ارزیابی پتانسیل دریاچه گلابر زنجان جهت توسعه‌آبزی‌پروری بر اساس برخی از پارامترهای فیزیکی و شیمیای آب

هادی بابائی،[۱] سیدحجت خداپرست،*[۱]، علیرضا میرزاجانی[۱]

۱- سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، پژوهشکده آبزی پروری آب‌های داخلی، بندرانزلی، ایران، صندوق پستی: ۶۶

تاریخ دریافت: ۱۹ فروردین ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش: ۷ شهریور ۱۳۹۵

چکیده

در این مطالعه فاکتورهای مهم کلیدی کیفیت آب از قبیل درجه‌حرارت، pH، EC، اکسیژن‌محلول، کاتیون‌ها وآنیون‌های شاخص آب و تولیدات‌اولیه در کل پهنه‌آبی دریاچه‌گلابر در استان زنجان به منظور افزایش تولید و توسعه پایدار آبزی پروری مورد بررسی قرار گرفت. این بررسی‌ها نشان می‌دهدکه مقادیر pH آب کل پهنه‌آبی دریاچه با میانگین ۸ و میزان قلیائیت بی‌کربنات با میانگین۳۴۷/۶ میلی‌گرم بر لیتر خصوصیات بافری مناسب بر خوردار بوده و مقادیرآنیون‌ها وکاتیون‌ها محلول هیچکدام از این پارامترها در حد فاکتور محدودکننده جهت آبزی‌پروری اعم از گرم‌آبی و سردآبی محسوب نمی‌گردد. میانگین اکسیژن محلول سطح و عمق دریاچه به ترتیب ۹/۲ و ۵/۲ میلی‌گرم برلیتر بوده که در حد مطلوب و استاندارد آبزی‌پروری قرار داشته اما میزان حداقل اکسیژن محلول ثبت شده ۰/۴ میلی‌گرم در لیتر و همچنین کمبود اکسیژن لایه تحتانی تا حد صفر در برخی از ماه‌های نمونه برداری از نکات قابل توجه بعنوان عامل محدودکننده محسوب می‌گردد. با توجه به نتایج حاصل و شرایط اقلیم منطقه مورد مطالعه حدود ۵ ماه از سال درجه حرارت آب بالای ۱۵ درجه سانتی‌گراد بوده و در این فاصله زمانی قابلیت پرورش ماهی فراهم می‌باشد. بر اساس نتایج این تحقیق حدود ۹۰ هکتار از سطح دریاچه جهت توسعه آبزی‌پروری انتخاب‌گردید و بر اساس روابط موجود و با توجه به عمق و لایه‌بندی حرارتی از منبع آبی دریاچه گلابر سالانه به میزان ۳۶۰ تن ماهی قزل‌آلا به شیوه پرورش در قفس می‌توان تولید نمود.

کلمات کلیدی: دریاچه‌گلابر، تولیدات‌اولیه، آبزی پروری، اکسیژن محلول، زنجان

* عهده‌دار مکاتبات (✉)، sharifi_seyed@yahoo.com

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1395.10.3.6.0]

