

Monitoring the Spatial and Temporal Variations in Water Quality of the Haraz River: A Comparative Study of IR-WQIsc and NSF-WQI Index

Raha Robati¹, Fatemeh Esmaeili², Reza Khalili³, Ali Moridi^{*4}

1. M.Sc. Student, Dept. of Civil Engineering, Faculty of Civil, Water and Environment, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. E-mail: r.robati@mail.sbu.ac.ir
2. M.Sc. Student, Dept. of Civil Engineering, Faculty of Civil, Water and Environment, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. E-mail: fateme.esmaeili@mail.sbu.ac.ir
3. Ph.D. Student, Dept. of Environmental Engineering, Faculty of Civil, Water and Environment, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. E-mail: re_khalili@sbu.ac.ir
4. Corresponding Author, Assistant Prof., Dept. of Environmental Engineering, Faculty of Civil, Water and Environment, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. E-mail: a_moridi@sbu.ac.ir

Article Info

Article type:
Short Technical Report

Article history:
Received: 04.02.2023
Revised: 08.04.2023
Accepted: 08.21.2023

Keywords:
Haraz River,
IR-WQIsc,
NSF-WQI,
Water pollution,
Water quality evaluation

ABSTRACT

Background and Objectives: Situated in northern Iran, the Haraz River stands out as a significant ecosystem, hosting diverse aquatic life and serving as a vital water source for dynamic commercial and industrial activities in its vicinity. This study employed both the Iran Surface Water Quality Indicators (IR-WQIsc) and the National Health Foundation Quality Index (NSF-WQI) to evaluate the water quality of the Haraz River.

Materials and Methods: Monthly water samples were collected from the central segment of the Haraz River, at a depth of 30 cm, throughout the year (1399-1400). An array of parameters including water temperature, pH, dissolved oxygen (DO), electrolyte conductivity (EC), total dissolved solids (TDS), turbidity, ammonium nitrogen ($N-NH_4^+$), nitrate nitrogen ($N-NO_3$), phosphate (PO_4), biochemical oxygen demand (BOD_5), and total suspended solids (TSS) were meticulously measured and subjected to analysis.

Results: According to the IR-WQIsc index, the Haraz River's water quality shifts from relatively good in the upstream direction to relatively poor as it progresses downstream during the spring, autumn, and winter seasons. Notably, spring marks the peak of upstream water quality, while winter exhibits the highest downstream quality. However, during summer, the river's water quality is comparably lower than in other seasons. On average, as per the IR-WQIsc index, water quality is categorized as "relatively good" during spring, autumn, and winter, while it declines to a "moderate" level in summer. Conversely, analysis using the NSF-WQI index reveals that river water quality is at its best during spring and least favorable in summer. In autumn and winter, water quality demonstrates consistent patterns and maintains an average level. An in-depth inter-seasonal assessment consistently identifies the summer season as having the lowest water quality across all three monitoring stations.

Conclusion: The assessment of water quality across seasons through distinct indicators yields insightful findings. The summer season experiences reduced water quality due to tourist activity in northern regions and environmental factors such as heightened temperatures. Furthermore, a discernible trend emerges wherein water quality demonstrates improvement from downstream

to upstream, likely influenced by population density fluctuations along the river's trajectory. Conclusively, a comparative analysis of the two methods indicates a degree of concurrence in water quality assessment outcomes. However, the IR-WQIsc index emerges as a more precise classifier, underscoring its efficacy in such evaluations.

Cite this article: Robati, Raha, Esmaeili, Fatemeh, Khalili, Reza, Moridi, Ali. 2023. Monitoring the Spatial and Temporal Variations in Water Quality of the Haraz River: A Comparative Study of IR-WQIsc and NSF-WQI Index. *Journal of Water and Soil Conservation*, 30 (3), 147-157.



© The Author(s).

