

## ارزیابی وضعیت کیفی آب دریاچه های سدهای بزرگ با استفاده از شاخص WQI و TSI (مطالعه موردنی دریاچه سد دز)

امیر حسین جاوویخ<sup>۱</sup>

سرجت احمد میری‌باقری<sup>۲</sup>

آرزو کریم‌علی<sup>۳\*</sup>

۱. دکتری مهندسی محیط زیست، دانشیار دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
۲. دکتری مهندسی عمران، استاد دانشکده عمران و محیط زیست، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی تهران
۳. دانشجوی دکتری مهندسی محیط زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

\*نویسنده مسئول مکاتبات  
karimian67@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۲/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۷/۲۲

کد مقاله: ۱۳۹۳۰۳۰۱۰۸

این مقاله برگرفته از پایان نامه دکتری است.

### چکیده

دریاچه سدها از پیکره های آبی انسان ساز می باشند که تحت تأثیر رودخانه ها قرار می گیرند. سد دز بر روی رودخانه دز در استان خوزستان یکی از بزرگترین سدهای ایران است که وظیفه کنترل سیالات، آبیاری اراضی، ذخیره آب و تولید انرژی را بر عهده دارد. در مطالعه میدانی پارامترهای فیزیکو شیمیایی EC، نیترات، آمونیوم، فسفات، کدروت، TS، قلیات، کلیفرم، دما، DO، BOD، کلروفیل آ و عمق سنجی در پنج ایستگاه برای سال آبی ۸۹-۹۰ اندازه گیری شد. با استفاده از شاخص کیفی آب و شاخص وضعیت تروفیک، کیفیت آب ایستگاه های مختلف بررسی و با استفاده از تحلیل های GIS سعی گردید ایستگاه های با وضعیت مشابه در یک گروه طبقه بندی گردند. تهیه بازه های کیفی تصمیم گیران را در برنامه ریزی ها کمک می نماید. نتایج نشان داد بیشترین و بهترین شاخص کیفی آب مخزن با مقدار ۶۱ برای ایستگاه دوم تقریباً در وسط مخزن در دی ماه است و کمترین آن در ایستگاه ورودی به مخزن با مقدار ۴۶ در فوریه ماه است. همچنین شاخص وضعیت تروفیک دریاچه در حالت مزوتروفیک و یوتروفیک در بهار و تابستان متغیر است ولی در بقیه فصول وضعیت نسبتاً ثابتی دارد. علت این تغییرات به هم خوردن سیستم لایه بندی دمایی است. همچنین خطر تغذیه گرایی، در صورت عدم کنترل منابع آلینده ورودی، کیفیت آب دریاچه را تهدید می نماید. بروز تغذیه گرایی در مخزن سبب ایجاد محدودیت هایی در کاربری آب شده و سبب تولید مواد سمی بو و تغییر رنگ می گردد.

### واژگان کلیدی:

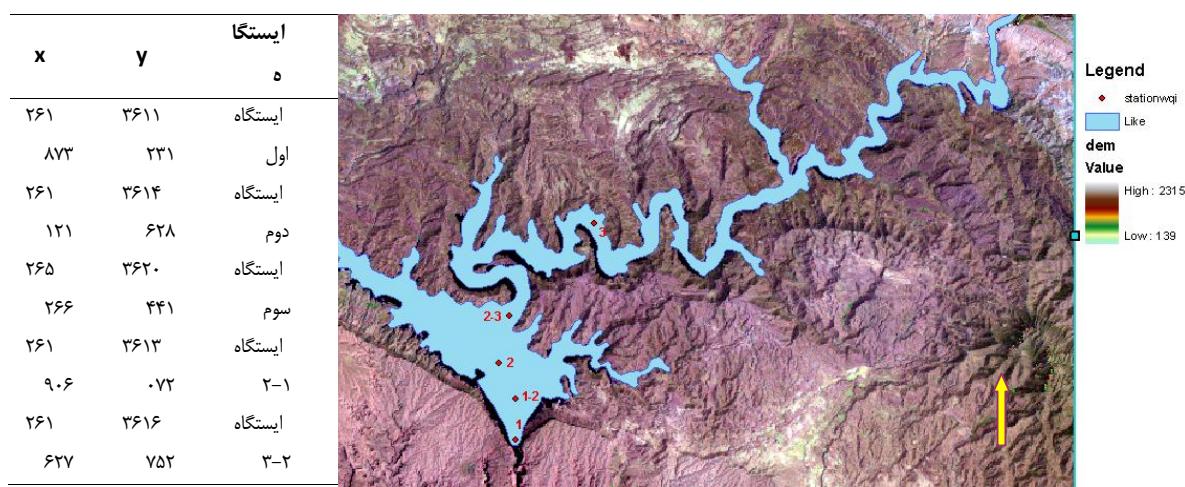
شاخص کیفیت، سد دز، مخزن، شاخص تروفیک، پهنه بندی.

