SURFACE WATER QUALITY ASSESSMENT

Qualitative assessment of surface water using the CWQI method and with the Aquachem software (Case study: Ghain River in South Khorasan)

Fahime Khadempour
PhD student, Department of Science and Water Engineering, School of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran.
Email: fahimekhadempour@birjand.ac.ir,

Ali Shahidi
* Associate Professor, Department of Science and Water Engineering, School of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran.
Email: ashahidi@birjand.ac.ir

Received: 23 November 2017
Accepted: 22 December 2017

ABSTRACT

Background & objeftive: Qualitative assessment of water resources using qualitative indicators as one of the most suitable methods for managing water areas and having a regular program for water quality protection and pollution prevention is necessary. The present study was conducted to evaluate the quality of water in the river of Ghain for agricultural, drinking, livestock and aquaculture purposes.

Materials & Methods: In this study, water quality was evaluated in two ophthalmic stations of Oliyakhonic and Farokhi in the Gain river basin of southern Khorasan province during the years of 2007-2016 with the use of Canadian Water Quality Index (CWQI) and Aquachem software.

Results: Based on the gained results, the CWQI experienced a downward trend for agricultural consumption from the upstream to downstream, which may be due to increased water salinity in the downstream direction or the flow of agricultural, industrial and domestic wastewater (household and industrial waste). The level of pollution and the concentrations of undesirable factors rose from the upstream to downstream which lead to the undesirable water quality for fish life, so that most stations require purification for aquaculture.

Conclusion: Both of two studied stations (Oliyakhonic and Farokhi) were ranked poorly for drinking, aquaculture, irrigation and livestock, but ranked high for recreational purposes. According to the Piper diagram, water type and facies are bicarbonate-magnesium-calcium.

Document Type: Research article
Key words: CWQI, Ghain River, Water Quality Parameters

▶ **Citation:** Khadempour F, Shahidi A. Qualitative assessment of surface water using the CWQI method and with the Aquachem software (Case study: Qaen River in South Khorasan). *Iranian Journal of Research in Environmental Health*. Autumn 2017;3 (3) : 179-186.

Archive of SID

www.SID.ir

ارزیابی کیفی آب‌های سطحی با استفاده از روش CWQI و نرم‌افزار Aquachem (مطالعه موردی: رودخانه قاین در خراسان جنوبی)

فهیمه خادم‌پور
دانشجوی دکتری، گروه مهندسی علوم آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.
Email:fahimekhadempour@birjand.ac.ir

علی شهیدی
* دانشیار، گروه مهندسی علوم آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.
Email: ashahidi@birjand.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۹/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۰۱

چکیده

زمینه و هدف: ارزیابی کیفی منابع آب با استفاده از شاخص‌های کیفی، به عنوان یکی از روش‌های بسیار مناسب در مدیریت پهنه‌های آبی و داشتن یک برنامه منظم برای حفاظت کیفی منابع آب و جلوگیری از آلودگی آن‌ها ضروری می‌باشد. مطالعه حاضر با هدف ارزیابی کیفیت آب رودخانه قاین از نظر مصارف کشاورزی، شرب، احشام و آبزیان انجام شد.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش به بررسی کیفیت آب در دو ایستگاه خونیک علیا و فرخی واقع در حوضه رودخانه قاین استان خراسان جنوبی طی سال‌های آبی ۹۵-۱۳۸۶ با استفاده از شاخص شاخص کیفی آب کانادا (CWQI) و نرم‌افزار Aquachem پرداخته شد.

یافته‌ها: شاخص CWQI برای مصرف کشاورزی از بالادست به پایین‌دست روند کاهشی داشت که ممکن است به دلیل افزایش شوری آب در جهت پایین‌دست یا ورود زه‌آب‌های کشاورزی، صنعتی و شهری (پساب‌های خانگی و صنعتی) باشد. میزان آلودگی و غلظت فاکتورهای نامطلوب از بالادست به پایین‌دست افزایش داشت و کیفیت آب را برای حیات ماهی‌ها نامطلوب می‌ساخت؛ به‌طوری‌که اکثر ایستگاه‌ها نیاز به تصفیه برای مصرف آبزی‌پروری داشت.

نتیجه‌گیری: هر دو ایستگاه (خونیک علیا و فرخی) مورد مطالعه، برای مصارف شرب، آبزی‌پروری، آبیاری و احشام در رتبه بد قرار دارند، ولی برای مصارف تفریح و سرگرمی در رتبه عالی قرار گرفته‌اند. بر اساس نمودار پایپر، تیپ و رخساره آب، بی‌کربنات- منیزیم- کلسیم می‌باشد.

