مجله بوم شناسی آبزیان

Journal homepage: http://jae.hormozgan.ac.ir

بررسی تغییرات زمانی و مکانی کیفیت آب تالاب چغاخور با استفاده از شاخص کیفی آب (WQI)

پژمان فتحی[۱]، عیسی ابراهیمی[۱*]، نوراله میرغفاری[۲]، علی رضا اسماعیلی[۱]

[۱] گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[۲] گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۹۳/۰۳/۱۱
اصلاح: ۹۴/۰۶/۲۰
پذیرش: ۹۴/۰۷/۰۲

کلمات کلیدی:
شاخص کیفی آب
تالاب چغاخور
چهارمحال بختیاری

چکیده

به منظور بررسی کیفیت آب تالاب چغاخور با استفاده از شاخص WQI، تعداد ۱۰ ایستگاه انتخاب و با ۳ تکرار در هر ایستگاه، از اردیبهشت تا اسفند ماه ۱۳۸۹، با تناوب ۴۵ روز یکبار اقدام به نمونه برداری از آب تالاب گردید. شاخص کیفی آب (WQI) با استفاده از ۹ پارامتر کیفی آب شامل نیترات، نیتریت، قلیائیت، سختی، کدورت، هدایت الکتریکی، اکسیژن محلول، pH و BOD_5 محاسبه و مورد ارزیابی قرار گرفت، برای این منظور به هر یک از پارامترها بر اساس اهمیت آن‌ها در زندگی آبزیان و نقش آن‌ها در استفاده از منابع آب برای مصارف انسانی یک وزن (AW) از ۱ تا ۴ اختصاص داده شد. آنالیز واریانس داده‌های حاصل از محاسبه WQI اختلاف معنی داری را بین زمان‌های مختلف نشان داد ($P < ۰/۰۱$). نتایج حاصل، کیفیت آب تالاب را در ۲ طبقه خیلی فقیر و نا مناسب قرار داد و مشخص شد که آب تالاب برای مصارف انسانی، به خصوص نوشیدن مناسب نیست. مهم‌ترین فاکتور مؤثر در ارزیابی کیفیت آب بر اساس این شاخص، BOD_5 بود.

مقدمــه

توسعه انسانی و گسترش فعالیت‌های اقتصادی، بدون شک منجر به افزایش نیاز آب برای اهداف مختلف می‌شود. منابع آب در ایران، به خصوص در سه دهه گذشته در اثر مصرف بیش از حد در کاربری‌های مختلف تحت تأثیر قرار گرفته و به علت تغییرات آب و هوایی در این سال‌ها، با کاهش قابل توجهی مواجه شده است. کیفیت آب به طور حتم متأثر از کاربری‌های کمی و کیفی منابع مختلف آن است. بنابراین برنامه ریزی‌های ملی و مدیریت منابع، همگی در رابطه با اولویت در نوع استفاده از منابع آبی می‌باشد. عبارت کیفیت آب برای دست یابی به یک شناخت جامع از چگونگی امکان استفاده از منابع آب برای مصرف انسانی توسعه پیدا کرده است (Vaux, 2001). این واژه به طور گسترده در علوم مختلف و موارد وابسته به آن‌ها استفاده شده و به عنوان یک ضرورت برای مدیریت منابع آب مطرح است (Parparov *et al*., 2006). کیفیت آب در یک اکوسیستم آبی به وسیله تعدادی از فاکتورهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی تعیین می‌شود (Sargaonkar and Deshpande, 2003). بنابراین مسئله مهم در مورد پایش کیفی آب، همبستگی پیچیده بین تعداد زیادی از متغیرهای اندازه گیری شده است (Boyacioglu, 2006). بیشترین تغییرپذیری منابع آب ناشی از تأثیرات طبیعی و فعالیت‌های انسانی می‌باشد (Simeonov *et al*., 2002). روش‌های زیادی برای آنالیز داده‌های مربوط به کیفیت آب وجود دارد که با توجه به اهداف مطالعات، روش‌های نمونه برداری،

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: e_ebrahimi@cc.iut.ac.ir

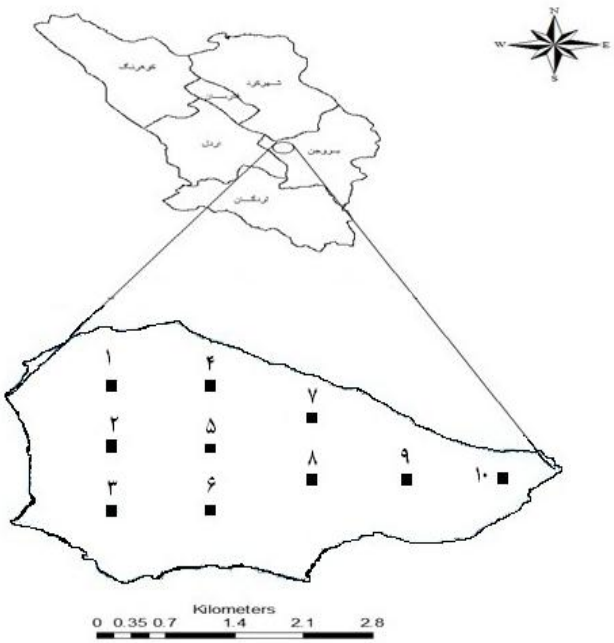
[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1394.5.3.5.0]

