بررسی کیفیت آب سد دز در ورودی، مخزن و خروجی تا سد تنظیمی با استفاده از شاخص‌های NSFWQI و BCWQI

چکیده

سد مخزنی دز به حجم 3/3 میلیارد متر مکعب آب از سدهای مهم کشور در 25 کیلومتری شمال شرقی شهر دزفول بر روی رودخانه دز جهت بهره برداری‌های چند منظوره احداث گردیده است. بررسی کیفیت آب دریاچه سد دز به دلیل نقش این سد در کنترل سیلاب های مربوط به رودخانه دز و آبیاری بخش وسیعی از اراضی دشت خوزستان و اهمیت آن در تولید برق ضروری می-باشد. این بررسی با هدف ارزیابی کیفیت آب ورودی، مخزن سد و تأثیرات سد دز بر آب خروجی تا سد تنظیمی با استفاده از شاخص های کیفی NSFWQI و BCWQI صورت گرفت. بدین منظور 5 ایستگاه نمونه‌برداری انتخاب گردید و پارامتره‌ای نیترات، فسفات، BOD، TDS، pH ، کدورت، کلی فرم مدفوعی، دما و اکسیژن محلول در طی چهار فصل و در هر فصل یک بار (اردیبهشت، مرداد، آبان و بهمن) در سال 1391 مورد سنجش قرار گرفت. نتایج این بررسی نشان داد که بر اساس نرم‌افزار NSFWQI، کلیه ایستگاه‌ها در فصول مختلف در طبقه خوب و بر اساس روش BCWQI، در دامنه مناسب تا عالی قرار گرفته اند. این نتایج نشان از اعتبار بیش تر روش NSFWQI نسبت به BCWQI را بیان می‌دارد.

واژگان کلیدی: کیفیت آب، سد دز، شاخص‌های کیفی آب، NSFWQI، BCWQI.

ساناز عصار[1*]

ابراهیم رجب زاده قطرمی[2]

مریم محمدی روزبهانی[3]

1. دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته آلودگی‌های محیط زیست، گروه علوم محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات خوزستان، اهواز، ایران
2. استادیار گروه منابع طبیعی، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران
3. استادیار گروه علوم محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

* نویسنده مسئول مکاتبات

assar.sanaz@yahoo.com

تاریخ دریافت: 1393/2/18

تاریخ پذیرش: 1393/3/15

کد مقاله: 139302029

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه

مقدمه

کیفیت آب مخازن پشت سدها از مسائلی است که از مدت ها قبل فکر متخصصان آب و علوم محیط زیست دنیا را به خود مشغول داشته و همواره برای مبارزه با تغییرات کیفیت آب که متأثر از عوامل و پدیده های مختلف است، تلاش و پیگیری شده است (کرمانی و ناصری، 1381).

یکی از روش‌های ساده و دور از پیچیدگی ریاضی و آماری که با بیان ساده، شرایط کیفی آب را بازگو می نماید، شاخص‌های کیفی آب می‌باشند. با استفاده از شاخص های کیفی آب هم می توان تغییرات کیفی آب را در طول زمان در یک ایستگاه مورد پایش قرار داد و هم

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

می‌توان از این شاخص‌ها برای نشان دادن تغییرات کیفی آب در طول رودخانه‌ها یا مقایسه منابع آبی در نقاط مختلف یک کشور و یا جهان استفاده نمود، ضمن اینکه سهم عوامل آلاینده در تغییرات کیفیت آب نیز مشخص خواهد شد . ضمناً مادامی که سهم آلاینده ها از نظر بیش‌ترین و کم‌ترین تأثیر در تغییرات مشخص شود می توان اقدامات مدیریتی لازم را برای بهبود کیفیت آب مخازن یا رودخانه ها با کنترل منابع آلاینده انجام داد (استاد رحیمی، 1383؛ نصراله زاده و واردی، 1381).

همچنین با استفاده از شاخص‌های کیفی، حجم زیاد اطلاعات نمونه‌برداری شده، از اندازه‌گیری‌های کیفی آب بصورت یک عدد منفرد و بدون بعد تبدیل می‌شود که دارای مفهوم و تعریف کیفی تفسیر شده‌ای است (طهماسبی و همکاران،1390).

ساخت و بهره‌برداری از مخازن سدها باعث افزایش ماند آب می‌گردد و این عامل منجر به متفاو ت شدن کیفیت آب خروجی از سد در مقابل آب ورودی به مخزن می شود، به عبارت دیگر سد و مخزن آن باعث ایجاد تغییرات عمده کیفی آب رودخانه (تغییرات مثبت یا منفی) می‌شوند. هرچند این پدیده به خودی خود منفی نبوده و بسته به جایگاه سد، اقلیم منطقه و نوع بهره برداری از سد می تواند نقش بسیار مثبتی نیز در روند کیفیت آب‌های سطحی داشته باشد (حسین زاده و همکاران، 1390).

سدها با متوقف کردن جریان رودخانه و ذخیره آب می‌توانند به عنوان یک عامل ناپایدار کننده در طبیعت محسوب شوند. حال آن‌که اگر این ناپایداری در حد توان و تحمل محیط زیست نباشد، آثار تخریب این سازه به تدریج ظهور می‌کند و اهداف سد سازی را ضایع می‌نماید. علاوه بر آن ایجاد سد ممکن است به پیشرفت و توسعه شهرنشینی، کشاورزی و صنعت منجر شده و این امر خود به افزایش پساب کشاورزی، شهری و صنعتی کمک نموده و باعث انتقال مواد به دریاچه‌ی پشت سدها می‌شود که در نتیجه یک محیط فعال و مغذی را برای فعالیت‌های زیستی میکروارگانیسم‌ها ایجاد نموده و موجب کاهش کیفیت آب می‌گردد (پرهام و همکاران، 1386).

سد دز از سدهای مهم کشور به شمار می رود که در 25 کیلومتری شمال شرقی شهر دزفول بر روی رودخانه دز که یکی از پنج رودخانه اصلی خوزستان است قرار دارد، دارای حجم مخزنی برابر3/3 میلیارد متر مکعب بوده و نقش این سد در کنترل سیلاب‌های مربوط به رودخانه دز و آبیاری بخش وسیعی از اراضی دشت خوزستان از یک سو و اهمیت آن در تولید برق از سوی دیگر سبب توجه به آن گردیده است. بنابراین بهره‌برداری‌های چند منظوره از آب، بررسی کیفیت آب را در این دریاچه ضروری می نماید. کاربرد آب در صنعت، کشاورزی، شرب و غیره نیازمند ارزیابی مجموعه عواملی است که افزایش یا کاهش کیفیت آب را بدنبال دارند. بنابراین مواد آلاینده و حدود آن‌ها در آب دریاچه باید مشخص گردد، تا بتوان زمینه‌های مناسب استفاده از آب را تعیین نمود (سلیمان نژاد، 1377).

