نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی
Journal homepage: http://jair.gonbad.ac.ir
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه گنبد کاووس

بررسی کیفیت آب پشت سد گلستان به‌منظور فعالیت‌های آبزی‌پروری با استفاده از شاخص WQI، استان گلستان

بهروز منصوری[1]، عبدالعظیم فاضل[1]، طاهر پورصوفی[1]، بایرام محمد قرنجیک[1] و فاطمه عباسی[2]
[1] مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی- مرکز تحقیقات ذخایر آبزیان آب‌های داخلی، گرگان، ایران
[2] دانش‌آموخته دکتری صید و بهره‌برداری آبزیان، دانشگاه علوم کشاورزی ومنابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

نوع مقاله:
پژوهشی اصیل

https://doi.org/10.22034/jair.10.4.2

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۰۱/۰۵/۰۸
پذیرش: ۰۱/۰۸/۱۸

نویسنده مسئول مکاتبه:
بهروز منصوری، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی- مرکز تحقیقات ذخایر آبزیان آب‌های داخلی، گرگان، ایران.
ایمیل: mansouri_b2000@yahoo.com

چکیده

دریاچه‌های پشت سد جزو منابع آبی نیمه‌طبیعی داخلی محسوب می‌شوند و از دیدگاه آبزی‌پروری از جایگاه ویژه‌ای برخوردار هستند. برای دستیابی به اهداف مدیریتی، دانستن الگوی تغییرات پارامترهای زیستی و غیرزیستی در دریاچه پشت سد ضروری است. بدین منظور، جهت تعیین کیفیت آب با استفاده از شاخص‌های کیفی آب (WQI) ۱۲ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب (دمای آب، اکسیژن محلول، شوری، اسیدیته، هدایت الکتریکی، مواد جامد معلق، سختی کل، قلیائیت کل، نیترات، آمونیاک، فسفات و فسفر کل) در سال ۱۳۹۸ به‌صورت ماهانه و به‌مدت یکسال در ۷ ایستگاه سد گلستان شهرستان گنبد مورد ارزیابی قرار گرفت. اگرچه در برخی از فصول مقادیر نیترات و آمونیاک بالاتر از حد مجاز بوده و سبب شده امتیاز شاخص کیفیت آب بین ۴۵ تا ۹۵ متغیر بوده که می‌توان بیان داشت که به‌منظور آبزی‌پروری بایستی پایش سالیانه در خصوص پارامترهای کیفی آب صورت گیرد.

واژه‌های کلیدی:
سد گلستان، شاخص کیفی WQI، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی.

۱ | مقدمه

مخازن آبی منابع با ارزشی هستند که به لحاظ کاربری‌های مختلف از قبیل تأمین نیروی برق، شیلات، توریسم و منبع آب شرب اهمیت زیادی دارند. این مخازن به‌دلیل حجم بالای مواد غذایی محلول و بار مواد آلی وارده از حوضه آبریز جزء سیستم‌های باروری هستند که مواد غذایی جمعیت‌های متعدد جانوری را تأمین می‌کنند (Sabok Ara and Makaremi, 2013).

به‌طور کلی کیفیت آب در اکوسیستم‌های آبی به‌وسیله پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی بررسی می‌شوند و شناخت نقاط آلوده و آلاینده‌های موجود، باعث استفاده بهینه و مناسب از آب در مصارف مختلف می‌گردد. ورود و تجمع مواد مختلف شیمیایی، فاضلاب‌ها و پساب‌های کشاورزی است که باعث رشد بی‌رویه گیاهان آبزی و مرگ آبزیان و تنزل کیفیت شیمیایی و بیولوژیکی آن در مخزن می‌گردد. امروزه دیدگاه‌ها نسبت به اهداف و جایگاه سدها گسترده‌تر شده و دامنه آن مشمول کنترل کیفی در کنار اهداف کمی مورد انتظار از سدها نیز گشته است (Hashemi *et al.*, 2011). لازمه اعمال مدیریت به‌ویژه با هدف دستکاری بر کلیه اکوسیستم‌های طبیعی، مطالعه آنها از جهات متعدد است. یکی از روش‌های بسیار ساده و دور از پیچیدگی‌های ریاضی و آماری که می‌تواند شرایط کیفی آب را بازگو و به‌عنوان یک ابزار پیشرفته قوی برای تصمیم گیری‌های مربوط استفاده شود، بررسی شاخص‌های کیفی آب می‌باشد (Dos Santos Simoes *et al.*, 2008). روش‌های زیادی برای آنالیز داده‌های مربوط به کیفیت آب وجود دارد که با توجه به اهداف مطالعه، روش‌های نمونه‌برداری، منطقه مورد مطالعه و هم‌چنین اندازه نمونه‌ها با یکدیگر متفاوت هستند. به‌عنوان مثال، روش (WQI, Water Quality Index) که جهت طبقه‌بندی، مدل‌سازی و یا تفسیر منابع آبی به‌کار می‌رود (Boyacioglu, 2007)، یکی از مؤثرترین روش‌های بررسی کیفیت آب می‌باشد (Dwivedi and Pathak, 2007). این شاخص‌ها بر پایه مقادیر پارامترهای مختلف فیزیکی، شیمیایی و زیستی در یک نمونه آب مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. استفاده از شاخص‌ها در برنامه‌های پایش ارزیابی سلامت اکوسیستم بسیار مفید بوده و می‌تواند به‌عنوان معیاری جهت ارزیابی موفق و مناسب در استراتژی‌های مدیریتی برای بهبود کیفیت آب استفاده شود (Rickwood and Carr, 2009). شاخص WQI می‌تواند مجموعه‌ای از داده‌های پارامتری کیفی آب در زمان‌ها و مکان‌های مختلف را استفاده کرده و اطلاعات آنها را به یک ارزش واحد برای دوره‌هایی از زمان و مکان تبدیل کند (Shultz, 2001). با توجه به اهمیت تعیین کیفیت آب در مخازن سد به‌منظور تعیین گستره فعالیت‌های مرتبط با آن و نهایتاً افزایش اشتغال‌زایی و رونق اقتصادی منطقه، پژوهش حاضر

© ۱۴۰۱ | دانشگاه گنبدکاووس

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-23]
[DOI: 10.22034/jair.10.4.2]

تلاشی برای ارزیابی تغییرات زمانی و مکانی کیفیت آب با استفاده از شاخص کیفی آب (WQI) سد گلستان، برای تعیین مصارف مختلف آب از نقطه نظر مناسبت با استانداردهای آبزیان و هم‌چنین اتخاذ تصمیم‌ها و انجام اقدامات مؤثر است.

