ارزیابی کیفیت آب رودخانه استان قزوین با استفاده از شاخص NSFWQI جهت طبقه‌بندی کیفی آب

چکیده

آلودگی آب امروزه یکی از مهم‌ترین معضلات جهان و نگرانی‌های زیست‌محیطی محسوب می‌شود. رودخانه‌ها از مهم‌ترین منابع آب‌های سطحی می‌باشند. رودخانه شاهرود یکی از رودخانه‌های مهم استان قزوین است که بررسی کیفیت این منبع آبی حائز اهمیت می‌باشد. نمونه‌برداری از ۷ ایستگاه طالقان، الموت، رجایی دشت، رازمیان، لوشان، پایین‌دست‌لوشان ۱ و ۲ بر اساس روش‌های استاندارد در دو فصل آبان ماه ۱۳۹۶ (زمستان) و تیرماه ۱۳۹۷ (تابستان) طی دو نوبت و سه تکرار انجام‌گرفته است. پارامترهای کیفی شامل: DO، pH، کل جامدات،BOD، کدورت، دما، فسفات، نیترات و کلیفرم‌مدفوعی بوده است و داده‌های حاصله با استفاده از شاخص کیفی آب NSFWQI وزن دهی و شاخص کیفیت آب هر بخش از رودخانه تعیین گردید. نتایج نشان داد میانگین TDS ۱۸۰/۶۶ تا ۳۲۹/۳۳ میلی‌گرم‌برلیتر، pH ۸/۰۱ تا ۸/۵۵، BOD ۰ تا ۲/۸ میلی‌گرم بر لیتر، DO ۵ تا ۷/۵، کلیفرم مدفوعی ۱۶۱۸/۳۳ تا ۲۷۳۰۰ و کدورت ۰/۷۳ تا NTU۱۱۴/۹ در فصل تابستان و میانگین TDS ۱۸۴/۶۶ تا ۴۵۱/۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، pH ۷/۷۳ تا ۸/۵۵، BOD ۰ تا ۱ میلی‌گرم بر لیتر، DO ۹ تا ۱۳/۷، کلیفرم مدفوعی ۱۶۲/۳۳ تا ۱۶۵۳/۳۳ و کدورت ۰/۷۲ تا ۲۶۲/۶۶ در فصل زمستان است. وضعیت کیفیت آب در فصل تابستان در ایستگاه ۱ در محدوده خوب و سایر ایستگاه‌ها در محدوده متوسط می‌باشد و در فصل زمستان ایستگاه ۱ و ۴ در محدوده خوب و سایر ایستگاه‌ها در محدوده متوسط قرار دارند. درنتیجه آب رودخانه شاهرود کیفیت خوب و متوسط داشته و علت کاهش کیفیت آب وجود منازل، زمین‌های کشاورزی در نزدیک رودخانه و همچنین علل افزایش نیترات و فسفات در فصل زمستان به دلیل پساب‌های کشاورزی و شهری اطراف رودخانه می‌باشد، درنتیجه آب رودخانه شاهرود برای شرب تا حدودی مناسب بوده و نیازمند تصفیه می‌باشد و عوامل صنعتی اطراف رودخانه تأثیری بر کیفیت آب نداشته است.

واژگان کلیدی: رودخانه شاهرود، کیفیت آب، NSFWQI.

فاطمه ماه رویان[۱]

لعبت تقوی[۲]*

مهدی سرائی تبریزی[۳]

حسین بابازاده[٤]

۱. کارشناسی ارشد علوم و مهندسی محیطزیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲. دانشیار گروه علوم و مهندسی محیطزیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۳. استادیار گروه علوم و مهندسی آب، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۴. دانشیار گروه علوم و مهندسی آب، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

***مسئول مکاتبات:**

Taghavi_Lobat@yahoo.com

کد مقاله: ۱۳۹۹۰۱۰۸۲۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۲۸

تاریخ پذیرش:۱۳۹۸/۱۲/۱۰

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد است.

مقدمه

آب یک منبع ضروری برای حیات در زمین است و منابع آب شیرین در دسترس برای توسعه بشر و پایداری محیطزیست در محدودیت مکان می‌باشد. مطالعات نشان می‌دهد که در چند دهه اخیر، به علت رشد سریع جمعیت، نیازهای آبی و به دنبال آن بار آلودگی ورودی به منابع آب افزایش‌یافته است. محدودیت منابع آب تجدید پذیر از طرفی و افزایش مصرف آب از سوی دیگر باعث شده است تا بهره‌برداری بهینه و پایدار از منابع آب موجود و برنامه‌ریزی برای شرایط توسعه موردتوجه کارشناسان و محققان قرار گیرد (اقبالی‌شمس‌آباد، ۱۳۸۹). دسترسی به آب‌های سطحی و زیرزمینی و کیفیت آن با توجه به عوامل مهمی همچون افزایش جمعیت، توسعه کشاورزی، صنعتی شدن و شهرنشینی در جهان رو به

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]

کاهش است (حسینی و همکاران، ۱۳۹۷). رودخانه‌ها به‌عنوان یکی از منابع اساسی تأمین آب برای مصارف گوناگون ازجمله کشاورزی، شرب و صنعت نیز مطرح می‌باشند. از طرفی باگذشت زمان و گسترش جوامع انسانی و به‌تبع آن افزایش استفاده از منابع آبی، دخل و تصرف غیرطبیعی و تغییر شرایط کیفی آب رودخانه‌ها افزایش‌یافته است. آلودگی رودخانه‌ها، یکی از مهم‌ترین مشکلات دنیای امروز به‌ویژه در کشورهای درحال‌توسعه می‌باشند (Radfar *et al.*, 2017). آب‌های سطحی بیش از آب‌های دیگر در معرض آلودگی قرار دارند. به دنبال بارندگی، به‌خصوص بارش‌های شدید، ذرات مختلف گیاهی، حیوانی و حتی صنعتی و سمّی با آب حمل شده و آب‌ها را آلوده می‌سازند. انسان با ریختن آب‌های آلوده به‌دست‌آمده از زندگی روزمره صنعتی خود به جریان‌های آب، باعث آلودگی آن‌ها می‌شود (Karimian *et al.*, 2010). امروزه با توجه به حجم زیاد آلودگی‌های تخلیه به محیط‌زیست و افزایش روزبه‌روز جمعیت جهان باعث شده که مسئله آب به‌عنوان یک بحران در سطح دنیا مطرح باشد. در جامعه کنونی نه‌تنها کمیت آب، بلکه کیفیت آن موردتوجه بوده و تحقیقات ثابت کرده است که بسیاری از بیماری‌های ناشی از کیفیت نامطلوب آب می‌باشند و لذا هزینه‌های زیادی صرف تأمین آب سالم می‌گردد که این کار با توجه به بالا بردن سطح سلامت جامعه یک سرمایه‌گذاری معتبر و بهره زیاد تلقی خواهد شد (ابراهیم پور و محمد زاده، ۱۳۹۲). شاخص‌های کیفی آب روش‌هایی هستند که در مدیریت کیفی آب، می‌توان از آن‌ها با ساده‌سازی و کاهش اطلاعات خام، علاوه بر بیان کیفیت آب، روند تغییرات کیفی آب را در طول مکان و زمان بررسی نمود و مناطقی را که ازنظر آلودگی بیشتر مورد تهدید می‌باشند، مشخص و مدیریت نمود. نوروزی و همکاران (۱۳۹۴) به ارزیابی وضعیت سلامت رودخانه زیارت در استان گلستان بر اساس شاخص کیفی NSFWQI (یکی از شاخص‌های پرکاربرد جهت طبقه‌بندی کیفیت آب‌های سطحی) پرداختند نتایج نشان داد که بهترین وضعیت متعلق به ایستگاه ۱ در خردادماه و بدترین وضعیت متعلق به ایستگاه ۵ در اردیبهشت‌ماه بوده است. درمجموع نتایج به‌دست‌آمده، شرایط کیفی آبراهه زیارت نامطلوب معرفی شد و البته آن‌ها بیان نمودند نتایج این تحقیق می‌تواند فرایند تصمیم‌گیری برای کاهش آلودگی پهنه‌های حوضه را با توجه به محدودیت‌های هزینه و زمان تسهیل نماید. خلجی و همکاران (۱۳۹۵) به بررسی کیفیت آب دریاچه سد زاینده‌رود با استفاده از شاخص WQI با استفاده از ۶ پارامتر: نیترات، نیتریت، سختی، pH، اکسیژن محلول و هدایت الکتریکی پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که کیفیت آب دریاچه سد زاینده‌رود را علیرغم تغییرات کاهشی در طی فصول بهار و تابستان درمجموع متوسط تا عالی (بین ۵۰ تا ۱۰۰) ارزیابی نمود. این مطالعه نشان داد که حفظ کیفیت آب دریاچه سد زاینده‌رود نیازمند یک مدیریت دقیق و همه‌جانبه است. پورشیانی و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه‌ای به ارزیابی کیفیت آب رودخانه گاز رودبار با استفاده از شاخص کیفی NSFWQI و شاخص آلودگی Liou با استفاده از پارامترهای اکسیژن محلول، اکسیژن بیوشیمیایی، خاصیت اسیدی، نیترات، کل مواد جامد، دما، فسفات کل، کلیفرم مدفوعی، مواد جامد معلق و نیتروژن آمونیاکی پرداختند. پارامترهای مذکور طبق روش استاندارد متد اندازه‌گیری و مورد آزمایش قرار گرفت. نمونه‌برداری طی ۱۲ ماه و از ۵ ایستگاه منتخب صورت گرفت. طبق نتایج حاصل از این مطالعه میزان میانگین ماهیانه شاخص NSFWQI در محدوده ۶۰-۵۰/۴ و میزان میانگین ماهیانه در محدوده ۳/۸۵-۱/۱ قرار می‌گیرد. بر اساس این شاخص‌ها ایستگاه شماره ۱ دارای بهترین کیفیت و ایستگاه شماره ۴ دارای بدترین کیفیت می‌باشد. بر اساس شاخص NSFWQI، آب رودخانه گاز رودبار در رده کیفیت متوسط (۷۰-۵۰) و بر اساس شاخص Liou در رده کیفی اندکی آلوده (۳-۲) قرار می‌گیرد. طبق نتایج به‌دست‌آمده تخلیه زباله و فاضلاب‌های خانگی، روستایی و شهری، زهاب‌های کشاورزی، فضولات حیوانی و دبی پایین رودخانه از علل اصلی کاهش کیفیت آب رودخانه در ایستگاه‌های موردمطالعه می‌باشد. رستمی و وحیدی (۱۳۹۸) در مطالعه‌ای با عنوان ارزیابی کیفی رواناب رودخانه‌های ایران به روش شاخص NSFWQI به بررسی کیفیت آب رودخانه پرداختند. نتایج بررسی‌ها بر روی رودخانه‌های نقاط مختلف ایران نشان می‌دهد که کیفیت اغلب رودخانه‌ها بر اساس شاخص NSFWQI در رنج متوسط و در برخی موارد بد قرار می‌گیرد که عمده‌ترین دلیل پایین آمدن کیفیت رودخانه‌ها از منشأ به سمت پایین‌دست تخلیه فاضلاب تصفیه نشده کاربری‌های مختلف در طول مسیر رودخانه می‌باشد که سبب تنزیل عدد شاخص می‌شود. از طرفی با توجه به خصوصیّات رودخانه‌های ایران پس از طی مسافت طولانی به علت قابلیت خود پالایی کیفیت رودخانه رو به بهبود می‌رود. همچنین، میانگین کیفیت رودخانه‌های ایران اگرچه با عدد ۵۶/۰۳ در رنج متوسط قرار دارد ولی در مقایسه با چند رودخانه خارج کشور در سطح پایین‌تری قرارگرفته است که عمده‌ترین دلیل آن‌هم تخلیه فاضلاب شهری