با توجه به اهمیت این موضوع، در سایر نقاط ایران و جهان نیز مطالعات و تحقیقات زیادی با استفاده از شاخص های کیفی آب بر روی رودخانه‌ها و سدها صورت گرفته است. از جمله مطالعه Bharti و Katyal در سال 2011 که شاخص‌های مختلف کیفیت آب را برای ارزیابی کیفیت و کنترل آلودگی آب‌های سطحی مورد استفاده قرار دادند و همچنین محدوده‌های کیفیت آب را برای مصارف مختلف آب با توجه به پارامترها ی مختلف، توصیف کردند. آن‌ها بیان داشتند که ارزیابی کیفیت آب را می‌توان به عنوان یک آنالیز برای تعریف ویژگی‌های فیزیکی و بیولوژیکی آب بکار برد و همچنین با ارزیابی کیفیت آب، امکان تفسیر آسان و نظارت بر داده های هدف راحت وجود دارد. بنابراین شاخص‌ه‌ای متعدد WQI برای هر منطقه یا ناحیه خاص وجود دارد و تلاش برا ی پوشش به همه شاخص های مختلف کیفیت آب در سراسر جهان توسعه یافته‌است و زمینه‌ی کاربردشان در نواحی مختلف فراهم شده‌است (Bharti and Katyal, 2011).

Sharma و همکاران (2011) به بررسی و آنالیز کیفیت آب رودخانه یامونا (Yamuna) در هند که در معرض آلودگی ناشی از فاضلاب‌های خانگی و تخریب شدیدی قرار داشت، پرداختند. این مطالعه با استفاده از شاخص NSFWQI به جهت توصیف سطح آلودگی در رودخانه در یک دوره 10 ساله (2000 تا 2009) صورت گرفت. شاخص‌ها در قبل و پس از باران‌های موسمی- فصلی در چهار مکان پالا (Palla)، اودرب (ODRB)، نیزامودین (Nizamuddin) و اوخلا (Okhla) در رودخانه محاسبه شدند؛ نتایج نشان داد که کیفیت آب در Palla در بازه خوب تا بد قرار دارد و کیفیت آن نسبت به مکان‌ه‌ای دیگر در رده‌ی پایین‌تری قرار دارد و مکان‌ه‌ای دیگر در رده خوب قرار دارند (Sharma *et al.*, 2011). Horton در مطالعه‌ای، کیفیت آب بخش های مختلف رودخانه های گوادارما (Guadarrma) و منزانارس (Manzanares) و حوضچ ـه‌ـای پـارک پاری‌ـس را با استف ـاده از ش ـاخص NSFWQI (National Sanitation Foundation Water Quality Index) از سپتامبر 2001 تا سپتامبر 2003 بررسی کرد. نتایج نشان

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

داد که کیفیت آب در ابتدای رودخانه Guadarrma در طبقه‌بندی شاخص70 (طبقه خوب) و سپس در طول مسیر کیفیت آب تنزل پیدا کرده و عدد شاخص در رودخانه Manzanares به 65 (طبقه متوسط) در انتهای رودخانه می‌رسد. همچنین عدد شاخص در حوضچه‌های پارک پاریس به میزان 55-72 (خوب تا متوسط) می‌باشد (Horton, 2003). Sánchez و همکاران نیز در سال 2003، شاخص NSFWQI و کمبود اکسیژن محلول را در طول رودخانه Guadarrma و Manzanares مورد مطالعه قرار دادند . نتایج این مطالعه نشان داد که در رودخانه گوادارما شاخص NSFWQI از کیفیت خوب نقاط ابتدایی به کیفیت متوسط در نقاط انتهایی رسیده است. مقدار عددی شاخص برای رودخانه Manzanares نیز حدود 65 (طبقه متوسط) گزارش گردید (Sánchez *et al.*, 2007). Palupi و همکاران در سال 1995 مطالعه ای بر روی رودخانه های سانتر، کراکات و سیلیوانگ در جاکارتا با استفاده از شاخص NSFWQI انجام دادند. نتیجه نهایی آن بود که کیفیت آب سراسر رودخانه های مذکور در محدوده بد تا خیلی بد قرار دارد و رودخانه ها آلوده به مس، سرب، کادمیوم، روی و جیوه هستند (Palupi و همکاران، 1995). همچنین مطالعه قربانیان و همکاران در سا ل 1389-1388 که شاخص-های NSFWQI و BCWQI (British Columbia Water Quality Index) را جهت سنجش کیفیت آب و انتخاب مناسب‌ترین شاخص در سد وحدت به کاربردند. نتایج بدست آمده، حاکی از تأثیر سازه سد بر افزایش میزان پارامترهای کیفی آب در خروجی سد نسبت به سایر ایستگاه‌ها و عدم دقت و کارایی شاخص BCWQI نسبت به شاخص NSFWQI بود (قربانیان و همکاران، 1390). نیکونهاد و همکاران در سال 1385-1384 به مقایسه شاخص های کیفی آب OWQI (Oregon Water Quality Index)، DSWQI و NSFWQI برای انتخاب بهترین شاخص در سد مخزنی کرخه پرداختند و شاخص NSFWQI را به عنوان مناسب ترین شاخص کیفی زیست محیطی برای پایش و ارزیابی کیفی آب سد کرخه در همه حالات، معرفی کردند (نیکونهاد و همکاران، 1385). شمسایی و همکاران نیز در سال 1384 به بررسی تطبیقی شاخص‌های کیفی آب NSFWQI و BCWQI و OWQI و پهنه‌بندی کیفی رودخانه کارون و دز پرداختند. نتایج این مطالعه حاکی از آن بود که شاخص NSFWQI نسبت به دو شاخص دیگر در معرفی کیفیت آب با توجه به بکار بردن فاکتورهای وزنی برای هر پارامتر، سبب افزایش دقت و ارائه نتایج معتبرتری می گردد (شمسایی و همکاران، 1384). علاوه بر این، تحقیقاتی نیز توسط مؤسسات و شرکت های تحقیقاتی و مشاوره ای نیز انجام شده است که از جمله آن ها می توان به شرکت مهندسین مشاور دز آب اشاره کرد که عهده دار مطالعات مربوط به برنامه ریزی منابع آب و نیرو و کیفیت آب در کل بازه های رودخانه کارون و دز است (شمسایی و همکاران، 1384).