۲ | مواد و روش‌ها

سد مخزنی گلستان در بالادست سد وشمگیر در محدوده دشت گرگان در فاصله ۱۵ کیلومتری شمال شرقی شهرستان گنبدکاووس قرار دارد. این پژوهش با توجه به بررسی‌های اولیه و مورفولوژی سد گلستان تعداد ۷ ایستگاه نمونه‌برداری در موقعیت‌های مختلف (براساس ورودی و اعماق مختلف مخزن دریاچه سد) مشخص شد (شکل ۱). به‌منظور اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب، نمونه‌برداری به‌صورت ماهانه به‌مدت یک سال از فروردین تا اسفند ماه سال ۱۳۹۸ با استفاده از دستگاه روتنر صورت گرفت. برخی عوامل فیزیکی و شیمیایی از قبیل pH، دما، هدایت الکتریکی (EC) و اکسیژن محلول در محل نمونه‌برداری به‌وسیله دستگاه مولتی پارامتر پرتابل مدل HQ3OD HACH و سایر عوامل فیزیکی و شیمیایی (شوری، مواد جامد معلق، سختی کل، قلیائیت کل، نیترات، آمونیاک، فسفات و فسفر کل) پس از تهیه نمونه آب و انتقال آن، در آزمایشگاه آنالیز شیمیایی مرکز تحقیقات ذخایر آبزیان آب‌های داخلی با استفاده از دستگاه فتومتر (Palintest-8000) با استفاده از روش کار استاندارد آزمایش آب انجمن بهداشت عمومی آمریکا اندازه‌گیری شد (Rice, 2012)

شاخص کیفیت آب CCME-WQI توسط شورای وزارت محیط زیست کانادا برای ارزیابی کیفی آب تهیه و پایه‌گذاری شده است. دیدگاه پژوهشگران در انتخاب شاخص مذکور برای مطالعات این پروژه، متأثر از وجود مزیت‌ها و امکانات به شرح زیر بوده است؛

۱. عدم وجود محدودیت در تعداد پارامترهای کیفی وارده در مدل.

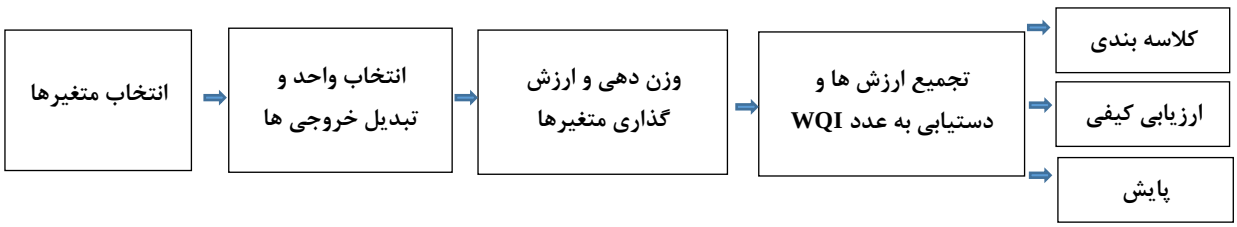
۲. انعطاف‌پذیری مدل به پذیرش حدود و معیارهای هدف‌گذاری شده توسط کاربر برای مقاصد مختلف لحاظ شدن سه فاکتور محدوده هدف‌گذاری شده (Scope)، فراوانی (Frequency) و دامنه انحراف در آن (Amplitude).

۳. امکان استفاده از مدل برای موقعیت‌های نقطه‌ای و پهنه‌ای سامانه‌ی آبی مورد نظر سهولت در بومی‌سازی شرایط کاربری آن برای مناطق و مقاصد مختلف در مقاطع زمانی و مکانی هدف‌گذاری شده است.



شکل ۱- نمای کلی از سد گلستان و نقاط نمونه‌برداری-استان گلستان

به‌طور کلی رویکرد انتخاب مدل ارزیابی کیفی آب، متکی بر فرآیند ارائه شده در شکل ۲ می‌باشد. (Hosseini *et al.*, 2018):



شکل ۲- رویکرد انتخاب مدل ارزیابی کیفی آب مبتنی بر روش CCME-WQI

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.22034/jair.10.4.2]

دامنه‌های کیفی تعریف شده در مدل سهولت و سادگی درک خروجی‌های آن برای سیاست‌گذاران و عامه مردم امکان بهره‌گیری از آن به‌عنوان یک ابزار مفید برای ارزیابی میزان موفقیت و شکست استراتژی‌های مدیریتی در راستای اهداف حفاظت کیفی منابع آب پاسخ‌دهی مناسب خروجی‌های این مدل در مطالعات و تحقیقات مختلف و جامع بودن آن تائید عملکرد این مدل توسط مراجع معتبری همچون UNEP و توصیه به‌کارگیری از آن به‌عنوان یک مدل قابل استفاده در سطح جهانی می‌باشد (Norozi *et al.*, 2015).

روابط و معادلات حاکم بر مدل CCME-WQI به شرح زیر می‌باشد.