### مقدمه

مخازن سدها یکی از مهم ترین منابع تأمین آب کشور می باشند. محدوده مطالعاتی دریاچه سد مخزنی دز در استان خوزستان است. بخش اصلی حوزه آبریز دز در استان خوزستان با مساحت ۱۷۴۳۰ کیلومتر مربع و طولی معادل ۵۱۵ کیلومتر قرار دارد (افشین، ۱۳۶۹). این سد با ارتفاع ۲۰۳ متر و حجم ذخیره ۳/۳ میلیارد متر مکعب و طول دریاچه ۶۵ کیلومتر از سال ۱۳۴۲ جهت کنترل سیالات های بالادست و آبیاری بخش های زیادی از اراضی شمال خوزستان و تولید برق و ذخیره آب مورد بهره برداری قرار گرفت. با توجه به افزایش جمعیت و صنایع و همچنین طرح مهم آبرسانی که وظیفه تأمین آب شرب شهرهای شوش، اهواز، دشت آزادگان، شادگان و آبادان و خرمشهر را بر عهده خواهد داشت بررسی وضعیت کیفی آب آن از اهمیت (وزارت نیرو، ۱۳۸۵). شکل ۱ وضعیت ایستگاه ها و



موقعیت سد را در منطقه نشان می دهد. هدف از این مطالعه تهیه نقشه پهنه بندی کیفی آب مخزن سد دز به عنوان یک منبع مهم آبی در خوزستان است. تاکنون تحقیق کاملی جهت بررسی کیفی آب انجام نگردیده است. ذخیره آب در مقیاس زیاد همراه با افزایش زمان ماند و تحت اثر فرایندهای بیولوژیکی، شیمیایی و فیزیکی امکان تغییر کیفیت آن وجود دارد. همچنین عوایض های کشاورزی و صنعتی همراه با ورود و انتقال مواد مغذی و سموم به در ریچه ها محیطی فعلی جهت ارزاع عوایض های میکروارگانیزم ها فراهم می نماید ( وزارت نیرو، ۱۳۹۰). مطالعه مخزن سد بوکان بر روی رودخانه زربنه رود در استان کردستان برای مدت یک سال و بر اساس پارامترهای کیفی نشان داد که به دلیل ورود مداوم فاضلاب شهر سقز این مخزن دچار معضل زیست محیطی از نوع تغذیه گرایی گردیده و در صورت عدم توجه به روند کنونی ورود آلاینده ها بلکاهش کیفیت آب به صورت ایجاد بو و تغییر رنگ مواجه خواهد شد و آب شرب شهر سقز با مشکل مواجه می گردد ( سارنگ، ابریشمچی، تجریشی، ۲۰۰۱ ). در بررسی کیفیت آب مخزن سد گیلار برای مدت شش ماه مقدار فسفات و نیترات به ترتیب ۰/۴۷ و ۵۶ تن در ورودی تخمین زده شد. مهم ترین منابع آلاینده تأثیرگذار در این کاهش کیفیت ورود انواع فاضلاب های انسانی، کشاورزی و اثرات زمین شناسی منطقه مطالعاتی است ( شاملو و نصیری و ندافی، ۱۳۸۲ ). بررسی تأثیر تغییر کاربری زمین در حوضه سد امیرکبیر نشان داد که تغییر کاربری صنعتی، کشاورزی و شهری می تواند بر کیفیت شیمیایی و میکروبیولوژیک آب تأثیرگذاشته و کیفیت آن را به شدت کاهش دهد ( هاشمی، ۱۳۸۷ ). بیلان مواد مغذی و بررسی آن با NSFWQI برای پارامترهای اکسیژن موردنظر بیوشیمیایی، کلیفرم، کدورت، هدایت ویژه ایکتریکی، کل جامدات محلول pH در هشت ایستگاه انتخابی و برای فصول بهار و تابستان در دریاچه سد آبدگموش انجام شد. طبقه بندی به دست آمده شاخص کیفیت را خوب تعیین نمود و نشان داد که بیلان مواد مغذی مانند نیترات، فسفات در ورودی بیشتر از خروجی است ( شکوهی، علیپور و حسین زاده، ۱۳۹۰ ). در تحقیقی دیگر در مکریکو پارامترهای نیتروژن، فلوراید، کلراید، کل، جامدات، فسفر، pH به صورت ماهانه از محل ده ایستگاه در دو عمق یک متر و دو متر اندازه گیری شدند. نتایج بررسی آنها با شاخص WQI نشان داد که اگرچه مقدار شاخص به دست آمده خوب است ولی بسیار متغیر بوده و آب آن برای شرب قابل اطمینان نیست بنابراین تصفیه پیشرفته ضروری است ( Rubioarias et al., 2012 ) کیفیت آب به صورت آماری در مخازن سه گانه جورج بر اساس اندازه گیری های میدانی برای یک دوره دوساله انجام شد. کیفیت آب در سه کلاس قرار گرفت. کلاس یک وضعیت مطلوب، کلاس دو برای سال های بارانی در نظر گرفته شده که وضعیت کیفیت آب به دلیل ورود آلاینده ها و رسوبات فراوان کاهش می باید و کلاس سه نیز برای وضعیت نامطلوب هنگام ورود مواد مغذی به مخزن تعیین شد. این مخازن جهت جلوگیری از کاهش کیفیت نیاز به کنترل دارند ( Chuanqi and Wang, 2009 ). بررسی ها نشان داد که سن دریاچه و کاربری های زمین های اطراف بر وضعیت تغذیه گرایی و کیفیت آب در ریچه های مصنوعی در کانزاس تأثیر داشته و در ریچه ها را به شدت متمایل به وضعیت تغذیه گرایی و افت کیفیت می کند ( Carney, 2010 ). برای شناسایی وضعیت کیفیت دریاچه چوها از شاخص TSI استفاده شد. تحلیل نتایج نشان داد که در شرق دریاچه وضعیت مزوتروف بوده در حالی که در غرب دریاچه به علت ورود مقادیر زیاد انواع آلاینده صنعتی و فاضلاب های شهری وضعیت بوتروف یا هایپر یوتروف است ( Huibin et al., 2011 ).



