ارزیابی کیفی آب رودخانه بهمنشیر با استفاده از شاخص‌های کیفیت BCWQI و Liou

چکیده

از روش‌های ارزیابی کیفیت آب یک رودخانه شاخص‌های کیفیت آب است که به‌عنوان یک ابزار مدیریتی قوی برای تصمیم‌گیری‌های مربوطه استفاده می‌شود. این پژوهش به‌منظور استفاده از شاخص کیفیت آب BCWQI و شاخص آلودگی Liou جهت بررسی کیفیت آب رودخانه بهمنشیر انجام‌شده است. برای این منظور نمونه‌برداری در بستر طولی رودخانه در طی یک سال (۱۳۹۸) و در ۵ ایستگاه انتخابی انجام گرفت. پارامترهای کیفی شامل: دما، اکسیژن محلول، اکسیژن موردنیاز بیولوژیکی، COD، pH، نیتروژن آمونیاکی، نیترات، فسفات، غلظت کل جامدات محلول (TDS)، غلظت کل جامدات معلق (TSS)، شاخص کدورت آب، هدایت الکتریکی (EC)، کلی فرم کل و کلی فرم مدفوعی در طول رودخانه بررسی گردید. داده‌های حاصل از مطالعه با استفاده از شاخص کیفی آب BCWQI و Liou مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. نتایج شاخص BCWQI در ۵ ایستگاه نمونه‌برداری نشان داد که تمامی ایستگاه‌ها در وضعیت کیفیت مناسب تا متوسط قرار داشتند. بیشترین میزان شاخص BCWQI در ایستگاه دوم در فصل زمستان با امتیاز ۳۴/۱۳ و کمترین میزان شاخص BCWQI در ایستگاه چهارم در فصل تابستان با امتیاز ۵۱/۲ بود. نتایج شاخص Liou در ۵ ایستگاه نمونه‌برداری نشان داد که بهترین وضعیت شاخص Liou در ایستگاه دوم و سوم در فصل تابستان با امتیاز ۳/۲۵ و کمترین شاخص Liou در ایستگاه اول در فصل پاییز و زمستان و در ایستگاه دوم در فصل زمستان با امتیاز ۴/۲۵ بود و تمامی ایستگاه‌ها در وضعیت کیفی آب نسبتاً آلوده بودند. همچنین روند نتایج هر دو روش BCWQI و Liou برای ارزیابی کیفیت آب با همدیگر مطابقت داشتند.

واژگان کلیدی: شاخص آلودگی، BCWQI، Liou، کیفیت آب، بهمنشیر.

نسرین مرادی مجد[۱]

منصور چتر نور[۲]

غلام عباس فلاح قالهری[۳]*

۱. دانش‌آموخته دکترای آب و هواشناسی کشاورزی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.

۲. دانش‌آموخته دکترای خاکشناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

۳. دانشیار گروه آب و هواشناسی کشاورزی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.

***مسئول مکاتبات:**

g.fallah@hsu.ac.ir

کد مقاله: ۱۴۰۰۰۴۰۴۸۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۰۳

این مقاله پژوهشی و برگرفته از رساله دکتری است.

مقدمه

بر همگان روشن است که زمین وارد دوره بحرانی حیات خود شده است و عدم تناسب نیازهای انسان و منابع زمین به‌عنوان یک مسئله بزرگ مطرح است که موجبات نگرانی بشریت شده و همه اتفاق‌نظر دارند تنها راه برون‌رفت، ایجاد تعادل پایدار و اهمیت به‌سلامت محیط ریست است. در این میان آب به‌عنوان بزرگ‌ترین چالش قرن حاضر دارای شرایط ویژه بوده که ایجاد تعادل در آن نیازمند ایجاد نظام جامع مدیریت در کل چرخه‌ی آب،ارتقای بهره‌وری و توجه به ارزش اقتصادی و امنیتی آب ، افزایش استحصال آب بر اساس راهبردهای توسعه بلندمدت منابع آب کشور است (سرلک و سرلک، ۱۳۹۵) . رشد جمعیت و آلودگی‌های ناشی از تخلیه انواع فاضلاب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی، شیرابه اماکن دفع زباله و رواناب‌های سطحی باعث گسترش آلودگی و محدودتر شدن منابع آب در دسترس شده است (Simeonov *et al*., 2003). همچنین اهمیت پرداختن به مؤلفه‌هایی چون کمبود آب در کشورهای درحال‌توسعه ارزیابی کیفیت آب را در سال‌های اخیر بیش‌ازپیش الزام‌آور نموده است (Ongley, 1998). آگاهی از کیفیت منابع آب در حفظ، برنامه‌ریزی و مدیریت این منابع بسیار حائز اهمیت است (امین پورشیانی و همکاران، ۱۳۹۵). توجه به کیفیت آب برای تداوم زندگی بشری ضروری است. منابع آب یکی از پایه‌های اساسی توسعه پایدار به‌حساب می‌آید و در مهروموم‌های اخیر درزمینهٔ بررسی کیفیت آب تحقیق‌های گسترده‌ای انجام‌شده است (تنهایی و رستمی کشکی، ۱۳۹۷). در دهه‌های اخیر،

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]

مدیریت و پایش کیفیت آب رودها با اندازه‌گیری فرا سنج‌های مختلف آن افزایش‌یافته است. اگرچه به سبب تغییرات مکانی و زمانی، تفسیر کیفیت آب و بررسی آن دشوار بوده است (Dixon and Chiswell, 1996). شاخص‌های متعددی جهت مطالعه کیفیت آب در سه گروه فیزیکی، شیمیایی و زیستی طبقه‌بندی می‌شوند، که هرکدام دارای تعدادی از متغیرها می‌باشند. برای احراز شرایط مطلوب کیفیت آب در بخش‌های متفاوت مصرف بایستی چهارچوب‌های ارائه‌شده به‌وسیله‌ی سازمان‌های مربوطه را رعایت نمود. گزارش‌های متداوم در خصوص کیفیت آب اغلب فنی، جزئی و تنها ارائه‌دهنده داده‌های پایش کیفیت آب بوده و عموماً فاقد تصویری کامل و توصیفی از کیفیت آب می‌باشد. برای حل این مشکل، شاخص‌های مختلف طراحی‌شده‌اند تا متغیرهای کیفی مختلفی را در برگیرد (Said *et al*., 2004).