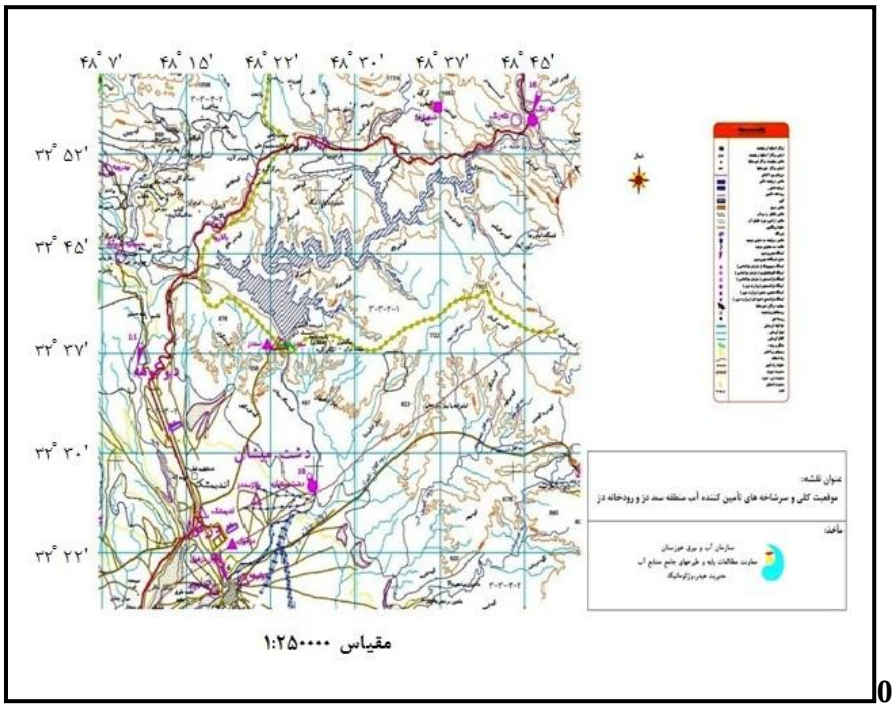
مطالعاتی که با هدف بررسی کیفیت منابع آبی بویژه سدها انجام می‌شود می‌تواند در اجرای دیگر تحقیقات آتی بسیار تأثیر گذار باشند و بر اساس نتایج حاصل، دیگر محققین به انجام فعالیت‌های تحقیقاتی جدید ترغیب شوند (حسین زاده و همکاران، 1390).

در این راستا در مطالعه حاضر برای ارزیابی کیفیت آب ورودی، مخزن سد و تأثیرات سد دز بر آب خروجی تا سد تنظیمی از شاخص‌های کیفی NSFWQI و BCWQI به عنوان یکی از روش های مناسب تعیین تغییرات کیفیت، با توجه به سهولت استفاده از آن‌ها و بیان نتایج به زبان ساده و قابل فهم، استفاده شده است. لذا نتایج حاصل از این تحقیق می تواند به عنوان ابزاری مفید در اختیار بهره‌برداران و متخصصان جهت تصمیم‌گیری‌های مدیریتی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

دریاچه سد دز بین ´36 °32 تا ´45 °32 عرض شمالی و ´22 °48 تا ´39 °48 طول شرقی واقع گردیده‌است. نزولات جوی ارتفاعات دورود، بروجرد، الیگودرز از طریق رودخانه بختیاری و سزار در دره ای محصور بین صخره‌های مرتفع با شیب حدود 100 درصد (90 درجه) مسیر رودخانه دز را تشکیل می دهند که با احداث سد چند منظوره عظیم دز در این ناحیه آب ناشی از ذوب برف های مناطق کوهستانی، سیلاب‌ها و طغیان‌های این حوزه آبریز ذخیره می گردد (ویسی، 1387). در شکل 1 نقشه موقعیت کلی سد دز و رودخانه دز ارائه شده‌است.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]



شکل 1: نقشه موقعیت کلی و سرشاخه‌های تأمین کننده آب منطقه سد دز و رودخانه دز (مأخذ: سازمان آب و برق خوزستان، 1390).

این تحقیق در چهار فصل، از فروردین ماه تا اسفند سال 1391 انجام گردید. در طی بازدیدهای میدانی، 5 ایستگاه در محدوده مورد نظر، شامل یک ایستگاه در ورودی مخزن (ایستگاه شماره 1)، دو ایستگاه در مخزن سد (ایستگاه شماره 2 و 3) و دو ایستگاه در خروجی سد (ایستگاه شماره 4 و 5) انتخاب گردید؛ بنحوی که ایستگاه های تعیین شده گویای شرایط و وضعیت واقعی رودخانه باشند، پوشش مناسب محدوده مطالعاتی و فواصل مناسب ایستگاه‌ها در نظر گرفته شود و همچنین شرایط نمونه‌برداری در تمام ایستگاه‌ها یکسان باشد.

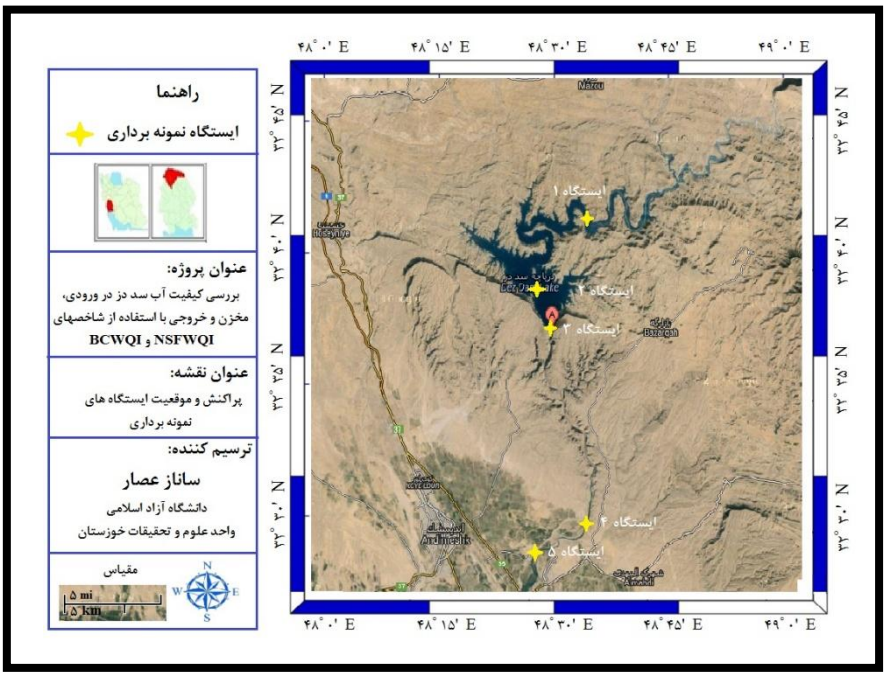
نمونه‌برداری‌ها در طول چهار فصل و در هر فصل یک بار (اردیبهشت، مرداد، آبان و بهمن) انجام پذیرفت. در هر ایستگاه 7 نمونه مجزا با سه تکرار جهت اندازه‌گیری پارامتره ـای نیترات، فسفـات، BOD، TDS، کدورت و کلی فرم مدفوع‌ـی در هر بـار مراجعه به نقـاط نمونه‌برداری برداشت گردید. همزمـان با نمونه‌برداری، میـزان pH، دما و اکسیـژن محلول توسط دستگاه پرتابل HQ40d در محل اندازه‌گیری شد. به طور کلی در هر مرتبه نمونه برداری تعداد 105 نمونه و در مجموع 420 نمونه در مدت زمان نمونه‌برداری از ایستگاه-های مطالعاتی جهت سنجش فاکتورهای مورد نظر برداشت و به آزمایشگاه منتقل شد.

