

بررسی توسعه آبی‌پروری در حوضه رودخانه ارس - منطقه استان اردبیل

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

^۱مؤسسه 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 آبی‌پروری در حوزه جغرافیایی استان اردبیل واقع در منطقه شمال‌غربی کشور ایران، انجام شد. نمونه‌برداری‌ها در طی یک‌سال از خرداد ۱۳۸۷ تا اردیبهشت ۱۳۸۸ به صورت ماهانه و در قالب سه ایستگاه تحقیقاتی انجام شد. نتایج نشان داد که در بیش‌تر موارد (به جز 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 به سمت 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 ۱۴/۴-۷/۵ میلی‌گرم بر لیتر؛ pH ۸/۶-۷/۷؛ مجموع مواد محلول: ۷۹-۰/۴۲ میلی‌گرم بر لیتر؛ هدایت الکتریکی: ۱/۵۷-۰/۸۳ ms بر سانتی‌متر؛ سیلیس محلول: ۱۲/۲۵-۷/۱۷ میلی‌گرم بر لیتر؛ یون آمونیم ۱۷۴-۰/۱۸ میلی‌گرم بر لیتر؛ نیتريت: ۰/۰۸۱-۰/۰۰۴ میلی‌گرم بر لیتر؛ نترات ۲/۰۷۶-۰/۴۹۲ میلی‌گرم بر لیتر؛ نیتروژن کل ۱۲/۹۲-۹/۱۲ میلی‌گرم بر لیتر؛ فسفات ۱/۰۲-۰/۰۴۲ میلی‌گرم بر لیتر؛ فسفر کل ۵۳۶-۰/۲۰۵ میلی‌گرم بر لیتر و سختی کل ۶۸۵-۲۹۰ 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، آبی‌پروری، کیفیت آب، استان اردبیل

مقدمه

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 ۴۱ 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

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

*مسئول مکاتبه: smv_farabi@hotmail.com

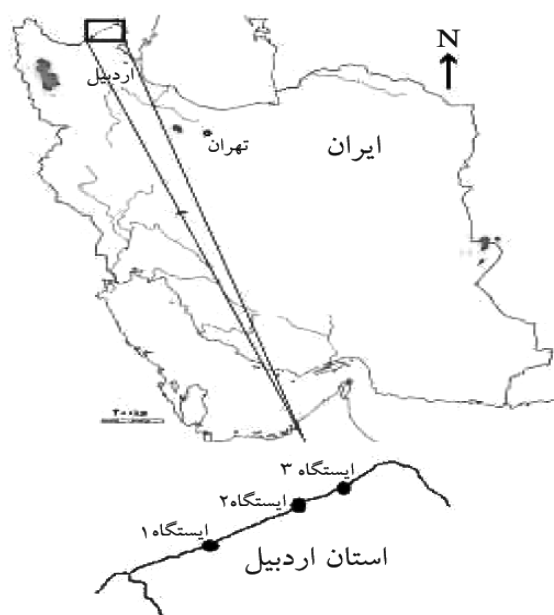
در نواحی شمال کشور محسوب می‌گردند که هدف از انجام آن‌ها تعیین شناسنامه زیست‌محیطی، تنظیم کمیت و کیفیت آب رودخانه با مدیریت صحیح، شناسایی منابع آلاینده، بررسی آبریزان و شناسایی و حفظ زنجیره غذایی اکوسیستم‌های رودخانه‌ای بوده است. بنابراین این پژوهش با هدف بررسی کیفی آب رودخانه ارس برای معرفی نوع پرورش و توسعه آبریز پروری در حوزه جغرافیایی استان اردبیل صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

رودخانه ارس در سه ایستگاه در محدوده استان اردبیل واقع در منطقه مرزی شمال غربی کشور ایران، خرداد ۱۳۸۷ تا اردیبهشت ۱۳۸۸ به مدت 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 اصلاح‌ندوز و تأثیر حوضه آبریز این استان بر آب رودخانه صورت گرفت (شکل ۱).