منطقه مورد مطالعه و همچنین اندازه نمونه‌ها با یکدیگر متفاوت هستند. به عنوان مثال برخی از روش‌ها مثل شاخص WQI برای طبقه بندی، مدل سازی و یا تفسیر منابع آبی به کار گرفته می‌شوند (Boyacioglu, 2007a; Simeonov *et al*., 2002). یکی از مؤثرترین روش‌های بررسی کیفیت آب استفاده از شاخص‌های مناسب ارزیابی است (Dwivedi and Pathak, 2007). این شاخص‌ها بر پایه میزان‌هایی از پارامترهای مختلف فیزیکی، شیمیایی و زیستی در یک نمونه آب بنا نهاده شده است. استفاده از شاخص‌ها در برنامه‌های پایش برای ارزیابی سلامت اکوسیستم بسیار مفید بوده و می‌تواند به عنوان یک معیار برای ارزیابی موفق و مناسب در استراتژی‌های مدیریتی برای بهبود کیفیت آب استفاده شود (Rickwood and Carr, 2009). شاخص کیفی آب (WQI) می‌تواند مجموعه‌ای از داده‌های پارامترهای 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). این مطالعه تلاشی برای ارزیابی تغییرات زمانی و مکانی کیفیت آب با استفاده از شاخص کیفی آب (WQI) در تالاب چغاخور، از نقطه نظر مناسبت با استانداردهای آبزیان و همچنین استانداردهای جهانی برای مصارف انسانی است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه تالاب چغاخور با مساحتی حدود ۱۵۰۰ هکتار بود که در دشت گندمان- بلداجی در استان چهارمحال بختیاری واقع شده است. دشت گندمان- بلداجی در مختصات جغرافیایی ۵۰َ-۳۱° تا ۰۰َ-۳۲° عرض شمالی و ۰۰َ-۵۱° تا ۱۰َ-۵۱° طول شرقی واقع گردیده است (شیوندی و همکاران، ۱۳۸۸). نمونه برداری از اردیبهشت تا اسفند ماه ۱۳۸۹ در ۸ مرحله به فاصله زمانی ۴۵ روز یک‌بار در ۴ فصل انجام شد. برای انجام این تحقیق ۱۰ ایستگاه نمونه برداری به طوری که فواصل بین ایستگاه‌های مجاور از هر طرف ۱ کیلومتر بود در نظر گرفته شد. مکان‌ها به طور دقیق با استفاده از نقشه توپوگرافی و به روش شبکه بندی بر روی نقشه مشخص گردید و محل تقاطع خطوط شبکه به عنوان ایستگاه نمونه برداری انتخاب شد. برای دسترسی به این نقاط از دستگاه GPS استفاده شد (Tiner, 1999).



شکل ۱. نقشه منطقه مورد مطالعه

برای نمونه برداری از آب در هر ایستگاه پس از ۳ بار شستشوی ظرف نمونه با آب تالاب، یک لیتر آب از عمق ۳۰ سانتیمتری برداشت و در شرایط استاندارد به آزمایشگاه منتقل شد. از بین پارامترهای فیزیکوشیمیایی محاسبه شده، تعداد ۹ پارامتر شامل نیترات، نیتریت، قلیائیت، سختی، کدورت، هدایت الکتریکی، اکسیژن محلول، pH و BOD_5 انتخاب شدند. مقادیر استفاده شده برای هر پارامتر، میانگین ۳ تکرار برای هر ایستگاه در هر مرحله می‌باشد.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1394.5.3.5.0]

پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب شامل دما، اکسیژن محلول و درصد اشباعیت اکسیژن در محل ایستگاه با استفاده از دستگاه‌های پرتابل اندازه گیری شد. دما به وسیله دماسنج جیوه ای با دقت ۰/۱ درجه سانتیگراد، اکسیژن محلول با اکسیژن متر مدل WTW-OXI 196 ساخت آلمان، EC, pH و کدورت به ترتیب با استفاده از دستگاه‌های pH متر دیجیتال Schottgerate مدل 666221 ساخت آلمان، EC متر دیجیتال مدل CIBA, CORNING ساخت آمریکا و کدورت سنج مدل DRT-15CE اندازه گیری شد. BOD_5 به روش اکسیژن باقی مانده پس از ۵ روز به وسیله دستگاه اکسیژن سنج (APHA, 1992)، یون نیترات و نیتریت به روش کالریمتری و اندازه گیری با طیف سنجی نوری به ترتیب به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر مدل AANALYST 700 PERKIAN ELMER و دستگاه اسپکتروفتومتر مدل JENWAY 6400 ساخت انگلستان اندازه گیری شد (APHA, 1992). قلیائیت به روش کالریمتری و انجام عمل تیتراسیون (APHA, 1992) و سختی به روش تیتراسیون با EDTA اندازه گیری شد (APHA, 1992).

