Archive of SID

محیط زیست طبیعی، منابع طبیعی ایران، دوره۷۳، شماره۳، پاییز ۱۳۹۹
صفحات ۵۷۱ تا ۵۸۳

ارزیابی کیفیت آب دریاچه سد گاران مریوان با استفاده از شاخص کیفی NSFWQI

عرفان کریمیان[۱*]، برزان بهرامی کمانگر[۲]، حبیبا.. محمدی[۱] و ادریس قادری[۳]

۱- استادیار گروه شیلات دانشکده منابع طبیعی دانشگاه کردستان

۲ - دانشیار گروه شیلات دانشکده منابع طبیعی دانشگاه کردستان

۳- کارشناس گروه شیلات دانشکده منابع طبیعی دانشگاه کردستان

(تاریخ دریافت۹۹/۰۱/۲۷-تاریخ پذیرش۹۹/۰۴/۱۴)

چکیده:

پایش کیفی مستمر منابع آب از ابزارهای اصلی مدیریت و حفاظت از این منابع با ارزش به حساب می‌آید. استان کردستان از نظر آب‌های سطحی و زیرزمینی یکی از استان‌های مهم کشور محسوب می‌گردد و سد گاران مریوان می‌تواند نقش مهمی را در تأمین آب شرب، فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی داشته باشد. بدین منظور برای تعیین کیفیت آب با استفاده از شاخص NSFWQI، ۹ عامل فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب دریاچه سد گاران از مردادماه ۱۳۹۶ تا تیرماه ۱۳۹۷ در ۴ ایستگاه بررسی شد. نتایج نشان داد که میانگین دمای آب دریاچه ۶/۷±۱۱/۱۳ درجه سانتی‌گراد و غلظت اکسیژن محلول لایه سطحی و عمقی به‌ترتیب ۸/۴۴ و ۳/۸۷ میلی‌گرم بر لیتر بود. میانگین سالانه نیترات، فسفات، BOD_5، TS و pH به ترتیب برابر با ۰/۴۹±۰/۶۶، ۰/۰۳±۰/۰۵۲، ۲/۵±۱/۳۲، ۵۶/۵۷±۱۵۶/۹۱ میلی‌گرم بر لیتر و ۰/۳۳±۷/۹۹ بود. میانگین کلی‌فرم مدفوعی نیز MPN ۸/۶۹±۲۰/۱۵ به‌دست آمد که کم‌ترین میانگین آن در مهرماه (MPN ۰/۲۵) و بیشترین آن در اسفندماه (MPN ۲۰۸) مشاهده گردید. همچنین کیفیت آب دریاچه براساس میزان شاخص NSFWQI (۷۰/۷۱) دارای درجه خوب بود. به‌طورکلی، اگرچه تغییرات زمانی و مکانی در بعضی عوامل اندازه‌گیری شده مشاهده گردید اما طبق نتایج به‌دست آمده از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و شاخص NSFWQI، کیفیت آب سد گاران طی ماه‌های مختلف در طبقه متوسط تا خوب قرار داشت بنابراین برای فعالیت‌های کشاورزی، صنعتی و حتی آب شرب بعد از تصفیه متداول مطلوب ارزیابی گردید.

کلید واژگان: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، شاخص کیفی NSFWQI، سد گاران، مریوان، کردستان.

* نویسنده مسئول؛ تلفن : ۰۸۷۳۳۶۲۰۵۵۱ ایمیل: erfankarimian88@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

مخازن آبی به عنوان یکی از مهم‌ترین منبع‌های تأمین و انتقال آب مصرفی بخش‌های کشاورزی، صنعت و مصارف شهری، پیش نیاز اساسی برای رشد و گسترش اقتصادی، سیاسی و فرهنگی کشور است. رشد جمعیت و آلودگی‌های ناشی از تخلیه انواع فاضلاب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی، شیرابه‌های محل دفع زباله و روان آب‌های سطحی باعث گسترش آلودگی و محدودتر شدن منابع آبی شده است (Samadi *et al*., 2009). 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). از طرفی، احداث سد و ذخیره نمودن جریان سطحی، خود می‌تواند به سبب عواملی مانند تبخیر، ساکن بودن آب، لایه‌بندی دمایی، رسوب‌گذاری، غنی شدن آب دریاچه از مواد مغذی سبب تغییر در خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی آب مخزن را فراهم آورد (Carney,2009). بنابراین تعیین وضعیت کیفی منابع آب برای تعیین نوع کاربری، اتخاذ راهکارهای مناسب برای جلوگیری از کاهش کیفیت آب و یا بهبود آن ضروری به نظر می‌رسد (Ramirez & Solano, 2004). یکی از شاخص‌های کیفی پرکاربرد و ساده آب در سطح دنیا، شاخص NSFWQI سازمان بهداشت ملی آمریکاست که توسط Brown و همکاران (۱۹۷۰) ارائه گردید (Landwehr & Deinigner, 1976) که با بیان نتایج به زبان ساده و قابل فهم، نقش بسیار مهمی در بررسی کیفی آب‌ها ایفا می‌کند و می‌توان دید مناسبی از وضعیت کیفی آب‌های سطحی و رودخانه‌ها به‌دست آورد. مطالعاتی پیرامون وضعیت کیفی منابع آبی در ایران با استفاده از شاخص‌های کیفی انجام شده است (Nikonahad *et al*., 2006; Samarghandi *et al*., 2013; Ebrahimpour & Mohammadzadeh, 2013; Fallah & Fakheran, 2017; Kazemi *et al*., 2018; Kord tammini *et al*., 2019) که آن‌ها شاخص کیفی NSFWQI را به عنوان یکی از مناسب‌ترین شاخص‌ها برای ارزیابی کیفیت آب معرفی کردند. استان کردستان به‌عنوان یکی از استان‌های مهم کشور از نظر آب‌های سطحی و زیرزمینی دارای شش حوضه آبریز عمده است که بخش عمده‌ای از منابع آبی ایران را تشکیل می‌دهد و با تعداد ۳۹ سد در حال مطالعه، اجرای بدنه و یا بهره‌برداری قابلیت تنظیم سالیانه ۴/۵٪ از آب‌های کشور را داشته و حدود ۲/۸٪ از حجم مخازن سدهای کشور را به خود اختصاص می‌دهد (Company of Iranian Water Resources Management, 2017). سد گاران مریوان با حجم مخزن ۹۲ میلیون متر مکعب و مساحت حدود ۴۵۰ هکتار با هدف تامین آب کشاورزی زمین‌های پایاب و تامین آب شرب شهر مریوان در سال ۱۳۹۴ به‌عنوان یکی از استعدادهای بالقوه در زمینه فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی آبگیری شد. بنابراین هدف از این تحقیق بررسی کیفیت آب سد گاران مریوان با استفاده از شاخص NSFWQI برای تعیین مصارف مختلف آب، اتخاذ تصمیم‌ها و انجام اقدامات موثر بود.