مشخصات ایستگاه‌های مطالعاتی در جدول 1 و موقعیت جغرافیایی آن‌ها در شکل 2 ارائه شده‌است.

جدول 1: مختصات ایستگاه‌های نمونه‌برداری آب محدوده مورد مطالعه (دریاچه سد و رودخانه دز، 1391).

نام ایستگاه	مختصات جغرافیایی	
	X	Y
ایستگاه 1 (ورودی مخزن)	48° 30' 7.76" E	32° 41' 3.74" N
ایستگاه 2 (مخزن سد)	48° 24' 19.80" E	32° 38' 29.65" N
ایستگاه 3 (مخزن سد)	48° 27' 45.04" E	32° 36' 42.06" N
ایستگاه 4 (خروجی سد)	48° 30' 0.57" E	32° 27' 59.22" N
ایستگاه 5 (خروجی سد)	48° 26' 43.52" E	32° 26' 5.91" N

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]



شکل 2: نقشه پراکنش و موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری (دریاچه سد و رودخانه دز، 1391).

شاخص‌های مورد بررسی در این پژوهش عبارتند از شاخص کیفی آب سازمان بهداشت ملی آمریکا (NSFWQI) و شاخص کیفی آب بریتیش کلمبیا (BCWQI).

شاخص کیفی آب سازمان بهداشت ملی آمریکا (NSFWQI)، در سال 1970 توسط Brown و همکارانش تحت حمایت سازمان بهداشت ملی آمریکا ابداع شد (Brown et al., 1972). پارامترهای مورد استفاده در این شاخص شامل 9 پارامتر DO، pH، TDS، BOD، کدورت، دما، نیترات، فسفات و فکال کلی فرم می‌باشد. مقدار شاخص با استفاده از محاسبه زیر شاخص های مربوطه و وزن دهی صورت گرفته و درنهایت برای جمع‌بندی و محاسبه شاخص در حالت جمع وزنی از رابطه 1 که یک تابع خطی وزنی است استفاده می‌شود:

$$NSFWQI_a = \sum_{i=1}^{n}$$

رابطه 1:

و برای جمع بندی و محاسبه شاخص در حالت محصول وزنی از رابطه 2 که یک تابع حاصل ضربی است استفاده می شود (بصیر، 1387؛ نیکونهاد، 1385).

$$NSFWQI_m = \prod_{i=}^{n}$$

رابطه 2:

پارامترهای موجود در رابطه‌های 1 و 2 به شرح زیر می‌باشند:

q_i = زیر شاخص محاسبه شده (از 1 تا 100)

W_i = فاکتورهای وزنی هر پارامتر

I_i = زیر شاخص i ام

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

n = تعداد پارامتر موجود در محاسبه شاخص

نهایتاً شاخص کیفیت کل با جدول رتبه‌بندی شاخص کیفیت آب NSF (جدول 2)، مطابقت داده می‌شود. شاخص کیفی آب NSFWQI، یک شاخص کیفی کاهشی می باشد که با افزایش آلودگی، عدد شاخص آن کاهش می یابد (Shweta Tyagi et al., 2013; Calculatingn NSF Qality Index, 2005)

مرکز علوم و مهندسی محیط زیست دانشگاه ویلکس (Wilkes) نرم‌افزاری ارائه نموده‌است که برای بالا بردن دقت در تعیین زیر شاخص‌ها، مقدار خام پارامترها، مستقیماً و با دقت بالایی به عدد زیر شاخص تبدیل می شود. با استفاده از این روش تغییرات جزئی آلودگی آب، در تعیین شاخص NSFWQI نشان داده می‌شود (بصیر، 1387؛ نیکونهاد، 1385).

در این تحقیق به منظور تسهیل در امر محاسبات از برنامه نرم افزاری NSFWQI دانشگاه Wilkes مطابق با دستورالعمل برنامه استفاده گردید و نهایتاً شاخص کیفیت کل بدست آمده با جدول 2 که راهنمای طبقه بندی کیفیت آب به روش NSFWQI می‌باشد، تطبیق داده شد و کیفیت آب در ایستگاه‌های نمونه‌برداری بدست آمد.

جدول 2: راهنمای طبقه‌بندی کیفیت آب و رنگ‌های پیشنهادی برای ارائه گزارش به روش NSFWQI (Calculating NSF Water Qality Index, 2005).

