بررسی توسعه آبزی‌پروری در حوضه رودخانه ارس– منطقه استان اردبیل

*سیدمحمدوحید فارابی[۱]، علی گنجیان‌خناری[۱]، فریبا واحدی[۱] و منصور شریفیان[۱]

[۱]مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ساری، فرح‌آباد

تاریخ دریافت: ۹۲/۵/۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۲/۲۰

چکیده

این بررسی با هدف سنجش پارامترهای کیفی آب رودخانه ارس برای توسعه فعالیت‌های آبزی‌پروری در حوزه جغرافیایی استان اردبیل واقع در منطقه شمال‌غربی کشور ایران، انجام شد. نمونه‌برداری‌ها در طی یک‌سال از خرداد ۱۳۸۷ تا اردیبهشت ۱۳۸۸ به‌صورت ماهانه و در قالب سه ایستگاه تحقیقاتی انجام شد. نتایج نشان داد که در بیش‌تر موارد (به‌جز نیتروژن کل) بین پارامترها در ماه‌های مختلف سال، اختلاف آماری معنی‌دار وجود داشت ($P<0/05$). هر چند برخی از عوامل فیزیکوشیمیایی آب از ایستگاه ۱ به‌سمت ایستگاه ۳ دارای روند فزاینده بوده است، اما در بین ایستگاه‌های مختلف، اختلاف معنی‌دار نبود ($P>0/05$). حداقل و حداکثر عوامل فیزیکوشیمیایی آب شامل دمای آب ۲۷–۳ درجه سانتی‌گراد؛ اکسیژن محلول ۱۴/٤–۷/۵ میلی‌گرم بر لیتر؛ pH ۸/٦–۷/۷؛ مجموع مواد محلول: ۰/۷۹–۰/٤۲ گرم بر لیتر؛ هدایت الکتریکی: ۱/۵۷–۰/۸۳ ms بر سانتی‌متر؛ سیلیس محلول: ۱۲/۲۵–۷/۱۷ میلی‌گرم بر لیتر؛ یون آمونیوم ۰/۱۷٤–۰/۰۱۸ میلی‌گرم بر لیتر؛ نیتریت: ۰/۰۸۱–۰/۰۰٤ میلی‌گرم بر لیتر؛ نیترات ۲/۰۷٦–۰/٤۹۲ میلی‌گرم بر لیتر؛ نیتروژن کل ۱۲/۹۲–۹/۱۲ میلی‌گرم بر لیتر؛ فسفات ۰/۱۰۲–۰/۰٤۲ میلی‌گرم بر لیتر؛ فسفر کل ۰/۵۳٦–۰/۲۰۵ میلی‌گرم بر لیتر و سختی کل ٦۸۵–۲۹۰ میلی‌گرم بر لیتر کربنات کلسیم اندازه‌گیری شد. در نتیجه استعدادهای توسعه پرورش ماهیان سردابی و گرمابی در محدوده استان اردبیل با استفاده از آب رودخانه ارس وجود دارد. اما به‌دلیل محدودیت دمای آب برای پرورش ماهیان گرم‌آبی لازم است در ذخیره‌سازی اولیه از بچه‌ماهیانی با وزن‌های بیش از ۱۰۰ گرم استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: رودخانه ارس، آبزی‌پروری، کیفیت آب، استان اردبیل

مقدمه

رودخانه ارس یکی از رودخانه مهم ایران است، که در نوار مرزی شمال‌غرب کشور ایران واقع شده است. این رودخانه از ارتفاعات مین‌گول در جنوب ارزروم در کشور ترکیه سرچشمه می‌گیرد و با گذشتن از سه کشور ایران، ارمنستان و آذربایجان با طی مسافت ۱۰۷۲ کیلومتر به رودخانه کورا در آذربایجان و سپس به دریای خزر می‌ریزد (Bagirov و Bravarnik، ۲۰۰۵). رودخانه ارس دارای مواد بستری درشت‌دانه با شیب به‌نسبت زیاد، عمق کم و برخی موارد عرض زیاد، عموماً در حوزه میانی و یا منطقه کوهستانی قرار دارد (حمزه‌پوری، ۱۳۸۵). و در مسیر خود دارای سه سد به نام‌های ارس، خداآفرین و میل‌مغان است. وسعت حوضه آبریز ارس، ۱۰۲۰۰۰ کیلومتر مربع بوده و ٤۱ درصد آن مربوط به اراضی کشور ایران است (آزادبخت، ۱۳۸۷). رژیم آبی این رودخانه به‌طور عمده ناشی از ذوب برف و همچنین جریان‌های به‌دست آمده از بارندگی و وجود چشمه‌های طبیعی متعدد می‌باشد. حداکثر دبی اندازه‌گیری شده

*مسئول مکاتبه: smv_farabi@hotmail.com

Archive of SID

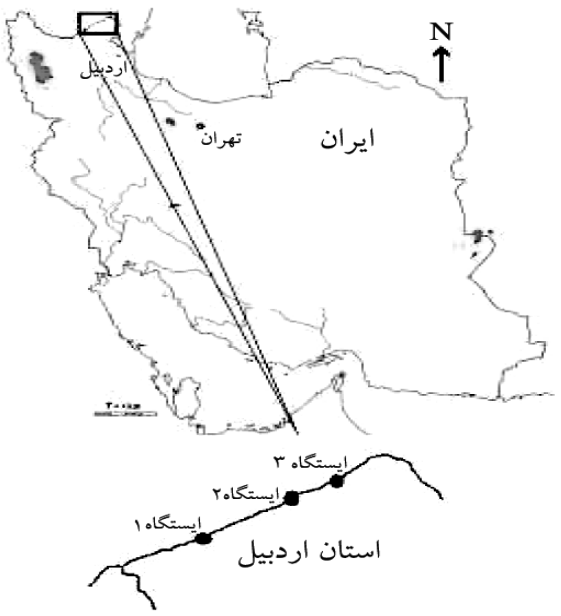
www.SID.ir

رودخانه ارس در سال‌های معمولی ۱۱۰۰ مترمکعب در ثانیه در محل سد ارس و ۱۶۰۰ مترمکعب در ثانیه در محل سد انحرافی میل‌مغان و حداقل دبی رودخانه در سال‌های خشک در محل سد ارس ۳۲ مترمکعب در ثانیه گزارش شده است. دبی متوسط رودخانه ارس ۱۸۳ مترمکعب در ثانیه در محل سد ارس و نزدیک به ۲۵۰ مترمکعب در ثانیه در محل سد انحرافی میل‌مغان گزارش گردید. عمده مصرف آب از رودخانه ارس برای مصارف کشاورزی و دامپروری مورد استفاده قرار می‌گیرد (Bagirov و Bravarnik، ۲۰۰۵).