عصار و همکاران (۱۳۹۳) طی پژوهشی به بررسی کیفیت آب سد دز در ورودی، مخزن و خروجی تا سد تنظیمی با استفاده از شاخص‌های National Sanitation Foundation Water Quality Index (NSFWQI) و British Columbia Water Quality Index (BCWQI) پرداختند. در این تحقیق ۵ ایستگاه نمونه‌برداری انتخاب و پارامترهای موردنظر سنجیده شد. بر اساس نتایج BCWQI کیفیت آب در دامنه مناسب تا عالی قرار گرفت. حسین زاده و همکاران (۱۳۹۲) به ارزیابی کیفیت آب رودخانه آیدوغموش با استفاده از شاخص کیفیت NSFWQI و شاخص آلودگی Liou پرداختند. در این تحقیق پارامترهای کیفی در هشت ایستگاه رودخانه آیدوغموش طی سال آبی ۱۳۸۹ اندازه‌گیری و کیفیت آب با استفاده از شاخص‌های NSFWQI و Liou ارزیابی گردید. بر اساس نتایج کیفیت آب در بیشتر ایستگاه‌های موردمطالعه در رده متوسط قرار گرفت. اسدی فردی و همکاران (۱۳۹۱) بررسی شاخص‌های کیفی و پهنه‌بندی آلودگی آب‌های زیرزمینی مطالعه موردی حوضه آبریز زاینده‌رود را انجام دادند. در این تحقیق از سه روش NSFWQI، BCWQI و OWQI جهت ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی این حوضه استفاده گردید. مفتاح هلقی (۱۳۹۰) پهنه‌بندی کیفی آب با استفاده از شاخص‌های متفاوت کیفی بر رودخانه اترک را انجام داده است. این تحقیق با استفاده از NSFWQI، BCWQI و شاخص ساده مدیریتی سید انجام گردیده است. روش‌های NSFWQI و شاخص ساده مدیریتی سید کیفیت رودخانه را مناسب و روش BCWQI شرایط را متوسط تا ضعیف نشان داده است. شمسایی و همکاران (۱۳۸۴) به بررسی تطبیقی شاخص‌های کیفی و پهنه‌بندی شاخص‌های کیفی رودخانه کارون و دز پرداختند. این تحقیق با استفاده از سه روش NSFWQI، BCWQI و OWQI در سال‌های ۱۳۸۳-۱۳۸۱ انجام‌شده است. نتایج حاصل از روش BCWQI نشان داد که هر دو رودخانه در وضعیت مناسب و متوسط هستند. حسینی و همکاران (۱۳۹۷) کاربرد شاخص کیفیت آب و هیدروژئوشیمی در ارزیابی کیفی آب سطحی، مخازن چاه نیمه استان سیستان و بلوچستان انجام دادند. در این پژوهش نمونه‌برداری از ۸۴ ایستگاه صورت گرفت. نتایج تحلیل‌های آماری مشخص کرد که همبستگی بالایی میان پارامترهایی مانند کلی فرم، نیترات، سولفات و کلر با شاخص کیفیت آب وجود دارد. بهمنش (۱۳۹۹) به ارزیابی کیفیت آب رودخانه‌های بابلرود و خرون جهت زیست آبزیان و پرورش ماهی بر اساس شاخص BCWQI پرداخته است. در این پژوهش نمونه‌برداری از هفت ایستگاه در رودخانه‌های بابلرود و خرون و به‌صورت ماهانه انجام پذیرفت. بر اساس شاخص BCWQI، کیفیت کلی آب رودخانه در تمام ایستگاه‌های موردمطالعه برای آبزیان و پرورش ماهی ضعیف ولی جهت مصارف کشاورزی، متوسط ارزیابی گردید. به‌طوری‌که ازنظر pH، درجه حرارت و املاح محلول مساعد بوده ولی ازنظر اکسیژن محلول جهت آبزیان در حد نامساعد ارزیابی گردید. Sharma و همکاران (۲۰۱۴) تغییرات در شاخص کیفیت آب رودخانه گنگ را در مکانه‌ای مختلف الله‌آباد بررسی کردند. نتایج ایشان نشان داد که WQI یک ابزار مفید برای ارزیابی کیفیت آب و پیش‌بینی روند تغییر در کیفیت آب در مکان‌های مختلف رودخانه گنگ است. Sakizadeh (۲۰۱۵) به ارزیابی عملکرد روش‌های طبقه‌بندی در مطالعات کیفیت آب پرداخت. در این تحقیق عملکرد روش‌های طبقه‌بندی تفکیک خطای و نایو بیز در نه ایستگاه نمونه‌برداری رودخانه کرج ایران به‌کاربرده شد. نتایج این تحقیق نشان داد که روش تفکیک خطی در مقایسه با روش طبقه‌بندی نایو بیز از عملکرد بهتری در تعیین طبقه‌بندی کیفی آب این رودخانه برخوردار است. Shi و همکاران (۲۰۲۰) ارزیابی جامع کیفیت آب و تخصیص منبع آلودگی در دریاچه Wuliangsuhai، مغولستان ، چین را انجام دادند. در نمونه‌های آب جمع‌آوری‌شده در طول دوره آبیاری و دوره عدم آبیاری از ۱۹ سایت مختلف مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که در طول دوره آبیاری، سایت‌های موجود در قسمت میانی دریاچه به دلیل دریافت بیشتر

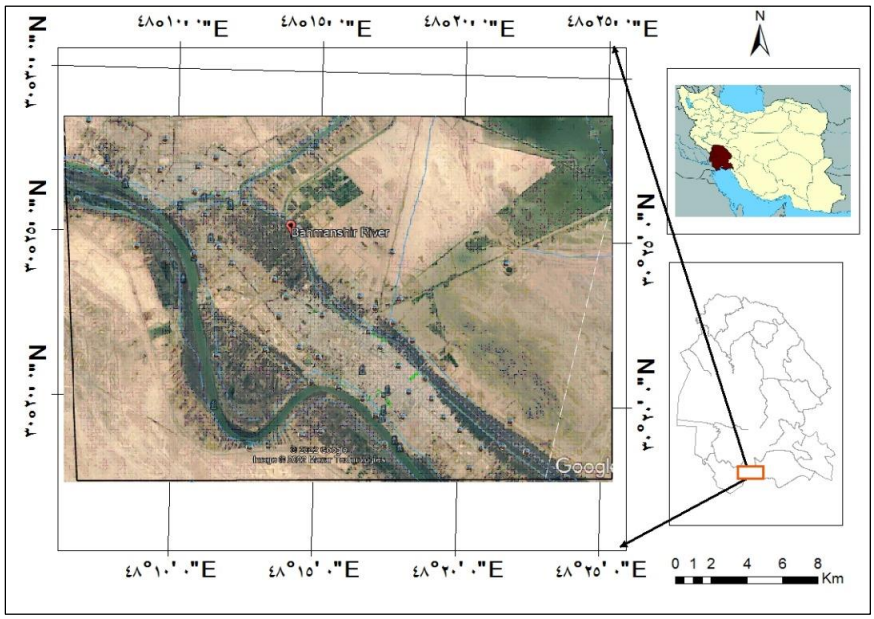
[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]

فاضلاب‌های کشاورزی سطح آلودگی بیشتری داشتند. در دوره غیر آبیاری ، توزیع شاخص آلودگی جامع برعکس آنچه در دوره آبیاری مشاهده شد بود و درجه شاخص آلاینده‌ها به‌طور قابل‌توجهی کاهش یافت. Costa و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهشی ارزیابی کیفیت آب را بر اساس آمار چند متغیره و شاخص کیفیت آب (WQINSF) انجام دادند. در این پژوهش پنجاه‌وچهار نمونه آب بین ژوئیه و دسامبر ۲۰۱۹ در نه ایستگاه نظارت جمع‌آوری شد و پانزده پارامتر برای ارائه تشخیص به‌روز کیفیت آب رودخانه پیابانا مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. شاخص کیفیت آب از بنیاد ملی بهداشت (WQINSF) با استفاده از دو مجموعه داده محاسبه شد و بهبود کیفیت کلی آب را نشان داد، علی‌رغم اینکه هنوز نقض سیستماتیک به استانداردهای برزیل ارائه‌شده است.

با توجه به اهمیت مسئله پایش کیفیت آب‌های جاری، نیاز به بررسی انواع شاخص‌های کیفی آب است لذا هدف از این پژوهش استفاده از دو شاخص کیفیت آب BCWQI و Liou در ارزیابی کیفیت آب رودخانه بهمنشیر در سال ۱۳۹۸ است.

مواد و روش‌ها

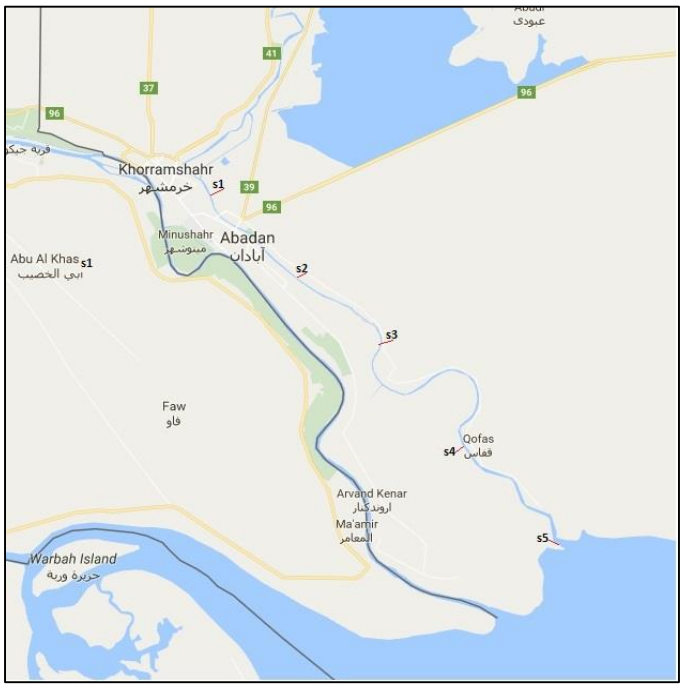
رودخانه بهمنشیر در جنوب غربی ایران، در استان خوزستان واقع‌شده که مهم‌ترین منبع تأمین آب شرب و کشاورزی منطقه خرمشهر و آبادان می‌باشد. این رودخانه از انشعابات رودخانه کارون بوده که رونق نسبی کشاورزی (عمدتاً به‌صورت عمل‌آوری خرما و فرآورده‌های جالیزی) در حاشیه آن وجود دارد. استفاده زراعی از آب این رودخانه برای زمین‌های کشاورزی بیانگر اهمیت آن در بهبود بخشیدن به وضعیت اقتصادی خانوارهای روستایی بوده که اساس معیشت خود را بر انجام فعالیت‌های کشت و زرع بنا نموده‌اند. این رودخانه حدفاصل عرض جغرافیایی ۳۰ درجه تا ۳۰ درجه و ۲۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۳ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۴۳ دقیقه شرقی واقع گردیده و از انشعابات رودخانه کارون بوده که در حدفاصل جزیره آبادان و خرمشهر (محلی بنام حفار) منشعب شده است . رودخانه کارون پس از رسیدن به شهر خرمشهر به دوشاخه تقسیم می‌شود، شاخه نخست به‌سوی اروندرود در مرز ایران و عراق رفته، و پرآب‌ترین دهانه یا بهمنشیر، در امتداد اروندرود به خور بهمنشیر و سپس به خلیج‌فارس می‌ریزد. طول رود بهمنشیر حدود ۹۰ کیلومتر، عرض ۶۰۰ متر و عمق متوسط آن حدود ۴ متر است (موسوی و آیتی زاده تنها، ۱۳۸۵).