نوع مقاله: علمی پژوهشی
کلید واژه‌ها: پارامترهای کیفی آب، رودخانه قاین، CWQI

◀ **استناد:** خادم‌پور ف، شهیدی ع. ارزیابی کیفی آب‌های سطحی با استفاده از روش CWQI و نرم‌افزار Aquachem (مطالعه موردی: رودخانه قاین در خراسان جنوبی). *فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط*. پاییز ۱۳۹۶؛ ۳ (۳): ۱۷۹-۱۸۶.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

رودخانه‌ها به عنوان یکی از منابع اساسی تأمین آب جهت مصارف گوناگون از جمله کشاورزی، شرب و صنعت مطرح می‌باشند. از این رو حفظ کیفیت این منابع با توجه به خشکسالی‌های اخیر و توسعه شهری و روستایی، یکی از وظایف مهم در حیطه محیط‌زیست بوده و اطلاع از چگونگی کیفیت آب رودخانه‌ها ضروری به نظر می‌رسد (۶). امروزه کمبود منابع آب با کیفیت مناسب در بخش کشاورزی، به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک، از موضوعات اساسی مورد بحث است (۱). با توجه به قوانین زیست محیطی و مسائلی که در ارتباط با آلودگی و کیفیت منابع آب وجود دارد، لزوم توجه به کیفیت منابع آب اهمیت زیادی پیدا کرده است (۳). یکی از روش‌های بسیار ساده و فاقد پیچیدگی‌های ریاضی و آماری که می‌تواند شرایط کیفی آب را بازگو کرده و به عنوان یک ابزار پیشرفته قوی برای تصمیم‌گیری‌های مربوطه استفاده شود، استفاده از شاخص کیفی آب است (۱۵). با توجه به اهمیت آب و مسائل مربوط به آن، شمار زیادی از شاخص‌های زیست‌محیطی در طول سال‌های گذشته توسط سازمان‌ها و مؤسسات مختلف، اعم از دولتی و یا خصوصی پیشنهاد شده‌اند. در این میان اولین مقایسه بین شاخص‌های کیفی آب توسط Ott (۱۹۷۱) انجام شد (۱۴). شاخص‌ها با ساده‌سازی و کاهش اطلاعات خام و اولیه علاوه بر بیان کیفیت آب، روند تغییرات کیفی آب را در طول مکان و زمان نشان می‌دهند. به کمک شاخص‌های کیفی می‌توان مناطقی را که از نظر آلودگی بیشتر مورد تهدید می‌باشند، مشخص و منابع آبی را مدیریت نمود. دو گروه شاخص وجود دارد؛ گروه اول شاخص‌های آلودگی هستند که با افزایش آلودگی، عدد شاخص آن‌ها نیز افزایش می‌یابد، نظیر شاخص کیفی آب کلمبیا (BCWQI: British Columbia Water Quality Index)) و گروه دوم شاخص‌های کیفی آلودگی هستند که عدد شاخص آن‌ها با افزایش آلودگی کاهش می‌یابد که با نام شاخص کیفی شناخته می‌شوند، نظیر شاخص کیفی آب کانادا (CWQI: Canadian Water Quality Index) (۲). در زمینه بررسی کیفیت آب با استفاده از شاخص‌ها، مطالعات متعددی در ایران و سایر کشورهای جهان صورت گرفته است که در این زمینه می‌توان به چند مورد اشاره کرد. Pourshiani و همکاران (۲۰۱۶)، به ارزیابی کیفیت آب رودخانه گازرودبار با استفاده از شاخص کیفی آب موسسه بهداشت ملی (NSFWQI: National Sanitation Foundation Water Quality Index) و شاخص آلودگی Liou پرداختند. نتایج نشان داد که بر اساس شاخص NSFWQI، آب رودخانه گازرودبار در رده کیفی متوسط و بر اساس شاخص آلودگی در رده کیفی اندکی آلوده قرار می‌گیرد (۷). Sadeghi و همکاران (۲۰۱۵)، در تحقیقی به بررسی کیفیت آب رودخانه زرین گل استان گلستان در فصول تابستان و پاییز و تأثیر زه‌آب‌های کشاورزی بر آن از شاخص کیفی NSFWQI و شاخص ساده مدیریتی (WQI: Water Quality Index) پرداختند. نتایج به‌دست آمده از مطالعه بر اساس شاخص NSFWQI نشان داد که کیفیت آب رودخانه در حد متوسط است، اما زه‌آب‌های کشاورزی کیفیت بدی داشتند. همچنین بر اساس نتایج به‌دست آمده از شاخص WQI، این شاخص برای تمامی ایستگاه‌های مورد مطالعه در محدوده ۶۱-۵۴ قرار داشت. این شاخص برای زه‌آب‌های در طبقه‌بندی کیفیت آب بد محاسبه شد (۸). Khorramabadi Shams و همکاران (۲۰۱۴)، در تحقیقی پارامترهای کیفی آب نظیر اسیدیته، اکسیژن محلول، کل جامدات، اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی، کدورت، دما، فسفات، نیترات و کلیفرم مدفوعی را در شش ایستگاه از رودخانه خرم‌رود خرم‌آباد به مدت شش ماه از سال ۱۳۹۱ اندازه‌گیری و با بهره‌گیری از شاخص کیفی NSFWQI به ارزیابی کیفیت آب پرداختند. با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه، بالاترین کیفیت آب در ایستگاه سرچشمه رودخانه خرم‌رود و بالاتر از روستای رباط کریم (ایستگاه شماره ۱) با میزان عددی شاخص (NSFWQI) معادل ۸۲ (آب‌های با کیفیت خوب) در مرداد ماه و آبان ماه گزارش شد (۹). Fataei و همکاران (۲۰۱۳)، کیفیت آب رودخانه بالخی