مقدمه

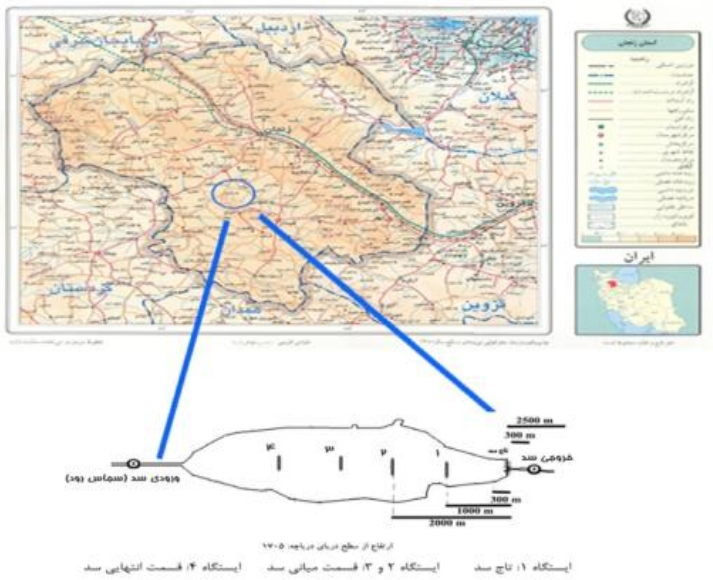
با گذشت زمان وگسترش جوامع و به تبع آن افزایش استفاده از منابع آبی تغییر خصوصیات کیفی منابع آبی افزایش پیدا کرده است. خصوصیات طبیعی حوضه آبخیز، کمیت و کیفیت آب‌های ورودی به دریاچه، خصوصیات اقلیمی منطقه (درجه حرارت، وزش باد، میزان نزولات‌جوی) و میزان فعالیت‌های مختلف انسان در حوضه آبخیز از جمله عواملی هستند که کیفیت آب مخازن دریاچه‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهند از طرفی دیگر، احداث سد و ذخیره کردن جریان سطحی، خود می‌تواند به سبب مجموعه عواملی مانند تبخیر، ساکن بودن آب، لایه‌بندی حرارتی در دریاچه، رسوب‌گذاری، غنی‌شدن آب دریاچه از عناصر غذایی و غیره موجبات تغییر در خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آب مخزن را فراهم آورد (Carney, 2009). فرآیندهای طبیعی و فعالیت‌های انسانی بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی پیکره‌های آبی اثر گذاشته و موجب بروزمشکلاتی در کیفیت آب دریاچه‌ها می‌شوند (Lu *et al.*, 2010). بنابراین امروزه دیدگاه‌ها نسبت به اهداف و جایگاه سدها گسترده‌تر شده و دامنه آن مشمول کنترل کیفی درکنار اهداف کمی مورد انتظار ازسدها نیز گشته است. طراحان و کارشناسان امر می‌بایست با اتکا به تخصص‌های لازم علوم زیست‌محیطی، فرآیندهای حاکم بر مخزن و تاثیر آنها را بر پارامترهای کیفی آب شناخته و با علم به آنها در جانمایی و تخصصی سازه‌های جانبی سد و شیوه بهره‌برداری درست مبتنی بر تامین کیفیت آب اقدام‌های اساسی را انجام دهند (هاشمی و همکاران، ۱۳۸۴). گسترش و توسعه آبزی‌پروری علاوه بر نقش مهمی که در توسعه مناطق روستایی دارد، در بهره‌برداری بهینه از منابع موجود به منظور توسعه ملی نیز دارای نقش بسزایی‌است . بنابر این بایستی منابع بالقوه دریاچه‌ها، پشت سدها، آبگیرهای داخلی، رودخانه‌ها و چشمه‌ها را به عنوان بزرگترین منابع و ذخایر پروتئین مورد مطالعه و بررسی قرارداد و با برنامه‌ریزی صحیح از آنها به عنوان اهرم‌های اقتصادی در زمینه خودکفایی و جلوگیری از خروج ارز از کشور استفاده کرد. از بهترین راهکارها برای رسیدن به این هدف، ایجاد کارگاه‌های پرورش‌آبزیان و توسعه آنهاست که در صورت استفاده صحیح و اصولی از منابع آب می‌توانند مقدار زیادی گوشت ماهی تولید کنند (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی‌کشور، ۱۳۸۳). در حال حاضر میزان مصرف سرانه آبزیان در کشورما، ۸/۵ کیلوگرم می‌باشد ولی وجود ذخایر قابل توجه آبزیان آب‌های شمال و جنوب کشور و نیز توسعه صنعت پرورش‌ماهی در آب‌های داخلی و امکان بهره‌برداری از آبزیان آب‌های بین المللی چشم‌انداز روشنی فرا راه تامین هرچه بیشتر پروتئین مورد نیاز کشور قرار داده است (سالنامه آماری سازمان شیلات ایران, ۱۳۹۰). در چند سال اخیر شیوه‌های جدیدی از پرورش‌ماهی در دریاها، دریاچه‌ها و اقیانوس‌ها متداول گشته است که درآن قفس‌های بزرگی با ظرفیت بیش از ۷۰۰ مترمکعب در دریاها رها می‌شود و بچه‌ماهیان را در داخل آن نگهداری می‌کنند دراین روش حجم مناسب هر قفس بین ۱۷۰۰- ۲۰۰۰ مترمکعب است که میزان تراکم ماهی بین ۱۵ تا ۲۰ کیلوگرم بر مترمکعب است، علت اصلی گرایش به پرورش‌ماهی در دریا، نامحدود بودن فضای مساعد و فراهم بودن امکانات گسترده برای این نوع فعالیت در دریاها می‌باشد کشور ما نیز با داشتن

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1395.10.3.6.0]

آب‌های گسترده درشمال و جنوب می‌تواند از این نوع فعالیت‌ها بهره ببرد. پرورش‌ماهی در قفس نیاز به فضای کم، تولید زیاد در هر واحد سطح، امکان حرکت دادن و جابجا کردن در موقع وجود آلودگی، حفظ و نگهداری در برابر شکارچیان، شرایط مناسب برای پرورش انواع گونه‌ها از جمله مزایایی پرورش‌ماهی در قفس می‌باشد که با مدیریت بهینه آب و مساحت مفید، ضریب‌تولید و اشتغال را افزایش می‌دهد (مختاری و دانش‌نوران، ۱۳۸۱). با توجه به آنچه که در مورد نقش و اهمیت آبزی‌پروری در توسعه روستایی و ملی کشوراشاره شد، بایستی بیش‌از پیش به استفاده از منابع آب موجود در جهت توسعه آبزی پروری بها داد. فلذا بمنظور بهره‌برداری مناسب و پایدار از این نوع دریاچه‌ها لازم است کیفیت آب آن‌ها مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد تا تغییراتی که در اثر گذشت زمان در محیط‌های‌آبی ایجاد می‌گردد مشخص شود.

مواد و روش‌ها

موقعیت منطقه مطالعاتی: منطقه مورد مطالعه دریاچه گلابر (شهرستان ایجرود) در مختصات جغرافیایی بطول ۴۸ درجه و ۱۸ دقیقه و طول‌شرقی ۳۶ درجه و ۲۰ دقیقه عرض‌شمالی، با ارتفاع از سطح آب‌های آزاد ۱۶۵۰ متر قرار دارد. این سد در فاصله ۵۵ کیلومتری جنوب‌غربی شهر زنجان، در شهرستان ایجرود و در ۱۷ کیلومتری جنوب شهر زرین‌آباد و ۳ کیلومتری روستای گلابر و بر روی رودخانه سجاس واقع شده است. در محدوده مطالعاتی دریاچه سدگلابر و دشت زرین آباد با توجه پتانسیل محدود آب زیرزمینی و رودخانه‌های فصلی منطقه، تنها منبع آبی قابل استفاده در طرح توسعه منابع آب، رودخانه سجاس می‌باشد که با توجه به توزیع نامناسب زمانی آورد رودخانه، امکان استفاده کامل از پتانسیل آبی این رودخانه صرفا با احداث سد مخزنی فراهم خواهد شد (شرکت سهامی آب منطقه‌ای زنجان، ۱۳۸۵ و بابائی، ۱۳۹۳).