بررسی رودخانه‌ها در در ایران از قدمت چندانی برخوردار نبوده و تقریباً از دو دهه قبل تاکنون در مراکز تحقیقاتی کشور انجام می‌گیرد. از جمله بررسی رودخانه سفید رود (نظامی و همکاران، ۱۳۷٦)، رودخانه شفارود (جمالزاده و افراز، ۱۳۷٤)، رودخانه گرگانرود (ملکی‌شمالی و عبدالملکی، ۱۳۷٤)، رودخانه حویق (افراز و قانع، ۱۳۷٤؛ سبک‌آرا و مکارمی، ۱۳۸۵)، رودخانه‌های سیاهرود و هراز (روشن‌طبری الف و ب، ۱۳۷۰) نمونه‌هایی از مطالعات رودخانه‌ای در نواحی شمال کشور محسوب می‌گردند که هدف از انجام آن‌ها تعیین شناسنامه زیست‌محیطی، تنظیم کمیت و کیفیت آب رودخانه با مدیریت صحیح، شناسایی منابع آلاینده، بررسی آبزیان و شناسایی و حفظ زنجیره غذایی اکوسیستم‌های رودخانه‌ای بوده است. بنابراین این پژوهش با هدف بررسی کیفی آب رودخانه ارس برای معرفی نوع پرورش و توسعه آبزی‌پروری در حوزه جغرافیایی استان اردبیل صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

رودخانه ارس در سه ایستگاه در محدوده استان اردبیل واقع در منطقه مرزی شمال‌غربی کشور ایران، خرداد ۱۳۸۷ تا اردیبهشت ۱۳۸۸ به‌مدت یک‌سال در سه ایستگاه مورد بررسی قرار گرفت. انتخاب ایستگاه‌ها با هدف مقایسه کیفیت آب رودخانه ارس از محل ورود به استان اردبیل در قبل از سد انحرافی اصلاندوز و تأثیر حوضه آبریز این استان بر آب رودخانه صورت گرفت (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری در رودخانه ارس، نسبت به محدوده استان اردبیل.

Archive of SID
www.SID.ir

ایستگاه ۱: در قبل از سد انحرافی اصلاندوز و بعد از پاسگاه مرزی قره‌قباق به‌عنوان ایستگاه شاهد و منبع آبی وارده به استان اردبیل با مختصات جغرافیایی طول ٤٧ درجه و ٢١ دقیقه شرقی و عرض ٣٩ درجه و ٢٥ دقیقه شمالی تعیین گردید. حاشیه جنوبی رودخانه در این ایستگاه به‌طور دائم دست‌خوش فرسایش خاک بود. در حالی‌که قسمت شمالی رودخانه (مرز آبی آذربایجان) دارای پوشش جنگلی (درختی و درختچه‌ای) بود.

ایستگاه ۲: بعد از سد اصلاندوز (کنار پاسگاه مرزی سوءآباد) و در فاصله ۳۰ کیلومتری از ایستگاه ۱ با مختصات جغرافیائی طول ٤٧ درجه و ٣٩ دقیقه شرقی و عرض ٣٩ درجه و ٣٣ دقیقه شمالی تعیین گردید. این ایستگاه در منطقه‌ای تحت‌تأثیر پساب کانال‌های آبیاری به‌دست آمده از مزرعه‌های کشاورزی دشت مغان بود که به رودخانه تخلیه می‌شد.

ایستگاه ۳: آخرین ایستگاه در فاصله‌ای ۸ کیلومتری از ایستگاه ۲ و ۳۸ کیلومتری از ایستگاه ۱ با مختصات جغرافیایی طول ٤٧ درجه و ٤٤ شرقی و عرض ٣٩ درجه و ٣٥ دقیقه شمالی تعیین گردید. این ایستگاه در شرق و ۳ کیلومتری منطقه اسلام‌آباد قرار دارد. ایستگاه ۳ به‌خاطر، قابلیت امکان پالایندگی رودخانه و نیز استفاده از آب رودخانه برای مصارف آبزی‌پروری انتخاب شد.

نمونه‌های آب با استفاده از نمونه‌بردار روتنر مجهز به ترمومتر برگردان تهیه گردید. دمای آب و هوا در محل نمونه‌برداری و با استفاده از دماسنج جیوه‌ای ژاپنی با دقت یک‌دهم سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد. اکسیژن محلول به روش وینکلر اندازه‌گیری شد. (Eaton و همکاران، ۲۰۰۷). مقدار pH آب، به کمک pH متر پرتابل مدل 320-WTW ساخت کشور آلمان تعیین گردید. اندازه‌گیری مواد مغذی به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر (UV-VIS 9000cecil) و منطبق بر روش‌های زیر صورت گرفت. نیتریت به روش برن‌اشنایدر و رابینسون، نیتریت و نیترات به روش ستون کاهشی کادمیوم، آمونیاک به روش فنات، فسفات به روش اصلاحی سوگوارا، سیلیس محلول به روش مولبیدات (کمپلکس زرد) و فسفر و نیتروژن کل به روش والدرما و سختی کل به روش کمپلکسومتری اندازه‌گیری گردید (Eaton و همکاران، ۲۰۰۷؛ APHA، ۲۰۰۵؛ Sapozhnikov و همکاران، ۱۹۸۸). هدایت الکتریکی آب (EC) و مجموع مواد جامد محلول (TDS) با استفاده از دستگاه Hatch با دقت ۰/۰۱ به‌ترتیب بر حسب ms بر سانتی‌متر و گرم بر لیتر اندازه‌گیری شد.