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]

به رودخانه‌ها در ایران است. خردمند و ابراهیمی (۱۳۹۸) در مطالعه‌ای به ارزیابی شرایط کیفی رودخانه بهشت‌آباد در فصل تابستان ۱۳۹۷ با استفاده از شاخص NSFWQI پرداختند در این مطالعه بهره‌گیری از شاخص‌های کیفی آب یکی از ابزارهای مناسب برای تصمیم‌گیری در مدیریت منابع آبی است. در این مطالعه شاخص‌های اکسیژن محلول، دمای آب، اکسیژن موردنیاز بیوشیمیایی، کلیفرم‌مدفوعی، کدورت، کل جامدات محلول، pH، فسفات کل و نیترات در چهار ایستگاه نمونه‌برداری در مردادماه ۱۳۹۷ اندازه‌گیری شد. کیفیت آب با استفاده از شاخص NSFWQI ارزیابی گردید. بر اساس یافته‌های حاصل از این تحقیق کیفیت آب رودخانه بهشت‌آباد بر اساس شاخص NSFWQI در ایستگاه‌های باغ رستم، جونقان، پیرغار در رده خوب و در ایستگاه کاج در رده متوسط قرار گرفت. ابراهیمی و همکاران (۱۳۹۶) در مطالعه‌ای با عنوان ارزیابی کیفی آب رودخانه تجن با استفاده از شاخص NSFWQI دریافتند که افزایش جمعیت، توسعه صنایع، تغییر اقلیم و آلاینده‌های محیط‌زیستی باعث کاهش کیفیت منابع آب‌شده است. به‌منظور ارزیابی کیفی آب رودخانه تجن با استفاده از شاخصNSFWQI تعداد ۹ ایستگاه نمونه‌برداری در امتداد مسیر رودخانه انتخاب و به‌صورت ماهانه و با تناوب ۵ تکرار در هر ایستگاه از فروردین ۱۳۹۶ تا اسفند ۱۳۹۶ نمونه‌برداری در آن‌ها انجام شد و شاخص NSFWQI بر اساس داده‌های حاصل محاسبه گردید. این شاخص کیفیت آب رودخانه را در ۵ کلاس A: عالی تا E:بسیار بد قرارداد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده در این مطالعه، کیفیت آب رودخانه تجن در طبقه کیفی متوسط تا بد قرار گرفت؛ بنابراین رودخانه تجن از کیفیت مناسبی برخوردار نمی‌باشد و نیازمند اقدامات اساسی جهت بهبود وضعیت کیفی از طریق کاهش آلاینده‌های ورودی و جلوگیری از برداشت بیرویه شن و ماسه از بستر رودخانه می‌باشد. رودخانه شاهرود یکی از مهم‌ترین رودخانه‌های استان قزوین است که در پژوهش حاضر نظر بر آن است که کیفیت آب رودخانه شاهرود با استفاده از شاخص بین‌المللی NSFWQI بررسی گردد تا هرگونه تصمیم‌گیری مدیریتی که اثرات زیست‌محیطی آن به‌صورت مستقیم و یا غیرمستقیم متوجه این رودخانه استراتژیک باشد، با آگاهی بیشتری اتخاذ گردد.

مواد و روش‌ها

حوزه آبریز رودخانه شاهرود بخشی از حوضه سفیدرود بزرگ بوده و با مشخصات طول جغرافیایی ۳۰-۴۹ الی ۱۰-۵۹ و عرض جغرافیایی ۳۶-۷ الی ۴۵-۳۶ قرار دارد که فاصله بین حد شرقی و غربی آن حدود ۱۶۰ کیلومتر و عرض آن قریب به ۲۵ کیلومتر می‌باشد. رودخانه شاهرود خود از دوشاخه اصلی الموت و طالقان رود تشکیل‌شده است و همان‌طور که در نقشه ۱ نمایش داده‌شده است یکی از دوشاخه عمده و مهم سفیدرود می‌باشد (میر مشتاقی و همکاران، ۱۳۹۰). رودخانه شاهرود از کوه‌های طالقان، علم‌کوه، تخت سلیمان و کلاً از رشته ارتفاعات البرز مرکزی سرچشمه می‌گیرد و از درّه‌های عمیق بین رشته‌کوه‌های شمالی و جنوبی البرز به‌سوی منجیل جریان می‌یابد. لیکن شاخه‌های انتهایی آن در تابستان خشک می‌گردند. بعد از بازدیدهای میدانی انجام‌گرفته از حوضه و بررسی نقشه رودخانه، با در نظر گرفتن موقعیت منابع آلاینده نقطه‌ای و غیر نقطه‌ای با شاخه‌های فرعی رودخانه و نیز توجه به عرض و عمق رودخانه جهت یکسان بودن شرایط جریان در محدوده بالا و پایین‌دست آن، ۷ ایستگاه نمونه‌برداری انتخاب و مختصات آن‌ها با گیرنده GPS تنظیم‌شده است و زمان تحقیق و نمونه‌برداری در دو فصل زمستان ۱۳۹۶ (آبان ماه) و تابستان ۱۳۹۷ (تیرماه) به طول انجامید. در اولین گام اطلاعات مکانی (مختصات جغرافیایی) ایستگاه‌های مطالعاتی با استفاده از GPS تخمین زده شد که در جدول ۱ آمده است.