رابطه (۱)
$$F_1\,(\text{Scope})=\left(\frac{\text{تعداد پارامترهای مردود از حد هدف گذاری}}{\text{تعداد کل پارامترها}}\right)_{\times 100}$$

رابطه (۲)
$$F_2\,(\text{Frequency})=\left(\frac{\text{تعداد آزمون های مردود از حد هدف گذاری}}{\text{تعداد کل پارامترها}}\right)_{\times 100}$$

رابطه (۳)
$$\text{Excursion (میزان انحراف هر آزمون)}=\left(\frac{\text{مقدار عددی آزمون مردود شده}}{\text{حد هدف گذاری شده}}\right)-100$$

رابطه (۴)
$$\text{Excursion (میزان انحراف هر آزمون)}=\left(\frac{\text{حد هدف گذاری شده}}{\text{مقدار عددی آزمون مردود شده}}\right)-100$$

رابطه (۵) (نرمال‌سازی جمع میزان انحراف)
$$\text{nse}=\left(\frac{\sum_{i=1}^{n}\text{excursion i}}{\text{total number of tests}}\right)$$

رابطه (۶)
$$F_3=\left(\frac{nse}{0.01nse+0.01}\right)$$

رابطه (۷)
$$CCME\,,WQI=100-\left(\frac{\sqrt{F_1^2+F_2^2+F_3^2}}{1.732}\right)$$

رابطه ۴ برای حالتی که قرار است نتیجه آزمون پائین‌تر از حد هدف‌گذاری قرار نگیرد.

با درنظر گرفتن روابط گفته شده، برای تعیین کلاس کیفی آب و تفسیر تناسب آن برای کاربری هدف‌گذاری شده، از اطلاعات مندرج در جدول کلاسه بندی استفاده به‌عمل آمده است. میزان WQI برای کیفیت آب در محدوده بین ۱۰۰ -۰ قرار دارد. دامنه ۱۰۰ -۹۵ دارای کیفیت آب عالی؛ ۹۴ -۸۰ خوب، ۷۹ -۶۵ متوسط، ۶۴ -۴۵ نسبتاً متوسط و ۴۵ -۰ ضعیف ارزیابی می‌گردد (Brown *et al.*,1970) (جدول ۲). تمامی محاسبات با استفاده از نرم‌افزار R-4.1.3 و بسته نرم‌افزاری calc_wqi انجام پذیرفت.

جدول ۲-محدوده شاخص CCME-WQI و توصیف کیفی آن (Brown,1970)

کلاسه‌بندی شاخص کیفی آب	دامنه امتیاز کیفی	تفسیر تناسب و شرایط کیفی آب
عالی	۹۵-۱۰۰	کیفیت آب با درجه بالایی، از تهدید و اختلال حفظ شده است. شرایط، بسیار نزدیک به سطح طبیعی و بکر می‌باشد
خوب	۸۰-۹۴	کیفیت آب در حد مرزی از تهدید و اختلال حفظ شده است. شرایط به ندرت از حالت طبیعی و بکر خارج می‌شود.
متوسط	۶۵-۷۰	کیفیت آب به‌طور معمول حفظ شده است، لیکن گاهی اوقات مورد تهدید و اختلال قرار دارد. شرایط، برخی مواقع از حالت طبیعی و بکر خارج می‌شود.
نسبتاً متوسط	۴۵-۶۴	کیفیت آب به‌طور مکرر در معرض تهدید و اختلال قرار دارد. شرایط، در اغلب مواقع از حالت طبیعی و بکر خارج می‌شود.
ضعیف	۰-۴۴	کیفیت آب، به‌طور تقریبی، همیشه در معرض تهدید یا اختلال قرار دارد. شرایط، بطور معمول از حالت طبیعی و سطح مطلوب خارج است.

روش درون یابی: در این پژوهش جهت پیش‌بینی پراکنش مکانی کیفیت آب در محوطه سد از اطلاعات مربوط به نقاط نمونه‌برداری استفاده شد. پس از نرمال‌سازی داده‌ها، جهت پهنه‌بندی ویژگی‌های کیفی آب از روش Inverse Distance weighted استفاده گردید.

در روش IDW برای هر یک از نقاط اندازه‌گیری وزنی براساس فاصله بین آن نقطه تا موقعیت نقطه مجهول درنظر گرفته می‌شود. سپس این اوزان توسط توان وزن‌دهی کنترل می‌شوند، به‌طوری‌که توان‌های بزرگتر اثر نقاط دورتر از نقطه مورد برآورد را کاهش داده و توان‌های کوچکتر وزن‌ها را به‌صورت یکنواخت‌تری بین نقاط هم‌جوار توزیع می‌کنند. البته باید توجه داشت که این روش بدون توجه به موقعیت و آرایش نقاط، فقط فاصله آنها را در نظر می‌گیرد، یعنی نقاطی که دارای فاصله یکسانی از نقطه برآورد هستند دارای وزن یکسانی می‌باشند. مقدار عامل وزنی با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌گردد:

$$\lambda_i=\frac{D_i-\alpha}{\sum_{i=1}^{n}D_i-\alpha}$$

که در آن: λ_i= وزن ایستگاه iام، D_i= فاصله ایستگاه iام تا نقطه مجهول، α= توان وزن‌دهی.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.22034/jair.10.4.2]

۳ | نتایج

مقادیر میانگین و انحراف معیار عوامل فیزیکی و شیمیایی آب دریاچه پشت سد گلستان طی دوره مطالعه در جدول ۳ آورده شده است. میانگین دمای آب دریاچه سد گلستان نشان داد که کمترین میانگین در بهمن‌ماه (۱۱°C) و بیشترین میانگین در ماه‌های تیر و مرداد (°C ۰/۳ ±۲۷/۸) مشاهده شد. هم‌چنین بیشترین میزان اکسیژن محلول اسفند ماه (۰/۵۳ ± ۱۱/۵۷) و کمترین مقدار آن در ماه‌های تیر و مرداد (۰/۳۸ ± ۷/۱۴) به‌دست آمد. شوری اندازه‌گیری شده دارای اختلاف معنی‌دار بین ماه‌های سال بود، به‌طوری‌که بیشترین میزان شوری در ماه‌های تیر، مرداد، شهریور و مهر و کمترین میزان شوری در سه ماه فصل زمستان و دو ماه اردیبهشت و خرداد مشاهده گردید. مقدار pH درطول مدت مطالعه دارای تغییرات معنی‌دار نبود. سایر خصوصیات اندازه‌گیری شده در ماه‌های مختلف در جدول ۳ نشان داده شده است. دامنه تغییرات در طول سال بین ۱ تا ۲ میلی گرم در لیتر ثبت شده و آمونیاک نیز مقادیری کمتر از ۲ میلی گرم در لیتر داشته است.