Archive of SID

www.SID.ir

در استان اردبیل در سال‌های ۲۰۰۸-۲۰۰۷ را با استفاده از دو شاخص WQI و شاخص کیفی کانادا (CWQI) مورد بررسی و مطالعه قرار دادند. نتایج حاصل از شاخص CWQI نشان داد که کیفیت آب رودخانه برای تفرج، کشاورزی و احشام در تمام ایستگاه‌ها در رده عالی قرار می‌گیرد. آنها همچنین نشان دادند که WQI، شاخص کلی برای ارزیابی کیفیت آب می‌باشد، در حالی که CWQI یک شاخص مناسب جهت تعیین کیفیت آب برای کاربردهای مختلف نظیر شرب، آبیاری و استفاده برای آبزیان بوده و به طور کلی اطلاعات دقیق‌تر و مناسب‌تری در اختیار کاربر قرار می‌دهد (۱۰). Sayari و همکاران (۲۰۱۴)، با بررسی کیفی آب رودخانه کارون و دز با استفاده از شاخص CWQI نشان دادند که کیفیت آب در این رودخانه به‌طور کلی برای شرب در رده متوسط، آبزیان در رده نسبتاً خوب، تفریح در رده خوب، آبیاری در رده عالی و استفاده احشام در رده ضعیف قرار دارد (۱۱). Mirmoshtaghy و همکاران (۲۰۱۱)، در مطالعه‌ای کیفیت آب رودخانه سفیدرود استان گیلان را با شاخص NSFWQI بررسی و آن را با استانداردهای کیفیت آب آشامیدنی و آبیاری در ماه‌های زمستان ۱۳۸۹ و بهار و تابستان ۱۳۹۰، در ۵ ایستگاه اندازه‌گیری و مورد آزمایش قرار دادند. بر اساس نتایج به‌دست آمده، بیشترین شاخص NSFWQI را ایستگاه سد منجیل و کمترین مقدار شاخص را ایستگاه سد تاریک دارا بود (۱۲). Singh و Kant Kamal (۲۰۱۴)، در تحقیقی به ارزیابی شاخص‌های کیفیت آب در منطقه گوا در هند پرداختند. بر اساس نتایج به‌دست آمده، BOD برای تمامی نمونه‌ها در محدوده ۱۰۷-۳۴ و بالاترین مقدار WQI در طول فصل باران‌های موسمی مشاهده شد، در حالی که کمترین مقدار آن در طول فصل بعد از باران‌های موسمی بود. بسیاری از نمونه‌های آب در منطقه مورد مطالعه در دسته‌بندی‌های خوب تا متوسط قرار (۱۳). Nor Azalina و همکاران (۲۰۱۲)، کیفیت آب رودخانه سالک واقع در مالزی را با استفاده از شاخص WQI مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان دهنده مقدار پایینی از اکسیژن محلول و مقادیر بالایی از اکسیژن مورد نیاز شیمیایی و سرب بود که بر اساس نتایج، آب رودخانه مذکور بر اساس شاخص WQI، در دسته آب‌های آلوده طبقه‌بندی (۱۴). متأسفانه امروزه به‌علت وجود منابع متعدد آلوده‌کننده آب، از کیفیت آب رودخانه‌ها کاسته شده‌است و به این دلیل باید قبل از استفاده از آب در مصارف مختلف، کیفیت آن مورد بررسی قرار گیرد؛ لذا مطالعه حاضر با هدف ارزیابی کیفیت آب رودخانه قاین از نظر مصارف کشاورزی، شرب، احشام و آبزیان انجام شد. در این مطالعه، جهت طبقه‌بندی کیفیت رودخانه از شاخص کیفی آب CWQI استفاده شد.