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، ۱۳۷۶)، رودخانه سفارود (جمالزاده و افراز، ۱۳۷۴)، رودخانه گرگانرود (ملکی‌شمالی و عبدالملکی، ۱۳۷۴)، رودخانه حویق (افراز و قانع، ۱۳۷۴؛ سبک‌آرا و مکارمی، ۱۳۸۵)، رودخانه‌های سیاهرود و هراز (روشن‌طبری الف و ب، ۱۳۷۰) نمونه‌هایی از مطالعات رودخانه‌ای



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

برناشنایدر و رابینسون، نیتريت 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 اندازه گیری 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 به ترتیب بر حسب ms بر سانتی متر و گرم بر لیتر اندازه گیری شد.

برای رسم نمودار از نرم افزار Excel نسخه ۲۰۱۰ و برای تجزیه و تحلیل آماری داده ها از برنامه SPSS نسخه ۱۸ استفاده شد. برای بررسی نرمال بودن توزیع داده ها، از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. در نهایت بررسی داده های نرمال با تجزیه واریانس و مقایسه میانگین ها با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد استفاده شد. همچنین داده های غیرنرمال، با آزمون غیرپارامتریک Kruskal Wallis استفاده گردید.

نتایج

داده های دمای آب و هوا از توزیع نرمال برخوردار نبودند. بنابراین از آزمون غیرپارامتریک استفاده گردید. کمترین دمای آب و هوا مربوط به دی ماه، به ترتیب به میزان ۳ و ۱/۶۷ درجه سانتی گراد و بیشترین آن مربوط به مرداد به ترتیب با دمای ۲۵/۶۷ و ۲۹ درجه سانتی گراد بوده است ($P < 0/05$). میانگین دمای سالانه آب و هوا در رودخانه ارس در محدوده استان اردبیل به ترتیب $14/30 \pm 1/35$ و $14/78 \pm 1/63$ درجه سانتی گراد بود. دامنه نوسان دمایی آب و هوا در طول سال در ایستگاه های مورد مطالعه به ترتیب ۲۴ و ۲۸ درجه سانتی گراد تعیین شد. اختلاف معنی داری بین دمای آب در ایستگاه های مختلف در طول سال

ایستگاه ۱: در قبل از سد انحرافی اصلاندوز و بعد از پاسگاه مرزی قره قباک به عنوان ایستگاه شاهد و منبع آبی وارده به استان اردبیل با مختصات جغرافیایی طول ۴۷ درجه و ۲۱ دقیقه شرقی و عرض ۳۹ درجه و ۲۵ دقیقه شمالی تعیین گردید. حاشیه جنوبی رودخانه در این ایستگاه به طور دائم دستخوش فرسایش خاک بود. در حالی که قسمت شمالی رودخانه (مرز آبی آذربایجان) دارای پوشش جنگلی (درختی و درختچه ای) بود.

ایستگاه ۲: بعد از سد اصلاندوز (کنار پاسگاه مرزی سوءآباد) و در فاصله ۳۰ کیلومتری از ایستگاه ۱ با مختصات جغرافیایی طول ۴۷ درجه و ۳۹ دقیقه شرقی و عرض ۳۹ درجه و ۳۳ دقیقه شمالی تعیین گردید. این ایستگاه در منطقه ای تحت تأثیر پساب کانال های آبیاری به دست آمده از مزرعه های کشاورزی دشت مغان بود که به رودخانه تخلیه می شد.

ایستگاه ۳: آخرین ایستگاه در فاصله ای ۸ کیلومتری از ایستگاه ۲ و ۳۸ کیلومتری از ایستگاه ۱ با مختصات جغرافیایی طول ۴۷ درجه و ۴۴ شرقی و عرض ۳۹ درجه و ۳۵ دقیقه شمالی تعیین گردید. این ایستگاه در شرق و ۳ کیلومتری منطقه اسلام آباد قرار دارد. ایستگاه ۳ به خاطر، قابلیت امکان پالایندگی رودخانه و نیز استفاده از آب رودخانه برای مصارف آبی پروری انتخاب شد.

