب، یکی از مهم‌ترین شاخص‌های محدودکننده در تعیین آبزی‌پروری است. ماهیان خونسرد هستند و تغییر در دمای محیط باعث تغییر در سرعت سوخت‌وساز می‌شوند و افزایش دما باعث بیشتر شدن سوخت و ساز و کاهش دما باعث به حداقل رسیدن سوخت‌وساز می‌شود. درجه حرارت یک عامل پایه برای واکنش‌های شیمیایی و زیستی و از عوامل اساسی در بررسی یک رودخانه است (Chaurasia and Tiwari, 2011)، همچنین عاملی بسیار مهم برای حیات آبی بوده است و نرخ فعالیت‌های متابولیک و تولیدمثلی را برای ارگانیسم‌های آبزی کنترل می‌کند (Sreeja and Pillai, 2012). ماهیان خاویاری در واقع، ماهیان مخصوص آبهای معتدل هستند (در درجه حرارتی بین دمای مناسب ماهیان گرمابی و سردابی رشد بهینه دارند.). میانگین حرارتی مناسب برای رشد و نمو این ماهیان براساس گونه‌های مختلف و شرایط اقلیمی متفاوت است. میانگین حرارتی مناسب برای فیل ماهی ۲۴-۱۹ درجه سانتی‌گراد است، ولی با توجه به این‌که سازگاری مناسبی با تغییرات درجه حرارت دارند، می‌توانند دمای ۳۰-۴ درجه سانتی‌گراد را نیز تحمل کنند (Falahatkar, 2019).

با در نظر گرفتن دمای ۲۶-۱۸ درجه سانتی‌گراد در بقاء و زیست ماهیان خاویاری، می‌توان گفت که رودخانه خیرآباد به‌خصوص در ایستگاه خیرآباد از لحاظ دمایی مناسب پرورش ماهیان خاویاری است به‌طوری‌که دما در این منطقه دارای میانگین ۲۳-۱۸ درجه سانتی‌گراد بوده که این محدوده مناسب است. در بالادست رودخانه خیرآباد (نازمکان) در یک ماه از سال دما به ۱۴ درجه سانتی‌گراد می‌رسد. با در نظر گرفتن تمامی شرایط می‌توان گفت که رودخانه خیرآباد از لحاظ دمایی جهت پرورش ماهیان خاویاری ایده‌ال است.

دامنه تغییرات pH در رودخانه خیرآباد در دامنه ۸-۷ متغیر بوده و در محدوده خنثی متمایل به قلیایی ضعیف است. این دامنه بر اساس جدول استانداردهای پرورش ماهیان خاویاری مطلوب است. ماهیان خاویاری می‌توانند دامنه وسیعی از pH (۹/۶-۵) آب را به‌خوبی تحمل نمایند، ولی رشد مناسب آنها در pH ۸/۵ -۷/۶ (آبهای قلیایی)، صورت می‌گیرد. افزایش pH آب زمانی خطرناک است و موجب مرگ و میر می‌شود که ترکیبات گازهای سمی ازته مانند آمونیاک، آمونیوم، نیتریت و نیترات در آب محیط پرورشی از حد مجاز بیشتر شود. pH اسیدی سبب رشد کم و توقف تولیدمثل شده و به مرگ‌ومیر منجر می‌شود. همین مشکلات و تلفات در pH قلیایی نیز رخ می‌دهد و در متابولیسم ماهیان مؤثر است به‌طوری‌که غذاهای مصرفی خوب هضم نمی‌شوند و تنفس ماهیان مختل می‌گردد (Falahatkar, 2019).

