Journal of Research in Environmental Health

Volume 5, Issue 3, Fall 2019

The Quality Assessment of Southern Branches of Haleil Rood River by Canadian Water Quality Index (CWQI) and Aquachem Software

Samira Rahnama
* Ph. D Student of Water Resources Engineering, Water Engineering Department, College of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran. (Correspondig Author): Email: samira.rahnama@birjand.ac.ir

Ali Shahidi
Associate professor, Water Engineering Department, College of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran.

Received: 2018/11/6
Accepted: 2019/10/21

Document Type: Research article

ABSTRACT

Background and Aim: Surface water, especially rivers, are one of the most important water resources that plays an important role to supply water requirements of different activities, and we able to make decisions about their application with their quality monitoring. This study was done to evaluate the southern branches of Haleil Rood River quality using Canadian Water Quality Index (CWQI) and Aquachem software.

Materials and methods: In this cross sectional study, water quality parameters were used in three stations in the southern shaft of the Haleil Rood river (Hossein-Abad, Konarueyeh and Kahang-Sheibani) from 1996 to 2016. To determine the water quality of the river and determine the type and characteristics was used of the water quality index CWQI and Aquachem software.

Results: The results showed that water qualitative conditions in the two stations of Konarueyeh and Kahang-Sheibani are in high rank for different types of use. Hossein-Abad Station quality was in good condition and in the border range for drinking and aquacultures respectively; it was high rank for recreational activities, irrigation and livestock. In addition, the analysis of the graphs obtained from Aquachem software showed that the river water of the Hossein-Abad station was in good order and the two another stations are in excellent condition.

Conclusion: The cross sectional study of the chemical quality of the Haleil Rood river shows that the water river from the upstream to downstream is in excellent condition for drinking water. For agriculture, it is also within the range of high quality water. Based on the Piper diagram, the chemical quality of the river water was dominated by Sodium-Chloride at all three stations. It is expected that such studies can provide valuable information for local people regarding proper use of water resources.

Keywords: Canadian Water Quality Index, Haleil Rood river, Piper, Shouler, Water quality

▶ **Citation:** Rahnama S, Shahidi A. The Quality Assessment of Southern Branches of Haleil Rood River by Canadian Water Quality Index (CWQI) and Aquachem Software. *Iranian Journal of Research in Environmental Health*. Fall 2019;5 (3): 181-193.

www.SID.ir

Archive of SID

بررسی کیفیت شاخه‌های جنوبی رودخانه هلیل‌رود بر اساس شاخص کیفی آب کانادا (CWQI) و نرم‌افزار Aquachem

سمیرا رهنما
* دانشجوی دکتری منابع آب، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.
(نویسنده مسئول): پست الکترونیک:
samira.rahnama@birjand.ac.ir

علی شهیدی
دانشیار، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۷/۲۹
نوع مقاله: مقاله پژوهشی

چکیده

زمینه و هدف: آب‌های سطحی به ویژه رودخانه‌ها، یکی از مهم‌ترین منابع آب هستند که نقش مهمی در تأمین آب مورد نیاز فعالیت‌های مختلف بر عهده دارند و با پایش کیفیت آن‌ها می‌توان در خصوص کاربری آب آن‌ها تصمیم‌گیری کرد. مطالعه حاضر با هدف بررسی کیفیت آب شاخه‌های جنوبی رودخانه هلیل‌رود بر اساس شاخص کیفی آب کانادا (CWQI) و نرم‌افزار AquaChem انجام شد.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش مقطعی، از پارامترهای کیفی آب در ۳ ایستگاه مختلف شاخه جنوبی رودخانه هلیل‌رود (حسین‌آباد، کناروئیه و کهنگ- شیبانی) طی سال‌های ۱۳۷۵-۹۵ استفاده شد. جهت طبقه‌بندی کیفیت آب رودخانه و تعیین تیپ و ویژگی آن به‌ترتیب از شاخص کیفی آب CWQI و نرم‌افزار AquaChem استفاده شد.

یافته‌ها: بر اساس نتایج، شرایط کیفی آب در دو ایستگاه کناروئیه و کهنگ- شیبانی در انواع مختلف مصرف در رتبه عالی و ایستگاه حسین‌آباد برای مصرف شرب در دسته خوب و از نظر آبزی‌پروری در محدوده مرزی و از نظر تفریح، آبیاری و مصرف احشام در رتبه عالی قرار دارند. همچنین تحلیل نمودارهای حاصله از نرم‌افزار AquaChem نشان داد که آب رودخانه ایستگاه حسین‌آباد از نظر شرب در دسته خوب و دو ایستگاه دیگر در دسته عالی قرار دارند.

نتیجه‌گیری: بررسی کیفیت شیمیایی آب در مقطعی از رودخانه هلیل‌رود نشان داد که از بالادست به پایین‌دست از نظر شرب در محدوده عالی و خوب قرار دارد. از نظر کشاورزی نیز در محدوده آب‌هایی با کیفیت عالی می‌باشد و می‌توان برای آبیاری مورد استفاده قرار گیرد. بر اساس نمودار پایپر، تیپ کیفی شیمیایی آب رودخانه در ۳ ایستگاه مورد مطالعه از نوع کلروره سدیک می‌باشد. همچنین با توجه به نتایج به‌دست آمده انتظار می‌رود این نوع مطالعات، اطلاعات ارزشمندی در ارتباط با استفاده منابع آب توسط مردم محلی منطقه مورد مطالعه ارائه دهد.

کلید واژه‌ها: پایپر، رودخانه هلیل رود، شاخص کیفی آب کانادا، شولر، کیفیت آب

◀ **استناد:** رهنما س، شهیدی ع. بررسی کیفیت شاخه‌های جنوبی رودخانه هلیل‌رود بر اساس شاخص کیفی آب کانادا (CWQI) و نرم‌افزار Aquachem. *فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط*. تابستان ۱۳۹۸؛۵(۳): ۱۸۱-۱۹۳.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

