ارزیابی کیفیت آب رودخانه چالوس بر اساس شاخص‌های کیفی IRWQIsc و NSFWQI

مجتبی دادخواه تهرانی[۱]، سهیل کریمی درمیان[۱]، علی مریدی[۲*]، رضا خلیلی[۳]

۱ – دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی عمران، دانشکده عمران و محیطزیست، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

۲*– استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشکده عمران و محیطزیست، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

۳ – دانشجوی دکتری، گروه مهندسی عمران، دانشکده عمران و محیطزیست، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

*نویسنده مسئول: a_moridi@sbu.ac.ir

تاریخ دریافت : ۱۴۰۱/۱۲/۰۱ تاریخ پذیرش : ۱۴۰۲/۰۱/۱۲

چکیده:

آلودگی رودخانه‌ها یکی از مباحث مهم مرتبط با محیطزیست می‌باشد که می‌تواند به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر سلامت افراد، جانوران و گیاهان تغذیه‌کننده از آن، تأثیرگذار باشد. در این مطالعه جهت بررسی کیفیت آب رودخانه چالوس ابتدا بازدید میدانی صورت گرفت و ۳ ایستگاه نمونه‌برداری در بالادست، میان دست و پایین‌دست انتخاب و پارامترهای کیفی آب (دما، PH ، هدایت الکتریکی، مواد جامد محلول، جامدات معلق، کدورت و شوری)، اکسیژن‌رسانی (اکسیژن محلول، BOD و COD)، مواد مغذی ($N\text{-}NH_3$، $N\text{-}NO_3$ و $P\text{-}PO_4$) و کلی فرم مدفوعی، با استفاده شاخص‌های NSFWQI و $IRWQI_{SC}$ موردبررسی و مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد شرایط کیفی آب در بالادست (ST1) به علت عدم وجود مداخلات انسانی از کیفیت قابل قبولی بر اساس شاخص‌های NSFWQI و $IRWQI_{SC}$ برخورد بوده است. ولی هر در طول رودخانه بعد از ایستگاه بالادست (ST1) در اثر فعالیت‌های انسانی نظیر جاده‌سازی در حاشیه رودخانه، ورود پساب کشاورزی ، فاضلاب‌های شهری و صنعتی ، پرورش دام و طیور و مزارع پرورش ماهی کیفیت آب رودخانه به‌شدت کاهش‌یافته است به‌طوری‌که در میان دست (ST2) در رده کیفی متوسط و پایین‌دست (ST3) در رده کیفی بد قرار گرفت است.

کلمات کلیدی:

"کیفیت آب رودخانه"،"ارزیابی کیفی"،"رودخانه چالوس"،"شاخص کیفیت آب سطحی ایران"،"کیفیت آب بنیاد ملی بهداشت"

- **مقدمه**

از دیرباز یکی از محل‌های تأمین آب موردنیاز برای مصارف کشاورزی، صنعتی و شرب رودخانه‌ها بوده است. امروزه به دلیل افزایش جمعیت، صنعتی شدن جوامع، باعث ایجاد پدیده تغییرات اقلیمی و به‌واسطه آن باعث کاهش نزولات جوی و پایین آمدن سطح آب‌های زیرزمینی شده است که این دلایل فشار بر روی منابع آب سطحی را افزایش داده است(De Baat et al., 2020). این فشار باعث افت کیفیت آب رودخانه‌ها و دیگر منابع آب سطحی، به دلیل ورود فاضلاب‌های صنعتی، کشاورزی، پساب تصفیه‌خانه‌ها، تخلیه پسماند و مواد زائد در محل آبخوان‌ها شده که باعث افزایش نگرانی در رابطه باکیفیت آب رودخانه‌ها و منابع آب سطحی و تأثیر آن بر اکوسیستم شده است. ازاین‌رو بررسی کیفیت منابع آب سطحی بخصوص رودخانه‌ها از جهات مختلف فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی حائز اهمیت بسیار زیادی می‌باشد (Wu et al., 2018).شاخص کیفیت آب معیاری برای بر اساسه بندی آب سطحی بر مبنای استفاده از پارامترهای استاندارد و در واقع ابزاری ریاضی است که تعداد زیادی از دادههای مورد استفاده برای توصیف ویژگیهای آب را به یک عدد تبدیل کرده و سطح کیفیت آب را بدست می دهد. تعیین شاخص کیفیت آب نیازمند یک گام نرمالسازی است که در آن هر پارامتر در مقیاس صفر تا ۱۰۰ تغییر شکل یافته به نحوی که عدد صفر بدترین کیفیت و عدد ۱۰۰ حداکثر کیفیت را نشان میدهد (Cristable et al., 2020).در سال های اخیر مطالعات زیادی با استفاده از شاخص های کیفیت آب انجام شد. شکوهی و همکاران در سال ۱۳۹۹ با استفاده از $IRWQI_{SC}$، NSFWQI برای رودخانه‌های حوضه‌های پنج‌گانه استان خوزستان انجام‌شده و بر اساس شاخص NSFWQI کیفیت رودخانه‌های استان خوزستان در حالت متوسط هستند و به‌جز نقاطی بر روی رودخانه کارون مشکل خاصی وجود ندارد، شاخص IRWQIsc وضعیت کیفیت آب‌های سطحی در سطح استان خوزستان را متوسط تا بد ارزیابی کرده است (Shokoohi & Bahmani, 2021). در مطالعه‌ای دیگر پرستار وهمکاران در سال ۱۳۹۲ با استفاده از NSFWQI کیفیت آب رودخانه هیروچایی خلخال را مورد ارزیابی قرار داده‌اند و بر اساس تجزیه‌وتحلیل‌هایی که بر اساس شاخص NSFWQI انجام‌گرفته کیفیت آب رودخانه در بالادست به دلیل عدم ورود منابع آلاینده خوب گزارش‌شده اما به‌تدریج با تخلیه فاضلاب‌های دو شهر خلخال و گیوی به رودخانه کیفیت آب به متوسط تنزل پیدا می‌کند همچنین بررسی‌های دیگر آن‌ها نشان‌دهنده این است که آب تمامی ایستگاه‌ها ازلحاظ خطر سدیم در بر اساسه کم‌خطر و ازلحاظ خطر شوری در بر اساسه متوسط قرار می‌گیرند و می‌توان از آن برای آبیاری استفاده کرد(Parastar et al., 2013). همچنین خلیلی و همکاران در سال ۱۴۰۰ به بررسی کیفیت آب رودخانه چالوس با استفاده از شاخص کیفیتی آب پرداختند آن‌ها در دو دوره از ۳ ایستگاه در طول رودخانه نمونه‌برداری کردند. نتایج نشان داد که کیفیت آب رودخانه چالوس از ایستگاه ST1 به سمت پایین‌دست به دلیل افزایش فعالیت‌های انسانی، جاده‌سازی در حاشیه بستر رودخانه، ورود پساب از زمین‌های کشاورزی و فاضلاب خانگی و تخلیه فاضلاب مزارع پرورش دام در رودخانه کاهش‌یافته است(Khalili et al., 2021).