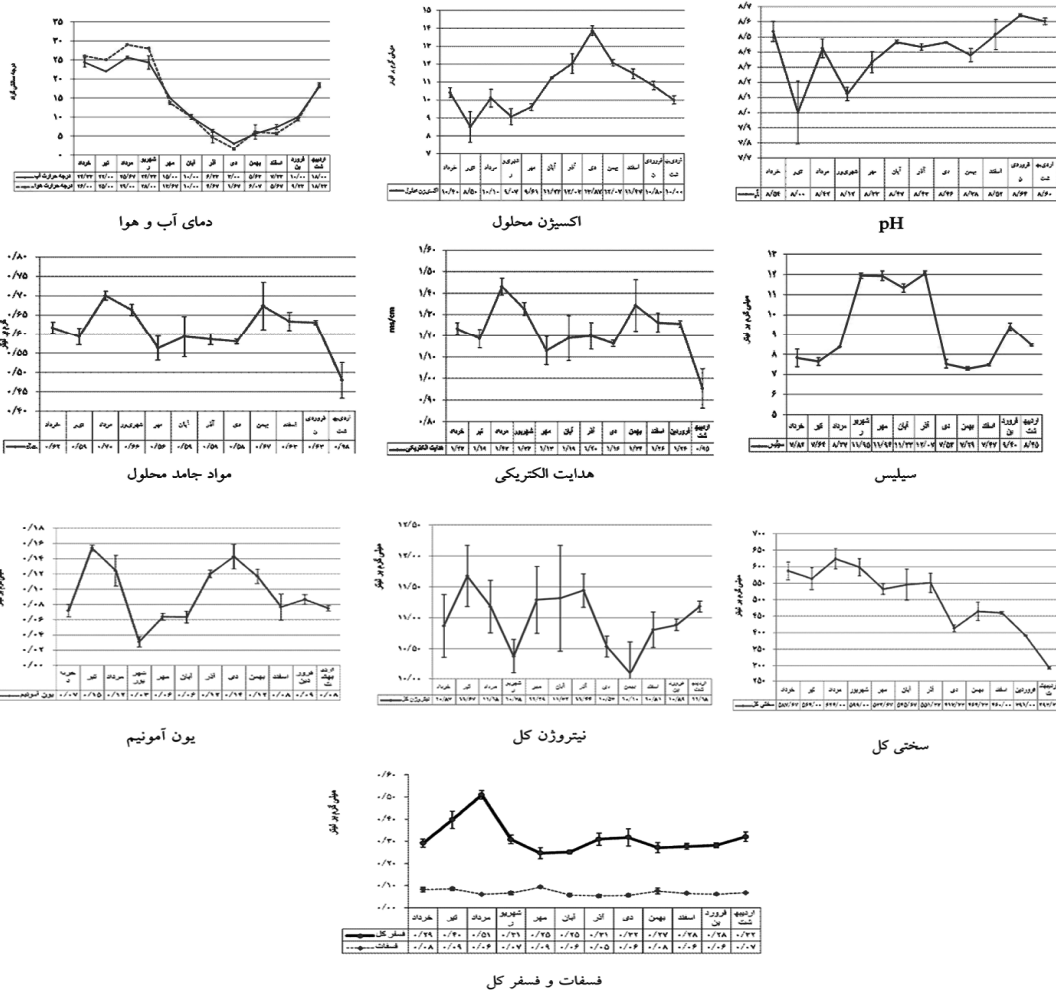
نمونه های آب با استفاده از نمونه بردار روتنر مجهز به ترمومتر برگردان تهیه گردید. دمای آب و هوا در محل نمونه برداری و با استفاده از دماسنج جیوه ای ژاپنی با دقت یک دهم سانتی گراد اندازه گیری شد. اکسیژن محلول به روش وینکلر اندازه گیری شد. (Eaton و همکاران، ۲۰۰۷). مقدار pH آب، به کمک pH متر پرتابل مدل 320-WTW ساخت کشور آلمان تعیین گردید. اندازه گیری مواد مغذی به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر (UV-VIS 9000cecil) و منطبق بر روش های زیر صورت گرفت. نیتريت به روش