با استفاده از نرم‌افزار GIS نقشه تغییرات برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده (اسیدیته، آمونیاک، فسفات، نیترات و هدایت الکتریکی) به‌صورت میانگین سالیانه براساس ایستگاه‌ها تهیه گردید (شکل ۳).

جدول۳ – میانگین (± انحراف معیار) عوامل فیزیکی و شیمیایی آب دریاچه گلستان طی ماه‌های مختلف ۱۳۹۸

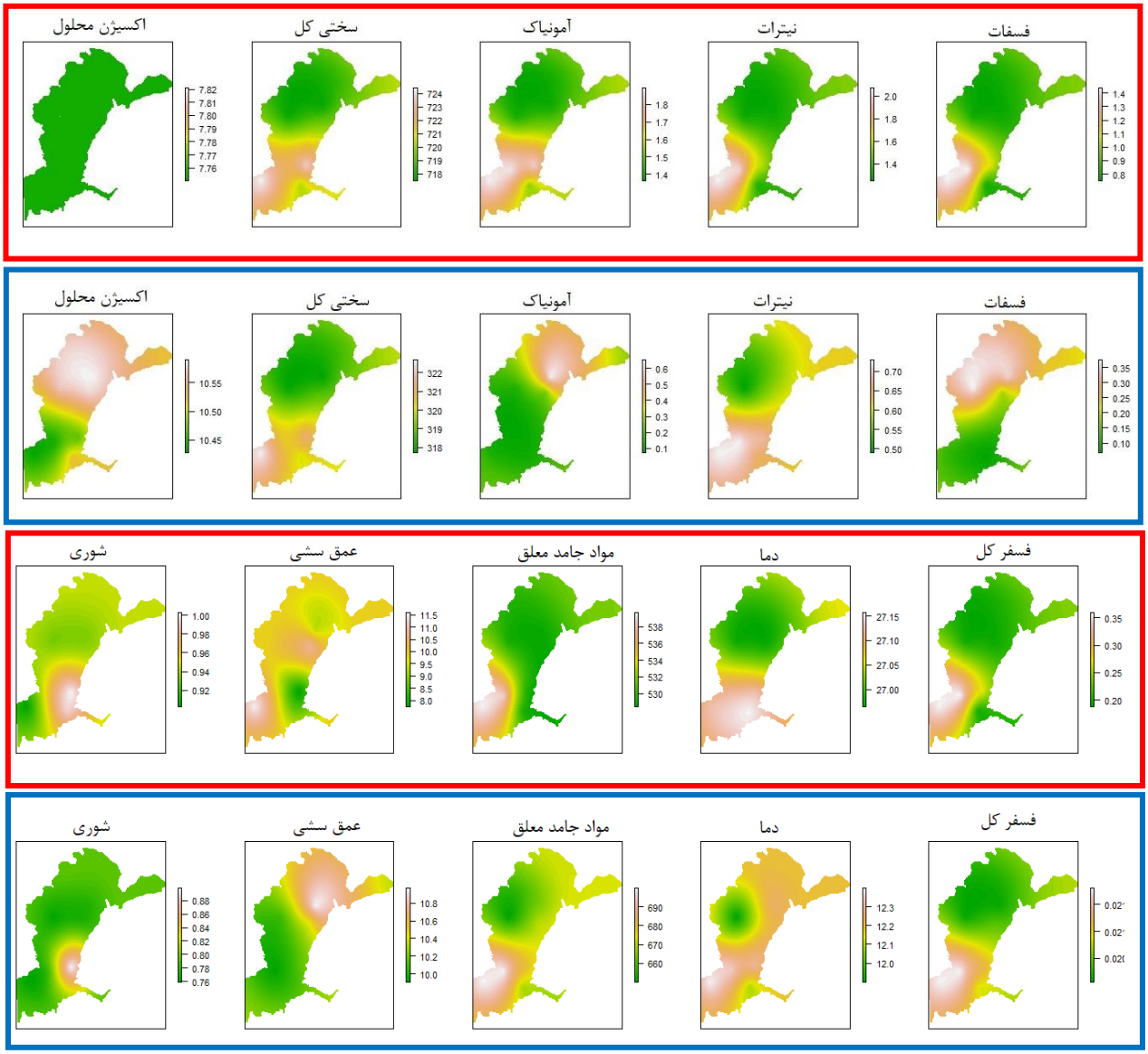
فاکتور / ماه	دمای آب (°C)	اکسیژن محلول (mg/l)	شوری (ppt)	pH	هدایت الکتریکی (µmhos/cm)	مواد جامد معلق (mg/l)
فروردین	۲۵/۴۰ ± ۱^{e}	۸ ± ۰/۱^{e}	۰/۸ ± ۰/۰۳^{c}	۸ ± ۰/۰۵	۱/۳۰ ± ۰/۰۲^{e}	۹۹۶/۵۷ ± ۰/۵۳^{a}
اردیبهشت	۲۷/۶۴ ± ۰/۰۵^{ab}	۸ ± ۰/۲^{e}	۰/۶۶ ± ۰/۰۲^{d}	۹ ± ۰/۰۲	۱/۳۸ ± ۰/۰۳^{d}	۹۷۵/۴۳ ± ۰/۵۳^{b}
خرداد	۲۷/۵۶ ± ۰/۰۵^{b}	۸ ± ۰/۳^{e}	۰/۶۶ ± ۰/۰۱^{d}	۹ ± ۰/۰۱	۱/۳۸ ± ۰/۰۱^{d}	۹۷۵/۸۶ ± ۱/۰۷^{b}
تیر	۲۷/۷۹ ± ۰/۳^{a}	۷/۱۴ ± ۰/۳۸^{f}	۱/۱۴ ± ۰/۰۷^{a}	۹ ± ۰/۰۳	۲/۴۳ ± ۰/۰۲^{a}	۱۹۵/۷۱ ± ۹/۷۶^{f}
مرداد	۲۷/۲ ± ۰/۱^{a}	۷/۱۴ ± ۰/۳۸^{f}	۱/۱۶ ± ۰/۰۷^{a}	۹± ۰/۰۵	۲/۴۳ ± ۰/۰۴^{a}	۱۹۵/۷۱ ± ۹/۷۶^{f}
شهریور	۲۷/۴ ± ۰/۳^{c}	۸ ± ۰/۱^{e}	۱/۱۲ ± ۰/۰۷^{a}	۸ ± ۰/۰۲	۲/۳۶ ± ۰/۰۵^{b}	۱۹۲/۴۳ ± ۹/۲۷^{f}
مهر	۲۶ ± ۰/۲^{d}	۸ ± ۰/۴^{e}	۱/۱۱ ± ۰/۰۷^{a}	۸ ± ۰/۰۳	۲/۲۷ ± ۰/۰۵^{c}	۱۹۲/۴۳ ± ۹/۵^{f}
آبان	۱۴ ± ۰/۰۳^{f}	۹ ± ۰/۳^{d}	۰/۹ ± ۰/۰۴^{b}	۸ ± ۰/۲	۰/۹ ± ۰/۰۰۲^{f}	۷۵۰ ± ۲/۱^{c}
آذر	۱۳ ± ۰/۰۲^{g}	۱۰ ± ۰/۲^{c}	۰/۸ ± ۰/۰۲^{c}	۸ ± ۰/۰۱	۰/۹ ± ۰/۰۰۳^{f}	۷۰۰ ± ۲/۹^{d}
دی	۱۲ ± ۰/۰۱^{h}	۱۱ ± ۰/۳^{b}	۰/۷ ± ۰/۰۱^{d}	۸ ± ۰/۰۱	۰/۸ ± ۰/۰۰۲^{g}	۶۵۰ ± ۳/۰^{e}
بهمن	۱۱ ± ۰/۰۱^{i}	۱۱ ± ۰/۲^{b}	۰/۷ ± ۰/۰۱^{d}	۸ ± ۰/۰۲	۰/۹ ± ۰/۰۰۳^{f}	۶۵۰ ± ۲/۵^{e}
اسفند	۱۲ ± ۰/۰۲^{h}	۱۱/۵۷ ± ۰/۵۳^{a}	۰/۷ ± ۰/۰۲^{d}	۷/۵ ± ۰/۰۰۲	۰/۹ ± ۰/۰۰۱^{f}	۷۵۰ ± ۲/۳^{c}