محدوده شاخص	رنگ	کیفیت آب
91-100	آبی	عالی
71-90	سبز	خوب
51-70	زرد	متوسط
26-50	نارنجی	بد
0-25	قرمز	خیلی بد

شاخص کیفی آب بریتیش کلمبیا (BCWQI)، یک شاخص افزایشی است، در سال 1995 توسط وزارت محیط زیست، پارک ها و زمین کانادا برای بررسی کیفیت آب طراحی شد. در این روش، پارامترهای کیفی آب با یک حد معین سنجیده شده و مقدار عددی تجاوز از آن حد تعیین می‌گردد. این حد می‌تواند رهنمودهای توصیه شده برای حفظ قابلیت بهره‌برداری آب در طراحی مورد نظر و یا هر استانداردی که میزان مصارف مختلف آب در آن مطرح است را دربر گیرد. بنابراین یکی از مزایای این شاخص این است که از استانداردهای هر حوضه، منطقه یا کشور استفاده کرده و این امکان را می دهد تا بر اساس پارامترهای اندازه گیری شده موجود د ر هر استاندارد، طبقه بندی کیفی صورت گیرد. رابطه‌ی 3 بیانگر معادله کلی این شاخص می‌باشد که به دلیل استفاده از پارامتر ماکزیمم تخطی مجاز (F_3)، در مقدار عددی این شاخص، دقت نمونه‌های برداشت شده را مورد ارزیابی قرار نمی‌دهد (قربانیان و همکاران، 1390؛ Bharti and Katyal, 2011).

$$BCWQI = \frac{\left[\sqrt{F}\right.}{}$$

رابطه 3:

F_1= درصد پارامترهایی که از حد معین تجاوز نموده‌اند

F_2= تعداد دفعات تجاوز از حد معین در مجموع اندازه‌گیری‌ها به صورت درصدی از کل دفعات برداشت

F_3= ماکزیمم تخطی از حد معین

درصد تخطی= (مقدار اندازه‌گیری شده – حد ماکزیمم مجاز) / مقدار اندازه‌گیری شده

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

عدد 1/453 برای حصول اطمینان از رسیدن ماکزیمم عدد شاخص BCWQI به عدد 100 انتخاب شده‌است. مهم‌ترین پارامترهای استفـاده شده د ر شاخص BCWQI، PO_4، DO، BOD، COD، PH، TDS، کدورت، EC (هدایت الکتریکـی)، نیترات و کلی فرم می‌باشد.

نکته مهمی که دقت شاخص را بالا می‌برد تکرار نمونه برداری و افزایش تعداد ایستگاه‌های برداشت می‌باشد. در مورد معایب این شاخص می‌توان گفت که تا زمانی که از ح د استاندارد تجاوز نکرده باشد، روند کیفی آب را نشان نمی‌دهد و دیگر اینکه به دلیل استفاده از ماکزیمم تخطی (F_3)، مشخص نمی‌کند چه تعداد از برداشت‌ها در حدود بالای حد ماکزیمم استاندارد واقع شده‌اند. از نظر عددی شاخص BCWQI توصیف کیفی آب رودخانه را به صورت جدول 3 دسته بندی می‌کند (قربانیان و همکاران، 1390؛ BCWQI, 1996 ؛ Bharti and Katyal, 2011).

در این تحقیق جهت محاسبه شاخص BCWQI، از استاندارد حفظ حیات آبی سازمان محیط زیست ایران (جدول4) استفاده گردید.

جدول 3: توصیف کیفی شاخص BCWQI

(BCWQI, 1996. Ministry of Environment, Lands, and Parks).

مقدار شاخص	توصیف کیفی
0 -3	عالی
4 -17	خوب
18 -43	مناسب
44 -59	متوسط
60 -100	ضعیف

جدول 4: ترازهای مختلف برای معیار کیفیت آب (شیخستانی، 1380).

نام پارامتر	واحد سنجش	تراز (1) آشامیدنی	تراز (2) حفظ حیات آبی	تراز (3) آبیاری
pH	-	6/5-8/5	6/5-8/5	6-9
EC	میکروزیمنس بر سانتیمتر مربع	<400	<3000	>3000
TDS	mg/l	<500	<2000	>2000
Turbidity	NTU	<1	.<50	>150
Do	mg/l	>5	>5	<5
BOD5	mg/l	<3	<5	>5
COD	mg/l	-	<4	>4
Nitrate	mg/l	<10	<5	>30
Phosphate	mg/l	<0/2	<0/1	>0/1
Alkalanity	mg/l	<400	>20	<600
Coliforms	MPN per 100	<1	<100	>1000
Cd	mg/l	<0/01	<0/012	<0/01
Pb	mg/l	<0/05	<0/1	<5

نتایج

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

بعد از انجام آزمایش ها بر روی نمونه های آب جمع آوری شده از ایستگاه های مطالعاتی در زمان‌های تعیین شده، نتایج بدست آمده از میانگین پارامترهای کیفی فیزیکوشیمیایی آب، در قالب جدول 5 ارائه گردیده است. نتایج محاسبات شاخص کیفیت آب به روش NSFWQI و BCWQI برای 5 ایستگاه به صورت فصلی (چهار ماه اردیبهشت، مرداد، آبان و بهمن) و نتایج حاصل از طبقه‌بندی کیفی آب در ایستگاه های مورد مطالعه، در قالب جدول 6 آورده شده‌است. همچنین مقایسه تغییرات شاخص NSFWQI و BCWQI، جهت انجام مقایسه این شاخص‌های کیفیت آب در بین 4 فصل و در ایستگاه‌های مطالعاتی، در شکل‌های 1 و 2 آورده شده‌است.

جدول 5: میانگین پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب در ایستگاه‌های مورد مطالعه (سد دز- اردیبهشت 1391 تا بهمن 1391).

ایستگاه	پارامتر / زمان	دما (درجه سانتی‌گراد)	pH	TDS (mg/lit)	DO (mg/lit)	BOD_5 (mg/lit)	نیترات (mg/lit)	فسفات (mg/lit)	کدورت (NTU)	کلی‌فرم مدفوعی (MPN per 100ml)
ایستگاه 1 (ورودی مخزن)	اردیبهشت	21	7/95	238	7/26	0/041	1/1	0/184	3	1
	مرداد	34/5	8/1	403	6/88	1/1	0/4	0/89	1/9	1
	آبان	22/1	7/76	324/8	6/4	0/7	1/1	0/71	1	1
	بهمن	13	7/79	276/5	10/4	0/1	0/10	0/1	3	1
ایستگاه 2 (مخزن سد)	اردیبهشت	23	7/87	247/8	7/45	0/033	0/01	0/088	3	1
	مرداد	36/5	8/3	253/4	6/63	0/9	0/9	0/094	0/67	1
	آبان	22/4	7/47	321/3	6/02	0/49	0/92	0/03	2	1
	بهمن	16/5	7/74	313/6	8/6	0/18	0/18	0/056	3	1
ایستگاه 3 (مخزن سد)	اردیبهشت	21	7/94	244/4	7/03	0/034	0/1	0/39	2	1
	مرداد	33/6	8/01	251/3	6/89	0/21	1	0/074	0/9	1
	آبان	22/1	8/01	320/6	6/1	0/36	1/07	0/1	3	1
	بهمن	16/5	8/02	277/9	8/64	0/12	0/12	0/54	4	1
ایستگاه 4 (خروجی سد)	اردیبهشت	19/5	7/3	291	9/13	4	1/2	0/073	3	1
	مرداد	23/2	7/87	135/2	8/5	4	0/01	0/045	0/6	1
	آبان	19/2	8/01	176/1	9/4	4	0/2	0/005	8	1
	بهمن	19	8/3	155/4	10/6	3/1	0/2	0/214	5	1
ایستگاه 5 (خروجی سد)	اردیبهشت	20	8/16	289	8/17	5/5	0/1	0/208	3	1
	مرداد	23/4	7/91	135	8/77	5	0/08	0/21	0/9	1
	آبان	19/4	8/05	172/2	9/2	4/1	0/1	0/024	10	1
	بهمن	19	8/15	152/6	10/18	5	0/5	0/05	5	1