تجزیه و تحلیل آماری

بررسی آماری داده‌ها در تناوب‌های مکانی (ایستگاه‌های مختلف) و زمانی (مراحل مختلف نمونه برداری) در نرم افزار (SPSS,18) انجام شد. ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگروف- اسمیرنف و یکنواختی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لون بررسی شد. به منظور بررسی اختلاف بین ایستگاه‌ها و همچنین زمان‌های مختلف نمونه برداری، از آنالیز واریانس یک‌طرفه استفاده شد و در ادامه از آزمون مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن استفاده گردید. در نهایت به منظور ارائه روند تغییرات مکانی و زمانی داده‌ها، همچنین به منظور دست یابی به یک دید کلی در مورد تغییرات آن‌ها در تالاب چغاخور، نمودارهای باکس- ویسکر پلات با استفاده از نرم افزار Statgraphics ترسیم گردید. برای بررسی همبستگی بین پارامترها با یکدیگر و شاخص WQI از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد.

روش تعیین شاخص WQI

برآورد مقدار عددی شاخص WQI براساس پارامترهایی انجام شده است که از نقطه نظر مناسبت برای مصارف انسانی مورد توجه و مطالعه قرار گرفته‌اند. در این مطالعه از استانداردهای توصیه شده توسط سازمان سلامت جهانی (WHO) و استانداردهای آب آشامیدنی در ایران استفاده شد (WHO, 2004) . نحوه محاسبه این شاخص شامل مراحل زیر است:

مرحله ۱: با توجه به دیدگاه‌های کارشناسان در مطالعات قبلی به هر پارامتر یک وزن (AW) از ۱ تا ۴ اختصاص داده شد (Abrahão, 2007, Boyacioglu, 2007a,b, Chougule *et al*., 2009, Dwivedi and Pathak, 2007, Kannel, 2007, Karakaya and Evrendilek, 2009, Pathak and Banerjee, 1992, Pesce and Wunderlin , 2000) میانگین این مقادیر برای وزن‌های اختصاص داده شده به هر پارامتر با ذکر منابع در جدول ۱ ارائه شده است. در این وزن دهی، نسبت وزنی ۱ به عنوان کم‌ترین همبستگی و ۴ به معنی بیشترین همبستگی است.

مرحله ۲: نسبت وزنی (RW) با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد.

رابطه ۱: $RW = AW/\sum AW$

در رابطه ۱، RW نسبت وزنی و AW وزن اختصاص داده شده به هر پارامتر (بر اساس جدول) است. محاسبه نسبت وزنی هر پارامتر در جدول ۲ آمده است.

مرحله ۳: یک مقیاس سنجش کیفیت (Q_i) با استفاده از رابطه ۲ به همه پارامترها جز pH و DO اختصاص داده شد و برای pH و DO از رابطه ۳ استفاده شد.

رابطه ۲: $Q_i = (C_i / S_i) \times 100$

رابطه ۳: $Q_i = (C_i - V_i / S_i - V_i) \times 100$

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1394.5.3.5.0]

در روابط ۲ و ۳، Q_i: میزان کیفی، C_i: میزان به دست آمده از هر پارامتر در آزمایشگاه، S_i: میزان گزارش شده در استاندارد جهانی و یا استاندارد ایران و V_i: میزان مطلوب که برای pH برابر با ۷ و برای DO برابر با ۱۴/۶ پیشنهاد شده است (Alobaidy *et al*., 2010).

مرحله ۴: سر انجام برای محاسبه WQI ابتدا زیر شاخص SI_i برای هر پارامتر محاسبه شد (رابطه ۴) و از مجموع SI_i ها مقدار عددی WQI برآورد شد (رابطه ۵) در نهایت با استفاده از جدول ۳ طبقه کیفی آب مشخص گردید.

رابطه ۴: $SI_i = RW \times Q_i$

رابطه ۵: $WQI = \sum SI_i$

جدول ۱. وزن اختصاص داده شده به هر پارامتر در منابع مختلف و میانگین آن‌ها با رفرنس‌های مربوطه

پارامترها / منابع	نیترات (mg/l)	نیتریت (mg/l)	قلیائیت (mg/l)	سختی (mg/l)	کدورت (NTU)	EC (µs)	DO (mg/l)	pH	$BOD5_5$ (mg/l)
Abrahão *et al*., 2007	۲	۲	–	۱	۴	۴	۴	۱	۳
Boyacioglu 2007	۳	–	–	–	–	–	۴	۱	۲
Chougule *et al*., 2009	–	–	۳	۲	–	۴	۴	۴	۴
Dwivedi and Pathak., 2007	–	–	۱	۱	۲	۲	۴	۴	۳
Kannel *et al*., 2007	۲	۲	–	۱	–	۱	۴	۱	۳
Karakaya and Evrendilek., 2009	۲	۲	–	۱	۲	۲	۴	۱	۳
Pathak and Banerjee., 1992	–	–	۱	۱	۲	۲	۴	۴	۳
Pesce and Wunderlin., 2000	۲	۲	–	۱	۲	۴	۴	۱	۳
میزان میانگین	۲/۲	۲	۱/۶	۱/۱	۲/۴	۲/۷	۴	۲/۱	۳