روش کار

منطقه مورد مطالعه

شهرستان قاینات، به مرکزیت شهر قاین، در شرق ایران و شمال استان خراسان جنوبی در حد فاصل ۳۳-۱۵ تا ۳۴-۱۲ عرض جغرافیایی و ۵۸-۳۸ تا ۶۰-۵۶ طول جغرافیایی قرار دارد. رودخانه قاین، بزرگ‌ترین رود این شهرستان بوده که به نمکزار خواف می‌ریزد. طول آن ۱۰۰ Km، ارتفاع سرچشمه ۱۴۲۰ m، ارتفاع ریزشگاه ۶۰۰ m، شیب متوسط مسیر کلی رود شمال شرقی ۰/۸ درصد می‌باشد. این رودخانه از به‌هم پیوستن رودهای کوه باز و شاخن در ۲۰ کیلومتری جنوب شرق قاین تشکیل شده و رو به سوی شمال از دامنه غربی کوه پاوک عبور می‌کند و پس از آمیختن با کال خونیک، به منطقه چشمه پشوش وارد شده و پس از مخلوط شدن با رود آلنج به‌سوی جنوب شرق تغییر مسیر داده و پس از سیراب نمودن روستای فرخی، به سوی شمال متوجه شده و به ابراهیم‌آباد می‌رسد. سپس به جلگه زوزن شهرستان خواب وارد می‌شود. در این شهرستان نخست با کال چاه شیرین در هم می‌آمیزد و از ۴ کیلومتری جنوب روستای بنیاباد می‌گذرد و سرانجام به نام کال قاین با کال شش نمکی و کال بی‌اساباد مخلوط شده و به سوی مرز امتداد یافته و با کال‌های بندگز، چاه شور و موسی‌آباد به‌هم آمیخته و از مرز ایران و افغانستان خارج شده و به دشت نم سار وارد می‌گردد. در این

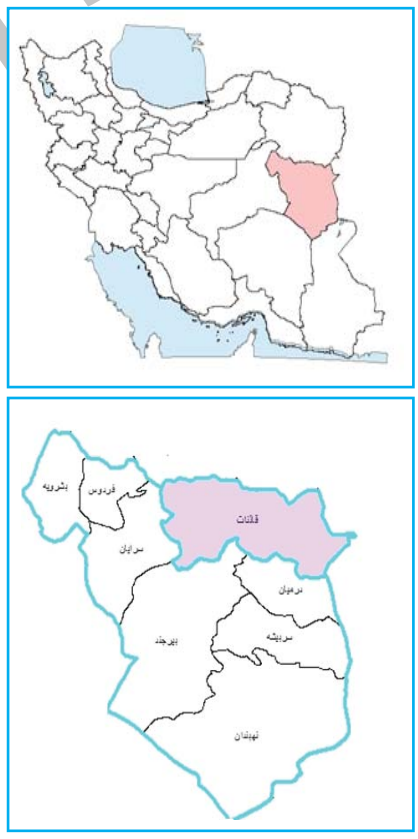
Archive of SID

www.SID.ir

پژوهش از داده‌های ماهانه سال‌های آبی-۹۵-۱۳۸۶ استفاده شد. ایستگاه‌های مورد مطالعه بر روی رودخانه قاین شامل خونیک علیا و فرخی می‌باشند که مشخصات آنها در جدول ۱ آورده شده است. همچنین، نقشه پهنه‌بندی در شکل ۱ با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS ۱۰,۲ ترسیم شده است. پارامترهای مورد مطالعه در این پژوهش شامل: کلسیم، منیزیم، پتاسیم، سدیم، کلراید، سولفات، هدایت الکتریکی و اسیدیته می‌باشند.

جدول ۱. مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه

شماره ایستگاه	ایستگاه	رودخانه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (m)
۱	خونیک علیا	قاین	۵۹°۲۰'۴۱"	۳۳°۴۷'۱۹"	۱۳۳۰
۲	فرخی	قاین	۵۹°۳۲'۰۰"	۳۳°۵۰'۰۰"	۱۱۴۲



شکل ۱. موقعیت منطقه مطالعاتی

شاخص‌های مورد استفاده

شاخص WQI ابزاری ریاضی و آماری برای تبدیل مقادیر کمّی تعداد زیادی از داده‌های کیفی آب به یک عدد می‌باشد که ابزاری ساده و قابل فهم را در اختیار کارشناسان برای اطلاع از کیفیت آب و اتخاذ تصمیم برای کاربری‌های مجاز از آب قرار می‌دهد. شاخص‌های تدوین شده دارای انواع مختلفی بوده که بر اساس روش‌شناسی خاص هر منطقه و استاندارد موجود در آن تهیه شده است که برای نمونه می‌توان به شاخص NSFWQI، OWQI، CWQI و غیره اشاره کرد. در این مطالعه از مدل CWQI۱,۰ استفاده شد.

