مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره چهاردهم، شماره چهارم، زمستان ۱۴۰۰، صفحات ۶۲۹ تا ۶۴۲

Available online: https://ijhe.tums.ac.ir
مقاله پژوهشی

ارزیابی تحلیلی کیفیت آب در طول رودخانه مهابادچای با شاخص کیفیت آب‌های سطحی ایران

رضا خیری سلطان احمدی[۱]، حبیب نظرنژاد[۱،*]، فرخ اسدزاده[۲]

۱- گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
۲- گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۲۵
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۰/۱۰/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۱۹
تاریخ انتشار: ۱۴۰۰/۱۲/۲۱

واژگان کلیدی: آلودگی، رودخانه مهابادچای، شاخص کیفی آب، کلیفرم مدفوعی

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
h.nazarnejad@urmia.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: با صنعتی شدن جوامع و افزایش بهره‌وری از آب‌های سطحی، آلودگی رودخانه‌ها توسط آلاینده‌های کشاورزی، صنعتی و فاضلاب‌های انسانی افزایش یافته است. لذا بررسی آلودگی رودخانه‌ها جهت برنامه‌ریزی‌های منطقه‌ای و زیست‌محیطی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. برای ارزیابی آلودگی آب‌های سطحی تعدادی از شاخص‌های کیفیت آب‌های سطحی مورد بررسی قرار گرفتند.

روش بررسی: برای بررسی کیفیت آب رودخانه مهابادچای از شاخص کیفیت منابع آب سطحی ایران ($IRWQI_{SC}$) استفاده شد. نمونه‌برداری در طول رودخانه مهابادچای و با در نظر گرفتن مواردی مانند محل‌های نزدیک به زهکش‌های احداث شده در سواحل رودخانه و مکان‌های تخلیه پساب‌های کشاورزی و خانگی انجام شد.

یافته‌ها: ضریب همبستگی پیرسون بین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی و میکروبی آب نشان می‌دهد که کلیفرم مدفوعی، BOD، COD، نیترات، آمونیوم و فسفات، کدورت و سختی کل با یکدیگر ارتباط معنی‌دار مثبت در سطح ۹۹ درصد ($p<0/01$) دارند. طبق این شاخص، نمونه‌های بالادست رودخانه در رده خوب، ایستگاه‌های میانی در رده نسبتا خوب تا متوسط، و نمونه‌های پایین دست رودخانه در رده نسبتا بد طبقه‌بندی می‌شوند.

نتیجه‌گیری: بررسی ارتباط بین هر پارامتر و شاخص $IRWQI_{SC}$ نشان داد که کلیفرم مدفوعی، BOD، COD، آمونیوم و کدورت اثرپذیری بیشتری در تعیین این شاخص دارند. اغلب پارامترهای مورد بررسی، در بالادست رودخانه کم و به‌تدریج در طول رودخانه و به طرف مناطق شهری و صنعتی به‌طور قابل‌توجهی افزایش یافته است.

Please cite this article as: Kheiri Soltan Ahmadi R, Nazarnejad H, Asadzadeh F. Analytical assessment of Mahabadchai river water quality using Iran water quality index. Iranian Journal of Health and Environment. 2022;14(4):629-42.

Copyright © 2022 Iranian Association of Environmental Health, and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Noncommercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-28]

مقدمه

از دیرباز رودخانه‌ها به‌عنوان مهم‌ترین منابع تأمین آب شرب و یکی از مهمترین بوم‌سازگان‌های زیستی محسوب می‌شوند (۱) لذا شناخت و بررسی کیفیت آب در مدیریت منابع آب دارای اهمیت بالایی است (۲). از آنجایی‌که صنعتی شدن جوامع و افزایش بهره‌وری از آب‌های سطحی روز به روز در حال گسترش است، امکان آلودگی رودخانه‌ها توسط آلاینده‌های کشاورزی، صنعتی و فاضلاب‌های انسانی وجود دارد (۳-۵). از آنجا که رودخانه و سد مهاباد تأمین‌کننده نیاز آبی شهر مهاباد است، بنابراین شناخت و بررسی کیفیت منابع آب در مدیریت و استفاده مطلوب از آن مهم است.

از آنجا که میزان تولیدی فاضلاب و آلاینده‌های منابع روز به روز در حال گسترش است، لذا بررسی آلودگی رودخانه‌ها جهت برنامه‌ریزی‌های منطقه‌ای و زیست محیطی از حساسیت ویژه‌ای برخوردار است. تبعات آلودگی‌های گسترده اخیر بر طبیعت بسیار وسیع بوده و افزایش فشار فزاینده به بهره‌برداری از منابع، استفاده بیشتر و روز افزون از سموم دفع آفات کشاورزی، سیستم‌های تصفیه فاضلاب ضعیف و مستهلک و نبود سیستم‌های تصفیه‌ای قوی و به‌روز، به گستردگی این آلودگی‌ها انجامیده است.

با استفاده از شاخص‌های کیفی می‌توان مناطقی که از نظر آلودگی مورد تهدید هستند را مشخص و منابع آب را مدیریت نمود (۶). روش‌های تحلیل داده‌های کیفیت آب با توجه به اهداف مطالعات، روش نمونه برداری، منطقه مورد مطالعه و اندازه نمونه‌ها با یکدیگر متفاوت هستند (۷، ۸). شاخص کیفیت آب ابزاری مناسب و ساده برای تعیین وضعیت و شرایط کیفیت آب بوده و می‌تواند به‌عنوان معیاری برای ارزیابی استراتژی‌های مدیریتی بهبود کیفیت آب استفاده شود (۹). برای ارزیابی آلودگی آب‌های سطحی تعدادی شاخص کیفیت آب‌های سطحی پیشنهاد شده‌اند که از جمله آنها، شاخص ارائه شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست با عنوان شاخص کیفیت منابع آب سطحی ایران (Iran Water Quality Index for Surface Water Resources ($IRWQI_{SC}$)) است. این شاخص بدون بعد با هدف استفاده از روش مناسب با شرایط طبیعی و مسائل آب ایران تهیه شده و وضعیت کیفیت آب را به‌صورت کمی ارائه می‌کند و ابزاری کارآمد جهت تعیین طبقه‌بندی کیفیت منابع آب است، به‌طوری‌که هرچه مقدار این شاخص بیشتر باشد کیفیت آب بهتر است. برای محاسبه این شاخص، مقدار پارامترهای اندازه‌گیری شده به‌عنوان ورودی شاخص استفاده می‌شود.