پس از انتخاب مکان‌های نمونه‌برداری، نمونه‌برداری به‌صورت دستی و لحظه‌ای با استفاده از ظروف استریل شده به حجم ۱ لیتر در عمق ۳۰ سانتی‌متری از سطح آب انجام گردید بدین‌صورت که ابتدا ظروف توسط اسیدسیتریک و آب مقطر شستشو داده شد. پس از پر شدن به‌صورت لبریز و گذاشتن درپوش، اطلاعاتی ازجمله نام منطقه و تاریخ نمونه‌برداری بر روی آن درج گردید. سپس نمونه‌ها برای انجام آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه مرجع منتقل گردید. در آزمایشگاه نسبت به سنجش فاکتورهای کیفی شامل pH، BOD، فسفات، DO، نیترات، کلیفرم مدفوعی، کدورت و هدایت الکتریکی مطابق با روش‌های استاندارد مندرج در ویرایش ۲۱ کتاب روش‌های استاندارد آزمایش آب و فاضلاب

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]

(استاندارد متدز) اقدام شد (Rodger *et al.*, 2017). پس از به دست آوردن نتایج پارامترهای فیزیکی و شیمیایی در آزمایشگاه، کیفیت آب منطقه با استفاده از روش دانکن و NSFWQI مورد آنالیز قرار گرفت سپس با استفاده از نمودارهای شاخص NSFWQI، مقادیر ارزش‌گذاری شده (Qvalue) برای هر پارامتر محاسبه و در فاکتور وزن دهی (Weighting) که اهمیت هر فاکتور را برای کیفیت آب نشان می‌دهد، ضرب شدند (شکل ۲). در پایان اعداد وزن دهی شده در ۹ پارامتر باهم جمع شدند و شاخص کیفیت آب برای هر ایستگاه تعیین شد. سپس عدد به‌دست‌آمده با مقیاس مربوط به راهنمای شاخص کیفیت آب در یک محدوده صفر تا ۱۰۰ (صفر تا ۲۵ بسیار بد، ۲۶ تا ۵۰ بد، ۵۱ تا ۷۰ متوسط، ۷۱ تا ۹۰ خوب و ۹۱ تا ۱۰۰ عالی) مقایسه شده و محدوده شاخص کیفیت آب برای ایستگاه موردنظر تعیین شد محاسبه شاخص با استفاده از رابطه ۱ انجام و طبق جدول ۲ کیفیت آب مشخص و اندازه‌گیری شد:

رابطه ۱: $NSFWQI=\sum_{i=1}^{n} WiIi$

n: تعداد پارامترها

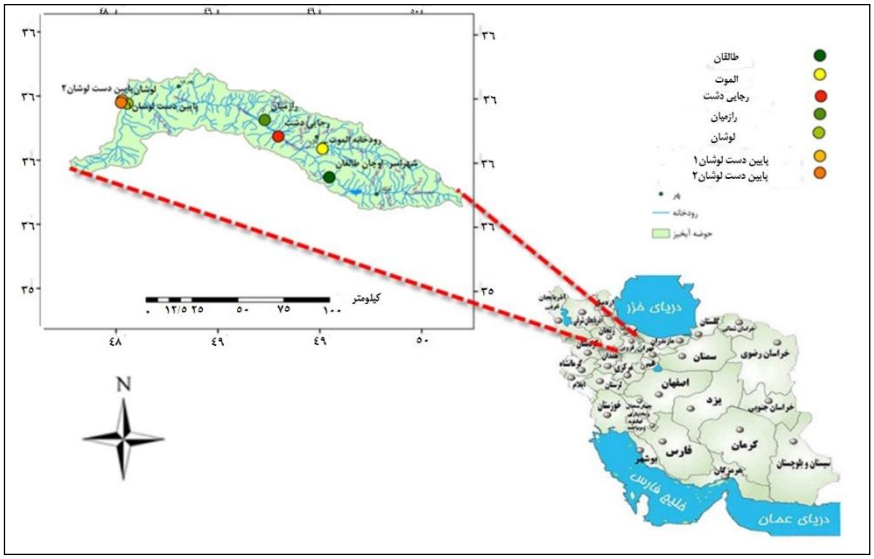
Ii: زیر شاخص i ام

Wi: ضریب وزنی پارامتر i ام

جدول ۱: مختصات ایستگاه‌های موردمطالعه (۱۳۹۷ – ۱۳۹۶).

ردیف	نام ایستگاه	علامت اختصاری	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	توضیحات
۱	شهراسر–اوچان طالقان	T	۱۵º۳۶'۱۶/۵۱"N	۳۱º۵۰'۵۸/۹۸"E	شاخه انتهای رودخانه طالقان و قبل از ورود به شاهرود
۲	رودخانه الموت	A	۲۳º۳۶'۴۲/۶۵"N	۲۹º۰۵۰'۵۷/۵۱"E	شاخه رودخانه الموت قبل از ورود به شاهرود نزدیک روستای باغ دشت
۳	رجایی دشت	R	۲۷º۳۶'۲۲/۱۱"N	۱۶º۰۵۰'۵۸/۰۹"E	پس از پیوستن دو رود الموت و طالقان به یکدیگر
۴	رازمیان	RA	۳۲º۳۶'۱۴/۰۹"N	۱۲º۰۵۰'۵۹/۱۵"E	ایستگاه میانی رودخانه شاهرود
۵	لوشان	L	۳۷º۳۶'۰۷/۶۴"N	۳۲º۰۴۹'۳۵/۹۹"E	کنار پلیس‌راه لوشان
۶	پایین‌دست لوشان ۱	P1	۳۸º۳۶'۰۳/۹۲"N	۳۰º۰۴۹'۵۹/۹۴"E	قبل از سد ایستگاه انتهایی بعد از شهرک صنعتی
۷	پایین‌دست لوشان ۲	P2	۳۷º۳۶'۲۴/۹۵"N	۳۰º۰۴۹'۴۵/۳۰"E	قبل از سد ایستگاه انتهایی بعد از شهرک صنعتی

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]



شکل ۱: نقشه حوضه آبریز رودخانه شاهرود و ایستگاه‌های مطالعاتی (۱۳۹۷ – ۱۳۹۶).

جدول ۲: متغیرهای نمونه‌برداری در رودخانه شاهرود در ایستگاه‌های مطالعاتی (سال ۱۳۹۷-۱۳۹۶).

ردیف	متغیرهای نمونه‌برداری	نام اختصاری	واحد اندازه‌گیری	دستگاه یا روش اندازه‌گیری
۱	تغییرات دما	Temperature	درجه سانتی‌گراد	دماسنج
۲	اکسیژن موردنیاز شیمیایی	BOD	میلی‌گرم بر لیتر	دستگاه BOD متر
۴	کل مواد جامد محلول	TDS	میلی‌گرم بر لیتر	کنداکتومتر
۵	فسفات	Po4	میلی‌گرم بر لیتر	اسپکتروفتومتر
۶	اسیدیته	pH		دستگاه pH متر Metrohm
۷	اکسیژن محلول	DO	درصد اشباع	DO متر
۸	نیترات	No3	میلی‌گرم بر لیتر	اسپکتروفتومتری
۹	کلیفرم‌مدفوعی	-	کلونی در ۱۰۰ میلی‌لیتر	انکوباتور، اتوکلاو، فیلتر غشایی
۱۰	کدورت	T	NTU	کدورت سنج WTW
۱۱	هدایت الکتریکی	EC	میکرو زیمنس در سانتی‌متر	کنداکتومتر

نتایج

میانگین و انحراف معیار غلظت پارامترهای موردبررسی در دو فصل زمستان و تابستان در رودخانه شاهرود در جدول‌های ۳ و ۴ آورده شده است. نام ایستگاه نمونه‌برداری شده در رودخانه شاهرود شامل شهراسر–اوچان طالقان (کد ۱)، الموت (کد ۲)، رجایی دشت (کد ۳)، رازمیان (کد ۴)، لوشان (کد ۵)، پایین‌دست لوشان ۱ (کد ۶) و پایین‌دست لوشان ۲ (کد ۷) است (جدول ۱). همان‌طور که نتایج حاصل از اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکی و شیمیایی موردمطالعه در ایستگاه‌های مختلف نشان می‌دهد میانگین TDS بین ۱۸۰/۶۶ تا ۳۲۹/۳۳ میلی‌گرم بر لیتر، pH بین ۸/۰۱ تا ۸/۵۵، BOD بین ۰ تا ۲/۸، DO بین ۵ تا ۷/۵، درجه حرارت ۱۴ تا ۲۹/۳، کلیفرم مدفوعی ۱۶۱۸/۳۳ تا ۲۷۳۰۰، فسفات بین ۰/۰۳ تا ۰/۰۴، نیترات ۰/۲۴ تا ۱/۲ و کدورت ۰/۷۳ تا ۱۱۴/۹ در فصل تابستان اندازه‌گیری شد. میانگین TDS بین ۱۸۴/۶۶ تا ۴۵۱/۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، pH

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]