ادامه جدول ۳ - نتایج عوامل فیزیکی و شیمیایی، مساحت و حجم آب دریاچه گلستان

فاکتور / ماه	سختی کل (mg/l)	قلیائیت کل (mg/l)	نیترات (mg/l)	آمونیاک (mg/l)	فسفات (mg/l)	فسفر کل (mg/l)
فروردین	۱۲۴۹/۵۷ ± ۰/۵۳^{a}	۱۲۳/۴۳ ± ۰/۵۳^{a}	۱/۴۲ ± ۰/۰۰۵^{ab}	۰/۴۳ ± ۰/۰۰۵^{a}	۰/۳۰ ± ۰/۰۰۵^{a}	۰/۰۸ ±۰/۰۰۲
اردیبهشت	۱۲۰۰/۸۶ ± ۱/۰۷^{b}	۱۲۰/۵۷ ± ۰/۷۹^{b}	۱/۳۹ ± ۰/۰ ^{ab}	۰/۴۱ ± ۰/۰۰۵^{a}	۰/۲۹ ± ۰/۰۰۵^{a}	۰/۰۷± ۰/۰۰۱
خرداد	۱۲۰۰/۸۶ ± ۱/۰۷^{b}	۱۲۰/۸۶ ± ۱/۰۷^{b}	۱/۳۹ ± ۰/۰۰۵ ^{ab}	۰/۴۲ ± ۰/۰۱^{a}	۰/۲۹ ± ۰/۰۰۵^{a}	۰/۰۷± ۰/۰۰۲
تیر	۳۵۲/۱۴ ± ۶/۳۶^{c}	۱۱۳/۵۷ ± ۲/۴۴^{c}	۱/۶۹ ± ۰/۶۷^{a}	۲/۱۹ ± ۰/۲۰^{b}	۱/۶۰ ± ۰/۵۴^{b}	۰/۴۰± ۰/۱۴
مرداد	۳۵۲/۱۴ ± ۶/۳۶^{c}	۱۱۳/۵۷ ± ۲/۴۴^{c}	۱/۶۹ ± ۰/۶۷^{a}	۲/۱۹ ± ۰/۲۰^{b}	۱/۶۰ ± ۰/۵۴^{b}	۰/۴۰± ۰/۱۴
شهریور	۳۴۶/۱۴ ± ۶/۳۶^{ef}	۱۱۱/۵۷ ± ۲/۴۴^{c}	۱/۶۳ ± ۰/۶۲^{a}	۲/۹۲ ± ۰/۷۸^{c}	۱/۵۷ ± ۰/۵۳^{b}	۰/۳۹± ۰/۱۳
مهر	۳۴۳/۵۷ ± ۴/۷۶^{e}	۱۰۹/۱۴ ± ۱/۰۷^{d}	۱/۶۶ ± ۰/۵۵^{a}	۲/۸۷ ± ۰/۷۸^{c}	۱/۴۳ ± ۰/۵۷^{b}	۰/۳۹± ۰/۱۴
آبان	۳۵۰ ±۰/۰^{de}	۹۰ ± ۰/۰^{f}	۰/۷۵ ± ۰/۰^{c}	۰/۱۰ ± ۰/۰^{a}	۰/۱۰ ± ۰/۰^{a}	۰/۰۳± ۰/۰
آذر	۳۲۰± ۰/۰^{f}	۸۵ ± ۰/۰^{g}	۰/۷۰ ± ۰/۰^{c}	۰/۱۰ ± ۰/۰^{a}	۰/۰۹ ± ۰/۰^{a}	۰/۰۲± ۰/۰
دی	۳۰۰± ۰/۰^{g}	۸۰ ± ۰/۰^{h}	۰/۶۰ ± ۰/۰^{c}	۰/۰۹ ± ۰/۰^{a}	۰/۰۸ ± ۰/۰^{a}	۰/۰۲± ۰/۰
بهمن	۳۰۰± ۰/۰^{g}	۷۲/۸۶ ± ۴/۸۸^{i}	۰/۶۰ ± ۰/۰^{c}	۰/۰۹ ± ۰/۰^{a}	۰/۰۷ ± ۰/۰^{a}	۰/۰۲±۰/۰
اسفند	۳۵۰± ۰/۰^{cd}	۱۰۰ ± ۰/۰^{e}	۱/۰۰ ± ۰/۰^{bc}	۰/۱۰ ± ۰/۰^{a}	۰/۰۹ ± ۰/۰^{a}	۰/۰۲± ۰/۰