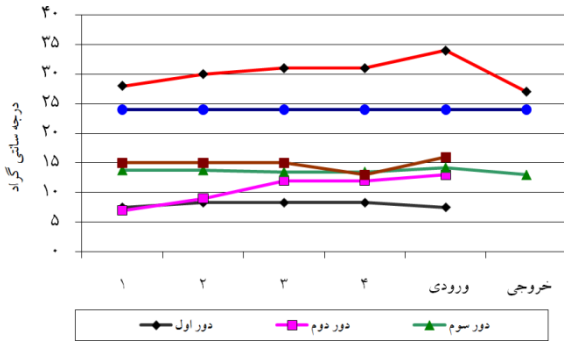
شکل۱: موقعیت و ایستگاه‌های نمونه‌برداری دریاچه گلابر ایجرود در استان زنجان

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1395.10.3.6.0]

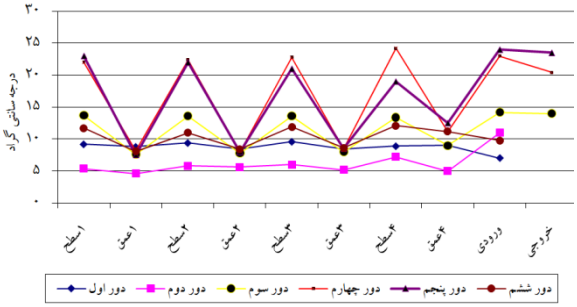
روش‌آنالیز پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب:
جهت بررسی و مطالعه در کل پهنه‌آبی دریاچه گلابر، چهار ایستگاه مطالعاتی تعیین یک ایستگاه در تاج سد (ایستگاه ۱) و یک ایستگاه در انتهای سد نزدیک ورودی آن (ایستگاه ۴) و دو ایستگاه دیگر (۴ و۳) در قسمت میانی سد در طی‌سال‌های (۹۱-۱۳۹۰) جهت نمونه‌برداری انتخاب گردید و درفصول پاییز و زمستان (فصل یکبار) و در فصول بهار و تابستان (فصل دوبار) نمونه‌برداری صورت گرفت و پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب دریاچه مورد مطالعه قرارگرفت. آنالیز پارامترهای فیزیکی و شیمیائی آب از روش کار استاندارد متد بر اساس استاندارد آب و فاضلاب آمریکا انجام گرفت (APHA, 2005). نمونه‌برداری از آب ورودی و خروجی دریاچه و چهار ایستگاه درکل پهنه‌آبی انجام شد. جهت سنجش عوامل فیزیکی و شیمیایی آب دو لیتر نمونه آب در ظروف پلی اتیلینی تحت دمای ۴ درجه‌سانتی‌گراد به آزمایشگاه منتقل و مورد آنالیز قرار گرفت. هدایت الکتریکی و pH به روش الکترومتری با دستگاه مولتی‌متر شرکت WTW کشور آلمان مدل molti 340i اندازه گیری شد. اندازه گیری دمای آب با دماسنج جیوه‌ای صورت پذیرفت.گاز کربنیک به روش تیتراسیون با محلول رقیق سود در مجاورت فنل فتالئین و سنجش کربنات و بی‌کربنات به روش تیتراسیون با استفاده از اسیدکلریدریک رقیق صورت گرفت. اکسیژن محلول به روش وینکلر اندازه‌گیری شد. کلسیم و منیزیم و سختی‌کل (TH) به روش تیتراسیون با استفاده از واکنشگر اتیلن‌دی‌آمین‌تترااستیک‌اسید (EDTA) اندازه گیری و سختی‌کل بر حسب میلی‌گرم بر لیتر کربنات‌کلسیم گزارش شده است. کلر به روش تیتراسیون با واکنش‌گر نیترات نقره در مجاورت شناساگر دی‌کرومات پتاسیم انجام شد. میزان مواد معلق جامد (TSS) به روش وزنی و حد شفافیت با استفاده از سی‌شی اندازه‌گیری شد. تولیدات اولیه به روش وینکلر و بوسیله کاشت شیشه‌های تاریک و روشن اندازه گیری شد. اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی (BOD_5) به روش هوادهی و گذاشتن در انکوباسیون و روش وینکلر اندازه‌گیری شد و میزان اکسیژن مورد نیازشیمیایی (COD) با استفاده از محلول دی‌کرومات هضم صورت گرفت و به روش فتومتری سنجش‌شد. آمونیاک یونیزه شده (NH^+_4) با استفاده از روش نسلر اندازه‌گیری شد (APHA, 2005). آمونیاک غیریونیزه (NH_3) از روش محاسبه‌ای worker با استفاده از pH و دمای آب محاسبه شده است (Stirling and Philips, 1990). نتایج حاصل با استفاده از نرم افزار SPSS 20 و آنالیز واریانس یکطرفه ANOVA و آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و شکل‌ها بر اساس نرم افزار EXCEL 2007 رسم شده است.

نتایج
نتایج حاصل نشان داد که دمای هوای منطقه در ماه‌های نمونه برداری حداقل ۷ درجه‌سانتی‌گراد و حداکثر ۳۱ درجه سانتی‌گراد بوده است. حداکثر میانگین درجه‌حرارت آب در سطح ۱۴/۱۶ و در عمق دریاچه ۹/۶۵ و میانگین سالانه درجه‌حرارت آن ۱۱/۱۴ درجه‌سانتی‌گراد سنجش شد . میانگین دمای آب ورودی ۱۴/۸ و دمای آب خروجی دریاچه ۱۹/۳ درجه سانتی‌گراد ثبت شده است (شکل‌های ۲و۳).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1395.10.3.6.0]