DOI: 10.22069/jwsc.2023.21228.3639

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

پایش تغییرات مکانی و زمانی کیفیت آب رودخانه هراز: مطالعه تطبیقی شاخص‌های IR-WQIsc و NSF-WQI

رها رباطی^۱، فاطمه اسماعیلی^۲، رضا خلیلی^۳، علی مریدی^{۴*}

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی عمران، دانشکده عمران، آب و محیط‌زیست، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
رایانامه: r.robati@mail.sbu.ac.ir
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی عمران، دانشکده عمران، آب و محیط‌زیست، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
رایانامه: fateme.esmaeili@mail.sbu.ac.ir
۳. دانشجوی دکتری گروه مهندسی محیط‌زیست، دانشکده عمران، آب و محیط‌زیست، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
رایانامه: re_khalili@sbu.ac.ir
۴. نویسنده مسئول، استادیار گروه مهندسی محیط‌زیست، دانشکده عمران، آب و محیط‌زیست، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
رایانامه: a_moridi@sbu.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: گزارش کوتاه علمی	سابقه و هدف: رودخانه هراز به‌عنوان یکی از رودخانه‌های مهم در شمال ایران است که بستر حیات بسیاری از موجودات آبی و منبع تأمین آب بسیاری از فعالیت‌های تجاری و صنعتی پویا در حاشیه خود هست. در این مطالعه به کمک شاخص‌های کیفیت آب سطحی ایران (IR-WQIsc) و شاخص کیفیت بنیاد ملی بهداشت (NSF-WQI) به ارزیابی کیفی آب رودخانه هراز پرداخته شد.
تاریخ دریافت: ۰۲/۰۱/۱۳ تاریخ ویرایش: ۰۲/۰۵/۱۳ تاریخ پذیرش: ۰۲/۰۵/۳۰	مواد و روش‌ها: نمونه‌برداری از آب رودخانه هراز، از عمق ۳۰ سانتی‌متر و در بخش میانی مقطع رودخانه در طول یک سال (۱۳۹۹-۱۴۰۰) به‌صورت ماهانه در ساعات ابتدایی روز انجام شد و پارامترهایی مانند دمای آب، pH، (DO)، رسانایی الکتریکی (EC)، (TDS)، کدورت، (N-NH ₄ ⁺)، (N-NO ₃)، (PO ₄)، (BOD ₅)، (TSS) اندازه‌گیری و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.
واژه‌های کلیدی: ارزیابی کیفی آب، آلودگی آب، رودخانه هراز، IR-WQIsc NSF-WQI	یافته‌ها: براساس نتایج شاخص IR-WQIsc کیفیت آب رودخانه هراز در فصل بهار از بالادست به پایین‌دست از کیفیت نسبتاً خوب به کیفیت نسبتاً بد می‌رسد و این شرایط برای فصول پاییز و زمستان نیز تکرار می‌شود با این تفاوت که بهترین کیفیت آب بالادست مربوط به فصل بهار و بهترین کیفیت آب پایین‌دست مربوط به زمستان بوده است. آب این رودخانه در

فصل تابستان از کیفیت پایین تری نسبت به دیگر فصول برخوردار بود. به طور متوسط کیفیت آب طبق شاخص IR-WQIsc در فصول بهار و پاییز و زمستان از کیفیت «نسبتاً خوب» برخوردار است ولی در فصل تابستان کیفیت آب تا حد کیفیت «متوسط» پایین می آید. براساس نتایج شاخص NSF-WQI کیفیت آب رودخانه در فصل بهار به طور متوسط بهترین کیفیت و در فصل تابستان پایین ترین کیفیت را دارد. در فصول پاییز و زمستان کیفیت آب شرایط مشابهی دارد و به طور میانگین کیفیت آب در سطح «متوسط» قرار دارد. در یک مقایسه کلی بین تمام فصول سال، فصل تابستان در هر سه ایستگاه پایین ترین کیفیت آب را داشت.