برای رسم نمودار از نرم‌افزار Excel نسخه ۲۰۱۰ و برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از برنامه SPSS نسخه ۱۸ استفاده شد. برای بررسی نرمال‌بودن توزیع داده‌ها، از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف استفاده شد. در نهایت بررسی داده‌های نرمال با تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد استفاده شد. همچنین داده‌های غیرنرمال، با آزمون غیرپارامتریک Kruskal Wallis استفاده گردید.

نتایج

داده‌های دمای آب و هوا از توزیع نرمال برخوردار نبودند. بنابراین از آزمون غیرپارامتریک استفاده گردید. کم‌ترین دمای آب و هوا مربوط به دی‌ماه، به‌ترتیب به‌میزان ۳ و ١/٦٧ درجه سانتی‌گراد و بیش‌ترین آن مربوط به مرداد به‌ترتیب با دمای ٢٥/٦٧ و ٢٩ درجه سانتی‌گراد بوده است ($P<0/05$). میانگین دمای سالانه آب و هوا در رودخانه ارس در محدوده استان اردبیل به‌ترتیب ١/٣٥±١٤/٣٠ و ١/٦٣±١٤/٧٨ درجه سانتی‌گراد بود. دامنه نوسان دمایی آب و هوا در طول سال در ایستگاه‌های مورد مطالعه به‌ترتیب ٢٤ و ٢٨ درجه سانتی‌گراد تعیین شد. اختلاف معنی‌داری بین دمای آب در ایستگاه‌های مختلف در طول سال

Archive of SID
www.SID.ir

مشاهده نگردید. توزیع داده‌های اکسیژن اندازه‌گیری شده، نرمال بود. میانگین اکسیژن محلول در ایستگاه‌های مختلف از اختلاف معنی‌داری برخوردار نبود (P>۰/۰۵)، اما در ماه‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌دار بودند (P<۰/۰۵). حداکثر میزان اکسیژن محلول در زمستان ۱٤/٤ میلی‌گرم در لیتر در دی‌ماه و مربوط به ایستگاه ۱ و حداقل آن ۷/۵ میلی‌گرم در لیتر در تیرماه و مربوط به ایستگاه ۳ بوده است. بیش‌ترین اکسیژن مربوط به دی‌ماه، با کم‌ترین درجه دمایی آب و هوا بوده است. کم‌ترین میزان اکسیژن مربوط به تیرماه به‌واسطه دمای بالا و گل‌آلودگی آب در هنگام نمونه‌برداری ثبت گردید که با ماه‌های شهریور و مهر اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد نداشت. داده‌های لگاریتمی pH نیز از توزیع نرمال برخوردار نبود. میانگین pH برابر ۸/٤±۰/۰۳۵ با دامنه ۰/۹۲ بین ایستگاه‌های مختلف در نوسان بوده است. اختلاف معنی‌داری آماری بین ایستگاه‌های مختلف در طول سال مشاهده نگردید (P>۰/۰۵). اما مقادیر آن در ماه‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). کم‌ترین میانگین آن در شهریور ثبت شد. حداقل میزان آن ۷/۷٤ مربوط به ایستگاه ۳ در تیرماه و حداکثر آن ۸/٦٦ در ایستگاه ۱ در فروردین‌ماه ثبت گردید. کاهش pH در تیرماه مربوط به ایستگاه‌های ۲ و ۳ به‌واسطه سیلابی‌شدن رودخانه و ورود آب از حوضه آبریز منطقه بوده است. در این بررسی، داده‌های مجموع مواد محلول (TDS) از توزیع نرمال برخوردار بود. مقادیر TDS در ایستگاه‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵) و بیش‌ترین میانگین سالانه TDS در بیش‌تر ماه‌های سال در ایستگاه ۳ (۰/٦٤±۰/۰۱۷ گرم بر لیتر) ثبت شد که در سطح ۵ درصد، نسبت به ایستگاه ۲ اختلاف معنی‌داری نداشته است. ولی نسبت به ایستگاه ۱ دارای اختلاف معنی‌دار بود. نتایج نشان داد که از محل ورودی آب به استان اردبیل تا ایستگاه انتهایی، مقادیر TDS دارای روند افزایشی بود. همچنین مقادیر TDS در ماه‌های مختلف نیز دارای اختلاف معنی‌دار بوده است (P<۰/۰۵). به‌طوری‌که بیش‌ترین میانگین آن در مردادماه و کم‌ترین آن در اردیبهشت‌ماه ثبت گردید. عمده تغییرات ماهانه این فاکتور تحت‌تأثیر سیلاب و ورود آب‌های حوضه آبریز بعد از سد اصلاندوز بود. میزان متوسط ماهیانه آن ۰/٦±۰/۰۱۲ گرم بر لیتر تعیین شد. داده‌های هدایت الکتریکی (EC) از توزیع نرمال برخوردار بود. مقادیر آن بین ایستگاه‌های مختلف و در ماه‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). دامنه مقادیر آن از ۰/۸۳ ms بر سانتی‌متر در ایستگاه ۱ و فروردین‌ماه تا ۱/۵۷ ms بر سانتی‌متر در ایستگاه ۳ و در بهمن‌ماه متغیر بوده است. بیش‌ترین میزان این فاکتور مربوط به ایستگاه ۳ به‌میزان ۱/۳±۰/۰۳٤ ms بر سانتی‌متر بوده است که در سطح ۵ درصد، نسبت به ایستگاه ۲ اختلاف معنی‌داری نداشت. ولی نسبت به ایستگاه ۱ دارای اختلاف معنی‌دار بود. بیش‌ترین میانگین سالانه آن در مردادماه و کم‌ترین آن در اردیبهشت‌ماه ثبت شد. داده‌های لگاریتمی سیلیس محلول نیز از توزیع نرمال برخوردار نبود. میانگین سالانه آن در ایستگاه‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵)، اما در ماه‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). به‌طوری‌که کم‌ترین مقادیر آن مربوط به بهمن‌ماه و بیش‌ترین آن مربوط به آذرماه بوده است. حداکثر میزان سیلیس محلول در طول دوره مطالعاتی به‌میزان ۱۲/۲۵ میلی‌گرم در لیتر در ایستگاه ۳ در مهرماه و حداقل آن ۷/۱۷ میلی‌گرم در لیتر مربوط به ایستگاه ۱ در بهمن‌ماه ثبت شد. میانگین سیلیس در ایستگاه‌های مختلف در طول سال ۹/۲۷±۰/۳۲