مشاهده نگردید. توزیع داده‌های اکسیژن اندازه‌گیری شده، نرمال بود. میانگین اکسیژن محلول در ایستگاه‌های مختلف از اختلاف معنی‌داری برخوردار نبود ($P > 0/05$)، اما در ماه‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌دار بودند ($P < 0/05$). حداکثر میزان اکسیژن محلول در زمستان $14/4$ میلی‌گرم در لیتر در دی‌ماه و مربوط به ایستگاه ۱ و حداقل آن $7/5$ 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 $8/4 \pm 0/035$ با دامنه $0/92$ بین ایستگاه‌های مختلف در نوسان بوده است. اختلاف معنی‌داری آماری بین ایستگاه‌های مختلف در طول سال مشاهده نگردید ($P > 0/05$). اما مقادیر آن در ماه‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌دار بود ($P < 0/05$). کم‌ترین میانگین آن در شهریور ثبت شد. حداقل میزان آن $7/74$ مربوط به ایستگاه ۳ در تیرماه و حداکثر آن $8/66$ 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 ($P < 0/05$) و بیش‌ترین میانگین سالانه TDS در بیش‌تر ماه‌های سال در ایستگاه ۳ ($0/64 \pm 0/017$ 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 ($P < 0/05$). 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 $0/12 \pm 0/06$ 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 ($P < 0/05$). دامنه مقادیر آن از $0/83$ ms بر سانتی‌متر در ایستگاه ۱ و فروردین‌ماه تا $1/57$ ms بر سانتی‌متر در ایستگاه ۳ و در بهمن‌ماه متغیر بوده است. بیش‌ترین میزان این فاکتور مربوط به ایستگاه ۳ به‌میزان $1/34 \pm 0/034$ 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 ($P > 0/05$)، اما در ماه‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌دار بود ($P < 0/05$). به‌طوری‌که کم‌ترین مقادیر آن مربوط به بهمن‌ماه و بیش‌ترین آن مربوط به آذرماه بوده است. حداکثر میزان سیلیس محلول در طول دوره مطالعاتی به‌میزان $12/25$ میلی‌گرم در لیتر در ایستگاه ۳ در مهرماه و حداقل آن $7/17$ میلی‌گرم در لیتر مربوط به ایستگاه ۱ در بهمن‌ماه ثبت شد. میانگین سیلیس در ایستگاه‌های مختلف در طول سال $9/27 \pm 0/32$

بیشترین مقادیر نترات در ماه‌های فصل پاییز (مهر و آذر) تعیین گردید. بالاترین میانگین ماهانه نیتريت مربوط به تیرماه بود که به دلیل سیلابی بودن 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 ($P > 0/05$). اما در ماه‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌دار بودند ($P < 0/05$). ماکزیمم میانگین فسفر کل در ماه‌های مختلف، به ترتیب در مردادماه و تیرماه تعیین گردید و بین ماه‌های دیگر اختلاف آماری مشاهده نگردید ($P > 0/05$). این نوسانات برای فسفر کل در مردادماه (ایستگاه ۳) به حداکثر $0/536$ میلی‌گرم در لیتر رسیده است. حداقل تغییرات فسفر کل (TP) در مهرماه و ایستگاه ۲، $0/205$ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد. دامنه تغییرات فسفات از $0/042$ میلی‌گرم در لیتر در ایستگاه ۱ در آبان‌ماه تا $0/102$ میلی‌گرم در لیتر در ایستگاه ۳، خردادماه در نوسان بوده است. میانگین فسفات و فسفر کل در ایستگاه‌های مختلف در طول سال به ترتیب $0/068 \pm 0/013$ و $0/315 \pm 0/013$ میلی‌گرم در لیتر با دامنه $0/06$ و $0/33$ واحد بوده است. داده‌های مربوط به سختی آب از توزیع نرمال برخوردار بودند. میانگین سالانه آن در ایستگاه‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌دار نبود ($P > 0/05$), اما در ماه‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌دار بودند ($P < 0/05$). 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 به میزان 685 میلی‌گرم بر لیتر و حداقل مقدار آن در دی‌ماه مربوط به ایستگاه‌های ۱ و ۲ با 290 میلی‌گرم بر لیتر بود (شکل ۲).