شکل ۱: وضعیت کلی منطقه مطالعاتی، موقعیت و مختصات ایستگاه‌ها در دریاچه سد ذر.

برای مطالعه پس از بازدید میدانی و بر اساس امکانات موجود و ناحیه بندی طولی انجام شد. سعی گردید ایستگاه‌های انتخابی تحت عوامل تأثیرگذاری همچون جرطفهای سیلابی نبوده و همواره قابل دسترسی باشند. با توجه به شکل مخزن و فاصله ورودی و خروجی تعداد پنج ایستگاه نمونه‌برداری (یکی در ورودی مخزن و دیگری در نزدیکی تاج سد و سه ایستگاه دیگر در فاصله بین آن‌ها) انتخاب گردیدند. اندازه‌گیری ماهانه پارامترها در سال آبی ۸۹-۹۰ انجام شد. برای پارامترهای عمق سچی دیسک، هدایت الکتریکی، دما، کدورت، اکسیژن pH از دستگاه‌های پرتابل استفاده شد و سایر پارامترها تحت شرایط استاندارد به آزمایشگاه منتقل و اندازه‌گیری شدند (Eaton et al., 2005). محل نقاط ایستگاه‌های انتخابی توسط دستگاه GPS ثبت گردید و به نقشه تهیی شده در محیط GIS (Trophic State TSI و Water Quality Index WQI) انتقال یافت. بانک اطلاعاتی از داده‌ها، مقادیر محاسبه شده شاخص‌های (TSI و WQI) (Water Quality Index) و ایندکس GIS (Index) در محیط GIS تهیی و به نقشه متصل گردید. سیستم GIS کمک می‌کند تلازیابی و تحلیل کامل‌تری ارائه شده و امکان پهنه‌بندی و همپوشانی اطلاعاتی فراهم گردد. از شاخص‌های موجود جهت بررسی وضعیت کیفی آب، شاخص WQI از جنبه کیفی و شاخص TSI از جنبه وضعیت تعذیه گرایی دریاچه انتخاب گردیدند. زیرا این شاخص‌ها در برگیرنده وضعیت نسبتاً واقعی آب بوده و تقریباً تمامی شرایط را شامل می‌گردند، از طرفی کار با این شاخص‌ها و نحوه محاسبه آن‌ها ساده بوده و نمونه‌برداری پارامترهای آن‌ها نیاز به تجهیزات پیشرفته ندارد. مشخصه‌های انتخابی در این شاخص‌ها و نحوه اندازه‌گیری آن‌ها ساده و مقرر به صرفه است و نیاز به تجهیزات بسیار پیچیده ندارد و یکی از معمول‌ترین روش‌های ارزیابی آلودگی منابع آب بوده که تأثیر همزمان پارامترهای فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی را نشان می‌دهند. در معادله ۱ ضرایب مؤثر در رابطه شاخص WQI ارائه شده است.

$$\text{WQI} = \sum W_i Q_i \quad (1)$$

WQI = شاخص کیفیت آب که مقدار آن از صفرتا ۱۰۰ متغیر است.

Wi = وزن یا درجه اولویت عامل از صفرتا ۱ (جدول)

Qi = کیفیت پارامتر از صفرتا ۱۰۰ (منحری‌های شاخص)

اطلاعات با توجه به درجه اولویت یا وزن استخراج می‌شوند. و با استفاده از منحنی‌های مربوطه، با یکدیگر ترکیب و ارائه می‌گردد. نظام شاخص کیفیت آب نیازمند ارائه رابطه‌ای قطعی بین مقادیر متفاوت هر مشخصه آزمایشگاهی و میزان کیفی است که می‌توان بر اساس تغییرات آن مشخصه را به آب نسبت داد. از طریق شاخص کیفیت می‌توان وضعیت یک ایستگاه از مخزن سد را در طی چند ماه باکنفیت آب در ایستگاه‌های مختلف مقایسه و مورد بررسی قرارداد. مقیاس درجه‌بندی از ۰ تا ۱۰۰ و با تعریف کیفیت بسیار خوب تا بسیار بد در پنج کلاس طبقه‌بندی می‌گردد. بسته به مقدار محاسبه شده شاخص در کی از این کلاس‌ها قرار می‌گیرد (Brian, 2001).