رودخانه مهابادچای از رودخانه‌های مهم و پر آب استان آذربایجان غربی بوده و با عبور از مرکز شهر مهاباد با جذب آلاینده‌های بسیاری در مسیر عبوری خود به‌ویژه مناطق شهری و روستایی و سرازیر شدن آن به تالاب بین‌المللی کانی‌برازان و در انتها به دریاچه ارومیه، انتقال آلاینده‌ها توسط رسوبات این رودخانه اهمیت این مطالعه را دوچندان می‌کند (۱۰). تالاب کانی‌برازان جزء چهار سایت بین‌المللی ثبت شده استان آذربایجان غربی در کنوانسیون رامسر است. پارامترهای کیفیت آب در مسیر حرکت رودخانه و مقایسه میزان آنها در بالادست و پایین‌دست رودخانه می‌تواند بسیار متفاوت باشد چرا که فعالیت‌های انسانی عموما در پایین‌دست رودخانه و در مسیر عبور آن از شهر مهاباد و اراضی اطراف آن به وقوع می‌پیوندد که این امر می‌تواند بر تغییرات غلظت این آلاینده‌ها در طول مسیر رودخانه تأثیرگذار باشد. بنابراین بررسی شاخص‌های کیفی آب در طول مسیر رودخانه، محاسبه شاخص تلفیقی کیفیت آب و تعیین سطح کیفی آب در طول مسیر رودخانه، بررسی ارتباط بین شاخص کیفیت آب با پارامترهای فیزیکی شیمیایی و بیولوژیکی آب، و شناخت تأثیر فعالیت‌های انسانی بر شاخص‌های کیفیت آب از اهداف پژوهش حاضر است.

مطالعات زیادی برای ارزیابی کیفی آب‌های سطحی با استفاده از شاخص‌های مختلف و روش‌های آماری انجام شده است. نتایج بررسی‌های انجام شده درخصوص شاخص $IRWQI_{SC}$ در ایران نشان می‌دهد که نتایج با توجه به مکان‌های مورد بررسی متفاوت بوده است. برای مثال، Bayati و همکاران (۲۰۲۱)، در بررسی آلودگی آب تالاب چغاخور به آرسنیک، مس، کروم، سرب، روی و کادمیوم با استفاده از شاخص‌های متعدد از جمله $IRWQI_{ST}$ نشان دادند کمترین و بیشترین مقدار شاخص سمیت به ترتیب با ۷۶ و ۸۰ در محدوده وضعیت خوب هستند و

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-28]

این تالاب آلایندگی خاصی در زمینه آلودگی آب ندارد و نیازمند توجه ویژه برای صیانت از آب تالاب برای جلوگیری از ورود آلاینده‌ها به آن است (۱۱). Gholizadeh و همکار (۲۰۲۰) تعداد ۱۲ پارامتر کیفی آب در طول رودخانه گرگان‌رود در محدوده شهر گنبدکاووس را بر پایه شاخص‌های کیفی آب‌های سطحی آنالیز کرده و به این نتیجه رسیدند که وجود فاضلاب‌های شهری و زه‌آب‌های کشاورزی در محدوده شهر، مهمترین دلیل قرار گرفتن آب رودخانه‌ای در رده بد و کاهش کیفیت آب است (۱۲). نتیجه پژوهش Soleimani Babadi و همکار (۲۰۲۰) در تالاب ناصری خرمشهر نشان داد کیفیت آب این تالاب براساس شاخص $IRWQI_{SC}$ در همه ایستگاه‌ها در رده بد قرار دارد (۱۳). همچنین، Ranjbar و همکاران (۲۰۲۰) با بررسی تأثیر مزارع پرورش ماهی قزل‌آلا بر کیفیت آب رودخانه محمدآباد کتول (۱۴) و Tabibian و همکاران (۲۰۲۰) در ارزیابی رودخانه محمود آباد گرگان و تأثیر صنایع ماسه‌شویی و آبزی‌پروری در کیفیت آب این رودخانه با شاخص $IRWQI_{SC}$ به این نتیجه رسیدند که با وجود اینکه این صنایع بر کاهش کیفیت آب رودخانه تأثیرگذار بوده است (۱۵) اما شرایط محیط فیزیکی رودخانه از جمله جنس بستر و شرایط اکولوژیکی باعث خودپالایی رودخانه شده و اثرات فعالیت‌های انسانی در کیفیت آب را تعدیل کرده است. از دیگر پژوهش‌های انجام شده درخصوص ارزیابی کیفیت آب با شاخص $IRWQI_{SC}$ می‌توان به مطالعات Bayati (۲۰۲۱)؛ Sadeghi و همکاران (۲۰۱۵)؛ Aminpour (۲۰۱۶) اشاره کرد (۱۱، ۱۶، ۱۷).

مواد و روش‌ها

_ منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در شمال‌غربی ایران و استان آذربایجان غربی و شهرستان مهاباد واقع شده است. رودخانه مهاباد یکی از مهمترین و پرآب‌ترین رودخانه‌های حوضه آبریز دریاچه ارومیه به‌شمار می‌آید. منطقه مورد مطالعه بین طول جغرافیایی "۴۵°۴۵'۰۳ تا "۴۵°۳۹'۱۴ شرقی، و عرض جغرافیایی"۳۷°۰۳'۵۷ تا "۳۶°۴۲'۴۰ شمالی واقع شده است.

محل‌های نمونه‌برداری در طول مسیر ۵۹ کیلومتری رودخانه مهاباد با پیمایش زمینی و با در نظر گرفتن عوامل تأثیرگذار بر کیفیت آب از قبیل بالادست یا پایین‌دست سد، محل‌های ورود فاضلاب شهری و روستایی، و زهکش‌های اراضی زراعی پایین‌دست انتخاب شد. همچنین مناطق دارای احتمال آلایندگی و قابلیت دسترسی بالا و به فاصله‌های نزدیک به محل‌های تخلیه فاضلاب‌های شهری و صنعتی در محدوده قابل دسترس، از پایاب سد مهاباد شروع و در طول مسیر عبوری رودخانه از محدوده داخلی شهر و روستاهای اطراف، ادامه داشته و نقطه پایانی برداشت نمونه از مصب رودخانه مهابادچای، از باتلاق‌ها و تالاب‌های اقماری نزدیک به دریاچه ارومیه، انتخاب شد (شکل ۱). از هر ۱۵ نقطه انتخابی مسیر رودخانه، نمونه آب رودخانه برداشت شد (۱۸، ۱۹) .

شاخص $IRWQI_{SC}$ براساس ۱۱ پارامتر فیزیکوشیمیایی آب شامل: نیترات، کلی‌فرم مدفوعی، هدایت الکتریکی، سختی کل، فسفات، اکسیژن محلول، اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی ۵ روزه، اکسیژن مورد نیاز شیمیایی، اسیدیته، آمونیوم، کدورت تعریف شده است که این پارامترها به ترتیب و براساس اهمیت دارای وزن‌های، ۰/۱۴۰، ۰/۱۱۷، ۰/۱۰۸، ۰/۰۹۷، ۰/۰۹۶، ۰/۰۹۳، ۰/۰۹۰، ۰/۰۸۷، ۰/۰۶۲، ۰/۰۵۹ و ۰/۰۵۱ هستند (۲۰).

پس از تعیین مقدار هر یک از پارامترهای کیفی آب، این مقادیر به منظور تلفیق و تعیین شاخص کیفیت آب، با استفاده از منحنی‌های رتبه‌بندی، بدون بعد شده و در نهایت مقادیر بی‌بعد هر یک از پارامترها (Ii) که به آن شاخص اطلاق می‌شود، با استفاده از معادله ۱ و ۲ با یکدیگر تلفیق شده و شاخص $IRWQI_{SC}$ محاسبه می‌شود (۲۰).