با توجه به اینکه رودخانه چالوس در منطقه حفاظت‌شده واقع‌شده است بررسی کیفیت آب این رودخانه که یکی از مهم‌ترین منابع برای تأمین آب، آبیاری و پرورش آبزیان و همچنین فعالیت‌های مختلف تفریحی

بوده بسیار مهم است. به همین منظور از شاخص‌های $IRWQI_{SC}$و NSFWQI برای بررسی میزان اثرگذاری آلاینده‌ها و میزان سلامت آب رودخانه چالوس استفاده‌شده است تا بتوانیم نتایج حاصل از روش‌های مختلف را با یکدیگر مقایسه کنیم.

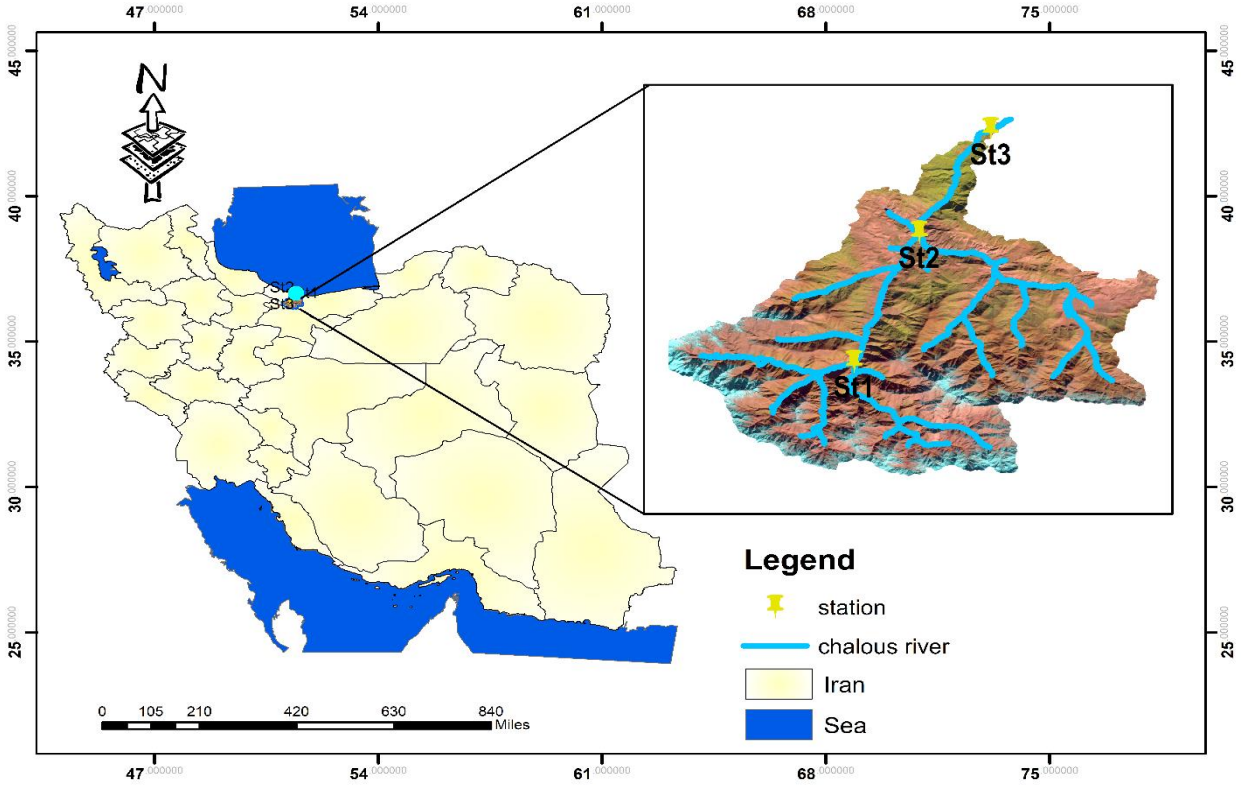
- **مواد و روش‌ها**

۲-۱-موقعیت منطقه موردمطالعه

رودخانه چالوس در غرب استان مازندران قرار دارد که از دامنه شمالی ارتفاعات کندوان و طالقان سرچشمه گرفته و پس از طی حدود ۸۵ کیلومتر در کنار چالوس در نزدیکی ده فرج‌آباد به دریای خزر می‌ریزد. این رودخانه با دوشاخه اصلی زانوس و میخ‌ساز و شاخه‌های فرعی خود، دارای یک حوضه آبریز ۱۵۵۰ کیلومترمربعی است. مسیر این رود کوهستانی بوده و بستر رود باریک و جریان آن تند و سیلابی است. میانگین آبدهی آن در ایستگاه اندازه‌گیری واقع در پل زغال، سالی ۴۳۰ میلیون مترمکعب اندازه‌گیری شده است. نام‌های دیگر آن رود کجور (در دشت نظیر) و نکارود در (در مرزن آباد) است. برای ارزیابی کیفیت آب این رودخانه از اطلاعات جمع‌آوری‌شده در سه ایستگاهی که در مسیر این رودخانه قرار دارد، استفاده‌شده است. موقعیت مکانی این ایستگاه‌ها در شکل ۱ نشان داده‌شده است همچنین مختصات جغرافیایی این نقاط در جدول ۱ قابل‌رؤیت است. ایستگاه (ST1) در بالادست رودخانه، به دلیل فعالیت کم انسان‌ها واقع‌شده است. ایستگاه (ST2) با زمین‌های کشاورزی بیشتر و مناطق مسکونی کمتر در قسمت میانی رودخانه و شهر مرزن آباد می‌باشد. در آخر ایستگاه (ST3) در قسمت پایانی رودخانه و در شهر چالوس که دارای مناطق مسکونی بیشتری نسبت مرزن‌آباد می‌باشد، قرار دارد.

جدول ۱- مختصات ایستگاه‌ها

ایستگاه	طول جغرافیا	عرض جغرافیا	ارتفاع (متر)
ST1	۵۱ ۱۴ ۴۸	۳۶ ۱۹ ۰۰	۸۹۰
ST2	۵۲ ۱۸ ۲۴	۳۶ ۲۷ ۲۶	۴۴۷
ST3	۵۱ ۲۴ ۴۳	۳۶ ۳۸ ۵۳	۳۸



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه

۲-۲ شاخص‌های کیفیت آب

شاخص‌های کیفی آب ابزاری ریاضی هستند که تعدادی زیادی از داده های کیفی آب را به یک عدد نشانگر میزان کیفیت آب تبدیل می‌کنند تا وضعیت کیفی آب را بیان کنند. در محاسبه این شاخص‌ها دو عامل، وزن پارامترها و کیفیت آن‌ها نقش دارند. شاخص‌های کیفیت آب موجود در این مطالعه، $IRWQI_{SC}$ شاخص کیفیت آب ایران و NSFWQI شاخص کیفی بنیاد ملی بهداشت می‌باشند. برای استفاده از شاخص‌های کیفیت آب $IRWQI_{SC}$ و NSFWQI در ابتدا باید شاخص پارامترهای کیفی آب را بر اساس منحنی‌های رتبه‌بندی به دست آوریم(Al-Sudani et al., 2022).

