ارزیابی کیفیت آب رودخانه گازرودبار با استفاده از شاخص کیفی NSFWQI و شاخص آلودگی Liou

سمانه امین پور شیانی[۱]
محسن محمدی[۲]*
محمدرضا خالدیان[۳]
اعظم السادات میر روشندل[٤]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد آلودگی محیطزیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران.
۲. استادیار گروه محیطزیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران.
۳. دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.
۴. دانشجوی دکترای شیمی تجزیه، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

***مسئول مکاتبات:**
mohammadi2g@yahoo.com

کد مقاله: ۱۳۹۵۰۱۰۳۳۰
تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۹/۲۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۱۱
این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد است.

چکیده

آگاهی از کیفیت منابع آب در حفظ، برنامه‌ریزی و مدیریت این منابع بسیار حائز اهمیت است. رودخانه گاز رودبار با طول تقریبی ۶۱/۷۳ کیلومتر یکی از رودخانه‌های ورودی به تالاب بین‌المللی انزلی هست. این مطالعه باهدف ارزیابی کیفیت آب رودخانه گاز رودبار با استفاده از شاخص کیفی NSFWQI و شاخص آلودگی Liou انجام‌شده است. در این مطالعه پارامترهای اکسیژن محلول، اکسیژن بیوشیمیایی، خاصیت اسیدی، نیترات، کل مواد جامد، دما، فسفات کل، کلی فرم مدفوعی، کدورت، مواد جامد معلق و نیتروژن آمونیاکی طبق روش استاندارد متد اندازه‌گیری و مورد آزمایش قرار گرفت. نمونه‌برداری طی ۱۲ ماه (شهریور-ماه سال ۱۳۹۳ تا مردادماه سال ۱۳۹۴) و از پنج ایستگاه منتخب صورت گرفت. طبق نتایج حاصل از این مطالعه میزان میانگین ماهیانه شاخص NSFWQI در محدوده ۶۰-۵۰/۴ و میزان میانگین ماهیانه شاخص Liou در محدوده ۳/۸۵-۱/۱ قرار می‌گیرد. بر اساس این شاخص‌ها ایستگاه شماره یک دارای بهترین کیفیت (Liou =۱/۴، NSFWQI =۶۴/۶) و ایستگاه شماره چهار دارای بدترین کیفیت (Liou =۳/۷۳، NSFWQI =۴۹/۲۵) هست. بر اساس شاخص NSFWQI آب رودخانه گاز رودبار در رده کیفی 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 هست.

واژگان کلیدی: تالاب انزلی، رودخانه گاز رودبار، کیفیت آب.

مقدمه

یکی از روش‌های پرکاربرد و ساده جهت سنجش کیفیت آب‌های سطحی، استفاده از شاخص‌های کیفی آب هست. در این روش، حجم زیاد اطلاعات حاصل از پویش‌های کیفی آب به‌صورت یک عدد منفرد و بدون بعد تبدیل می‌شود که این عدد در یک مقیاس درجه‌بندی‌شده، دارای مفهوم و تعریف کیفی تفسیر شده‌ای است (جعفری سلیم و همکاران، ۱۳۸۸). با توجه به اهمیت آب و مسائل مربوط به آن، تعداد زیادی از شاخص‌های زیست‌محیطی طی سال‌های گذشته توسط سازمان‌ها و مؤسسات مختلف، اعم از دولتی و غیردولتی، پیشنهادشده است. به‌طوری‌که در دهه آخر قرن بیستم، علاقه‌مندی زیادی درزمینه‌ی ایجاد و یا بهبود شاخص‌های کنترل کیفی آب بر اساس شرایط موجود ایجادشده است (شمسایی و همکاران، ۱۳۸۴). دو فرم اصلی برای شاخص‌ها وجود دارد، شاخص‌هایی که با افزایش آلودگی، عدد شاخص آن‌ها افزایش می‌یابد، بانام شاخص آلودگی (مثل Liou، BCWQI) و شاخص‌هایی که با افزایش آلودگی، عدد شاخص آن‌ها کاهش می‌یابد، بانام شاخص کیفی شناخته

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

می‌شوند (مثل NSFWQI، OWQI، CWQI) (شیخ ستانی، ۱۳۸۰; Oram, 2011). شاخص کیفی NSFWQI مخفف National Sanitation Foundation Water Qualityنمایه و به معنای شاخص کیفیت آب مؤسسه بهداشت ملی هست. در سال ۱۹۷۰ براون و همکاران با حمایت مؤسسه ملی بهداشت آمریکا این شاخص کیفی کاهشی را بر اساس نظرسنجی از تعداد زیادی افراد متخصص با تخصص‌های گوناگون در این زمینه ارائه نمودند. آن‌ها در ابتدا حدود ۳۵ پارامتر آلودگی مطرح و سپس بر اساس نظر افراد متخصص نه پارامتر را برای محاسبه شاخص اصلی انتخاب نمودند. پارامترهای موردبحث در این شاخص عبارت‌اند از: تغییرات دما، اکسیژن محلول، اکسیژن بیوشیمیایی، فسفات کل، خاصیت اسیدی، نیترات، کل مواد جامد، فینال کلی فرم و کدورت (ابراهیم پور و محمد زاده، ۱۳۹۲). شاخص آلودگی Liou یا شاخص آلودگی رودخانه (RPI) River pollutionنمایه در سال ۲۰۰۳ توسط Liou و همکاران در تایوان توسعه یافت. این شاخص برای تعیین سلامت رودخانه هست و در آن به پارامترهای انتخاب‌شده امتیاز استانداری بر اساس منحنی‌های دسته‌بندی از پیش تعیین‌شده، داده می‌شود. شاخص آلودگی رودخانه (RPI) شامل چهار پارامتر اکسیژن محلول، اکسیژن خواهی بیوشیمیایی، مواد جامد معلق و نیتروژن آمونیاکی هست (Liou *et al.*, 2003).