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

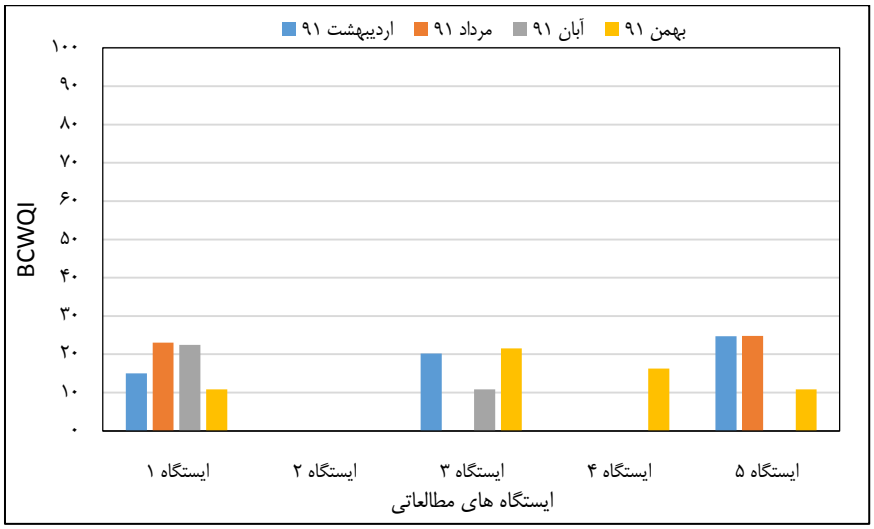
جدول 6: نتایج محاسبات فصلی و طبقه‌بندی کیفی آب در ایستگاه‌های نمونه‌برداری به روش NSFWQI و BCWQI (سد دز- اردیبهشت 1391 تا بهمن 1391).

ایستگاه	زمان / شاخص	اردیبهشت 1391		مرداد 1391		آبان 1391		بهمن 1391	
		مقدار	توصیف	مقدار	توصیف	مقدار	توصیف	مقدار	توصیف
ایستگاه 1 (ورودی مخزن)	NSFWQI	86	خوب	75	خوب	80	خوب	89	خوب
	BCWQI	15/02	خوب	23/05	مناسب	22/47	مناسب	10/81	خوب
ایستگاه 2 (مخزن سد)	NSFWQI	85	خوب	81	خوب	87	خوب	87	خوب
	BCWQI	0	عالی	0	عالی	0	عالی	0	عالی
ایستگاه 3 (مخزن سد)	NSFWQI	84	خوب	83	خوب	84	خوب	84	خوب
	BCWQI	20/19	مناسب	0	عالی	10/81	خوب	21/58	مناسب
ایستگاه 4 (خروجی سد)	NSFWQI	82	خوب	83	خوب	82	خوب	81	خوب
	BCWQI	0	عالی	0	عالی	0	عالی	16/31	خوب
ایستگاه 5 (خروجی سد)	NSFWQI	80	خوب	82	خوب	82	خوب	82	خوب
	BCWQI	24/68	مناسب	24/8	مناسب	0	عالی	10/81	خوب

شکل 3: نمودار مقایسه تغییرات فصلی شاخص NSFWQI در ایستگاه‌های مطالعاتی در کل دوره مطالعه

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

(سد دز -1391).



شکل 4: نمودار مقایسه تغییرات فصلی شاخص BCWQI در ایستگاه‌های مطالعاتی در کل دوره مطالعه (سد دز - 1391).

نتایج محاسبه NSFWQI نشان می‌دهد که حداکثر شاخص کیفیت آب در طول مدت زمان مطالعه در بهمن ماه در ایستگاه 1 به مقدار 89 و حداقل میزان آن در مرداد ماه در ایستگاه 1 به مقدار 75 می‌باشد و نتایج طبقه‌بندی کیفی آب به روش NSFWQI بیان می‌کند که کیفیت آب در تمامی ایستگاه‌های مورد مطالعه در رده خوب قرار دارد. نتایج محاسبه BCWQI نشان می‌دهد که ایستگاه 2 در طول تمام ماه‌های نمونه‌برداری، ایستگاه 3 در ماه مرداد، ایستگاه 4 در ماه‌های اردیبهشت ، مرداد و بهمن و همچنین ایستگاه 5 در ماه آبان با میزان عددی صفر و دارای درجه عالی بوده و فاقد پارامترهایی هستند که از ح د معین تجاوز نموده‌اند و ایستگاه 5 در مرداد ماه با میزان 24/8 بیش‌ترین میزان شاخص را داشته که در طبقه مناسب قرار می گیرد. لازم به ذکر است که در میان پارامترهای مورد اندازه - گیری شده، پارامترهایی که از حد استاندارد تجاوز نموده اند مربوط به فسفات و BOD_5 می‌باشند و نتایج طبقه بندی کیفی آب به روش BCWQI بیان می‌کند که کیفیت آب در ایستگاه های مورد مطالعه و در طی ماه های نمونه‌برداری در سه رده عالی، خوب و مناسب قرار می‌گیرد.