میلی‌گرم در لیتر با دامنه $0/08$ واحد بوده است. داده‌های نیتروژن آمونیاکی (NH_4^+) از توزیع نرمال برخوردار بود. میانگین سالانه آن در ایستگاه‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌دار نبود ($P > 0/05$), اما در ماه‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌دار بود ($P < 0/05$). بیشترین میزان آن $0/174$ میلی‌گرم در لیتر در ایستگاه ۱ در دی‌ماه و کم‌ترین مقدار آن $0/018$ میلی‌گرم در لیتر در همان ایستگاه در شهریورماه تعیین شد. میانگین نیتروژن آمونیاکی در ایستگاه‌های مختلف در طول سال $0/093 \pm 0/0065$ میلی‌گرم در لیتر با دامنه $0/156$ واحد بوده است. بیشترین میانگین ماهانه آن مربوط به تیرماه و کم‌ترین آن مربوط به شهریورماه بود. داده‌های نترات و نیتروژن کل و همچنین داده‌های لگاریتمی نیتريت 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 ($P > 0/05$), اما میانگین نیتريت و نترات در ماه‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌دار بود ($P < 0/05$). حداکثر مقدار نیتروژن کل مربوط به آبان‌ماه به میزان $12/92$ میلی‌گرم در لیتر تعیین گردید. میانگین نیتروژن کل در ایستگاه‌های مختلف در طول سال $10/97 \pm 0/13$ میلی‌گرم در لیتر با دامنه $3/8$ واحد بوده است. حداکثر مقدار نیتريت (NO_2^-) و نترات (NO_3^-) مربوط به ایستگاه ۱ و به ترتیب ماه‌های تیر و آذر، به میزان $0/081$ و $2/07$ میلی‌گرم در لیتر بوده است. میانگین نیتريت و نترات در ایستگاه‌های مختلف در طول سال به ترتیب $0/03 \pm 0/018$ و $1/25 \pm 0/07$ میلی‌گرم در لیتر با دامنه $0/077$ و $1/58$ واحد تعیین گردید. بیشترین مقادیر نیتريت در ماه‌های فصل زمستان (دی، بهمن و اسفند) و



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

بحث

در آبی‌پروری، 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 آبی‌پروری 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 آبی‌پروری

(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 آبی‌پروری به‌طور عموم مناسب است. برای پرورش ماهیان گرم‌آبی با توجه به دمای آب رودخانه در ۴ ماه از سال (آذر، دی، بهمن و اسفند) روند تغییرات رشد

با افزایش تنفس، میزان جذب فلزات سنگین در بافت ماهی افزایش می‌یابد (Olsson, ۱۹۹۸).

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, ۱۹۹۵). نتایج نشان داد که اکسیژن محلول در آب رودخانه ارس در محدوده استان اردبیل در طول سال بین $14/4-7/5$ میلی‌گرم در لیتر و در حد مطلوب برای زیست موجودات آبی بوده است (اسماعیلی‌ساری، ۱۳۷۹؛ Horvath و همکاران، ۱۹۹۲). 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 (اسوبودووا و همکاران، ۱۹۹۱) و در محیطی با کمبود اکسیژن در آب‌ها سبب تجمع فلزاتی مثل کادمیوم، کروم و سرب در آبشش می‌گردد (Heath, ۱۹۹۵).

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 آنجایی که 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 $8/4 \pm 0/35$ و دامنه

ماهیان گرمایی کند یا متوقف خواهد شد، ولی ماندگاری آن دچار اختلال نمی‌گردد. بنابراین با استناد 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 ۲۴ درجه سانتی‌گراد (حداکثر در مرداد با $27/6$ درجه سانتی‌گراد) در ۴ 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، ۱۴-۹ درجه سانتی‌گراد و حداکثر دمای آب مناسب برای پرورش آن ۲۱ درجه سانتی‌گراد است، اما دامنه تغییرات وسیعی از دمای محیط ($27-0$ درجه سانتی‌گراد) را تحمل می‌کنند (Stevenson, ۱۹۸۷). 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, ۱۹۸۷). همچنین سمیت برخی فلزات سنگین با افزایش دما شدت می‌یابد، زیرا