در اواسط قرن بیستم کیفیت آب توسط Horton در سال ۱۹۶۵ طبقه‌بندی شد. پس‌ازآن مطالعات گسترده‌ای در سراسر جهان با استفاده از شاخص‌های کیفی آب صورت گرفت که از آن جمله می‌توان به مطالعات زیر اشاره کرد. Rosli و همکاران (۲۰۱۲) کیفیت آب رودخانه سبک واقع در مالزی را با استفاده از شاخص WQI موردبررسی قراردادند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که رودخانه سطح پایینی از اکسیژن محلول و سطح بالایی از اکسیژن موردنیاز شیمیایی و سرب داشت و کیفیت آب این رودخانه ازنظر شاخص WQI در محدوده اندکی آلوده (کلاس IV) قرار گرفت. Vaheedunnisha و Shukla (۲۰۱۳) در تحقیقی کیفیت آب تالاب روب سیگار هند را با استفاده از شاخص NSFWQI به‌صورت ماهیانه طی یک‌ساله (اوت ۲۰۱۱ تا جولای ۲۰۱۲) بررسی نمودند. طبق نتایج حاصل از این مطالعه کیفیت آب تالاب روب سیگار در کل دوره مطالعه در محدوده کیفی متوسط قرار می‌گیرد. بیشترین میزان شاخص NSFWQI (۶۶/۷۵) در ماه نوامبر و کمترین میزان این شاخص (۵۵/۲۵) در ماه جولای مشاهده گردید. Effendi و Wardiatno (۲۰۱۵) وضعیت کیفی آب رودخانه چیمبیلاوینگ واقع در استان بن تن (اندونزی) را با استفاده از شاخص NSFWQI و شاخص آلودگی (PI) بررسی نمودند. نمونه‌برداری از سه ایستگاه و در سه نوبت مطابق با فصل بارانی صورت گرفت. طبق نتایج حاصل از این مطالعه میزان شاخص NSFWQI در محدوده ۸۸-۸۷ و میزان شاخص آلودگی در محدوده ۰/۷۸-۰/۵۶ قرار می‌گیرد. بر اساس این شاخص‌ها کیفیت آب رودخانه چیمبیلاوینگ در محدوده خوب قرار می‌گیرد. در داخل کشور نیز محققان بسیاری از شاخص‌های کیفی مختلف برای بررسی وضعیت کیفی رودخانه‌ها استفاده کرده‌اند که از آن جمله می‌توان به مطالعات زیر اشاره کرد. مفتاح هلقی (۱۳۹۰) با تعیین شش ایستگاه کیفیت آب رودخانه اترک را با استفاده از شاخص‌های NSFWQI، CWQI و شاخص مدیریتی Said موردمطالعه و بررسی قراردادند. بررسی نتایج سه شاخص کیفی نشان داد که شاخص NSFWQI به نسبت مناسب و شاخص Said به‌طور عمده با تغییر جزئی سیاست‌های مدیریتی اثربخش بود، بنابراین نتایج این دو روش در این منطقه یکسان به نظر رسید ولی نتایج شاخص CWQI که شرایط را مناسب تا ضعیف نشان داد، کمی محافظه‌کارانه‌تر از دو روش دیگر بود. ابراهیم پور و محمد زاده (۱۳۹۲) با استفاده از شاخص-های NSFWQI، OWQI و CWQI کیفیت آب دریاچه تالابی زریوار را بررسی نمودند. طبق نتایج این مطالعه دریاچه زریوار ازنظر شاخص NSFWQI در محدوده کیفی متوسط و ازنظر شاخص OWQI در محدوده بسیار بد قرار داشت. این در حالی است که آب دریاچه ازنظر شاخص CWQIبه‌طورکلی ازنظر کیفی در رده بد، برای آشامیدن خوب، برای آبزیان بد و ازنظر آبیاری، تفریح و استفاده احشام در رده عالی قرار گرفت. ایشان استفاده از شاخص‌های CWQI و NSFWQI را برای شناخت کیفیت منابع آبی کشور به‌خصوص دریاچه‌ها و رودخانه‌ها مناسب و راهگشا دانستند. مطالعه ظهرابی و همکاران در سال ۱۳۹۳ روی پهنه‌بندی کیفی رودخانه جراحی واقع در استان خوزستان، با استفاده از شاخص NSFWQI و نرم‌افزار GIS نشان داد که میانگین شاخص NSFWQI در رودخانه جراحی ۴۴/۵ هست که این مقدار بیانگر کیفیت بد رودخانه در تمامی ایستگاه‌ها هست. تالاب بین‌المللی انزلی از نوع تالاب‌های ساحلی (Coastal Wetland) بوده که در سال ۱۳۵۴ در فهرست تالاب‌های بین‌المللی