Archive of SID
www.SID.ir

میلی‌گرم در لیتر با دامنه ۵/۰۸ واحد بوده است. داده‌های نیتروژن آمونیاکی (NH_4^+) از توزیع نرمال برخوردار بود. میانگین سالانه آن در ایستگاه‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵)، اما در ماه‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). بیش‌ترین میزان آن ۰/۱۷٤ میلی‌گرم در لیتر در ایستگاه ۱ در دی‌ماه و کم‌ترین مقدار آن ۰/۰۱۸ میلی‌گرم در لیتر در همان ایستگاه در شهریورماه تعیین شد. میانگین نیتروژن آمونیاکی در ایستگاه‌های مختلف در طول سال ۰/۰۰٦۵±۰/۰۹۳ میلی‌گرم در لیتر با دامنه ۰/۱۵٦ واحد بوده است. بیش‌ترین میانگین ماهانه آن مربوط به تیرماه و کم‌ترین آن مربوط به شهریورماه بود. داده‌های نیترات و نیتروژن کل و همچنین داده‌های لگاریتمی نیتریت از توزیع نرمال برخوردار بودند. نتایج نشان داد که میانگین سالانه آن‌ها در ایستگاه‌های مختلف و همچنین میانگین نیتروژن کل در ماه‌های مختلف نیز دارای اختلاف معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵)، اما میانگین نیتریت و نیترات در ماه‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). حداکثر مقدار نیتروژن کل مربوط به آبان‌ماه به‌میزان ۱۲/۹۲ میلی‌گرم در لیتر تعیین گردید. میانگین نیتروژن کل در ایستگاه‌های مختلف در طول سال ۱۰/۹۷±۰/۱۳ میلی‌گرم در لیتر با دامنه ۳/۸ واحد بوده است. حداکثر مقدار نیتریت (NO_2^-) و نیترات (NO_3^-) مربوط به ایستگاه ۱ و به‌ترتیب ماه‌های تیر و آذر، به‌میزان ۰/۰۸۱ و ۲/۰۷ میلی‌گرم در لیتر بوده است. میانگین نیتریت و نیترات در ایستگاه‌های مختلف در طول سال به‌ترتیب ۰/۰۰۳±۰/۰۱۸ و ۰/۰۷±۱/۲۵ میلی‌گرم در لیتر با دامنه ۰/۰۷۷ و ۱/۵۸ واحد تعیین گردید. بیش‌ترین مقادیر نیتریت در ماه‌های فصل زمستان (دی، بهمن و اسفند) و بیش‌ترین مقادیر نیترات در ماه‌های فصل پاییز (مهر و آذر) تعیین گردید. بالاترین میانگین ماهانه نیتریت مربوط به تیرماه بود که به‌دلیل سیلابی‌بودن رودخانه و تأثیر حوضه آبریز بر آن بوده است. داده‌های لگاریتمی فسفات (PO_4^{-3}) و فسفر کل از توزیع نرمال برخوردار بوده است. میانگین سالانه آن‌ها در ایستگاه‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). اما در ماه‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌دار بودند (P<۰/۰۵). ماکزیمم میانگین فسفر کل در ماه‌های مختلف، به‌ترتیب در مردادماه و تیرماه تعیین گردید و بین ماه‌های دیگر اختلاف آماری مشاهده نگردید (P>۰/۰۵). این نوسانات برای فسفر کل در مردادماه (ایستگاه ۳) به حداکثر ۰/۵۳٦ میلی‌گرم در لیتر رسیده است. حداقل تغییرات فسفر کل (TP) در مهرماه و ایستگاه ۲، ۰/۲۰۵ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد. دامنه تغییرات فسفات از ۰/۰٤۲ میلی‌گرم در لیتر در ایستگاه ۱ در آبان‌ماه تا ۰/۱۰۲ میلی‌گرم در لیتر در ایستگاه ۳، خردادماه در نوسان بوده است. میانگین فسفات و فسفر کل در ایستگاه‌های مختلف در طول سال به‌ترتیب ۰/۰۰۲±۰/۰٦۸ و ۰/۰۱۳±۰/۳۱۵ میلی‌گرم در لیتر با دامنه ۰/۰٦ و ۰/۳۳ واحد بوده است. داده‌های مربوط به سختی آب از توزیع نرمال برخوردار بودند. میانگین سالانه آن در ایستگاه‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵)، اما در ماه‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌دار بودند (P<۰/۰۵). به این ترتیب که در ماه‌های فصل زمستان و ۲ ماه اول فصل بهار از میانگین کم‌تری برخوردار بودند. حداکثر مقدار سختی کل در ایستگاه ۲ در مردادماه به‌میزان ٦۸۵ میلی‌گرم بر لیتر و حداقل مقدار آن در دی‌ماه مربوط به ایستگاه‌های ۱ و ۲ با ۲۹۰ میلی‌گرم بر لیتر بود (شکل ۲).