۲. مواد و روش‌ها

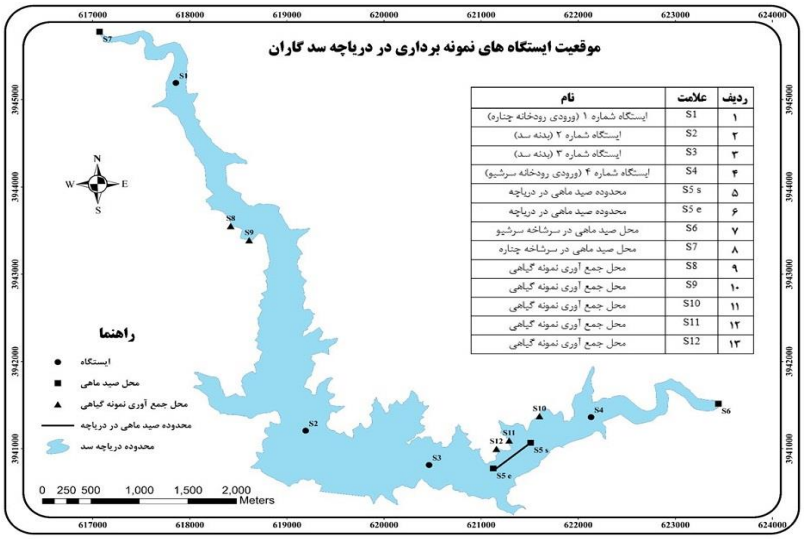
۱.۲. منطقه مورد مطالعه و ایستگاه‌های نمونه‌برداری

دریاچه سد گاران در شهرستان مریوان در غرب استان کردستان با موقعیت طول جغرافیایی ′۱۹ °۴۶

www.SID.ir

Archive of SID

و عرض جغرافیایی ´۳۶ °۳۵ روی شاخه اصلی رودخانه گاران و در حد فاصل دو روستای ویله و دویسه در مجاورت جاده مریوان به سقز قرار دارد. با توجه به بررسی‌های اولیه و مورفولوژی سد گاران تعداد۴ ایستگاه نمونه‌برداری (S1-S4) در موقعیت‌های مختلف (بر اساس ورودی‌ها و عمق‌های مختلف مخزن دریاچه سد) تعیین گردید (شکل۱). با توجه به عمق ایستگاه، در ایستگاه‌های ورودی شامل ایستگاه‌های ۱ و ۴ نمونه‌برداری فقط از لایه سطحی و در ایستگاه‌های ۲ و ۳ واقع در بدنه دریاچه سد از سه لایه (۰/۵ متر زیر سطح آب به‌عنوان لایه سطحی، عمق ۱۵ متری به‌عنوان لایه میانی و ۱ متر بالای بستر در عمقی با میانگین ۴۰ متر به‌عنوان لایه عمقی) و هر لایه با یک تکرار به‌مدت یکسال (۹۷-۱۳۹۶) و به‌صورت ماهانه توسط گروه شیلات دانشگاه کردستان انجام شد.



ردیف	علامت	نام
۱	S1	ایستگاه شماره ۱ (ورودی رودخانه چناره)
۲	S2	ایستگاه شماره ۲ (بدنه سد)
۳	S3	ایستگاه شماره ۳ (بدنه سد)
۴	S4	ایستگاه شماره ۴ (ورودی رودخانه سرشیو)
۵	S5 s	محدوده صید ماهی در دریاچه
۶	S5 e	محدوده صید ماهی در دریاچه
۷	S6	محل صید ماهی در سرشاخه سرشیو
۸	S7	محل صید ماهی در سرشاخه چناره
۹	S8	محل جمع آوری نمونه گیاهی
۱۰	S9	محل جمع آوری نمونه گیاهی
۱۱	S10	محل جمع آوری نمونه گیاهی
۱۲	S11	محل جمع آوری نمونه گیاهی
۱۳	S12	محل جمع آوری نمونه گیاهی

شکل ۱- نقشه دریاچه سد گاران مریوان و موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری (کردستان، سال ۹۷-۱۳۹۶)

۲.۲. روش‌های اندازه‌گیری

نمونه‌برداری از آب دریاچه سد به‌وسیله دستگاه روتنر صورت گرفت. برخی از عوامل فیزیکی و شیمیایی آب شامل pH، دما و اکسیژن محلول در محل نمونه‌برداری با استفاده از دستگاه پرتابل (HQ 30d flexi) اندازه‌گیری شد (Wetzel & likens, 1991). سایر عوامل فیزیکی و شیمیایی (نیترات، فسفات کل، اکسیژن‌خواهی بیوشیمیایی، ذرات کل و کدورت) پس از تهیه نمونه آب و انتقال آن، در آزمایشگاه بوم‌شناسی آبزیان دانشکده منابع طبیعی دانشگاه کردستان با استفاده از دستگاه فتومتر (Plaintest 8000) با استفاده از روش‌کار استاندارد برای آزمایش آب که توسط انجمن بهداشت عمومی آمریکا ارائه شده اندازه‌گیری شدند (APHA[1], 2005). برای بررسی میزان کلی‌فرم مدفوعی، آب نمونه‌برداری شده به‌وسیله دستگاه نمونه‌بردار روتنر در هر ایستگاه بلافاصله به درون ظروف استریل و در کنار یخ منتقل و بر اساس روش بیشترین شمارش احتمالی MPN (Most Probable Number) در آزمایشگاه تشخیص دامپزشکی پاستور سنندج اندازه‌گیری شد (APHA, 2005). مقایسه مقادیر عوامل فیزیکی، شیمیایی و میکروبی تحقیق حاضر با مقادیر استاندارد و دامنه طبیعی شرایط آب شرب و آبیاری مطابق با جدول ۴ انجام گردید.

۳.۲. ارزیابی کیفیت آب دریاچه سد گاران با استفاده از شاخص کیفی آب NSFWQI

1- American Public Health Association

www.SID.ir

Archive of SID

برای محاسبه این شاخص ۹ عامل اصلی فیزیکی و شیمیایی و میکروبی آب که در جدول ۱ آمده است، مورد استفاده قرار گرفت. در محاسبه این شاخص باید دقت نمود که میزان اکسیژن محلول مورد نظر نیست بلکه درصد اشباع آن مورد نیاز است که برای محاسبه آن نیز از نرم‌افزار آنلاین مربوطه استفاده گردید (Brian, 2010). همچنین برای شاخص NSFWQI نرم افزار Online این شاخص مورد استفاده قرار گرفت.

میزان WQI برای کیفیت آب در محدوده‌ی بین ۰-۱۰۰ قرار دارد. دامنه ۹۰-۱۰۰ دارای کیفیت آب عالی، ۷۰-۹۰ خوب، ۵۰-۷۰ متوسط، ۲۵-۵۰ بد و ۰-۲۵ کیفیت آب بسیار بد ارزیابی می‌گردد (جدول۲). میانگین داده‌های اندازه‌گیری شده، وارد نرم افزار WQI شده و سپس میزان شاخص‌ها به‌طور جداگانه برای هر ماه محاسبه شد.