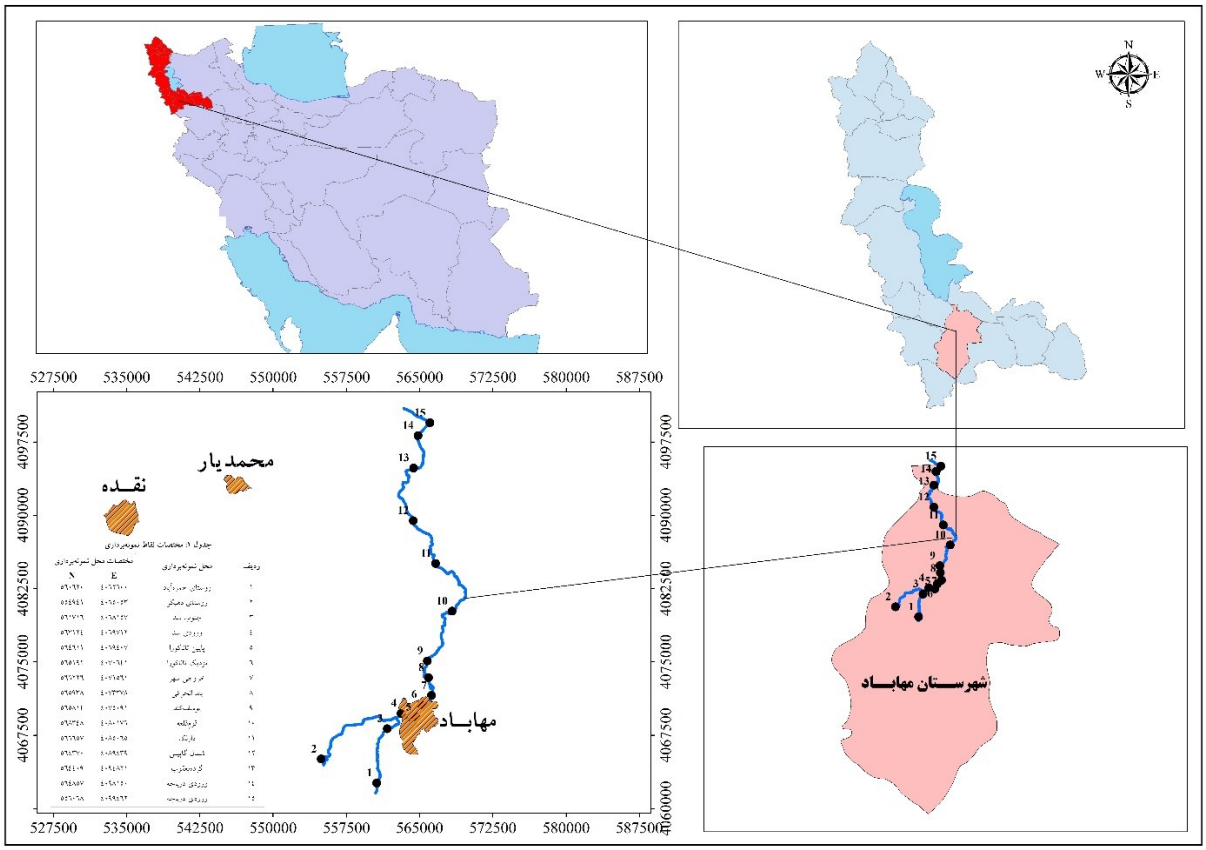
$$IRWQI = [\prod_{i=1}^{n} Ii^{wi}]^{\frac{1}{\gamma}} \quad (1)$$

$$\gamma = \sum_{i=1}^{n} Wi \quad (2)$$

که در این معادلات Wi وزن پارامتر iام، n تعداد پارامترها، Ii مقدار شاخص برای پارامتر iام از منحنی رتبه‌بندی و مجموع وزن تمام ویژگی‌های آب هستند. جزییات مربوط به نحوه

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-28]

محاسبه شاخص $IRWQI_{SC}$ به همراه منحنی‌های مربوط به هر پارامتر در دستورالعمل محاسبه کیفیت منابع آب ایران که توسط سازمان حفاظت محیط زیست ایران منتشر شده است، قابل دسترس است (۲۱). این شاخص نیز همانند شاخص‌های دیگر، آب را در گروه‌های مجزا طبقه‌بندی می‌کند. براساس مقدار نهایی شاخص، کیفیت آب در ۷ طبقه کیفی قرار می‌گیرد به این صورت که مقادیر کمتر از ۱۵ نشان‌دهنده کیفیت خیلی بد، و مقادیر ۳۰-۱۵، ۴۵-۳۰، ۵۵-۴۵، ۷۰-۵۵، ۸۵-۷۰، و بیش از ۸۵ به ترتیب نشان‌دهنده کیفیت بد، نسبتا بد، متوسط، خوب، نسبتا خوب و خیلی خوب است.



شکل ۱- موقعیت نقاط نمونه‌برداری در طول رودخانه مهابادچای

یافته‌ها

جدول ۱ آمار توصیفی پارامترهای آب در نمونه‌های برداشت شده را نشان می‌دهد. براساس یافته‌های پژوهش، حداکثر و حداقل کلیفرم مدفوعی ۱۵۰۰ و ۴۰ MPN/۱۰۰ mL بوده که به‌ترتیب مربوط به نمونه‌های بند انحرافی و دارلک در پایین‌دست رودخانه و نمونه‌های بالادست رودخانه است.

حداقل میزان BOD در نمونه‌های بالادست رودخانه ۱/۷ mg/L ثبت شده است از نمونه شماره ۷ و با نزدیک شدن به مناطق شهری افزایش چشمگیری در BOD مشاهده می‌شود و نمونه‌های شماره ۸ و ۱۵ به‌ترتیب با ۲۱ و ۱۹ mg/L دارای حداکثر میزان مصرف اکسیژن بیولوژیکی هستند. ضریب تغییرات بسیار بالای کلیفرم مدفوعی و BOD

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-28]