Archive of SID
www.SID.ir

شکل ۲- میانگین پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب رودخانه ارس، محدوده استان اردبیل در یک دوره یک‌ساله: خرداد ۱۳۷۸ تا اردیبهشت ۱۳۸۸ (خطای استاندارد ± میانگین).

بحث

در آبزی‌پروری، سنجش کیفیت آب و میزان ترکیبات شیمیایی و مشخصات فیزیکی آن یکی از مهم‌ترین عوامل در تعیین امکان‌سنجی پرورش، انتخاب محل مزارع تکثیر و پرورش، نوع گونه ماهی و برنامه پرورشی است. کیفیت آب در پرورش ماهی تابعی از منابع تامین‌کننده آن می‌باشد. مدیریت آبزی‌پروری نیز در بررسی منابع تامین‌کننده و خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب شکل می‌گیرد. شرایط دمایی منطقه و در پی آن دمای آب، یکی از مهم‌ترین شاخص‌های محدودکننده در فعالیت آبزی‌پروری (تکثیر و پرورش آبزیان) است. منبع تامین آب رودخانه ارس در استان اردبیل، آب‌های پشت سد اصلاندوز است و تغییرات دمایی آب رودخانه پس از سد، تابعی از دمای آب مخزن آبی می‌باشد. بررسی‌های به‌عمل آمده نشان داد که اختلاف معنی‌دار آماری بین ایستگاه‌های مختلف در طول سال وجود ندارد ($P>0/05$). شرایط دمایی منطقه و دمای آب رودخانه ارس در محدوده استان اردبیل، برای آبزی‌پروری به‌طور عموم مناسب است. برای پرورش ماهیان گرم‌آبی با توجه به دمای آب رودخانه در ٤ ماه از سال (آذر، دی، بهمن و اسفند) روند تغییرات رشد ماهیان گرمابی کند یا متوقف خواهد شد، ولی ماندگاری آن دچار اختلال نمی‌گردد. بنابراین با استناد

www.SID.ir

به نتایج دمایی آب، ترجیحاً پرورش یک‌دوره‌ای گرم‌آبی از اواسط فروردین تا اواسط مهر با استفاده از بچه‌ماهیان بیش از ۱۰۰ گرم در مرحله ذخیره‌سازی اولیه در استخرهای پرورشی، توصیه می‌گردد. قابل ذکر است که دمای مرگ ماهی ۳۲ درجه سانتی‌گراد است و در بیش از ۲۸ درجه سانتی‌گراد رشد ماهیان گرم‌آبی متوقف می‌گردد (اسماعیلی‌ساری، ۱۳۸۳). با توجه به افزایش دمای آب به بیش از ٢٤ درجه سانتی‌گراد (حداکثر در مرداد با ٢٧/٦ درجه سانتی‌گراد) در ٤ ماه از سال (خرداد، تیر، مرداد و شهریور) برای پرورش ماهیان سردابی مناسب نیست، ولی با ارایه تمهیداتی مانند افزایش عمق آب‌گیری و استفاده از هواده در طول شب و یاری از منابع آب زیرزمینی می‌توان این مشکل را تا حدودی مرتفع نمود. زیرا مناسب‌ترین دما برای تکثیر و پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، ١٤-٩ درجه سانتی‌گراد و حداکثر دمای آب مناسب برای پرورش آن ٢١ درجه سانتی‌گراد است، اما دامنه تغییرات وسیعی از دمای محیط (٢٧-٠ درجه سانتی‌گراد) را تحمل می‌کنند (Stevenson، ١٩٨٧). دمای آب تأثیر زیادی در شیوع تعدادی از بیماری‌ها در ماهی دارد. زیرا ماهیانی که در معرض فلزات سمی و در دمای بالای آب قرار دارند، نسبت به همان ماهیان در دمای پایین‌تر، مقاومت کم‌تری دارند و افزایش سمیت فلزات سنگین در طول افزایش دمای محیط ممکن است منجر به انجام فرآیندهای پیچیده‌ای در ماهی گردد که نتیجه آن افزایش قابلیت انتقال مواد به‌وسیله غشاهای سلولی و افزایش فعالیت آنزیم‌ها به‌منظور رفع مسمومیت در ماهی خواهد بود (Mance، ١٩٨٧). همچنین سمیت برخی فلزات سنگین با افزایش دما شدت می‌یابد، زیرا با افزایش تنفس، میزان جذب فلزات سنگین در بافت ماهی افزایش می‌یابد (Olsson، ١٩٩٨).

یکی از مهم‌ترین فاکتورهای اصلی در کیفیت آب‌های جاری، اکسیژن محلول است که به‌واسطه تنفس ارگانیزم‌های موجود و تجزیه و اکسیداسیون بعضی از ترکیبات آلی مصرف می‌شود. کمبود اکسیژن در آب‌ها سبب تجمع فلزاتی مثل کادمیوم، کروم و سرب در آبشش ماهیان می‌شود (Heath، ١٩٩٥). نتایج نشان داد که اکسیژن محلول در آب رودخانه ارس در محدوده استان اردبیل در طول سال بین ١٤/٤-٧/٥ میلی‌گرم در لیتر و در حد مطلوب برای زیست موجودات آبزی بوده است (اسماعیلی‌ساری، ١٣٧٩؛ Horvath و همکاران، ١٩٩٢). در این غلظت، اکسیژن محلول سبب جلوگیری از برخی خسارات احتمالی خواهد شد. به‌عنوان مثال؛ در محیطی با غلظت بالای اکسیژن محلول، از سمیت فلز سنگین آهن کاسته می‌شود (اسووبودووا و همکاران، ١٩٩١) و در محیطی با کمبود اکسیژن در آب‌ها سبب تجمع فلزاتی مثل کادمیوم، کروم و سرب در آبشش می‌گردد (Heath، ١٩٩٥).