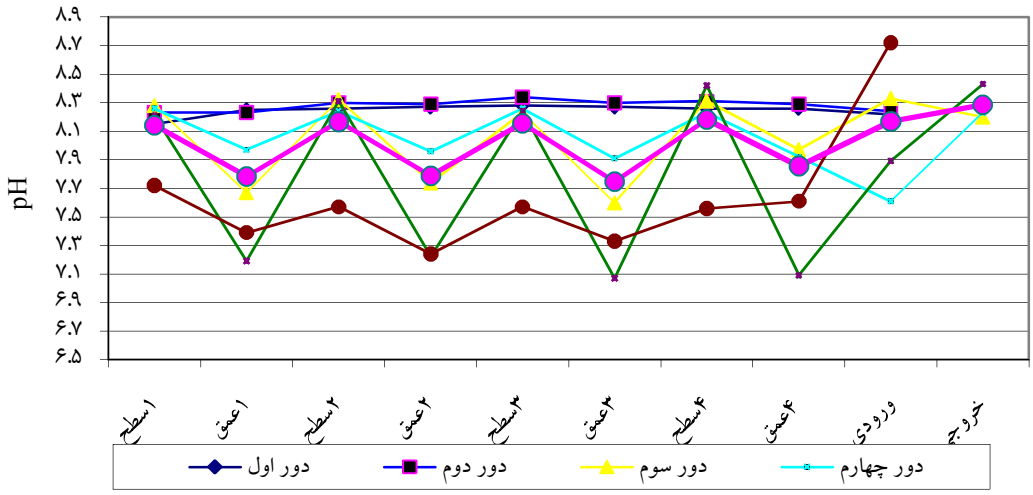
شکل ۲: تغییرات دمای هوا در دریاچه سد گلابر زنجان



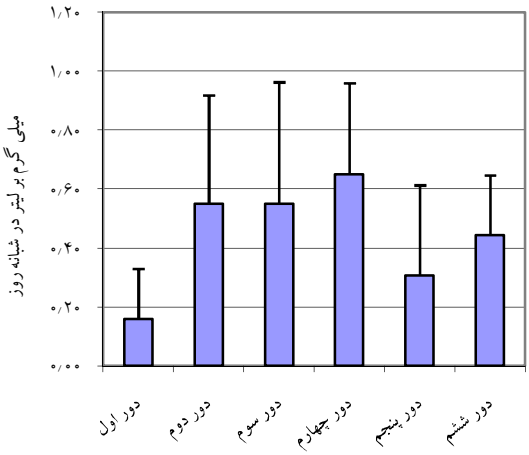
شکل ۳: تغییرات درجه حرارت آب دریاچه گلابر در ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری

قابلیت هدایت الکتریکی (EC) در سطح و عمق دریاچه نشان داد که اختلاف هدایت‌الکتریکی بین سطح و عمق دریاچه بسیار ناچیز بوده است. حداکثر میزان هدایت‌الکتریکی ۸۸۸ میکروموس بر سانتی‌متر در سطح و به میزان ۹۱۱ میکروموس بر سانتی‌متر در عمق اندازه‌گیری شد. میانگین کل هدایت‌الکتریکی در کل پهنه‌آبی در طی ماه‌های نمونه برداری ۸۵۸/۷ میکروموس بر سانتی‌متر سنجش شد. حداکثر میزان هدایت‌الکتریکی در آب ورودی ۱۲۷۳ و حداکثر میزان هدایت‌الکتریکی در خروجی دریاچه ۱۰۰۲ میکروموس برسانتی‌متر ثبت شده است. حداکثر میزان مواد معلق (TSS) ۱۰۴ میلی‌گرم برلیتر و حداقل آن ۱ میلی‌گرم برلیتر و میانگین سالانه آن در کل پهنه آبی در طی ماه‌های نمونه برداری ۳۲/۴ میلی‌گرم برلیتر برآورد شده است. حداکثر میزان مواد معلق در رودخانه ورودی ۱۰۱ میلی‌گرم برلیتر اندازه گیری شد. حداکثر میزان pH آب دریاچه ۸/۳۴ و حداقل آن ۷/۱۹ بوده است و بین سطح و عمق دریاچه اختلافی مشاهده نشد. الگوی تغییرات pH آب در سطح و عمق دریاچه گلابر در ماه‌های نمونه برداری در شکل (۴) رسم شده است. حداکثر میزان کربنات و بی‌کربنات در آب دریاچه به ترتیب ۱۸، ۴۵۱/۴ میلی‌گرم بر لیتر و حداقل آن به ترتیب ۶ ، ۲۵۰میلی‌گرم بر لیتر برآورد گردید. حداکثر غلظت گازکربنیک ۵ میلی‌گرم بر لیتر و حداقل میزان آن ۱/۲ میلی‌گرم برلیتر ثبت شده است. میانگین اکسیژن محلول در سطح و عمق دریاچه در این بررسی به ترتیب ۹/۲ ، ۵/۲ میلی‌گرم برلیتر بوده است. محاسبه توان تولید بر اساس تولید اکسیژن امکان پذیر بوده بطوری که میزان تولید اکسیژن طی شبانه روز با بطری‌های تاریک و روشن از ۰/۳۱ تا ۰/۶۵ میلی‌گرم برلیتر اکسیژن در شبانه روز طی ماه‌های مختلف در نوسان بوده است و میانگین سالانه آن در حد ۰/۲±۰/۴۴ میلی‌گرم برلیتر اکسیژن در شبانه روز سنجش گردیده است.