جدول ۲. نسبت وزنی پارامترهای کیفی آب

پارامترها	استاندارد آب نوشیدنی (WHO, 2004)	استاندارد آبزیان (CCME, 2006, Lumb *et al*., 2002)	وزن اختصاص داده شده AW	نسبت وزنی RW
نیترات (mg/l)	۵۰	۱۳	۲/۲	۰/۰۹۹۵۴۸
نیتریت (mg/l)	۳	۰/۰۶	۲	۰/۰۹۰۴۹۸
قلیائیت (mg/l)	۱۰۰	–	۱/۶	۰/۰۷۲۳۹۸
سختی (mg/l)	۵۰۰	–	۱/۱	۰/۰۴۹۷۷۴
کدورت (NTU)	۵	۵	۲/۴	۰/۱۰۸۵۹۷
هدایت الکتریکی(µs)	۲۵۰	–	۲/۷	۰/۱۲۲۱۷۲
اکسیژن محلول (mg/l)	۵	۵/۵	۴	۰/۱۸۰۹۹۵
pH	۶/۵-۸/۵	۶/۵-۹	۲/۱	۰/۰۹۵۰۲۳
BOD_5 (mg/l)	۵	–	۳	۰/۱۳۵۷۴۷
مجموع			۲۲/۱	۱

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

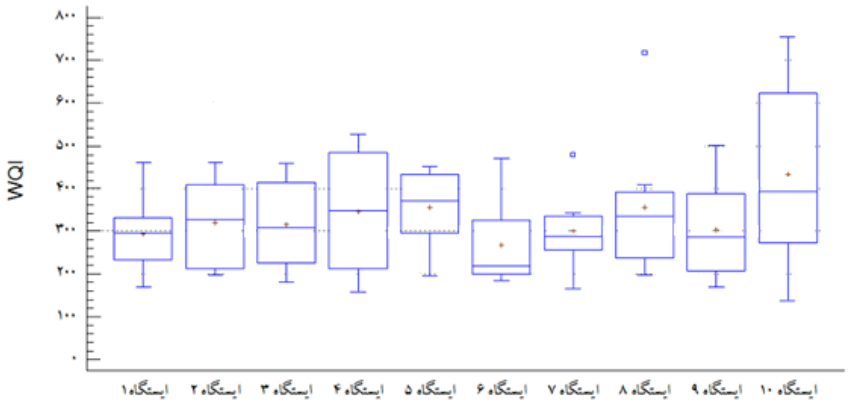
[DOR: 20.1001.1.23222751.1394.5.3.5.0]

جدول ۳. گروه بندی بر اساس امتیاز کلی شاخص WQI (Ramakrishnaiah *et al*., 2009)

طبقه کیفی	مقدار شاخص به دست آمده
عالی	< ۵۰
خوب	۵۰-۱۰۰
فقیر	۱۰۰-۲۰۰
خیلی فقیر	۲۰۰-۳۰۰
نا مناسب	۳۰۰

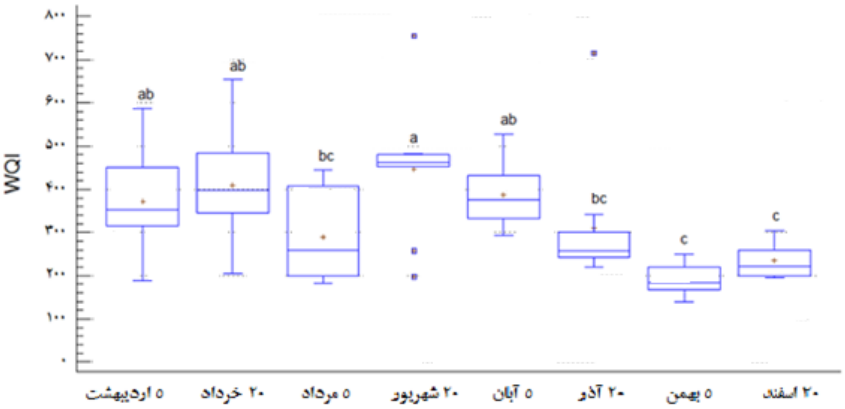
نتایــج

شکل ۲ تغییرات شاخص WQI را در ایستگاه‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد. با افزایش آلودگی، میزان عددی این شاخص نیز افزایش می‌یابد. به طور کلی، اختلاف معنی داری بین ایستگاه‌های مختلف مشاهده نشد (P >۰/۰۵).



شکل ۲. تغییرات WQI در ایستگاه های مورد مطالعه

شکل ۳ تغییرات شاخص WQI را در مراحل مختلف نمونه برداری را نشان می‌دهد. بیشترین میزان این شاخص در مرحله ۴ (اواخر تابستان) و کم‌ترین آن در مرحله ۷ و ۸ (فصل زمستان) به دست آمده است. اختلاف معنی داری بین مراحل مختلف نمونه برداری وجود داشت (P < ۰/۰۱).



شکل ۳. تغییرات WQI در مراحل مختلف

جدول ۴، میزان‌های میانگین، حداکثر، حداقل و انحراف معیار هر یک از ۹ پارامتر فیزیکوشیمیای محاسبه شده را نشان می‌دهد، همچنین همبستگی بین WQI و پارامترهای کیفی آب در جدول ۵ نشان داده شده است. به طور کلی بین بسیاری از

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]
[DOR: 20.1001.1.23222751.1394.5.3.5.0]

پارامترها با یکدیگر و همچنین با شاخص WQI، همبستگی‌های مثبت و منفی زیادی مشاهده شد. صرف نظر از همبستگی‌هایی که ارتباط بین آن‌ها صرفاً عددی بوده و منطقی به نظر نمی‌رسد، سایر موارد در انتها تجزیه و تحلیل و بحث شده است.