بین ۷/۷۳ تا ۸/۵۵، BOD بین ۰ تا ۱، DO بین ۹ تا ۱۳/۷، درجه حرارت ۳ تا ۱۱/۵، کلیفرم مدفوعی ۱۶۲/۳۳ تا ۱۶۵۳/۳۳، فسفات بین ۰/۰۲ تا ۰/۱۰، نیترات ۰/۵۳ تا ۱/۹۳ و کدورت ۰/۷۲ تا ۲۶۲/۶۶ در فصل زمستان اندازه‌گیری شد همان‌گونه که در شکل‌های ۲ مشخص است نتایج آزمون تی‌جفتی جهت مقایسه پارامترهای مختلف در ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده از رودخانه شاهرود در فصل زمستان و تابستان نشان می‌دهد بین پارامترهای مختلف در فصول زمستان و تابستان اختلاف معنادار مشاهده شد ($P<0/05$). کل جامدات محلول، نیترات و کدورت در زمستان بیشتر از تابستان اندازه‌گیری شد و میزان کلیفرم مدفوعی در فصل تابستان بیشتر از زمستان اندازه‌گیری گردید. فقط بین پارامتر فسفات بین فصول تابستان و زمستان اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد، ولی میزان فسفات رودخانه در فصل زمستان بیشتر از تابستان اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه پارامترهای موردبررسی در فصل زمستان نشان می‌دهد بین ایستگاه‌های مختلف ازلحاظ TDS، pH، کلیفرم مدفوعی، فسفات و کدورت اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P<0/05$)، ولی ازلحاظ میزان نیترات بین ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری اختلاف معنی‌دار وجود ندارد ($P>0/05$). میزان فسفات رودخانه در فصل زمستان بیشتر از تابستان اندازه‌گیری شد، علت افزایش کل جامدات محلول، کدورت، فسفات و نیترات در فصل زمستان به دلیل عبور رودخانه از مناطق کشاورزی و مناطق روستایی می‌باشد. ورود پساب کشاورزی به آب رودخانه باعث کاهش کیفیت آب‌شده و همچنین افزایش میزان کلیفرم مدفوعی به دلیل ورود فاضلاب‌های شهری و روستایی به درون آب رودخانه می‌باشد که یکی از علل اصلی آلودگی و کاهش کیفیت آب رودخانه بوده است. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد ایستگاه‌های مورد نمونه‌برداری در نزدیکی مناطق کشاورزی، شهری و صنعتی بوده و دارای مقادیر بالایی از پارامترهای موردمطالعه می‌باشد که این افزایش آلودگی می‌تواند به علت عبور رودخانه از مرکز این مراکز و ورود فاضلاب‌های شهری، کشاورزی و صنعتی به داخل رودخانه باشد. بنابراین تفاوت در فعالیت‌های شهرنشینی، روستایی و کشاورزی در پیرامون رودخانه‌های موردمطالعه می‌تواند به‌عنوان عوامل اصلی تفاوت در غلظت این ترکیبات در این رودخانه‌ها باشد. جهت مقایسه میزان کیفیت آب رودخانه در دو فصل از آزمون تی‌جفتی استفاده گردید که نتایج حاصل از آزمون تی‌جفتی جهت مقایسه پارامترهای مختلف در ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده از رودخانه شاهرود در فصل تابستان و زمستان در جدول ۵ و شکل‌های ۲ آورده شده است؛ که همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد بین پارامترهای مختلف در فصول تابستان و زمستان اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. کل جامدات محلول، نیترات و کدورت در زمستان بیشتر از تابستان اندازه‌گیری شد و میزان کلیفرم مدفوعی در فصل تابستان بیشتر از زمستان اندازه‌گیری شد. فقط بین پارامتر فسفات بین فصول تابستان و زمستان اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد ولی میزان فسفات رودخانه در فصل زمستان بیشتر از تابستان اندازه‌گیری گردید.

جدول ۳: میانگین و انحراف معیار پارامترهای موردبررسی رودخانه شاهرود در فصل تابستان (۱۳۹۷-۱۳۹۶).

کد	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷
نام ایستگاه پارامتر	شهراسر–اوچان طالقان	الموت	رجایی دشت	رازمیان	لوشان	پایین‌دست لوشان ۱	پایین‌دست لوشان ۲
TDS (میلی‌گرم بر لیتر)	۲۱۵/۳±۴/۵۰	۲۲۸/۳۳±۱/۱۵	۲۸۴±۲/۶۴	۱۸۰/۶۶±۴/۰۴	۳۱۸±۱	۳۲۹/۳۳±۱/۵۲	۳۲۶/۴۶۶±۲/۳۰
pH	۸/۵۶±۰/۱۳	۸/۲۰±۰/۰۳۰	۸/۱۷±۰/۱۳	۸/۲۳±۰/۰۸	۸/۰۱±۰/۰۸	۸/۰۹±۰/۰۴	۸/۰۷±۰/۰۲۱
BOD (میلی‌گرم بر لیتر)	۰	۰/۹	۱/۵	۰	۲/۸±۵/۴۳	۱/۶±۲/۷۱	۰
DO (میلی‌گرم بر لیتر)	۶/۵	۷	۵/۵	۷/۵	۶	۵	۵/۵

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]

کد	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷
نام ایستگاه پارامتر	شهراسر-اوچان طالقان	الموت	رجایی دشت	رازمیان	لوشان	پایین‌دست لوشان ۱	پایین‌دست لوشان ۲
درجه حرارت (سانتی‌گراد)	۱۵/۵	۱۶	۱۶/۵	۱۴	۳۰	۱/۶±۲/۷۱	۱۱/۵
کلیفرم مدفوعی (MPN در ۱۰۰ میلی‌لیتر)	۱۶۵۳/۳±۵۰/۳۳	۲۲۸/۳۳±۱۶/۰۷	۱۶۲/۳۳±۶/۸۰	۴۳۵/۶۶±۴۶/۶۵	۱۶۴۹/۳۳±۴۲/۹۱	۲۹/۳±۰	۲۹/۳
فسفات (میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۰۳۶±۰/۰۱۵	۰/۰۴±۰/۰۱	۰/۰۳±۰/۰۱	۰/۰۴±۰/۰۱	۰/۰۳±۰/۰۱	۰/۰۳۳±۰/۰۱۵	۰/۰۳۳±۰/۰۱۵
نیترات (میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۴۷±۰/۱۵	۰±۰/۶۲	۱ ±۰/۲	۱/۲±۰/۴	۰/۵۳±۰/۵۵	۱/۱±۰/۷۵	۱ ±۰/۸۹
کدورت (NTU)	۰/۷۳±۰/۰۶	۵۰/۴۸±۹/۱۲	۶۲/۹۵±۳/۴۸	۱۷/۳۷±۶/۹۷	۱۱۴/۹±۲/۱۰	۱۰۴/۷۱±۲۵/۰۵۶	۱۰۰/۹۹±۸/۸۴

نتایج میزان شاخص NSFWQI برای ایستگاه‌های مختلف موردمطالعه نشان می‌دهد که میزان این شاخص برای ایستگاه ۱ در فصل زمستان و تابستان در محدوده خوب می‌باشد و برای ایستگاه ۴ نیز تقریباً در محدوده خوب قرار می‌گیرد و برای دیگر ایستگاه‌ها در فصل زمستان و تابستان بر اساس شاخص NSFWQI در محدوده کیفی متوسط قرار می‌گیرد. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد ایستگاه شهراسر- اوچان طالقان که بالاترین ایستگاه نمونه‌برداری می‌باشد در محدوده خوب قرارگرفته و ورودی آلاینده‌ها به این ایستگاه کمتر از ایستگاه‌های دیگر می‌باشد و به‌طورکلی نتایج بررسی کیفیت آب رودخانه شاهرود بر اساس جدول (۶ و ۷) نشان می‌دهد بر اساس شاخص NSFWQI در ایستگاه‌های مختلف جهت حفظ و کاهش ورود آلاینده‌های به این رودخانه نیازمند مدیریت دقیق و یکپارچه می‌باشد.

جدول ٤: میانگین و انحراف معیار پارامترهای موردبررسی در رودخانه شاهرود در فصل زمستان (۱۳۹۷-۱۳۹٦).