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی رودخانه بهمنشیر.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]

این تحقیق از نوع کاربردی و روش آن توصیفی و میدانی می‌باشد. در این تحقیق ابتدا بر اساس منابع کتابخانه‌ای و مکتوب و استفاده از سایت‌های اینترنتی معتبر اطلاعات موردنیاز گردآوری و سپس با مراجعه به منطقهٔ موردمطالعه اطلاعات میدانی تهیه شد. در ابتدا تعداد و موقعیت ایستگاه‌های موردمطالعه و مناسب‌ترین مکان‌های نمونه‌برداری بر اساس امکانات موجود و ناحیه طولی انتخاب و تعداد پنج ایستگاه نمونه‌برداری از بالادست رودخانه در آبادان تا ورودی به خلیج‌فارس مشخص گردید. نمونه‌برداری‌ها و اندازه‌گیری‌های میدانی به‌صورت ماهانه در طی یک سال آبی انجام شد. در هر ایستگاه نمونه‌برداری نمونه‌ها از ۳۰ سانتی‌متری سطح آب و در سه موقعیت (وسط، دو سوی کناره‌های مسیر) برداشت گردیده و نمونه‌های مرکب، حداکثر به فاصله ۲۴ تا ۴۸ ساعت مورد آزمایش قرار گرفتند.



شکل ۲: موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری بر روی رودخانه بهمنشیر.

برای ارزیابی کیفی رودخانه بهمنشیر پارامترهای نیتروژن آمونیاکی، نیترات، فسفات، آمونیاک، میزان اکسیژن محلول، میزان اکسیژن موردنیاز بیوشیمیایی، COD، کل جامدات، TSS، هدایت الکتریکی، pH، دما، کدورت، کلی فرم‌های مدفوعی و کلیفرم کل مطابق روش‌های استاندارد مورد آنالیز قرار گرفتند (Shala-Abazi *et al.*, 2020؛ Ostb *et al.* , 2020). پارامترهایی نظیر: دما، pH، میزان اکسیژن محلول و هدایت الکتریکی نیز در محل نمونه‌برداری اندازه‌گیری شدند. میزان هدایت الکتریکی با استفاده از دستگاه EC متر مدل Sension 5، اکسیژن محلول با دستگاه DO متر مدل Sension 6 و pH با استفاده از pH متر مدل Sension 1 که همگی قابل‌حمل و ساخت شرکت HACH بودند، اندازه‌گیری گردید. میزان کدورت با دستگاه نفلومتری (HACH- Box 389, Loveland colo .U .S .A) اندازه‌گیری شد. BOD_5 نمونه‌ها با استفاده از روش استاندارد ۵۲۱۰ و با استفاده از دستگاه انکوباتور BOD_5 مدل WTW TS606/2-I قرائت گردید. COD با استفاده از محلول پرمنگنات سنجیده شد. مقدار معینی از این ماده را در آب مقطر تازه جوشانده و پس از سرد شدن حل کردیم و به حجم یک لیتر رساندیم (En-nkhili *et al.*, 2020). برای اندازه‌گیری نیترات و نیتروژن آمونیاکی از دستگاه DR- 5000، روش احیا کادمیوم (روش ۸۰۳۹ ارائه‌شده توسط شرکت HACH) استفاده گردید. برای اندازه‌گیری فسفات از دستگاه DR- 5000، روش اسید اسکوربیک (روش ۴۰۴۸ ارائه شده توسط شرکت HACH) که توسط روش استاندارد۴۵۰۰- P-E USEPA تائید گردیده، استفاده شد. همچنین میزان آمونیاک نمونه‌ها به روش نسلر اندازه‌گیری

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]

شد (Zhang *et al.*, 2020). کلیفرم‌های مدفوعی و کل با استفاده از روش‌های صافی غشایی مستقیم، صافی غشایی با انکوباسیون تأخیری، تخمیر چند لوله‌ای و روش MPN محاسبه شد (Rice *et al.*, 2012). در انتها میانگین فصول مختلف با شاخص مذکور مورد مقایسه قرار گرفتند.

شاخص BCWQI به‌عنوان یک شاخص افزایشی، در سال ۱۹۹۵ توسط وزارت محیط‌زیست، پارک‌ها و زمین کانادا برای ارزیابی کیفیت آب ایجاد شد (عصار و همکاران، ۱۳۹۳). در این روش پارامترهای کیفی آب با یک حد معین سنجیده شده و میزان تجاوز از آن تعیین می‌گردد. این حد می‌تواند رهنمودهای توصیه‌شده برای قابلیت بهره‌برداری آب در طراحی موردنظر و یا هر استاندارد که میزان مصارف مختلف آب در آن مطرح است. بنابراین یکی از مزایای این روش استفاده از استانداردهای هر حوضه، منطقه و یا کشور می‌باشد و این امکان را می‌دهد تا بر اساس تمامی پارامترهای اندازه‌گیری شده موجود در هر استاندارد طبقه‌بندی کیفی صورت گیرد. برای محاسبه نهایی از رابطه ۱ استفاده می‌شود (Ott, 1980؛ Lands and park,1996).

رابطه ۱:
$$BCWQI = \frac{\sqrt{F1^2 + F2^2 + \left(\frac{F3}{3}\right)^2}}{1.453}$$

در این رابطه:

F1: درصد پارامترهایی که از حد مجاز تجاوز نموده‌اند.

F2: تعداد دفعاتی که از مجموع اندازه‌گیری‌ها از حد معین تجاوز نموده به‌صورت درصدی از کل دفعات برداشت.

F3: ماکزیمم تخطی از حد معین (حد استاندارد).

رابطه ۲: درصدی تخطی = [مقدار اندازه‌گیری شده/ (حد ماکزیمم مجاز- مقدار اندازه‌گیری شده)] * ۱۰۰

باید توجه داشت که هرگاه مقدار برداشت‌شده، کمتر از حد مینیمم مجاز بود می‌بایست از رابطه ۳ برای به دست آوردن درصد تخطی استفاده شود.

رابطه ۳: درصدی تخطی = [مقدار اندازه‌گیری شده / (مقدار اندازه‌گیری شده- حد ماکزیمم مجاز)] * ۱۰۰

عدد ۱/۴۵۳ برای حصول اطمینان از رسیدن ماکزیمم رسیدن عدد شاخص BCWQI به عدد ۱۰۰ انتخاب‌شده است. نکته مهمی که دقت شاخص BCWQI را بالا می‌برد، تکرار نمونه‌برداری و افزایش تعداد ایستگاه‌های برداشت می‌باشد. در مورد معایب این روش باید گفت که این شاخص، روند کیفی آب را تا زمانی که از حدود استاندارد تجاوز نکرده باشد نشان نمی‌دهد. همچنین به علت استفاده از ماکزیمم تخطی (F3) مشخص نمی‌شود که چه تعداد از برداشت‌ها از حدود بالای حد ماکزیمم استاندارد واقع شده‌اند. مهم‌ترین پارامترهای استفاده شده در شاخص BCWQI، PO_4، DO، BOD، COD، pH، TDS، هدایت الکتریکی، کدورت، نیترات و کلیفرم می‌باشد. جدول ۱ بیان‌کننده حالات کیفی بر اساس مقدار شاخص BCWQI می‌باشد (Ott, 1980 ; Lands and park,1996).