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 صورتی که میزان مطلوب برای ماهیان سردابی ۴۳۲ میکروثانیه بر سانتی‌متر است (اسماعیل‌ساری، ۱۳۸۳). میزان سیلیس محلول در این پژوهش در طول سال از ۷/۱۷-۱۲/۲۵ میلی‌گرم بر لیتر در نوسان بوده است. میزان یون سیلیس محلول در آب‌های طبیعی ۱-۱۰۰ 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 آبی‌پروری 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 ۰-۳ میلی‌گرم در لیتر و بیش از این سبب آلودگی و مسمومیت ارگانسیم‌های 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 (اسماعیل‌ساری، ۱۳۷۹؛ هوروات و همکاران، ۲۰۰۲) و میزان غلظت مطلوب آن در استخرهای پرورش ماهی به ترتیب 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 آبی‌پروری 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

۸/۶۶-۷/۷۴) بوده است که با دامنه pH مورد نیاز در پرورش ماهیان مطابقت داشت (اسماعیلی‌ساری، ۱۳۷۹؛ هوروات و همکاران، ۲۰۰۲). در پرورش ماهی، آبی که pH آن کمی قلیایی است، نسبت به آبی که کمی اسیدی است، برتری دارد (Pillay، ۲۰۰۴). زیرا در آب‌های قلیایی میزان جذب فلزات سنگین توسط ماهی با افزایش pH، کاهش می‌یابد. به‌طوری‌که افزایش pH موجب تشکیل هیدروکسید فلزی می‌شود و سبب کاهش جذب فلزات سنگین می‌گردد (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 آبی‌پروری 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

سختی آب در ماه‌های گرم بیش‌تر از ماه‌های سرد تعیین گردید. کیفیت پیشنهادی سختی آب برای مزارع تکثیر و پرورش ماهیان گرم‌آبی ۴۰۰-۵۰ میلی‌گرم در لیتر تعیین شده است (اسماعیلی‌ساری، ۱۳۷۹). مقادیر تعیین شده سختی آب در طول سال (دامنه تغییرات: ۶۸۵-۲۹۰ 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 آبی‌پروری در دامنه پرورش ماهیان گرم‌آبی کمی سازگارتر از ماهیان سردابی (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 سردابی 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 ۶ 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

مسمومیت آبیان وجود نداشته است (Boyd، ۱۹۸۲). غلظت نترات در آب‌های طبیعی سطحی کم‌تر از ۱ میلی‌گرم در لیتر گزارش شده است. در این مطالعه، مقادیر نیتريت و نترات در محدوده استاندارد زیست‌محیطی و پرورش آبیان بوده است (اسماعیلی‌ساری، ۱۳۷۹؛ اسماعیلی‌ساری، ۱۳۸۱؛ هورواث و همکاران، ۲۰۰۲). به طوری که حداکثر مقدار نیتريت (NO_2^-) و نترات (NO_3^-) به ترتیب به میزان ۰/۰۸۱ و ۲/۰۷ میلی‌گرم در لیتر بود (McNeely و همکاران، ۲۰۰۲). همچنین غلظت مطلوب نیتريت و نترات در آب استخرهای پرورش ماهیان به ترتیب 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؛ هورواث و همکاران، ۲۰۰۲). با توجه به نتایج به دست آمده، غلظت‌های اندازه‌گیری شده از ترکیبات نیتروژنی ذکر شده در بالا، در محدوده مقادیر مطلوب برای آبی‌پروری بوده است. دامنه تغییرات فسفر محلول از ایستگاه ۱ (حداکثر: ۰/۰۴۲ 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 آبی‌پروری مهم بوده و یکی از ویژگی‌های کیفی آب محسوب می‌گردد. میانگین مقدار سختی کل در طول سال در ایستگاه‌های مورد مطالعه 50.2 ± 10.2 میلی‌گرم در لیتر بوده است، با این تمایز که میزان