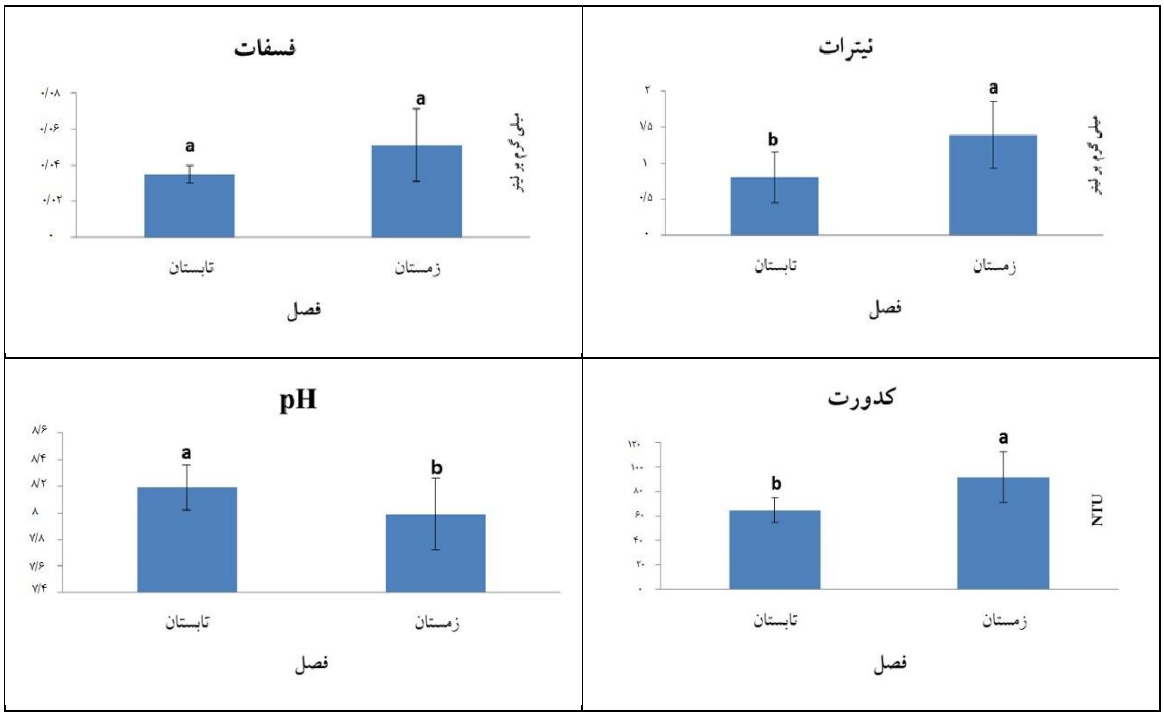
کد	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷
نام ایستگاه پارامتر	شهراسر- اوچان طالقان	الموت	رجایی دشت	رازمیان	لوشان	پایین‌دست لوشان ۱	پایین‌دست لوشان ۲
TDS(میلی‌گرم بر لیتر)	۱۸۴/۶۶±۶/۶۵	۳۶۷±۱	۴۳۴/۶۶±۲/۵۱	۱۵۳/۳۳±۲/۰۸۱	۴۲۴±۵/۱۹	۴۵۰/۳۳±۴/۷۲	۴۵۱±۳/۴۶
pH	۸/۵۶±۰/۱۳	۷/۷۳±۰/۰۷	۷/۸۸±۰/۰۹	۸/۰۹±۰/۲۸	۷/۹۴±۰/۱۸	۷/۹۵±۰/۲۵	۷/۷۹±۰/۱۵
BOD (میلی‌گرم بر لیتر)	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۱
DO(میلی‌گرم بر لیتر)	۱۱/۶	۹	۱۳/۷	۱۲/۵	۸/۹	۱۱	۱۱/۵
درجه حرارت (سانتی‌گراد)	۳	۴/۶	۵	۱۰	۱۱	۱۱	۱۱/۵

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]

کد	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷
کلیفرم مدفوعی (MPN در ۱۰۰ میلی لیتر)	۱۶۵۳/۳±۵۰/۳۳	۲۲۸/۳۳±۱۶/۰۷	۱۶۲/۳۳±۶/۸۰	۴۳۵/۶۶±۴۶/۶۵	۱۶۴۹/۳۳±۴۲/۹۱	۱۶۴۸±۴۵/۲۹	۱۶۴۸/۶۶±۴۶/۲۳
فسفات (میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۰۲۶±۰/۰۱۱	۰/۰۵±۰/۰۱۵	۰/۰۳±۰/۰۰۵	۰/۱۰±۰/۰۶	۰/۰۵±۰/۰۳	۰/۰۳۳±۰/۰۰۵	۰/۰۴±۰/۰۱
نیترات (میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۰۵۳±۰/۰۵۸	۱/۲±۰/۷۲	۱/۹۳±۱/۳۳	۱/۶±۱/۰۵	۱/۲۶±۰/۴۹	۱/۷۶±۱/۰۹	۱/۴۶±۰/۷۰
کدورت (NTU)	۰/۷۲۳±۰/۰۳۱	۲۶۲/۶۶±۷/۳۸	۵۹/۱۹±۰/۷۱	۲/۳۱±۰/۱۹	۴۶/۰۱±۰/۸۲	۱۱۱/۷۳±۶/۹۳	۱۵۹/۱۳۳±۹/۲۳

جدول ۵: نتایج آزمون تی‌جفتی رودخانه شاهرود در فصل تابستان و زمستان (۱۳۹۷-۱۳۹۶).

پارامتر	t آماره	درجه آزادی	Sig
کل جامدات محلول	-۲/۸۲	۶	۰/۰۳
pH	۳/۳۴	۶	۰/۰۱
کلیفرم مدفوعی	۳/۲۷	۶	۰/۰۱
فسفات	-۱/۸۰	۶	۰/۱۲
نیترات	-۵/۱۵	۶	۰/۰۰۲
کدورت	-۰/۷۹۹	۶	۰/۴۵



شکل‌ها ۲: نتایج آزمون تی‌جفتی در فصل تابستان و زمستان (۱۳۹۷ – ۱۳۹۶).

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]

جدول ٦: میانگین شاخص NSFWQI در ایستگاه‌های موردمطالعه و تفسیر مقدار عددی در فصل تابستان (۱۳۹۶-۱۳۹۷).

ایستگاه	مقدار عددی شاخص	تفسیر مقدار عددی	شاخص رنگ
۱	۷۰	متوسط	زرد
۲	۶۴	متوسط	زرد
۳	۵۹	متوسط	زرد
۴	۶۹	متوسط	زرد
۵	۶۰	متوسط	زرد
۶	۵۹	متوسط	زرد
۷	۶۲	متوسط	زرد

جدول ۷: میانگین شاخص در ایستگاه‌های موردمطالعه و تفسیر مقدار عددی در فصل زمستان (۱۳۹۶-۱۳۹۷).

ایستگاه	مقدار عددی شاخص	تفسیر مقدار عددی	شاخص رنگ
۱	۷۱	خوب	سبز
۲	۶۶	متوسط	زرد
۳	۶۷	متوسط	زرد
۴	۷۲	خوب	سبز
۵	۶۶	متوسط	زرد
۶	۶۴	متوسط	زرد
۷	۶۴	متوسط	زرد

بحث و نتیجه‌گیری

پایش کیفیت منابع آب اغلب موجب تولید داده‌های پیچیده‌ای می‌شود که حاوی اطلاعات غنی درباره رفتار منابع آب هستند و نیاز به روش‌های مناسبی برای تحلیل و تفسیر دارند. در این میان طبقه‌بندی و تحلیل آماری داده‌ها، از مهم‌ترین بخش‌های ارزیابی کیفیت آب هستند. شاخص کیفی NSFWQI ابزاری مناسب و ساده برای تعیین وضعیت و شرایط کیفیت آب است که در آن داده‌های چند پارامتر کیفیت آب در یک فرمول ریاضی که با یک عدد، میزان سلامتی آب را نشان می‌دهد، شرکت داده می‌شوند. این عدد با یک مقیاس نسبی که گویای کیفیت آب از بسیار بد تا عالی است، دسته‌بندی می‌شود. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد، ایستگاه مورد نمونه‌برداری در نزدیکی مناطق کشاورزی، شهری و صنعتی دارای مقادیر بالایی از پارامترهای موردمطالعه نسبت به سایر ایستگاه‌ها می‌باشد که این افزایش آلودگی می‌تواند به علت عبور رودخانه از مرکز این مراکز و ورود فاضلاب‌های شهری، کشاورزی و صنعتی به داخل رودخانه باشد. تحقیقات انجام پذیرفته‌شده توسط Liu و همکاران (۲۰۱۱) نیز در این زمینه نشان داده است که مهم‌ترین علت افزایش آلودگی در بین مناطق مختلف، میزان ورودی فاضلاب به آن مناطق است (توکلی و همکاران،۱۳۹۷). تحقیقات انجام‌گرفته توسط عرفانیان و محمودی (۱۳۹۷) نشان داد آلودگی آب سطحی با مواد شیمیایی سمّی از رودخانه‌ها صورت می‌گیرد. هدف از این پژوهش بررسی کیفیت آب با شاخص NSFWQI و مشخص کردن منبع آلاینده در ایستگاه‌ها می‌باشد. در این مطالعه، پارامترهای کیفی در ۲۱ ایستگاه انتخابی از سال ۱۳۹۱ لغایت ۱۳۹۲ با استفاده از روش استاندارد موردانداز‌ه‌گیری قرارگرفته است. بالاترین کیفیت آب به ترتیب در ایستگاه شماره ۱ و بدترین کیفیت آب در ایستگاه شماره ۱۶، ۱۸ و ۲۰ گزارش شد. در ایستگاه‌های ۱۶، ۱۸ تأثیر

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]