میانگین سختی کل در بالادست و پایین دست رودخانه خیرآباد به‌ترتیب ۲۳۸ و ۴۵۳ میلی‌گرم در لیتر بوده که بالاتر از محدوده مناسب پرورش ماهیان خاویاری است، زیرا محدود مجاز سختی کربنات کلسیم جهت پرورش ماهیان خاویاری ۲۰۰-۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر است (Rahimi Danesh, 2008). میانگین غلظت سختی کل در ایستگاه نازمکان و خیرآباد در رودخانه خیرآباد تفاوت معنی‌داری داشته است که دارای حداقل و حداکثر سختی آب در طول سال بودند، زیرا سختی آب در طول مسیر رودخانه با ورود انشعابات فرعی و افزایش دبی رودخانه متغیر بوده است و از

بالادست (ایستگاه نازمکان) به پایین دست(ایستگاه خیرآباد) افزایش می‌یابد.

اندازه‌گیری قابلیت هدایت الکتریکی نشانگر خوبی در مورد کل مواد حل شده در آب به‌شمار می‌آید. آب خالص قابلیت هدایت الکتریکی ندارد، ولی با حل املاح هدایت الکتریکی آن افزایش می‌یابد (Esmaeili Sari, 2000). با توجه به نتایج به‌دست آمده دامنه تغییرات هدایت الکتریکی آب در رودخانه خیرآباد ۱۴۳۳-۵۴۲ میکروموس بر سانتی‌متر مربع است. از آن‌جایی‌که حد مطلوب هدایت الکتریکی جهت پرورش ماهیان خاویاری کمتر از ۲۰۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر مربع بوده، بنابراین می‌توان گفت این مقدار هدایت الکتریکی جهت پرورش ماهیان خاویاری مناسب است.

مقدار مجاز فسفر برای استخرهای پرورش ماهیان خاویاری ۲/۵-۰/۰ میلی‌گرم در لیتر بوده و در صورتی که مقدار آن از ۵-۱۰ میلی‌گرم در لیتر افزایش یابد، علاوه بر مرگ‌ومیر نشانه آلودگی شدید آب به‌وسیله آلاینده‌هاست. با توجه به نتایج حاصله، مقدار فسفر آب رودخانه خیرآباد در دامنه ۲/۶-۰/۰ میلی‌گرم در لیتر قرار داشته که در محدوده مناسب پرورش ماهیان خاویاری بوده است. در مورد ترکیبات ازته نیز حد بیشتر از ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر آمونیاک ممکن است سبب مرگ‌ومیر و تلفات زیاد شود. میزان آمونیاک در رودخانه خیرآباد در محدوده مطلوب جهت پرورش ماهیان خاویاری قرار داشت. میزان نیتریت نیز در محدوده ۰/۰۶-۰/۰۱ اندازه‌گیری شد که در محدوده قابل تحمل جهت پرورش ماهیان خاویاری قرار دارد. در صورتی که مقدار نیتریت از ۰/۰۵ میلی‌گرم در لیتر فراتر رود، وضعیت بحرانی می‌شود و تلفات شدید در پی ایجاد بیماری خون قهوه‌ای[1] بروز می‌کند. در موارد افزایش درجه حرارت و افزایش pH خطرات ناشی از سمّی بودن گازهای ازته بیشتر خواهد شد. همچنین میزان نیترات در رودخانه خیرآباد در دامنه ۲/۱-۱/۱ میلی‌گرم در لیتر در محدوده مطلوب جهت پرورش ماهیان خاویاری قرار داشت. افزایش ناگهانی و زیاد مواد آلی آب را با شاخص BOD_5 می‌سنجند. مقدار مناسب BOD_5 در محدوده ۲۰-۱۰ میلی‌گرم اکسیژن در لیتر بوده و تا ۳۰ میلی‌گرم در لیتر قابل تحمل است و بیشتر از آن نشانه آلودگی شدید آب و بر هم خوردن تعادل رژیم هیدروشیمیایی است، لذا امکان پرورش ماهی در چنین محیطی وجود ندارد (Falahatkar, 2019). نتایج این تحقیق نشان داد که در رودخانه خیرآباد میانگین BOD_5 در تمامی فصول در محدوده مناسب پرورش ماهیان خاویاری قرار دارد.