شاخص کیفیت CWQI

شاخص کیفی آب CWQI، در سال ۱۹۹۰ توسط محیط زیست بریتیش کلمبیای کانادا طراحی و یکی از شاخص‌های مهم و مفید جهت ارزیابی آب‌های سطحی برای حفاظت از زندگی آبزیان و مصرف کننده‌های آب می‌باشد. این شاخص با توجه به پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی مورد نیاز، پهنه آبی را از نظر کیفی برای آشامیدن، کشاورزی، آبزیان و استفاده احشام بررسی می‌کند. لازم به ذکر است که در این روش محدودیت پارامتر وجود نداشته و هرچه تعداد پارامترها بیشتر باشد، دقت ارزیابی بیشتر خواهد شد. پارامترهای ورودی برای اجرای این مدل ۳۸ پارامتر می‌باشند و شامل: پتاسیم، قلیائیت، کلسیم، سدیم، منیزیم، جیوه، لیتیم، منگنز، مولیبدنیوم، نیکل، سرب، سلنیوم، استرانتیوم، وانادیوم، نیتروژن، سیلیکا، آلومینیوم، آرسنیک، باریم، برلیوم، کادمیوم، کبالت، کرومیوم، مس، فسفر، روی، آهن، سولفات، کلراید، فلوراید، نیتریت، کدورت، هدایت الکتریکی، اکسیژن محلول، کربن آلی محلول[1]، اسیدیته، دما، رنگ می‌باشند (گزارش فنی شاخص کیفیت آب کانادا، (۲۰۰۱) (۱۷)). شاخص CWQI با عددی بین صفر تا ۱۰۰ بیان می‌شود. هر اندازه مقدار این شاخص بالاتر باشد، کیفیت آب مورد آزمایش بهتر است. محاسبه سه فاکتور مؤثر (فاکتورهای F۱، F۲ و F۳) در محاسبه شاخص کیفیت آب کانادا انجام می‌شود.

فاکتور F۱ (درصد پارامترهای رد شده به درصد کل

1. Dissolved Organic Carbon

Archive of SID
www.SID.ir

پارامترهای اندازه‌گیری شده) × ۱۰۰ (رابطه ۱).

$$F_1 = \frac{\text{درصد پارامترهای رد شده}}{\text{درصد کل پارامترهای اندازه‌گیری شده}} \times ۱۰۰ \quad (۱)$$

$$F_2 = = \frac{\text{درصد آزمایش‌های رد شده}}{\text{درصد کل آزمایش‌ها}} \times ۱۰۰ \quad (۲)$$

در معادلات بالا فاکتور F۲ (فراوانی) درصد آزمایشات منفردی را نشان می‌دهد که با مشاهدات تطابق ندارد (رابطه ۲). فاکتور F۳ (بزرگی): تعداد آزمایشات رد شده‌ای را که با مشاهدات تطابق ندارد، نشان می‌دهد. فاکتور F۳ را می‌توان بر اساس مراحل محاسبه نمود.

مرحله اول: محاسبه میزان انحراف مقادیر رد شده با استاندارد در مواقعی که مقادیر شاخص نباید از مقدار استاندارد تجاوز کند (رابطه ۳).

$$\text{انحراف پارامتر مورد نظر} = \text{۱} - \frac{\text{مقدار تست رد شده}}{\text{مقدار استاندارد}} \quad (۳)$$

در غیر این صورت مطابق رابطه ۴، مقادیر شاخص نباید از مقدار استاندارد کمتر باشد.

$$\text{انحراف پارامتر مورد نظر} = \text{۱} - \frac{\text{مقدار استاندارد}}{\text{مقدار تست رد شده}} \quad (۴)$$

مرحله دوم: مقدار تجمعی آزمایش‌ها که دارای تابع نمی‌باشد، از جمع کردن انحرافات آزمایش‌های مجزای مشاهدات تقسیم بر کل آزمایش‌ها محاسبه می‌شوند. این متغیرها به مجموع انحرافات نرمال شده معروف بوده و در رابطه ۵ نشان داده شده است.

$$\text{میانگین تخطی} = \text{۱} - \frac{\text{مجموع کل انحرافات}}{\text{تعداد دفعات اندازه‌گیری شده}} \quad (۵)$$

مرحله سوم: پس از انجام مراحل فوق، آنگاه فاکتور F۳ که محدوده‌ای از ۰ تا ۱۰۰ دارد با استفاده از رابطه ۶ محاسبه می‌شود.

$$F_3 = \frac{\text{میانگین تخطی}}{0.01(\text{میانگین تخطی}) + 0.01} \quad (۶)$$

در نهایت هنگامی که فاکتورهای F۱ ، F۲ و F۳ محاسبه شدند، می‌توان شاخص کیفیت آب کانادا را از رابطه ۷ به‌دست آورد (گزارش فنی شاخص کیفیت آب کانادا، (۱۷)). همچنین طبقه‌بندی کیفیت آب با استفاده از شاخص کیفی کانادا در جدول ۲ نشان داده شده است.