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.22034/jair.10.4.2]



شکل ۳- نقشه برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی سد گلستان فصل گرم (کادر قرمز) و فصل سرد (کادر آبی)

باتوجه به نتایج پارامترهای کیفی و حدود هدف‌گذاری تعریف شده برای هر کدام از پارامترها نسبت به محاسبه‌ی فاکتورهای ذکر شده در روابط ۱ لغایت ۷ اقدام و در نهایت ارزش و کلاس کیفی آب رودخانه با استفاده از مدل شاخص- محور CCME-WQI به تفکیک ماه‌های نمونه‌برداری در جدول شماره ۴ آمده است. شاخص کیفیت (WQI) با استفاده از خصوصیات اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌ها و مراحل مختلف نمونه‌برداری محاسبه گردید. سپس با استفاده از جدول ۲، کیفیت آب در ماه‌های مختلف ارزیابی شد. با توجه به نتایج این شاخص، کیفیت آب دریاچه در فروردین ماه جهت پرورش ماهیان گرمابی در محدوده کیفی خوب قرار داشت و در دیگر ماه‌ها از محدوده کیفی متوسط تا نسبتاً متوسط ارزیابی گردید.

جدول شماره ۴- نتایج آنالیز کیفی پارامترها به تفکیک ماهانه

ماه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
گرمابی	خوب	متوسط	نسبتاً متوسط	نسبتاً متوسط	نسبتاً متوسط	نسبتاً متوسط	نسبتاً متوسط	متوسط	نسبتاً متوسط	نسبتاً متوسط	متوسط	متوسط
سردابی	متوسط	متوسط	متوسط	نسبتاً متوسط	نسبتاً متوسط	نسبتاً متوسط	نسبتاً متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.22034/jair.10.4.2]

۴ | بحث و نتیجه‌گیری

بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب و تعیین شاخص‌های کیفی منابع آبی جهت مصارف مختلف مانند شرب، آبزی‌پروری، کشاورزی و صنعت بسیار ضروری است و تعیین وضعیت کیفیت منابع آب برای تعیین نوع بهره‌برداری، اتخاذ راه‌کارهای مناسب جهت جلوگیری از کاهش کیفیت آب و یا بهبود آن ضروری می‌باشد (Fernandez *et al.*, 2004). شناخت تمام عوامل محیطی و کنترل میزان بهینه این فاکتورها در تولید و رشد مطلوب ماهیان مؤثر است. میزان تأثیر کیفیت آب بر رشد ماهی به عواملی نظیر گونه ماهی، سن و اندازه ماهی و سابقه قبلی قرار گرفتن در معرض تغییرات کیفی آب بستگی دارد (Mirzajani *et al.*, 2014). در پژوهش حاضر، تغییرات زمانی میانگین پارامترهای کیفی در دریاچه پشت سد گلستان مورد بررسی قرار گرفت. با آنالیز شاخص‌های کیفیت منابع آب می‌توان متوجه شد که موجودات آبزی با گونه‌های مختلف قادر به حیات در این‌گونه آب‌ها می‌باشند. منابع آبی در محدود خوب یا بسار خوب قادرند تنوع بالایی از موجودات آبزی را تأمین کنند (Asl Hashemi and Taghipour, 2010).

تغییر میانگین دمای دریاچه پشت سد گلستان به‌دنبال تغییرات میانگین دمای محیط به وضوح مشاهده می‌شود. دما به‌طور مستقیم و غیر مستقیم در مقدار اکسیژن محلول در آب نیز تأثیر می گذارد. اکسیژن محلول یکی از عوامل محیطی مهم است که روی سلامت اکوسیستم مؤثر بوده و شاخص مناسبی برای کیفیت آب به‌حساب می‌آید. میزان اکسیژن محلول تا ۹ میلی‌گرم بر لیتر بسیار مطلوب است و در اکوسیستم آب‌های داخلی حداقل میزان اکسیژن محلول برای حیات آبزیان نباید کمتر از ۵ میلی‌گرم بر لیتر باشد (Aksu *et al.*, 2011). اکسیژن نقش بسیار مهمی در تغذیه و رشد کپورماهیان پرورشی به‌خصوص فیتوفاگ و بیگ هد دارد و در تولید دریاچه‌ها نقشی کلیدی دارد. باتوجه به اینکه هدف ساخت این سد برای مصارف کشاورزی بوده و استفاده از آب دریاچه برای آبیاری زمین‌های پائین دست سد از اواخر اردیبهشت ماه شروع می‌شود و با کاهش بارندگی و افزایش تبخیر روند کاهشی تغییرات حجم آب از این ماه به بعد مشاهده می‌شود و در شهریور و مهر شاهد کمترین میزان عمق متوسط آب دریاچه (حدود ۲/۵ متر) هستیم که این کاهش عمق آب سبب نفوذ بیشتر نور در ستون و کف آب شده و باعث افزایش دمای آب می‌شود. افزایش دما نیز باعث افزایش فعل و انفعالات زیستی، ترشحات و مواد دفعی آبزیان و تغییر بافت پلانکتونی می‌گردد که در مجموع باعث کاهش کیفیت آب از جمله کاهش اکسیژن محلول آب می‌شود کاهش عمق به معنای کاهش حجم آب و فضای قابل زیست آبزیان نیز می‌باشد که سبب افزایش تراکم و سخت تر کردن شرایط زیست آن‌ها می‌شود.