۲-۲-۱ شاخص کیفیت آب $IRWQI_{SC}$

شاخص $IRWQI_{SC}$ در سال ۹۱ توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران تعریف‌شده است. این شاخص با استفاده از یک رابطه ریاضی و داده‌های کیفیت آب می‌تواند میزان کیفیت آب را مشخص سازد(Shokoohi & Bahmani, 2021). $IRWQI_{SC}$ بر اساس شاخص‌های NSFWQI و BCWQI است و پارامترهای مشترک این شاخص با شاخص NSFWQI عبارت‌اند از: نیترات،

فسفات، کدورت، اکسیژن محلول، BOD، pH و کلی فرم مدفوعی. این شاخص در کل شامل ۱۱ پارامتر می‌باشد که علاوه بر موارد قبلی اکسیژن موردنیاز شیمیایی، سختی کل، هدایت الکتریکی و آمونیوم را هم دارا می‌باشد ولی در عوض از پارامترهای تغییرات درجه حرارت و کل جامدات محلول استفاده‌نشده است. در این شاخص از وزن مشخصی برای هر پارامتر استفاده خواهد شد که وزن هر پارامتر در جدول ۲ نمایش داده‌شده است. برای مشخص شدن مقدار شاخص در هر پارامتر نمودارهای مخصوص به آن پارامتر موجود می‌باشد. علت این کار هم مقیاس سازی پارامترها می‌باشد هر پارامتر بر اساس مقدار کیفی آن بین ۱ تا ۱۰۰ بر اساس منحنی‌های مربوطه رتبه‌بندی می‌شود (۱ بدترین و ۱۰۰ بهترین کیفیت) سپس از میانگین هندسی رتبه پارامترها بر اساس وزن داده‌شده به هر پارامتر شاخص کیفیت آب مشخص می‌شود. این شاخص به‌گونه‌ای طراحی‌شده است که حتی اگر تعداد پارامترهای اندازه گیری شده کمتر از ۱۱ باشند بازهم قابل استناد می‌باشد ولی بهتر است حداقل ۶ پارامتر اندازه‌گیری شود.

جدول ۲- وزن مربوط به هر پارامتر

پارامتر	وزن	توضیحات
کلی فرم مدفوعی	۰,۱۴۰	برحسب MPN/100mg
BOD_5	۰,۱۷۷	برحسب میلی‌گرم بر لیتر
نیترات	۰,۱۰۸	برحسب میلی‌گرم بر لیتر
اکسیژن محلول	۰,۰۹۷	برحسب درصد اشباع
هدایت الکتریکی	۰,۰۹۶	برحسب میکروزمنس بر سانتی‌متر
COD	۰,۰۹۳	برحسب میلی‌گرم بر لیتر
آمونیم	۰,۰۹۰	مجموع آمونیم
فسفات	۰,۰۸۷	برحسب میلی‌گرم بر لیتر
کدورت	۰,۰۶۲	برحسب NTU
سختی کل	۰,۰۵۹	برحسب میلی‌گرم بر لیتر کربنات کلسیم
PH	۰,۰۵۱	-

برای تعین شاخص کیفی آب از رابطه‌ی زیر استفاده می‌کنیم:

$$IRWQI_{SC} = \left[\prod_{i=1}^{n} I_i^{W_i}\right]^{\frac{1}{\gamma}} \quad (۱)$$

که در آن:

$$\gamma = \sum_{i=1}^{n} W_i \quad (۲)$$

W_i وزن هر پارامتر، n تعداد پارامترها، I_i مقدار شاخص برای پارامتر i از منحنی مربوطه. بر اساس عدد به‌دست‌آمده در شاخص بالا و همچنین جدول زیر کیفیت آب رودخانه تعین خواهد شد.