فاضلاب‌های شهری و در ایستگاه ۲۰ ملحق شدن شاخه فرعی به رودخانه گدارچای (دشت نقده‌اشنویه) باعث آلودگی شده است. تحقیقات انجام‌شده توسط رجبی کلاشمی و اوشک‌سرایی (۱۳۹۸) نشان داد ازآنجاکه حدود ۶۳ درصد از آب آشامیدنی استان گیلان توسط تصفیه‌خانه‌ها تأمین می‌گردد بنابراین بررسی و ارزیابی کیفیت دو ایستگاه ورودی تصفیه‌خانه آب بزرگ و ورودی تصفیه‌خانه آب اضطراری واقع در استان گیلان که آب آن‌ها به ترتیب توسط رودخانه شهر بیجار و رودخانه سفیدرود تأمین می‌گردد، در طی یک دوره دوازده ماه از فروردین تا اسفند سال ۱۳۹۶ پرداخته شد. یکی از روش‌های بررسی کیفیت آب‌های سطحی استفاده از شاخص‌های کیفی می‌باشد که بدین منظور در اینجا از شاخص‌های کیفی NSFWQI و IRWQI استفاده شد. هردوی این شاخص‌ها کیفیت نمونه‌های آب ورودی تصفیه‌خانه آب بزرگ را بهتر از ورودی تصفیه‌خانه آب اضطراری نشان دادند و سپس با استفاده از روش جیل‌جانویک مشخص شد که شاخص IRWQI عملکرد بهتری را نسبت به NSFWQI در هر دو ایستگاه از خود نشان می‌دهد. نجفیان و همکاران (۱۳۹۸) در مطالعه‌ای مشابه به عوامل مؤثر بر کیفیت آب رودخانه کرج تعداد ۵ ایستگاه در بالادست سد امیرکبیر و پایین‌دست آن انتخاب و در طی دو فصل بهار و پاییز ۱۳۹۷ نمونه‌برداری صورت پرداختند. جهت محاسبه شاخص‌های کیفی NSFWQI و IRWQIsc در این مطالعه پارامترهای DO، TS، COD، EC، PO^4، BOD، $NO^{(3-)}$، کدورت، دما و سختی طبق روش استاندارد اندازه‌گیری و تجزیه‌وتحلیل شدند. نتایج ارزیابی شاخص‌های کیفیت منابع آب بیانگر وضعیت کیفی متوسط رودخانه کرج در ایستگاه‌های موردمطالعه بوده که دلیل آن احتمالاً به علت افزایش میزان تراکم جمعیت (افزایش روستاهای حاشیه رودخانه که فاقد سیستم تصفیه فاضلاب هستند) و تخلیه بار فاضلاب‌های تصفیه نشده مراکز مسکونی، خدماتی و رفاهی، کشاورزی، کارگاه‌ها و مراکز صنعتی و آبزی‌پروری در حاشیه رودخانه است. رشد و توسعه شهرها و شهرک‌های صنعتی بدون مکان‌یابی صحیح نیز از عوامل دیگر تهدیدکننده کیفیت آب رودخانه‌ها می‌باشد. مطالعه نصیراحمدی و همکاران (۱۳۹۱) که روی اکسیژن خواهی زیستی، کل جامدات، هدایت الکتریکی، کدورت، نیترات، فسفات و کلیفرم مدفوعی در ۷ ایستگاه در رودخانه هراز انجام دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که در ایستگاه نزدیک به مصب رودخانه دارای بیشترین مقدار ازلحاظ فاکتورهای موردمطالعه می‌باشد که آن‌ها علت آن را ورود پساب‌های کشاورزی فاضلاب خانگی و شهری به درون رودخانه در مسیر آن بیان کردند (جعفری سلیم و همکاران، ۱۳۸۸). عباس‌پور و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی و تعیین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب رودخانه خراسان و بررسی روند تغییرات سالیانه آن پرداختند نمونه‌های آب از ۶ ایستگاه در طول مسیر رودخانه جمع‌آوری شد. نتایج آن‌ها نشان داد که فعالیت‌های کشاورزی و توزیع اراضی کاربری زراعتی نواحی مجاور رودخانه و نیز وجود روستاهای مجاور رودخانه و مجاورت مناطق شهری سهم مهمی در آلودگی آب رودخانه دارد. Amaal و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای مشابه دریافتند که بر اساس نتایج حاصل شاخص کیفیت آب NSFWQI، شاخصی مناسب جهت طبقه‌بندی کیفی آب رودخانه شاهرود می‌باشد که از آن می‌توان برای تعیین کیفیت آب رودخانه در مقاطع مختلف جهت مصارف گوناگون استفاده نمود. نتایج میزان شاخص NSFWQI برای ایستگاه‌های مختلف موردمطالعه نشان می‌دهد که میزان این شاخص برای ایستگاه‌های ۱ در فصل زمستان و تابستان در محدوده خوب می‌باشد و برای ایستگاه ۴ نیز تقریباً در محدوده خوب قرار می‌گیرد و برای دیگر ایستگاه‌ها در فصل زمستان و تابستان بر اساس شاخص NSFWQI در محدوده کیفی متوسط قرار می‌گیرد. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد ایستگاه شهر اسر– اوچان طالقان بالاترین ایستگاه نمونه‌برداری می‌باشد در محدوده خوب قرارگرفته و نشان می‌دهد که ورودی آلاینده‌ها به این ایستگاه کمتر از ایستگاه‌های دیگر می‌باشد. از عوامل سیر نزولی مقدار شاخص NSFWQI می‌توان به عواملی مانند کاهش دبی رودخانه، افزایش دما، تخلیه فاضلاب شهری و روستایی و همچنین پساب‌های کشاورزی و مراکز پرورش ماهی اشاره کرد. به‌طورکلی نتایج بررسی کیفیت آب رودخانه شاهرود بر اساس شاخص NSFWQI در ایستگاه‌های مختلف نشان می‌دهد که جهت حفظ و کاهش ورود آلاینده‌های به این رودخانه نیازمند مدیریت دقیق و یکپارچه می‌باشد. نتایج بررسی کیفیت شیمیایی آب رودخانه‌ها به‌طورکلی نشان می‌دهد که هرچه زمین‌های کشاورزی به منابع آب‌های سطحی موردمطالعه نزدیک‌تر باشد آلودگی آب آن‌ها بیشتر است. فضولات کشاورزی و سایر مواد آلوده از ارتفاعات حوضه رودخانه در اثر بارندگی و ورود آن به سرشاخه یا شاخه اصلی رودخانه می‌تواند از عوامل اصلی کاهش کیفیت نیز باشد. Soleimani و همکاران (۲۰۱۸) به ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی قروه و دهگلان، کردستان با استفاده از شاخص کیفیت آب (WQI) پرداختند محاسبه WQI برای نمونه‌های

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]