pH آب دریاچه پشت سد گلستان در طی دوره مطالعه تقریباً یکنواخت بوده و در تمامی ایستگاه‌ها و مراحل نمونه‌برداری در محدوده ۷/۵ تا ۹ قرار داشت. pH آب نقش تعیین‌کننده‌ای در سلامت و قابلیت باروری آب داشته و به‌عنوان پارامتر بسیار مهم در ارزیابی کیفیت آب نقش به‌سزایی دارد (Ahipathy and Puttaiah, 2006) در محدوده طبیعی آب‌های با کیفیت مطلوب فعالیت‌های شیلاتی بود که مطابق با دستورالعمل آبزی‌پروری، میزان آن برای آبزیان آب شیرین باید بین ۹- ۶/۵ باشد. معمولاً تغییرات فصلی pH تحت تأثیر تولیدات اولیه، ترکیب شدن و یا رهاسازی یون هیدروژن در فرآیند تثبیت دی‌اکسید کربن طی فتوسنتز است (Maleri, 2011).

نتایج نشان‌دهنده مقادیر بالای آمونیاک و نیترات در فصول گرم سال می‌باشد که از حد استاندارد پرورش ماهیان گرمابی نیز بالاتر بوده که می تواند به‌علت استفاده از کودهای حیوانی و کودهای شیمیایی در طی فصول گرم سال به جهت افزایش توان تولید مخزن می‌باشد. مطالعه کازی و همکاران (Kazi *et al.*, 2009) در دریاچه‌ای در پاکستان نیز تأییدکننده همین موضوع بوده و افزایش مقادیر ریز مغذی ها را به‌علت ورود پساب‌های کشاورزی و فاضلاب‌های خانگی بیان داشته است. سختی کل یکی دیگر از پارامترهای مهم در ارزیابی کیفیت آب‌های مورد استفاده در مصارف خانگی، صنعتی، کشاورزی و آبزی‌پروری است. مطالعات مختلف نشان داده‌اند که سختی کل می‌تواند در کاهش سمیت آلاینده‌ها موثر باشد (Paul, 2007). نتایج حاصل از تحقیق بالا بودن مقادیر سختی کل در فصل بهار را نشان می دهد و مقدار آن در مقایسه با استانداردهای پرروش ماهی در فصل بهار بالاتر بوده و در سایر فصول مقادیر آن کمتر از حد استاندارد می‌باشد (Iranian National Standards Organization, 1992).

فسفر و ازت در مدل‌های مورد استفاده دیگر جهت تعیین تروفی دریاچه، الیگوتروف بودن دریاچه را نشان دادند. این نتایج ثابت می‌کند میزان فسفر و ازت دریاچه بیش از حد آب‌های طبیعی می‌باشد. مقدار میانگین نیتروژن کل دریاچه شویر و دریاچه میرزاخانلو (Mirzajani *et al.*, 2014) ۱/۰۵ میلی‌گرم در لیتر گزارش شده است و به‌عنوان دریاچه‌های یوتروف معرفی شده‌اند. در مجموع با توجه به نتایج پژوهش حاضر و مقایسه آن با استاندارد کیفی آب در ایران و جهان می‌توان بیان داشت که کیفیت آب در ماه‌های مختلف سال متغیر بوده به‌طوری‌که از کیفیت ضعیف تا متوسط را شامل می‌شود؛ لذا، برای هرگونه بهره‌برداری از مخزن پشت سد گلستان باید به این شاخص توجه داشت. بنابراین، برای استفاده از منابع آب پشت سد گلستان به‌خصوص به‌منظور آبزی‌پروری کنترل کیفیت مدام آب ضروری بوده و استفاده از تکنیک‌های صحیح مدیریتی استفاده از ظرفیت تولید مناسب برای استفاده پایدار و حفظ کیفیت مخزن پشت سد بسیار اهمیت دارد.

میزان اکسیژن محلول در تمامی ایستگاه های مورد مطالعه و در تمامی فصول در حد استاندارد بوده و مشکلاتی از جهت کمبود اکسیژن در منطقه مطالعاتی مشاهد نشد. کاهش اکسیژن محلول در ماه های گرم سال طبیعی است و نتایج بدست آمده در مطالعه حاضر مبنی بر تغییرات مکانی و زمانی غلظت اکسیژن در آب های ساکن و همچنین اثر عوامل طبیعی بر آن با مطالعه فتحی و همکاران (Fathi *et al.*, 2011) در تالاب چغاخور مطالبقت دارد.

در مجموع باتوجه به یافته‌های این تحقیق و مقایسه آنها با استانداردهای کیفی آب در ایران و جهان به جهت پرورش ماهیان گرمابی و سردابی می‌توان گفت آب دریاچه سد گلستان در بازه زمانی

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-23]
[DOI: 10.22034/jair.10.4.2]

مورد مطالعه از نظر کیفیت در شرایط متوسط قرار داشته و به‌منظور بهره‌وری از این مخزن جهت توسعه آبزی‌پروری پارامترهای آب بایستی سالیانه مورد بررسی قرار گیرد.

پست الکترونیک نویسندگان

بهروز منصوری: mansouri_b2000@yahoo.com
عظیم فاضل: a.fazel58@gmail.com
طاهر پورصوفی: puorsuofi@yahoo.com
بایرام‌محمد قرنجیک: gharanjik@yahoo.com
فاطمه عباسی: abbasiatefeh588@gmail.com

REFERENCES

Ahipathy M.V., Puttaiah E.T. 2006. Ecological characteristics of Vrishabhavathy River in Bangalore (India). Environmental geology, 49(8):1217-1222.

Aksu M., Basaran A. K., Egemen O. 2011. Investigation of water quality trends of the Tahtalireserv (Izmir, Turkey). Fresenius Environmental Bulletin, 20(2): 317-324.

Asl Hashemi A., Taghipour H. 2010. Water Quality Index (WQI). The application of Chemistry in Environment, 1(4): 1-7.

Boyacioglu H. 2007. Development of a water quality index based on a European classification scheme. Water Sa, 33(1): 101- 106.