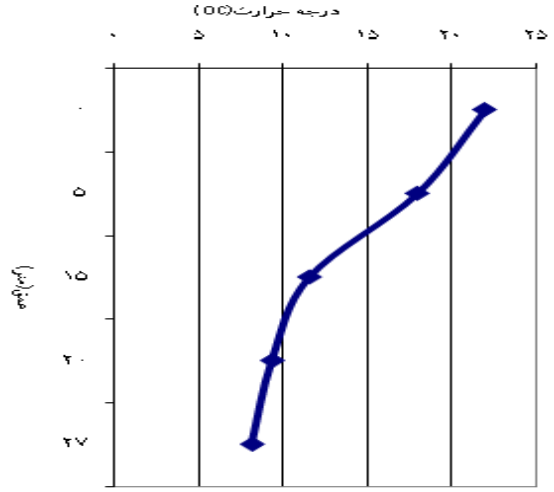
[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1395.10.3.6.0]



شکل ۴: تغییرات pH آب دریاچه گلابر در ایستگاه‌های مختلف نمونه برداری



شکل ۵: تولید اکسیژن در دریاچه گلابر در طی شبانه روز



شکل ۶: پروفیل دمای آب دریاچه گلابر زنجان

میانگین غلظت کلسیم در دریاچه ۴۸/۸ میلی‌گرم برلیتر ثبت گردید. میانگین غلظت کلسیم در ورودی دریاچه ۴۳/۹ و در خروجی آن ۳۸/۲ میلی‌گرم برلیتر ثبت شده است. حداکثر غلظت منیزیم در کل پهنه‌آبی ۵۹ میلی‌گرم برلیتر و حداقل آن ۳۲/۴ میلی‌گرم برلیتر برآورد گردید. حداکثر میزان سختی‌کل در کل پهنه‌آبی به میزان ۳۱۴ میلی‌گرم برلیتر بر حسب کربنات‌کلسیم بوده و حداقل میزان آن ۲۳۹ میلی‌گرم برلیتر در طی ماه‌های نمونه برداری اندازه‌گیری شد. بیشترین میزان سختی‌کل در حوزه آبریز دریاچه ۴۸۰ میلی‌گرم برلیتر برآورد گردید. حداکثر میزان اکسیژن بیولوژیکی (BOD_5) ۲/۴۶ میلی‌گرم برلیتر و حداقل آن صفر برآورد گردید و میانگین کل آن در طی ماه‌های نمونه برداری در دریاچه ۱/۲ میلی‌گرم برلیتر و در ورودی آب (رودخانه‌سجاس) ۱/۸ میلی‌گرم برلیتر و در خروجی دریاچه به میزان ۱/۲۲ میلی‌گرم برلیتر ثبت شده است. میانگین سالانه اکسیژن شیمیایی (COD) در کل پهنه‌آبی در طی ماه‌های نمونه برداری ۱۲/۲

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1395.10.3.6.0]

میلی‌گرم برلیتر و در ورودی آن به میزان ۱۵/۵و در خروجی دریاچه به میزان ۱۵/۲ میلی‌گرم برلیتر برآورد شده است. نتایج آزمایشات نشان می‌دهد که میانگین غلظت آمونیاک غیریونیزه (NH_3) (۰/۰۰۹) میلی‌گرم برلیتر و حداقل آن ۰/۰۰۱ میلی‌گرم برلیتر و میانگین کل آن در دریاچه ۰/۰۰۵ میلی‌گرم برلیتر محاسبه شده است. میانگین آمونیاک غیر یونیزه در ورودی دریاچه ۰/۰۱۳ میلی‌گرم برلیتر و در خروجی دریاچه ۰/۰۱۷میلی‌گرم برلیتر ثبت شده که در مقایسه با میزان غلظت آن در دریاچه افزایش داشته است. حداکثر غلظت آمونیم در دریاچه ۰/۶۶۸ میلی‌گرم برلیتر و حداقل آن ۰/۱۲۷ میلی‌گرم بر لیتر در سطح و عمق دریاچه برآورد شده است. نتایج آماری نشان داد که به‌جز مقادیر اکسیژن محلول و دمای آب در سطح و عمق دریاچه میزان غلظت سایر پارامترها در سطح و عمق دریاچه در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد($P>0/05$).

بحث

یکی از فاکتورهای مهم و تعیین‌کننده در مباحث آبزی‌پروری دمای محیط زیست آبزیان می‌باشد که از مشخصه‌های تعیین‌کننده در پراکنش و توزیع آبزیان محسوب می‌گردد. درجه حرارت بالا که محدود کننده رشد تلقی می‌گردد در پهنه‌آبی دریاچه گلابر ثبت نگردید ودرجه حرارت آب دریاچه همواره زیر ۳۰ درجه سانتی‌گراد ثبت‌گردیده است. حد اقل دمای آب برای پرورش ماهی‌قزل‌آلا ۴ درجه‌سانتی‌گراد و حداکثر ۲۲ درجه‌سانتی‌گراد می‌باشد (مشائی، ۱۳۷۷). براساس نتایج بدست آمده تغییرات درجه حرارت و اقلیم منطقه مورد مطالعه دریاچه گلابر در حدود ۵ ماه سال درجه حرارت بالای ۱۵ درجه سانتی‌گراد بوده و مناسب برای پرورش ماهیان گرم‌آبی می‌باشد. از محدودیت‌های پرورش ماهیان گرم‌آبی در دریاچه دمای پائین برخی از ماه‌ها بدلیل برودت هوا و یخ زدن دریاچه در ماه‌های زمستان بویژه دی و بهمن می‌باشد. بنابراین بر اساس اطلاعات بدست آمده از ماه اردیبهشت تا اوایل ماه مهر جهت پرورش‌ماهی اعم ازگرم آبی و سردآبی در دریاچه گلابر مناسب می‌باشد. بر اساس آمار هواشناسی تعداد روزهای یخبندان در دریاچه گلابر ۱۳۳ روز در سال بوده که از عوامل محدود کننده پرورش‌ماهی اعم از گرم‌آبی و سردآبی محسوب می‌گردد. حداکثر میزان حد شفافیت در دریاچه ۲/۵ متر ثبت گردید. مقادیر حد شفافیت دریاچه گویای غنی بودن بیشتر دریاچه به لحاظ تولیدات اولیه می‌باشد که برای پرورش ماهیان مناسب خواهد بود. با توجه به مقادیر بدست آمده برای EC یا قابلیت هدایت‌الکتریکی و غلظت کلراید، آب دریاچه جهت کاربری شیلاتی هیچگونه محدودیتی ندارد. مقادیر بی‌کربنات بدست آمده در آب دریاچه گلابر بیانگر حالت بافری بوده که با pH آب رابطه معکوس و تحت تاثیر مستقیم و غیرمستقیم فتوسنتز و تنفس می‌باشند (اسماعیلی‌ساری، ۱۳۸۱). با توجه به مقادیر سختی‌کل، گازکربنیک، بی‌کربنات و مقدار pH بالا در دریاچه، آب این دریاچه کلیه خصوصیات بافری برای تولید آبزیان سازگار در آب شیرین را دارا می‌باشد. شایان ذکر است که پرورش‌ماهی در محیط‌های قلیایی ضعیف بهتر از محیط‌های اسیدی است و pH آب نباید از ۵ پایین‌تر و از ۹ بالاتر رود زیرا منجر به مرگ‌ومیر ماهیان می‌گردد و همچنین با توجه به شرایط فیزیک و شیمی آب حاکم بر محیط موجب