منابع آبی به‌عنوان منبع حیات‌بخش زندگی برای تمام موجودات، نیاز به مدیریت همه جانبه‌ای دارند. ارزیابی کیفیت منابع آب با استفاده از شاخص‌های کیفی، به‌عنوان یکی از روش‌های بسیار مناسب در مدیریت منابع آب و داشتن یک برنامه منظم برای حفاظت کیفی و جلوگیری از آلودگی آن‌ها ضروری می‌باشد. در میان منابع آب، رودخانه‌ها از مهم‌ترین منابع تأمین آب می‌باشند که جهت مصارف شرب، کشاورزی، آبیاری و صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرند (۱). رشد جمعیت و آلودگی‌های ناشی از تخلیه انواع فاضلاب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی، شیرابه محل‌های دفع زباله و جریان آب‌های سطحی، باعث گسترش آلودگی و محدودتر شدن منابع آب در دسترس شده است (۲). با توجه به اینکه تغییرات محیط زیست تحت تأثیر کاهش یا افزایش مواد شیمیایی به آن است، بنابراین لزوم داشتن یک برنامه مدون برای حفظ منابع آب و کنترل آلودگی‌های آن، مسئله‌ای مهم در بخش‌های مدیریتی می‌باشد. کنترل و پایش آب‌های سطحی جهت مصارف مختلف آن، امری لازم و ضروری است تا از این طریق آبی با کیفیت مناسب جهت مصارف مختلف در دسترس مصرف‌کنندگان قرار گیرد. کیفیت آب در اکوسیستم‌های آبی به‌وسیله پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی بررسی می‌شود (۳). یکی از روش‌های بسیار ساده و دور از پیچیدگی‌های ریاضی و آماری که می‌تواند شرایط کیفی آب را بازگو کرده و به‌عنوان یک ابزار پیشرفته قوی برای تصمیم‌گیری‌های مربوطه استفاده شود، استفاده از شاخص کیفی آب می‌باشد. شاخص‌های کیفی آب روش‌هایی هستند که در مدیریت کیفی آب می‌توان از آن‌ها با ساده‌سازی و کاهش اطلاعات خام و اولیه علاوه بر بیان کیفیت آب، روند تغییرات کیفی آب را در طول مکان و زمان بررسی کرد و مناطقی را که از نظر آلودگی بیشتر مورد تهدید می‌باشند، مشخص و منابع آب را مدیریت نمود (۴). به‌طور کلی دو گروه شاخص وجود دارد. گروه اول شاخص‌های آلودگی هستند مانند شاخص کیفی آب کلمبیا (BCWQI) [1] که با افزایش آلودگی، عدد شاخص آنها نیز افزایش می‌یابد و گروه دوم شاخص‌های کیفی آلودگی هستند مانند شاخص کیفی آب کانادا (CWQI) [2] که عدد شاخص آنها با افزایش آلودگی کاهش می‌یابد و با نام شاخص کیفی شناخته می‌شوند (۵). برای حل مشکل کیفیت آب، شاخص کیفی آب (WQI) [3] توسعه یافت. WQI برای اولین بار توسط برون در سال ۱۹۷۰ بیان شده است. شاخص کیفی CWQI نیز یک شاخص مناسب برای تعیین کیفیت آب برای کاربردهای مختلف نظیر آب آشامیدنی، آبیاری و استفاده آبزیان است و به‌طور کلی اطلاعات دقیق‌تر و مناسب‌تری می‌دهد (۲). در زمینه بررسی کیفیت آب با استفاده از شاخص‌ها، پژوهش‌های بسیاری در ایران و سایر نقاط دنیا صورت گرفته است که در ادامه به ذکر برخی از آن‌ها پرداخته شده است.

صمدی و همکاران کیفیت آب رودخانه مرادبیگ همدان را بر اساس شاخص کیفی آب مؤسسه بهداشت ملی (NSEWQI) [4] و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) [5] مورد بررسی و ارزیابی قرار دادند. آن‌ها نمونه‌برداری را در طی ۷ ماه و از ۶ ایستگاه انجام دادند. نتایج حاصل از پژوهش آن‌ها نشان داد که میانگین شاخص NSEWQI در بهترین وضعیت مربوط به ایستگاه اول و بدترین وضعیت مربوط به ایستگاه ششم می‌باشد (۶). رازدار و همکاران کیفیت آب تالاب انزلی را با استفاده از شاخص WQI و داده‌های ۱۰ ایستگاه به‌مدت یک‌سال مورد ارزیابی قرار دادند که نشان‌دهنده کیفیت متوسط آب تالاب در سال ۱۳۸۶ بود (۷). رزلی و همکاران کیفیت آب رودخانه سالک واقع در مالزی را با استفاده از شاخص WQI مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان‌دهنده مقدار پایینی از اکسیژن محلول و مقادیر بالایی از اکسیژن مورد نیاز شیمیایی و سرب بود که نشان داد آب رودخانه مذکور بر اساس شاخص WQI در طبقه آب‌های آلوده قرار دارد (۸). اتیم و همکاران کیفیت آب منابع مختلف آب را در منطقه دلتای نیجر در نیجریه با استفاده از

1. British Columbia Water Quality Index

2. Canadian Water Quality Index
3. Water Quality Index
4. National Sanitation Foundation Water Quality Index
5. Geographic Information System

www.SID.ir

Archive of SID

شاخص کیفیت آب WQI مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج به‌دست آمده برای WQI از ایستگاه‌های مختلف نمونه‌گیری از ۳۴/۸۰ تا ۳۶/۲۶ برای آب قابل حمل، ۳۸/۵۲ تا ۴۸/۶۷ برای آب چاه و ۵۵/۰۵ تا ۸۴/۹۴ برای آب جاری متفاوت بود (۹). ابراهیم‌پور و محمدزاده در پژوهشی جهت بررسی کیفیت آب دریاچه زریوار در استان کردستان از شاخص NSFWQI با به‌کارگیری ۹ پارامتر کیفی، شاخص اورگان[1] با استفاده از ۸ پارامتر و CWQI با کاربرد ۲۲ پارامتر اصلی استفاده نمودند. آن‌ها با استفاده از نقشه پهنه‌بندی دریاچه زریوار نشان دادند که آب این دریاچه با توجه به شاخص NSFWQI، در محدوده کیفی متوسط و از نظر شاخص OWQI، در محدوده بسیار بد قرار می‌گیرد. همچنین نتایج آن‌ها نشان داد که کیفیت آب دریاچه از نظر شاخص CWQI برای آشامیدن خوب، برای آبزیان بد و برای تفریح، آبیاری و استفاده احشام عالی می‌باشد (۵). در مطالعه فلاح و همکاران در بررسی کیفیت آب تالاب بین‌المللی انزلی در ۷ ایستگاه با استفاده از شاخص‌های کیفی NSFWQI، شاخص‌های مختلف اکثر ایستگاه‌ها در طبقه متوسط قرار داشتند (۱۰). در پژوهش سینگ و کمال که به ارزیابی شاخص‌های کیفیت آب در منطقه گوا در هند پرداختند، کیفیت آب‌های سطحی با آزمایش پارامترهای فیزیکی و شیمیایی مختلف مانند اسیدیته (pH)[2]، کل مواد جامد محلول (TDS)[3]، مجموع سختی (TH)[4]، کل مواد جامد معلق (TSS)[5]، کلسیم (Ca^{2+})[6]، منیزیم (Mg^{2+})[7]، کلرید (Cl^-)[8]، نیترات (NO_3^-)[9]، سولفات (SO_4^{2-})[10]، اکسیژن محلول (DO)[11] و نیاز بیوشیمیایی به اکسیژن (BOD)[12] مورد بررسی قرار گرفت. بالاترین مقدار WQI در طول فصل باران‌های موسمی مشاهده شد، درحالی‌که 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 داشتند (۱۱). مطالعه ظهرابی و همکاران که کیفیت آب رودخانه جراحی استان خوزستان را با شاخص NSFWQI بررسی و آن را با استانداردهای کیفیت آب آشامیدنی و آبیاری در طول دو فصل بهار و تابستان ۱۳۹۱، در ۷ ایستگاه اندازه‌گیری و مورد آزمایش قرار دادند، نشان داد که در طی دو فصل نمونه‌برداری، تمامی ایستگاه‌های نمونه‌برداری در رده بد قرار دارند (۱۲). نذیر و همکاران در پژوهشی کیفیت آب آشامیدنی در ۸ ایستگاه پاکستان را با استفاده از شاخص کیفی WQI مورد بررسی قرار دادند. با استفاده از این شاخص، آب در این مناطق به ۵ دسته عالی، خوب، ضعیف، بسیار ضعیف و نامناسب طبقه‌بندی شدند (۱۳). خادم‌پور و شهیدی به بررسی کیفیت آب رودخانه قاین واقع در استان خراسان جنوبی پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که آب در هر دو ایستگاه خونیک علیا و فرخی مورد مطالعه در این پژوهش برای مصارف شرب، آبزی‌پروری آبیاری و احشام در رتبه بد قرار داشته، ولی برای مصارف تفریح و سرگرمی در رتبه خوب قرار دارد (۱۴). نجیب‌زاده و همکاران به تحلیل کیفیت آب رودخانه هلیل‌رود جیرفت در دو ایستگاه کناروئیه و حسین‌آباد با استفاده از نمودارهای شولر، پایپر و ویلکوکس طی سال‌های ۱۳۹۲-۹۴ پرداختند. نتایج رده‌بندی آب با استفاده نمودار ویلکاکس، بیان‌کننده کیفیت تقریباً مناسب این حوضه برای آبیاری و بر اساس نمودار شولر، در محدوده آب آشامیدنی قابل قبول بود (۱۵). فتحی و همکاران در پژوهشی به بررسی کیفی آب رودخانه بهشت‌آباد در استان چهارمحال و بختیاری با استفاده از شاخص کیفیت آب و روش‌های آماری چندمتغیره پرداختند. نیترات، دما، فسفات، کدورت، اکسیژن محلول، نیاز به اکسیژن زیستی، هدایت الکتریکی (EC)[13]، جامدات جامد و pH در ۵ ایستگاه منتخب در طول رودخانه بیش از ۶ ماه با استفاده از روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شد. نتایج شاخص آب