در مقایسه پارامترهای اندازه گیری شده از ایستگاه ها مطالعاتی در طی فصول نمونه برداری درنهایت میزان پارامترهای pH، TDS، DO، نیترات، کلی‌فرم مدفوعی مطابق جدول 4 در خصوص ترازهای مختلف برای معیار کیفیت آب (شیخستانی، 1380)، در محدوده مناسب برای مصارف آشامیدنی، حیات آبی و کشاورزی می باشند. میزان پارامتر BOD، در محدوده مناسب برای مصارف حیات آبی و کشاورزی می باشد اما از نظر مصرف آشامیدنی از حد مجاز بالاتر است و مناسب نمی باشد. میزان پارامتر فسفات برای مصارف آشامیدنی در فصل‌های بهار در ایستگاه‌های 3 و 5 و در تابستان در ایستگاه 5 و در پاییز در ایستگاه 1 و در زمستان در ایستگاه‌های 3 و 4 بالاتر از حد مجاز بوده و در سایر ایستگاه ها در فصول دیگر مناسب می باشد. همچنین میزان پارامتر فسفات در خصوص تراز حیات آبی نیز در فصل بهار در ایستگاه های 1، 3 و 5 و در تابستان در ایستگاه های 1 و 5 و در پاییز در ایستگاه های 1 و 3 و در زمستان در ایستگاه‌های 1، 3 و 4 از حد مجاز بالاتر بوده است و در سایر ایستگاه ها در فصول دیگر در محدوده مطلوب بوده است اما از نظر مصارف کشاورزی در تمامی فصول و ایستگاه ها در محدوده مناسب می باشد. پارامتر کدورت، در خصوص ترازهای مختلف برای معیار کیفیت آب

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

(شریخستانی، 1380)، برای مصارف آشامیدنی در تابستان در ایستگاه های 2 تا 5 و در پاییز در ایستگاه 1 در محدوه مناسب قرار داشته و در سایر فصول و ایستگاه ها از نظر تراز آشامیدنی از محدوه مناسب بالاتر است . پارامتر کدورت از نظر تراز حیات آبی و مصارف کشاورزی در تمامی فصول و ایستگاه‌ها در محدوه مناسب می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر، با بررسی کیفیت سد دز در ورودی، مخزن و خروجی تا سد تنظیمی با استفاده از شاخص های NSFWQI و BCWQI، مشخص گردید که بر اساس نرم افزار NSFWQI، کلیه ایستگاه ها در فصول مختلف در طبقه خوب و بر اساس روش BCWQI، در دامنه مناسب تا عالی قرار گرفته اند. این نتایج نشان از اعتبار بیش تر روش NSFWQI نسبت به BCWQI را بیان می‌دارد زیرا در برنامه نرم‌افزاری NSFWQI، شاخص‌های اندازه‌گیری شده می‌توانند با توجه به محدوده وزنی خود، اثر همپوشانی بر سایر پارامترها را داشته و درنهایت شاخص کل بدست آمده از اعتبار میانگین بالاتری برخوردار می باشد؛ اما در روش BCWQI، یک شاخص با بیش‌ترین تخطی از میزان استاندارد (پارامتر F_3)، تأثیر را بر کل شاخص بیان می‌دارد.

قربانیان و همکاران (1390)، نیکونهاد و همکاران (1385) و شمسایی و همکاران (1384) نیز با بررسی تطبیقی شاخص‌های کیفی آب نتیجه‌گیری نمودند که به دلیل دخالت مستقیم پارامترهای اندازه گیری شده در ساختار زیر شاخص و شاخص کل و در نظر گرفتن اثر وزن برای مورد توجه قرار دادن این حساسیت، استفاده از شاخص NSFWQI نسبت به سایر شاخص ها در معرفی کیفیت آب مناسب تر است که این نتایج با نتایج حاصل از مطالعه اخیر همسو می باشد و قابلیت استنادی معتبرتری را دارا می باشد. همچنین نتایج مطالعات قربانیان و همکاران (1390) و شمسایی و همکاران (1384) که شاخص BCWQI را در مطالعات‌شان بکار برده بودند؛ نشان داد که شاخص BCWQI به خاطر استفاده از پارامتر درصد تخطی، باعث شده که افزایش و یا کاهش مقدار یک پارامتر تأثیر یکسانی بر روی شاخص کل داشته باشد که از معایب روش BCWQI نسبت به NSFWQI می‌باشد و با نتایج حاصل از مطالعه اخیر همسو می‌باشد. همچنین نتایج مطالعه قربانیان و همکاران (1390) حاکی از تأثیر سازه سد بر افزایش میزان پارامترهای کیفی آب در خروجی سد نسبت به سایر ایستگاه‌ها می‌باشد که این نتیجه همسو با نتایج حاصل از مطالعه حاضر در ایستگاه های ورودی تا مخزن و نیز خروجی‌ها در برخی از پارامترها مانند کدورت، میزان فسفات و نیترات می باشد. و با توجه به مقایسه نتایج مطالعات Bharti و Katyal (2011)، Sharma و همکاران (2011)، Horton (2003)، Palupi و همکاران (1995) و Sánchez و همکاران (2007) با نتایج مطالعه حاضر مشخص می گردد که کیفیت آب رودخانه می‌تواند با توجه به موقعیت مکانی، هیدرولوژی رودخانه و منابع ورودی متفاوت باشد و همانگونه که Bharti و Katyal (2011) بیان داشتند می‌توان ارزیابی کیفیت آب را به عنوان یک آنالیز برای تعریف ویژگی‌های فیزیکی و بیولوژیکی آب بکار برد و شاخص‌های متعدد WQI برای هر منطقه نیازهای خاص وجود دارد. اما در این مطالعه که بر روی ورودی، مخزن سد و خروجی سد دز صورت گرفت، مشخص گردید که این رودخانه و دریاچه از منابع آبی با پارامترهای دارای کیفیت خوب برخوردار است که نشان از عدم آلایندگی و تأثیر آن بر شاخص های کیفی آب می باشد و توسط شاخص NSFWQI، این کیفیت به خوبی بیان می گردد. بر اساس مطالعه ای که Sharma و همکاران در سال 2011، بر روی کیفیت آب رودخانه Yamuna در هند با استفاده از شاخص NSFWQI انجام دادند؛ نتایج نشان داد که کیفیت آب رودخانه در بازه خوب تا بد قرار دارد . در مطالعه Horton (2003) و Sánchez و همکاران (2007) بر روی رودخانه‌های Guadarrma و Manzanares با استفاده از شاخص NSFWQI، نتایج نشان داد که کیفیت آب بخش های مختلف رودخانه های مذکور در طبقه ی خوب تا متوسط قرار دارد و بر اساس مطالعه ای که Palupi و همکاران در سال 1995 بر روی رودخانه‌های سانتر، کراکات و سیلیوانگ در جاکارتا با استفاده از شاخص NSFWQI انجام دادند؛ نتیجه نهایی نشان داد که کیفیت آب سراسر رودخانه های مذکور در محدوه بد تا خیلی بد قرار دارد. نتایج این تحقیقات با مطالعه

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

حاضر مغایرت دارد و بر اساس نتایج مطالعه حاضر با استفاده از شاخص NSFWQI، مشخص گردید که آب دریاچه سد دز در فصول و ایستگاه‌های مورد مطالعه از کیفیت خوبی برخوردار است.