نتیجه گیری: با توجه به کیفیت تعیین شده طبق شاخص های کیفی آب در فصول مختلف، می توان گفت که در فصل تابستان با توجه به هجوم گردشگران به مناطق شمالی کشور و شرایط محیطی مثل افزایش دما آب نسبت به سایر فصول سال از کیفیت کم تری برخوردار است. هم چنین به دلیل افزایش تراکم جمعیت در مسیر رودخانه از بالادست به پایین دست، کیفیت آب در منطقه بالادست بهتر از منطقه میان دست و در منطقه میان دست بهتر از منطقه پایین دست هست. در نهایت نتایج دو روش با یکدیگر مقایسه شده و مشخص می شود که نتایج از نظر کمی تا حدودی مشابهت دارند اما شاخص IR-WQIsc طبقه بندی دقیق تری ارائه می دهد.

استناد: رباطی، رها، اسماعیلی، فاطمه، خلیلی، رضا، مریدی، علی (۱۴۰۲). پایش تغییرات مکانی و زمانی کیفیت آب رودخانه هراز: مطالعه تطبیقی شاخص های IR-WQIsc و NSF-WQI. پژوهش های حفاظت آب و خاک، ۳۰ (۳)، ۱۵۷-۱۴۷.

DOI: 10.22069/jwsc.2023.21228.3639



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

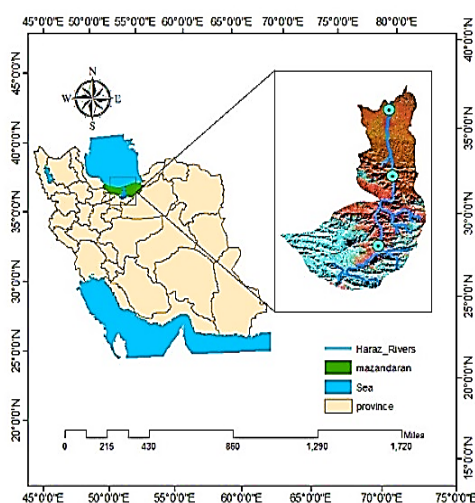
مقدمه

رودخانه‌ها از منابع اصلی تأمین آب کشاورزی، صنعتی و خانگی بوده و همین‌طور بستری برای رشد و زندگی انواع گونه‌های جانوری و گیاهی هستند (۱). کیفیت آب توسط فرایندهای شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی متنوعی به‌طور طبیعی کنترل می‌شود. علی‌رغم تأثیرپذیری رودخانه‌ها از شرایط طبیعی محیط، تنش‌های حاصل از رفتارهای انسانی نیز تأثیرگذاری معناداری را سبب می‌شوند (۲). پهنه‌بندی آلودگی و ارائه تصویر صحیح از وضعیت کیفی آب‌های سطحی علاوه بر افزایش مشارکت مردمی در حفظ سلامت و کیفیت آب‌های سطحی، ابزار مفیدی در اختیار قرار داده تا هرگونه تصمیم‌گیری مدیریتی که اثرات زیست‌محیطی آن به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم متوجه آب‌های سطحی کشور باشد، با آگاهی بیشتری اتخاذ شود و ضرورت اعمال شیوه‌های مدیریتی منابع آب در هر نقطه مشخص می‌گردد (۳). پارامترهای فیزیکی و شیمیایی تفسیر مفیدی برای ارزیابی روندها و شناسایی موضوعات خاص محیط‌زیستی و جمع‌آوری اطلاعات درباره کیفیت آب و آسیب‌پذیری آن در برابر آلودگی ارائه می‌دهند (۴). برای ارزیابی کیفی آب می‌توان از شاخص‌های کیفی آب (WQIs) که با در نظر گرفتن

تمام ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی ارزیابی مناسبی از کیفیت آب انجام می‌دهد، استفاده کرد (۵). وضعیت کیفیت آب رودخانه‌ها به کمک شاخص‌های مختلفی مثل دو شاخص IR-WQIsc و NSF-WQI ارزیابی شده شد (۶). گزارش‌های زیادی در سال‌های اخیر توسط یوسف‌آبادی و همکاران (۱۳۹۱) (۷)، صالحی و همکاران (۲۰۰۷) (۲)، نصیر احمدی و همکاران (۸)، اختر و همکاران (۹) در این زمینه در رودخانه‌های مختلف انجام پذیرفت. با توجه به اهمیت رودخانه هراز در موضوعات ذکرشده، هدف از انجام این مطالعه تعیین کیفیت آب رودخانه هراز بر اساس شاخص کیفیت آب ایران (IR-WQIsc) و شاخص کیفیت آب سازمان جهانی بهداشت (NSF-WQI) است که با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده در سه منطقه بالادست، میاندست و پایین‌دست، در چهار فصل سال، انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها

رودخانه هراز، رودی است به طول ۱۸۵ کیلومتر در استان مازندران در شمال ایران که از دره لار در جنوب کوه دماوند سرچشمه گرفته و به دریای خزر می‌ریزد.