جدول ۱- عوامل فیزیکی و شیمیایی مورد نیاز و وزن انتخاب شده برای محاسبه شاخص NSFWGI (Brian, 2010)

ردیف	عامل	واحد	وزن
۱	اکسیژن محلول (DO)	درصد اشباع	۰/۱۷
۲	کلی‌فرم مدفوعی (FC)	MPN	۰/۱۶
۳	پی اچ (pH)	-	۰/۱۱
۴	اکسیژن‌خواهی بیوشیمیایی (BOD_5)	میلی‌گرم بر لیتر (ppm)	۰/۱۱
۵	دما	درجه سلیسیوس (C°)	۰/۱۰
۶	نیترات	میلی‌گرم بر لیتر (ppm)	۰/۱۰
۷	فسفات کل	میلی‌گرم بر لیتر (ppm)	۰/۱۰
۸	کدورت (Turbidity)	NTU	۰/۰۸
۹	ذرات کل (TS)	میلی‌گرم بر لیتر (ppm)	۰/۰۷

جدول ۲- محدوده شاخص NSFWQI و توصیف کیفی آن (Shokuhi *et al.*, 2012)

محدوده شاخص	وضعیت	کلاس‌بندی و نوع استفاده از آب
۹۰-۱۰۰	عالی	دارای حالت طبیعی، در صورت استفاده از آن برای تأمین آب شرب نیاز به تصفیه ندارد، مناسب برای فعالیت‌های شیلاتی و گونه‌های حساس آبی.
۷۰-۹۰	خوب	در صورت استفاده از آن برای تأمین آب شرب نیازمند تصفیه متداول است، مناسب برای پرورش ماهی و گونه‌های حساس آبی و مناسب برای مقاصد تفریحی چون شنا.
۵۰-۷۰	متوسط	در صورت استفاده از آن برای تأمین آب شرب نیازمند تصفیه پیشرفته است، مناسب برای پرورش ماهی و گونه‌های مقاوم آبی و مناسب برای شرب حیوانات اهلی.
۲۵-۵۰	بد	مناسب برای آبیاری اراضی کشاورزی.
۰-۲۵	بسیار بد	برای هیچ‌کدام از استفاده‌های مذکور مناسب نیست.

www.SID.ir

Archive of SID

۳. نتایج

مقدار میانگین و انحراف معیار عوامل فیزیکی و شیمیایی و میکروبی مورد بررسی آب دریاچه‌ی پشت سد گاران در لایه‌های مختلف طی دوره مطالعه در جدول ۳ آورده شده است. تعیین میانگین دمای آب دریاچه سد گاران نشان داد که کمترین و بیشترین میانگین آن به‌ترتیب در بهمن‌ماه (۶/۰۱±۰/۳۳ درجه سانتی‌گراد) و مردادماه (۱۶/۹۵±۱/۱۲ درجه سانتی‌گراد) به‌دست آمد. میانگین سالانه دمای آب در لایه‌های میانی و عمقی ۶/۶۲ درجه سانتی‌گراد و در کل دریاچه ۶/۷ ± ۱۱/۱۳ درجه سانتی‌گراد به‌دست آمد. همچنین میانگین اکسیژن محلول در لایه‌های مورد بررسی ۶/۱۶±۲/۹۴ میلی‌گرم بر لیتر به‌دست آمد که بیشترین میزان آن در اسفندماه مشاهده گردید. میانگین کل pH آب دریاچه سد گاران ۷/۹۹±۰/۳۳ بود که بیشترین میزان آن در ماه اردیبهشت اندازه‌گیری شد. سایر عوامل اندازه‌گیری شده طی ماه‌های مختلف در جدول ۳ نشان داده شده است.

۱.۳. ارزیابی کیفیت آب دریاچه سد گاران با استفاده از شاخص کیفی آب NSFWQI

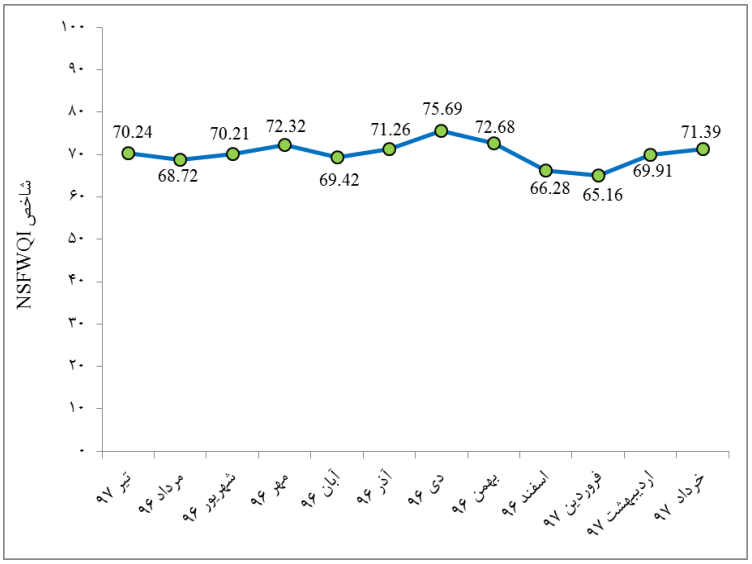
با توجه به نتایج این شاخص کیفیت آب دریاچه در ماه‌های تیر، شهریور، مهر، آذر، دی، بهمن و خرداد در محدوده کیفی خوب قرار داشت و در دیگر ماه‌ها کیفیت آب دریاچه متوسط ارزیابی گردید (شکل ۲).

جدول ۳- میانگین (± انحراف معیار) عوامل فیزیکی و شیمیایی آب دریاچه سد گاران مریوان طی ماه‌های مختلف، ۹۷-۱۳۹۶

ماه / عامل	دمای آب (C°)	کدورت (NTU)	اکسیژن محلول (mg/l)	pH	BOD_5 (mg/l)	فسفات (mg/l)	نیترات (mg/l)	ذرات کل (mg/l)	کلی‌فرم مدفوعی (MPN)
تیر ۹۷	۱۶/۰۸±۰/۳۹	۲/۴۳±۰/۳۶	۴/۳۴±۲/۸۱	۷/۸±۰/۳۷	۰/۶۸±۰/۷	۰/۰۲۲±۰/۰۱	۰/۸۷±۰/۳۴	۱۳۱/۱۲±۱۳/۶۶	۰/۵۰±۰/۰۲
مرداد ۹۶	۱۶/۹۵±۱/۱۲	۳/۳۷±۱/۷۶	۴/۹۹±۱/۹۵	۷/۹۹±۰/۳۲	۱/۵±۳/۲	۰/۰۷±۰/۰۳	۰/۱۸±۰/۳۲	۱۴۲±۷/۶۹	۱/۰۰±۰/۰۲
شهریور ۹۶	۱۴/۳۶±۰/۴۲	۳/۷۵±۲/۲۵	۴/۶۵±۲/۴۹	۷/۹۲±۰/۳۳	۰/۵۶±۰/۸۲	۰/۰۷۹±۰/۰۳	۰/۱۷±۰/۱۴	۱۳۲/۶۲±۵/۱۵	۰/۵±۰/۰۱
مهر ۹۶	۱۱/۴۲±۰/۲۵	۴/۲۹±۰/۹۶	۴/۷۸±۲/۷	۷/۹۸±۰/۳۴	۰	۰/۰۴±۰/۰۱	۰/۱۶±۰/۱۱	۱۴۴/۵±۱۶/۹۷	۰/۲۵±۰/۰۱
آبان ۹۶	۱۰/۱۸±۰/۲۵	۴±۱/۴۶	۴/۹۸±۳/۰۱	۷/۸۸±۰/۳۴	۰/۵۱±۰/۷۳	۰/۰۴±۰/۰۳	۱/۰۸±۰/۲۱	۱۴۳/۷۵±۱۳/۴۶	۱/۵±۰/۰۳
آذر ۹۶	۷/۴۷±۰/۲۵	۲/۴۴±۰/۴۹	۶/۰۶±۲/۸۴	۷/۹۲±۰/۲۸	۰/۲۵±۰/۳۷	۰/۰۴±۰/۰۲	۱/۵۲±۰/۴۱	۱۵۰/۱۲±۱۱/۶۹	۱/۶۳±۰/۰۴
دی ۹۶	۶/۶±۰/۰۹	۲/۲۱±۰/۱۴	۷/۱۹±۲/۰۹	۷/۹۳±۰/۱۸	۰/۵۵±۱/۱۵	۰/۰۸±۰/۰۰۳	۰/۶۲±۰/۲۵	۱۴۶/۸۷±۶/۹۵	۱/۰۰±۰/۰۳
بهمن ۹۶	۶/۰۱±۰/۳۳	۲/۷۱±۰/۹۴	۷/۵۳±۱/۴۲	۸/۰۸±۰/۱۵	۰/۱۲±۰/۳۵	۰/۰۹±۰/۰۵	۰/۲۶±۰/۰۸	۱۴۸/۷۵±۴/۷۷	۷/۱۳±۰/۳۰
اسفند ۹۶	۸/۱±۰/۵	۱۰/۶۴±۳/۸۱	۸/۳۹±۱/۴۳	۸/۱۷±۰/۲۲	۲/۹۲±۳/۸۶	۰/۰۷±۰/۰۳	۰/۷۵±۰/۲۲	۱۴۵/۸۷±۱۵/۹۶	۲۰۸/۱۳±۸/۷۹
فروردین ۹۷	۹/۹۶±۰/۲۴	۸/۴۵±۲/۰۱	۷/۱۷±۲/۷۱	۸±۰/۳۶	۶/۴۶±۳/۳۸	۰/۰۱۹±۰/۰۱	۰/۹۶±۰/۱	۳۳۷/۵±۷۱۶	۲/۳۸±۰/۰۹
اردیبهشت ۹۷	۱۱/۷۵±۰/۲۲	۱۰/۵۳±۵/۵۳	۸/۰۳±۴/۳۶	۸/۲±۰/۴۸	۱/۵±۲	۰/۰۲±۰/۰۰۶	۰/۶۳±۰/۲۹	۱۳۵±۱۳/۶	۱۶/۷۵±۰/۵۹
خرداد ۹۷	۱۴/۷۳±۰/۶۲	۳/۱۴±۱/۸۹	۵/۸±۳/۷۲	۷/۹۹±۰/۳۹	۰/۸۷±۱/۱۲	۰/۰۲±۰/۰۰۴	۰/۷±۰/۵۸	۱۲۴/۸۷±۱۸/۷۵	۰/۷۵±۰/۰۲
سالانه	۱۱/۱۳ ± ۶/۷	۴/۸۳±۳/۷۴	۶/۱۶±۲/۹۴	۷/۹۹±۰/۳۳	۱/۳۲±۲/۵	۰/۰۵۲±۰/۰۳	۰/۶۶±۰/۴۹	۱۵۶/۹۱±۵۶/۵۷	۲۰/۱۵±۸/۶۹