منبع اصلی آب رودخانه ارس در منطقه مورد بررسی از سد اصلاندوز تامین شده است. معمولاً آب دریاچه‌ها و سدها به‌دلیل رشد جلبک‌ها، نوسانات اکسیژن و pH بالایی دارند، از آن‌جایی‌که نمونه‌برداری به‌صورت ماهانه صورت گرفت، بنابراین نمی‌توان تغییرات ناشی از جمعیت فیتوپلانکتونی را در تغییرات روزانه آن مورد بررسی قرار داد. اما در بررسی بین ماه‌های مختلف و ایستگاه‌های مختلف در طول سال، مقدار میانگین pH در بین ایستگاه‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌دار نبود ($P>0/05$). در این مطالعه در تمامی ایستگاه‌ها، دامنه نوسانات pH تا حدی قلیایی (میانگین ٨/٤±٠/٠٣٥ و دامنه ٧/٧٤-٨/٦٦) بوده است که با دامنه pH مورد نیاز در پرورش ماهیان مطابقت داشت (اسماعیلی‌ساری، ١٣٧٩؛ هوروات و همکاران، ٢٠٠٢). در پرورش ماهی، آبی که pH آن کمی قلیایی است، نسبت به آبی که کمی اسیدی است، برتری دارد (Pillay، ٢٠٠٤). زیرا در آب‌های قلیایی میزان جذب فلزات سنگین توسط ماهی با افزایش pH، کاهش می‌یابد. به‌طوری‌که افزایش pH موجب تشکیل هیدروکسیل فلزی می‌شود و سبب کاهش جذب فلزات سنگین می‌گردد

Archive of SID
www.SID.ir

(Olsson، ۱۹۹۸). نتایج نشان داد که مجموع مواد محلول (TDS) از ۷۹۰-۴۹۰ میلی‌گرم در لیتر، به‌ترتیب در ایستگاه ۱ (آبان‌ماه) و ایستگاه ۳ (بهمن‌ماه) در نوسان بوده است، این میزان غلظت در دامنه مناسب برای ماهیان سردابی قرار ندارد. از طرفی در اکوسیستم‌های آبی، ماهیان قابلیت تحمل مواد محلول تا هزار میلی‌گرم در لیتر را دارا هستند (Boyd، ۱۹۹۹). در این پژوهش، میزان مواد محلول آب رودخانه ارس برای پرورش ماهیان گرم‌آبی مناسب و به‌طورکلی برای آبزی‌پروری مشکلی ایجاد نمی‌کند. اما در زمان سیلابی و به‌دلیل ورود روان‌آب‌ها از حوضه آبریز به داخل رودخانه، میزان مواد محلول افزایش یافت. علت افزایش نسبی هدایت الکتریکی در ایستگاه ۳ نسبت به ایستگاه ۱ در طول سال، به‌دلیل ورود هرزآب‌های دشت مغان به رودخانه بوده است. در زمان سیلابی رودخانه می‌توان با تمهیداتی مانند استخرهای رسوب‌گیر و استفاده محدود از آب رودخانه برای مزارع پرورشی، دوران سیلابی را سپری نمود.

در این پژوهش، میزان هدایت الکتریکی (EC) آب رودخانه از ۸۳۰ میکروثانیه بر سانتی‌متر در ایستگاه ۱ و فروردین‌ماه تا ۱۵۷۰ میکروثانیه بر سانتی‌متر در ایستگاه ۳ و در بهمن‌ماه متغیر بوده است. علت افزایش میزان هدایت الکتریکی در ایستگاه ۳ همانند افزایش TDS، مربوط به روان‌آب‌های حوضه آبریز رودخانه در محدوده مطالعاتی بود. به‌طورکلی ماهیان گرم‌آبی، هدایت الکتریکی تا ۶۰۰۰ میکروثانیه بر سانتی‌متر را تحمل می‌کنند و محدوده مطلوب آن‌ها ۲۷۰۰-۱۰۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر است (Horvath و همکاران، ۱۹۹۲). در صورتی‌که میزان مطلوب برای ماهیان سردابی ۴۳۲ میکروثانیه بر سانتی‌متر است (اسماعیل‌ساری، ۱۳۸۳). میزان سیلیس محلول در این پژوهش در طول سال از ۱۲/۲۵-۷/۱۷ میلی‌گرم بر لیتر در نوسان بوده است. میزان یون سیلیس محلول در آب‌های طبیعی ۱۰۰-۱ میلی‌گرم در لیتر است. حال آن‌که مقدار مطلوب آن در استخرهای پرورش ماهی ۲۰-۲ میلی‌گرم بر لیتر است (Boyd، ۱۹۹۸). بنابراین میزان سیلیس محلول در منطقه مورد بررسی از غلظت مناسبی برای آبزی‌پروری برخوردار است. در این پژوهش، حداکثر نیتروژن آمونیاکی در دی‌ماه و ایستگاه ۱ و برابر ۰/۱۷۴ میلی‌گرم در لیتر بود. دامنه غلظت آمونیم در آب‌های طبیعی ۳-۰ میلی‌گرم در لیتر و بیش از این سبب آلودگی و مسمومیت ارگانیسم‌های آبی می‌شود (Bellingham، ۲۰۱۱). میزان مجاز یون آمونیوم (NH_4^+) و آمونیاک آزاد (NH_3) برای پرورش ماهیان گرم‌آبی ۲-۱/۵ و ۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر (اسماعیلی‌ساری، ۱۳۷۹؛ هوروات و همکاران، ۲۰۰۲) و میزان غلظت مطلوب آن در استخرهای پرورش ماهی به‌ترتیب ۲-۰/۲ و کم‌تر ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر (Boyd، ۱۹۹۸) است. بنابراین غلظت یون آمونیوم در منطقه مورد مطالعه در حد مطلوب بود و برای فعالیت‌های آبزی‌پروری مناسب است. قابل ذکر است که یون آمونیوم در pH بالا (بیش‌تر از ۹) تبدیل به آمونیاک غیریونیزه می‌شود، بنابراین با توجه به مقادیر pH و دمای آب اندازه‌گیری شده در این پژوهش، امکان این تبدیل و ایجاد محیط بحرانی برای مسمومیت آبزیان وجود نداشته است (Boyd، ۱۹۸۲).