Brown R M., McLelland N.J., Deininger R.A., Tozer R.G. 1970. A Water Quality Index Do We Dare?, Supported by the National Sanitation Foundation (NSF) of United States, Water and Sewage Works. 117(10): 339-343.

Dos Santos Simoes F., Moreira A.B., Bisinoti M.C., Gimenez S.M.N., Yabe M.J.S. 2008. Water quality index as a simple indicator of aquaculture effects on aquatic bodies. Ecological indicators, 8(5): 476-484.

Dwivedi S.L., Pathak V. 2007. A preliminary assignment of water quality index to Mandakini River, Chitrakoot. Indian Journal of Environmental Protection, 27(11):1036- 1038.

Fathi P., Ebrahimi E., Mirghafarry M., Esmaeili Ofogh A. 2016. Water quality assessment in Choghakhor Wetland using water quality index (WQI), 15(1): 508-523.

Fernández N., Ramírez A., Solano F. 2004. Physico-chemical water quality indices-a comparative review. Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas, 2(1): 19-30.

Hashemi S.H., Ghasemi Ziarani E., Ranjkesh Y. 2011. Waste Load Allocation for Sub-basins of Amir Kabir Dam Reservoir Using QUAL2K model. Journal of Environmental studies, 37(57). 1-8.

Hosseini H., Rezai M., Shahraki M., Shakeri A. 2018. Application of water quality index (WQI) and hydro-geochemistry for surface water quality assessment, Chahnimeh reservoirs in the Sistan and Baluchestan Province. Iranian Journal of Health and Environment, 11(4): 575-586.

Iranian National Standards Organization. 1992. Water quality – Determination of pond water fish culture for common cold and warm water fishes-Specification (8726). 21p.

Kazi T.G., Arain M.B., Jamali M.K., Jalbani N., Afridi I., Sarfraz R.A., Baig J.A., Shah A.Q. 2009. Assessment of water quality of polluted lake using multivariate statistical techniques: A case study. Ecotoxicology and Environmental Safety, 72:301-309.

Maleri M., 2011. Effects of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) cage culture on Western Cape irrigation reservoirs. (Doctoral dissertation, Stellenbosch: University of Stellenbosch). 296p.

Mirzajani A.R., Khodaparast H., Abdolmaleki S., Borani M., Sadeginezhad E., Moradi M., Babaei H., Bageri S., Khatib S., Zahmatkesh Y., Yousefzad A., Mohsen Pour H., Saiad Rahim M., Tajadod J., Iranpour M., Madadi F., Sedaghat Kish A. 2016 .Study of Shovier and Mirzakhanlo dam reservoirs in Zanjan province in order to aquaculture activity. Iranian Fisheries Science Research Institute. 90p.

Norozi N., Ghorbani R., Hajimoradlou A., Hedayati A., Molayi, M., Naeimi, A., Vesaghi M. 2015. Assessment of the health status of the Ziyarat Stream based on NSFWQI quality index (Golestan Province). Journal of utilization and cultivation of aquatics, 4(2): 111-122.

Paul R., 2007. Best Available Science for Wetland of Island County, Washington: Review of Published Literature. Prepared for: Island County Department of Planning and Community Development, 78 p.

Rice E.W. 2012. Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington, DC: American public health association. (10): 40p.

Rickwood C.J., Carr G.M. 2009. Development and sensitivity analysis of a global drinking water quality index. Environmental monitoring and assessment, 156(1): 73-90.

Sabkara J., Makaremi M. 2013. The density and distribution of the plankton, and their role in fish culture in Aras reservoir dam. Journal of aquaculture development, 7(2): 41-59.

Schultz M.T. 2001. A critique of EPA's index of watershed indicators. Journal of environmental management, 62(4): 429-442.

نحوه استناد به این مقاله:

منصوری ب.، فاضل ع.، پورصوفی ط.، قرنجیک ب.م.، عباسی ف. ۱۴۰۱. بررسی کیفیت آب پشت سد گلستان به‌منظورفعالیت‌های آبزی‌پروری با استفاده از شاخص WQI، استان گلستان. نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی، (۴)۱۰: ۲۷-۲۰ .
https://doi.org/10.22034/jair.10.4.2

Mansouri B., Fazel A., Poursoufi T., Gharanjik B.M., Abbasi F. 2023. Investigating the quality of water behind the Golestan dam for aquaculture activities using the WQI index, Golestan Province. Journal of Applied Ichthyological Research, 10(4): 20-27. https://doi.org/10.22034/jair.10.4.2

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.22034/jair.10.4.2]

Investigating the quality of water behind the Golestan dam for aquaculture activities using the WQI index, Golestan Province

Mansouri B[*1]., Fazel A[1]., Poursoufi T[1]., Gharanjik B.M[1]., Abbasi F[2].

[1] Research Institute of Fisheries Sciences, Inland Water Aquatic Resources Research Center, Gorgan, Iran.

[2] Ph.D. student of fishing and aquatic exploitation, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

Type:

Original Research Paper

https://doi.org/10.22034/jair.10.4.2

Paper History:

Received: 30-07-2022
Accepted: 09-11- 2022

Corresponding author:

Mansouri B. Research Institute of Fisheries Sciences, Inland Water Aquatic Resources Research Center, Gorgan, Iran.

Email: mansouri_b2000@yahoo.com

Abstract

The lakes behind the dam considered as semi-natural water resources and have a special status in aquaculture. Determination patterns of biotic and abiotic parameter changes in reservoirs is very crucial in management goals. Water quality index based on 12 physical and chemical parameters (including water temperature, dissolved oxygen, salinity, acidity, electrical conductivity, suspended solids, total hardness, total alkalinity, nitrate, ammonia, Phosphate and total phosphorus) evaluated monthly in seven stations of Golestan dam reservoir in Gonbad City. Change of water quality index ranged from 45 to 95, which was due to the increase of nitrates and ammonia in some seasons, especially the warm growing seasons. It seems that for the purpose of aquaculture, annual monitoring of water quality parameters should be carry out.

Keywords: Golestan -Physicochemical properties-Dom Golestan-WQI-Aquaculture

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.22034/jair.10.4.2]