شکل ۱- ایستگاه‌های نمونه‌برداری در رودخانه هراز.
Figure 1. Sampling stations in Haraz river.

$$Y = \sum_{i=1}^n W_i \quad (1)$$

که در آن، W_i وزن پارامتر i ام از جدول ۱؛ n تعداد پارامترها؛

$$IR - WQI_{sc} = [\prod_{i=1}^n I_i^{W_i}]^{\frac{1}{Y}} \quad (2)$$

که در آن، I مقدار شاخص برای پارامتر i ام از منحنی رتبه‌بندی. در نهایت مقدار با مقادیر جدول توصیفی جدول ۱ مقایسه شده و شاخص IR-WQIsc مشخص می‌شود.

جهت ارزیابی کیفیت آب رودخانه هراز نمونه‌برداری، از سه ایستگاه در سال آبی (۱۳۹۹-۱۴۰۰) به صورت فصلی انجام شده است. نقاط نمونه‌برداری در شکل ۱ نشان داده شده است و پارامترها فیزیکوشیمیایی اندازه‌گیری شده با دو شاخص کیفیت بنیاد ملی بهداشت (NSF-WQI) و شاخص کیفیت آب ایران (IR-WQIsc) مورد ارزیابی قرار گرفت. برای محاسبه شاخص IR-WQIsc باید وزن (W_i) هر یک از پارامترها از جدول تعیین شود و سپس با استفاده از فرمول زیر مقدار Y را محاسبه می‌شود:

جدول ۱- طبقه‌بندی آب‌های سطحی بر اساس IR-WQIsc

Table 1. Surface water classification IR-WQIsc.

Classification	Index value
Very bad	15 >
Bad	15-29.9
Relatively bad	29.9-44.9
Moderate	45-55
Relatively good	55.1-70
Good	70.1-85
Very good	85 <

که در آن، W_i پارامتر وزن با مقدار ۱-۰؛ Q پارامترهای کیفیت بارزش ۱۰۰-۰ (از جداول استاندارد کمی‌سازی می‌شود)؛ n تعداد پارامترها. مقدار محاسبه شده با جدول توصیفی مطابقت داده می‌شود تا بتوان کیفیت آب توصیف کرد:

شاخص NSF-WQI از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$NSF - WQI = \sum_{i=1}^n W_i Q_i \quad (3)$$