1. Oregon Water Quality Index
2. power Hydrogene (pH)
3. Total Dissolved Solids (TDS)
4. Total Hardness (TH)
5. Total Suspended Solids (TSS)
6. Calcium (Ca^{2+})
7. Magnesium (Mg^{2+})
8. Chloride (Cl^-)
9. Nitrate (NO_3^-)
10. Sulfate (SO_4^{2-})
11. Dissolved Oxygen (DO)
12. Biochemical Oxygen Demand (BOD)
13. Electerical Conductivity (EC)

www.SID.ir

Archive of SID

کیفیت نشان داد که کیفیت آب در ایستگاه‌های انتخاب شده بین میانگین و خوب متفاوت است و این آلودگی در این بخش رودخانه بهشت‌آباد از بالادست به پایین رودخانه افزایش می‌یابد (۱۶). اُلسوجی و همکاران به ارزیابی کیفیت آب منابع آب زیرزمینی و سطحی با استفاده از شاخص کیفیت آب در شهری در جنوب‌غربی نیجریه پرداختند. در پژوهش آن‌ها اکثریت نمونه‌های آب (۸۶٪) بر اساس پارامترهای فیزیکی و شیمیایی به‌عنوان عالی شناخته شدند (۱۷). در پژوهشی مِتلو و کِکرر به ارزیابی کیفیت آب سطحی با استفاده از شاخص کیفیت آب و تجزیه و تحلیل آماری چندمتغیره در دریاچه ساردی سوز، ترکیه پرداختند. در این پژوهش ۲۸ متغیر اساسی برای تعیین کیفیت آب به‌صورت ماهیانه در ۶ ایستگاه اندازه‌گیری شد. با توجه به استانداردهای آب آشامیدنی سازمان جهانی بهداشت، شاخص WQI و مقررات کیفی آب سطحی آب[1] در ترکیه در تعیین کیفیت آب استفاده شده است. نتایج به‌دست آمده نشان داد که مقادیر WQI در دریاچه بین ۱۷/۶۲ تا ۲۹/۸۸ می‌باشد. پارامترهای کیفیت آب از تمام مقادیر توصیه شده در تمام ماه‌ها و در همه ایستگاه‌ها تجاوز نکرده است. با توجه به این مقادیر، آب دریاچه متعلق به کلاس بسیار خوب از لحاظ کیفیت آب آشامیدنی است (۱۸). امروزه با توجه به منابع متعدد آلوده‌کننده آب، از کیفیت آب رودخانه‌ها کاسته شده است. به این علت باید قبل از استفاده از آب در مصارف مختلف، کیفیت آن مورد بررسی قرار گیرد. آب رودخانه هلیل‌رود برای مصارف مختلف از جمله آشامیدن، آبیاری محصولات کشاورزی، استفاده دام و طیور و تفریح استفاده می‌شود که اگر آب رودخانه آلوده شود، همه آلودگی‌ها وارد زنجیره غذایی شده و سلامت مردم را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین کیفیت آب این رودخانه بسیار حائز اهمیت است. لذا در این پژوهش سعی شد با استفاده از شاخص کیفی CWQI، کیفیت آب رودخانه هلیل‌رود در شاخه‌های جنوبی بررسی و استفاده از آن برای مصارف مختلف مشخص گردد.

روش کار

منطقه مورد مطالعه

رودخانه هلیل‌رود در جنوب شرق ایران قرار گرفته و یکی از زیرحوضه‌های اصلی حوضه آبخیز جازموریان می‌باشد. مساحت حوضه این رودخانه از سرشاخه تا انتهای دشت رودبار بر اساس نقشه‌های توپوگرافی سازمان جغرافیایی کشور بالغ بر ۱۸۸۳۲ کیلومتر مربع می‌باشد. این حوضه بین حدود جغرافیایی ۱۵-۵۶ تا ۳۰-۵۸ طول شرقی و ۲۷-۴۵ تا ۲۹-۳۳ عرض شمالی واقع شده که از شمال و شمال‌غربی به ارتفاعات جبال بارز و لاله‌زار، از جهت شمالی‌شرقی به حوضه آبریز رودخانه نسا و از طرف شرق به ساحل غربی دریاچه هامون جازموریان منتهی می‌شود (۱۹). رودخانه هلیل‌رود در ارتفاعات از آبراهه‌های زیادی سرچشمه گرفته و پس از الحاق شاخه‌های سلطانی، بافت، رابر، سید مرتضی، رودر و رودخانه شور در شمال سبزواران و چند مسیل دیگر وارد دشت رودبار می‌شود و از آن‌جا به داخل هامون جازموریان تخلیه می‌شود. بر روی مسیر آبی از سرشاخه‌ها تا محل خروجی حوضه، چندین ایستگاه هیدرومتری احداث شده است (۲۰). رودخانه هلیل‌رود با طول ۳۹۰ کیلومتر، تا بلندی ۳۳۰۰ متری کوهستان هزار و ۱۰۰ کیلومتری شهر جیرفت تنها رودخانه دائمی استان کرمان است که از رشته‌کوه‌های بافت سرچشمه گرفته و به سمت دشت جیرفت در جریان است. ایستگاه‌های مورد مطالعه در این پژوهش شامل حسین‌آباد، کهنگ- شیبانی می‌باشند که موقعیت آن‌ها در شکل ۱ ارائه شده است. در این پژوهش از داده‌های کیفی ماهانه طی سال‌های ۱۳۷۵-۹۵ استفاده گردید. پارامترهای مورد مطالعه در این پژوهش شامل کلسیم (Ca^{2+})، سدیم (Na^{+})[2]، منیزیم (Mg^{2+})، کلراید (Cl^{-})، پتاسیم (K^{+})[3]، سولفات (SO_4^{2-})، هدایت الکتریکی (EC) و اسیدیته (pH) می‌باشد. جدول ۱ اطلاعات آب منطقه مورد مطالعه را طی مدت پژوهش نشان می‌دهد.