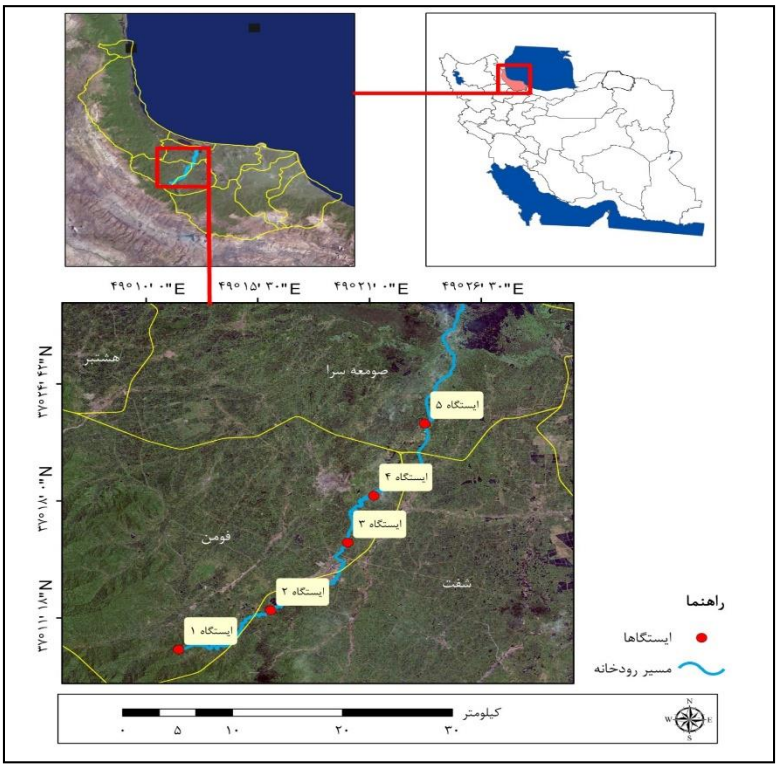
[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]

کنوانسیون رامسر به ثبت رسیده است. حوزه آبریز تالاب انزلی دارای مساحتی در حدود ۳۷۴ هزار هکتار هست. این تالاب جزء تالاب‌های طبیعی و آب شیرین کشور بوده و دارای ۱۱ رود اصلی و ۳۰ رود فرعی است که پس از آبیاری مزارع و شالیزارها به همراه جریان‌های سطحی حوزه آبریز تالاب به آن وارد می‌شوند. در حال حاضر این تالاب باارزش در فهرست مونترو (Montreux) قرارگرفته و به این معناست که تالاب در حال خشک شدن است. تالاب‌هایی که دچار تغییرات اکولوژیکی شده‌اند در این فهرست قرار می‌گیرند. علت این امر ورود بیش‌ازحد آلاینده‌های آبی و خاکی اعم از زباله و فاضلاب‌های خانگی، شهری، صنعتی و کشاورزی است که از طریق رودخانه‌های منتهی به این تالاب، به آن وارد می‌شوند. درنتیجه ارزیابی و کنترل کیفیت آب‌های ورودی به تالاب انزلی، برای نجات این منبع زیست‌محیطی باارزش امری لازم و ضروری هست. رودخانه گاز رودبار یکی از رودخانه‌هایی است که پس از گذر از مناطق شهری و روستایی مختلف و حمل زباله و فاضلاب‌های آن‌ها به این تالاب وارد می‌شود ازآنجایی‌که تاکنون هیچ‌گونه مطالعه و بررسی روی کیفیت آب این رودخانه صورت نگرفته است درنتیجه پایش و کنترل کیفی آب این رودخانه امری لازم و ضروری هست. در این مطالعه کیفیت آب رودخانه گاز رودبار با استفاده از شاخص کیفی NSFWQI و شاخص آلودگی Liou موردمطالعه و بررسی قرار می‌گیرد. دلیل انتخاب این دو شاخص جامع بودن، سادگی، در دسترس بودن پارامترهای موردنیاز و راحتی اندازه‌گیری پارامترها هست.

مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع توصیفی – مقطع هست و طی آن کیفیت آب رودخانه گاز رودبار در پنج ایستگاه از طول آن به مدت یک‌ساله مورد پایش و کنترل قرارگرفته است. رودخانه گاز رودبار با طول تقریبی ۶۱/۷۳ کیلومتر در محدوده جغرافیایی"۱۸'۱۱°۳۷ تا "۴۲'۲۴°۳۷ عرض شمالی و "۰'۱۰°۴۹ تا "۳۰'۲۶°۴۹ طول شرقی واقع‌شده است. حوضه آبریز این رودخانه در شهرستان‌های فومن و صومعه‌سرا (استان گیلان) قرار دارد. آب‌وهوای این منطقه معتدل و مرطوب خزری هست. این رودخانه از ارتفاعات حسین کوه از توابع شهرستان فومن سرچشمه گرفته و پس از گذر از روستاها و شهرستان‌های فومن و صومعه‌سرا به تالاب بین‌المللی انزلی می‌ریزد (شکل ۱). میزان دما و بارش منطقه موردمطالعه طی مدت پژوهش در جدول ۱ ارائه‌شده است.

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



شکل ۱: تصویر ماهواره‌ای مسیر رودخانه گاز رودبار.

جدول ۱: میزان دما و بارش منطقه موردمطالعه از فروردین ۱۳۹۳ تا مرداد ۱۳۹٤.