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]

جدول۱: توصیف کیفی آب بر اساس شاخص BCWQI (عصار و همکاران، ۱۳۹۳).

مقدار شاخص	توصیف کیفی آب
۰-۳	عالی
۴-۱۷	خوب
۱۸-۴۳	مناسب
۴۴-۵۹	متوسط
۶۰-۱۰۰	ضعیف

جدول۲: ترازهای مختلف برای معیار سنجش آب (شیخستانی، ۱۳۸۰).

نام پارامتر	واحد سنجش	تراز آب آشامیدنی	تراز حفظ حیات آبی	تراز آبیاری
pH	-	۶/۸-۵/۵	۶/۸-۵/۵	۹-۶
EC	میکروزیمنس بر سانتیمتر مربع	<۴۰۰	<۳۰۰۰	>۳۰۰۰
TDS	mg/l	<۵۰۰	<۲۰۰۰	>۲۰۰۰
Turbidity	NTU	<۱	<۵۰	>۱۵۰
Do	mg/l	>۵	>۵	<۵
BOD5	mg/l	<۳	<۵	>۵
COD	mg/l	-	<۴	>۴
Nitrate	mg/l	<۱۰	<۵	>۳۰
Phosphate	mg/l	<۰/۲	<۰/۱	>۰/۱
Alkalanity	mg/l	<۴۰۰	>۲۰	<۶۰۰
Coliforms	MPN per 100	<۱	<۱۰۰	>۱۰۰۰
Cd	mg/l	< ۰/۰۱	<۰/۰۱۲	<۰/۰۱
Pb	mg/l	< ۰/۰۵	<۰/۱	<۵

یکی دیگر از منابع کیفی آب شاخص آلودگی Liou است که مقدار عددی زیرشاخه‌ها بر اساس مقادیر اندازه‌گیری شده چهار پارامتر اکسیژن محلول، میزان اکسیژن موردنیاز بیوشیمیایی، جامدات معلق و نیتروژن آمونیاکی تعیین و تفسیر می‌گردند. مقدار عددی شاخص Liou از رابطه ۴ به دست می‌آید (Teraddo *et al.* , 2010؛ Shih *et al.*, 2010) که طبق جدول ۳ به چهار محدوده تقسیم‌بندی می‌شود:

رابطه ۴:

$$WQI=\frac{1}{4}\sum_{i=1}^{4} I_i$$

جدول ۳: تفسیر مقدار عددی شاخص Liou (Teraddo *et al.* , 2010).

پارامتر کیفی	مقدار پارامتر	مقدار اختصاص داده‌شده با توجه به شاخص	مقدار شاخص	تفسیر مقادیر عددی شاخص
اکسیژن محلول	> ۶/۵	I_{DO}=۱	<۲	کیفیت آب خوب
	۶/۵- ۴/۶	I_{DO}=۳		
	۴/۵- ۲	I_{DO}=۶		
	<۲	I_{DO}=۱۰		

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]

پارامتر کیفی	مقدار پارامتر	مقدار اختصاص داده‌شده با توجه به شاخص	مقدار شاخص	تفسیر مقادیر عددی شاخص
میزان اکسیژن موردنیاز بیوشیمیایی	<۳	I_{BOD}=۱	۳-۲	اندکی آلوده
	۴-۳/۹	I_{BOD}=۳		
	۱۵-۵	I_{BOD}=۶		
	> ۱۵	I_{BOD}=۱۰		
جامدات معلق	<۲۰	I_{SS}=۱	۳/۶-۱	نسبتاً آلوده
	۴۹-۲۰	I_{SS}=۳		
	۱۰۰-۵۰	I_{SS}=۶		
	> ۱۰۰	I_{SS}=۱۰		
نیتروژن آمونیاکی	<۰/۵	I_{NH3-N}=۱	> ۶	بسیار آلوده
	۰/۰-۵/۹۹	I_{NH3-N}=۳		
	۳-۱	I_{NH3-N}=۶		
	> ۳	I_{NH3-N}=۱۰		

نتایج

بر اساس نتایج حاصله از جدول ۴ تا ۸ بیشترین میزان DO در ایستگاه سوم در فصل بهار با میزان ۹/۸۷ mg/L و کمترین میزان DO در ایستگاه دوم در فصل بهار با میزان ۵/۱۸ mg/L می‌باشد. ایستگاه دوم به دلیل اینکه در پایین‌دست بهمنشیر قرارگرفته میزان DO کمی را دارد ولی در ادامه مسیر به دلیل عدم وجود فاضلاب‌های شهری و صنعتی این میزان به بیشترین حد ممکن می‌رسد.

بیشترین میزان دما در ایستگاه سوم در فصل تابستان با میزان ۴۵ درجه سانتی‌گراد و کمترین میزان دما در ایستگاه‌های چهارم و پنجم در فصل زمستان با میزان ۱۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. دلیل پایین بودن دما در ایستگاه پنجم دور بودن از فاضلاب‌های صنعتی و شهری می‌باشد. بیشترین میزان کل جامدات در ایستگاه دوم در فصل بهار با میزان ۳۰۰۸ mg/L و کمترین میزان کل جامدات در ایستگاه اول در فصل تابستان با میزان۱۶۱۴ mg/L می‌باشد. بیشترین میزان TSS در ایستگاه دوم در فصل بهار با میزان ۲۹۰۰ mg/L و کمترین میزان TSS در ایستگاه سوم در فصل زمستان با میزان ۱۴۳۲ mg/L می‌باشد. دلیل زیاد بودن جامدات آب در فصل بهار جریان سریع رودخانه در این فصل می‌باشد. بیشترین میزان pH در ایستگاه دوم در فصل تابستان با میزان ۸/۳ و کمترین میزان pH در ایستگاه اول در فصل بهار و تابستان و در ایستگاه چهارم در فصل پاییز با میزان ۷/۵ می‌باشد. زیاد بودنpH در ایستگاه دوم به دلیل قرار گرفتن در پایین‌دست شهرآبادان و وجود فاضلاب‌های شهری و صنعتی در این منطقه است.

بیشترین میزان هدایت الکتریکی در ایستگاه چهارم در فصل پاییز با میزان ۱۹۰۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر مربع و کمترین میزان هدایت الکتریکی در ایستگاه دوم در فصل بهار با میزان ۴۲۰۰ میکروزیمنس بر سانتیمتر مربع می‌باشد. دلیل آن شیب کم رودخانه در این قسمت و کم شدن سرعت آب و جنس سازند در این منطقه نمکی است. بیشترین میزان کدورت در ایستگاه چهارم در فصل پاییز با میزان NTU ۱۴۳ و کمترین میزان کدورت در ایستگاه‌های دوم و سوم در فصل بهار با میزان NTU ۹ می‌باشد. به دلیل کم بودن شیب رودخانه در این ایستگاه سرعت آب کم شده و سبب بالا رفتن ذرات معلق می‌شود که سبب بالا رفتن ذرات محلول و افزایش کدورت می‌شود. نتایج حاصل از اندازه‌گیری پارامترهای موردمطالعه در ایستگاه‌های موردنظر به تفکیک چهارفصل در جداول ۴، ۵، ۶، ۷ و ۸ نشان داده شده است.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]

در این پژوهش سعی شده تا تعداد نمونه‌برداری‌ها در حداکثر ممکن صورت گیرد. افزایش تعداد ایستگاه‌های اندازه‌گیری در طول رودخانه و افزایش اندازه‌گیری‌ها از عواملی هستند، که می‌توانند باعث بالا رفتن دقت پهنه‌بندی بر اساس این شاخص گردند.

جدول ۴: نتایج حاصل از اندازه‌گیری ماهانه پارامترهای موردمطالعه در ایستگاه اول در سال ۱۳۹۸.