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- تعیین کیفیت آب دریاچه سد گاران با استفاده از شاخص NSFWQI طی ماه‌های مختلف، ۱۳۹۷-۱۳۹۶

۴. بحث و نتیجه‌گیری

بررسی عوامل فیزیکی و شیمیایی آب و تعیین شاخص‌های کیفی منابع آبی برای مصارف مختلف مانند شرب، آبزی‌پروری، کشاورزی و صنعت بسیار ضروری است. دمای لایه سطحی آب دریاچه سد گاران با میانگین سالانه ۱۵/۶۱ درجه سانتی‌گراد، طی دوره مطالعه نشان داد که تغییرات آن از بهمن تا مردادماه روند افزایشی اما از مرداد تا بهمن‌ماه روند کاهشی داشت که این تغییرات بیشتر تحت تأثیر دمای هوا (با میانگین سالانه ۲۰/۵۹ درجه سانتی‌گراد) قرار داشت (r=۰/۹۲). لازم به ذکر است که لایه ترموکلاین دریاچه سد گاران در عمق ۱۵-۱۰ متری به‌صورت مشخص و بارز از خردادماه تشکیل و در آذرماه از بین می‌رود.

اکسیژن محلول (DO) 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 (Egemen, 2011). در این تحقیق میانگین سالانه اکسیژن محلول لایه سطحی ۸/۴۴ میلی‌گرم بر لیتر بود که از این نظر بخصوص برای انواع مصارف شامل شرب، فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی وضعیت مناسبی دارد. اما میزان این عامل در لایه‌های عمقی بر اساس زمان و تشکیل لایه ترموکلاین متفاوت بود به‌طوری‌که، در لایه‌های میانی و عمقی با میانگین سالانه ۳/۸۷ میلی‌گرم بر لیتر، بیشترین میانگین آن با ۷/۶ میلی‌گرم بر لیتر در اسفندماه و کمترین آن ۱/۷۱ میلی‌گرم بر لیتر در تیرماه به‌دست آمد. در مطالعه حاضر اگرچه کمترین غلظت اکسیژن محلول در لایه‌های عمقی در تیرماه با میزان ۱/۷۱ میلی‌گرم بر لیتر به‌دست آمد اما میانگین سالانه آن برای این لایه‌ها با وجود عمیق بودن دریاچه مقدار نسبتاً بالایی بود به‌طوری که، در بعضی ماه‌ها دارای مقادیر بالاتری (DO>۶ میلی‌گرم بر لیتر) بود. این نشان می‌دهد دریاچه سد گاران به لحاظ میزان اکسیژن محلول حتی در لایه‌های عمقی نیز شرایط نسبتاً مطلوب قرار دارد (Wang *et al.*, 1999).

www.SID.ir

Archive of SID

آب دریاچه سد گاران با میانگین سالانه pH ۷/۹۹ و دامنه تغییرات بین ۸/۹۳-۷/۲۷، در محدوده طبیعی آب‌های با کیفیت مطلوب برای شرب و آبیاری (جدول ۴) و فعالیت‌های شیلاتی بود که مطابق با دستورالعمل آبزی‌پروری، میزان آن برای آبزیان آب شیرین باید بین ۹-۶/۵ باشد (DWAF, 1996) و این میزان می‌تواند بیانگر میزان مطلوب قلیائیت (با میانگین سالانه ۱۳۸/۵۹ میلی‌گرم بر لیتر) دریاچه برای جلوگیری از نوسانات شدید pH باشد. معمولاً تغییرات سالانه و فصلی pH تحت تأثیر تولیدات اولیه، ترکیب شدن و یا رهاسازی یون هیدروژن در فرآیند تثبیت دی‌اکسید کربن طی فتوسنتز است (Maleri, 2011). بررسی میانگین فصلی pH نشان داد که بیشترین میزان آن در لایه‌ی سطحی در فصل بهار مشاهده گردید و بین سایر فصول اختلاف قابل ملاحظه نبود. احتمال می‌رود که این افزایش قابل ملاحظه pH با افزایش فراوانی جمعیت فیتوپلانکتونی و شکوفایی جلبکی مشاهده شده طی فصل بهار و در نتیجه افزایش تولیدات اولیه در ارتباط باشد (Bahrami Kamangar & Mohammadi, 2018). در بررسی میانگین این عامل بین لایه‌های سطحی و عمقی طی ماه‌های مختلف مشخص گردید که میزان آن در لایه‌ی سطحی با میانگین سالانه ۸/۲۳ بیشتر از لایه‌های عمقی ۷/۷۴ بود (شکل ۳) و دامنه بیشتر تغییرات در فصل بهار (۰/۷۲) مشاهده گردید تا این‌که در فصل زمستان میزان تغییرات به حداقل (۰/۱۹) رسید. علت این کاهش تغییرات میزان pH در فصل زمستان بین لایه‌های مذکور زمانی اتفاق افتاد که با کمترین میزان دی‌اکسیدکربن مشاهده شده (۲/۲۳ میلی‌گرم بر لیتر) و بیشترین میزان pH (۸/۰۸) در لایه‌های عمقی همراه با کاهش میزان دی‌اکسیدکربن لایه‌های عمقی در فصل زمستان ناشی از افزایش میزان اکسیژن محلول در نتیجه اختلاط آب و کاهش تجزیه مواد آلی به دلیل کاهش کلی دمای آب روبرو بودیم.