جدول ۲- طبقه‌بندی آب‌های سطحی بر اساس NSF-WQI

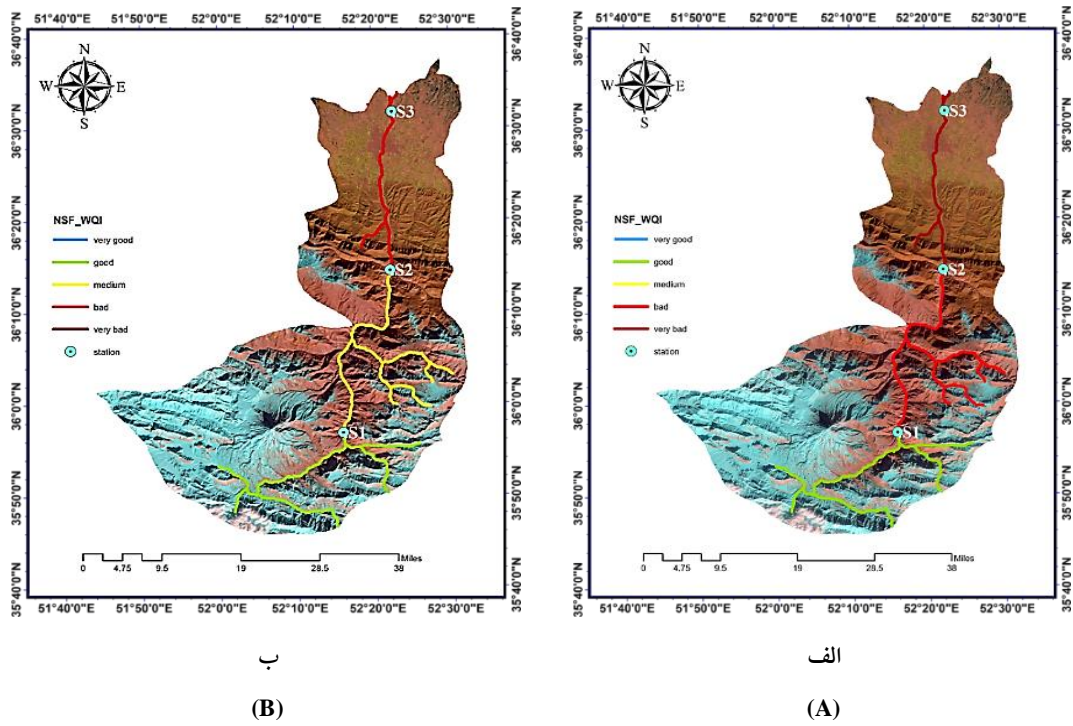
Table 2. Surface water classification NSF-WQI.

Classification	Index value
Very bad	25 >
Bad	50-26
Moderate	51-70
Good	71-90
Very good	91-100