برای ارزیابی در ریچه سد در از نظر سطح تعذیب گرایی از شاخص TSI کارلسون استفاده شده است. مقیاس TSI از ۰ تا ۱۰۰ تقسیم شده و بر اساس پارامترهای فسفر کل (TP)، کلروفیل آ (Chl-a) و عمق دیسک سپی (SD) و یا نیتروژن کل (TN) محاسبه می شود. در زیر معادلات بکار رفته در این شاخص ارائه گردیده است . بر اساس این شاخص وضعیت در ریچه در پنج وضعیت اولیگوترووفیک، مزوترووفیک، یوتروفیک، هایپریوتروفیک طبقه بندی می گردد (Carlson, 2003).

$$TSIs = 60 - \frac{14}{4} \ln(SD)$$

رابطه ۲:

$$SD = \text{شفافیت صفحه سپی (متر)}$$

شاخص وضعیت تروفیک بر حسب غلظت کلروفیل

$$TSIc = 60 - \frac{14}{81} \ln(CHL) + 30/6$$

رابطه ۳:

$$\text{غلظت کلروفیل بر حسب میکروگرم در لیتر} = CHL$$

شاخص وضعیت تروفیک بر حسب غلظت فسفر کل

$$TSIp = 60 - \frac{14}{2} \ln(TP) + 4/15$$

رابطه ۴:

$$\text{غلظت فسفر کل بر حسب میکروگرم در لیتر} = TP$$

$$\text{Total(TSI)} = \frac{(\sum TSIc + TSIp + TSIs)}{3}$$

رابطه ۵:

## نتایج

برای بررسی و صحت سنجی داده ها در ایستگاه های مختلف از نمودار جعبه ای استفاده شد تحلیل آماری نشان داد که میانه داده های پنج ایستگاه یکسان نبوده ولی متقاضی به نظر می رسد. همچنین از آزمون کراسکال-والیس برای آزمون تفاوت بین ایستگاه ها استفاده شد و با توجه به نتایج تفاوت بین ایستگاه ها از نظر پارامتر دمای سطحی DO و همچنین سایر پارامترها اختلاف در حد یک درصد معنی دار می باشد ولی این اختلاف برای پارامترهای BOD، PO4، Turbidity و TS معنی دار نبود. نهایتاً بررسی های آماری داده ها و صحت سنجی آن ها برای تمام ایستگاه ها انجام شد. جدول ۱ نتایج پنج ایستگاه را برای آزمون کراسکال-والیس نشان می دهد. همچنین جهت بررسی کلی نتایج بدست آمده از پایش های ماهانه در ایستگاه های مختلف به صورت میانگین سالانه در جدول ۲ ارائه شد. بیشترین مقدار میانگین سالانه پارامتر اکسیژن محلول در ایستگاه دوم و بیشترین مقدار هدایت الکتریکی، فسفات، اکسیژن موردنکله بیوشیمیایی و کل جامدات در ایستگاه سوم دیده می شود. تغییرات پارامتر کلروفیل آ برای ایستگاه های مختلف در یک سال در شکل ۲ نشان داده شده است. محدوده این تغییرات بین ۴۶-۶۱ قرار دارد. شاخص تروفیک بر اساس پارامترهای شفافیت، TP و کلروفیل آ محاسبه و نتایج آن در ایستگاه های مختلف در شکل ۳ نشان داده شد. ایستگاه ۱ در آبان با مقدار ۶۳ بیشترین و ایستگاه ۲ در اسفند کمترین مقدار شاخص را داشتند. در نهایت با استفاده از تحلیل های سیستم GIS، لایه های مختلف اطلاعاتی تهی شده و با ترکیب و همپوشانی آن ها پهنه بندی نهایی برای شاخص WQI و TSI ترسیم شد. این پهنه بندی بر اساس روش درون گلیچ در GIS به دست آمد. در شکل های ۳ و ۴ وضعیت نهایی پهنه بندی را با استفاده از رنگ های مختلف و در چهار طبقه نشان می دهد.

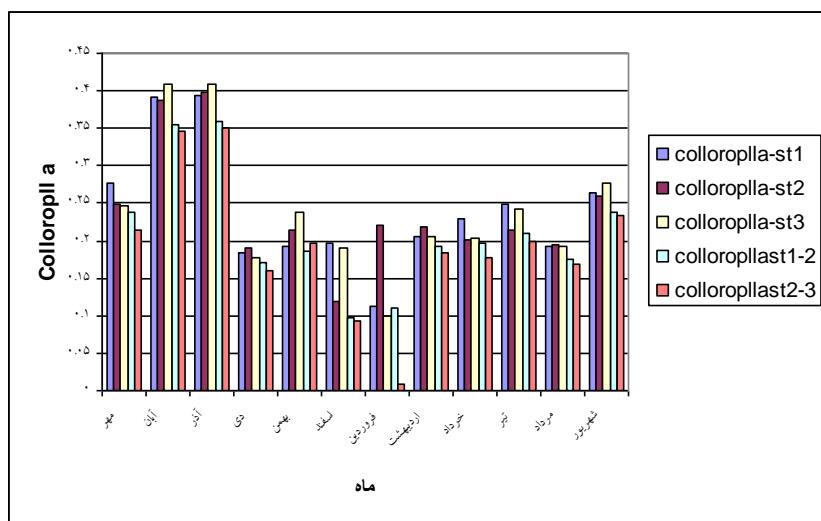
جدول ۱ : نتایج آزمون کراسکال والیس در مقایسه ماهها در ایستگاه‌های مختلف.