جدول ۴- مقایسه عوامل کیفی آب برای کاربردهای گوناگون با استاندارد شرب و آبیاری (FAO, 2005; WHO, 2008)

عامل	میانگین اندازه‌گیری شده	حد مجاز شرب WHO	نتیجه	حد مجاز آبیاری FAO	نتیجه
دمای آب (C°)	۱۱/۱۳ ± ۶/۷	۱۵	مطلوب	-	
pH	۷/۹۹±۰/۳۳	۸-۵	مطلوب	۸-۴	مطلوب
اکسیژن محلول (mg/l)	۶/۱۶±۲/۹۴	۴	مطلوب	۲	مطلوب
اکسیژن‌خواهی بیوشیمیایی (mg/l)	۱/۳۲±۲/۵	۳	مطلوب	۱۰۰	مطلوب
کل مواد جامد محلول (mg/l)	۱۵۶/۹۱±۵۶/۵۷	۱۰۰۰	مطلوب	۴۵۰	مطلوب
کدورت (NTU)	۴/۸۳±۳/۷۴	۵	مطلوب	۵	مطلوب
فسفات (mg/l)	۰/۰۵۲±۰/۰۳	۵	مطلوب	-	
نیترات (mg/l)	۰/۶۶±۰/۴۹	۵۰	مطلوب	۵	مطلوب
کلی‌فرم مدفوعی (MPN)	۲۰/۱۵±۸/۶۹	۰	نامطلوب	۴۰۰	مطلوب

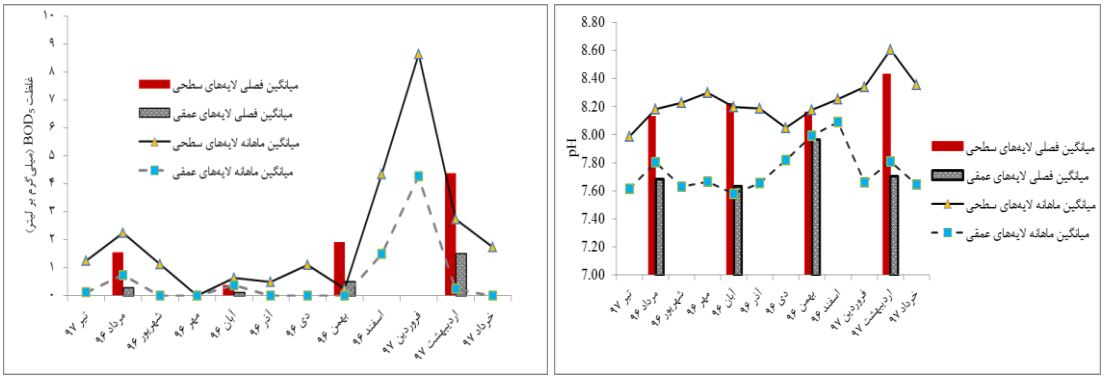
با بررسی تغییرات میانگین فصلی اکسیژن‌خواهی بیوشیمیایی (BOD_5) دریاچه سد گاران مشخص گردید که بیشترین میزان در فصل بهار و کمترین نیز در فصل پائیز مشاهده شد (شکل ۳). این عامل معمولاً

www.SID.ir

Archive of SID

با شروع فصل رشد و افزایش دما در فصول گرم افزایش می‌یابد. از دیگر دلایل افزایش مقدار BOD_5 می‌توان به افزایش ورود منابع آلوده کننده ناشی از افزایش فعالیت‌های کشاورزی و روستایی و پساب‌های آن به ورودی دریاچه اشاره نمود چراکه میزان آن در ایستگاه‌های ۱ و ۴ به عنوان ایستگاه‌های ورودی از ایستگاه‌های دریاچه‌ای بیشتر بود. اتحادیه‌ی اروپا مقدار مناسب BOD_5 را برای حفاظت از آزاد ماهیان ۳≤ میلی گرم بر لیتر و برای کپورماهیان ۶≤ میلی گرم بر لیتر توصیه کرده است (Enderlein, 1996). همچنین براساس مقادیر استاندارد، میانگین سالانه BOD_5 دریاچه‌ی سد گاران (۳> میلی‌گرم بر لیتر) درمحدوده‌ی آب‌های سالم جای دارد جدول۴ و مقدار آن با توجه به استاندارد کیفیت آب آمریکا که حداکثر مجاز آن را ۵ میلی‌گرم بر لیتر تعیین نموده است، بسیارکم‌تراست.

.



شکل ۳. تغییرات میانگین ماهانه و فصلی pH و BOD_5 در لایه‌های مختلف دریاچه سد گاران، ۱۳۹۷-۱۳۹۶

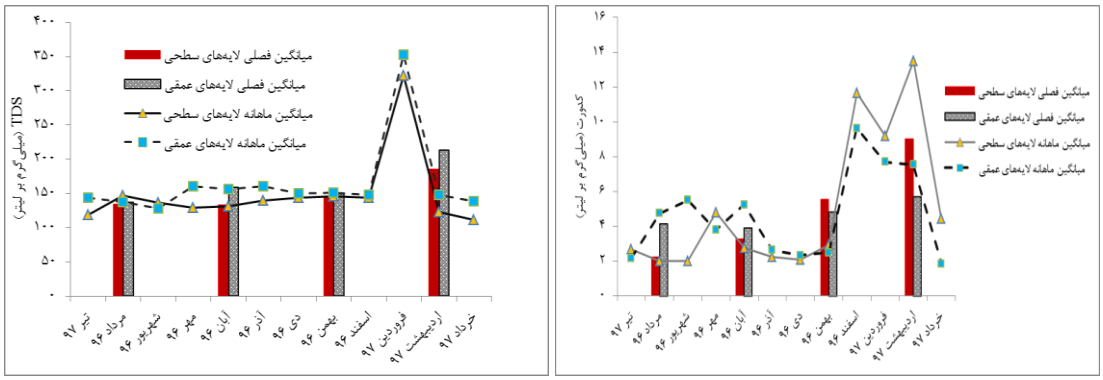
میزان کدورت توصیه شده در آب شرب و آبیاری مطابق با استانداردها ۵ (NTU) گزارش شده است (WHO, 2008) که در مطالعه حاضر با میانگین سالانه کدورت ۴/۸۳ (NTU) می‌تواند نشاندهنده کیفیت مطلوب آب دریاچه باشد. به‌نظر می‌رسد عامل کاهش کدورت همراه با افزایش شفافیت در فصول تابستان و پائیز ناشی از کاهش بارندگی و رواناب‌ها (با توجه به کمبود بارندگی در فصل پائیز و شروع دیرهنگام آن در زمان مطالعه)، عدم تلاطم آب سطحی و همچنین وجود لایه‌بندی شدید بخصوص در تابستان باشد که سبب آرام شدن تدریجی جریان آب و در نتیجه ته‌نشینی عوامل کدورت‌زا باشد (Kord tamini *et al.*, 2019). در حالی‌که، افزایش آن در فصول زمستان و بخصوص بهار (شکل ۴) با افزایش بارندگی و رواناب‌های زیاد، وجود امواج، شکست لایه‌بندی دمایی در زمستان و اختلاط کارآمد عمودی و افزایش جمعیت فیتوپلانکتونی (شکوفایی فیتوپلانکتونی در اردیبهشت‌ماه) در فصل بهار مرتبط باشد (Leory *et al.*, 2007; Karimian, 2016) که با نتایج مطالعه Samarghandi و همکاران (۲۰۱۳) در سد مخزنی اکباتان همخوانی داشت.