جدول ۳ – کیفیت آب بر اساس شاخص IRWQIsc

مقدار شاخص	معادل کیفی
کمتر از ۱۵	خیلی بد
۱۵ تا ۲۹,۹	بد
۳۰ تا ۴۴,۹	نسبتاً بد
۴۵ تا ۵۴,۹	متوسط
۵۵ تا ۶۹,۹	نسبتاً خوب
۷۰ تا ۸۴,۹	خوب
بیشتر از ۸۵	خیلی خوب

۲-۲-۲ شاخص کیفی NSFWQI

سازمان جهانی بهداشت در دهه ۸۰ میلادی گروهی از محققین با ملیت های مختلف را جمع کرد تا روی ۳۵ پارامتر تأثیرگذار بر کیفیت آزمایش‌هایی انجام دهند. پس از انجام آزمایش‌ها ۹ پارامتر به‌عنوان پارامترهای اساسی معرفی گردید. این روش شامل ۴ پارامتر اساسی آلودگی مثل غلظت اکسیژن محلول و BOD5، کلی فرم مدفوعی (E.coli) و درجه حرارت (برحسب درجه سانتی‌گراد) و ۵ پارامتر مهم کیفیت مثل pH ، غلظت فسفات و نیترات، کدورت و کل ذرات معلق که این پارامترها بر اساس درجه اهمیت آن‌ها در تعین کیفیت اکولوژیکی آب وزن دهی شده و شاخص مشخص خواهد شد(Al-Saffawi et al., 2022; Egbueri et al., 2022).

جدول ٤ – وزن مربوط به هر پارامتر(Matta et al., 2020)

پارامتر	وزن اختصاص داده‌شده	توضیحات
اکسیژن محلول	۰,۱۷	درصد اشباع
دما	۰,۱	سانتی‌گراد
کلی فرم مدفوعی	۰,۱۶	MPN/100mg
کدورت	۰,۰۸	NTU
فسفر	۰,۱	mg/lit
نیتروژن	۰,۱	mg/lit
ذرات محلول	۰,۰۷	mg/lit
pH	۰,۱۱	-
BOD_5	۰,۱۱	mg/lit

برای محاسبه این شاخص از فرمول زیر استفاده می‌کنیم:

$$NSFWQI = \sum_{i=1}^{n} I_i W_i \quad (۳)$$

I: مقدار پارامترهای کیفی،W : وزن هر پارامتر. بر اساس معیار تعین شده در بالا و مقدار عددی محاسبه‌شده می‌توان وضعیت کیفی رودخانه را تعین کرد.

جدول ۵ – کیفیت آب بر اساس NSFWQI

مقادیر عددی	وضعیت کیفی
۰–۲۵	خیلی بد
۲۵–۵۰	بد
۵۰–۷۰	متوسط
۷۰–۹۰	خوب
۹۰–۱۰۰	عالی

۳- نتایج و بحث ارزیابی

۳-۱- کیفیت آب با استفاده شاخص‌های NSFWQIو $IRWQI_{SC}$

بر اساسه‌بندی کیفیت آب با مقایسه مقادیر اندازه‌گیری شده در هر فصل در طول یک سال آبی (مهر تا شهریور) با استانداردهای تنظیم کیفیت آب ایران ($IRWQI_{SC}$) و شاخص کیفی آب سازمان بهداشت ملی آمریکا(NSFWQI) ارزیابی شد. کمترین دما در آب رودخانه چالوس در سایت ST3 در پایین‌دست رودخانه در فصل زمستان ثبت‌شده است همچنین حداکثر دما نیز در فصل تابستان در ایستگاه ST3 ثبت‌شده است. pH یکی از عوامل مهم تأثیرگذار بر کیفیت آب رودخانه است. دامنه مطلوب pH بر اساس استاندارد کیفیت ایران برابر ۶/۵–۹ است، این دامنه در نمونه‌های برداشت‌شده از رودخانه چالوس در حدود ۷–۸ متغیر بوده است و میزان pH آسیبی به کیفیت آب وارد نمی‌کند. اکسیژن محلول (DO) یک عامل محدودکننده مهم در زندگی آبزیان است و معیار مهمی برای پایداری اکولوژیکی است میزان DO بسته به غلظت نمک‌های محلول در آب و اقدامات بیولوژیکی موجود در آب و دمای آب متفاوت است. بر اساس جدول 5مقادیر DO بین ۳–۱۱ میلی‌گرم در لیتر متغیر بوده که این مقدار بر اساس استاندارد باید بیشتر از ۵ میلی‌گرم بر لیتر باشد همچنین این دامنه تغییرات گسترده بدین مفهوم است که مواد آلی موجود در آب در پایین‌دست افزایش زیادی داشته است که باعث کاهش زیاد اکسیژن محلول شده است همچنین BOD نیز به‌عنوان یکی از مهم‌ترین شاخص‌های آلودگی الی اندازه‌گیری شده است که بر اساس جدول ۵ حداکثر مقدار BOD در ایستگاه ST3 برداشت‌شده است که از مقدار استاندارد ۶ میلی‌گرم بر لیتر بیشتر است. یکی از عوامل مهم تأثیرگذار در کیفیت آب رودخانه مقدار کلی فرم مدفوعی می‌باشد که با توجه به افزایش چشمگیر این پارامتر در ایستگاه سوم که بعد از عبور از شهر قرارگرفته است نشان‌می‌دهد که فاضلاب شهری تخلیه‌شده به رودخانه در سطح قابل قبولی نبوده و باعث کاهش و افت چشم‌گیر کیفیت آب‌شده است. همچنین با توجه به جدول 6 می‌توان دریافت که افزایش مواد معدنی مثل نیتروژن (در شکل‌های مختلف) و فسفر باعث ایجاد پدیده تغذیه گرایی گردیده است و این امر نتیجه ورود پساب کشاورزی و کودهای حاوی این مواد به آب می‌باشد. مقدار TDSاندازه‌گیری شده در فصول مختلف بر اساس جدول ۵ در حدود استاندارد آیین‌نامه کیفیت آب ایران قرار دارد و کیفیت آب ازنظر مواد جامد محلول در آب دچار مشکل نیست و از این نظر از کیفیت مناسبی برخورداراست. کدورت نتیجه وجود ذرات معلق در آب می‌باشد که از انتقال نور در آب جلوگیری می‌کنند کمترین کدورت در ایستگاه ST1 برداشت‌شده و بیشترین این میزان در ایستگاه ST3 برداشت‌شده. بر بر اساس آیین‌نامه استاندار میزان کدورت برابر ۵ می‌باشد و عدول مقدار کدورت از این میزان می‌تواند حاصل از فعالیت‌های انسانی نظر استخراج شن و ماسه رودخانه‌ای باشد. TSS که نشان‌دهنده میزان مواد جامد معلق در آب است با کدورت رابطه مستقیم دارد که کمترین مقدار در ایستگاه ST1 برداشت‌شده و بیشترین این میزان در ایستگاه ST3برداشت‌شده.