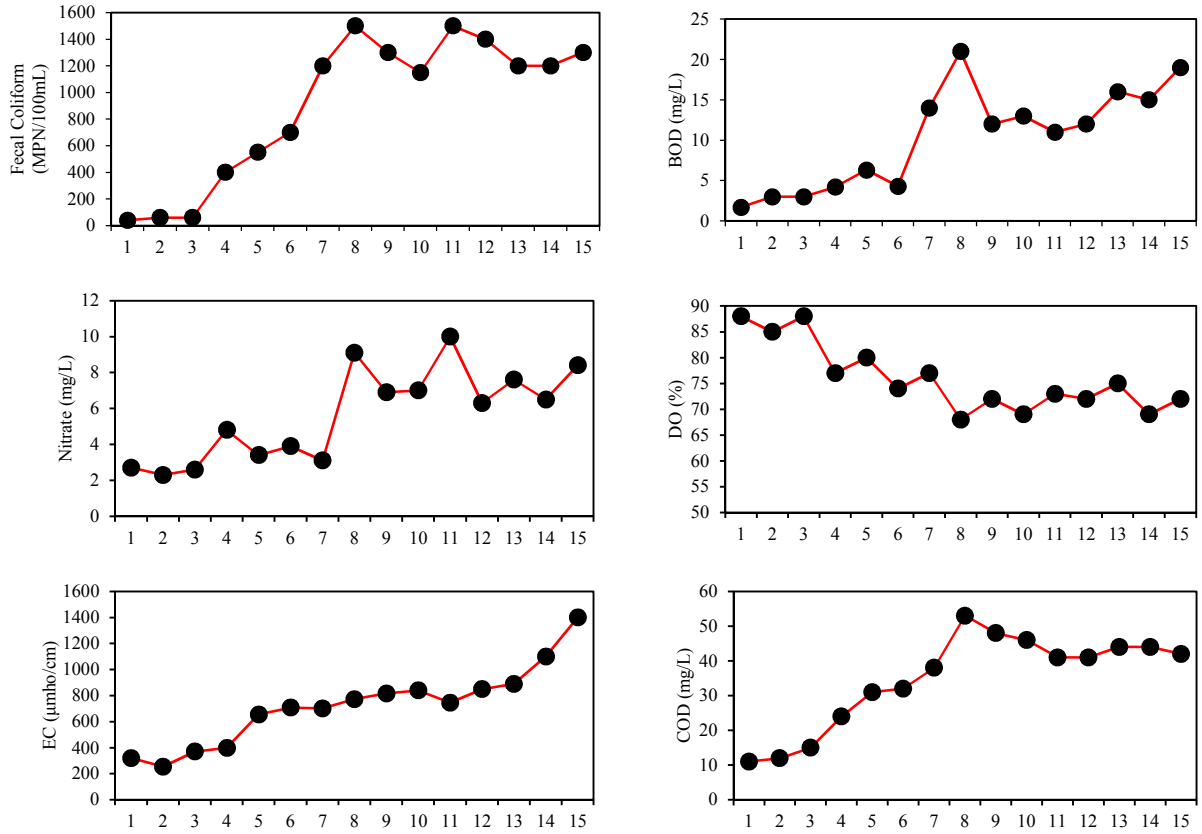
جدول ۱- آمار توصیفی پارامترهای مورد مطالعه

پارامترهای کیفی	حداکثر	حداقل	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات (درصد)
کلیفرم مدفوعی (MPN/100mL)	۱۵۰۰	٤۰	۹۰٤	٥٤٦/۷۸	٦۰/٤۸
(mg/L) BOD	۲۱	۱/۷	۱۰/۳۷	٦/۲۲	٦۰
نیترات (mg/L)	۱۰	۲/۳	٥/٦٤	۲/٥٥	٤٥/۲۸
اکسیژن محلول (درصد)	۸۸	٦۸	۷٥/۹۳	٦/٦۱	۸/۷
هدایت الکتریکی (µs/cm)	۱٤۰۰	۲٥٤	۷۲۱/۳۳	۳۰۳/۲۹	٤۲/۰٥
(mg/L) COD	٥۳	۱۱	۳٤/۸	۱۳/٥۱	۳۸/۸۳
آمونیوم (mg/L)	۰/۷٥	۰/۱	۰/٥	۰/۲۱	٤۱/۰۲
فسفات (mg/L)	۰/۱۷	۰/۰۷	۰/۱٤	۰/۰۳	۲٤/۹۹
کدورت (NTU)	۹/۹۰	۲/٥	۷/۲۷	۲/٤۸	۳٤/۱٥
سختی کل (mg/L)	۷۲۸/۸۰	۱۹٥	۳٥۷/٥۹	۱٥٥/٦۲	٤۳/٥۲
pH	۸/۷٥	۷/۳٥	۷/٦۲	۰/٤٦	٦
$IRWQI_{SC}$	۷٥/٥۹	۳۱/۱٥	٤۷/٦۸	۱٥/۸۷	۳۳/۲۹

در حدود ۶۰ درصد نشان‌دهنده اهمیت این دو پارامتر در محاسبه شاخص $IRWQI_{SC}$ است. این نتایج به خوبی نشان می‌دهند که ورود فاضلاب و فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی باعث کاهش کیفیت آب در پایین‌دست رودخانه شده است. دامنه تغییرات نیترات ۲/۳ تا ۱۰ mg/L است و ضریب تغییرات آن در طول روخانه ۴۵/۲۸ درصد است که کمتر از میزان استاندارد جهانی آب آشامیدنی (۵۰ mg/L) است (۱۳). میزان COD بین ۱۱ تا ۵۳ mg/L در نوسان است و ضریب تغییرات آن در طول رودخانه اندک است. با توجه به اینکه غلظت ۲۰ mg/L COD سطح آلودگی در نظر گرفته شده و هرچه میزان COD بیشتر باشد آلودگی رودخانه نیز بیشتر است می‌توان نتیجه گرفت که آب رودخانه از لحاظ میزان

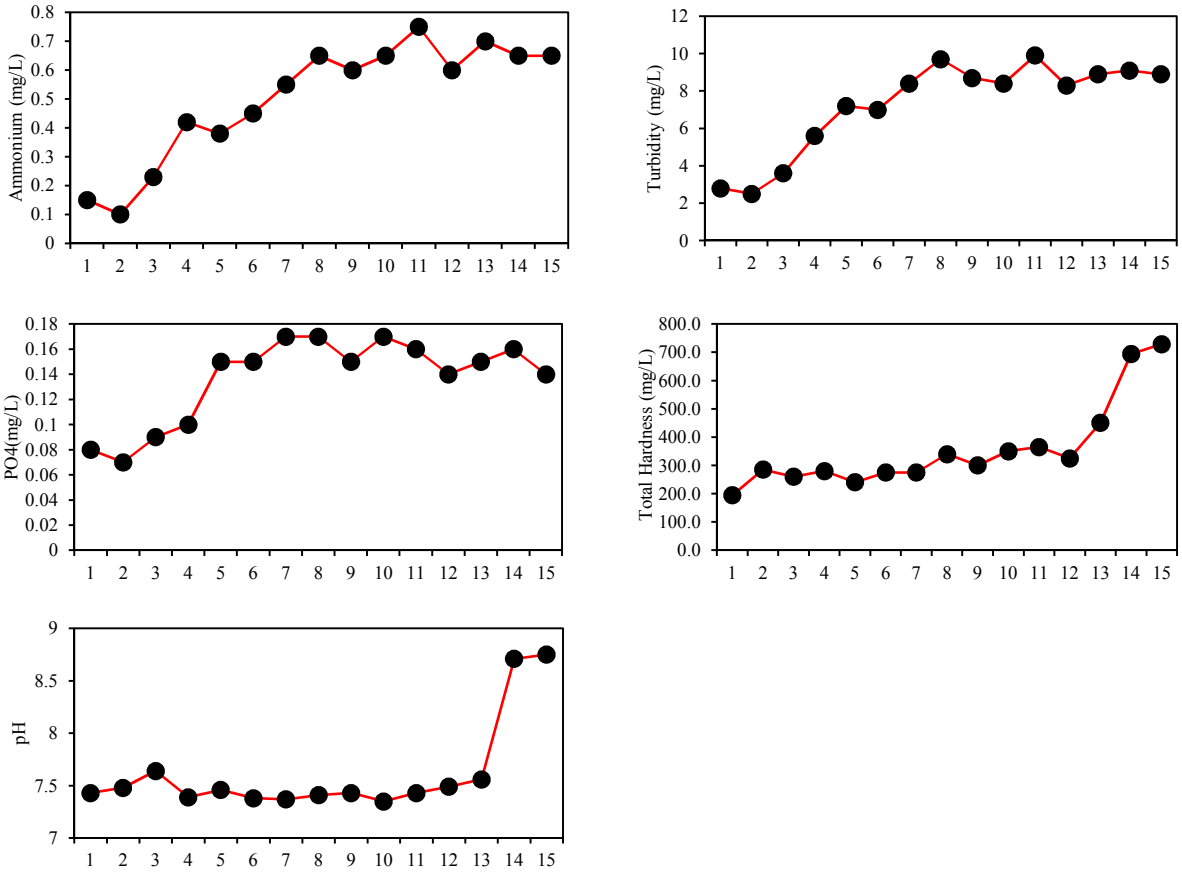
[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-28]