شاخص کیفیت آب، یکی از شاخص‌های پرکاربرد به منظور طبقه‌بندی کیفیت آبهای سطحی است. طبق جداول ۱ و ۲ و بر اساس عامل BOD_5، آب رودخانه خیرآباد در محدوده کلاسه کیفی II (سبز) و III (زرد) و درجه ساپروبی بتامزوساپروب و آلفا مزوساپروب است. آب این رودخانه حد واسط بین آبهای با آلودگی متوسط تا آبهای به‌شدت آلوده هستند. در آبهای بتامزوساپروب فرآیندهای هوازی در پدیده فتوسنتز دخالت داشته و احتمال اشباع شدن اکسیژن آزاد وجود دارد. در این آبها میزان محصولاتی از قبیل اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب کمتر بوده است و برخی از گیاهان آبزی و ماهیان درشت نیز دیده می‌شوند. این آبها به رنگ سبز نشان داده می‌شوند (Liebman, 1974). شرایط فیزیکی و شیمیایی حاکم بر این آبها امکان اکسیداسیون کامل مواد آلی را فراهم می‌سازند به‌طوری‌که پدیده خودپالایی در این آبها بدون مشکل انجام می‌گیرد. عمده گونه‌های موجود در این آبها خواهان کیفیت بالای آب هستند (Esmaeili Sari, 2000).

این در حالی است که در آبهای آلفامزوساپروب، فرآیند اکسیداسیون شدید است و اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب زیادی وجود دارد. در این آبها رشد و نمو گیاهان ریز کلروفیل‌دار زیاد است. از مشخصات بارز این آبها فقدان گیاهان عالی، کاهش رشد و نمو باکتری‌هاست و گونه‌های متفاوتی از تک سلولی‌ها، حلزون‌ها، صدف‌ها و خرچنگ‌های ریز مشاهده می‌شود. محیط استخرهای طبیعی، برکه‌های کوچک و حوضچه‌های پرورش ماهی، از جمله محیط های آلفامزوساپروب محسوب می‌گردد (Liebman, 1974). با توجه به نتایج به‌دست آمده میزان COD آب نیز از ۲۵-۶ میلی‌گرم در لیتر در رودخانه خیرآباد متغیر بود. شایان ذکر

[1] Methemoglobinemia

است، میزان استاندارد COD جهت پرورش ماهیان، کمتر از ۲۰-۲۵ میلی‌گرم در لیتر تعیین شده است.