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1395.10.3.6.0]

تشدید اثرات سمی برخی از فلزات موجود در آب و یا ترکیبات مانند آمونیاک سمی می‌شود. بر اساس طبقه‌بندی آمریکایی آب دریاچه گلابر جزء آب‌های سخت تا خیلی‌سخت طبقه‌بندی می‌شود (EPA, 1996). مقادیر اکسیژن محلول در سطح و عمق دریاچه در حد مطلوب و استاندارد آبزی پروری بوده اما میزان حداقل اکسیژن محلول ثبت شده ۰/۴ میلی‌گرم برلیتر بعنوان عامل محدودکننده محسوب می‌شود. کمبود اکسیژن لایه تحتانی تا حد صفر در برخی از ماه‌های نمونه‌برداری از نکات قابل توجه بعنوان عامل محدودیت شدید قلمداد می‌گردد. مقدار COD در آب‌های غیرآلوده در حد کمتر از ۲۰ میلی‌گرم برلیتر و در فاضلاب‌ها و آب‌های آلوده تا بیشتر از ۲۰۰ میلی‌گرم برلیتر گزارش شده است. آب با BOD_5 کمتر از ۲ میلی‌گرم برلیتر آب غیرآلوده و بیشتر از ۱۰ میلی‌گرم برلیتر آب کاملا آلوده محسوب می‌گردد بر این اساس هیچ‌گونه محدودیتی برای فعالیت آبزی‌پروری ایجاد نمی‌گردد. نیتروژن آمونیاکی متشکل از آمونیاک غیریونیزه (NH_3) فرم سمی و آمونیاک یونیزه (NH_4) فرم غیر سمی می‌باشد که به pH و دمای محیط بستگی دارد، همچنانکه دما و pH بالا رود، فرم سمی افزایش می‌یابد به ازای هر واحد افزایش pH، آمونیاک سمی غیریونیزه ۱۰ برابر افزایش می‌یابد (Wu, 1998). Axler و همکاران (۱۹۹۶) بیان کردند که بیشتر آمونیاک دفع شده توسط ماهیان بصورت غیریونیزه است و برای ماهی و دیگر موجودات آبزی بسیار سمی می‌باشد. برای پرورش‌ماهی قزل‌آلا مقدار آمونیاک در آب نباید از ۰/۰۲ تا ۰/۰۳ میلی‌گرم برلیتر بالاتر رود و ماهیان بندرت می‌توانند تا غلظت ۰/۰۵ میلی‌گرم برلیتر را تحمل نمایند (ویلکی، ۱۳۸۴) با این وجود آب پهنه‌آبی دریاچه نسبت به فرم سمی آمونیاک در حد نرمال و طبیعی است (جدول ۱).

جدول ۱: کیفیت پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب در پرورش‌آبزیان
اخذ شده از اسماعیلی‌ساری، ۱۳۷۹ ، بابائی ،۱۳۹۱و لازلو و تاماش ،۱۹۴۰)

فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب	حد مجاز استاندارد
سختی کل (میلی‌گرم برلیتر)	۱۰-۴۰۰
هدایت الکتریکی گرم‌آبی (میکروموس برسانتی‌متر)	<۶۰۰۰
هدایت الکتریکی سردآبی و شاه میگو(میکروموس برسانتی‌متر)	۲۰۰۰
اکسیژن محلول ماهیان سردآبی (میلی‌گرم برلیتر)	۵
pH ماهیان گرم‌آبی	۶/۵ – ۹
pH ماهیان سردآبی	۶/۵ - ۸/۵
کلسیم ماهیان سردآبی (میلی‌گرم برلیتر)	۴-۱۶۰
شفافیت ماهیان سردآبی (سانتی‌متر)	۵۰ -۱۵۰
درجه حرارت آب ماهیان گرم‌آبی (سانتی‌گراد)	۱۸ - ۳۰
درجه حرارت آب ماهیان سردآبی (سانتی‌گراد)	۴ - ۲۰
NO_2 ماهیان سردآبی (میلی‌گرم برلیتر)	<۰/۰۵
NH_4^+ ماهیان سردآبی (میلی‌گرم برلیتر)	<۲
NH_3 سمی ماهیان سردآبی (میلی‌گرم برلیتر)	<۰/۰۱۳

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1395.10.3.6.0]