1. Water Quality Survey Water Quality

2. Sodium (Na^{+})
3. Potassium (K^{+})

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۱. موقعیت حوضه آبخیز هلیل‌رود در ایران

جدول ۱. اطلاعات آب در ایستگاه‌های مورد مطالعه طی مدت پژوهش (۱۳۷۵-۹۵)

ایستگاه	ستون	کلسیم (میلی‌گرم بر لیتر)	سدیم (میلی‌گرم بر لیتر)	منیزیم (میلی‌گرم بر لیتر)	کلر (میلی‌گرم بر لیتر)	پتاسیم (میلی‌گرم بر لیتر)	سولفات (میلی‌گرم بر لیتر)	هدایت الکتریکی (میکروزیمنس بر سانتی‌متر)	pH
حسین‌آباد	میانگین	۲/۶۲	۴/۳۹	۱/۷۰	۲/۰۰	۸/۷۱	۳/۸۳	۸۴۷/۳۲	۷/۸۵
	حداکثر	۴/۴۰	۱۳/۰۰	۴/۸۰	۵/۳۰	۲۱/۵۰	۹/۷۰	۲۰۶۰/۰۰	۸/۵۰
	حداقل	۱/۴۰	۱/۵۰	۰/۷۰	۰/۶۰	۵/۵۰	۱/۱۰	۵۱۰/۰۰	۶/۴۰
کناروئیه	میانگین	۳/۵۰	۷/۰۴	۲/۴۷	۳/۳۵	۱۳/۰۱	۶/۳۱	۱۲۵۱/۳۶	۷/۶۸
	حداکثر	۸/۰۰	۲۴/۳۰	۷/۵۰	۱۰/۰۰	۳۵/۲۰	۲۱/۳۰	۳۰۰۰/۰۰	۸/۵۰
	حداقل	۱/۲۰	۰/۵۰	۰/۷۰	۰/۵۰	۳/۵۰	۰/۲۰	۴۰۰/۰۰	۶/۸۰
کهنگ- شیبانی	میانگین	۳/۸۶	۱۲/۰۹	۲/۹۴	۵/۷۱	۱۸/۸۹	۹/۴۶	۱۷۵۰/۰۸	۷/۷۵
	حداکثر	۱۲/۲۰	۶۵/۸۰	۱۱/۰۰	۴۵/۰۰	۸۵/۸۰	۳۹/۰۰	۸۵۱۰/۰۰	۸/۵۰
	حداقل	۱/۰۰	۱/۲۰	۰/۳۰	۰/۵۰	۳/۳۰	۰/۵۰	۳۳۴/۰۰	۷/۱۰

شاخص کیفیت آب کانادا (CWQI)

شاخص کیفیت آب کانادا بر اساس شاخص کیفیت آب ارائه شده توسط دانشگاه بریتیش کلمبیا که در سال ۱۹۹۵ توسعه یافته، پایه‌گذاری شده است. این شاخص با توجه به استفاده از تعداد زیادی متغیرهای کیفیت آب محاسبه می‌شود. 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. بنابراین می‌توان کیفیت آب را بر اساس این شاخص به ۵ گروه تقسیم‌بندی نمود: رتبه‌بندی عالی (از ۹۵-۱۰۰) بدون نیاز به تصفیه؛ رتبه‌بندی خوب (از ۸۰-۹۴) نیاز به تصفیه خیلی کم؛ رتبه‌بندی نسبتاً خوب (از ۶۵-۷۹) نیاز به تصفیه؛ رتبه‌بندی مرزی (از ۴۵-۶۴) نیاز به تصفیه فراوان و رتبه‌بندی بد (از ۰-۴۴) تقریباً در تمامی موارد نیاز به تصفیه داشته و در حد خطرناک قرار دارد.

پارامترهای ورودی برای محاسبه این شاخص ۳۸ پارامتر می‌باشند که شامل: پتاسیم، قلیائیت، کلسیم، سدیم، منیزیم، جیوه، لیتیم، منگنز، مولیبدنیوم، نیکل، سرب، سلنیوم، استرانتیوم، وانادیوم، نیتروژن، سیلیکات، آلومینیوم، آرسنیک، باریم، برلیوم، کادمیوم، کبالت، کرومیوم، مس، فسفر، روی، آهن، سولفات، کلراید، فلوراید، نیتریت، کدورت، هدایت الکتریکی، اکسیژن

www.SID.ir

Archive of SID

محلول، کربن آلی محلول[1]، اسیدیته، دما و رنگ می‌باشند (۲۱). لازم به ذکر است که در این روش محدودیت پارامتر وجود نداشته و هرچه تعداد پارامترها بیشتر باشد، دقت ارزیابی بیشتر خواهد شد. این شاخص با عددی بین ۰-۱۰۰ بیان می‌شود. پس از اینکه دوره زمانی، متغیرها و هدف محاسبه شاخص کیفیت معلوم شد، محاسبه سه فاکتور مؤثر در شاخص کیفی CWQI انجام می‌گردد. محاسبه فاکتورهای F_1 و F_2 معمولاً به‌صورت مستقیم انجام می‌پذیرد، اما محاسبه فاکتور F_3 نیاز به یک سری مراحل اضافی دارد.

فاکتور F_1، درصد متغیرهایی را نشان می‌دهد که حداقل یک‌بار در طول دوره زمانی با مشاهدات تطابق داشته باشند و از معادله ۱ محاسبه می‌گردد.

$$F_1 = \frac{\text{تعداد پارامترهای رد شده}}{\text{تعداد کل پارامترهای اندازه‌گیری شده}} \times ۱۰۰ \quad (1)$$

فاکتور F_2 نشان‌دهنده آزمایشات منفردی می‌باشد که با مشاهدات تطابق ندارند و با استفاده از معادله ۲ محاسبه می‌شود.

$$F_2 = \frac{\text{تعداد آزمایش‌های رد شده}}{\text{تعداد کل آزمایش‌ها}} \times ۱۰۰ \quad (2)$$

فاکتور F_3 تعداد آزمایشات رد شده‌ای را که با مشاهدات تطابق ندارند، را نشان می‌دهد. این فاکتور در سه مرحله محاسبه می‌گردد.