Turbidity	TS	TP	PO4	NO3	BOD	collorolla	pH	EC	DO	دما سطحی	مقدار در ایستگاه
۷۳/۶۶۸	۷۲/۸۷۰	۴۷/۲۸۰	۵۰/۹۶۹	۵۵/۲۱۹	۶۷/۷۵۴	۷۲/۳۹۶	۴۲/۸۷۸	۴۰/۳۹۱	۵۷/۶۵۰	۴۸/۲۹۸	آماره کای اسکور- s1-
/****	/****	/****	/****	/****	/****	/****	/****	/****	/****	/****	- p (Sig)
۶۳/۵۹۶	۶۷/۱۹۵	۵۱/۱۲۰	۴۶/۷۶۰	۳۱/۸۵۹	۶۳/۴۴۲	۷۱/۵۳۳	۵۰/۸۹۰	۳۷/۹۳۹	۶۲/۹۶۷	۴۷/۶۸۴	آماره کای اسکور- s-2
/****	/****	/****	/****	/****	/****	/****	/****	/****	/****	/****	- p (Sig)
۱۷/۳۱۹	۱۶/۸۶۸	۱۷/۴۵۲	۱۲/۴۷۰	۱۵/۷۲۵	۱۸/۰۸۶	۲۵/۲۹۳	۱۳/۹۰۰	۲۴/۱۳۵	۲۳/۳۹۵	10.341	آماره کای اسکور- s-3
.۹۹۰	.۱۱۲	.۰۹۵	.۳۲۹	.۱۵۲	.۰۸۰	**/۸۸۸	.۲۳۹	*./۱۲	*/۱۶۰	.500	- p (Sig)
۷۱/۰۳۴	۷۱/۸۹۰	۵۰/۹۰۷	۵۰/۸۹۷	۵۵/۰۱۹	۶۹/۰۱۷	۷۳/۸۲۲	۵۰/۶۶۷	۳۹/۲۰۴	۵۷/۷۳۹	45.832	آماره کای اسکور- s-1-2
/****	/****	/****	/****	/****	/****	/****	/****	/****	/****	/****	- p (Sig)
۶۶/۶۲۵	۶۶/۳۶۵	۳۰/۲۹۶	۳۶/۵۱۹	۳۳/۱۲۵	۶۵/۲۳۲	۷۵/۴۳۸	۳۴/۶۹۶	۴۵/۵۶۱	۶۶/۹۱۱	46.271	آماره کای اسکور- s-2-3
/****	/****	/****	/****	/****	/****	/****	/****	/****	/****	/****	- p (Sig)

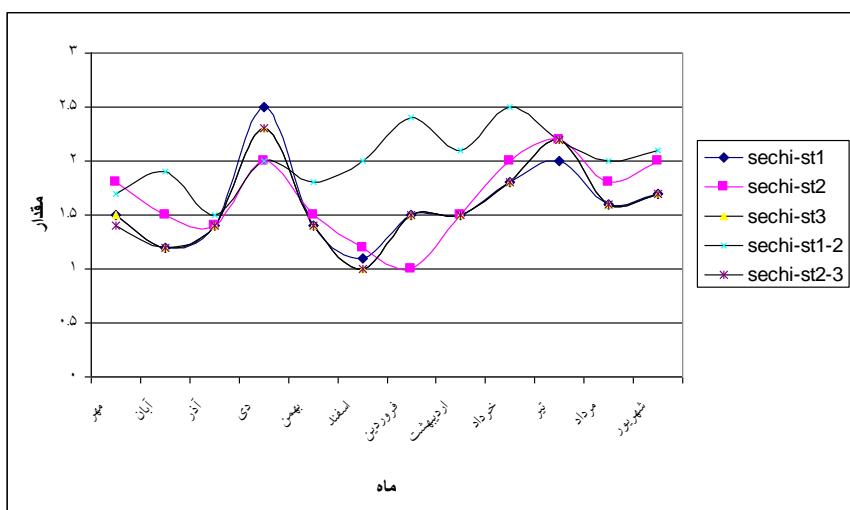
داشتن \* نشان‌دهنده وجود تفاوت معنیدار در سطح پنج درصد و داشتن \*\* نشان‌دهنده وجود تفاوت معنیدار در سطح یک درصد است

جدول ۲ : میانگین سالانه پارامترها در ایستگاه‌های مختلف.