برگ خرید	ماه											
	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
دما ۹۳	۱۳/۱	۲۰/۶	۲۴/۳	۲۶/۴	۲۷/۲	۲۶	۱۹	۱۲/۴	۹/۲	۹/۱	۸/۶	۷/۹
بارش ۹۳	۱۱۱/۳	۱۱/۲	۱۵/۳	۱۵	۱/۳	۴۲/۲	۳۶۷/۸	۱۸۱/۱	۲۲۰/۵	۱۴۳/۴	۱۳۳/۷	۱۸۲/۹
دما ۹۴	۱۲/۳	۱۷/۷	۲۴/۴	۲۶/۸	۲۷/۴							
بارش ۹۴	۱۴۷/۷	۴۳/۸	۰/۱	۸۱/۲	۱۳/۶							

پس از بازدید میدانی، با توجه به موقعیت آب‌های ورودی به رودخانه، منابع تولید آلاینده منطقه (فاضلاب‌های شهری، روستایی، خانگی و زهاب‌های کشاورزی)، مکان ورود آلاینده‌ها و نیز امکان نمونه‌برداری از آب رودخانه، تعداد پنج ایستگاه نمونه‌برداری در طول رودخانه تعیین شد که موقعیت جغرافیایی این نقاط در جدول ۲ ارائه‌شده است. نمونه‌برداری از ایستگاه‌های تعیین‌شده طی ۱۲ ماه (شهریورماه سال ۱۳۹۳ تا مردادماه سال ۱۳۹۴) و به‌صورت ماهیانه (اواسط هرماه) انجام گرفت. برداشت، نگهداری و سنجش پارامترهای موردنظر طبق روش‌های استاندارد (Standard Method, 2005) و امکانات آزمایشگاه شیمی اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان گیلان انجام شد. جدول ۳ پارامترهای اندازه-گیری شده در این مطالعه، روش اندازه‌گیری و دستگاه‌هایی که برای انجام پژوهش به‌کاررفته است را نشان می‌دهد.

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

جدول ۲: مختصات نقاط واقع بر رودخانه گاز رودبار جهت نمونه‌برداری.

ایستگاه‌های نمونه‌برداری	Utm (y)	Utm (x)
ایستگاه ۱: بالادست	۴۱۱۳۹۵۵	۰۳۳۹۵۷۵
ایستگاه ۲: قبل از شهر فومن	۴۱۱۷۹۷۱	۰۳۴۶۳۵۴
ایستگاه ۳: بعد از فومن و قبل از صومعه‌سرا	۴۱۲۵۰۳۴	۰۳۵۲۰۹۶
ایستگاه ۴: بعد از صومعه‌سرا	۴۱۲۹۹۶۰	۰۳۵۴۰۸۶
ایستگاه ۵: نزدیک تالاب انزلی	۴۱۳۷۵۴۴	۰۳۵۷۹۲۶

جدول ۳: روش اندازه‌گیری پارامترهای موردنظر.

پارامتر	روش اندازه‌گیری	دستگاه مورداستفاده
اکسیژن محلول (میلی‌گرم بر لیتر)	وین کلر (Winkler)	DO متر HYDRO – BIOS KIEL
اکسیژن خواهی بیوشیمیایی (میلی‌گرم بر لیتر)	نانومتریک	انکوباتور LIEBHERR و WTW
خاصیت اسیدی	دستگاهی	pH متر مدل Metrohm
نیترات (میلی‌گرم بر لیتر)	بروسین – فتومتری	اسپکتروفتومتر SPECTRONIC GENESYS^{TM} 5
دما (درجه سانتی‌گراد)	دستگاهی	ترمومتر دیجیتال
فسفات کل (میلی‌گرم بر لیتر)	اسکوربیک اسید – فتومتری	اسپکتروفتومتر SPECTRONIC GENESYS^{TM} 5
فیکال کلیفرم	MPN	
کدورت (NTU)	دستگاهی	کدورت سنج مدل Lovibond
نیتروژن آمونیاکی (میلی‌گرم بر لیتر)	نسلر	اسپکتروفتومتر SPECTRONIC GENESYS^{TM} 5
کل ذرات معلق (میلی‌گرم بر لیتر)	وزن سنجی در دمای ۱۰۷-۱۰۵ درجه سانتی‌گراد	آون مدل Memmert، دستگاه پمپ خلأ و ترازوی Sartorius
کل ذرات محلول (میلی‌گرم بر لیتر)	دستگاهی	inolab مدل WTW
کل مواد جامد (میلی‌گرم بر لیتر)	مجموع کل ذرات معلق و محلول	

در ایجاد شاخص کلی NSFWQI برای منظور کردن میزان اثر هر پارامتر و یا زیر شاخص مربوط به آن، به هریک از پارامترها یک وزن و یا ارزش عددی نسبت داده‌شده است (جدول ۴). بیشترین وزن مربوط به غلظت اکسیژن محلول (۰/۱۷) و کمترین وزن مربوط به‌کل مواد جامد (۰/۰۷) هست. شاخص کیفیت آب از صفرتا صد طبقه‌بندی‌شده است (جدول ۵). برای به‌دست‌آمده آوردن مقدار نهایی این شاخص از رابطه ۱ استفاده می‌شود. در این رابطه n تعداد پارامترها (n=۹)، Q_i زیر شاخص i دم و W_i ضریب وزنی پارامتر i دم هست (Terrado *et al*., 2010).

رابطه ۱: $$WQI = \sum_{i=1}^{n} W_i Q_i$$

جدول ٤: برگ خریدهای به‌کاررفته در شاخص NSFWQI.

پارامتر	وزن	پارامتر	وزن
اکسیژن محلول	۰/۱۷	فسفات کل	۰/۱۰
کلی فرم مدفوعی	۰/۱۶	دما	۰/۱۰
pH	۰/۱۱	کدورت	۰/۰۸
BOD	۰/۱۱	کل مواد جامد	۰/۰۷
نیترات	۰/۱۰		

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

جدول ۵: تفسیر آلودگی بر اساس مقدار عددی شاخص NSFWQI.