غلظت نیترات در آب‌های طبیعی سطحی کم‌تر از ۱ میلی‌گرم در لیتر گزارش شده است. در این مطالعه، مقادیر نیتریت و نیترات در محدوده استاندارد زیست‌محیطی و پرورش آبزیان بوده است (اسماعیلی‌ساری، ۱۳۷۹؛ اسماعیلی‌ساری، ۱۳۸۱؛ هوروات و همکاران، ۲۰۰۲). به‌طوری‌که حداکثر مقدار نیتریت (NO_2^-) و نیترات (NO_3^-) به‌ترتیب به‌میزان ۰/۰۸۱ و ۲/۰۷ میلی‌گرم در لیتر بود (McNeely و همکاران، ۲۰۰۲). همچنین غلظت مطلوب نیتریت و نیترات در آب استخرهای پرورش ماهیان به‌ترتیب کم‌تر از ۰/۳ و ۱۰-۰/۲ میلی‌گرم بر لیتر است (Boyd، ۱۹۹۸). اما میزان مجاز آن ۱۵-۰/۲ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد و افزایش آن‌ها تا غلظت‌های ۵ و ۸۰ میلی‌گرم در لیتر برای ماهیان سمی است (اسماعیلی‌ساری، ۱۳۷۹؛ اسماعیلی‌ساری، ۱۳۸۱؛ هوروات

Archive of SID
www.SID.ir

و همکاران، ۲۰۰۲). با توجه به نتایج به‌دست آمده، غلظت‌های اندازه‌گیری شده از ترکیبات نیتروژنی ذکر شده در بالا، در محدوده مقادیر مطلوب برای آبزی‌پروری بوده است. دامنه تغییرات فسفر محلول از ایستگاه ۱ (حداکثر: ۰/۰٤۲ میلی‌گرم در لیتر در آبان‌ماه) به ایستگاه ۳ (حداکثر: ۰/۱۰۲ میلی‌گرم در لیتر در خردادماه) دارای روند صعودی بود. این مقادیر نشان می‌دهد که حوضه آبریز رودخانه در منطقه مورد مطالعه بر افزایش میزان فسفر آب مؤثر است. از طرفی میزان فسفر برای آب‌های طبیعی سطحی حداکثر ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر بیان گردید و میزان آن در مخازن آبی نباید از ۰/۰۵ میلی‌گرم در لیتر افزایش یابد که با بررسی‌های انجام شده در این پژوهش مطابقت دارد (McNeely و همکاران، ۲۰۰۲). بنابراین میزان فسفر محلول در آب در منطقه مورد مطالعه برای پرورش ماهی مناسب می‌باشد.

میزان سختی آب و تأثیر آن بر سمیت فلزات سنگین در آبزی‌پروری مهم بوده و یکی از ویژگی‌های کیفی آب محسوب می‌گردد. میانگین مقدار سختی کل در طول سال در ایستگاه‌های مورد مطالعه ۱۰۲±۵۰۲ میلی‌گرم در لیتر بوده است، با این تمایز که میزان سختی آب در ماه‌های گرم بیش‌تر از ماه‌های سرد تعیین گردید. کیفیت پیشنهادی سختی آب برای مزارع تکثیر و پرورش ماهیان گرم‌آبی ٤۰۰–۵۰ میلی‌گرم در لیتر تعیین شده است (اسماعیلی‌ساری، ۱۳۷۹). مقادیر تعیین شده سختی آب در طول سال (دامنه تغییرات: ٦۸۵–۲۹۰ میلی‌گرم بر لیتر) نشان داد که آب رودخانه ارس در محدوده مورد مطالعه از نوع آب‌های سخت یا سنگین بوده و از نظر خنثی نمودن اثرات فلزات سنگین بسیار مناسب است (Boyd، ۱۹۷۹). این میزان سختی آب برای پرورش ماهیان سردابی نیز بلامانع می‌باشد.

نتایج نشان داد که فاکتورهای کیفی آب رودخانه ارس برای بقاء و ماندگاری و همچنین چرخه زیستی پرورش ماهیان سردابی و گرم‌آبی مناسب است. بررسی‌های خصوصیات فیزیکی و شیمیایی رودخانه ارس بیانگر آن است که میزان پارامترهای اندازه‌گیری شده با توجه به استانداردهای آبزی‌پروری در دامنه پرورش ماهیان گرم‌آبی کمی سازگارتر از ماهیان سردآبی (در دو فاکتور مواد جامد محلول و هدایت الکتریکی) بود، اما شرایط دمایی آب و هوا در منطقه استان اردبیل برای پرورش ماهیان سردابی مناسب‌تر است. استعدادهای لازم برای توسعه پرورش ماهیان سردآبی و گرمابی در حاشیه رودخانه ارس با توجه به وجود دشت مغان در محدوده استان اردبیل وجود دارد. ولی با توجه به محدودیت‌های دمایی دوران پرورش که منجر به کوتاه شدن دوره پرورش ماهیان گرمابی (یک دوره ٦ ماهه) در منطقه مورد مطالعه می‌شود، بنابراین بالابردن وزن اولیه ذخیره‌سازی بچه‌ماهیان گرم‌آبی (بیش از ۱۰۰ گرم) برای بهره‌وری حداکثر از شرایط و مواهب طبیعت لازم است.

سپاسگزاری

از همکاران ارجمند مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور- پژوهشکده اکولوژی دریای خزر در هماهنگی و انجام مراحل پژوهش و همچنین اداره کل شیلات استان اردبیل که تامین منابع مالی این پژوهش را عهده‌دار بودند سپاسگزاری می‌نمائیم.