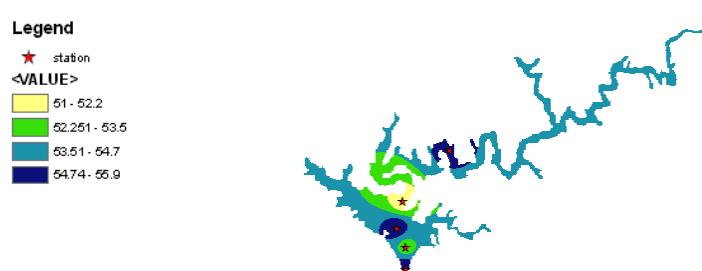
TS	Turbidity	Fecal Coliform	TP	PO4	NO3	BOD	pH	EC	DO	دما سطحی	نام ایستگاه
mg/L	NTU	#/100 mL	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	stnd units	µmhos/cm	mg/L	° C	
۳۹۷	۱۴۵	۳	.۱	.۴	۷/۷	۲/۴	۸/۳	۴۷۷	۷/۸	۲۴	ایستگاه ۱
۴۴۲	۱۹۹	۳	.۱	.۲	۷/۴	۲/۴	۸/۳	۴۸۳	۷/۹	۲۵	ایستگاه ۲
۴۴۶	۱۹۵	۸	.۲	.۲	۷/۶	۲/۷	۸/۲	۴۹۶	۷/۸	۲۵	ایستگاه ۳
۳۸۱	۱۵۶	۷	.۱	.۲	۶/۸	۲/۲	۷/۶	۴۳۶	۷/۲	۲۲	ایستگاه ۲-۱
۳۸۶	۱۷۳	۵	.۱	.۲	۶/۵	۲/۲	۷/۲	۴۲۶	۶/۸	۲۱	ایستگاه ۳-۲



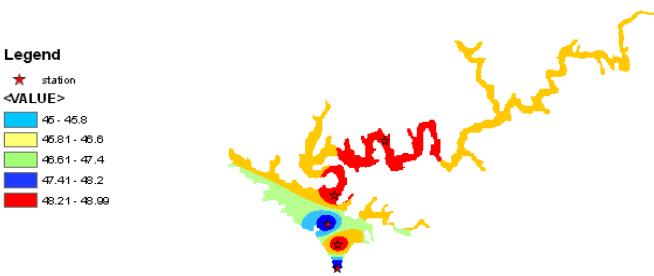
شکل ۲: وضعیت تغییرات پارامتر کلروفیل آ در ماهها و ایستگاههای مختلف.



شکل ۳ : وضعیت سطحی دیسک در ماهها و ایستگاههای مختلف.



شکل ۴: پهنه‌بندی کیفی در رودخانه سد دز برای شاخص WQI.



شکل ۵: پهنه‌بندی کیفی دریاچه سد دز برای شاخص TSI.

### بحث و نتیجه‌گیری

از ترکیب داده‌های میدانی و سایر اطلاعات به دست آمده از وضعیت دریاچه سد دز می‌تواند نتیجه گرفت که شاخص کیفیت آب در همه ایستگاه‌ها در بازه نسبتاً خوب با حداقل مقدار ۴۶ و حداکثر مقدار ۶۱ قرار گرفته است. بنابراین استفاده از این آب جهت استفاده آب شرب نیاز به تصفیه پیشرفته دارد ولی برای انواع مقاصد تفریحی، پرورش انواع آبزیان و گونه‌های مقاوم و کشاورزی مناسب است. ایستگاه ۲ و ایستگاه ۲-۱ فقط در دی‌ماه در وضعیت نامناسب قرار گرفتند و دیگر ایستگاه‌ها تعییر زیادی نداشتند. مقدار عددی شاخص در فصل بهار نسبت به فصول دیگر بهتر است. همچنین مشاهده می‌گردد که ایستگاه رودخانی به مخزن، ایستگاه شماره سه در پارامترهای جامدات متعلق ، کلیفرم ، کدورت ، نیترات ، BOD و EC وضعیت پایین‌تری نسبت به سایر ایستگاه‌ها دارد. این ایستگاه در انتهای ترعی بخش دریاچه سد دز بر روی رودخانه در قرار گرفته است. همچنین حجم اصلی آبی ورودی به دریاچه را تأمین می‌کند. با توجه به دریافت دی‌ماه شاخص‌های فرعی متعدد، فرسایشی بودن منطقه حوزه آبریز، قطع درختان و کاهش پوشش گیاهی ، کاهش‌های بارندگی سالیان اخیر و افزایش مقدار دریافتی آلانینده‌ها از مناطق روستاپی، زه آب‌های کشاورزی و مناطق صنعتی در بالادست وضعیت کیفیت آب این ایستگاه را متغیر و نامناسب نموده است . البته در بعضی موارد جریانات معکوس و رسوبی موجود در دریاچه سد دز بر کیفیت پارامترها ی بعضی ایستگاه‌ها تأثیرگذار هستند. بنابراین در بهره‌برداری از دریاچه باید مدنظر قرار گرفته و پایدارترین محل انتخاب گردد . یکی از عوامل محدودکننده در مصرف آب وجود عوامل میکروبی است که با توجه به نتایج نمونه‌برداری منبع آلودگی میکروبی مهمی در ایستگاه‌های نمونه‌برداری مشاهده نشد. مقدار کلیفرم مدفعی بین ۹/۴ تا ۲/۲ بوده و معیار دار نیست ولی این منبع آبی می‌تواند تحت تأثیر آلودگی ناشی از فاضلاب جزیره تفریحی دز قرار گیرد. و بر کاربری آن اثر گذارد. در مطالعه‌ای بر روی سد دوکان با شاخص WQI و استفاده از نتایج آزمایشگاهی به علت افزایش آلودگی در ایستگاه‌های مختلف کیفیت آب دریاچه در طبقه نامناسب قرار گرفته و ازان جهت آبیاری اراضی کشاورزی استفاده می-گردد (Alobaidy, 2010). در ایستگاه‌های موجود بر روی دریاچه سد دز منبع آلانینده مهمی دیه نشد و در اکثر موارد کیفت آب مناسب است. همچنین نتایج حاصل از بررسی رسوبات و جامدات متعلق با مقدار ۷۱۴-۲۸۲ میلی‌گرم در لیتر نشان داد که بار رسوبی وارد به مخزن به دلیل فرسایش زیاد اراضی و از بین رفتن پوشش گیاهی زیاد بوده و حجم مفید مخزن را کاهش داده است. غلظت جامدات متعلق در فصل بهار نسبت به فصول دیگر به علت وجود جریانات فصلی و سیلابی و جنس خاک منطقه بیشتر است افزایش مواد متعلق باعث کاهش عمق رؤیت دیسک سکی می‌گردد. در دریاچه زایری در نیجر نیز به علت کدورت زیاد آب در بسیاری از نواحی شاخص کیفیت آب نامناسب گردیده است. که می‌تواند با کنترل فعالیت‌های کشاورزی و جنگل‌زدایی آن را بهبود بخشد (Adakole and Abolud, 2008). در دریاچه سد جریانات رسوبی و سیلابی بر کیفت اثر می‌گذارند. هدایت الکتریکی در بهار به علت سیستم لایه‌بندی دمایی تعییر می‌کند ولی در بقیه فصول تعییرات خاصی ندارد. در رطیچه‌ها و مخازن پشت سدها در اثر ورود مواد مغذی و سایر شرایط مناسب جمعیت ماکروفیت ها یا فیتوپلانگتونها افزایش افته و در نتیجه متابولیسم سلولی افزایش می‌کند و چنانچه آب خاصیت بافری داشته باشد تعییرات زیادی در مقدار pH ایجاد نمی‌شود. ولی در برخی سیستمهای یوتروفیک تعییرات pH مشاهده شده است با توجه به شاخص تروفیک به دست آمده از