جدول ۴. خلاصه آماری داده‌های کیفی آب تالاب چغاخور

پارامترها	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
نیترات (mg/l)	۰/۰۶۰	۰/۴۰۶	۰/۱۹۵	±۰/۰۷۷
نیتریت (mg/l)	۰/۰۰۷	۰/۰۹۵	۰/۰۳۸	±۰/۰۱۶
قلیائیت (mg/l)	۱۰۸	۲۰۰	۱۴۰/۷۱۸	±۲۰/۲۹۹
سختی (mg/l)	۱۷۴/۱۵۷	۴۸۰/۴۳۲	۳۱۴/۶۲۵	±۹۵/۳۳۹
کدورت (NTU)	۱۰/۷۱۲	۷۰/۷۸۷	۲۶/۵۰۶	±۱۲/۳۸۹
هدایت الکتریکی(µs)	۲۰۲	۳۷۸	۲۶۶/۳۳۷	±۳۷/۴۲۲
اکسیژن محلول (mg/l)	۴/۴۰۰	۱۴/۴۰۰	۹/۳۱۷	±۲/۰۸۷
pH	۷/۴۴۰	۱۰/۴۵۰	۹/۱۲۳	±۰/۷۵۲
(mg/l) $BOD5_5$	۹	۲۸۰	۷۲/۵۸۷	±۵۱/۳۶۸

بحث

شاخص WQI با استفاده از مجموعه‌ای از پارامترهای مختلف و اهمیت آن‌ها در امتیاز بندی این شاخص محاسبه شد. همان‌طور که مشاهده شد، روند تغییرات شاخص WQI در بین ایستگاه‌های مختلف تقریباً یکنواخت بوده و تنها در ایستگاه ۱۰ مقدار عددی آن تا حدودی افزایش یافته است. با این وجود اختلاف معنی داری بین ایستگاه‌های مختلف مشاهده نشد (P>۰/۰۵). با توجه به جدول گروه بندی این شاخص، ایستگاه‌های ۱ و ۶ در طبقه کیفی خیلی فقیر و سایر ایستگاه‌ها در طبقه نامناسب قرار گرفت. به طور کلی کیفیت آب دریاچه با میانگین کلی ۳۲۹/۷۲ در طبقه نامناسب قرار داشته و برای مصارف انسانی، از جمله نوشیدن مناسب تشخیص داده نشد (Ramakrishnaiah *et al*., 2009).

جدول ۵. ضرایب همبستگی پیرسون بین پارامترهای کیفی آب و شاخص WQI

پارامترها	نیترات (mg/l)	نیتریت (mg/l)	قلیائیت (mg/l)	سختی (mg/l)	کدورت (NTU)	EC (µs)	DO (mg/l)	pH	$BOD5_5$ (mg/l)	WQI
نیترات (mg/l)	۱									
نیتریت (mg/l)	۰/۲۷۲*	۱								
قلیائیت (mg/l)	-۰/۲۱۶	-۰/۱۵۲	۱							
سختی (mg/l)	۰/۰۸۷	۰/۲۵۴*	۰/۳۵۴**	۱						
کدورت (NTU)	-۰/۱۵۲	۰/۱۶۲	۰/۲۷۱*	۰/۴۳۲**	۱					
EC (µs)	۰/۲۲۳*	-۰/۰۷۹	۰/۵۵۱**	۰/۲۹۳**	۰/۰۰۵	۱				
DO (mg/l)	-۰/۰۰۲	-۰/۰۰۶	۰/۰۷۲	۰/۰۵۴	۰/۲۵۰*	-۰/۰۸۵	۱			
pH	۰/۲۵۰*	۰/۲۵۶*	۰/۵۶۰**	-۰/۲۰۳	-۰/۳۸۵**	-۰/۲۵۹*	۰/۰۱۸	۱		
BOD_5 (mg/l)	-۰/۰۴۰	۰/۰۳۱	-۰/۵۰۹**	-۰/۵۰۹**	-۰/۵۴۶**	-۰/۱۱۱	۰/۰۶۴	۰/۳۵۲**	۱	
WQI	-۰/۰۲۶	۰/۰۹۹	-۰/۲۷۱*	-۰/۴۵۶**	۰/۱۷۱	۰/۰۹۸	۰/۰۸۳	۰/۳۸۷**	۰/۹۷۹**	۱

**معنی دار در سطح ۱٪ ، *معنی دار در سطح ۵٪

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1394.5.3.5.0]