مرحله اول: محاسبه میزان انحراف مقادیر رد شده با استاندارد در مواقعی که مقادیر آزمون نباید از مقادیر استاندارد تجاوز کند.

$$\text{انحراف پارامتر مورد نظر} = \frac{\text{مقدار تست رد}}{\text{مقدار استاندارد}} - ۱ \quad (3)$$

در صورتی که مقادیر آزمون نباید از مقادیر استاندارد کمتر باشد.

$$\text{انحراف پارامتر مورد نظر} = \frac{\text{مقدار استاندارد}}{\text{مقدار تست رد شده}} - ۱ \quad (4)$$

مرحله دوم: مقدار تجمعی آزمایش‌ها که دارای تابع نمی‌باشند، از جمع کردن انحرافات تعداد آزمایش‌های مجزای مشاهدات بر تعداد کل آزمایش‌ها محاسبه می‌شوند. این متغیرها که به مجموع انحرافات نرمال شده معروف هستند، با استفاده از معادله ۵ محاسبه می‌شوند.

$$\text{میانگین تخطی} = \frac{\text{مجموع کل انحرافات}}{\text{تعداد دفعات اندازه‌گیری شده}} - ۱ \quad (5)$$

مرحله سوم: فاکتور F_3 پس از انجام مراحل فوق با استفاده از معادله ۶ قابل محاسبه است که محدوده‌ای از ۰-۱۰۰ دارد.

$$F_3 = \frac{\text{میانگین تخطی}}{\text{(میانگین تخطی) ۰/۰۱ + ۰/۰۱}} \quad (6)$$

در نهایت پس از محاسبه فاکتورهای F_1، F_2 و F_3 شاخص CWQI با استفاده از معادله ۷ قابل محاسبه می‌باشد (۲۱).

$$CWQI = \left(\frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1.732}\right) \quad (7)$$

تعیین تیپ آب رودخانه

جهت بررسی وضعیت آب شرب از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. یکی از روش‌های متداول در دهه‌های اخیر، استفاده از نرم‌افزارهای داده‌پرداز می‌باشد. از جمله این نرم‌افزارها، برنامه تحلیلی مانند نرم‌افزار AquaChem می‌باشد که در زمینه تعیین کیفیت آب با ارائه انواع دیاگرام‌های کیفی، 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 پژوهش حاضر، جهت بررسی قابلیت شرب آب رودخانه از نمودار نیمه لگاریتمی شولر و برای تعیین تیپ (ویژگی هیدروشیمی) آب از نمودار پایپر در نرم‌افزار AquaChem استفاده شد. دیاگرام پایپر بر اساس موقعیت مکانی برخی کاتیون‌ها و آنیون‌های اصلی نظیر Na^+، K^+، Mg^{2+}، Cl^-، SO_4^{2-}، Ca^{2+}، کربنات (CO_3^{2-})[2] و بی‌کربنات (HCO_3^-)[3] نیز

1. Dissolved Organic Carbon (DOC)

2. Carbonate (CO_3^{2-})
3. Bicarbonate (HCO_3^-)

www.SID.ir

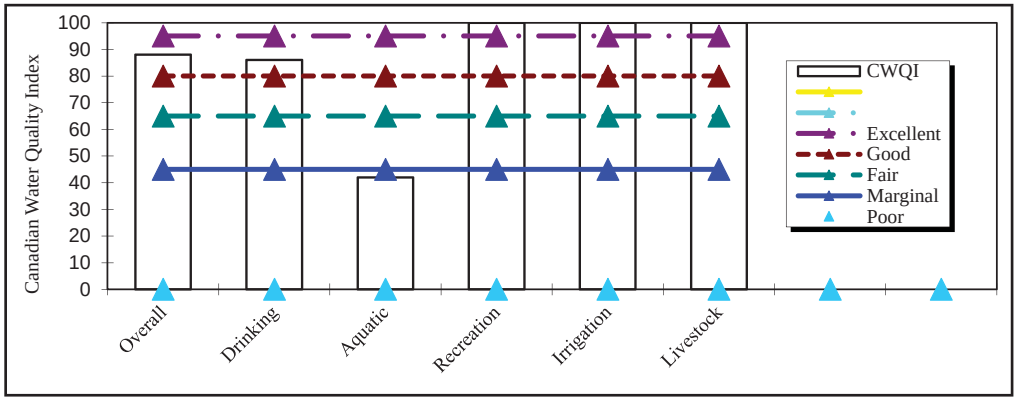
Archive of SID

برای تعیین تیپ و ویژگی آب استفاده می‌شود (۲۲، ۲۳). تیپ آب بر اساس اولویت‌های غلظتی یکی از آنیون‌های آب تعیین می‌شود که سه تیپ اصلی بی‌کربناته، سولفاته و کلروره وجود دارد. هم‌چنین ویژگی آب را می‌توان بر اساس اولویت‌های غلظتی یکی از کاتیون‌های آب تعیین نمود که دارای سه ویژگی اصلی کلسیک، منیزیک و سدیک می‌باشد.

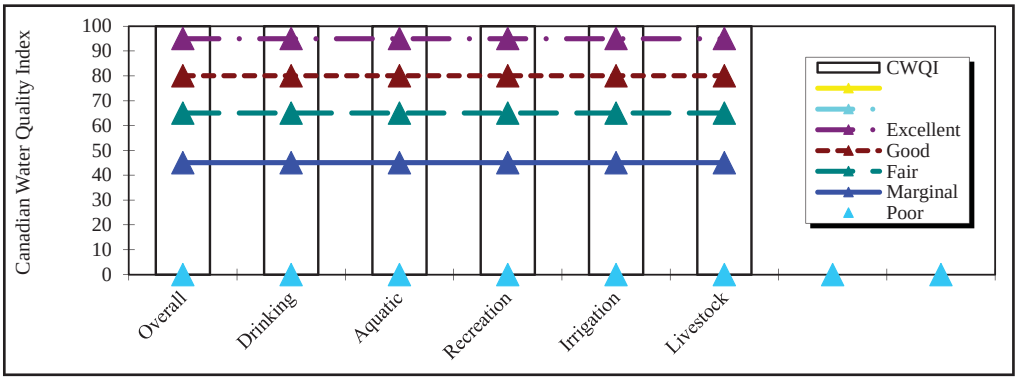
یافته‌ها

برای تحلیل و تفسیر مشخصه‌های کیفی آب، روش‌های مختلف ریاضی وجود دارد که از میان آن‌ها، روش‌های شاخص‌های کیفی آب، یکی از ساده‌ترین روش‌ها با کاربرد فراوان می‌باشد. شاخص کیفی CWQI، کیفیت آب را از نظر مصارف مختلف با توجه به استانداردهای کیفی مورد ارزیابی قرار می‌دهد، بنابراین جزء شاخص‌های مفید جهت ارزیابی کیفیت آب می‌باشد. به‌طور کلی استفاده از این شاخص می‌تواند ابزاری مناسب برای شناخت کیفیت منابع آبی کشور (به‌خصوص دریاچه‌ها و رودخانه‌ها) باشد. در این پژوهش کیفیت آب شاخه‌های جنوبی رودخانه هلیل‌رود کرمان در ۳ ایستگاه حسین‌آباد، کناروئیه و کهنگ- شیبانی طی سال‌های ۱۳۷۵-۹۵ با استفاده از شاخص کیفی CWQI و نرم‌افزار AquaChem مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

شکل ۲ نتایج حاصل از کاربرد این شاخص جهت تعیین شرایط کیفی آب در ایستگاه‌های مورد مطالعه در این پژوهش را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج به‌دست آمده، می‌توان گفت که شرایط کیفی آب در دو ایستگاه کناروئیه و کهنگ- شیبانی در انواع مختلف مصرف در رتبه عالی قرار دارد. ایستگاه حسین‌آباد برای مصرف شرب در دسته خوب و از نظر آبزی‌پروری در محدوده مرزی و از نظر تفریح و سرگرمی، آبیاری و مصرف احشام در رتبه عالی قرار می‌گیرد.