فصول موردمطالعه	پارامترهای موردمطالعه													
	DO	BOD_5	COD	دما	کل جامدات	TSS	pH	فسفات	نیترات	NH3-N	کلیفرم مدفوعی	کلیفرم کل	EC	کدورت
بهار	۷/۷۹	۳/۷۳	۷/۴۵	۳۲	۱۶۷۸	۱۵۴۵	۷/۵	۰/۷۲	۸/۸	۰/۱۳	۶/۳۸	۲۴/۳	۲۰۷۹	۱۱
تابستان	۵/۲۹	۱/۴۲	۲/۸۴	۴۴	۱۶۱۴	۱۵۶۹	۷/۵	۰/۲۱	۷/۴	۰/۱۲	۷/۶	۲۸/۸	۲۳۹۵	۱۹
پاییز	۶/۵۶	۲/۷۱	۵/۴۲	۲۷	۱۸۵۹	۱۶۷۸	۷/۴	۱۸	۵۳	۰/۹۸	۴/۹۸	۱۹/۶۸	۲۶۰۰	۲۵
زمستان	۵/۸۶	۳/۵۳	۷	۱۷	۱۷۳۵	۱۷۰۰	۷/۹	۰/۷۴	۸/۸	۰/۱۲	۸۷۰	۳۲۰۰	۳۷۶۰	۳۸

جدول ۵: نتایج حاصل از اندازه‌گیری ماهانه پارامترهای موردمطالعه در ایستگاه دوم در سال ۱۳۹۸.

فصول موردمطالعه	پارامترهای موردمطالعه													
	DO	BOD_5	COD	دما	کل جامدات	TSS	pH	فسفات	نیترات	NH3-N	کلیفرم مدفوعی	کلیفرم کل	EC	کدورت
بهار	۵/۱۸	۱/۷۳	۳/۴۶	۳۳	۳۰۰۸	۲۹۰۰	۷/۹	۲/۷۱	۵/۱۶	۰/۰۸	۵/۳۸	۲۱/۶	۴۲۰۰	۹
تابستان	۵/۷۸	۱/۲۲	۲/۴	۴۴	۲۷۸۴	۱۹۵۰	۸/۳	۰/۲۱	۵/۱	۰/۰۹	۲۹۰۰	۶۴۰۰	۳۴۰۰	۱۶
پاییز	۶/۷۲	۱/۷۶	۳/۵	۲۶	۱۸۵۶	۱۵۶۰	۸/۱	۰/۱۲	۷/۱	۰/۸۳	۴/۸۴	۲۷/۲	۲۹۰۰	۲۵
زمستان	۵/۸۴	۴/۱۴	۸/۲	۱۶	۱۷۱۵	۱۵۱۰	۷/۷	۰/۷۴	۹/۸	۰/۰۹	۹۳۰۰	۲۳۰۰۰	۳۶۰۰	۴۲

جدول ۶: نتایج حاصل از اندازه‌گیری ماهانه پارامترهای موردمطالعه در ایستگاه سوم در سال ۱۳۹۸.

فصول موردمطالعه	پارامترهای موردمطالعه													
	DO	BOD_5	COD	دما	کل جامدات	TSS	pH	فسفات	نیترات	NH3-N	کلیفرم مدفوعی	کلیفرم کل	EC	کدورت
بهار	۹/۸۷	۳/۱۴	۶/۹	۳۴	۲۸۸۵	۲۶۷۰	۷/۷	۱۲/۷	۵/۱۶	۰/۰۶	۵/۳۸	۲۱/۶	۲۵۰۰	۹
تابستان	۶/۴۹	۱/۸۹	۳/۷۸	۴۵	۲۷۶۵	۲۵۶۰	۸/۲	۱۰/۲	۵/۱۰	۰/۰۶	۷/۵۴	۲۹/۶۳	۲۳۰۰	۱۵
پاییز	۷/۸	۳/۵۲	۷	۲۸	۱۹۵۱	۱۷۵۴	۷/۹	۸/۲۵	۹/۱۷	۰/۹	۲۹۰۰	۱۰۸۰۰	۳۱۰۰	۳۵
زمستان	۷/۲	۳/۳۵	۶/۷	۱۸	۱۶۸۲	۱۴۳۲	۷/۷	۰/۷۴	۲/۷۶	۰/۰۶	۱۵۶۰۰	۶۲۴۰۰	۲۹۰۰	۴۲

جدول ۷: نتایج حاصل از اندازه‌گیری ماهانه پارامترهای موردمطالعه در ایستگاه چهارم در سال ۱۳۹۸.

فصول موردمطالعه	پارامترهای موردمطالعه													
	DO	BOD_5	COD	دما	کل جامدات	TSS	pH	فسفات	نیترات	NH3-N	کلیفرم مدفوعی	کلیفرم کل	EC	کدورت
بهار	۷/۴۳	۳/۵	۷	۳۵	۲۱۰۰	۱۹۸۰	۷/۷	۰/۰۹	۵/۸۰	۰/۰۸	۲۱۰۰	۲۲۰۰۰	۲۱۰۰	۱۲
تابستان	۶/۶	۳/۶۶	۷/۳	۴۱	۲۷۱۰	۲۵۷۰	۷/۷	۵۲	۷۳	۰/۰۶	۷/۴۶	۲۵/۴	۲۷۹۰	۳۶
پاییز	۷/۰۴	۳/۳۲	۶/۴۴	۲۴	۱۶۸۱	۱۴۳۰	۷/۵	۰/۲۸۴	۶/۷۲	۰/۱۳	۹۲۰۰	۲۴۰۰۰	۱۹۰۰	۱۴۳
زمستان	۷/۸۴	۳/۴۳	۶/۸	۱۵	۱۶۹۵	۱۴۸۸	۷/۷	۰/۵۴	۸/۹	۰/۱۵	۹۲۰۰	۲۱۰۰۰	۳۵۰۰	۴۴

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]

جدول ۸: نتایج حاصل از اندازه‌گیری ماهانه پارامترهای موردمطالعه در ایستگاه پنجم در سال ۱۳۹۸.

فصول موردمطالعه	پارامترهای موردمطالعه											
	DO	BOD_5	COD	دما	کل جامدات	TSS	pH	فسفات	نیترات	NH3-N	کلیفرم مدفوعی	کلیفرم کل	EC	کدورت
بهار	۹/۲	۴/۵	۹	۳۳	۲۴۷۲	۲۳۱۲	۷/۸	۰/۰۴	۴/۸۷	۰/۳۱	۲۳۰۰	۲۳۰۰۰	۲۵۰۰	۲۱
تابستان	۷/۶	۱/۵۶	۳/۱	۴۲	۱۷۸۶	۱۵۶۷	۷/۷	۷۲	۷	۰/۰۵	۷/۴۳	۲۴/۱	۲۶۰۰	۲۶
پاییز	۷/۱۲	۳/۱۳	۶/۲	۲۵	۱۷۲۰	۱۵۸۰	۷/۷	۰/۵۴	۷/۹	۰/۲	۹۲۰۰	۲۳۵۰۰	۳۳۰۰	۱۱۵
زمستان	۷/۸۴	۳/۴۳	۶/۸	۱۵	۱۶۹۵	۱۴۹۰	۷/۷	۰/۵۴	۸/۹	۰/۲	۹۲۰۰	۲۱۵۰۰	۲۹۰۰	۴۴

با بکار بردن آمار ماهیانه سال آبی ۱۳۹۸، بر روی ایستگاه‌های مشخص‌شده، شاخص BCWQI در فصول بهار، پاییز و زمستان در تمامی ایستگاه‌ها در وضعیت کیفی آبی مناسب و در فصل تابستان در تمام ایستگاه‌ها در وضعیت کیفی متوسط قرار دارند. بهترین وضعیت شاخص BCWQI در ایستگاه دوم در فصل زمستان با امتیاز ۳۴/۱۳ و کمترین شاخص BCWQI در ایستگاه چهارم در فصل تابستان با امتیاز ۵۱/۲ می‌باشد. در تمامی فصول کیفیت آب رودخانه بهمنشیر از ایستگاه اول به ایستگاه پنجم تقلیل یافته است. نتایج در جداول ۹ و ۱۰ آورده شده است. این وضعیت کاهش کیفی آب رودخانه به دلیل اثر تجمعی فاضلاب‌های صنعتی و خانگی و تراکم مواد آلاینده است، که به رودخانه بهمنشیر سرازیر می‌گردد. با توجه به این‌که در فصل تابستان بارش صورت نمی‌گیرد و میزان دبی آب کاهش پیدا می‌کند، بیشترین میزان شاخص BCWQIکه بیانگر نزول درجه کیفی آب در این بازه زمانی می‌باشد، به‌دست‌آمده است. تأثیرگذارترین پارامتر بر شاخص BCWQI در کیفیت آب رودخانه بهمنشیر کل جامدات محلول می‌باشد. در شکل ۳ نمودار تغییرات BCWQI در ایستگاه‌های انتخابی آورده شده است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که روش BCWQI نسبت به سایر روش‌های محاسبه شاخص کیفیت آب محافظه‌کارانه‌تر نتیجه می‌دهد و سادگی محاسبات این روش به همراه در دسترس بودن پارامترهای موردنیاز از مزایای آن هست.