مقدار عددی شاخص	تفسیر مقدار عددی شاخص	رنگ مربوط به مقدار عددی شاخص
۹۰–۱۰۰	عالی	آبی
۷۰–۹۰	خوب	سبز
۵۰–۷۰	متوسط	زرد
۲۵–۵۰	بد	نارنجی
۰–۲۵	خیلی بد	قرمز

مقدار عددی شاخص Liou از رابطه ۲ محاسبه و مطابق جدول ۶ به چهار محدوده طبقه‌بندی می‌شود (Terrado *et al*., 2010).

رابطه ۲:
$$WQI = \frac{1}{4}\sum_{i=1}^{4} I_i$$

جدول ٦: تفسیر مقدار عددی شاخص Liou.

پارامتر کیفی	مقدار پارامتر	مقدار اختصاص داده‌شده با توجه به شاخص	مقدار شاخص	تفسیر مقدار عددی شاخص
اکسیژن محلول	> ۶/۵	I_{DO} =۱	< ۲	کیفیت آب خوب
	۴/۶ – ۶/۵	I_{DO} =۳		
	۲ – ۴/۵	I_{DO} = ۶		
	< ۲	I_{DO} =۱۰		
میزان اکسیژن موردنیاز بیو-شیمیایی	< ۳	I_{BOD} = ۱	۲ – ۳	اندکی آلوده
	۳ – ۴/۹	I_{BOD} = ۳		
	۵ – ۱۵	I_{BOD} = ۶		
	> ۱۵	I_{BOD} =۱۰		
جامدات معلق	< ۲۰	I_{SS} = ۱	۳/۱ – ۶	نسبتاً آلوده
	۲۰ – ۴۹	I_{SS} = ۳		
	۵۰ – ۱۰۰	I_{SS} = ۶		
	> ۱۰۰	I_{SS} =۱۰		
نیتروژن آمونیاکی	< ۰/۵	I_{NH3-N} = ۱	> ۶/۱	بسیار آلوده
	۰/۵ – ۰/۹۹	I_{NH3-N} = ۳		
	۱ – ۳	I_{NH3-N} = ۶		
	> ۳	I_{NH3-N} =۱۰		

نتایج

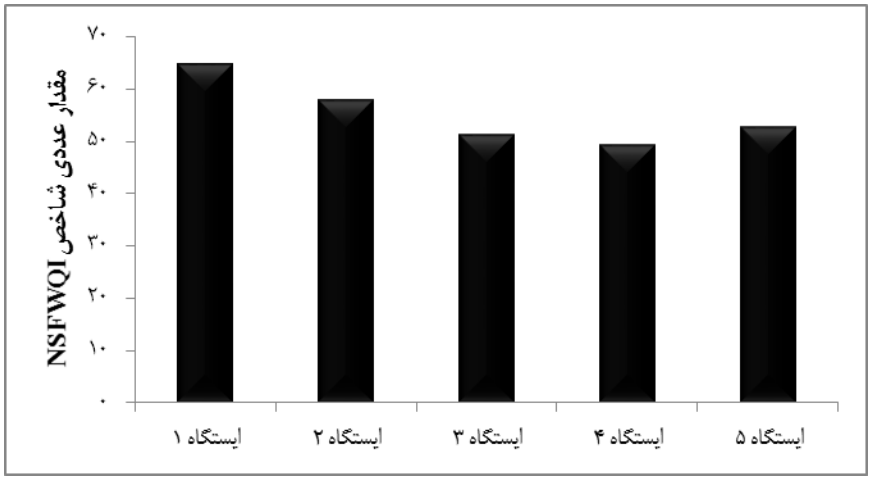
جدول ۷ میانگین پارامترهای اندازه‌گیری شده در طول دوره مطالعه را نشان می‌دهد. با توجه به شکل ۲ بر اساس میانگین شاخص NSFWQI کیفیت آب رودخانه گاز رودبار در همه ایستگاه‌ها به‌جز ایستگاه شماره چهار که در محدود کیفی بد قرار دارد، در محدوده کیفی متوسط قرار می‌گیرد. بیشترین میزان میانگین شاخص NSFWQI (۶۴/۶۷، کیفیت متوسط) مربوط به ایستگاه شماره یک و کمترین میزان میانگین شاخص (۴۹/۲۵،

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

کیفیت بد) مربوط به ایستگاه شماره چهار هست. همان‌طور که از شکل ۳ پیدا است بر اساس مقدار میانگین شاخص Liou ایستگاه شماره یک در محدوده کیفی خوب، ایستگاه شماره دو، سه و پنج‌در محدوده کیفی اندکی آلوده و ایستگاه شماره چهاردر محدوده کیفی نسبتاً آلوده قرار می‌گیرد و بیشترین مقدار عددی شاخص Liou (۳/۷۳، کیفیت نسبتاً آلوده) مربوط به ایستگاه شماره چهار و کمترین مقدار عددی این شاخص (۱/۴، کیفیت خوب) مربوط به ایستگاه شماره یک هست. طبق آزمون آماری واریانس یک‌طرفه و آزمون مقایسه میانگین دان کن و LSD ازنظر شاخص NSFWQI ایستگاه یک با ایستگاه‌های دو تا پنج و ایستگاه دو با ایستگاه‌های سه تا پنج ازنظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P ۰/۰۵ >) اما ایستگاه‌های سه، چهار و پنج باهم اختلاف معنی‌داری ندارند (P >۰/۰۵). ازنظر شاخص Liou ایستگاه‌های یک و دو باهم، ایستگاه‌های دو، سه و پنج باهم و ایستگاه‌های سه و چهار نیز باهم ازنظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارند (P >۰/۰۵).