(الف) حسین‌آباد

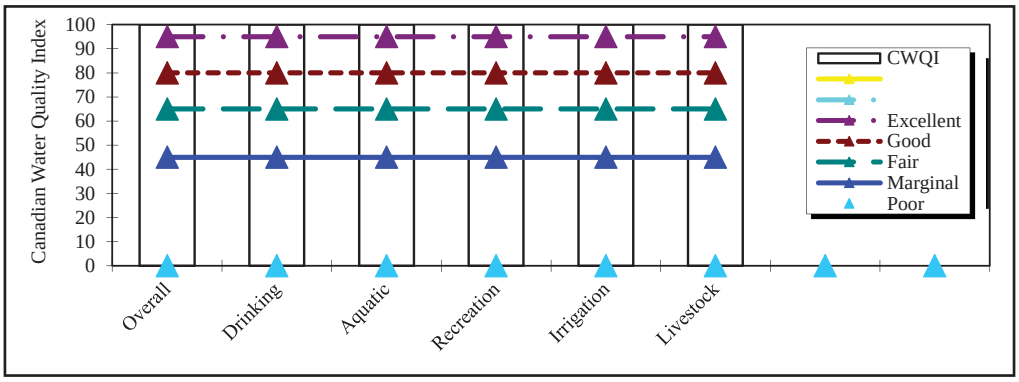


(ب) کناروئیه

نمودار ۱. وضعیت کیفی آب ایستگاه‌های مورد مطالعه با استفاده از شاخص CWQI

www.SID.ir

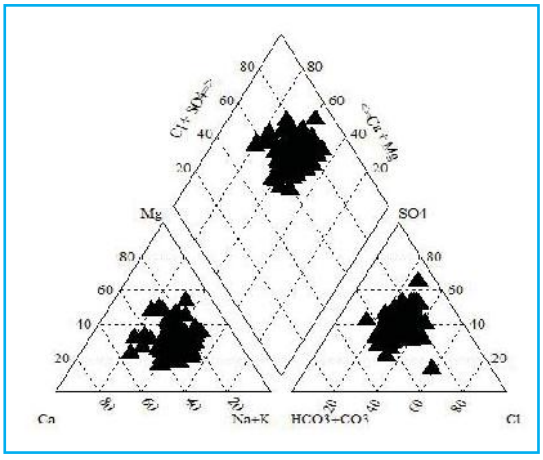
Archive of SID



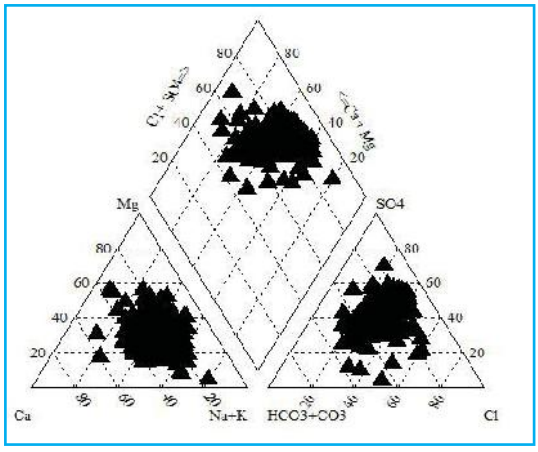
(ج) کهنگ- شیبانی

نمودار ۱. وضعیت کیفی آب ایستگاه‌های مورد مطالعه با استفاده از شاخص CWQI

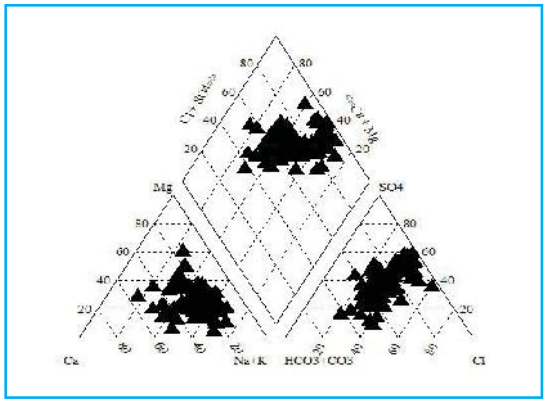
نمودارهای پایپر بیشتر برای تعیین نوع آب‌ها و ویژگی‌های هیدروشیمیایی تهیه می‌شوند. در این نمودارها، درصد آنیون‌ها و کاتیون‌ها در میدان مثلثی و موقعیت ترکیبی آن‌ها در میدان لوزی شکل مشخص می‌شود (۲۳). بر اساس نمودار پایپر (نمودار۲)، تیپ کیفی شیمیایی آب رودخانه هلیل‌رود در هر ۳ ایستگاه مورد مطالعه از نوع کلروره سدیک می‌باشد.



(الف)



(ب)



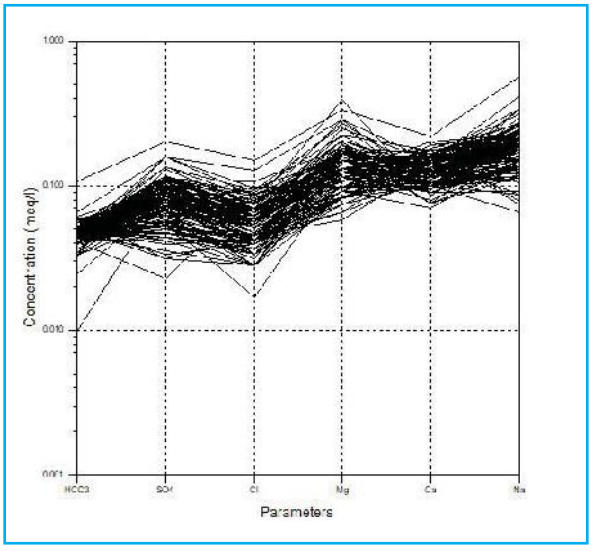
(ج)

نمودار ۲. نمودار پایپر ایستگاه‌های مورد مطالعه: (الف) حسین‌آباد، (ب) کناروئیه و (ج) کهنگ- شیبانی