جدول 6– مقادیر پارامترهای اندازه‌گیری شده در فصول مختلف هر ایستگاه

پارامتر	واحد	بهار			تابستان			پاییز			زمستان		
		ST1	ST2	ST3	ST1	ST2	ST3	ST1	ST2	ST3	ST1	ST2	ST3
PH	-	7.2	7.81	8.1	7.3	7.65	8.2	7.1	7.61	8.3	7.04	7.73	8.2
TSS	mg/L	29	34	42	46	64	78	19	28	71	19	27	188
TDS	mg/L	20	223	350	25	260	264	24	257	294	28	314	407
EC	s/cmμ	29	560	952	36	624	1254	38	396	984	42	476	1212
TUR	NTU	41	56	67	65	76	97	23	37	98	23	30	581
BOD	mg/L	2	10	16	3	11	18	1	7	12	1	3	10
COD	mg/L	3	19	29	6	20	35	2	13	24	2	5	21

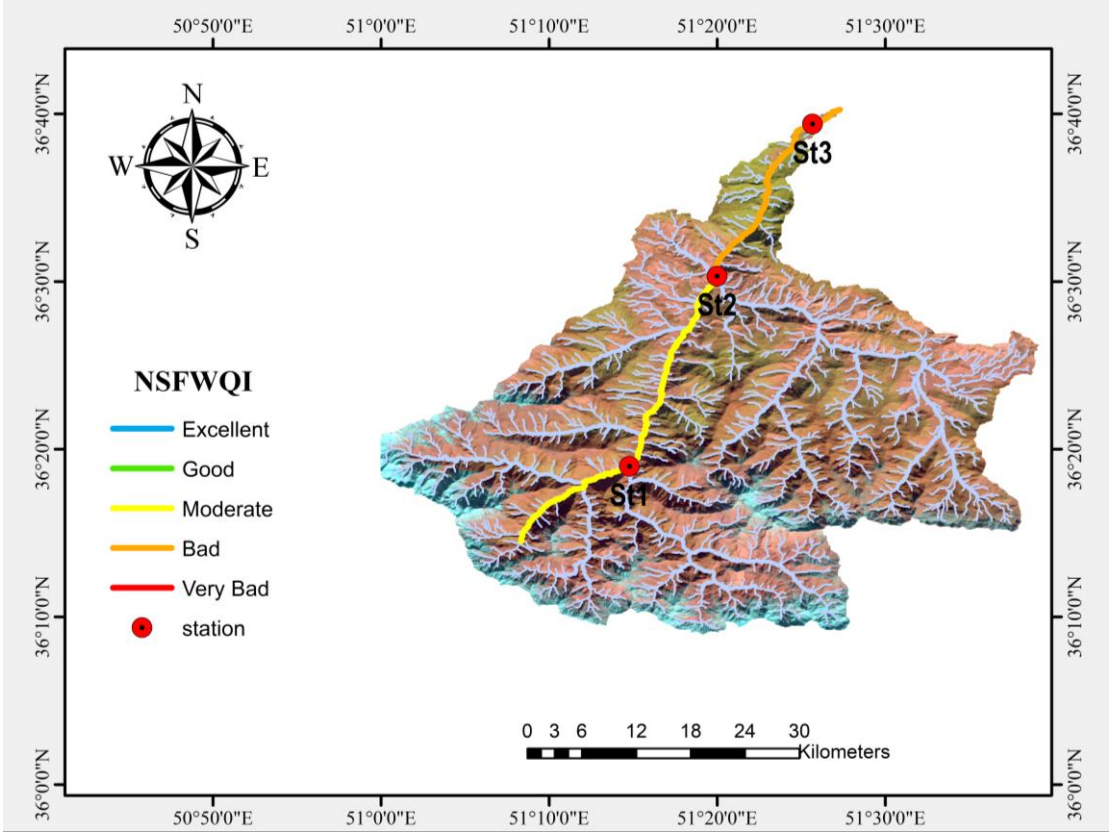
5.5	7.86	11	3.8	7.86	10.8	4.1	7.84	10.2	3.6	7.19	10.5	mg/L	DO
10	10	6	18	15	13	23	21	16	16	15	15	^{0}C	T
2400	520	93	1800	450	23	2710	712	23	2400	430	23	MPN/100mg	CF
1.50	0.76	0.61	0.55	0.39	0.41	0.9	0.73	0.41	0.55	0.47	0.38	mg/L	NO_3
0.9	0.7	0.04	0. 6	0.21	0.08	1.1	0.9	0.1	0.9	0.7	0.04	mg/L	NH_4
0.05	0.05	0.03	0.09	0.03	0.03	0.09	0.07	0.04	0.08	0.06	0.03	mg/L	PO_4