تحلیل وضعیت بارندگی و دبی آب در حوضه مورد مطالعه

بررسی روند بارش‌ها طی یک دوره ۳۰ ساله در شهرستان گچساران نشان داد که میانگین بارندگی در ۱۰ سال اخیر (۱۳۹۲-۱۴۰۱) نسبت به دوره ۲۰ ساله ۱۳۹۱-۱۳۷۲ به میزان ۹ درصد کاهش نشان می‌دهد که این کاهش بیشتر در فصل زمستان رخ داده است. همچنین میانگین دبی در رودخانه خیرآباد، ایستگاه نازمکان طی سال‌های ۱۴۰۱-۱۳۹۲ حدود ۶/۵۰ مترمکعب بر ثانیه بوده است که نسبت به ۱۰ سال قبل حدود ۳۷ درصد و نسبت به دوره ۱۰ ساله ۱۳۷۲-۱۳۸۱ بیش از ۵۰ درصد کاهش نشان می‌دهد. بر اساس نتایج بررسی‌ها، این ایستگاه در بلندمدت ۳۰ ساله دارای کمترین میزان دبی در ماه‌های مرداد، شهریور و مهر به‌ترتیب با دبی ۴/۱۷ ، ۳/۴۶ و ۳/۱۴ مترمکعب بر ثانیه بوده است به‌طوری‌که دبی رودخانه در این نقطه در ماه‌های مذکور در مواردی به ۱ متر مکعب بر ثانیه نیز کاهش یافته است. همچنین در بازه زمانی ۱۰ سال اخیر میزان دبی در تمامی فصول نسبت به بازه‌های زمانی ۱۰ سال قبل کاهش نشان می‌دهد به‌طوری‌که بخش اعظم کاهش دبی در فصول زمستان و بهار اتفاق افتاده است که این می‌تواند به دلیل کاهش بارندگی سالانه و افزایش برداشت آب از سرشاخه‌ها باشد. در بررسی میانگین دبی در کوتاه‌مدت ۱ ساله نیز کمترین میزان دبی در ایستگاه‌های نازمکان و خیرآباد در فصل تابستان به‌ترتیب با میزان ۲/۴ و ۳/۶ مترمکعب بر ثانیه ثبت گردید. بنابراین، با توجه به اهمیت تأمین آب مزارع پرورش ماهی در فصول خشک، ماه‌های با حداقل دبی رودخانه به عنوان زمان بحرانی تأمین آب جهت آبزی‌پروری مورد توجه بوده است. همچنین در این فصول نیز با توجه به برداشت بخش از آب جهت مصارف کشاورزی و با در نظر گرفتن پیش‌بینی روند کاهشی دبی در سال‌های آتی (همان‌گونه که روند ۳۰ ساله اخیر نیز مؤید این مطلب است)، به‌نظر می‌رسد که تنها می‌توان برنامه‌ریزی جهت بهره‌برداری شیلاتی از بخشی از آب رودخانه‌های مذکور را در دستور کار قرار داد. برای مثال، در رودخانه خیرآباد با توجه به این‌که حداقل دبی حدود ۴ مترمکعب بر ثانیه ثبت شده است، می‌توان توان تولید آبزی‌پروری را بر پایه میزان آبی در حدود ۲-۱/۵ مترمکعب محاسبه نمود. شایان ذکر است، در صورت مهیّا شدن شرایط پرورشی ماهیان خاویاری می‌توان با استفاده از انواع روش‌های مکانیزاسیون استفاده حداکثری را از این میزان آب انتظار داشت.

نتایج حاصل از آنالیز داده‌های هواشناسی و دبی آب در رودخانه خیرآباد در شهرستان گچساران حاکی از روند کاهشی میزان آب‌دهی این رودخانه در سال‌های اخیر است. بنابراین، با توجه به پیش‌بینی ادامه‌دار بودن این روند در سال‌های آتی و به‌کارگیری بخشی از آب رودخانه مذکور جهت مصارف کشاورزی، صنعتی و شرب، تصمیم‌گیرندگان امر تنها می‌توانند برنامه‌ریزی جهت استفاده از بخش کوچکی از آب رودخانه خیرآباد را جهت استفاده در آبزی‌پروری به‌خصوص تولید ماهیان خاویاری در دستور کار قرار دهند. از سوی دیگر، بررسی شرایط فیزیک و شیمیایی رودخانه مذکور به‌ویژه دمای آب، در مجموع بیانگر این مطلب است که مناسب‌ترین منطقه جهت پرورش فیل‌ماهیان خاویاری پایین دست رودخانه خیرآباد بوده که البته این امر مستلزم به‌کارگیری انواع روش‌های مکانیزاسیون جهت کاهش بار باکتریایی آب، حذف فلزات سنگین، هوادهی و استفاده از چاه‌های زه‌کش است. با توجه به این‌که در پایین‌دست رودخانه خیرآباد، حد فاصل خروجی سد کوثر تا محدوده روستای معصوم‌آباد در نزدیکی مرز استان کهگیلویه و بویراحمد با استان خوزستان (حدود ۲۰ کیلومتر)، حداکثر دبی قابل استفاده جهت پرورش ماهیان خاویاری به‌خصوص فیل ماهی حدود ۱/۵ مترمکعب است (۵۰ درصد حداقل دبی در گرم‌ترین فصل سال) و با در نظر گرفتن میزان تولید ۱ تن ماهی پرواری به ازاء هر ۴/۵ لیتر در ثانیه آب و با رعایت فاصله حدود ۵ کیلومتری جهت احداث مزارع پرورش ماهیان خاویاری به منظور خودپالایی حداکثری رودخانه می‌توان نسبت به صدور مجوز جهت احداث ۴ مزرعه با ظرفیت تولید کل ۱۲۰۰ تن فیل ماهی خاویاری اقدام نمود.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از همکاری ریاست و پرسنل محترم مرکز تحقیقات ژنتیک و اصلاح نژاد ماهیان سردابی شهید مطهری یاسوج برای فراهم کردن امکانات انجام این پژوهش و نیز اداره هواشناسی و امور آب استان کهگیلویه و بویراحمد، تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