تغییرات شاخص WQI در بین مراحل مختلف نمونه برداری نشان داد که به طور کلی از مرحله ۱ تا مرحله ۴ (فصول بهار و تابستان) روند تغییرات شاخص افزایشی و از مرحله ۵ تا ۸ (فصول پاییز و زمستان) روند آن کاهشی بوده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، اختلاف معنی داری بین مراحل مختلف نمونه برداری وجود داشت ($P < ۰/۰۱$). با توجه به جدول طبقه‌بندی کیفی شاخص WQI منطقه مورد مطالعه در ۲ طبقه کیفی خیلی فقیر و نامناسب قرار گرفت (Ramakrishnaiah *et al*., 2009) و استفاده از این آب برای مصارف انسانی و اهداف نوشیدن مناسب تشخیص داده نشد. از بین فاکتورهای موثر در محاسبه WQI، تنها اکسیژن محلول روند عکس با این شاخص داشت و با افزایش میزان آن، مقدار عددی شاخص WQI کاهش می‌یابد که این امر در فصل پاییز و زمستان کاملاً مشهود بود. سایر فاکتورها رابطه مستقیم با شاخص WQI داشت. البته لازم به ذکر است که در فصول سرد سال پارامترهای موثر در شاخص همچون سختی، قلیائیت، کدورت و هدایت الکتریکی افزایش یافته‌اند و طبیعتاً میزان عددی شاخص نیز باید افزایش یابد، اما برعکس، مشاهده کاهش در میزان شاخص به دلیل کاهش میزان BOD_5 و pH آب تالاب در این فصول بوده که به خصوص کاهش BOD_5 نقش بسیار مؤثرتری داشته و طبقه کیفی آب را از نامناسب به خیلی فقیر تغییر داده است. به نظر می‌رسد کاهش میزان BOD_5 به دلیل کاهش فعالیت‌های کشاورزی و ورود کمتر پساب‌های ناشی از آن به تالاب در این فصول بوده که باعث پایین‌تر آمدن شاخص WQI و کیفیت بهتر آب در این فصول شده است. همچنین در راستای دست یابی به یک نظر صحیح در رابطه با عواملی که باعث نامناسب شدن کیفیت آب تالاب شده است. نتایج به دست آمده به این شکل قابل بحث می‌باشد:

دامنه تغییرات pH از ۷/۴۴ تا۱۰/۴۵ برآورد گردید که نشان می‌دهد آب تالاب ماهیت قلیایی دارد. pH یکی از فاکتورهای بسیار مهم در تعیین کیفیت آب است (Ahipathy and Puttaiah, 2006). میانگین مقادیر به دست آمده برای pH (۹/۱۲)، عدم تطابق pH آب تالاب با استاندارد های جهانی برای آبزیان (CCME, 2006, Lumb *et al*., 2002)، استاندارد ایران و همچنین مقادیر بیان شده برای آب‌های سطحی که توسط Lee در رنج ۸/۵-۶/۵ گزارش شده است را نشان می‌دهد (WHO, 2004). نتایج حاصل نشان دهنده همبستگی مثبت در سطح ۱ ٪ بین شاخص کیفیت آب (WQI) و pH می‌باشد. به گونه‌ای که افزایش pH باعث کاهش کیفیت آب تالاب گردیده است.

BOD_5 با میانگین (۷۲/۵۸ میلی گرم در لیتر) بسیار بیشتر از استانداردهای جهانی و ایران بود (WHO, 2004) و به حالت بحرانی رسیده است. در صورتی که آب‌های غیر آلوده میزان BOD_5 کمتر از ۳ میلی گرم در لیتر دارند. بنابراین BOD_5 مهم‌ترین و مؤثرترین پارامتر در محاسبه شاخص کیفیت آب (WQI) و بالا رفتن مقدار عددی آن برای این منطقه می‌باشد و نقش تعیین کننده‌ای را ایفا کرده است. میزان BOD_5 می‌تواند به علت ورود آلودگی‌های انسانی به محیط، توسط افرادی که در شبانه روز برای ماهیگیری و یا سایر فعالیت‌های گردشگری در اطراف تالاب‌ها حضور پیدا می‌کنند و یا به طور کلی در اثر ورود آلودگی‌های محلی باشد (Kazi *et al*., 2009). بنابراین مقادیر BOD_5 احتمال وجود آلودگی آلی در این منطقه را نشان می‌دهد و یک پایش طولانی مدت مورد نیاز است. همچنین بیشترین میزان همبستگی بین پارامترهای کیفی آب و شاخص WQI در سطح ۱٪ مربوط به این فاکتور بود که نشان دهنده نقش مؤثر آن در برآورد شاخص کیفی آب می‌باشد.

کدورت نیز یکی دیگر از پارامترهای مهم در محاسبه شاخص WQI و کیفیت مناسب آب برای مصارف انسانی می‌باشد. در این مطالعه نیز بعد از BOD_5، کدورت در مقام دوم از نظر اهمیت قرار داشته و از جمله عواملی که باعث وخیم‌تر شدن شرایط این منطقه شده است، بالا بودن میزان کدورت می‌باشد. مقادیر به دست آمده از این فاکتور، بیشتر از حد مجاز بوده و با استاندارد آبزیان و استانداردهای جهانی و ایران (WHO, 2004, CCME, 2006, Lumb *et al*., 2002) سازگاری ندارد. البته لازم به ذکر است که عدم وجود همبستگی بین این فاکتور با شاخص WQI به علت کاهش مقدار عددی شاخص در فصول سرد سال علی رغم افزایش کدورت است. چرا که در این فصول با وجود افزایش کدورت، کاهش میزان BOD_5 در آب تالاب، نقش مؤثرتری ایفا کرده و توانسته مقدار عددی شاخص را کاهش دهد.