۳-۲ ارزیابی کیفیت آب با شاخص‌های NSFWQI و IRWQIsc

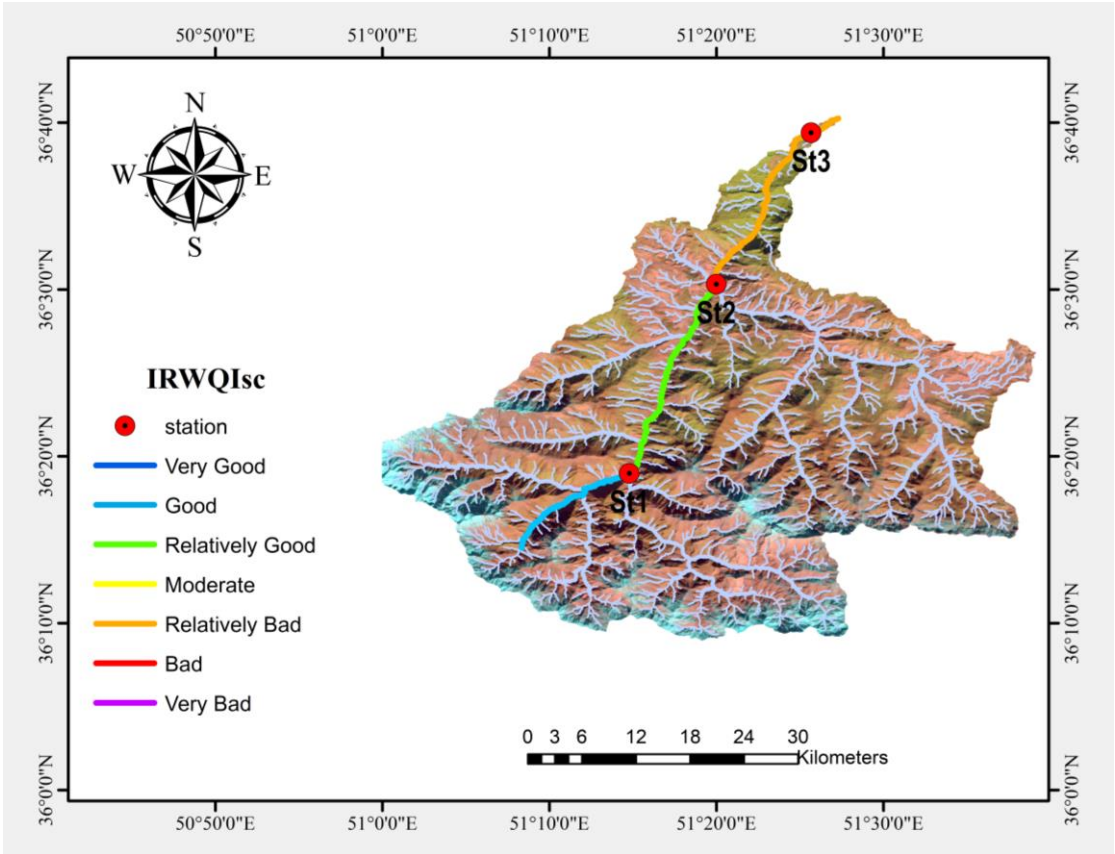
برای ارزیابی مقادیر به‌دست‌آمده حاصل از نمونه‌گیری در این مطالعه از دو شاخص $IRWQI_{SC}$ و NSWQI استفاده‌شده است و نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که بر بر اساس شاخص استاندارد کیفیت آب ایران (جدول۶) در ایستگاه ST1 کیفیت آب در رده کیفی خوب و نسبتا خوب و در ایستگاه ST2 در رده کیفی متوسط قرار دارد. همچنین کیفیت آب در ST3 نسبتاً بد گزارش شد. ایستگاه ST1 یک با میانگین امتیاز ۷۵،۶۸ مناسب برای آشامیدن است اما ازآنجایی‌که میزان کلی فرم کل ایستگاه بالا می‌باشد باید عمل تصفیه ساده قرار گیرد. دو ایستگاه ST2 و ST3 با میانگین امتیاز ۵۶،۴۸ و ۴۰،۸۵ برای آشامیدن مناسب نمی‌باشند. اما نتایج حاصل از ارزیابی با استفاده از شاخص NSFQWI بر اساس جدول ۶ کیفیت آب ایستگاه ST2 و ST1 را متوسط و کیفیت آب ایستگاه ST3 را بد نشان می‌دهد. برای بررسی بهتر، دو شاخص $IRWQI_{SC}$ و NSFWQI شکل های ۲ و ۳ تهیه‌شده‌اند تا تفاوت میان امتیازات این دو شاخص مشخص شود. بر اساس این تصاویر به سخت‌گیرانه‌تر بودن شاخص NSFWQI نسبت به $IRWQI_{SC}$ پی می‌بریم که یکی از دلایل آن تفاوت وزن دهی به پارامترهای مختلف در هر معیار می‌باشد به‌طور مثال در شاخص $IRWQI_{SC}$ بیشترین مقدار وزن دهی برای BOD_5 بوده است در صورتی وزن این پارامتر در NSFWQI کمتر است و در این شاخص توجه بیشتری نسبت به pH در مقایسه با شاخص قبلی شده است و وزن دهی بالاتری داشته است. از دیگر عوامل تأثیرگذار در تفاوت این شاخص می‌توان به این نکته توجه کرد که تعداد پارامتر در این دو شاخص باهم متفاوت هستند. شاخص NSFWQI پارامتر دما را به‌عنوان یک عامل تأثیرگذار در تعیین وضعیت کیفی رودخانه می‌شناسد درصورتی‌که این پارامتر در $IRWQI_{SC}$ مورد بررسی قرار نمی‌گیرد ولی در عوض شاخص $IRWQI_{SC}$ پارامترهایی نظیر هدایت الکتریکی، غلظت کل مواد آلی محلول در آب (COD) و آمونیوم را دارد که باعث شده به‌دقت لازم برای تعین کیفیت آب برسد. از دیگر نکات بررسی شده تفاوت کیفیت آب رودخانه در فصول مختلف سال بوده است که بر اساس داده‌های جدول ۷ می باشد. آلوده‌ترین فصل رودخانه در بهار و تابستان به علت افزایش گردشگر و فعالیت کشاورزی حتی در ایستگاه بالا نشان داده شده است.