Abdolmalaki, S., Khoshghalb, M., Mosavi, S. and Alizadeh, M., 2020. History of sturgeon propagation and restocking in the Caspian Sea. *Sturgeon Extention Journal*, 3(4):7-15. [In Persian]

Alizade Sabet, H.R., Ramin, M., Azarmanesh, H., Eslami, M., Samadi, M., Abedini, A., Aref, N., Najafpour, N., Nourani, M.H. and Negarestan, H., 2017. Studying the production capacity of water resources of Tehran province: investigation of Saleh-Abad aqueduct of Tehran for the purpose of Aquaculture. Iranian Fisheries Science Research Institute. Final report of project. 56 p. [In Persian]

APHA (American Public Health Association), 1992. Standard methods for the examination of water and wastewater. 18th ed. American Public Health, Association, Washington, DC.

Bosak, A., Yavari, V. and Asgari, H.M., 2021. Site selection for great sturgeon (Huso huso) hatchery and culture farms in Khuzestan province using geographic information system (GIS). *Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics*, 10(1):1-10. DOI: 10.22069/japu.2021.18738.1569. [In Persian]

Chaurasia, N.K. and Tiwari, R.K., 2011. Effect of industrial effluents and wastes on physico-chemical parameters of river Rapti, *Advances in Applied Science Research*, 2(5):207 – 211.

Chubian, F., Rmezanpoor, Z., Farzaneh, E., Pajand, Z., Haddadimoghaddam, K., Jalilpoor, J., Alizade, H.R., Mousavi, S.A. and Haghighi, B., 2022. Introducing the Karganrood River as one of the safe routes to release sturgeon. *Journal of Aquaculture Development*, 16(3):1-9. DOI:10.52547/aqudev.16.3.1. [In Persian]

Ehlinger, T.J., Sandgren, C.D. and Dethorne, S.L. 2003. Monitoring of stream Habitat and Aquatic Biotic Integrity Lincoln Creec Milwaukee Country, Wisconsin, Department of Biological Sciences University of Wisconsin Milwaukee. 42 P.

Esmaeili Sari, A., 2000. Basics of water quality management in aquaculture. Iranian Fisheries Science Research Institute. 263 P. [In Persian]

Esmaeili Sari, A., 2003. Pollution, Health and Environmental Standards. Naghshe Mehr. 767 P. [In Persian]

Falahatkar, B., 2019. Sturgeon farming. Publishing by Agricultural Education and Extension Institute, 124 P. [In Persian]

Gharevay, B., Aghae Moghadam, A., Mansouri, B., Hosseini, S.M., Fazel, A. and Haghpanah, A., 2022. Feasibility of building a sturgeon production complex on the eastern coast of Golestan province with emphasis on health and environmental risks. *Journal of Aquatic Caspian Sea*, 7(18):10-18. [In Persian]

Ghorbanzade, R. and Nazari, S., 2021. **S**tatistical Yearbook of Iran Fisheries Organization, Publications of Iran Fisheries Organization, Deputy Planning and Resource Management, Planning and Budgeting Office, Planning and Statistics Group.

Kazi, T.G., Arain, M.B., Jamali, M.K., Jalbani, N., Afridi, H.I., Sarfraz, R.A., Baig, J.A. and Shah, A.Q., 2009. Assessment of Water quality of polluted lake using multivariate statistical techniques, a case study, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 72(2):301–309. DOI:10.1016/j.ecoenv.2008.02.024

Layani, Gh., Bakhshoodeh, M. and Zibaei, M., 2020. A system dynamics approach for evaluating the impacts of water demand management policies in Kheirabad river basin. *Iranian Journal of Agricutural Economics and Development Research*, 51(2):195-196. [In Persian]

Liebmann, H., 1947. The need for revision of the saprobic system and its importance for water assessment. *Gesund İng*, 68, 33-37.