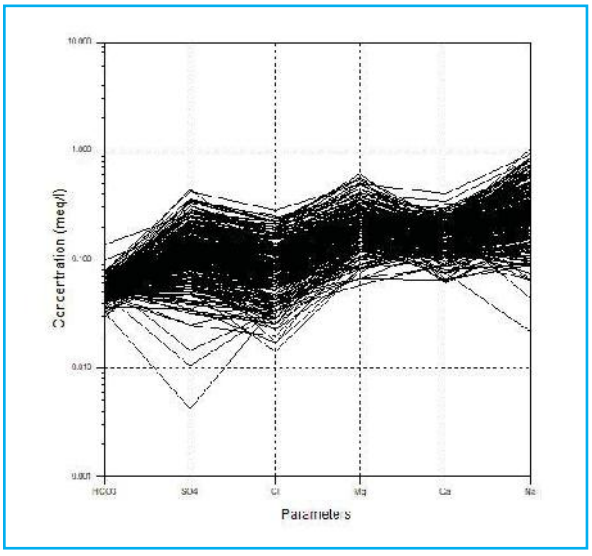
www.SID.ir

Archive of SID

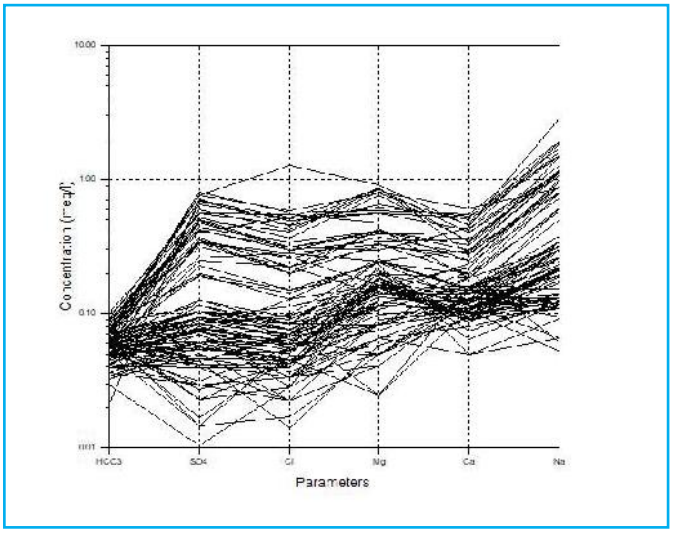
نمودار شولر، نموداری لگاریتمی می‌باشد که به‌دلیل استفاده از این نمودار از نظر سرعت عمل، نشان دادن تعداد زیادی نمونه در یک برگ و سهولت مقایسه بیشتر معمول است. نتایج تجزیه شیمیایی آب به‌صورت خطوط شکسته نشان داده و برای تقسیم‌بندی آب شرب استفاده می‌شود (۲۴). بر اساس دیاگرام شولر در نمودار ۳، ایستگاه حسین‌آباد در دسته خوب از نظر شرب قرار داشته و مانعی از نظر شرب ندارد و ایستگاه‌های کناروئیه و کهنگ- شیبانی از نظر شرب در دسته عالی قرار گرفتند.



(الف)



(ب)



(ج)

نمودار ۳. نمودار شولر ایستگاه‌های مورد مطالعه: (الف) حسین‌آباد، (ب) کناروئیه و (ج) کهنگ- شیبانی

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

رودخانه‌ها از منابع اساسی تأمین آب هستند، از این رو حفظ کیفیت این منابع با توجه به خشکسالی‌های اخیر و توسعه شهری و روستایی، از وظایف مهم در حیطه محیط زیست می‌باشد و اطلاع از چگونگی کیفیت آب رودخانه‌ها ضروری به‌نظر می‌رسد. به‌طور کلی، کیفیت آب در اکوسیستم‌های آبی با پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی بررسی و شناخت نقاط آلوده و آلاینده‌های موجود، سبب استفاده بهینه و مناسب از آب در مصارف مختلف می‌شود. آب رودخانه هلیل‌رود برای مصارف مختلف از جمله آشامیدن، آبیاری محصولات کشاورزی، استفاده دام و طیور و تفریح استفاده می‌شود که اگر آب رودخانه آلوده شود، همه آلودگی‌ها وارد زنجیره غذایی شده و سلامت مردم را تحت تأثیر قرار می‌دهد. لذا کیفیت آب این رودخانه بسیار حائز اهمیت است. شاخص کیفی CWQI که کیفیت پهنه آبی را از نظر مصارف مختلف با توجه به استانداردهای کیفی مورد ارزیابی قرار می‌دهد، جزء شاخص‌های مفید می‌باشد. به‌طور کلی استفاده از این شاخص برای شناخت کیفیت منابع آبی کشور (به‌خصوص دریاچه‌ها و رودخانه‌ها) می‌تواند مناسب و راهگشا باشد. نتایج نشان داد که شرایط کیفی آب در دو ایستگاه کناروئیه و کهنگ- شیبانی در انواع مختلف مصرف در رتبه عالی قرار دارد. ایستگاه حسین‌آباد برای مصرف شرب در دسته خوب و از نظر آبزی‌پروری در محدوده مرزی و از نظر تفریح و سرگرمی، آبیاری و مصرف احشام در رتبه عالی قرار دارد. بر اساس نمودار پایپر، تیپ کیفی شیمیایی آب رودخانه هلیل‌رود در ۳ ایستگاه مورد مطالعه از نوع کلروره سدیک می‌باشد که مهم‌ترین علت آن، انحلال کانی‌های تبخیری مانند هالیت[1] در مسیر جریان و همچنین افزایش سطح تبخیر آب رودخانه با ورود به دشت می‌باشد. هم‌چنین سد جیرفت که در نزدیکی این ایستگاه‌ها واقع شده است، تأثیری بر روی کیفیت آب بالادست (ایستگاه کناروئیه) و پایین‌دست (ایستگاه کهنگ- شیبانی) نداشته است که نتایج پژوهش حاضر با نتایج مطالعه نجیب‌زاده و همکاران (۱۵)، موسوی و همکاران (۲۵) و دلفاردی (۲۶) همخوانی داشته و می‌توان نتیجه گرفت که رودخانه هلیل‌رود از لحاظ قلیاییت مشکلی ندارد. همچنین در این خصوص، فتایی و همکاران کیفیت آب رودخانه بالخی در استان اردبیل را طی سال‌های ۲۰۰۷-۲۰۰۸ با استفاده از شاخص کیفی CWQI مورد بررسی و مطالعه قرار دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که کیفیت آب رودخانه برای تفرج، کشاورزی و احشام در تمام ایستگاه‌ها در رده عالی قرار دارد (۲۷). نتایج پژوهش یوسف‌زاده و همکاران نشان داد که آب رودخانه خرم‌رود خرم‌آباد در ایستگاه اول خوب، ایستگاه دوم، سوم و چهارم متوسط و در ایستگاه پنجم و ششم بد می‌باشد (۲۸). سیاری و همکاران در پژوهشی نشان دادند که کیفیت آب رودخانه کارون و دز 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 (۲۹). خادم‌پور و سیاری به بررسی وضعیت کیفی آب رودخانه سردآبرود با استفاده از شاخص کیفی 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 دارد (۳۰).