جدول 7 – وضعیت کیفی آب بر اساس شاخص‌ها در فصول و ایستگاه‌های مختلف

فصل	ایستگاه	NSFWQI	کیفیت بر اساس NSFWQI	IRQWI	کیفیت بر اساس IRWQI
	ST1	۶۲	متوسط	۷۶،۴	خوب
بهار	ST2	۵۰	متوسط	۵۴	متوسط
	ST3	۴۲	بد	۴۱،۹	نسبتاً بد
	ST1	۵۹	متوسط	۷۲،۹	خوب
تابستان	ST2	۴۶	بد	۴۹،۶	متوسط
	ST3	۴۰	بد	۳۸،۴	نسبتاً بد
	ST1	۶۵	متوسط	۷۷،۷	خوب
پاییز	ST2	۵۲	متوسط	۶۱،۶	نسبتاً خوب
	ST3	۴۲	بد	۴۳،۴	نسبتاً بد
	ST1	۶۶	متوسط	۷۵،۷	خوب
زمستان	ST2	۵۵	متوسط	۶۰،۷	نسبتاً خوب
	ST3	۴۳	بد	۳۹،۷	نسبتاً بد



شکل ۲- وضعیت کیفی رودخانه بر اساس شاخص NSFWQI



شکل ۳- وضعیت کیفی رودخانه بر اساس شاخص $IRWQI_{SC}$

٤-نتیجه‌گیری

رودخانه چالوس به علت موقعیت جغرافیایی و حجم آب عبوری از آن به‌عنوان یکی از مهم‌ترین منابع تأمین آب آشامیدنی، آبیاری و پرورش آبزیان می‌باشد. همچنین این رودخانه می‌تواند یک مرکز تفریحی برای بازدیدکنندگان از آن باشد. امروزه به علت رشد جمعیت و افزایش چشمگیر نیاز آن‌ها به آب، این رودخانه دستخوش تغییرات زیادی شده است حال اگر این تغییرات و تأثیرات بر رودخانه‌ها و منابع آبی بدون توجه به توسعه پایدار و ظرفیت خود پالایی رودخانه باشد، می‌توان آسیب‌های جبران‌ناپذیری بر زیست‌بوم داشته باشد نظیر آلودگی منابع آب، خطر شیوع بیماری و مسمومیت انسان‌ها و جانوران شود. کیفیت آب این رودخانه توسط شاخص‌های $IRWQI_{SC}$ و NSFWQI مورد بررسی قرارگرفته شده است همچنین داده و اطلاعات موردنیاز در سه ایستگاه برداشت‌شده است. نتایج حاصل‌شده نشان‌دهنده این است کیفیت آب رودخانه در ایستگاه ST1 مناسب می‌باشد ؛ اما پس از ایستگاه اول زمانی که به سمت پایین‌دست رودخانه حرکت می‌کنیم به علت افزایش فعالیت‌های انسانی نظیر جاده‌سازی در حاشیه رودخانه، ورود پساب کشاورزی (شامل مواد معدنی و آلی خطرناک و همچنین سموم کشاورزی حاوی عناصر سنگین خطرزا برای طبیعت و جانداران)، فاضلاب‌های صنعتی و شهری کیفیت آب رودخانه به‌شدت کاهش می یابد. در ضمن در حین مطالعه عملیات‌هایی مانند استخراج شن و ماسه برداری بستر رودخانه انجام‌شده است که باعث تأثیرگذاری بر پارامترهایی نظیر کدورت و ذرات معلق موجود در آب‌شده است. از مقایسه این دو شاخص می‌شود به سخت‌گیرانه‌تر بودن معیار NSFWQI نسبت به IRWQI پی برد.

٥-منابع:

- Al-Saffawi, A. Y. T., Al-Hamadany, M. A. A., & Al-Shaherey, Y. J. I. (2022). Sanitary safety of Alssahirun water supply plant and residential quarters covered by water distribution using NSFWQI model. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2398, p. 40042). AIP Publishing LLC.
- Al-Sudani, I. M., Al-Razzaq, H. T. A., Khraibet, A. C., & Mohammed, H. J. (2022). Impacts of untreated sewage effluent on Tigris river water quality using (NSF-WQI) index. Journal of Genetic and Environmental Resources Conservation, 10(1), 7–13.
- De Baat, M. L., Van der Oost, R., Van der Lee, G. H., Wieringa, N., Hamers, T., Verdonschot, P. F. M., et al. (2020). Advancements in effect-based surface water quality assessment. Water Research, 116017.
- Cristable, R. M., Nurdin, E., & Wardhana, W. (2020). Water quality analysis of Saluran Tarum Barat, West Java, based on National Sanitation Foundation-Water Quality Index (NSF-WQI). E&ES, 481(1), 12068.
- Egbueri, J. C., Enyigwe, M. T., & Ayejoto, D. A. (2022). Modeling the impact of potentially harmful elements on the groundwater quality of a mining area (Nigeria) by integrating NSFWQI, HERisk code, and HCs. Environmental Monitoring and Assessment, 194(3), 150.
- Khalili, R., Montaseri, H., & Motaghi, H. (2021). Evaluation of water quality in the Chalus River using the statistical analysis and water quality index (WQI). Water and Soil Management and Modelling. https://doi.org/10.22098/mmws.2021.9300.1031
- Matta, G., Nayak, A., Kumar, A., & Kumar, P. (2020). Water quality assessment using NSFWQI, OIP and multivariate techniques of Ganga River system, Uttarakhand, India. Applied Water Science, 10, 1–12.
- Parastar, S., Poureshg, B., Rezaei, M., Dargahi, A., Poureshg, Y., & Vosoughi, M. (2013). Quality assessment of Hiroo River by NSFWQI and WILCOX indices in Khalkhal. Journal of Health, 4(3), 273–283.
- Shokoohi, A., & Bahmani, O. (2021). Comparative Evaluation of NSFWQI and IRWQISC Indicators in River Quality Assessment. Journal of Water and Soil Resources Conservation, 10(3), 97–114. Retrieved from https://wsrcj.srbiau.ac.ir/article_17756.html
- 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.