آب‌های زیرزمینی نشان می‌دهد که ۳۶ درصد نمونه‌ها می‌توانند به‌عنوان آب عالی در نظر گرفته شوند و ۶۴ درصد نمونه‌ها به‌عنوان طبقه‌بندی آب مناسب طبقه‌بندی‌شده‌اند. نتایج شاخص‌های محاسبه‌شده برای کیفیت آب کشاورزی نشان می‌دهد که کیفیت آب در تمام نمونه‌های جمع‌آوری‌شده از دسته خوب و عالی است. Adimalla (۲۰۱۹) به کنترل عوامل و مکانیسم تغییر کیفیت آب زیرزمینی در منطقه نیمه‌خشک جنوب هند با رویکرد شاخص کیفیت آب (WQI) و ارزیابی ریسک سلامتی پرداخت. نتایج نشان داد غلظت بالاتر فلوراید و نیترات در آب آشامیدنی باعث ایجاد خطرات سلامتی می‌شود و بالای ۵۰ درصد از نمونه‌های آب زیرزمینی ازنظر فلوئورید و نیترات برای اهداف آشامیدنی مناسب نیستند. علاوه‌براین، ارزیابی خطر سلامت با استفاده از مدل آژانس حفاظت از محیط‌زیست ایالات‌متحده، برای تعیین خطر غیر سرطان‌زا فلوراید و نیترات موجود در آب آشامیدنی برای بزرگ‌سالان (زن و مرد) و کودکان موردبررسی قرار گرفت. محدوده شاخص خطر در کلیه مکان‌های نمونه‌برداری از جنس مذکر از ۰/۱۳۳ تا ۸/۸۷۰، برای دختران، ۰/۱۴۱۴ تا ۱۰/۲۹۳ برای خانم‌ها و ۰/۴۱۹ تا ۲۹/۴۸۷ برای کودکان متغیر است. نتایج ارزیابی ریسک سلامتی نشان داد که کودکان به دلیل مصرف آب آشامیدنی آلوده به میزان زیادی ازنظر نیترات و فلوراید در منطقه موردمطالعه در معرض خطر سلامتی قرار دارند. Abdel-Aziz و همکاران (۲۰۱۹) به ارزیابی آلودگی آب دریاچه Idku (مصر) با استفاده از شاخص NSF-WQI پرداختند. هشت نمونه آب از دریاچه جمع‌آوری، حفظ و مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. شاخص کیفیت آب بنیاد بهداشتی ملی (NSF-WQI) نشانگر وضعیت کیفیت آب متوسط در دریاچه Idku است و آب در حوضه الخیری نیاز به تصفیه بیشتر دارد. Kumar و همکاران (۲۰۲۰) ارزیابی کیفیت آب چشمه در حوضه بازانتارجامو هیمالایا با استفاده از شاخص کیفیت آب پرداختند شاخص کیفیت آب نشان داد ۴۵ درصد نمونه‌ها در رده بسیار خوب قرار دارند، ۵۰ درصد نمونه‌های بهاره در مقایسه با آب شرب در گروه‌های خوب قرار دارند. Eslami و همکاران (۲۰۲۰) به ارزیابی کیفیت منابع آب شرب رفسنجان با استفاده از مدل شاخص کیفیت آب (WQI) پرداختند این مطالعه در ۷ چاه آب شرب شهر رفسنجان در سال انجام شد. نتایج نشان داد که میانگین غلظت کلیه پارامترهای منابع آب در رفسنجان در استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) بوده است. ارزیابی کیفیت آب رفسنجان بر اساس مدل WQI نشان داد که کیفیت آب ۱۴/۲۸ درصد از منابع در محدوده عالی و بسیار خوب و ۸۵/۷۲ درصد در محدوده مناسب بوده است. یکی دیگر از پارامترهای فیزیکی آب کدورت است که معیاری برای میزان جذب و یا پراکندگی نور توسط مواد معلق موجود در آب به شمار می‌رود. قسمت عمده کدورت در آب‌های سطحی از فرسایش مواد کلوئیدی نظیر خاک رس، لای، خرده‌سنگ‌ها و اکسیدهای فلزی از خاک حاصل می‌شود. طیبی و اردکانی (۱۳۹۱) در پژوهشی به بررسی سنجش پارامترهای کیفی آب رودخانه گاماسیاب و عوامل مؤثر بر آن پرداختند. نتایج تحقیق بیانگر آن بود که به‌جز در مورد میانگین مقادیر هدایت الکتریکی که هیچ‌کدام از ایستگاه‌ها تفاوت معنی‌دار با یکدیگر نداشته‌اند، در مورد سایر پارامترهای مورد ارزیابی چنین امری مشاهده نمی‌شود. به‌طوری‌که در مورد میانگین غلظت اکسیژن محلول،pH و اکسیژن موردنیاز زیست‌شیمیایی تنها کانال ورودی آب کارگاه قزل‌دانش با ایستگاه شاهد تفاوت معنی‌دار نداشته است. همچنین میانگین غلظت یون‌های آمونیوم و نیتریت ایستگاه شاهد با سایر ایستگاه‌های نمونه‌برداری به دلیل ورود بار قابل‌توجهی از مواد مغذی به رودخانه براثر فعالیت‌های آبزی‌پروری و همچنین فاضلاب روستاهای اطراف تفاوت معنی‌دار داشته است. درخشانفر (۱۳۸۶) در مطالعه‌ای مشابه بر روی آب رودخانه کن به این نتیجه رسید که شاخص‌های کیفی (اکسیژن محلول، اکسیژن خواهی بیولوژیکی و نیترات) در ۶ ایستگاه موردبررسی قرار گرفت. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد میزان اکسیژن محلول در طول رودخانه از ایستگاه شماره ۱ تا شماره ۶ مرتباً روند کاهشی داشته و بالعکس میزان اکسیژن خواهی بیوشیمیایی از ایستگاه شماره ۱ تا ۶ روند افزایشی داشته است. غلظت نیترات به سمت ایستگاه‌های میانی افزایش و مجدداً به سمت ایستگاه‌های ۵ و ۶ کاهش‌یافته است. رشد و توسعه شهرها و شهرک‌های صنعتی بدون مکان‌یابی صحیح نیز از عوامل دیگر تهدیدکننده کیفیت آب رودخانه‌ها می‌باشد. درنتیجه آلودگی آب در دهه‌های اخیر تهدیدی جدی برای انسان و اکوسیستم‌های طبیعی تلقی می‌شود به‌طوری‌که بررسی تغییرات کیفیت آب یکی از موضوعات مهم جهت استفاده بهینه از آن است (توکلی و همکاران، ۱۳۹۴). پارامترهای فیزیکی آن دسته از خصوصیات آب است که به‌وسیله حواس بینایی، لامسه، چشایی و یا بویایی قابل‌تشخیص باشد. مواد جامد معلق، کدورت، رنگ، طعم، بو و درجه حرارت در این دسته قرار می‌گیرند. جامدات یکی از ناخالصی‌های فیزیکی آب به شمارمی‌روند. وجود مواد معلق و محلول ازنظر زیبایی به آب لطمه

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]

زده و می‌توانند محل‌هایی را برای جذب سطحی مواد شیمیایی و بیولوژیکی به وجود آورند. با توجه به نتایج اعلام‌شده بهتر است در مزارع و باغات کنترل سموم و کودهای مورداستفاده انجام شود و در برنامه‌های زودبازده به دنبال کاهش استفاده از سموم و کودهای شیمیایی بود و از جایگزین‌های ارگانیک و کم‌خطر تا حد امکان بی‌خطر استفاده شود. نظارت بر تمام مراکز صنعتی اطراف رودخانه شاهرود در تصفیه پساب‌های تولیدی از این واحدها به‌طور سخت‌گیرانه جهت افزایش کیفیت آب رودخانه انجام گیرد در تمام رودخانه‌های استان به تعداد کافی ایستگاه‌های پایش زیست‌محیطی (با توجه به برنامه‌های مصوب و قوانین و اسناد بالادستی ابلاغی) تعبیه شود و در برنامه پایش مستمر قرار گیرد و از سیستم‌های سنسوری، پارامترهای متداول رودخانه به شبکه کامپیوتری تحلیلگر اطلاعات منتقل و مورداستفاده مدیریت پایش زیست‌محیطی قرار گیرد و به‌صورت منظم و ماهیانه آزمایش‌های جامع انجام و وارد بانک اطلاعات و برنامه GIS شود. برای انجام این آزمایش‌ها می‌توان از ظرفیت‌های آزمایشگاهی مراکز تحقیقاتی و دانشگاهی و آزمایشگاه‌های معتمد استان استفاده نمود.

سپاسگزاری

بدینوسیله از زحمات و همکاری‌های ارزشمند مسئول آزمایشگاه آب و فاضلاب دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات استان تهران در انجام آزمایشات این تحقیق تشکر و قدردانی می نماییم.

منابع

ابراهیم پور، ص. و محمدزاده، ح.، ۱۳۹۲. ارزیابی و پهنه‌بندی کیفیت آب دریاچه‌ی زریوار با استفاده از شاخص‌های کیفیت NSFWQI، CWQI،OWQI. مجله پژوهش‌های محیط‌زیست، سال ۴، شماره ۷، صفحات ۱۴۲-۱۳۷.

اصل هاشمی، ا. و تقی پور، ح.، ۱۳۸۹. اندکس کیفیت آب WQI. دانشگاه علوم پزشکی تبریز، ۱ (۴): صفحات ۷-۱.

اقبالی شمس آباد، پ.، ۱۳۸۹. بررسی روند تغییرات پارامترهای فیزیکی و آلودگی‌های شیمیایی رودخانه سفیدرود و تحلیل عوامل مؤثر بر آن با استفاده از GIS. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

امیری، پ.، شریعت، م. و احمدی کلان، م.، ۱۳۹٦. بررسی کیفیت آب با کاربرد شاخص NSFWQI مطالعه موردی: سد چمگردلان ایلام. مجله انسان و محیطزیست، ۲۱ (۴): صفحات ۲۱-۱۲.

پورشیانی، س.، محمدی، م.، خالدیان، م. و میرروشندل، ا.، ۱۳۹۵. ارزیابی کیفیت آب رودخانه گازرودبار با استفاده از شاخص کیفی NSFWQI و شاخص آلودگی. فصلنامه علمی پژوهشی اکو بیولوژی تالاب، ۸ (۲۷): صفحات ۷۷-۶۵.

توکلی، ف.، روزبهانی، م. و اردکانی، س.، ۱۳۹٤. بررسی کیفیت آب رودخانه با استفاده از شاخص‌های کیفی آب (مطالعه موردی رودخانه الیگودرز). فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، ۶ (۳): صفحات ۲۶-۱۵.

جعفری سلیم، ب.، نبی بیدهندی، غ.، سالمی، ا.، طاهریون، م. و اردستانی، م.، ۱۳۸۸. بررسی کیفیت آب رودخانه قشلاق با استفاده از شاخص‌های کیفی آب. مجله محیطی، ۶ (۴): صفحات ۲۷-۱۹.