میزان تولید پرورش ماهیان سردآبی را با توجه به عمق دریاچه و تغییرات دمای آب می‌توان پیش بینی کرد. نظر به اینکه در قسمت انتهای دریاچه در محدوده ایستگاه‌های سه و چهار بیشتر تحت تاثیر جریان ورودی آب قرار می‌گیرد جایگاه مناسب برای نصب قفس نمی‌باشد و در محدوده تاج سد و ایستگاه دو برای نصب قفس مناسب‌تر بنظر می‌رسد. میانگین عمق دریاچه در ایستگاه یک ۲۷/۵ متر و در ایستگاه دو ۱۹/۵ متر در طی ماه‌های نمونه‌برداری ثبت شده است. با توجه به شکل (۶) پروفیل درجه‌حرارت آب دریاچه نشان می‌دهد که دمای مناسب تا عمق ۱۰متر جهت پرورش ماهی‌قزل‌آلا به شیوه پرورش در قفس فراهم می‌باشد. زمانی‌که لایه‌بندی حرارتی بهم می‌خورد باعث بهم خوردن رسوبات‌کف شده که منجر به خروج گازهای سمی و مرگ‌ومیر ماهیان می‌گردد که این نکات باید مورد توجه قرار گیرد، لازم به ذکر است که میزان رهاسازی ماهی در قفس بستگی به وزن نهایی ماهی برای برداشت دارد، تعداد ماهی جهت رهاسازی در هر مترمکعب از نسبت"وزن‌کل ماهیان در برداشت (کیلوگرم در مترمکعب) به وزن مورد نظر برداشت هر ماهی (کیلوگرم)" استفاده می‌شود (میرزاجانی، ۱۳۹۰). طی سالیان اخیر پرورش ماهیان سردآبی به روش پرورش در قفس در آب‌های لب‌شور و شور محیط‌های دریایی و ساحلی در برخی از کشورها بویژه نروژ و شیلی گسترش قابل توجهی یافته است. تعیین حداکثر ظرفیت قفس بدلیل پروسه پیچیده‌ای از قبیل هزینه اولیه، هزینه پرورش، بیماری‌ها، بازار و مشکلات مدیریتی دارد مشکل می‌باشد با این وجود در بعضی از کشورها برای دریاچه‌ها با کیفیت جریان آب مناسب به معیارهای برای تولید دست یافته‌اند که از آنجمله نیوانگلند بین ۱۶ تا ۲۴ کیلوگرم در مترمکعب، در نروژ ۲۰ کیلوگرم در مترمکعب و در اسکاتلند ۳۰ کیلوگرم در مترمکعب می‌باشد (Hguuenin, 1997). بطورکلی هر ۱۰۰۰ مترمربع مساحت قادر است ۴۰۰ کیلوگرم ماهی را تولید کند که بعنوان حد ماکزیمم لحاظ می‌گردد. ماکزیمم حجم قفس‌ها مساوی $2/6a$ مترمکعب می‌باشد که a تعداد مساحت‌های ۱۰۰۰ مترمربعی از پیکره‌آبی می‌باشد (Joseph , 2009). بعنوان مثال اگر در یک دریاچه مساحت مناسب را برای نصب قفس حدود ۲۰ هکتار در نظر بگیریم، بر اساس معادلات اشاره شده در بالا، دریاچه توان تولید ۸۰ تن ماهی را خواهد داشت. این میزان ماهی در حجم محصوری معادل ۵۲۰ مترمکعب قابل پرورش می‌باشد. با توجه به سطح حدود ۹۰۰ هکتار دریاچه گلابر سطح مناسب پرورش ماهی در قفس می‌توان حدود ۹۰ هکتار در نظر گرفت اما ظرفیت تولید با توجه به کیفیت آب و محدودیت‌های که در پرورش متراکم آبزیان ایجاد می‌گردد بایستی با دقت بیشتری مورد توجه قرار گیرد. بر مبنای مساحت پیش‌بینی شده و بر اساس معادلات اشاره شده در بالا، در دریاچه گلابر سالانه به میزان ۳۶۰ تن ماهی قزل‌آلا به شیوه پرورش در قفس پیش‌بینی می‌گردد. این میزان ماهی در حجم محصوری معادل ۲۳۴۰ مترمکعب قابل پرورش می‌باشد. بر حسب نوع طراحی و هزینه ساخت، ابعاد قفس‌ها می‌تواند متفاوت باشد اما براساس شرایط محیطی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب دریاچه و برخی از محدودیت‌های بیان شده در دریاچه گلابر بین ارتفاع قفس‌ها نباید در زیر عمق ۱۰ متر قرار گیرد. برای دست یابی به این مقدار تولید پیشنهاد می‌گردد سالانه حدود ۱۰ هکتار از دریاچه مورد بهره برداری

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1395.10.3.6.0]

قرار گیرد و در یک برنامه زمانی مشخص بررسی اثرات توسعه آبزی‌پروری در قفس بر کیفیت آب و تعیین مجدد ظرفیت در هر سال تا رسیدن به سقف تولید پیش بینی‌شده ادامه یابد. میزان تولید مواد معلق جامد در محیط با توجه به ظرفیت و حجم قفس‌ها و همچنین میزان غذادهی قابل توجه بوده فلذا در هنگام فعالیت پرورش‌ماهی به روش پرورش در قفس این مواد باید کنترل شود در شرایط معمولی میزان مواد جامد معلق (TSS) در دریاچه گلابر ۳۲/۴ میلی‌گرم برلیتر ثبت گردیده است. بر اساس مطالعات انجام شده افزایش مواد جامد معلق در اطراف قفس‌های آبزی پروری که ناشی از مدفوع ماهیان و باقیمانده غذا می‌باشد حدود ۲۵۰-۳۰۰ کیلوگرم به ازای هر تن تولیدماهی می‌باشد. Philips و همکاران در سال ۱۹۹۴ برآورد کردند که به ازای هر تن‌ماهی قزل‌آلا رنگین‌کمان ۳۰۰-۱۵۰ کیلوگرم ضایعات غذایی و ۳۰۰ – ۲۵۰ کیلوگرم مدفوع توسط ماهیان در محیط زیست آزاد می‌شود و همچنین مجموع ضایعات ذره‌ای که به ازای هرتن ماهی وارد محیط زیست می‌شود ۱/۳۶ تن می‌باشد که این مقادیر با توجه به اندازه ماهی و نوع غذای مصرفی متفاوت می‌باشد (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱). با این وجود با اجرای این گونه طرح‌ها علاوه بر تامین پروتئین مورد نیاز جامعه، راندمان تولید افزایش یافته و از امکانات بالقوه و بالفعل محلی و منطقه‌ای استفاده بهینه بعمل می‌آید. همچنین باعث ایجاد اشتغال در منطقه بویژه برای خانوارهای روستایی می‌گردد و در صورت بهره‌برداری از این پتانسیل گامی جدی در مسیر توسعه پایدار روستایی برداشته خواهد شد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از کلیه افرادی که در نمونه‌برداری و آنالیز نمونه‌ها همکاری داشتند، از مدیریت محترم شیلات زنجان و سد گلابر که در هنگام نمونه برداری همکاری لازم را با اینجانب داشتند صمیمانه تقدیر و تشکر بعمل می‌آید.