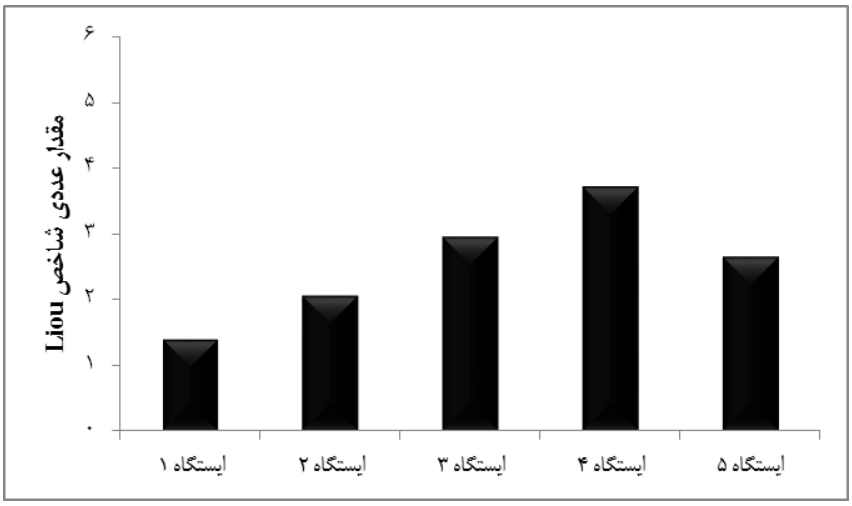
جدول ۷: میانگین سالانه پارامترهای اندازه‌گیری شده در نقاط نمونه‌برداری رودخانه گاز رودبار.

پارامترهای موردمطالعه	ایستگاه‌های موردمطالعه				
	۱	۲	۳	٤	٥
اکسیژن محلول (میلی‌گرم بر لیتر)	۹/۱	۷/۶	۵/۳۵	۳/۱۸	۵/۹۸
اکسیژن خواهی بیوشیمیایی (میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۹۲	۱/۷۵	۶/۴۲	۶	۵
pH	۸/۳۴	۸/۱۷	۷/۹۳	۷/۸۳	۷/۸۸
نیترات (میلی‌گرم بر لیتر)	۲/۰۵	۱/۶۸	۱/۷۴	۱/۶۴	۱/۹۷
دما (درجه سانتی‌گراد)	۱۳/۰۴	۱۴/۹۲	۱۵/۷۵	۱۵/۹۲	۱۶/۴۶
فسفات (میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۳۴	۰/۵۲	۰/۲۳
فینال کلی فرم (N/100ml)	۴۲۲/۵	۷۵۱۹/۲	۲۲۹۱۶/۷	۲۱۱۵۸/۳	۱۱۵۶۷/۵
کدورت (NTU)	۲/۶۱	۲۸/۶۱	۱۶/۹۳	۱۵/۲۹	۱۷/۹۴
آمونیاک (میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۳۱	۰/۴۲	۰/۶۷	۰/۷۸	۰/۶
کل مواد جامد (میلی‌گرم بر لیتر)	۱۷۰/۲	۲۳۶/۲۱	۴۸۴/۳۲	۵۶۷/۷۷	۵۳۵/۳۲



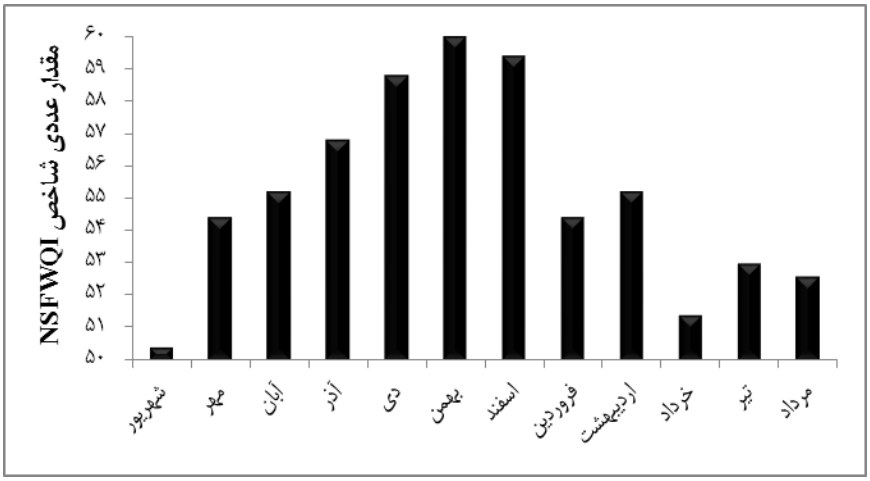
شکل ۲: میانگین شاخص NSFWQI در ایستگاه‌های موردمطالعه.