$$CWQI = 100 - \left(\frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1.732}\right) \quad (۷)$$

جدول ۲. طبقه‌بندی کیفی آب بر اساس شاخص کیفیت آب کانادا

محدوده CWQI	رتبه‌بندی	شرح
۹۵-۱۰۰	عالی	بدون نیاز به تصفیه
۸۰-۹۴	خوب	نیاز به تصفیه خیلی کم
۶۵-۷۹	نسبتاً خوب	نیاز به تصفیه دارد
۴۵-۶۴ ۰-۴۴	مرزی بد	نیاز به تصفیه فراوان تقریباً در تمامی موارد نیاز به تصفیه داشته و در حد خطرناک قرار دارد.

تعیین تیپ آب رودخانه قاین

در راستای بررسی وضعیت آب شرب از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. یکی از روش‌های متداول در دهه‌های اخیر، استفاده از نرم‌افزارهای داده‌پرداز در این زمینه می‌باشد. از جمله این نرم‌افزارها، برنامه تحلیلی مانند نرم‌افزار Aquachem می‌باشد که در زمینه تعیین کیفیت آب با ارائه انواع دیاگرام‌های کیفی و نقشه‌های تحلیلی، بخش عظیمی از اطلاعات را دریافت کرده و یک خروجی گرافیکی ارائه می‌دهد که به راحتی برای اهداف مختلف تعیین کیفیت آب قابل تحلیل و نتیجه‌گیری می‌باشد. در مطالعه حاضر کاتیون‌ها و آنیون‌های حاصل از آنالیز شیمیایی آب رودخانه قاین، جهت تعیین تیپ و رخساره آن به وسیله نرم‌افزار Aquachem مورد استفاده قرارگرفته است. برای تعیین تیپ آب، نمودارهایی مانند پایپر و شولر ترسیم شدند که در ادامه به توضیح آن‌ها پرداخته شده است. نمودار پایپر، یکی از بهترین نمودارهای ترسیمی برای تعیین تیپ و رخساره آب می‌باشد. این نمودارها تعداد زیادی نمونه را در یک دیاگرام نشان می‌دهند. بر اساس نمودار پایپر، ۸ رخساره شیمیایی نظیر کلسیم، منیزیم، بی‌کربنات و سدیم-بی‌کربنات قابل تشخیص است. همچنین این دیاگرام بر اساس موقعیت مکانی برخی کاتیون‌ها و آنیون‌های

Archive of SID
www.SID.ir

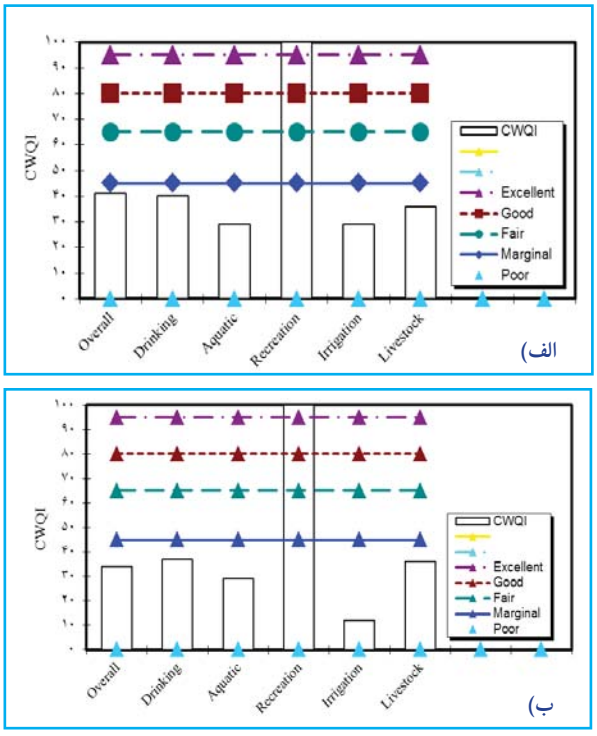
اصلی نظیر K^{+}، Na^{+} و Mg^{2+} برای تعیین تیپ و رخساره آب نیز استفاده می‌گردد (۱۶ و ۱۷).