Evaluation of water quality of Chalus River based on IRWQIsc and NSFWQI water quality index

Mojtaba Dadkhah Tehrani[1] ; Soheil Karimi Darmian[1] ; Ali moridi[2*]; Reza Khalili[3]

1- MSc. Student , Faculty of Environment, Shahied Beheshti University, Tehran, Iran

2* -Associate Professor, Faculty of Environment, Shahied Beheshti University, Tehran, Iran

3-PH .D Student, Faculty of Environment, Shahied Beheshti University, Tehran, Iran

*Email Address: a_moridi@sbu.ac.ir

Abstract

Introduction:

Pollution of rivers is one of the important issues related to the environment, which can directly and indirectly affect the health of people, animals and plants that feed on it.Also, rivers are always exposed to various pollutions as one of the fresh water supply sources. The decline in the quality of river water and other surface water sources, due to the entry of industrial and agricultural wastewater, wastewater from treatment plants, the discharge of waste and waste materials in aquifers, has caused an increase in concern about the quality of river water and surface water sources. According to the reasons given, checking the quality of river water is of great importance.

Methodology :

The river studied in this article, the Chalus River, is located in the west of Mazandaran province and originates from the northern slopes of the Kandavan and Taleghan highlands, and flows into the Caspian Sea after traveling about 85 kilometers along the Chalus near Deh Farajabad. This river is called as one of the most important rivers of Iran and it is widely used for agricultural, industrial and urban purposes. This river is also used as a recreational center. For water quality assessment, three stations along this river have been considered for sampling different water quality parameters, the station (ST1) is located upstream of the river due to low human activity. The station (ST2) with more agricultural land and less residential areas is in the middle part of the river and the city of Marzan Abad. Finally, the station (ST3) is located at the end of the river and in the city of Chalus, which has more residential areas than Marzanabad. The investigated parameters include water quality parameters (temperature, PH , electrical conductivity, dissolved solids, suspended solids, turbidity and salinity), oxygen supply (dissolved oxygen, BOD and COD), nutrients (N-NH3, N-NO3 and P -PO4) and faecal coliform. The water quality indicators in this study are the NSFWQI and IRWQIsc water quality indicators, which determine the water quality status by using each of the above parameters and weighting them. By examining the measured qualitative parameters, it is possible to comment on the current state of the river.

Conclusion:

According to the results, the optimal range of pH according to Iran's quality standard is 9-۵/۶, this range in the samples taken from Chalus River was around 7-8 and the pH level does not harm the water quality. The amount of DO varies depending on the concentration of dissolved salts in the water and the biological actions in the water and the temperature of the water. The values of DO varied between 3-11 mg/liter, which according to the standard should be more than 5 mg/liter. Also, this range of wide changes means that the organic matter in the water in the downstream has increased greatly, which caused a large decrease in dissolved oxygen.The amount of faecal coliform, due to the significant increase of this parameter in the third station, which is located after passing through the city, shows that the urban sewage discharged into the river was not at an acceptable level and caused a significant decrease in water quality. According to the standard regulations, the level of turbidity is equal to 5, and the high level of turbidity in this river can be the result of human activities, such as the extraction of river sand.The obtained results indicate that the quality of river water in ST1 station is suitable and the quality parameters collected in this station are within the range of drinking water standards.But after the first station, when we move to the downstream side of the river, due to the increase in human activities such as road construction on the banks of the river, the entry of agricultural effluents (including dangerous mineral and organic substances, as well as agricultural

toxins containing heavy elements dangerous for nature and living beings), Industrial and urban wastewaters greatly reduce the quality of river water.Also, at the time of the study, operations such as sand extraction and removal of the riverbed were carried out, which affected parameters such as turbidity and suspended particles in the water. Finally, by examining the available results, it was concluded that factors such as urban sewage, septic tank, natural and artificial fertilizers in agriculture, soil structure, runoff and stone pebbles in the basin are among the factors of spreading pollution in this river. Also, by examining the quality indicators, the results showed that the NSFWQI index was more strict than the IRWQIsc in checking river water quality. One of the reasons is the difference in the weighting of different parameters in each criterion, for example, in the IRWQIsc index, the highest weighting value was for BOD5, while the weight of this parameter is less in NSFWQI, and in this index, more attention is paid to PH compared to It has become the previous index and has a higher weighting. Among other influencing factors in the difference of this index, we can note that the number of parameters in these two indices are different. The NSFWQI index recognizes the temperature parameter as an influential factor in determining the quality status of the river, while this parameter is not evaluated in the IRWQISC. But in the IRWQISC index, parameters such as electrical conductivity, concentration of total organic substances soluble in water (COD) and ammonium increased the accuracy of water quality assessment. Among the other points that have been examined is the difference in the quality of the river water in different seasons of the year, which according to the data in tables 5 and 6, we understand that the most polluted time of the river was in spring and summer, where this place is also considered as a recreational center. Also, agriculture is at the peak of activity, so that even in station ST1 there is more pollution than the same station in other seasons.

Keywords:
"River Water Quality", , "Chalus River", " IRWQIsc","NSFWQI".