دریاچه سد دز ، وضعیت این دریاچه در حالت مزوتروفیک و یوتروفیک قرار دارد . در فصل بهار برای نوسانات و لایه بندی حرارتی احتمال داشته در حالت مزوتروفیک قرار گرفته و وضعیت کیفیت آب خوب است ولی در فصل پاییز به علت کاهش اثر پارامترها به سمت وضعیت یوتروفیک و مغذی شدن پیش می رود . مغذی شدن می تواند مشکلات زیادی همچون ایجاد بو ، طعم ، کاهش زیبایی و گرفتگی سریع فیلترهای آب را فراهم نماید. بررسی نمونه برداری های میدانی سه ساله ۲۰۰۶-۲۰۰۹ دریاچه مانسی گانگ هند با استفاده از شاخص وضعیت تروفیک(TSI) وضعیت دریاچه را در سال ۲۰۰۶ در وضعیت الیگوتروف، سال ۲۰۰۸ مزوتروف و سال ۲۰۰۹ یوتورتروف نشان داد و این تغییرات نشانه افزایش ورود آلاینده ها به دریاچه است (Sharma *et al.*, 2010). همچنین شاخص TSI کارلسون برای یک دوره نمونه برداری یک ساله ۲۰۰۳-۴ دریاچه یوبات ترکیه برای پارامترهای TP و SD و کلروفیل آ این دریاچه را به دلیل ورود مقادیر زیاد مواد مغذی در وضعیت یوتروفیک قرارداد (Ayse *et al.*, 2009). دریاچه سد دز در بهار به علت وضعیت بهتر آب در وضعیت مزوتروفیک قرار می گیرد ولی در تابستان به علت تبخیر و کاهش دبی ورودی و افزایش دریافت زه آب های کشاورزی بالا دست در حالت یوتروفیک قرار می گیرد. بنابراین بهترین راه جلوگیری از مغذی شدن آب دریاچه ، کاهش ورود آلاینده به آن هاست. درنهایت نیز تحابی های به دست آمده از همپوشانی ها در محیط GIS، ایستگاه های دارای وضعیت مشابه را در یک طبقه قرارداد. پنهان بندی ارائه شده برای شاخص WQI نشان دارد که ایستگاه ۲-۳ وضعیت متفاوت تری نسبت به سایر ایستگاه ها دارد ولی بقیه ایستگاه ها در طبقه بندی نزدیکی قرار گرفته اند. همچنین برای شاخص TSI نیز ایستگاه های ۱-۲ و ۲-۳ در یک طبقه و ایستگاه های ۱ و ایستگاه ۳ نیز در یک طبقه قرار گرفتند.