یافته‌ها

شاخص CWQI (که کیفیت آب را از نظر مصارف مختلف با توجه به استانداردهای کیفی مورد ارزیابی قرار می‌دهد)، جزء شاخص‌های مفید جهت ارزیابی کیفیت آب می‌باشد. به‌طور کلی استفاده از این شاخص برای شناخت کیفیت منابع آبی کشور (به‌خصوص دریاچه‌ها و رودخانه‌ها) می‌تواند ابزاری مناسب و راهگشا باشد. در این پژوهش، کیفیت آب در دو ایستگاه خونیک علیا و فرخی واقع در حوضه رودخانه قاین استان خراسان جنوبی طی سال‌های آبی ۹۵- ۱۳۸۶ با استفاده از شاخص کیفیت آب (CWQI) و نرم‌افزار Aquachem مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در جدول ۳، به نتایج حاصل از نرم‌افزار CWQI جهت تعیین شرایط کیفی آب در ایستگاه‌های نامبرده اشاره شده است. بر اساس نتایج به‌دست آمده، کیفیت آب ایستگاه‌های خونیک علیا و فرخی برای مصارف شرب، آبزی‌پروری، آبیاری و احشام در رتبه بد و برای مصارف تفریحی و سرگرمی در رتبه عالی قرار دارند که در این خصوص، Fataei و همکاران (۲۰۱۳)، کیفیت آب رودخانه بالخی در استان اردبیل در سال‌های ۲۰۰۸-۲۰۰۷ را با استفاده از شاخص CWQI مورد بررسی و مطالعه قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که کیفیت آب رودخانه برای تفرج، کشاورزی و احشام در تمام ایستگاه‌ها در رده عالی قرار می‌گیرد (۱۰). Khadempour و Sayari (۲۰۱۶)، به بررسی وضعیت کیفی آب رودخانه سردآبرود با استفاده از شاخص CWQI پرداختند. نتایج نشان داد که همه ایستگاه‌های این رودخانه برای مصرف آب در آبزی‌پروری و تفریح و سرگرمی در شرایط بد قرار داشته و تقریباً در همه موارد به تصفیه نیاز دارند (۱۸).

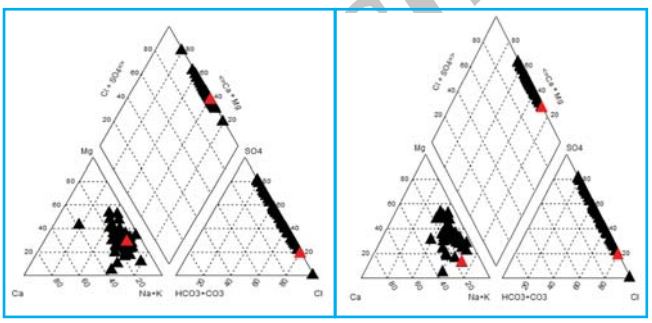
جدول۳. شرایط کیفی آب ایستگاه قاین با توجه به نوع مصرف

ایستگاه	شرب	آبزی	تفریح و سرگرمی	آبیاری	احشام
خونیک علیا	بد	بد	عالی	بد	بد
فرخی	بد	بد	عالی	بد	بد



شکل ۲. شرایط کیفی به‌دست آمده از نرم‌افزار CWQI در ایستگاه‌های؛ الف) خونیک‌علیا و ب) فرخی

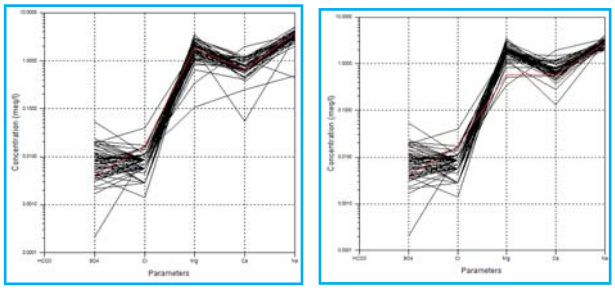
بر اساس نمودار پایپر در شکل ۳، تیپ کیفی شیمیایی آب رودخانه قاین در هر دو ایستگاه از نوع بی‌کربنات- منیزیم- کلسیم (HCo_3-Mg-Ca)می‌باشد.



شکل ۳. نمودار پایپر برای ایستگاه‌های؛ الف) خونیک علیا و ب) فرخی

براساس دیاگرام شولر در شکل ۴، نشان می‌دهد که هر دو ایستگاه از نظر شرب در رتبه بد قرار داشته و تقریبا در تمامی موارد برای مصارف شرب نیاز به تصفیه دارند.