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- اسماعیلی ساری، ع.، ۱۳۷۹. مبانی مدیریت کیفی آب در آبی‌پروری. مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۲۶۳ صفحه.
- ۳- اسماعیلی ساری، ع.، ۱۳۸۱. آلاینده‌ها، بهداشت و استاندارد در محیط زیست، انتشارات نقش مهر، صص ۲-۷۱۴.
- ۴- اسماعیلی ساری، ع.، ۱۳۸۳. هیدروشنیمی بنیان آبی‌پروری، انتشارات اصلانی، ۲۴۹ صفحه.
- ۵- اسو بودوا، ز.، ویکرسوا، ب.، و ماچووا، جی.، ۱۹۹۱. تشخیص، پیشگیری و درمان بیماری‌ها و مسمومیت‌های ماهی. ترجمه: مصطفی شریف‌روحانی، ۱۳۷۴. انتشارات اداره کل آموزش و ترویج معاونت تکثیر و پرورش آبزیان شیلات ایران. ۲۵۶ ص.
- ۶- افراز، ع.، و قانع، ا.، ۱۳۷۴. بررسی‌های زیستی و غیرزیستی رودخانه حویق. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان. ۶۴ صفحه.
- ۷- جمالزاده، ف.، و افراز، ع.، ۱۳۷۴. 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- روشن طبری، م.، ۱۳۷۰ الف. هیدرولوژی و هیدروبیولوژی رودخانه هراز. مرکز تحقیقات شیلاتی استان مازندران. ۸۲ صفحه.
- ۱۰- روشن طبری، م.، ۱۳۷۰ ب. هیدرولوژی و هیدروبیولوژی رودخانه سیاهرود. مرکز تحقیقات شیلاتی استان مازندران. ۷۶ 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.، ۱۳۷۴. بررسی‌های زیستی و غیرزیستی رودخانه کرگانرود. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان. ۸۱ صفحه.
- ۱۳- نظامی، ش.، سبک‌آرا، ج.، و حیدری، ع.، ۱۳۷۶. گزارش پلانکتونی بررسی جامع شیلاتی رودخانه سفیدرود. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان.
- ۱۴- هورواث، ل.، گیزلا، ت.، و کریس، س.گ.، ۲۰۰۲. کپور و پرورش ماهی در استخر. انتشارات علمی بلک‌ویل، نسخه دوم. ترجمه فروغ پایهن 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 infectious 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.

Development of aquaculture in the Aras River Basin - Ardabil province area

***S.M.V. Farabi¹, A. Ganjian Khenari¹, F. Vahedi¹ and M. Sharifian¹**

¹Iranian Fisheries Research Organization (IFRO), Ecology Research Center of Caspian Sea,
Sari, Farah Abad, Mazandaran Province

Abstract

This study was conducted to determine the potential for development of aquaculture activities of Aras River with measurements of water quality parameters in the region of Ardabil province in northwestern Iran. Sampling, over a year from June 2008 to April 2009 on a monthly basis and was carried out in three research stations. The results showed that in most cases (except for total nitrogen) between parameters in different months, the difference was statistically significant ($P < 0.05$). Although some physical and chemical factors of water from station (St) 1 to St 3 with a rising trend, but at different stations, the difference was not significant ($P < 0.05$). Minimum and maximum physico-chemical factors including water temperature 3 to 27 °C, DO: 7.5 to 14.4 mg.l⁻¹; pH: 7.7 to 8.6, TDS: 0.42 to 0.79 g.l⁻¹; EC: 0.83 to 1.57 ms.cm⁻¹; SiO₂⁻²: 7.17 to 12.25 mg.l⁻¹, NH₄⁺: 0.018 to 0.174 mg.l⁻¹; NO₂⁻: 0.004 to 0.081 mg.l⁻¹; NO₃⁻: 0.492 to 2.076 mg.l⁻¹; TN: 9.12 to 12.92 mg.l⁻¹; PO₄⁻³: 0.042 to 0.102 mg.l⁻¹; TP: 0.205 to 0.536 mg.l⁻¹ and total hardness: 290 to 685 mg.l⁻¹ calcium carbonate, respectively. Therefore, there are potentials of aquaculture development for warm water fish and cold water fish in the Ardabil province with Aras river water. But, because of limitation of water temperature should be used in initial storage of juveniles with higher weights than 100 grams.

Keywords: Aras River; Aquaculture; Water quality; Ardabil province

* Corresponding Authors; Email: smv_farabi@hotmail.com