نتایج به دست آمده از مطالعات پایش و تجزیه و تحلیل آن ها نشان داد که در صورت عدم کنترل آلاینده ها و تداوم ورود آن ها به دریاچه سد دز خطر تعذیه گرایی وجود دارد. بنابراین داشتن برنامه پایش منظم و تهیه بانک اطلاعاتی داده ها ضروری است و می تواند برنامه ریزی را جهت تصمیم گیری های بهتر کمک نماید. همچنین بررسی سریع هرگونه تغییر در کوتاه ترین زمان فراهم می شود . ایستگاه شماره ۳ در ابتدا به علت تغییرات زیاد پارامترها مناسب نیست. ایستگاه شماره ۱ در نزدیکی تاج سد به علت اینکه مواد زائد زیادی در سطح آب تجمع دارند نتایج درستی ارائه نمی دهد ولی ایستگاه های شماره ۲-۱ و ۲-۳ را می تواند به عنوان ایستگاه های مناسب انتخاب کرد . راهکارهای پیشگیرانه و کنترلی همچون ایجاد تصفیه خانه های فاضلاب در مراکز بالا دست جهت کاهش انواع آلاینده و مواد مغذی و اجرای برنامه های آبخیز داری و کنترل فرسایش و تله اندازی رسوبات قبل از ورود به مخزن ، نیازی ضروری می باشد.

## سیاستگذاری

از کارشناسان سازمان آب و برق خوزستان جهت کمک علیمی و تهیه اطلاعات تشکر و قدردانی می گردد.

## منابع

- افشین، ی.، ۱۳۶۹. رودخانه های ایران، انتشارات شرکت مهندسین مشاور جاماب، وزارت نیرو.
- دستورالعمل اجرایی پایش کیفیت آب مخازن پشت سدها، ۱۳۹۰. نشریه شماره ۵۵۱-۵۵۱ وزارت نیرو.
- سارنگ، ا.، تجربی، م. و ابریشمچی، ا.، ۱۳۸۰. شیع سازی کیفی مخزن سدبوکان، مجله آب و فاضلاب ، شماره(۱)۳۷، صفحات ۵-۲.
- شاملو، ا.، نصیری، ص. و ندافی، ک.، ۱۳۸۲. بررسی کیفیت آب مخزن سد گیلازو، مجله آب و فاضلاب ، شماره(۱۵)۵۱، صفحات ۲۷-۲۲.
- شکوهی، ر.، حسین زاده، ی. و روشنایی، ج.، ۱۳۹۰. بررسی کیفیت آب دریاچه سد آبدگموش با استفاده از شاخص کیفیت آب و بیلان مواد مغذی، فصلنامه علمی پژوهشی سلامت و محیط ، شماره(۴)۴۳۹-۴۵۰، صفحات ۴-۴.
- طرح جامع آبرسانی و تامین آب، ۱۳۸۵، سازمان آب و برق خوزستان، وزارت نیرو.
- هاشمی، ح.، ۱۳۸۷. ارزیابی تاثیر کاربری اراضی بر کیفیت آب رودخانه کرج، پروژه تحقیقاتی ، دانشگاه شهید بهشتی.

**Adakole, J. and Abolud, D., 2008.** Assessment of Water Quality of A Man -Made Lake in Zaria, Nigeria, Proceedings of the 12th World Lake conference, 1372-1382.

- Alobaidy, J., 2010.** Application of Water Quality Index for Assessment of Dokan Lake Ecosystem, Kurdistan Region, Iraq, Journal of Water Resource and Protection, 2(1), 792-798.
- Ayse, E., Nihan, O., Arzu, T., Fatma, O. and Huseyin, S., 2009.** Evaluation of trophic state of lake Uluabat, Turkey, Journal of Environmental Biology, 30(5), 757-760.
- Brian, O., 2001.** Available from, <http://www.watrqualindex/waterqualityindex.htm>
- Carlson, R., 2003.** A trophic state index for lakes. Limnology and Oceanography Research Center, University of Minnesota, 22: 361-369.
- Carney, E., 2010.** Relative influence of lake age and watershed land use on tropic state and water quality of artificial lakes in Kansas, journal of Lake Reservoir Management, 2(2), 199-207
- Chuanqi, L. and Wang, W., 2009.** Assessment of the Water Quality near the Dam Area of Three Gorges Reservoir Based on Bayes, Proceedings of the 1st International Conference on Information Science and Engineering, 145-148.
- Eaton, A., Clesceri, L. and Rice E., 2005.** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st ed. Washington DC: American Water Works Association (AWWA).
- Huibin, Y., Beidou, X., Jinyuan, J., Marie, J., Hailong, W. and Dinglong, L., 2011.** Environmental heterogeneity analysis, assessment of trophic state and source identification in Chaohu Lake, China, Journal of Environmental Science and Pollution Research, 18(8), 1333-1342.
- Rubioarias, H., Contrerascaraveo, M., Quintana, R., Saucedotran, R. and Pinalesmunguia, A., 2012.** An overall Water Quality Index (WQI) for a man-made aquatic reservoir in Mexico, International Journal of Environmental Research Public Health, 9(5), 1687-1698.
- Sharma, M., Kumar, A. and Rajvanshi, S., 2010.** Assessment of Trophic State of Lakes: A Case of Mansi Ganga Lake in India, Journal of HYDRO NEPAL, 6(1), 65-72.
- Yang, H., Shen, Z. and Wang, W., 2007.** Water quality characteristics along the course of the Huangpu River, Journal of Environmental Sciences, 19(10), 1193-1198.