اکسیژن شیمیایی در رده ناسالم و آلوده قرار دارد. میانگین اکسیژن محلول ۷۵/۹۳ درصد است و ضریب تغییرات آن ناچیز بوده که نشان می‌دهد به‌طور کلی میزان اکسیژن محلول در بالادست رودخانه مقادیر بیشتر و به تدریج در طول رودخانه کاهش می‌یابد. کمترین میزان هدایت الکتریکی در بالادست رودخانه و روستای حمزه آباد ثبت شده است با جریان یافتن رودخانه و افزایش مواد محلول، به تدریج میزان EC بیشتر شده و در نمونه‌های ورودی دریاچه ارومیه (نمونه‌های ۱۴ و ۱۵) به حداکثر خود (۱۱۰ و ۱۴۰۰ µmho/cm) می‌رسد. سختی کل نمونه‌ها روند مشابهی با روند هدایت الکتریکی دارد، حداقل میزان سختی مربوط به بالادست رودخانه و بیشترین میزان سختی mg/L ۷۲۸ است که در نمونه‌های ورودی دریاچه ارومیه مشاهده شد. حد مجاز سختی استاندارد جهانی ۲۰۰ و استاندارد ایران mg/L ۵۰۰ است، در نتیجه می‌توان عنوان کرد به غیر از دو نمونه ابتدایی، آب این رودخانه دارای سختی زیادی است. حداقل فسفات (mg/L ۰/۰۷) در بالادست رودخانه و حداکثر آن mg/L ۰/۱۷ در ایستگاه‌های میانه رود (جلوبندی موسی، سد انحرافی و قوم‌قلعه) دیده شد که نشان‌دهنده احتمال افزایش فعالیت‌های کشاورزی در این مقطع از رود و افزایش میزان فسفات آب است. حداقل و حداکثر کدورت آب به ترتیب ۲/۵ و NTU ۹/۹ در نمونه بالادست و پایین‌دست رود مشاهده شد. روند افزایش کدورت در طول رودخانه مشهود است. دامنه تغییرات pH از نمونه ۱ تا ۱۳ در محدوده خنثی قرار دارد، با این حال ۲ نمونه ورودی دریاچه ارومیه دارای حداکثر pH برابر ۸/۷ هستند که به‌دلیل شرایط محیط‌های تبخیری و افزایش شوری خاک و قلیایی بودن خاک‌ها ممکن است دلیل قلیایی بودن این نمونه‌ها باشد (نمودار ۱).



نمودار ۱- روند تغییرات پارامترهای کیفیت آب در ایستگاه‌های مورد مطالعه از بالادست به پایین‌دست رودخانه

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-28]



ادامه نمودار ۱- روند تغییرات پارامترهای کیفیت آب در ایستگاه‌های مورد مطالعه از بالادست به پایین‌دست رودخانه

_ همبستگی بین پارامترهای کیفی آب

برای نمایش شدت و نوع ارتباط بین دو متغیر، از ماتریکس همبستگی استفاده می‌شود. از آنجایی‌که داده‌ها عددی و کمی و دارای توزیع نرمال هستند برای ارتباط بین متغیرها از ضریب همبستگی پیرسون در نرم‌افزار SPSS18 استفاده شد. ضریب همبستگی پیرسون بین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب در جدول ۲ نشان می‌دهد که کلیفرم، BOD، COD، نیترات، آمونیوم و فسفات، کدورت و سختی کل با یکدیگر ارتباط معنی‌دار مثبت در سطح ۹۹ درصد دارند (p<۰/۰۱)، بدین معنی که با افزایش هر کدام از این پارامترها دیگر پارامتر نیز افزایش پیدا می‌کند و فعالیت‌های فیزیکی و شیمیایی این پارامترها با هم ارتباط مستقیم دارند. میزان اکسیژن محلول با کلیفرم، BOD، EC، COD، آمونیوم، فسفات و کدورت همبستگی معنی‌دار منفی در سطح ۹۹ درصد (p<۰/۰۱) و با سختی کل رابطه معنی‌دار منفی در سطح ۹۵ درصد (p<۰/۰۵) دارد. بدیهی است با افزایش میزان کلیفرم و سختی کل و فسفات در آب و افزایش فعالیت‌های بی‌هوازی، میزان اکسیژن محلول کاهش می‌یابد.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-28]

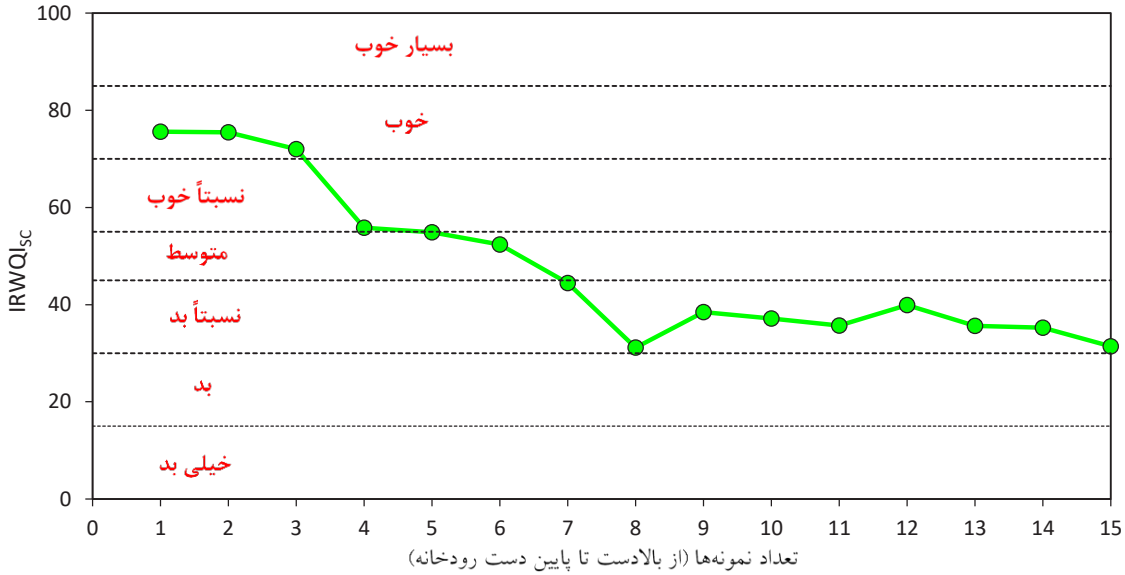
جدول ۲- همبستگی پیرسون بین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب

متغیر	FC	BOD	Nitrate	DO	EC	COD	NH_4	PO_4	Turbidity	TH	pH
FC	۱										
BOD	۰/۸۸**	۱									
Nitrate	۰/۸٤**	۰/۷۸**	۱								
DO	-۰/۸۹**	-۰/۷۹**	-۰/۷۹**	۱							
EC	۰/۷۹**	۰/۸۲**	۰/٦۹**	-۰/۷۷**	۱						
COD	۰/۹٥**	۰/۸۹**	۰/۸۱**	-۰/۹۳**	۰/۷۹**	۱					
NH_4	۰/۹٥**	۰/۸٤**	۰/۸۷**	-۰/۹۰**	۰/۸۰**	۰/۹٤**	۱				
PO_4	۰/۸۷**	۰/۷٥**	۰/٦۲*	-۰/۸٤**	۰/۷۰**	۰/۹۱**	۰/۸۷**	۱			
Turbidity	۰/۹٦**	۰/۸٥**	۰/۸۲**	-۰/۹۰**	۰/۸۱**	۰/۹٦**	۰/۹۷**	۰/۹۳**	۱		
TH	۰/٤۹	۰/٦٥**	۰/٥٥*	-۰/٥۳*	۰/۸٤**	۰/٤۸	۰/٥٥*	۰/۳۳	۰/٥۰	۱	
pH	۰/۲۱	/٤۰	۰/۲٦	-۰/۲٥	۰/٦۸**	۰/۱۹	۰/۲٥	۰/۰۹	۰/۲۳	۰/۹۲**	۱

*همبستگی در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار **همبستگی در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار

کیفیت آب‌های سطحی، همواره توسط عوامل طبیعی و انسانی تحت تأثیر قرار می‌گیرد. پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب منعکس‌کننده کیفیت آب در هر منطقه هستند. یکی از مهمترین شاخص‌های کیفیت آب که در ایران مورد استفاده قرار می‌گیرد شاخص پارامترهای متداول کیفیت منابع آب سطحی ($IRWQI_{SC}$) است که با در نظر گرفتن همه پارامترهای آب، کیفیت آب‌های سطحی را ارزیابی می‌کند. طبق این شاخص (نمودار ۲) نمونه‌های بالادست رودخانه شامل ایستگاه‌های ۱ و ۲ و ۳ در رده خوب، و ایستگاه‌های ۴ و ۵ در رده نسبتا خوب قرار دارند. در میانه رود کیفیت آب باز هم کاهش یافته و در نمونه‌های ۶ و ۷ در رده متوسط و سپس مابقی نمونه‌های پایین‌دست رودخانه در رده نسبتا بد طبقه‌بندی می‌شوند.

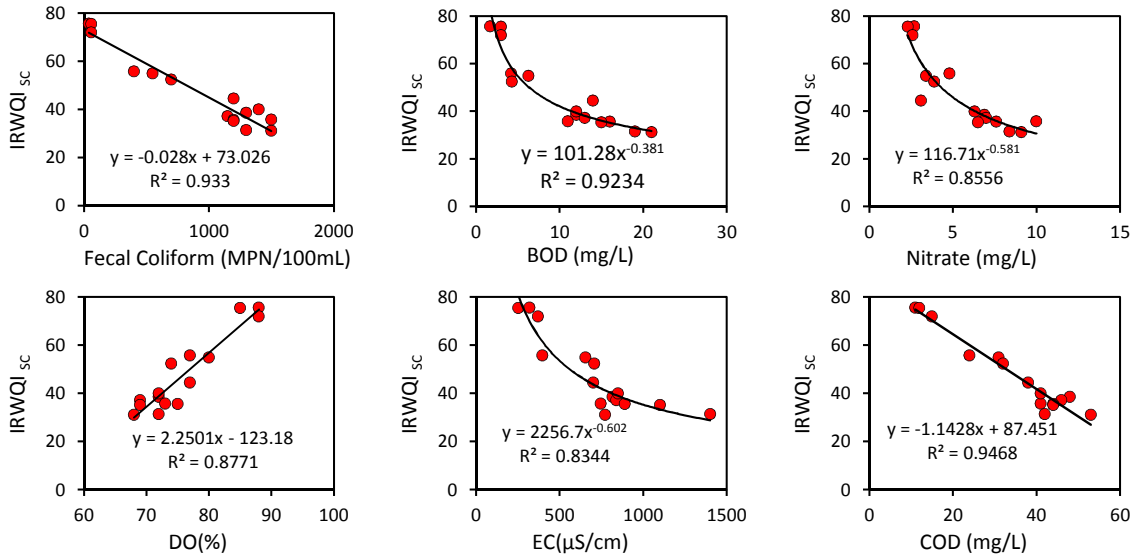
[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-28]



نمودار ۲- شاخص IRWQI$_{SC}$ در ایستگاه‌های نمونه‌برداری طول رودخانه مهاباد

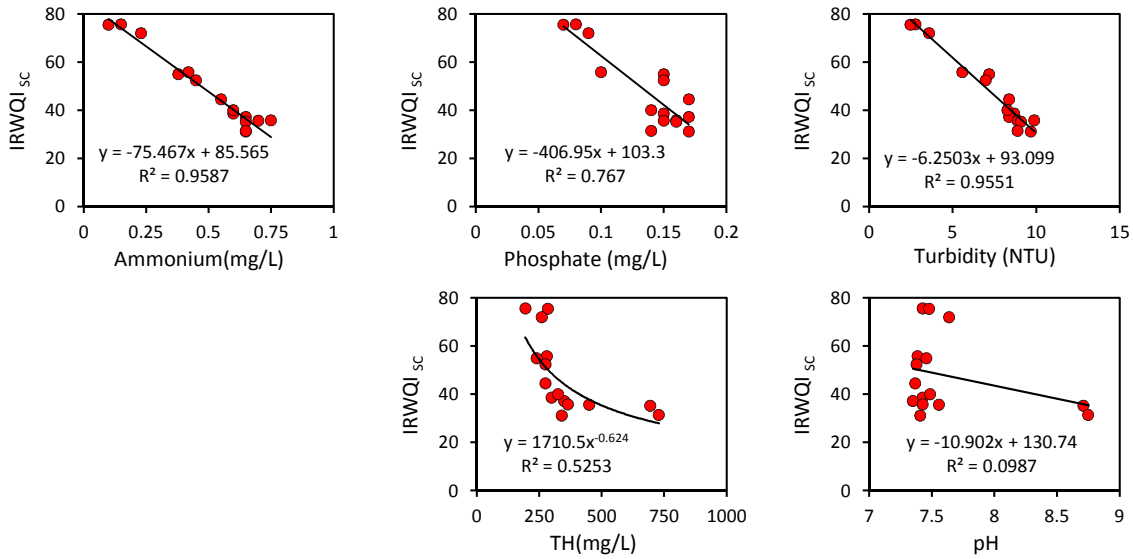
ـ ارتباط بین شاخص IRQWI$_{SC}$ با پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب

شاخص IRWQI$_{SC}$ تلفیقی از ۱۱ پارامتر است و با توجه به وزن هر پارامتر و تغییرات پارامترها در منطقه، اثرگذاری هر یک از این پارامتر در این شاخص متفاوت است. انتظار می‌رود پارامترهایی که تغییرپذیری بیشتری دارند و پارامترهایی که وزن بیشتری دارند بیشترین تأثیر را در محاسبه این شاخص داشته باشند. ضریب تبیین (R^2) اثرگذاری هر پارامتر بر تعیین کیفیت آب است، هر چه ضریب تبیین یک پارامتری به ۱ نزدیک‌تر باشد اثرگذاری آن بیشتر است. با توجه به نمودار ۳ که ارتباط بین هر پارامتر و شاخص IRWQI$_{SC}$ را نشان می‌دهد، آشکار است که کلیفرم مدفوعی، BOD، COD، آمونیوم و کدورت اثرپذیری بیشتری در تعیین شاخص IRWQI$_{SC}$ دارند. همگی این پارامترها همبستگی معنی‌دار مثبت سطح ۹۹ درصد ($p<۰/۰۱$) با هم دارند و ضریب تغییرات آنها در منطقه زیاد است. در مرحله بعد نیترات، فسفات، سختی کل و DO و EC تأثیر مستقیمی در تعیین شاخص IRWQI$_{SC}$ و کیفیت آب دارند.



نمودار ۳- ارتباط بین شاخص IRQWI$_{SC}$ با پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-28]



ادامه نمودار ۳- ارتباط بین شاخص $IRQWI_{SC}$ با پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب

بحث

بررسی پارامترهای مورد مطالعه در تعیین شاخص $IRWQI_{SC}$ نشان داد تمامی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب مانند کلیفرم مدفوعی، نیترات، فسفات، کدورت، آمونیوم، سختی، BOD، COD، EC و pH در طول رودخانه از بالادست به پایین‌دست افزایش یافته‌اند همگی این پارامترهای دارای همبستگی مثبت با همدیگر هستند. محاسبه شاخص پارامترهای کیفی آب‌های سطحی نشان داد نمونه‌های بالادست رودخانه شامل ایستگاه‌های ۱ و ۲ و ۳ در رده خوب، و ایستگاه‌های ۴ و ۵ در رده نسبتا خوب قرار دارند. در میانه رود کیفیت آب باز هم کاهش یافته و در نمونه‌های ۶ و ۷ در رده متوسط و سپس مابقی نمونه‌های پایین دست رودخانه در رده نسبتا بد طبقه‌بندی می‌شوند.

نمودار ارتباط بین هر پارامتر و شاخص $IRWQI_{SC}$ نشان داد که کلیفرم مدفوعی، COD، BOD، آمونیوم و کدورت بیشترین وزن و اثرگذاری را در تعیین این شاخص دارند. همگی این پارامترها همبستگی معنی‌دار مثبت سطح ۹۹ درصد با هم دارند ($p<۰/۰۱$) و ضریب تغییرات آنها در منطقه زیاد است. در مرحله بعد نیترات، فسفات، سختی کل و DO و EC تأثیر مستقیمی در تعیین شاخص $IRWQI_{SC}$ و کیفیت آب داشته‌اند.

هر چند مقایسه وضعیت کیفیت آب در نقاط مختلف و با روش‌های مختلف قابل مقایسه با هم نیستند اما بررسی کیفیت آب رودخانه مهابادچای با نتایج مطالعات که نشان‌دهنده کاهش کیفیت آب در طول رودخانه و با نزدیک شدن به مراکز شهری و روستایی بوده مشابهت دارد (۱۶، ۲۲-۲۵). همچنین، زباله‌های حیوانی مربوط به دامداری منطقه، ورود پساب‌های کشاورزی، ورود فاضلاب‌های خانگی در این رودخانه باعث کاهش کیفیت آب رودخانه شده است، به‌طوری که روستاهای همجوار رودخانه انواع زباله و فاضلاب‌ها را به داخل رودخانه می‌ریزند که با نتایج مطالعات دیگر تطابق دارد (۱۲، ۲۶).

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-28]

نتیجه‌گیری

دلیل قرارگیری کیفیت آب در طبقه متوسط تا نسبتا بد، مقدار نسبتا بالای مواد مغذی به خصوص نیترات و وجود کلیفرم مدفوعی است که ناشی از زه‌آب‌های کشاورزی و کاربرد کودهای شیمیایی و حیوانی، در ایستگاه‌های پایین‌دست است.

با توجه به فعالیت‌های کشاورزی در اطراف رودخانه و استفاده از کودهای گوناگون و سموم آفت کش‌ها، مقدار زیادی مواد آلوده‌کننده وارد رودخانه می‌شود. علاوه بر آن، به‌دلیل عدم وجود سیستم جمع‌آوری فاضلاب و تصفیه‌خانه، فاضلاب روستاهای اطراف نیز به رودخانه می‌ریزند. پیشنهاد تهیه الگوی کشت مناسب و توصیه به استفاده کمتر از کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها، جلوگیری از توسعه فعالیت‌های انسانی فاضلاب‌زا، احداث شبکه جمع‌آوری و تصفیه‌خانه فاضلاب برای روستاهای اطراف، احداث سد رسوب‌گیر بیشتر در مسیر رودخانه و لایروبی سالیانه آنها، از عوامل مهم در بهبود کیفیت آب رودخانه مهابادچای و رسیدن به اهداف توسعه پایدار منابع آب است.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان کلیه نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند.

قدردانی و تشکر

این مقاله بخشی از پایان‌نامه با عنوان "ارزیابی آلودگی فلزات سنگین در رسوبات سطحی رودخانه مهابادچای" در مقطع کارشناسی ارشد در سال ۱۳۹۹ است که با حمایت دانشگاه ارومیه اجرا شده است.

References

1. Eghbali Shamsabad P, Memariani M, Moattar F. Study on the heavy metals (Cr, Cd, Pb,) and organic materials of Sefid-rud river with respect to their geological origin. Journal of Wetland Ecobiology. 2011;2(3):39-55 (in Persian).

2. Atafar Z, Almasi A, Sarkhosh M, Dargahi A. Microbiological quality trend of drinking water in rural areas of Kermanshah during 2004-2013. Journal of Environmental Health Engineering. 2015;3(1):10-19 (in Persian).

3. Aghaee M, Heshmatpour A, G Mahmoodlu M, Seyedian SM. Investigation of water quality of Chehelchay river using $IRWQI_{SC}$ index. Journal of Environmental Science and Technology. 2020;22(5):153-66 (in Persian).

4. Sánchez E, Colmenarejo MF, Vicente J, Rubio A, García MG, Travieso L, 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.