Mehdizade, GH., Hosseinjani, A., Abasi, K., Saberi, H., Babaei, H., Sadeghinejad, E. and Ahmadnejad, M., 2016. The feasibility of Gamasiab river area fish farming of rainbow trout (*Onchorhynchus mikiss*). *Journal of Aquaculture Development*, 10(1):133-150. [In Persian]

Pourkazemi, M., 2018. Feasibility of the development of sturgeon breeding in the coastal strip of Gilan and Mazandaran provinces. Iranian Fisheries Science Research Institute. Final report of project. 268 P. [In Persian]

Rahimi Danesh, M., 2008. Biological technology of sturgeon. Iranian Fisheries Science Research Institute. 42 P. [In Persian]

Salehi, H., Rezapoor, Z. and Namjoo, K., 2017. Climatic Zoning of Kohgiluyeh & BoyerAhmad Province Using Factor and Cluster Analysis. *Journal of Climate Research*, 8(31):137-149. [In Persian]

Sreeja, V. and Ramalingom Pillai, A., 2012. Assessment on the characteristics of river Kodayar with reference to physico-chemical parameters, *IOSR Journal of Applied Chemistry*, 2(1):5-8. DOI:10.9790/5736-0210508

Feasibility of aquaculture development of sturgeon farming in Kheirabad river of Gachsaran city based on water physicochemical indicators and climatic data

Hosseini S.A.[1*]; Rastiannasab A.[1]; Salahi Ardakani M.[1]; Gandomkar F.[2]; Kazemi E.[1]

[*]hoseiniabdolhamid@gmail.com

1- Shahid Motahary Cold water Fishes Genetic and breeding Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Yasoj, Iran.
2- ???, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

Astract

Due to its unique climate, the province of Kohgiluyeh and Boyar Ahmad has a lot of potential in aquaculture. However, due to the lack of knowledge of water resources in different climates of the province, a large part of these resources, are unused, especially in tropical regions, which can be used for fish farming, including sturgeon fish. In this regard, the investigation of the khairabad river in the cities of Gachsaran were done in this project. For this purpose, the investigation of Khairabad river in Gachsaran city was investigated. after identifying the research stations, regular sampling was done to check the physicochemical characteristics of water and as well as record and analyze meteorological and climatic data. The temperature was 18-23°C, pH in the range of 7-8, hardness 453-238 mg/l, phosphorus 0.2-0.6 mg/l, nitrate and nitrite respectively were in the range of 1.2 to 1.2 and 0.01 to 0.06 mg/l. The BOD level was below 10 mg/l, which is considered as a relatively polluted river. Also, the COD and EC levels were meseaured 6-25 mg/l and 542-1433 µS/cm, respectively.

The results indicated that the most suitable area for sturgeon farming is downstream of Khairabad river, which of course requires the use of various mechanization methods to reduce the bacterial load of water, remove heavy metals, aeration and also use wells. It is a drain. Considering that in the lower reaches of the Khairabad river, the distance from the outlet of the Kausar Dam to the area of Masoum Abad village, near the border of Kohgiluyeh and Boyer Ahmad provinces with Khuzestan province (about 20 km), the maximum flow that can be used for sturgeon farming, especially bleuga, is about 1.5 m^3/s (50% of the minimum discharge in the summer) and taking into account 4.5 l/s of water for the production of 1000 kg of sturgeon fish and also Keeping a distance of about 5 km for the construction of sturgeon farms in order to maximize the self-purification of the river, it is possible to issue a license to build 4 farms with a total production capacity of 1200 tons of beluga.

Keywords: Feasibility, Khairabad river, Physicochemical parameters, Climatic data, Sturgeon

[*]Corresponding author