نتیجه‌گیری

در بررسی کیفیت شیمیایی آب شاخه‌های جنوبی رودخانه هلیل‌رود در محل ۳ ایستگاه حسین‌آباد، کناروئیه و کهنگ- شیبانی، آب این رودخانه از نظر شرب در محدوده عالی و خوب قرار دارد. از نظر کشاورزی نیز در محدوده آب‌هایی با کیفیت عالی می‌باشد و می‌توان برای آبیاری مورد استفاده قرار گیرد. بر اساس نمودار پایپر، تیپ کیفی شیمیایی آب در ۳ ایستگاه مورد مطالعه از نوع کلروره سدیک می‌باشد. همچنین سد جیرفت که در نزدیکی این ایستگاه‌ها واقع شده است، تأثیری بر روی کیفیت آب بالادست (ایستگاه کناروئیه) و پایین‌دست (ایستگاه کهنگ- شیبانی) نداشته است. با توجه به نتایج به‌دست آمده، انتظار می‌رود این نوع مطالعات اطلاعات ارزشمندی در ارتباط با استفاده منابع آب توسط

1. NaCl

www.SID.ir

Archive of SID

مردم محلی منطقه مورد مطالعه ارائه دهد.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان تمام نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را این مقاله رعایت کرده‌اند. همچنین هرگونه تضاد منافع حقیقی یا مادی که ممکن است بر نتایج یا تفسیر مقاله تأثیر بگذارد را رد می‌کنند.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از سازمان آب منطقه‌ای استان کرمان به‌دلیل در اختیار قرار دادن داده‌های کیفی منطقه مورد مطالعه، تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

1. Srebotnjak T, Carr G, de Sherbinin A, et al. A global Water Quality Index and hot-deck imputation of missing data. Ecological Indicators. 2012;17:108-19.
2. Sánchez E, Colmenarejo MF, Vicente J, et al. Use of the water quality index and dissolved oxygen deficit as simple indicators of watersheds pollution. Ecological Indicators. 2007;7(2):315-28.
3. Sargaonkar A, Deshpande VJEM, Assessment. Development of an Overall Index of Pollution for Surface Water Based on a General Classification Scheme in Indian Context. 2003;89(1):43-67.
4. Simões FdS, Moreira AB, Bisinoti MC, et al. Water quality index as a simple indicator of aquaculture effects on aquatic bodies. Ecological Indicators. 2008;8(5):476-84.
5. Ebrahimpur S, Mohammadzadeh H. Water quality assessment and zoning lake using qualitative indicators NSFWQI, OWQI, CWQI. Journal of Environmental Research. 2014;4(7):137-46. (Persian).
6. Samadi MT, Saghi MH, Rahmani A, et al. Zoning of Water Quality of Hamadan Darreh-Morad Beyg River Based on NSFWQI Index Using Geographic Information System J Avicenna Journal of Clinical Medicine. 2009;16(3):38-43 (Persian).
7. Razdar B, Qavidl A, Zoghi M. Water quality assessment of Anzali wetland using WQI quality index. Collections of National Conference Articles, Sustainable Development Model for Water Management: Mahab Samen Consulting Engineers Co.; 2009 (Persian).
8. Rosli NA, Zawawi MH, Bustami RAJPE. Salak River water quality identification and classification according to physico-chemical characteristics. 2012;50:69-77.
9. Etim E, Odoh R, Itodo A, et al. Water quality index for the assessment of water quality from different sources in the Niger Delta Region of Nigeria. 2013;3(3):89-95.
10. Fallah M, Fakhran Isfahani S, Pirali A, et al. Assessment of Anzali International Wetland Water Quality Assessment Using NSFWQI Index. The 2nd National and Specialized Conference on Environmental Research in Iran: Hegmatane Environment Environmental Survey; 2014 (Persian).
11. Singh G, Kamal RKJCWE. Application of water quality index for assessment of surface water quality status in Goa. 2014;9(3):994.
12. Zohrabi N, Alizadeh E, Hasounizadeh H, et al. Zoning Quality of Jarahi River using NSFWQI and GIS. J Wetland Ecobiology. 2015;6(4):31-40 (Persian).
13. Nazir HM, Hussain I, Zafar MI, et al. Classification of drinking water quality index and identification of significant factors. 2016;30(12):4233-46.
14. Khadempour F, Shahidi A. Qualitatve assessment of surface water using the CWQI method and with the Aquachem sofware (Case study: Ghain River in South Khorasan). Journal of Research in Environmental Health. 2017; 3(3): 179-186 (Persian).
15. Najibzadeh N, Sayari N, Qaderi K. The Assessment Water Quality of the Haleil Rood river, Jiroft (Based on the Shuler, Piper and Wilcox Charts). 14th National Conference on Irrigation and Evaporation Reductionn Kerman Shahid Bahonar University, Kerman. 2017; 1-10. (Persian).
16. Fathi E, Zamani-Ahmadmahmoodi R, Zare-Bidaki R. Water quality evaluation using water quality index and multivariate methods, Beheshtabad River, Iran. Journal of Applied Water Science. 2018; 8: 210. https://doi.org/10.1007/s13201-018-0859-7.
17. Olasoji SO, Oyewole NO, Abiola B, et al. Water Quality Assessment of Surface and Groundwater Sources Using a Water Quality Index Method: A Case Study of a Peri-Urban Town in Southwest, Nigeria. Environments. 2019; 6(2), 23; https://doi.org/10.3390/environments6020023
18. Kukrer S, Mutlu E. Assessment of surface water quality using water quality index and multivariate statistical analyses in Saraydüzü Dam Lake, Turkey. Environ Monit Assess. 2019; Jan 15;191(2):71. doi: 10.1007/s10661-019-7197-6.
19. Jahanshahi M. Estimation of sedimentation trend in Jiroft Dam reservoir using Gstar3 software: Shahid chamran ahvaz; 2010. (Persian).
20. Noori M, Mirhosseini M, Zinaldzadeh K, et al. New rainfall pattern-runoff of Haleil Rood watershed using hybrid model of neural-wavelet network. Engineering Geology Journal. 2007;2(2):451-79. (Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

21. Environment CCoMot. Canadian environmental quality guidelines: Canadian Council of Ministers of the Environment; 2002.
22. Piper AMJE, Transactions American Geophysical Union. A graphic procedure in the geochemical interpretation of water-analyses. 1944;25(6):914-28.
23. Sedaghat M, editor. Land and water resources (groundwater): Payam Noor University Press; 2008. (In Persian).
24. Schoeller HJIp. La classification géochimique des eaux. 1964;64:16-24.
25. Mosavi F, Ashrafi F, Bayat A, et al. Determination of the water quality of the Haleil Rood river, Jiroft, based on the Wilcox classification method. Third National Conference on Irrigation and Drainage Management: Shaid chamran university of ahvaz; 2010. (Persian).
26. Dalfardi S. Qualitative study of drinking water and agriculture of Haleil Rood river and its qualitative changes process. First International Conference on Geographical Science: Kharazmi High Institute of Science and Technology; 2015. (In Persian).
27. Fataei A, Seyyedsharifi S.A, Seiiedsafaviyan S.T, et al. Water quality assessment based on WQI and CWQI indexes in balikhlouriver. Iran. J. Basic and Applied 2013; 3(3):263-269. (Persian).
28. Yusefzadeh A, Khorramabadi Shams G, Godini H, et al. The assessment of khorramabad River water quality with National Sanitation Foundation Water Quality Index and Zoning by GIS. J scientific magazine yafte. 2014;15(5):82-92. (Persian).
29. Sayari N, Abbas Zadeh M, Taji H, Hatamei B. Assessment of water quality of the Karun River and Dez using the cwqi index. First National Conference on Sustainable Management of Soil Resources and Environment: Shahid bahonar university of kerman; 2014. (Persian).
30. 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. (Persian).

www.SID.ir