مقادیر به دست آمده برای اکسیژن محلول در بیشتر زمان‌ها در دوره مطالعه هرگز به شرایط بحرانی نرسیده و کیفیت آب را خوب ارزیابی می‌کند. همان‌طور که مشاهده می‌شود میانگین غلظت اکسیژن محلول برابر با ۹/۳۱ میلی گرم در لیتر بود که با استاندارد آبزیان (CCME, 2006, Lumb *et al*., 2002) و استاندارد جهانی (WHO, 2004) مطابقت داشته و برای مصارف انسانی (شنا، استحمام و نوشیدن) و بسیاری از موجودات آبزی مناسب است (Hammer, 1986, Wilcock *et al*., 1995). میزان

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1394.5.3.5.0]

اکسیژن محلول در تمامی ایستگاه‌ها و همچنین مراحل مختلف نمونه برداری بالا بود که یکی از دلایل بالا بودن این فاکتور در آب تالاب، وجود گیاهان آبزی و عمل فتوسنتز می‌باشد (Li *et al*., 2009). همچنین این نتایج مطابق با نتایج حاصله از دیگر منابع آبی در ایران (رودخانه زاینده رود) و عراق (دریاچه دوکان) بود (Alobaidy *et al*., 2010; Nemati *et al*., 2009).

نتایج این مطالعه نشان داد که میزان EC تا حدودی بالاتر از سطوح گزارش شده توسط سازمان جهانی سلامت بود. اهمیت هدایت الکتریکی (EC) به دلیل میزان یون‌های مثبت بوده که اثرات زیادی روی طعم و مزه آب دارند. بنابراین اثر قابل توجهی روی میزان مقبولیت آب برای نوشیدن دارد (Pradeep, 1998; WHO, 2004). هدایت الکتریکی، یک نتیجه غیرمستقیم از میزان نمک‌های حل شده است و هدایت الکتریکی بالا می‌تواند ناشی از اثر عوامل جوی طبیعی، سنگ‌های رسوبی معین و یا یک منبع انسانی مثل صنعت و یا خروجی فاضلاب باشد (WHO, 2004).

نتایج به دست آمده در این مطالعه نشان داد که میزان سختی آب اغلب بالاتر از حداقل گزارش شده توسط سازمان جهانی سلامت (۲۰۰ میلی گرم در لیتر) و مطابق با استاندارد ایران (۵۰۰ میلی گرم در لیتر) این سختی مناسب بوده و کمتر از استاندارد در ایران بود (WHO, 2004). میزان سختی آب یکی از پارامترهای مهم برای کیفیت آب‌های مورد استفاده در مصارف خانگی، صنعتی، کشاورزی و آبزی پروری است.

مقادیر به دست آمده برای قلیائیت به مراتب بالاتر از حد مجاز گزارش شده در استاندارد سازمان سلامت جهانی و استاندارد ایران بود (WHO, 2004). البته افزایش میزان سختی و قلیائیت نیز از جمله موارد موثر در افزایش آلودگی آب و محاسبه شاخص WQI است. ولی همان طور که مشاهده می‌شود بین این فاکتورها و شاخص WQI همبستگی منفی وجود دارد که علت آن، کاهش میزان عددی شاخص WQI در فصول سرد سال، ناشی از کاهش بسیار زیاد BOD_5 در این فصول است.

میانگین نیترات در آب تالاب برابر با ۰/۸۶۵ میلی گرم در لیتر بود. همچنین نیتریت با میانگین ۰/۰۳۸ میلی گرم در لیتر، کم‌ترین میزان از ترکیبات نیتروژن دار در آب تالاب را به خود اختصاص داده، که میزان آن‌ها با استانداردهای جهانی و ایران (WHO, 2004) و همچنین استاندارد آبزیان (CCME, 2006; Lumb *et al*., 2002) مطابقت دارد. بنابراین آب تالاب از نظر میزان نیترات و نیتریت، مناسب برای آبزیان، شرب و سایر مصارف می‌باشد. یکی از دلایل پایین بودن سطح نیترات و نیتریت در آب تالاب، پوشش گیاهی منطقه است، چرا که ترکیبات معدنی نیتروژن توسط گیاهان جذب می‌شوند (Li *et al*., 2009).

در مجموع، با استفاده از شاخص WQI کیفیت آب تالاب نامناسب ارزیابی شده که برای مصارف انسانی و استفاده شرب مناسب نیست. همچنین میزان برخی از فاکتورها با استاندارد آبزیان نیز مغایرت داشت. از جمله عوامل مؤثر در کاهش کیفیت آب در این منطقه ورود آلودگی‌های آلی و فعالیت‌های انسانی و گردشگری در منطقه است. موثرترین فاکتورهایی که باعث وخیم شدن شرایط این تالاب شده اند، کدورت و BOD_5 بود. انجام پایش های طولانی مدت و مداوم می‌تواند نتایج بهتری را حاصل کرده و در نهایت با همکاری مسؤلان ذیربط، مدیریت صحیحی برای سلامت این اکوسیستم‌ها به کار گرفت.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از زحمات کارشناسان محترم گروه شیلات آقایان مهندس ابراهیم متقی و مهندس سعید اسداله و سرکار خانم مهندس رجایی، کارشناس محترم گروه محیط زیست، آقای مهندس رضوانی و همچنین از همکاری مدیریت و پرسنل محترم محیط زیست استان چهارمحال و بختیاری به خصوص شهرستان بروجن و محیط بانان محترم تالاب چغاخور تشکر و قدردانی می‌نماییم.

منابــع

شیوندی، د.، نظریان، ع. داوودی، ق. ریاحی، م. ۱۳۸۸. سیمای محیط زیست در استان چهارمحال بختیاری. شرکت چاپ و نشر افست شهرکرد. ۱۲۱ ص.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1394.5.3.5.0]

Abrahão, R., Carvalho, M.W., da Silva Júnior, R., Machado, T.T.V., Gadelha, C.L.M., Hernandez, M.I.M. 2007. Use of Index Analysis to Evaluate the Water Quality of a Stream Receiving Industrial Effluents. Water Science and Technology. 33(4): 459-465.