میزان TS کم نشان‌دهنده‌ی تمیزی منابع آبی است (Aiyesanmi *et al.*, 2003) و طبقه‌بندی آب‌های غیرآلوده بر اساس میزان TS تا ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر گزارش شده است (Guidelines for Canadian Drinking Water Quality, 2003). در مخزن دریاچه سد گاران میانگین میزان TS ۱۵۶/۹۱ میلی‌گرم بر لیتر بود که در مقایسه با مقادیر استاندارد (جدول ۴) بسیار مناسب بوده و برای مصارف مختلف کاربرد دارد. بررسی تغییرات میانگین فصلی ذرات محلول کل دریاچه سد گاران نشان داد که روند تغییرات در فصول مختلف نسبتاً جزئی بود بجز این‌که در فصل بهار و فقط در فروردین‌ماه

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش قابل ملاحظه آن در لایه‌های مختلف، ناشی از افزایش مواد محلول در اثر وقوع بارندگی‌های اولیه و شدید مشابه با نتایج مطالعه Samarghandi و همکاران (۲۰۱۳) در سد مخزنی اکباتان مشاهده گردید (شکل ۴).



شکل ۴- تغییرات میانگین ماهانه و فصلی کدورت و مواد جامد محلول در لایه‌های مختلف دریاچه سد گاران، ۱۳۹۷-۱۳۹۶.

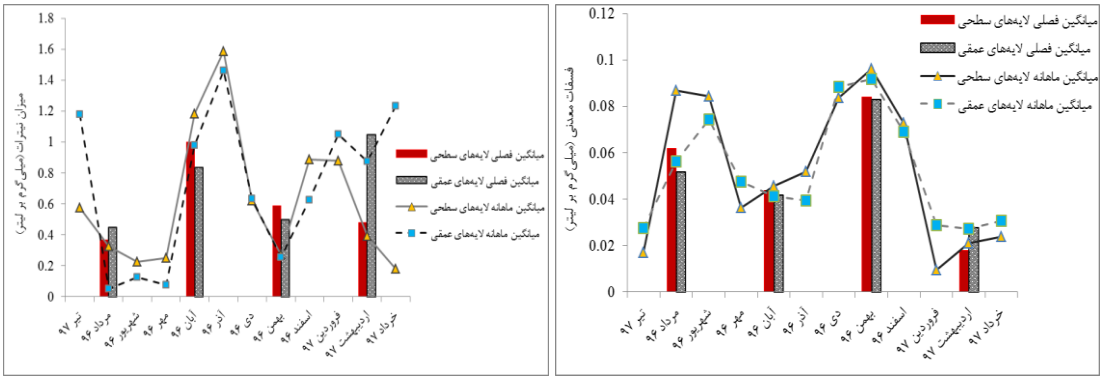
میانگین فصلی فسفات آب دریاچه سد گاران نشان داد که بیشترین میزان آن در فصول زمستان و تابستان مشاهده شد و در فصل بهار نیز کاهش قابل ملاحظه پیدا کرد (شکل ۵). یکی از نکات مهم در مورد فسفات محلول، کاهش قابل ملاحظه آن در فصل بهار بود. در فصل بهار علی‌رغم رواناب‌های زیاد بیشترین تراکم فیتوپلانکتونی مشاهده شد (Bahrami Kamangar & Mohammadi, 2018) که این امر می‌تواند عامل مهمی برای مصرف فسفات معدنی بخصوص در لایه نورگیر باشد. زیرا میزان ترکیبات فسفری در لایه سطحی نسبت به لایه‌های عمقی کاهش پیدا کرد. از جمله دلایل مهم دیگر کاهش میزان فسفات در فصل بهار و حتی اسفندماه وجود سرریزهای متوالی بود که تا اواخر خردادماه مشاهده شد به‌طوری‌که، این سرریز می‌تواند عاملی برای هدررفت مواد مغذی دریاچه به سمت پائین‌دست باشد که احتمال می‌رود عامل مهمی برای کاهش میزان عوامل فسفری محسوب گردد. معمولاً دامنه طبیعی توصیه شده فسفات معدنی برای اکوسیستم‌های آبی بین ۰/۳-۰/۰۵ میلی‌گرم بر لیتر است (Seher, 2015). در این مطالعه با توجه به میانگین میزان فسفات محلول (۰/۰۹-۰/۰۰۹ میلی‌گرم بر لیتر)، میزان این پارامتر در محدوده استاندارد قرار داشت.

میانگین فصلی یون نیترات لایه سطحی دریاچه سد گاران نشان داد که کمترین آن در فصل تابستان (۰/۳۷ میلی‌گرم بر لیتر) و بیشترین میزان آن در فصل پائیز (۱ میلی‌گرم بر لیتر) مشاهده شد. همچنین در تعیین تغییرات میانگین فصلی برای لایه‌های عمقی‌تر مشاهده شد که کمترین (۰/۴۵ میلی‌گرم بر لیتر) و بیشترین (۱/۰۵ میلی‌گرم بر لیتر) آن به ترتیب در فصول تابستان و بهار به‌دست آمد (شکل ۵). معمولاً غلظت نیترات در آب‌های شیرین غیرآلوده کمتر از ۱/۱۳ میلی‌گرم بر لیتر است (DWAF, 1996). همچنین مطابق جدول ۴ میزان مطلوب نیترات برای آب شرب ۵۰> میلی‌گرم بر لیتر و برای مصارف کشاورزی ۵> میلی‌گرم بر لیتر گزارش شده است. غلظت نیترات دریاچه سد گاران طی دوره مطالعه ۰/۶۶ میلی‌گرم بر لیتر بود که همانند سد آزاد سنندج (Caspian Sea Ecology Research Center, 2017) مطالعات فوق بسیار کمتر از حد مجاز بوده و برای مصارف مختلف کاربرد دارد. در ارزیابی کیفیت آب دریاچه سد زاینده‌رود با استفاده از شاخص WQI همانند

www.SID.ir

Archive of SID

مطالعه Kazi و همکاران (۲۰۰۹) در دریاچه مانچار پاکستان و مطالعه Mohammadi و همکاران (۲۰۱۱) با هدف بررسی غلظت نیتریت و نیترات در آب آشامیدنی مناطق تحت پوشش دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی نشان داده شد که میزان مواد مغذی تحت تأثیر نفوذ فاضلاب‌های خانگی، کشاورزی و صنعتی قرار داشت (Khalaji *et al.*, 2017) در حالی‌که این اثرات در منطقه مورد مطالعه روی افزایش نیترات قابل ملاحظه نبود.



شکل ۵- تغییرات میانگین ماهانه و فصلی فسفات و نیترات در لایه‌های مختلف دریاچه سد گاران، ۱۳۹۷-۱۳۹۶.