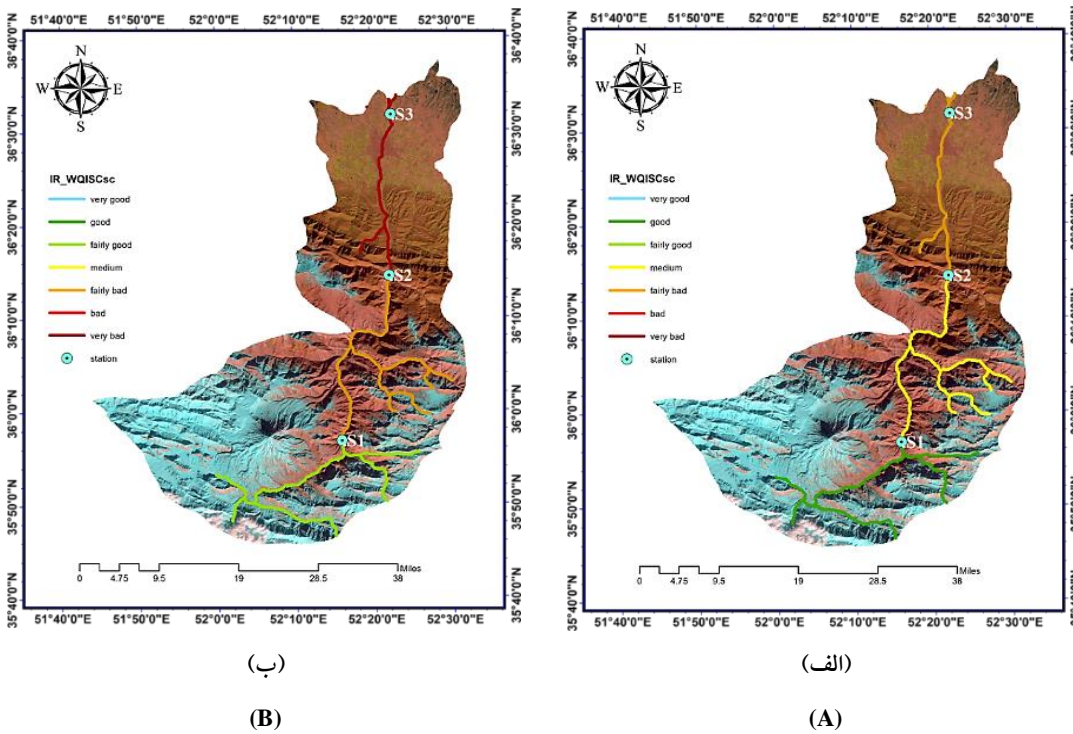
نتایج و بحث

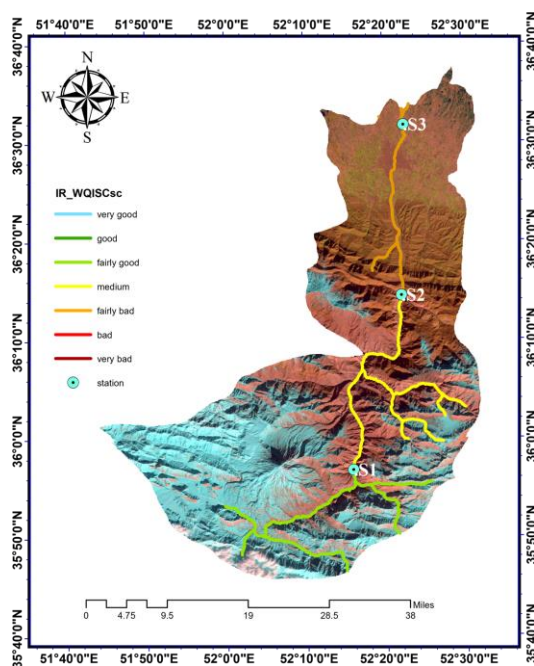
کرد. آب رودخانه در فصل تابستان به‌طور متوسط پایین‌ترین کیفیت را در بین تمامی فصول دارد. در فصول پاییز و زمستان کیفیت آب شرایط مشابهی دارد و به‌طور میانگین در سطح «متوسط» قرار دارد. در یک مقایسه کلی بین تمام فصول سال، فصل تابستان در هر سه ایستگاه پایین‌ترین کیفیت آب را داشت. میانگین کیفیت آب در فصل تابستان «بد» و در دیگر فصول سال «متوسط» طبقه‌بندی می‌شود. در مقایسه‌ای فارغ از تفاوت فصل‌های سال بهترین کیفیت آب مربوط به ایستگاه بالادست است چراکه آب بالادست رودخانه کم‌تر دست‌خورده و تنها فعالیت‌های چند منطقه بیلابقی محدود در کیفیت آب تأثیر گذاشته است. در منطقه میان‌دست مقدار آلودگی به‌علت وجود فعالیت‌های محدود کشاورزی برنج، وجود مزارع پرورش ماهی، معادن شن و ماسه و دامداری در روستاهای بیلابقی تا حدودی افزایش یافته است اما تمرکز مناطق بیلابقی و شهری و ورود فاضلاب آن‌ها به رودخانه و هم‌چنین کشاورزی گسترده برنج در شهر آمل موجب کاهش شدید کیفیت آب رودخانه در ایستگاه پایین‌دست شده است؛ بنابراین در تمامی فصول سال کیفیت آب بالادست رودخانه بهتر از کیفیت آب منطقه میان دست است و کیفیت آن در منطقه میان دست بهتر از پایین‌دست است.

در این پژوهش به بررسی کیفیت آب از طریق دو شاخص کیفی آب (NSF-WQI و IR-WQIsc) پرداخته شده است. براساس نتایج شاخص IR-WQIsc که در شکل ۳ آورده شده است کیفیت آب رودخانه هراز در فصل بهار از کیفیت نسبتاً خوب به کیفیت نسبتاً بد می‌رسد و این اتفاق برای فصول پاییز و زمستان نیز تکرار می‌شود با این تفاوت که بهترین کیفیت آب بالادست مربوط به فصل بهار و بهترین کیفیت آب پایین‌دست مربوط به زمستان بود. فصل تابستان نسبت به دیگر فصول از کیفیت پایین‌تری برخوردار بود و دلیل آن گرمای هوا و حجم بالای مسافران در این منطقه است. در فصل تابستان کیفیت آب در ابتدا خوب است ولی بعد از گذشت از مناطق بیلابقی و شهری کیفیت آب کاهش چشمگیری پیدا می‌کند. به‌طور متوسط کیفیت آب طبق شاخص IR-WQIsc در فصول بهار، پاییز و زمستان از کیفیت «نسبتاً خوب» برخوردار است ولی در فصل تابستان کیفیت آب تا حد «متوسط» پایین می‌آید. نتایج شاخص NSF-WQI در شکل ۲ آورده شده است. آب رودخانه طبق این شاخص در فصل بهار به‌طور متوسط بهترین کیفیت را داراست، طبق این شاخص کیفیت آب بالادست در این فصل «خوب» ارزیابی شد ولی بعد از گذشت از منطق شهری کیفیت کاهش پیدا