منابع

۱. اسماعیلی‌ساری، ع.، ۱۳۸۱. آلاینده های بهداشت و استاندارد در محیط زیست، انتشارات نقش مهر، ۷۶۹ صفحه.

۲. اسماعیلی ساری، ع.، ۱۳۷۹. مبانی مدیریت کیفی آب در آبزی پروری، موسسه تحقیقات شیلات ایران – مدیریت اطلاعات علمی، ۲۶۰ صفحه.

۳. بابائی، ه.، ۱۳۹۱. بررسی پساب‌های خروجی آب‌های مزارع سردآبی انفرادی استان همدان، پژوهشکده آبزی پروری آب‌های داخلی، بندرانزلی، شماره ثبت ۴۶۱۷۸، ۷۱ صفحه.

۴. بابائی، ه.، ۱۳۹۳. مطالعه سد خاکی گلابر شهرستان ایجرود در استان زنجان، پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی، بندرانزلی، ۹۶ صفحه.

۵. سالنامه آماری شیلات ایران، ۱۳۹۰. سالنامه آماری، سازمان شیلات ایران(۸۹-۱۳۷۹)، معاونت برنامه‌ریزی و توسعه مدیریت، دفتر برنامه و بودجه، ۶۰ صفحه.

۶. شرکت سهامی آب منطقه‌ای زنجان، ۱۳۸۵. طرح سد مخزنی و شبکه آبیاری و زهکشی گلابر (بروشور).

۷. لازلو هوروات، گ.، ۱۹۴۰. پرورش ماهی‌کپور و سایر ماهیان پرورشی (ماهیان علفخوارچینی، لای‌ماهی، ماهی‌طلایی ، اردک ماهی، سوف و اسبله). ترجمه کریم مهدی نژاد و حسین خارا.۱۳۸۱. موسسه تحقیقات شیلات ایران، ۱۷۱ صفحه.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1395.10.3.6.0]

۸. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، ۱۳۸۳. مطالعات آمایش سرزمین - جهت گیری‌های آمایش، دفتر آمایش و توسعه پایدار.
۹. مختاری، ز.، دانش نوران، ب.، ۱۳۸۰. پرورش‌ماهی در قفس مجله دانشمند .
۱۰. مشائی، م.، پیغان، ر.، ۱۳۷۷. بهداشت و پرورش ماهیان گرم‌آبی، انتشارات نوربخش، ۱۱۸ صفحه.
۱۱. میرزاجانی، ع.، ۱۳۹۰. بررسی لیمنولوژی دریاچه سدخاکی توده‌بین شهرستان ابهر، استان زنجان، پژوهشکده آبزی پروری آب‌های داخلی، بندرانزلی، ۸۲ صفحه.
۱۲. ویلکی، ا .، ۱۳۸۴ . مدیریت مزرعه پرورش قزل آلا (علمی کار بردی)، انتشارات نقش مهر، ۱۰۲ صفحه.
۱۳. هاشمی، س.، قاسمی زیارتی، ا.، رنجکش، ی.، ۱۳۸۴. سهم‌بندی بارآلودگی ورودی از زیر حوضه‌ها به مخزن سد امیر کبیر با استفاده از مدل QUAL2K ، مجله محیط شناسی، ۵۷ (۱۳۹۰)، ۱-۸.

14. APHA, 2005. Standard Methods for Examining of Water and Waste Water. 17th edition, Method 507, Washington D.C., 531 P.
15. Axler, R., Yokom, S., Tikkanen, C., McDonald, M., Runke, H., Wilcox, D. 1998. Restoration of a mine pit lake from aquacultural nutrient enrichment. Restoration Ecology, 6(1), 1-19.
16. Carney, E. 2009. Relative influence of lake age and watershed land use on tropic state and water quality of artificial lakes in Kansas, Lake Reserve Manage, 199-207.
17. EPA, 1996. Quality criteria for waters, Washington D.C. P 256.
18. Huguenin, J., 1997. The desing operations and economics of cage culture systems. Aquculturel Engineering, 167-203.
19. Joseph, S., 2009. Open sea Cage culture: carrying capacity and stocking in the grow out system.
20. Lu, X., Li, L.Y., Lei, K., Wang, L., Zhai, Y., Zhai,M. 2010.Water quality assessment of Wei River,China using fuzzy synthetic evaluation.Environ Earth Sci., 60(8), 1693-99.
21. Phillips, M.G., Ross, L.G., 1994. The environmental impact of salmonid cage culture on inland fisheries, Journal of Fish Biology, 27, 123-137.
22. Stirling, H.P., Philips, M.J., 1990. Water Quality management for Aquaculture and Fisheries.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1395.10.3.6.0]