منابع

۱- آزادبخت، م.، و نوروزی، م.، ۱۳۸۷. جغرافیای آب‌های ایران، انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح. صص ۷۰-۷۲.
۲- اسماعیلی‌ساری، ع.، ۱۳۷۹. مبانی مدیریت کیفی آب در آبزی‌پروری. مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۲٦۳ صفحه.
۳- اسماعیلی‌ساری، ع.، ۱۳۸۱. آلاینده‌ها، بهداشت و استاندارد در محیط زیست، انتشارات نقش مهر، صص ۲-۷۱٤.
٤- اسماعیلی‌ساری، ع.، ۱۳۸۳. هیدروشیمی بنیان آبزی‌پروری، انتشارات اصلانی، ۲٤۹ صفحه.
۵- اسووبودووا، ز.، ویکرسوا، ب.، و ماچووا، جی.، ۱۹۹۱. تشخیص، پیشگیری و درمان بیماری‌ها و مسمومیت‌های ماهی. ترجمه: مصطفی شریف‌روحانی، ۱۳۷٤. انتشارات اداره کل آموزش و ترویج معاونت تکثیر و پرورش آبزیان شیلات ایران. ۲۵٦ ص.

Archive of SID
www.SID.ir

٦- افراز، ع.، و قانع، ا.، ١٣٧٤. بررسی‌های زیستی و غیرزیستی رودخانه حویق. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان. ٦٤ صفحه.
۷- جمالزاده، ف.، و افراز، ع.، ١٣٧٤. گزارش بررسی‌های زیستی و غیرزیستی رودخانه شفارود.
۸- حمزه‌پوری، ر.، و یاسمی، م.، ۱۳۸۵. ارزیابی بار بستر رودخانه‌های با مواد بستری درشت‌دانه در حوضه غربی رودخانه ارس. هفتمین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران. دانشگاه تربیت مدرس- دانشکده عمران.
۹- روشن‌طبری، م.، ۱۳۷۰ الف. هیدرولوژی و هیدروبیولوژی رودخانه هراز. مرکز تحقیقات شیلاتی استان مازندران. ۸۲ صفحه.
۱۰- روشن‌طبری، م.، ۱۳۷۰ ب. هیدرولوژی و هیدروبیولوژی رودخانه سیاهرود. مرکز تحقیقات شیلاتی استان مازندران، ٧٦ صفحه.
۱۱- سبک‌آرا، ج.، و مکارمی، م.، ۱۳۸۵. بررسی پراکنش و فراوانی پلانکتونی در رودخانه حویق در استان گیلان. ۱۷۰ صفحه.
۱۲- ملکی‌شمالی، م.، و عبدالملکی، ش.، ١٣٧٤. بررسی‌های زیستی و غیرزیستی رودخانه کرگانرود. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان. ۸۱ صفحه.
۱۳- نظامی، ش.، سبک‌آرا، ج.، و حیدری، ع.، ١٣٧٦. گزارش پلانکتونی بررسی جامع شیلاتی رودخانه سفیدرود. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان.
١٤- هورواث، ل.، گیزلا، ت.، و کریس س.گ.، ۲۰۰۲. کپور و پرورش ماهی در استخر. انتشارات علمی بلک‌ویل، نسخه دوم. ترجمه فروغ پاپهن و ناصر حقوقی‌راد. ۱۳۸۲، انتشارات نوربخش. ۲۰۵ صفحه.

15. APHA (American Public Health Association), 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water. Washington, DC.
16. Bagirov. Z.A., and Bravarnik, S.E., 2005. Water-management and power use of the Araks River. Translated from Gidrotekhnicheskoe Stroitel'stvo, 19 (1), 42-47, January, 1985. J. Power Technol. Engin. (Formerly Hydrotechnical Construction). pp. 35-40.
17. Bellingham, K., 2011. Physicochemical Parameters of Natural Waters. Stevens Water Monitoring Systems, Inc. Available (2011/11/13): http://www.stevenswater.com.
18. Boyd, C.E., 1979. Water Quality in Warmwater Fish Ponds. Auburn University Agricultural Experiment Station.
19. Boyd, C.E., 1982. Water quality management for pond fish culture. Elsevier Scientific Publishing Co., New York. 318p.
20. Boyd, C.E., 1998. Water Quality for Pond Aquaculture. Research and Development Series No. 43. International Center for Aquaculture and Aquatic Environments, Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama.
21. Boyd, C.E., 1999. Water Quality: An Introduction. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers Group. ISBN 0-7923-7853-9.
22. Eaton, A.D., Clesceri, L.S., Rice, E.W., and Greenberg, A.E., 2007. Standard methods for the examination of water and wastewater, American public Health Association, 21ST EDITION, 1179.
23. Heath, A.G., 1995. Water pollution and fish physiology. (2nd ed.), CRC Press. 384p.
24. Horvath, L., Horvath, L., Tamas, G., and Seagrave, C., 1992. Carp and pond fish culture. 2nd ed. 176p.
25. Mance, G., 1987. Pollution threat of heavy metals in aquatic environments.-Elsevier applied science. Publisher: Springer; 1 edition. 384p.
26. McNeely, R.N., Neimanis, V.P., and Dwyer, L., 2002. Water quality sourcebook: A guide to water quality parameters. Last edition: 2002. Inland Waters Directorate, Water Quality Branch (Ottawa). 89p.
27. Olsson, P.E., 1998. Disorders associated with heavy metal pollution.In: Fish diseases and disorders. (Vol 2). Non infectios disorders. Leather land J.F. Woop, T.K. (Eds). CAB International Publishing. Oxford, England, 386p.
28. Pillay, T.V.R., 2004. Aquaculture and the environment. Former Programmed. Fishing News Books, Blackwell Publishing, Ltd. 189p.
29. Sapozhnikov, V.N., Agativa, A.E., Arjanova, N.V., Nalitova, E.A., Mardosova, N.V. Zobarowij, V.L., and Bandarikov, E.A., 1988. Methods of hydrochemical analysis of the major nutrients. VNIRO publisher, Moscow, Russia.
30. Stevenson, J.P., 1987. Trout Farming Manual 2nd edition. Fishing News Books, Farnham, England. 186p.

Archive of SID
www.SID.ir