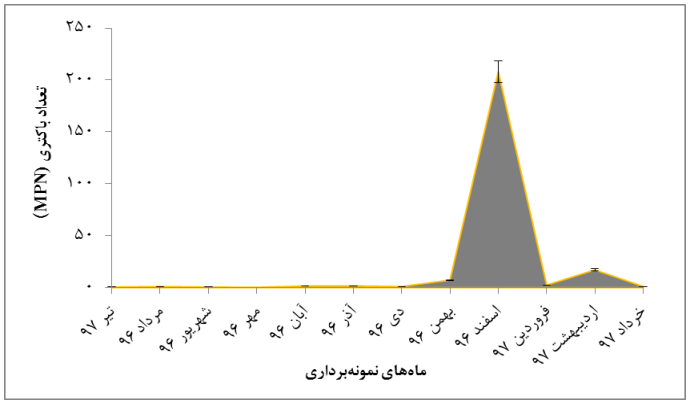
Samarghandi و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی کیفیت آب سد مخزنی اکباتان همدان با استفاده از شاخص کیفی NSFWQI نشان دادند که آب دریاچه در ماه‌های سرد کیفیت مناسب‌تری نسبت به ماه‌های گرم سال داشت. Hosseini و همکاران (۲۰۱۸) مهم‌ترین عامل آلودگی سد چاه نیمه در استان سیستان و بلوچستان را میزان بالای کلیفرم مدفوعی بیان نمود. اما در تعیین کیفیت آب دریاچه سد گاران با توجه به نتایج شاخص NSFWQI، مشخص گردید که آب دریاچه سد گاران در ماه‌های تیر، شهریور، مهر، آذر، دی، بهمن و خرداد در محدوده کیفی خوب قرار داشت و در دیگر ماه‌ها کیفیت آب دریاچه متوسط ارزیابی شد. به‌نظر می‌رسد که از عوامل کاهش سطح کیفی آب دریاچه سد گاران در ماه‌های مذکور ناشی از افزایش دما و فسفات در مردادماه و در اسفند و فروردین‌ماه با پائین‌ترین سطح کیفی طی دوره مطالعه به دلیل افزایش عواملی مانند pH، TS و BOD_5 و بخصوص افزایش قابل ملاحظه باکتری‌های کلیفرم مدفوعی (اسفندماه) بود که ممکن است این تغییرات بیشتر ناشی از ورود جریان آب از رودخانه‌های سرشاخه همزمان با ذوب برف و آغاز بارش باران و سیلابی شدن رودخانه و در نتیجه انتقال حجم بالایی از فاضلاب روستاهای بالا دست به درون رودخانه باشد (Srivastava *et al.*, 2011). افزایش خارج از استاندارد تخلیه کلی‌فرم مدفوعی ناشی از ورود فاضلاب‌های انسانی روستاهای بالادست در مطالعاتی مشابه (Samarghandi *et al.*, 2013) مشاهده شده است.

در مطالعه دریاچه سد گاران مشخص گردید که ایستگاه‌های ورودی از نظر میزان کدورت، BOD_5 و کلی‌فرم مدفوعی در بیشتر فصول سال کیفیت پائین‌تری نسبت به ایستگاه‌های دریاچه‌ای داشتند بخصوص ایستگاه ۱ که نسبت به دیگر ایستگاه‌ها از لحاظ میزان کلیفرم مدفوعی در ماه‌های مذکور به ویژه در اسفندماه افزایش بسیار زیادی داشت (شکل ۶). این می‌تواند نشان دهد که بیشتر قسمت آلودگی

www.SID.ir

Archive of SID

دریاچه از این طریق وارد می‌گردد که این نتیجه نیز با نتایج مطالعه Nikonahad و همکاران (۲۰۰۹) روی سد مخزنی کرخه و Samarghandi و همکاران (۲۰۱۳) روی سد مخزنی اکباتان مشابه بود. Abdulzali و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی کیفیت آب رودخانه کینتا در مالزی با روش شاخص کیفیت آب (WQI) نشان دادند که پساب ناشی از فعالیت‌های کشاورزی و دامداری اطراف رودخانه باعث کاهش کیفیت آب می‌شود. به نظر می‌رسد که تخلیه فاضلاب‌های شهری و روستایی، پساب‌های صنعتی، بناب‌های کشاورزی و دامداری و شیرابه زباله‌ها منابع مهم آلودگی آب‌ها هستند که بیشتر از طریق ورودی‌ها و رواناب رودخانه‌های منتهی به دریاچه‌ها و مخازن سدها وارد می‌شوند به طوری‌که، آب آن را نمی‌توان بدون تصفیه پیشرفته مستقیم برای شرب استفاده نمود (Kazemi *et al*., 2018).



شکل ۶. تغییرات میانگین میزان کلیفرم مدفوعی آب دریاچه سد گاران ۱۳۹۷-۱۳۹۶.

در مطالعه حاضر با احتساب میانگین کل شاخص NSFWQI میزان آن برای کل دریاچه ۷۰/۲۷ به‌دست آمد که کیفیت آب دریاچه سد گاران را در دامنه خوب قرار داد و همانند کیفیت آب سد دز (Javid *et al*., 2013) نسبت به کیفیت آب تالاب انزلی (Fallah & Fakheran, 2017) از کیفیت مطلوب‌تری برخوردار بود. با بهره‌گیری از شاخص کیفیت آب‌های سطحی ایران، آب سد برای فعالیت‌های کشاورزی و تأمین آب شرب با تصفیه متداول مناسب ارزیابی گردید (Kord tamini *et al*., 2019). در مجموع باتوجه به نتایج این تحقیق و مقایسه آن با استانداردهای کیفی آب در ایران و جهان می‌توان گفت آب دریاچه سد گاران طی دوره تحقیق از نظر کیفیت در شرایط خوب و قابل قبول قرار داشته و قابلیت کاربری برای مصارف انسانی از جمله نوشیدن را بعد از فرآیند متداول تصفیه دارد. همچنین کیفیت آب دریاچه سد گاران برای پرورش ماهی و گونه‌های حساس آبی، برای مقاصد تفریحی چون شنا و برای آبیاری اراضی کشاورزی مناسب و مطلوب ارزیابی می‌گردد. با این حال با توجه به روند تغییرات مشاهده شده در کیفیت آب دریاچه از نظر شاخص NSFWQI، کاهش نسبتاً جزئی حجم آب دریاچه در فصل تابستان، افزایش بار آلودگی‌های ناشی از بناب‌های کشاورزی و فاضلاب‌های خانگی روستاهای بالادست و با توجه به این‌که آب سد گاران می‌تواند نقش عمده‌ای در زندگی مردم و توسعه و عمران منطقه داشته باشد بررسی‌های دقیق و مستمر ارزیابی کیفیت آب دریاچه ضروری به نظر می‌رسد و شایسته است توجه بیشتری به افزایش نظارت بر مدیریت کیفیت آب مخزن سد به عمل آید.

www.SID.ir

Archive of SID

References

Abdul Zali, M., Retnam, A., Juahir H., Sharifuddin M., Zain, M., Kasim, B., Abdullah S., 2011. Sensitivity Analysis for Water Quality Index (WQI) Prediction for Kinta River, Malaysia. World Applied Sciences. 14, 60-65.

Aiyesanmi., A.F. Ipinmoroti., K.O., Adeeyinwo., C.E., 2003. Surface Water Quality and Environmental Health in the Okitipupa Southeast Belt of the Bituminous Sands Field of Nigeria, In: A. N. Nosike and J. A. Opara, Eds., Environmental Health in the Niger Delta, JCF Publising, Co., Port Harcourt. 100-107.

APHA (American Public Health Association)., 2005. Standard Methods for The Examination of water and wastewater, 21th ed. American Public Health Association, Washington, DC. 1550 p.

Bahrami Kamangar, B., Mohammadi, H., 2018. The limnology Report of Liminological Studies and stocks assessment of Garan dam reservoir (Marivan). Research Assistance University of Kurdistan. 157 p (in Persian).

Brian Oram PG, The water Quality Index Available from URL: (http://www.waterresearch.net/watrqualindex/ waterqualityindex.htm) Accessed: 9 March 2010.