Archive of SID
www.SID.ir



الف) ب)

شکل ۴. دیاگرام شولر برای ایستگاه‌های؛ الف) خونیک علیا و ب) فرخی

نتیجه گیری

هر دو ایستگاه (خونیک‌علیا و فرخی) مورد مطالعه، برای مصارف شرب، آبزی‌پروری، آبیاری و احشام در رتبه بد قرار دارند، ولی برای مصارف تفریح و سرگرمی در رتبه عالی قرار گرفته‌اند. بر اساس نمودار پایپر، تیپ و رخساره آب، بی-کربنات- منیزیم- کلسیم می‌باشد. شاخص CWQI برای مصرف کشاورزی از بالادست به پایین‌دست روند کاهشی داشته است که ممکن است به دلیل افزایش شوری آب در جهت پایین‌دست یا ورود زه‌آب‌های کشاورزی، صنعتی و شهری (پساب‌های خانگی و صنعتی) باشد. میزان آلودگی و غلظت فاکتورهای نامطلوب از بالادست به پایین‌دست افزایش می‌یابد و کیفیت آب را برای حیات ماهی‌ها نامطلوب می‌سازد، به‌طوری‌که در اکثر ایستگاه‌ها نیاز به تصفیه برای مصرف آبزی‌پروری دارد.

Reference:

1. Hushmand A, Syed cable H, Delqandi M. Review changes to the water quality index (WQI) and the effective parameters (period Mlasany- Karun River Ahwaz), Conference and Exhibition of Environmental Engineering, Tehran University, Iran 2008. (In Persian).
2. Delbari M, Afrasiabi P, Salari M. Zoning quality parameters (salinity and alkalinity) using geostatistical methods case study: Kerman Plain. J. Water Resour. Eng. 2012; 6:11-24. (In Persian).
3. Enriqu S, Manuel F, Colmenarejo J, Angel R, Garcl L, Borja R. Use of the water quality index and dissolved oxygen deficit as simple indicators of watersheds pollution. Ecological Indicators 2007; 7:315-328.
4. Simoes F, Moreira A, Bisinoti M.C, Gimenez S, Santos, M. Water quality index as a simple indicatorm of aquaculture effects on aquatic bodies. Ecological Indicators 2008; 38: 476- 480.
5. Shamsaei A, Oreei Zareh A, Sarang. The comparison of water indices and zoning quality in karoon and dezrivers. J. Water and Wastewater 2005; 55: 39-48. (In Persian).
6. Ebrahimpur S, Mohammadzadeh H. Water quality assessment and zoning lake using qualitative indicators NSFWQI, OWQI. CWQI. J. Enviro. Research 2013; 4(7): 137-146. (In Persian).
7. Pourshiani S, Mohammadi M, Khalidian M.R, Miroshandel A. Assessment of water quality in Gharrodbar River using the NSFWQI quality index and pollution index Liou. J. Wetland Ecology, Islamic Azad University, Ahvaz Branch 2016; 27 (8): 63-74. (In Persian).
8. Sadeghi M, Bay A, Bay N, Soflaie N, Mehdinejad M.H, Mallah M. The effect oagriculture drainage on water quality of the zaringol in golestan province by the water quality index. J. Research in Enviro. Health 2015; 1(3): 177-185. (In Persian).
9. Khorramabadi Shams G, Yusefzadeh A, Godini H, Hoseinzadeh E, Khoshgoftar M, Yusefzadeh A. Evaluation of river water quality using NSFWQI and GIS: A case study of Khorramrood river in khorramabad, Iran. J. Lorestan University of Medical Sci 2014; 3(3):101-111. (In Persian).
10. Fataei A, Seyyedsharifi S.A, Seiiedsafaviyan S.T, Nasrollahzadeh S. Water quality assessment based on WQI and CWQI indexes in balikhlouriver. Iran. J. Basic and Applied 2013; 3(3):263- 269. (In Persian).
11. Sayari N, Abbas Zadeh M, Taji H, Hatamei B. Karunriver water quality monitoring and dose using the index. CWQI First National Conference on Sustainable Management of Soil Resources and Environment, Kerman University, Iran 2014. (In Persian).
12. Myrmshtaqy S. M, Amirnejad R, Khaledian M.R. Sefidrud river water quality study and mapping of them using qualitative indicators NSFWQI and OWQI. J. Wetlands 2011; 3(9): 23-34.
13. Singh G, Kant Kamal R. Application of water quality index for assessment of surface water quality status in Goa. Current World Environment 2014; 9(3): 994- 1000.
14. Nor Azalina R, Mohd Hafiz Z, Rosmina A. Salak river water quality identification and classification according to physico-chemical characteristics. J. Procedia Eng 2012; 50:69-77.
15. The Canadian Water Quality Index 1.0 Technical Report. (http://www.ccme.ca/ceqg-_rcqe/ea2.html) (2001).
16. Fetter C.W. Applied Hydrogeology. 2nd ed. Macmillan Publishing Company, New York; 1988: 310p.
17. Piper A. M. A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analysis. Trans. American Geophysical Union 1994; 25 (6): 914-928.
18. Khadempour F, Sayari N. Study of water quality status of Sardabrood river in Mazandaran using water quality index. Journal of Ecohydrology 2016; 5(1):49-58. (In Persian)

Archive of SID
www.SID.ir