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



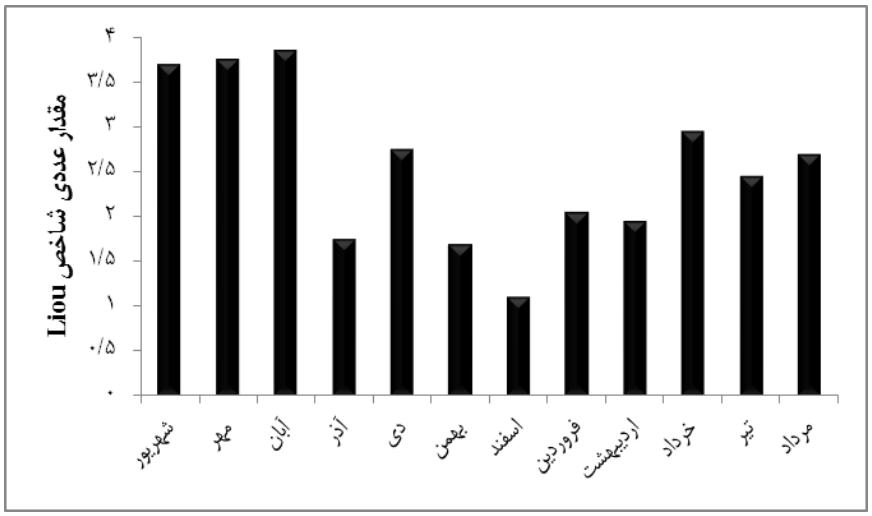
شکل ۳: میانگین شاخص Liou در ایستگاه‌های موردمطالعه.

بر اساس شکل ۴ کیفیت آب رودخانه گاز رودبار در تمام ماه‌های سال در وضعیت کیفی متوسط و مقدار عددی شاخص NSFWQI در محدوده ۷۰-۵۰ قرار می‌گیرد. بیشترین مقدار عددی شاخص NSFWQI مربوط به بهمن‌ماه و معادل ۶۰ (کیفیت متوسط) و کمترین مقدار عددی این شاخص مربوط به خردادماه و معادل ۵۰/۴ (کیفیت متوسط) هست. با توجه به شکل ۵ کیفیت آب این رودخانه در کل دوره نمونه‌برداری در وضعیت کیفی خوب، اندکی آلوده و نسبتاً آلوده در تغییر بوده و مقدار عددی شاخص Liou در محدوده ۴-۱ قرار می‌گیرد. کمترین مقدار عددی این شاخص در اسفندماه و معادل ۱/۱ (کیفیت خوب) و بیشترین مقدار عددی این شاخص در آبان ماه و معادل ۳/۸۵ (کیفیت نسبتاً آلوده) مشاهده شد.



شکل ٤: میانگین شاخص NSFWQI در ماه‌های موردمطالعه.

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



شکل ۵: میانگین شاخص Liou در ماه‌های موردمطالعه.

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به شکل دو کیفیت آب رودخانه گاز رودبار در همه ایستگاه‌ها به‌غیراز ایستگاه شماره چهار (دارای کیفیت بد) در محدوده متوسط قرار می‌گیرد و اندازه شاخص NSFWQI بین ۴۹ تا ۶۵ نوسان دارد. مطابق این شکل آلودگی از ایستگاه شماره یک به سمت ایستگاه‌های بعدی به علت ورود انواع آلاینده‌های شهری، روستایی، خانگی و کشاورزی به‌طور فراوانی افزایش می‌یابد و از کیفیت آب کاسته می‌شود بااین‌وجود در ایستگاه آخر با توجه به افزایش دبی و توان خود پالایی رودخانه، آلودگی کمتر و شاخص کیفیت آب وضعیت بهتری را نشان می‌دهد. محسنی بندپی و همکاران (۱۳۹۲) در مطالعه خودروی کیفیت آب رودخانه گل ایلام به نتیجه‌ای مشابه با نتیجه مطالعه حاضر دست یافتند. طبق نتایج حاصل از شاخص NSFWQI بالاترین مقدار عددی این شاخص مربوط به ایستگاه شماره یک (۶۴/۶۷) و کمترین مقدار عددی این شاخص مربوط به ایستگاه شماره چهار (۴۹/۲۵) هست. علت ارتقای کیفیت آب در ایستگاه یک پایین بودن مقادیر فینال کلی فرم و اکسیژن خواهی بیوشیمیایی و بالا بودن مقدار اکسیژن محلول در کل دوره مطالعه نسبت به سایر ایستگاه‌ها هست. تنزل کیفیت آب در ایستگاه چهار نیز می‌تواند به دلیل بالا بودن مقادیر کل مواد جامد و فسفات ناشی از مصرف کودهای فسفات در زمین‌های کشاورزی اطراف رودخانه و پایین بودن مقدار اکسیژن محلول نسبت به سایر ایستگاه‌ها باشد. با توجه به بررسی‌های صورت گرفته عامل اصلی کاهش کیفیت آب رودخانه گاز رودبار در ایستگاه‌های موردمطالعه فعالیت‌های انسانی و تخلیه فاضلاب‌های خانگی، روستایی و شهری هست در همین راستا Vaheedunnisha و Shukla در مطالعه خود عامل کاهش کیفیت آب تالاب روب سیگار را فعالیت‌های متنوع انسانی و تخلیه فاضلاب‌های روستایی و خانگی معرفی کردند (Vaheedunnisha and Shukla, 2013). Puri و همکاران (۲۰۱۱) نیز در مطالعه‌ای مشابه روی کیفیت آب دریاچه‌های شهر ناگپور با استفاده از شاخص NSFWQI، علت تغییر کیفیت آب این دریاچه‌ها را فعالیت‌های انسانی (شست‌وشو، فعالیت‌های تفریحی)، رواناب‌های سطحی حاصل از بارندگی، تخلیه فاضلاب‌ها و رشد و نمو گیاهان آبی معرفی نمودند؛ بنابراین عامل انسانی مهم‌ترین عامل آلودگی رودخانه‌ها است. با توجه به شکل شماره سه بر اساس مقدار عددی شاخص Liou کیفیت آب رودخانه در ایستگاه یک در محدوده خوب، در ایستگاه دو، سه و پنج‌در محدوده اندکی آلوده و در ایستگاه چهاردر محدوده نسبتاً آلوده قرار می‌گیرد. طبق نتایج حاصل از شاخص Liou بهترین کیفیت با مقدار عددی شاخص ۱/۴ مربوط به ایستگاه یک و به علت بالا بودن مقدار اکسیژن محلول و پایین بودن مقدار اکسیژن خواهی بیوشیمیایی در کل دوره مطالعه نسبت به سایر ایستگاه‌ها هست. بر اساس این شاخص بدترین کیفیت با مقدار عددی شاخص ۳/۷۳ مربوط به ایستگاه شماره چهار و به علت پایین