Carney, E., 2009. Relative influence of lake age and watershed land use on tropic state and water quality of artificial lakes in Kansas, J Lake Reserve Manage. 25: 199-207.

Caspian Sea Ecology Research Center. 2017. The limnology Report of Liminological Studies and stocks assessment of Azad dam reservoir (Sanandaj). Jihad-Agriculture of Kurdistan Organization. 185 p (in Persian).

Company of Iranian Water Resources Management. 2017.

DWAF., 1996. South African Water Quality Guidelines (second edition). Volume 5: Agricultural Use: Livestock Watering.

Ebrahimpur, S., Mohammadzadeh, H., 2013. Assessment and Zoning of water quality in the Zarivar Lake using qualitative indicators NSFWQI, OWQI and CWQI. Journal of Environmental Research. 7, 146- 137 (In Persian).

Egemen, O., 2011. Water quality. Ege University Fisheries Faculty Publication No. 14, Izmir, Turkey, 1-150.

Enderlein, U.S., Enderlein, R.E., Williams, W. P., 1996. Water Quality Requirements. In: Chapman D. (Ed.) 1996. Water Quality Assessments- A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring-Second Ed., UNESCO/ WHO/ UNEP. Longhurst, A. R., 2007. Ecological Geography of the Sea. Elsevier, Amsterdam, 542 p.

Fallah, M., Fakheran, S., 2017. Assessment of the Water Quality of the Anzali International Wetland using Qualitative Indices. Journal of Water and Sustainable Development. 4 (2), 23-30 (in Persian).

FAO, 2005. Introduction to agricultural water pollution. Available at: http://www.fao.org /docrep.

Hashemi, SH., Ghasemi Ziarani, E., Ranjkesh, Y., 2011. Waste load allocation for sub-basins of amir kabir dam reservoir using QUAL2W model, Journal of Environmental Studies. 37(1):1-89 (in Persian).

Hosseini, H., Shakeri, A., Rezaei, M., Dashti Barmaki, M., Shahraki, M. 2018. Application of water quality index (WQI) and hydro-geochemistry for surface water quality assessment, Chahnimeh reservoirs in the Sistan and Baluchestan Province. Journal of Health & Environ. 11 (14), 575-586 (in Persian).

Javid, A.H., Mirbagheri, S.A. Karimian, A. 2013. Assessing Dez Dam reservoir water quality by application of WQI and TSI indices. Journal of Health & Environ. 7(2), 133-142 (in Persian).

Karimian, E., 2016. Study on environmental conditions cage culture of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss)* in the Abbas Abad area, southern basin of the. Khorramshahr University of Marine Science and Technology. Ph.D. Thesis. 250 p (in Persian).

Kazemi, P., Shariati, F., Keshavars Shokri, A., 2018. Langroud River water quality assessment using NSFWQI qualitative indicators. Environmental Sciences. 16 (3), 65-78 (in Persian).

Kazi, T.G., Arain, M.B., Jamali, M.K., Jalbani, N., Afridi, I., Sarfraz, R.A., Baig, J.A., Shah, A.Q.,

www.SID.ir

Archive of SID

2009. Assessment of water quality of polluted lake using multivariate statistical techniques: A case study. Ecotoxicology and Environmental Safety 72: 301-309. DOI:org/10.1016/j.ecoenv.2008.02.024.

Khalaji, M., Ebrahimi, E., Motaghe, E., Asadola, S., Hashemenejad, H., 2017. Water quality assessment of the Zayandehroud Lake using WQI index. Iranian Scientific Fisheries Journal. 25(5):51-63 (in Persian).

Kord tamini, A., Bazrafshan, E., Norabadi, E., Ansari, H. Kamani, H., 2019. Survey of Water Quality of Mashkyd Dam Lake in Sib Suran City Using National Sanitation Foundation Water Quality Index (NSFWQI) and Iran Water Quality Index for Surface Water Resources-Conventional Parameters (IRWQI). Journal of Torbat Heydariyeh University of Medical Sciences. 7 (1), 27-39 (in Persian).

Landwehr J.M., Deininger R.A., 1976. A comparison of several water quality indexes. Journal of Water Pollution Control Federation, 48 (5): 947-954.

Leory, S.A.G., Marret, F., Gibert, E., Chalie, J., Reyss, L. and Arpe, K., 2007. River inflow and salinity changes in the Caspian Sea during the last 5500 years. Quaternary Science Reviews, 26: 3359-3383.

Maleri, M., 2011. Effects of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) cage culture on Western Cape irrigation reservoirs. Doctor of Philosophy in the Faculty of AgriSciences at Stellenbosch University. 296 p.

Mohammadi, H., Yazdanbakhsh, A.R., Mohammadi, A.Sh., Bonyadi Nejad, Gh.R., Ali Nejad, A. Ghanbari, Gh., 2011. Evaluation of Nitrite and Nitrate Concentration in Drinking Water in Areas Covered by Shahid Beheshti University of Medical Sciences in Tehran Province. Journal of Health System Research. 7(6) (in Persian).

Nikonahad, E., Maazed, H., Kzaembegi, F., 2009. Compare water quality Indexes for the best index in Karkheh Reservoir, Iranian Research Water. 4: 73-69 (in Persian).

Parham, H., Jafarzadeh, N., Dehghan, S., Kian Ersi, F., 2007. Cjanging in nitrogen and phosphorous concentration and some phisicocemical parameters to budget determination of Karkheh reservoir, Shahid Chamran University Journal of Science. new series (17section B):11725 (in Persian).

Ramirez, N.F., Solano, F., 2004. Physic-chemical water quality indices-A Comparative Review, Revista Bifua Journal .27: 437-441.

Samadi, M.T., Saghi, M.H., Rahmani, A.R., Torabzadeh, H., 2009. Zoning of Water Quality of Hamadan Darreh-Morad Beyg River Based on NSFWQI Index Using Geographic Information System, Journal of Hamadan University of Medical Sciences. 16(3): 38- 43 (in Persian).

Samarghandi, M.R., Weysi, K., Abouei, M.E., Kaseb, P., Danai, E., 2013. Evaluation of Water Quality in Hamadan Akbatan Reservoir by NSFWQI Index. Journal of North Khorasan University of Medical Sciences. 6:63-69 (in Persian).

Seher, D., 2015. Assessment of Water Quality Using Physico-chemical Parameters of Camligoze Dam Lake in Sivas, Turkey. cologia 5 (1): 1-7.

Shokuhi, R., Hosinzadeh, E., Roshanaei, G., Alipour, M., Hoseinzadeh, S., 2012. Evaluation of Aydughmush Dam Reservoir Water Quality by National Sanitation Foundation Water Quality Index (NSF-WQI) and Water Quality Parameter Changes. Journal of Health & Environ. 4: 439-450.

Srivastava, A., Kumar, R., Gupta, V., Agarwal, G., Srivastava, S., Singh, I., 2011. Water quality assessment of Ramganga river at Moradabad by physico-chemical parameters analysis. VSRDTNTJ. 2(3):119-27.

Wang, S.H., Huggins, D.G., deNoyelles, F., 1999. An analysis of the Trophic State of Clinton Lake. Journal of Lake and Reservoir Management, 15: 239-250.

Wetzel, R.G., Likens, H., 1991. Limnological analysis. Springer-Verlag, 391 p.

WHO., 2008. Guidelines for Drinking-water Quality, Third Edition, Incorporating the First and Second Addenda. Volume 1. Recommendations. Geneva. 134 p.

www.SID.ir