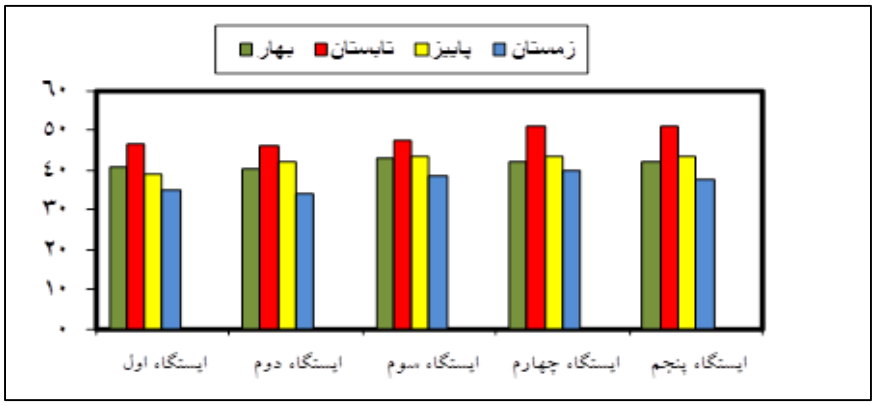
جدول۹: نتایج پهنه‌بندی کیفی آب رودخانه بهمنشیر در فصول بهار و تابستان بر روی ایستگاه‌های منتخب با روش BCWQI در سال ۱۳۹۸.

نام ایستگاه	بهار		تابستان	
	BCWQI	وضعیت کیفی آب	BCWQI	وضعیت کیفی آب
اول	۴۰/۷۲	مناسب	۴۶/۶۵	متوسط
دوم	۴۰/۲۳	مناسب	۴۶/۱۴	متوسط
سوم	۴۳/۱۲	مناسب	۴۷/۴۳	متوسط
چهارم	۴۲/۳۷	مناسب	۵۱/۲۰	متوسط
پنجم	۴۲/۲۳	مناسب	۵۰/۹۸	متوسط

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]

جدول۱۰: نتایج پهنه‌بندی کیفی آب رودخانه بهمنشیر در فصول پاییز و زمستان بر روی ایستگاه‌های منتخب با روش BCWQI در سال ۱۳۹۸.

نام ایستگاه	پاییز		زمستان	
	BCWQI	وضعیت کیفی آب	BCWQI	وضعیت کیفی آب
اول	۳۹/۰۳	مناسب	۳۴/۹۶	مناسب
دوم	۴۲/۲۰	مناسب	۳۴/۱۳	مناسب
سوم	۴۳/۷۶	مناسب	۳۸/۸۳	مناسب
چهارم	۴۳/۶	مناسب	۳۹/۹۵	مناسب
پنجم	۴۳/۶۲	مناسب	۳۷/۸۵	مناسب



شکل ۳: نمودار تغییرات BCWQI در ایستگاه‌های انتخابی در سال ۱۳۹۸.

با بکار بردن آمار ماهیانه سال آبی ۱۳۹۸، بررسی ایستگاه‌های مشخص‌شده، شاخص Liou در تمامی ایستگاه‌ها در وضعیت کیفی آب نسبتاً آلوده قرار دارد. بهترین وضعیت شاخص Liou در ایستگاه‌های دوم و سوم در فصل تابستان با امتیاز ۳/۲۵ و کمترین شاخص Liou در ایستگاه اول در فصول پاییز و زمستان و در ایستگاه دوم در فصل زمستان با امتیاز ۴/۲۵ می‌باشد. نتایج در جداول ۱۱ و ۱۲ نشان داده شده است. تأثیرگذارترین پارامتر بر شاخص Liou در کیفیت آب رودخانه بهمنشیر جامدات معلق می‌باشد. در شکل ۴ نمودار تغییرات Liou در ایستگاه‌های انتخابی آورده شده است. در این تحقیق شاخص آلودگی Liou نشان داد که روشی مناسب جهت تطبیق نتایج به شمار می‌رود.

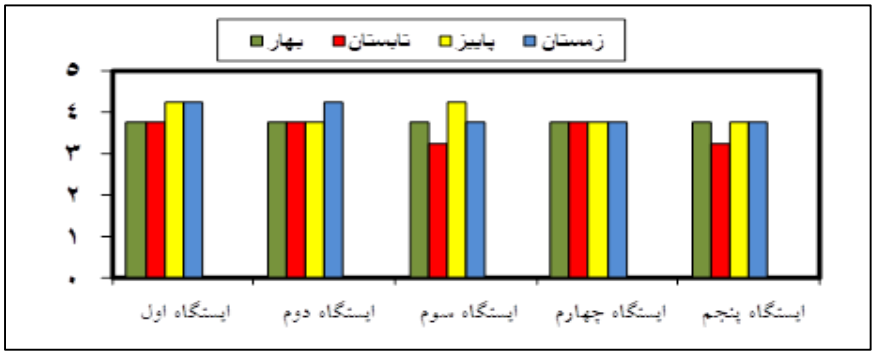
جدول۱۱: نتایج پهنه‌بندی کیفی آب رودخانه بهمنشیر در فصول بهار و تابستان بر روی ایستگاه‌های منتخب با روش Liou در سال ۱۳۹۸.

نام ایستگاه	بهار		تابستان	
	Liou WQI	تفسیر عددی مقدار شاخص	Liou WQI	تفسیر عددی مقدار شاخص
اول	۳/۷۵	نسبتاً آلوده	۳/۷۵	نسبتاً آلوده
دوم	۳/۷۵	نسبتاً آلوده	۳/۷۵	نسبتاً آلوده
سوم	۳/۷۵	نسبتاً آلوده	۳/۲۵	نسبتاً آلوده
چهارم	۳/۷۵	نسبتاً آلوده	۳/۷۵	نسبتاً آلوده
پنجم	۳/۷۵	نسبتاً آلوده	۳/۲۵	نسبتاً آلوده

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]

جدول ۱۱: نتایج پهنه‌بندی کیفی آب رودخانه بهمنشیر در فصول پاییز و زمستان بر روی ایستگاه‌های منتخب با روش Liou در سال ۱۳۹۸.

نام ایستگاه	پاییز		زمستان	
	Liou WQI	تفسیر عددی مقدار شاخص	Liou WQI	تفسیر عددی مقدار شاخص
اول	۴/۲۵	نسبتاً آلوده	۴/۲۵	نسبتاً آلوده
دوم	۳/۷۵	نسبتاً آلوده	۴/۲۵	نسبتاً آلوده
سوم	۴/۲۵	نسبتاً آلوده	۳/۷۵	نسبتاً آلوده
چهارم	۳/۷۵	نسبتاً آلوده	۳/۷۵	نسبتاً آلوده
پنجم	۳/۷۵	نسبتاً آلوده	۳/۷۵	نسبتاً آلوده



شکل ۴: نمودار تغییرات Liou در ایستگاه‌های انتخابی در سال ۱۳۹۸.

بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق ارزیابی کیفیت آب رودخانه بهمنشیر با استفاده از شاخص کیفی آب BCWQI و شاخص آلودگیLiou انجام شد. مطابق نتایج شاخص BCWQI در فصول بهار، پاییز و زمستان در تمامی ایستگاه‌ها در وضعیت کیفی آب مناسب و در فصل تابستان در تمام ایستگاه‌ها وضعیت کیفی آب متوسط است. Behmanesh (۲۰۲۰) با استفاده از روش BCWQI در ارزیابی کیفیت آب رودخانه‌های بابلرود و خرون به این نتیجه رسید که کیفیت کلی آب رودخانه در تمام ایستگاه‌های موردمطالعه برای آبزیان و پرورش ماهی ضعیف ولی جهت مصارف کشاورزی، متوسط ارزیابی گردید. همچنین Lotfi و همکاران (۲۰۱۸) در بررسی کیفیت آب رودخانه سیکان به این نتیجه رسیدند که شاخص BCWQI در پاییز، وضعیت کیفی خوب و در فصل تابستان و در زمستان در وضعیت مناسب قرار داشتند. Abdul- Hameed (۲۰۲۰) نیز در بررسی شاخص کیفیت آب برای ارزیابی تصفیه‌خانه نیسان، همه نتایج نشان‌دهنده کیفیت خوب آب بود. ولی در بررسی Hasan و همکاران (۲۰۲۰) شاخص‌های کیفیت آب برای ارزیابی تغییرات مکانی – زمانی رودخانه دالشواری در بنگلادش به دلیل آلودگی فلزات سنگین ، مقادیر وضعیت "بحرانی" آب را نشان داد و بر آلودگی "زیاد" آب رودخانه تأکید داشتند. به‌طور موقت ، کیفیت آب در فصل زمستان نسبت به فصل بهار بهتر بود. با توجه به نتایج تحقیقات پیشین شمسایی و همکاران (۱۳۸۴) نیز در تحقیق خود وجود ایستگاه‌های مناسب و دفعات اندازه‌گیری کافی در محل‌های مناسب را از عوامل مؤثر بر نتایج شاخص BCWQI می‌دانند. نتایج تحقیقات اسدی فردی و همکاران (۱۳۹۱) نیز نشان داد که در مواردی که حساسیت زیادی در قبال تصمیم‌گیری‌ها وجود ندارد و نیز در صورت وجود تعداد ایستگاه‌ها و دفعات اندازه‌گیری مناسب استفاده از شاخص BCWQI مفید است. در مورد شاخص BCWQI، یکی از عواملی که باعث می‌شود بتوان این شاخص را به‌عنوان شاخص منتخب در پهنه‌بندی رودخانه بکار

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]

برد، عدم کاربرد مستقیم پارامترهای تشکیل‌دهنده آن می‌باشد. زیرا شاخص BCWQI بر اساس میزان درصد تخطی پارامتر اندازه‌گیری شده، نسبت به یک استاندارد خاص ایجاد می‌شود. این عامل باعث می‌گردد که افزایش و کاهش مقدار یک پارامتر تأثیر یکسانی بر روی شاخص کل داشته باشد. این در حالی است که در بعضی از کاربردهای این شاخص افزایش و کاهش یک پارامتر اثر متفاوتی بر روی تصمیم‌گیری بر اساس شاخص موردنظر دارد. عصار و همکاران (۱۳۹۳) نیز بیان داشتند که استفاده از شاخص BCWQI باعث می‌شود که حجم زیاد اطلاعات نمونه‌برداری شده، از اندازه‌گیری‌های کیفی آب به‌صورت یک عدد منفرد و بدون بعد، تبدیل شود که دارای مفهوم و تبدیل کیفی تفسیر شده‌ای است. در تحقیق حاضر نیز با این هدف از روش BCWQI استفاده گردیده است. همچنین با استفاده از شاخص‌های کیفی آب می‌توان تغییرات کیفی آب را در طول زمان در یک ایستگاه مورد پایش قرارداد و هم می‌توان از این شاخص‌ها برای نشان دادن تغییرات کیفی آب در طول رودخانه‌ها و 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. حسین زاده و همکاران (۱۳۹۲) نیز بیان می‌کنند که استفاده از روش شاخص کیفی آب می‌تواند نسبت به مصرف موردنظر و یا حالت استاندارد ارزیابی شود. علاوه بر این، یک شاخص کیفی منابع آب می‌تواند ضمن ردیابی تأثیر فعالیت‌های انسانی بر کیفیت آب، شرایط کلی منابع آبی را برای آینده پیش‌بینی نماید. Banda و Kumarasamy (۲۰۲۰) نیز در پژوهش خود بیان کردند که شاخص‌های کیفیت آب ابزاری مهم برای ساده‌تر و مناسب‌تر شدن در مدیریت منابع آب می‌باشد که نیازی پویاست.

در ادامه شاخص Liou استفاده شد بر اساس این شاخص در تمامی ایستگاه‌ها در وضعیت کیفی آب نسبتاً آلوده قرار دارد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، شاخص نهایی دو روش BCWQI و شاخص آلودگی Liou برای ایستگاه‌های نمونه‌برداری برخلاف تفاوت‌های موجود در پارامترهای مورد استفاده و روش محاسبه شاخص‌ها، به همدیگر نزدیک بوده است. مفتاح هلقی (۱۳۹۰) نیز در پژوهش خود به این نتیجه دست یافته است. عصار و همکاران (۱۳۹۳) نیز بیان داشتند که این روش یکی از روش‌های ساده و به دور از پیچیدگی‌های ریاضی و آماری و قابل‌فهم است، که بابیان ساده شرایط کیفی آب را بازگو می‌نماید و نتایج آن به‌عنوان ابزاری مفید در اختیار بهره‌برداران و متخصصان جهت تصمیم‌گیری‌های مدیریتی قرار می‌گیرد. حسین زاده و همکاران (۱۳۹۲) نیز جهت اطمینان از نتایج و جلوگیری از احتمال بروز اشتباه در محاسبه شاخص کیفیت NSFWQI از روش شاخص آلودگی Liou استفاده کردند.

نتایج این تحقیق نشان داد که پارامترهای کل جامدات و جامدات معلق تأثیرگذارترین عوامل بر روی کیفیت آب رودخانه بهمنشیر می‌باشند. Sakizadeh (۲۰۱۵) با استفاده از دو مدل SVM و KNN در طبقه‌بندی آب زیرزمینی آبخوان خوزستان به این نتیجه رسید که پارامترهای نیترات و کلسیم تأثیرگذارترین پارامترها در طبقه‌بندی هستند اما نتایج تحقیق حاضر نشان داد که کلیفرم بیشتر از میزان مجاز می‌باشد که علت آن منبع سطحی آب و رودخانه موردمطالعه است. با توجه به نتایج بدیهی است که شرایط خوب تا عالی در رودخانه بهمنشیر حاکم نبوده و نیاز به چاره‌اندیشی و تغییر سیاست‌های مدیریتی دارد. با توجه به احداث سدها و کاهش آبدهی رودخانه بهمنشیر که روند آن هنوز ادامه دارد، وخیم‌تر شدن شرایط کیفی در این منطقه دور از انتظار نمی‌باشد.

منابع

اسدی فردی، غ. ر.، خراسان زاده، پ. و جمهوری، ا.، ۱۳۹۱. بررسی شاخص‌های کیفی و پهنه‌بندی آلودگی آب‌های زیرزمینی مطالعه موردی حوضه آبریز زاینده‌رود، اولین همایش ملی جریان و آلودگی آب، تهران - دانشگاه تهران، موسسه آب دانشگاه تهران. ۱۱ ص.

بهمنش، ع.، ۱۳۹۹. ارزیابی کیفیت آب رودخانه‌های بابلرود و خرون جهت زیست آبزیان و پرورش ماهی بر اساس شاخص BCWQI، فصلنامه علمی- پژوهشی محیطزیست جانوری، دوره ۱۲، شماره ۱، صفحات ۴۰۰-۳۹۳.

امین پورشیانی، س.، محمدی، م.، خالدیان، م. ر. و میر روشندل، ا. ا.، ۱۳۹۵. ارزیابی کیفیت آب رودخانه گاز رودبار با استفاده از شاخص کیفی NSFWQIو شاخص آلودگیLiou، اکوبیولوژی تالاب (تالاب)، دوره ۸(۲۷): صفحات ۷۷ -۶۵.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]

تنهایی، و. و رستمی کُشکی، ن.، ۱۳۹۷. پایش کیفی آب رودخانه مهاباد ازلحاظ پارامترهای میکروبیولوژیکی بر اساس پروتکل ۱۰۱۱ سازمان ملی استاندارد ایران، مجله تازه‌های بیوتکنولوژی سلولی – مولکولی، ۸ (۳۱): صفحات ۶۴-۵۷.