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

Alobaidy, A.H., Abid, M.J., Maulood, H.S. 2010. Application of water quality index for assessment of Dokan Lake ecosystem, Kurdistan Region, Iraq. Water Resource and Protection. 2: 792-798.

APHA, 1992. Standard methods for the examination of water and waste water, 18th Edition. American Public Health Association, Washington, D.C. 1350 p.

Boyacioglu, H. 2006. Surface water quality assessment using factor analysis. Water Science and Technology. 32(3): 389-394.

Boyacioglu, H. 2007a. Surface water quality assessment by environ metric methods. Environmental Monitoring and Assessment. 131(1-3): 371-376.

Boyacioglu, H. 2007b. Development of a water quality index based on a european classification scheme. Water Science and Technology. 33(1): 101-106.

CCME, 2006. Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life. Summary table. Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg, Manitoba. http://www.ccme.ca/assets/pdf/ceqg_aql_smrytbl_e_6.0.1.pdf [2007, 24 July].

Chougule, M.B., Wasif, A.I., Naik, V.R. 2009. Assessment of water quality index (wqi) for monitoring pollution of river Panchganga at Ichalkaranji. Proceedings of International Conference on Energy and Environment, Chandigarh. pp: 122-127.

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.

Hammer, M.J. 1986. Water and wastewater technology. 2end edition. Prentice - Hall International Inc. pp.160-163.

Kazi, T.G., Arain, M.B., Jamali, M.K., Jalbani, N., Afridi, H.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.

Kannel, P.R., Lee, S., Lee, Y., Kanel, S.R., Khan, S.P. 2007. Application of water quality indices and dissolved oxygen as indicators for river water classification and urban impact assessment. Environmental Monitoring and Assessment. 132(1-3): 93-110.

Karakaya, N., Evrendilek, F. 2009. Water Quality time series for Big Melen Stream (Turkey): Its decomposition analysis and comparison to upstream. Environmental Monitoring and Assessment. 165:(1-4) 125-136.

Li, X., Manman, C., Anderson, B.C. 2009. Design and performance of a water quality treatment wetland in a public park in Shanghai, China. Ecological Engineering. 35: 18-24.

Lumb, A., Halliwell, D., Sharma, T. 2002. Canadian Water Quality Index (CWQI) to monitor the changes in water quality in the Mackenzie River-Great Bear. In: Proceedings of the 29th Annual Aquatic Toxicity Workshop. (Oct. 21-23). Whistler, B.C.Canada.

Nemati varnosfaderany, M., Mirghaffary, N., Ebrahimi, E., Saffianian, A. 2008. Water quality assessment in an arid region using a water quality index. Water Science and Technology. 60(9): 2319-2327.

Parparov, A., Hambright, K.D., Hakanson, L., Ostapenia, A. 2006. Water Quality Quantification: Basics and Implementation. Hydrobiologia. 560(1): 227-237.

Pathak, V., Banerjee, A.K. 1992. Mine water pollution studies in Chapha incline, Umaria Coalfield, Eastern Madhya Pradesh, India. Mine Water and the Environment. 11(2): 27-36.

Pesce, S.F., Wunderlin, D.A. 2000. Use of water quality indices to verify the impact of córdoba city (Argentina) on Suquìa River. Water Research. 34(11): 2915-2926.

Pradeep, J.K. 1998. Hydrogeology and Quality of Ground Water around Hirapur, District Sagar (M.P.). Pollution Research. 17(1): 91-94.

Ramakrishnaiah, C.R., Sadashivaiah, C., Ranganna, G. 2009. Assessment of water quality index for the ground water in Tumkur Taluk. E-Journal of Chemistry. 6(2): 523-530.

Rickwood, C.J., Carr, G.M. 2009. Development and sensitivity analysis of a global drinking water quality index. Environmental Monitoring and Assessment. 156(1-4): 73-90.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1394.5.3.5.0]

Sargaonkar, A., Deshpande, V. 2003. Development of an overall index of pollution for surface water based on a general classification scheme in Indian context. Environmental Monitoring and Assessment. 89(1): 43-67.

Simeonov, V., Einax, J.W., Stanimirova, I., Kraft, J. 2002. Environ metric modeling and interpretation of river water monitoring data. Analytical and Bioanalytical Chemistry. 374(5): 898-905.

Shultz, M.T. 2001. A critique of EPA's index of watershed indicators. Journal of Environmental Management. 62(4): 429-442.

Tiner, R.W. 1999. Vegetation sampling and analysis for wetlands, wetland indicators: a guide to wetland identification, delineation, classification and map in. Boca Raton: CRC Press LLC. 248 p.

Vaux, H.J. 2001. Water quality (book review). Environment. 43(3): 1-39.

Wilcock, R.J., McBride, G.B., Nagels, J.W., Northcott, G.L. 1995. Water quality in a polluted lowland stream with chronically depressed dissolved oxygen: causes and effects. New Zealand J Mainer and Freshwater Research. 29(2): 277-288.

World Health Organization (WHO), 2004. Guidelines for Drinking - Water Quality. 3rd edition. World Health Organization (WHO), Geneva.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1394.5.3.5.0]