شکل ۲- شرایط کیفی رودخانه هراز بر اساس شاخص NSF-WQI در (الف) بهار، (ب) تابستان، پاییز و زمستان.
 Figure 2. Quality conditions of Haraz river according to NSF-WQI index in (a) spring, (b) summer, autumn, winter.





(ج)

(C)

شکل ۳- شرایط کیفی رودخانه هراز بر اساس شاخص IR-WQIsc در (الف) بهار، (ب) تابستان، (ج) پاییز، زمستان.
Figure 3. Quality conditions of Haraz river according to IR-WQIsc index in (a) spring, (b) summer, (c) autumn, winter.

به دلیل شرایط محیطی و افزایش فعالیت‌های انسانی و ورود پساب‌های کشاورزی و فاضلاب خانگی به رودخانه کاهش یافته است؛ اما در دیگر فصول سال از کیفیت بهتری برخوردار است. آب در ایستگاه بالادست بهترین کیفیت و در منطقه پایین دست بدترین کیفیت را دارد چراکه آب بالادست رودخانه کمتر دست خورده و تنها فعالیت‌های چند منطقه بیلاقی در کیفیت آب مؤثر است. با مقایسه شاخص‌های کیفی IR-WQIsc و NSF-WQI طبق جدول‌های ۶ و ۷ نتیجه می‌گیریم کیفیت آب در فصول بهار و پاییز و زمستان در طبقه بندی شاخص IR-WQIsc "نسبتاً خوب" و فصل تابستان "متوسط" برآورد شده است و بازه تغییرات میانگین این شاخص در طول مدت پژوهش بین ۴۲ تا ۵۸ است اما طبق شاخص کیفی NSF-WQI کیفیت آب

نتیجه گیری کلی

رودخانه هراز از اصلی ترین رودخانه‌های شمال کشور به شمار می‌آید که در تأمین آب انواع مصارف نقش به‌سزایی دارد. توسعه فعالیت‌های کشاورزی، تفریحی و صنعتی در این منطقه باعث تغییر کیفیت آب این رودخانه شده است. جهت بررسی وضعیت کیفی رودخانه هراز پارامترهای کیفیت آب در طول یک سال از سه نقطه در طول رودخانه برداشته شد و از شاخص‌های کیفی IR-WQIsc و NSF-WQI برای ارزیابی کیفیت جریان آب استفاده شد. پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب این رودخانه از جمله pH، میزان اکسیژن محلول، مواد مغذی موجود در آب، رنگ، کدورت، دما، میزان جامدات معلق، هدایت الکتریکی مورد بررسی قرار گرفت نتایج نشان داد کیفیت آب این رودخانه در فصل تابستان

داده‌ها، اطلاعات و دسترسی

داده‌های موردنیاز این پژوهش از وزارت نیرو تهیه شده است و داده‌ها، با مکاتبه با نویسنده مسئول قابل دسترسی است.

تعارض منافع

در این مقاله تضاد منافی وجود ندارد و این مسأله مورد تأیید همه نویسندگان است.

مشارکت نویسندگان

نویسنده اول و دوم: آماده‌سازی داده‌ها، انجام محاسبات، تهیه پیش‌نویس مقاله، نویسنده سوم و چهارم: تحلیل و تفسیر نتایج، نگارش نهایی و بازبینی مقاله.

اصول اخلاقی

نویسندگان اصول اخلاقی را در انجام و انتشار این اثر عملی رعایت نموده‌اند و این موضوع مورد تأیید همه آن‌ها است.