5. Nosrati K, Derafshi K, Gharechahi S, Rahimi K. Assessment of surface water quality of Haraz-Gharesou watershed using with multivariate techniques. Researches in Earth Sciences. 2011;2(5):41-55 (in Persian).

6. Ebrahimpour S, Mohammadzadeh H. Comparing the recreational value of "Sorkheh Hesar" national park and "Geno" Protected area by travel cost method. Environmental Researches. 2014;4(7):137-46 (in Persian).

7. Boyacioglu H, Boyacioglu H. Surface water quality assessment by environmetric methods. Environmental Monitoring and Assessment. 2007;131(1):371-76.

8. Boyacioglu H. Surface water quality assessment using factor analysis. Water SA. 2006;32(3):389-93.

9. Rickwood CJ, Carr GM. Development and sensitivity analysis of a global drinking water quality index. Environmental Monitoring and Assessment. 2009;156(1):73-90.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-28]

10. Khezrsuri J, Asheri EA. Wetland ecosystem of Mahabad city- Comprehensive management program of Urmia Lake (Kani Barazan wetland, Yousefkand wetland). The First Conference on the Protection of Wetlands and Aquatic Ecosystems in Iran; 2014; Hamedan (in Persian).

11. Bayati S, Zamani Ahmadmahmoodi R, Mafi Gholami D. Water Quality Assessment of the Choghakhor Wetland for Heavy Metals Using MI, HPI, HEI, Cd and IRWQIST Indices. Iranian journal of Ecohydrology. 2020;7(4):1021-31 (in Persian).

12. Evaluation of Gorganrood river water quality based on surface water quality indicators in Gonbad Kavous. 2020;13(1):33-48 (in Persian).

13. Soleimani Babadi F, Sabz Alipour S. The study of water quality in naseri watland by using of IRWQI and NSFWQI indexes. Journal of Wetland Ecobiology. 2020;12(3):71-86.

14. Ranjbar F, Jafaryan H, Gholizadeh M, Harsij M. Effect of Salmon farming on river water quality (Case study of Mohammadabad Katoul River) using $IRWQI_{SC}$ index. Journal of Research in Environmental Health. 2020;6(1):83-95.

15. Tabibian S, Aazami J, Maghsodloo H, Zamani A, Mira SS. Evaluation of sandstone and aquaculture industries on water quality (Case study: Mohammad Abad River, Gorgan). Journal of Aquaculture Development, 2020;14(2):67-82 (in Persian).

16. Sadeghi M, Bay A, Bay N, Soflaie N, Mehdinejad MH, Mallah M. The survey of Zarin-Gol River water quality in Golestan Province using NSF-WQI and $IRWQI_{SC}$. Health in the Field. 2016;3(3):27-33 (in Persian).

17. Aminpour S, Mohammadi M, Khaledian M, Mir Roshandel A. Water quality assessment of the Ghazrodbar River using the NSFWQI qualitative index and Liou Pollution Index. Journal of Wetland Ecobiology. 2017;22:31-40 (in Persian).

18. Chen Z, Chen L, Chen C, Huang Q, Wu L, Zhang W. Organotin contamination in sediments and aquatic organisms from the Yangtze Estuary and adjacent marine environments. Environmental Engineering Science. 2017;34(4):227-35.

19. Jespersgaard C, Fang M, Bertelsen M, Dang X, Jensen H, Chen Y, et al. Molecular genetic analysis using targeted NGS analysis of 677 individuals with retinal dystrophy. Scientific Reports. 2019;9(1):1-7.

20. Hashemi SH, Nasrabadi T, Ramezani S, Khoshrou Gh. Guide to Iran Water Quality Index for Surface Water Resources-Conventional Parameters Research Project. Tehran: Institute of Environmental Science, Shahid Beheshti University; 2012 (in Persian).

21. Department of Environment. Guide for calculating the quality index of Iran's water resources. Tehran: Department of Environment; 2016 [cited 2021 Jun 15]. Available from: https://wsm.doe.ir/portal/file/?696074/.

22. Shirzadnia J, Fathabady A, Akbari R. Role of sub-basins in water quality of Chehelchay River. Environment and Water Engineering. 2018;3(4):378-89 (in Persian).

23. Aminpour Shiani S, Mohammadi M, Khaledin MR, Mir Roshandel AA. Water quality evaluation of Gazroudbar River using NSFWQI and Liou indices. Wetland Ecobiology. 2016;8(1):63-74 (in Persian).

24. Alizadeh M, Mirzaei R, Kia SH. Determining the spatial trend of water quality indices across Kan and Karaj river basins. Journal of Environmental Health Enginering. 2017;4(3):256-43 (in Persian).

25. Zare GA, Sadoddin A, Sheikh VB, Salman MA. Long-term-trend-analysis-of-water-quality-variables-for-the-Chehelchay-River--Golestan-province. Iranian Water Research Journal. 2012;6(10):155-66 (in Persian).

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-28]

26. Kkhalili R, Parvinnia M, Zali A. 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. 2020;6(3):273-83 (in Persian).

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-28]

Available online: https://ijhe.tums.ac.ir

Orginal Article

Analytical assessment of Mahabadchai river water quality using Iran water quality index

Reza Kheiri Soltan Ahmadi[1], Habib Nazarnejad[1,*], Farrokh Asadzadeh[2]

1- Department of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, Iran
2- Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

ARTICLE INFORMATION:

Received: 17 October 2021
Revised: 05 January 2022
Accepted: 09 January 2022
Published: 12 March 2022

Keywords: Pollution, Mahabadchai river, Water quality index, Fecal coliform

***Corresponding Author:**
h.nazarnejad@urmia.ac.ir

ABSTRACT

Background and Objective: With the industrialization of communities, population increase and use of surface water, river pollution has been increased by agricultural, industrial pollutants and urban wastewater. Therefore, investigation of river pollution for regional and environmental planning is of great importance. To evaluate surface water pollution, a number of surface water quality indices have been investigated.

Materials and Methods: Iran water quality index for surface water resources ($IRWQI_{SC}$) approach was used to evaluate the water quality of the Mahabadchai river, Iran. Sampling was carried out along the Mahabadchai river based on some criteria such as approximately to drainage areas for landfills/domestic and agricultural effluents.

Results: Pearson correlation coefficient between physical, chemical and microbial parameters of water showed that fecal coliform, BOD, COD, nitrate, ammonium, phosphate, turbidity and total hardness had a significant positive relationship with each other at 99% confidence. According to this index, upstream samples of the river are classified as good, mid-stations relatively good to moderate category, and downstream samples of the river are classified as relatively bad.

Conclusion: Based on the relationship between each variable, fecal coliform, BOD, COD, ammonium, and turbidity were more effective in determining the $IRWQI_{SC}$. Most of the examined variables showed low concentrations in upstream areas of the river while their concentration gradually increased along the river to downstream areas, especially close to urban and industrial districts.

Please cite this article as: Kheiri Soltan Ahmadi R, Nazarnejad H, Asadzadeh F. Analytical assessment of Mahabadchai river water quality using Iran water quality index. Iranian Journal of Health and Environment. 2022;14(4):629-42.

Copyright © 2022 Iranian Association of Environmental Health, and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Noncommercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-28]