حسین زاده، ا.، خرسندی، ح.، رحیمی، ن.، حسین زاده، س. و علیپور، م.، ۱۳۹۲. ارزیابی کیفیت آب رودخانه آیدوغموش با استفاده از شاخص کیفیت NSFWQI و شاخص آلودگی Liou، مجله پزشکی ارومیه، ۲۴ (۲): صفحات ۱۶۲-۱۵۶.

حسینی، ه.، شهرکی، م.، دشتی برمکی، م.، رضایی ، م. و شاکری، ع.، ۱۳۹۷. کاربرد شاخص کیفیت آب (WQI) و هیدروژئوشیمی در ارزیابی کیفی آب سطحی، مخازن چاه نیمه استان سیستان و بلوچستان، سلامت محیطزیست، دوره ۱۱ (۴): صفحات ۵۸۶- ۵۷۵.

سرلک، ا. و سرلک، ح. ا.، ۱۳۹۵. مدیریت منابع آب و حفظ محیطزیست کشور در جهت توسعه پایدار با مطالعه موردی پروژه انتقال آب بین حوضه‌ای قمرود، چهارمین کنگره بین‌المللی عمران، معماری و توسعه شهری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران. **۱۴ ص.**

شمسایی، ا.، اورعی زارع، ص. و سارنگ ا.، ۱۳۸۴. بررسی تطبیقی شاخص‌های کیفی و پهنه‌بندی کیفی رودخانه کارون و دز، مجله آب و فاضلاب، ۵۵: صفحات ۴۸-۳۹.

شیخستانی، ن.، ۱۳۸۰. تبیین شاخص کیفی آب‌های سطحی و کاربرد آن در ارزیابی آسیب‌پذیری کیفی و پهنه‌بندی رودخانه‌ها، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی عمران، گرایش سازه‌های هیدرولیکی، دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۶۷ ص.

عصار، س. ، رجب‌زاده، ا. و محمدی روزبهانی، م.، ۱۳۹۳. بررسی کیفیت آب سد دز در ورودی، مخزن و خروجی تا سد تنظیمی با استفاده از شاخص های NSFWQI و BCWQI، فصلنامه اکو بیولوژیکی تالاب، ۶ (۲۰): صفحات ۹۲-۷۹.

مفتاح هلقی، م.، ۱۳۹۰. پهنه‌بندی کیفی آب با استفاده از شاخص‌های متفاوت کیفی مطالعه موردی: رودخانه اترک، مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۱۸ (۲): صفحات ۲۲۰-۲۱۱.

موسوی، س. ع. و آیتی زاده موسوی، ا. ا.، ۱۳۸۵. بررسی مکانیزم فرسایش و انتقال رسوب رودخانه بهمنشیر، هفتمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه، سازمان آب و برق خوزستان، دانشگاه شهید چمران اهواز. ۸ ص.

نادری، م. و نادری، م. ر.، ۱۳۸۳. بررسی اثرات زیست‌محیطی سدها، یازدهمین کنفرانس دانشجویان عمران سراسر کشور، دانشگاه هرمزگان. **۹ ص.**

Abdul Hameed, H. M., 2020. Applying of water quality indices methods for assessment of 9-Nissan water treatment plant, Journal of water and land development, 47 (X–XII): 25–29.

Band, T. D. and Kumarasamy, M. V, 2020. Development of water quality indices (WQIs): a review, **Polish Journal of Environmental Studies,** 29 (3): 2011–2021

Behmansh, A., 2020. Evaluation of water quality of Babolrood and Kharoon rivers for aquatics and aquaculture based on BCWQI index. Journal of animal environment, 12 (1).

Costa, A., Azevedo, J., Santos, M. and Assumpção, R., 2020. Water quality assessment based on multivariate statistics and water quality index of a strategic river in the Brazilian Atlantic Forest. Scientific Reports, 10, Article number: 22038 (2020).

Dixon, W. and Chiswell, B., 1996. Review of aquaticmonitoring program design, Water Res, 30: 1935-1948.

En-nkhili, H., Najy, M., Etebaai, I., Talbi, F. Z., El Kharrim, K. and Belghyti, D., 2020. Application of Water Quality Index for the Assessment of Boudaroua Lake in the Moroccan Pre-Rif. GEOIT4W-2020: Proceedings of the 4th Edition of International Conference on Geo-IT and Water Resources 2020, Geo-IT and Water Resources, 36: 1–5, https://doi.org/10.1145/3399205.3399248.

Enrique, S., Manuel, F., Colmenarejo, J. A., Angel, R. G., Garc, L. T. 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: 315–328.

Hasan, M., Adnan, S. and uzzaman, S., 2020. Water quality indices to assess the spatiotemporal variations of Dhaleshwari river in central Bangladesh. Environmental and sustainability indicators, 8, 100068.

Lands, M. and Parks, S., 1996. Water quality status reports, British Columbia, Ministry of environmental, Water quality section, Victoria, 179p.

Lotfi, A., Zohrabi, N. and Mmohammadiroozbahani, M., 2018. Assessing the water quality of Seikan river using NSFWQI and BCWQI indicators. Environment and water engineering, 3 (4): 367-377.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]

Ostb, R., Leea, G., Wieringaa, N., Hamersc, T., Verdonschotad, P. F. M., De Voogta, P. and Kraaka, M. H. S., 2020. Advancements in effect-based surface water quality assessment. Water Research, Volume 183, 116017.

Ongley, E. D., 1998. Modernization of water quality programs in developing countries: issues of relevancy and cost efficiency. Water Quality International, Sept/Oct-1998, 37-42.

Ott, W. R., 1980. Environmental indices – theory and practice, Arbor sceince publisher, Inc. Ann, Michigan.

Rice, E. W., Baird, R. B., Eaton, A. D. and Clesceri, L. S., 2012. Standard methods for the examination of water & wastewater, 22nd Ed, Washington Dc: American public health association (APHA) / American water works association (AWWA) / water environment federation (WEF).

Sakizadeh, M. and Mirzaei, R., 2016. A comparative study of the performance of K-nearest neighbors and support vector machines for classification of groundwater. Journal of Mining and Environment 7 (2): 149- 164.

Said, A., Stevens, D. and Selke, G., 2004. An innovative index for evaluating water quality in streams. Environmental Management, 34: 406 –414.

Shala-Abazi, A., Durmishi, B., Sallaku, F. S. and Çadraku, H., 2020. Assessment of water quality of Sitnica river by using water quality index (WQI). Rasayan Journal of Chemistry, 13 (01): DOI: 10.31788/RJC.2020.1315344.

Sharma , J. , Weston , M. , Spears, I. R. , Batterham , A. M. , 2014. A Comparative assessment of support vector machines, probabilistic neural networks, and K-Nearest neighbor algorithms for water quality classification. Water resources management 28(12): 4095-4111.

Shi, R., Zhao, J., Shi, W., Song, S. and Wang, C., 2020. Comprehensive Assessment of Water Quality and Pollution Source Apportionment in Wuliangsuhai Lake, Inner Mongolia, China. **International Journal of Environment Research Public Health,** 17(14): 5054, doi: 10.3390/ijerph17145054.

Shih, C. H., Chu, T., J., Kuo, Y. Y., Lee, Y. C., Tzeng, T. D. and Chang, W. T., 2010. Environmental pre-evaluation for eco-leisure: a case study of a restored stream system in Hofanchuken creek of Taipei county, Taiwan, **Journal Environment Engineering Managment,** 20 (2) :99 -108.

Simeonov, V., Stratis, J. A., Samara, C., Zachariadis, G., Voutsa, D. and Anthemidis, A., 2003. Assessment of the surface water quality in Northern Greece. **Water Research,** 37: 4119–4124.

Terrado, M., Barcel, D., Tauler, R., Borrell, E. and Campos, S. D., 2010. Surface-water-quality indices for the analysis of data generated by automated sampling networks. J TrAC Trends in Analytical Chemistry, 29(1): 40 -52.

Zhang, O., Xu, P. and Qian, H., 2020. Groundwater quality assessment using improved water quality index (WQI) and human health risk (HHR) evaluation in a semi-arid region of northwest China, Exposure and health volume, 12: 487–500.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]