حسین زاده، ا.، خرسندی، ح.، رحیمی، ن.، حسین زاده، س. و علی پور، م.، ۱۳۹۲. بررسی کیفیت آب رودخانه آیدوغموش با استفاده از شاخص کیفیت NSFWQI و شاخص آلودگی Liou. مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، ۲۴ (۲): صفحات ۱۶۲-۱۵۴.

حسینی، ه.، شاکری، ع.، رضایی، م. و دشتی برمکی، م.، ۱۳۹۷. کاربرد شاخص کیفیت آب (WQI) و هیدروژئوشیمی در ارزیابی کیفی آب سطحی مخازن چاه نیمه استان سیستان و بلوچستان. فصلنامه سلامت و محیط‌زیست، ۱۱ (۴): صفحات ۵۸۶-۵۷۵.

ابراهیمی، ع.، فتحی، پ.، قدرتی، ف.، نادری جلودار، م. و زفره یی، ا.، ۱۳۹٦. ارزیابی کیفیت آب رودخانه تجن با استفاده از شاخص‌های کیفی و زیستی. مجله علمی شیلات ایران، ۲۶ (۵): صفحات ۱۵۱-۱۳۹.

خلجی، م.، ابراهیمی، ع.، هاشمی نژاد، ه.، متقی، ا. و اسداله، س.، ۱۳۹۵. ارزیابی کیفیت آب دریاچه سد زاینده‌رود با استفاده از شاخص WQI. مجله علمی شیلات ایران، ۲۵ (۵): ۶۳-۵۱.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]

خردمند، ن. و ابراهیمی، ع.، ۱۳۹۸. ارزیابی شرایط کیفی رودخانه بهشت‌آباد در فصل تابستان ۱۳۹۷ با استفاده از شاخصNSFWQI . دومین همایش ملی منابع طبیعی و توسعه پایدار در زاگرس، شهرکرد، دانشگاه شهرکرد، صفحات ۲۷-۲۰.

عرفانیان، م. و محمودی، م.، ۱۳۹۷. ارزیابی کیفیت آب سطحی دشت نقده اشنویه با استفاده از شاخص NSFWQI. نهمین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار، ۲۶(۴): صفحات ۵۷-۴۱.

طیبی‌لو، س. و اردکانی، س.، ۱۳۹۱. سنجش پارامترهای کیفی آب رودخانه گاماسیاب و عوامل مؤثر بر آن. مجله علوم و تکنولوژی محیطزیست، ۱۴ (۲): صفحات ۳۷-۴۹.

عباس‌پور، م.، جاوید، ا. و حبیبی، ا.، ۱۳۹۲. تعیین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب رودخانه خراسان و بررسی روند تغییرات سالیانه آن. علوم و تکنولوژی محیطزیست، ۱۵ (۴): صفحات ۱۱-۱.

درخشانفر، م.، ۱۳۸٦. بررسی کیفیت آب رودخانه کن و شناسایی عوامل آلاینده آن با استفاده از GIS. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، واحد علوم و تحقیقات.

رجبی کلاشمی، م. و اوشک سرایی، ل.، ۱۳۹۸. ارزیابی جامع کیفیت منابع آب آشامیدنی استان گیلان. چهارمین کنفرانس بین‌المللی پژوهش در علوم و مهندسی، ۱۶ (۴): صفحات ۴۱-۳۰.

رستمی، ر. و وحیدی، ح.، ۱۳۹۸. ارزیابی مقایسه‌ای کیفی رواناب رودخانه‌های ایران به روش شاخص NSFWQI. دومین کنفرانس ملی پژوهش‌های نوین در مهندسی کشاورزی، محیطزیست و منابع طبیعی کرج، دانشگاه جامع علمی کاربردی سازمان همیاری شهرداری‌ها.

نجفیان، د.، کرمی، ش. و میرزا، م.، ۱۳۹۸. ارزیابی کیفیت آب رودخانه کرج با استفاده از شاخص کیفیت آب (NSFWQI) و شاخص کیفیت آب‌های سطحی ایران (IRWQISC). چهارمین همایش ملی دانش و فناوری علوم کشاورزی، منابع طبیعی و محیطزیست ایران، تهران.

نوروزی، ن.، قربانی، ر.، حاجی مرادلو، ع.، هدایتی، ع. ا.، ملائی، م.، نعیمی، ع. ا. و وثاقی، م. ج.، ۱۳۹٤. ارزیابی وضعیت سلامت رودخانه زیارت در استان گلستان بر اساس شاخص کیفی NSFWQI. مجله بهره‌برداری و پرورش آبزیان، ۴ (۲): صفحات ۱۲۲-۱۱۱.

نصیراحمدی، ک.، یوسفی، ذ. و ترسلی، ا.، ۱۳۹۱. پهنه‌بندی کیفیت آب رودخانه هراز بر اساس شاخص NSFWQI. مجله علوم پزشکی مازندارن، ۲۲ (۹۲): صفحات ۷۱-۶۴.

میرمشتاقی، م.، امیر نژاد، ر. و خالدیان، م.، ۱۳۹۰. بررسی کیفیت آب رودخانه سفیدرود و پهنه‌بندی آن با استفاده از شاخص‌های کیفی NSFWQI و OWQI. مجله اکو بیولوژی تالاب، ۳ (۹): صفحات ۳۴-۲۳.

Amaal, M., Abdel-Satar, A., Mohamed, H., Ali, A. and Mohamed, E., 2017. Indices of water quality and metal pollution of Nile River, Egypt, Egyptian. Journal of Aquatic Research, 43: 21-29.

Annapoorna, H. and janardhana, M. R., 2015. Assessment of Groundwater Quality for Drinking Purpose in Rural Areas Surrounding a Defunct Copper Mine, Aquatic Procedia, 4: 685-692.

Adimalla, N., 2019. Controlling factors and mechanism of groundwater quality variation in semiarid region of South India: an approach of water quality index (WQI) and health risk assessment. Environmental Geochemistry and Health, Journal of Environmental Geochemistry and Health, 5(3): 17-25.

Abdel-Aziz, M., Mahmoudm A., Afifi, I. and Muhammad, A., 2019. Water Pollution Monitoring in Idku Lake (Egypt) using Phytoplankton and NSF-WQI. Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries, 23(4): 465-481.

Dindarloo, K., Alaabpour, V. and Farshidfar, Gh., 2006. Chemical quality of drinking water in Bandar Abbas. Hormozgan Medical Journal, 1: 57-62.

Eslami, H., Tajik. R., Esmaeili, M., Esmaeili, A. and Mobini, M., 2020. Assessment of the Quality of Rafsanjan Drinking Water Resources using Water Quality Index (WQI) Model. The Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences (JRUMS), 18(10): 985-996.

Soleimani, H., Nasr, O., Ojaghi, B., Pasalari, H., Hosseini, M., Hashemzadeh, B., Kavosi, A., Masoumi, S., Radfar, M., Adibzadeh, A. and Kiani, G., 2018. Data on drinking water quality using water quality index (WQI) and assessment of groundwater quality for irrigation purposes in Qorveh and Dehgolan, Kurdistan, Iran. Science of the Total Environment Journal, 13(20): 375-386.

Karimian, A., Jafarzadeh, N., Nabizaheh, R. and Afkhami, m., 2010. Zoning of water quality bases on WQI index. ZOhreh river case study. 18:53-62. https://www.civilica.com/Paper-IREC08-IREC08_343.html

KumarTaloor, A., AhmadPirb, R., Adimalla, N., Ali, S., Manhas, D., Roy, S. and Sing, A., 2020. Spring water quality and discharge assessment in the Basantar watershed of Jammu Himalaya using geographic information

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]

system (GIS) and water quality Index (WQI). Groundwater for sustainable development. http://www.elsevier.com/locate/gsd.

Liu, J., Wang, R., Huang, B., Lin, C., Wang, Y. and Pan, X., 2011. Distribution and bioaccumulation of steroidal and phenolic endocrine disrupting chemicals in wild fish species from Diarchy Lake China. Environmental Pollution, 159(10): 2815-2822.

Rodger, B., Andrew, D. and Eaton-Eugene, W., 2017. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Radfar, M., Mohamamadi, Z., Irvani, Z. and Zelaghi, E., 2017. Evaluation of water quality in the Karun River in terms of drinking and farming. Proceeding of 2nd National Iranian Hydrology Conference, Iran, Shahrekord. https://www.civilica.com/Paper-WRRC02-WRRC02_280.html.

Samadi, M., Saghi, M., Rahmani, A. and Torabzadeh, H., 2009. Zoning of water quality on hamedan moradbig river bases on water quality index with geographic information system. Proceeding of Congress of environmental health. Hamedan university. Scientific Journal of Hamadan University of Medical Sciences, 16(3): 38-43.16(3): 38-43.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]