حمایت مالی

این پژوهش از حمایت مالی برخوردار نبوده است.

در فصول بهار و پاییز و زمستان "متوسط" و در فصل تابستان "بد" برآورد شده است و بازه تغییرات میانگین این شاخص در این مدت بین ۴۶ تا ۶۲ است. با توجه به این نتایج و طبقه‌بندی کیفیت آب در جدول‌های ۲ و ۳ متوجه می‌شویم که نتایج کمی این دو شاخص نزدیک به هم است اما شاخص IR-WQIsc در نتیجه نهایی دقیق‌تر عمل کرده و طبقه‌بندی دقیق‌تری در اختیار می‌گذارد. با حرکت به سمت ایستگاه پایین دست کشاورزی برنج بیش‌تر شد و فاضلاب حاصل از مزارع پرورش ماهی، معادن شن و ماسه و دامداری‌ها نقش پررنگی در کاهش کیفیت آب داشتند. با توجه به نتایج عواملی مانند فاضلاب‌های شهری، کودهای طبیعی و مصنوعی مورد استفاده در کشاورزی، ساختار خاک، رواناب‌ها و سیلاب‌ها از عوامل انتشار آلودگی در منطقه رودخانه هراز است.

تقدیر و تشکر

نویسندگان این مقاله از دانشگاه شهید بهشتی و وزارت نیرو که امکانات انجام این پژوهش را فراهم نموده‌اند تشکر می‌نمایند.

منابع

1. Prabagar, S., Thuraisingam, S., & Prabagar, J. (2023). Sediment analysis and assessment of water quality in spacial variation using water quality index (NSFWQI) in Moragoda canal in Galle, Sri Lanka. *Waste Management Bulletin*. 1 (2), 15-20.
2. Salehi, A., Tabari, M., Davarpanah, A., & Shaheswaripour, N. (2016). Advantages and environmental risks of reusing wastewater in irrigation. The 9th National Seminar on Irrigation and Evaporation Reduction. 193-220. [In Persian]
3. Khalili, R., Parvinnia, M., & Zali, A. (2020). Water Quality Assessment of Garmarood River Using the National Sanitation Foundation Water Quality Index (NSFWQI), River Pollution Index (RPI) and Weighted Arithmetic Water Quality Index (WAWQI). *Environment and Water Engineering*. 6, 274-284. [In Persian]
4. Ghamarnia, H., Palash, Z., & Palash, M. (2023). Evaluation of Golin river quality in Kermanshah province using the standard surface water resources quality index of Iran (IR-WQIsc). *Journal of Applied Research in Water and Wastewater*. 10, 7-14.

5. Wu, Z., Wang, X., Chen, Y., Cai, Y., & Deng, J. (2018). Assessing river water quality using water quality index in Lake Taihu Basin, China. *Science of the Total Environment*. 612, 914-922.
6. Ebuete, A. W., Puanoni, N. I., Ebuete, Y. I., & Ebuete, E. (2023). Water Quality Index (NSFWQI) of the River Nun, Bayelsa State, Nigeria. *American Journal of Environment and Climate*. 2 (2), 15-22.
7. Yousefabadi, F., Ushek Saraei, L., Shariati Faizabadi, F., & Mardokhpour, A. (2013). Investigation of the water quality of Heraz River (Amol) with three indicators of NSF, Ergan and Malaysia. The 6th national conference and specialized exhibition of environmental engineering. [In Persian]
8. Nasirahmadi, K., Yousefi, Z., & Tarassoli, A. (2012). Zoning of water quality on Haraz river bases on national sanitation foundation water quality index. *Journal of Mazandaran university of medical sciences*. 22 (92), 64-71. [In Persian]
9. Akhtar, F., Fazloulou, R., Darzi Naftchali, A., & Mashhadi Kholerdi, F. (2021). Investigation and Analysis of the Impact of Urban Area (Amol City) on Water Quality of the Haraz River Based on Qualitative Standard Indicators. *Water Resources Engineering*, 14, 117-130.