درنهایت کیفیت آب ایستگاه های مورد مطالعه در کلیه فصول و کلیه ایستگاه ها برای مصارف کشاورزی و آبزیان مناسب و در برخی ایستگاه‌ها حتی برای مصارف آب آشامیدنی با توجه به تراز استاندارد ملی و بین المللی کاربری دارند . با توجه به نتایج این بررسی و نظر به اهداف چندگانه در ساخت سد دز و با توجه به اینکه دریاچه سد دز یکی از منابع آب شیرین استان خوزستان می‌باشد و نقش عمده ای را در زندگی مردم و توسعه و عمران استان ایفا می‌کند لذا توجه به این منبع عظیم می‌بایست در سرلوحه کارهای زیست محیطی قرار گیرد.

سپاسگزاری

از زحمات و همکاری آقای مهندس علی صالح نساج، آقای مهندس محمد اعلا نژاد و خانم زهرا آزمند در انجام این پروژه تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

استاد رحیمی، آ.، 1383. شبکه‌های پایش کیفیت آب، مجله آب و محیط زیست، تابستان، شماره 58: صفحات: 33-30.

بصیر، م.، 1387. بررسی کیفی آب رودخانه کارون در بازه بندقیر- اه‌واز با استفاده از شاخص WQI و نرم‌افزار GIS و ارائه راهکارهای مدیریتی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان.

پرهام، ه.، جعفر زاده، ن .، دهقان، س . و کیان ارثی، ف .، 1386. بررسی تغییرات غلظت ازت و فسفر و برخی پارامترهای فیزی کی و شیمیایی در دریاچه پشت سد کرخه و تعیین بیلان آن، مجله علوم دانشگاه شهید چمران، تابستان، قسمت ب، شماره 17: صفحات: 125-117.

حسین زاده، ا.، شکوهی، ر.، روشنایی، ق.، علیپور، م. و حسین زاده، س.، 1390. بررسی کیفیت آب دریاچه سد آیدغموش با استفاده از شاخص کیفیت آب (NSFWQI) و بیلان مواد مغذی، مجله سلامت و محیط، فصلنامه علمی پژوهشی انجمن علمی بهداشت محیط ایران، دوره چهارم، زمستان، شماره چهارم: صفحات: 450- 439.

سازمان آب و برق خوزستان، 1369. گزارش بهره‌برداری از سدهای مخزنی کشور، امور آب، دفتر حفاظت منابع آب.

سلیمان نژاد، م.، 1377. بررسی ساختار اجتماعات ماکروبنتوز در دریاچه سد دز با تأکید بر کیفیت آب (COD ،BOD). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان.

شمسایی، ا.، اورعی زارع، ص. و سارنگ، ا.، 1384. بررسی تطبیقی شاخص‌های کیفی و پهنه‌بندی کیفی رودخانه کارون و دز، فصلنامه آب و فاضلاب، مسلسل 55، شماره 3: صفحات: 48- 39.

شیخستانی، ن.، 1380. تبیین شاخص کیفی آب‌های سطحی و کاربرد آن در ارزیابی آسیب پذیری کیفی و پهنه‌بندی رودخانه‌ها. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران.

طهماسبی، س.، افخمی، م. و تکدستان، ا.، 1390. تحلیل وضعیت فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب رودخانه گرگر با استفاده از شاخص کیفیت آب NSF، فصلنامه علمی- پژوهشی علوم بهداشتی، سال سوم، پاییز، شماره 4.

قربانیان، ش.، گوهری، ش . و بانژاد، ح .، 1390. سنجش شاخص‌های کیفی آب برای انتخاب مناسب ترین شاخص در سد وحدت، یازدهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، کرمان، 18 الی 20 بهمن.

کرمانی، م. و ناصری، س.، 1381. اثرات احداث سدها بر کیفیت آب، مجله آب و محیط زیست، مهر ماه، شماره 51: صفحات: 42-40.

مفتاح هلقی، م.، 1390. پهنه‌بندی کیفی آب با استفاده از شاخص‌های متفاوت کیفی مطالعه موردی: رودخانه اترک، مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، جلد هجدهم، شماره دوم: صفحات: 220- 211.

نصراله زاده، ح. و واردی، ا.، 1381. بررسی کیفیت آب رودخانه تجن با استفاده از منحنی شاخص کیفیت، مجموعه مقالات ششمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه، جلد دوم، اهواز: دانشگاه شهید چمران، صفحات: 903- 900.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

نیکونهاد، ع.، 1385. بررسی تغییرات کیفی آب مخزن سد کرخه در ورودی و خروجی با استفاده از شاخص های کیفی NSFWQI، DSWQI، OWQI و انتخاب بهترین روش ارزیابی کیفی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان.

ویسی، ن.، 1378. بررسی ساختار اجتماعات فیتوپلانکتون ها در دریاچه سد دز با تأکید بر فاکتورهای زیست محیطی . پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان.

BCWQI, 1996. Ministry of Environment, Lands, and Parks: The Water Quality Section, British Columbia Water Quality Status Report, April, Victoria, BC. 179p.

Bharti, N. and Katyal, D., 2011. Water quality indices used for surface water vulnerability assessment. International Journal of Environmental Sciences, volume 2, No. 1: pp 154- 173.

Brown, R. M., McLelland, N. I., Deininger, R.A. and O'Connor, M. F., 1972. A water quality index - crashing the psychological barrier, Indicators of Environmental Quality.

Calculating NSF Water Qality Index., 2005. Available from www.water-research.net/index.php/water-treatment/water-monitoring/monitoring-the-quality-of-surfacewaters

Horton, R. K., 2003. An index-number system for rating water quality. Journal of Water Poll Control Fed, 37(3): pp 300-306.

Palupi, K., Sumengen, S., Inswiasri, S., Agustina, L., Nunik, SA., Sunarya, W. and Quraisyn, A., 1995. River water quality study in the vicinity of Jakarta. Water Science and Technology, vol. 31, No. 9: pp 17- 25.

Sánchez, E., Colmenarejo, M. F., Vicente, J., Rubio, A., García, M. G., Travieso, L. and Borja, R., 2007. Use of the water quality index and dissolved oxygen deficit as simple indicators of watersheds pollution. Journal of Ecological Indicators, 7: pp 315- 328.

Sharma, D. and Kansal, A., 2011. Water quality analysis of river Yamuna using water quality index in the national capital territory, India (2000 – 2009). Apple Water Sci, 1: pp 147- 157.

Shweta, T., Bhavtosh, S., Prashant, S., Rajendra, D., 2013. Water Quality Assessment in Terms of Water Quality Index. American Journal of Water Resources, volume 1, No 3: pp 34-38.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]