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

بودن مقدار اکسیژن محلول و بالا بودن مقدار آمونیاک در این ایستگاه نسبت به سایر ایستگاه‌ها و ورود انواع زباله و فاضلاب‌های خانگی، شهری و روستایی به این ایستگاه هست. علت تفاوت میزان شاخص ایستگاه دو نسبت به ایستگاه یک (سرچشمه رودخانه) ورود فاضلاب‌های روستایی و زهاب کشاورزی به ایستگاه دو هست از طرفی علت کاهش میزان شاخص کیفی (افزایش شاخص آلودگی) در ایستگاه‌های سه، چهار و پنج ورود فاضلاب‌های خانگی، روستایی و شهری و زهاب‌های کشاورزی هست. بر اساس شکل شماره چهار که میانگین عددی شاخص NSFWQI در ماه‌های مختلف نمونه‌برداری را نشان می‌دهد بهترین وضعیت کیفی آب رودخانه مربوط به بهمن‌ماه با مقدار عددی شاخص ۶۰ هست که علت آن می‌تواند کاهش دمای هوا، بارش‌های زمستانی و رقیق شدن آلاینده‌ها باشد. طبق این شکل بدترین وضعیت کیفی در شهریورماه با مقدار عددی شاخص ۵۰/۴ حاصل شد که علت آن پایین بودن مقدار اکسیژن محلول و بالا بودن مقدار اکسیژن خواهی بیوشیمیایی نسبت به سایر ماه‌های نمونه‌برداری هست. با توجه به شکل شماره پنج‌بر اساس شاخص Liou بهترین کیفیت آب با مقدار عددی شاخص ۱/۱ مربوط به اسفندماه و به علت بالا بودن مقدار اکسیژن محلول و پایین بودن مقدار اکسیژن خواهی بیوشیمیایی در این ماه نسبت به سایر ماه‌های نمونه‌برداری هست. طبق این شاخص بدترین کیفیت آب نیز مربوط به آبان ماه با مقدار عددی شاخص ۳/۸۵ هست که علت آن می‌تواند روند افزایشی مقدار آمونیاک در ایستگاه‌های مختلف این ماه و BOD بالای ایستگاه سه با غلظت ۱۹ میلی‌گرم بر لیتر و ایستگاه پنج با غلظت ۱۶ میلی‌گرم بر لیتر باشد. میزان میانگین شاخص NSFWQI و شاخص Liou در فصل زمستان به ترتیب ۵۹/۴ و ۱/۸۵ محاسبه گردید که بیانگر کیفیت بهتر آب رودخانه در این فصل نسبت به سایر فصول هست و علت آن می‌تواند بارش‌های زمستانی و رقیق شدن آلاینده‌ها، افزایش دبی رودخانه، کاهش دمای هوا و بالا بودن میزان اکسیژن محلول و پایین بودن میزان اکسیژن خواهی بیوشیمیایی در این فصل باشد. نتایجی مشابه با نتایج تحقیق حاضر در مطالعه سمرقندی و همکاران (۱۳۹۲) مشاهده شد، ایشان کیفیت آب دریاچه سد مخزنی اکباتان همدان را با استفاده از شاخص NSFWQI بررسی نمودند و به این نتیجه رسیدند که آب موجود در دریاچه در ماه‌های سرد سال کیفیت مناسب‌تری نسبت به ماه‌های گرم سال دارد. بر اساس شاخص NSFWQI کیفیت آب رودخانه در فصل تابستان با میزان میانگین شاخص برابر ۵۲ در بدترین وضعیت کیفی قرار می‌گیرد که علت آن می‌تواند بالابود میزان میانگین اکسیژن خواهی بیوشیمیایی و پایین بودن میزان میانگین اکسیژن محلول در این فصل نسبت به سایر فصول باشد. درحالی‌که کیفیت آب رودخانه بر اساس شاخص Liou در فصل پاییز با میزان میانگین شاخص برابر ۳/۱۷ در بدترین وضعیت قرار می‌گیرد که علت آن می‌تواند بالا بودن میزان میانگین آمونیاک و مواد جامد معلق در این فصل نسبت به سایر فصول باشد. مقدار عددی شاخص آلودگی Liou با افزایش میزان اکسیژن محلول و کاهش میزان آمونیاک، مواد جامد معلق و اکسیژن خواهی بیوشیمیایی کاهش می‌یابد و این نشان‌دهنده کیفیت خوب آب هست. در شاخص Liou از یک تابع جمع‌بندی غیر وزنی برای محاسبه شاخص کلی استفاده می‌شود. ازجمله محدودیت‌های این نوع جمع‌بندی در این شاخص، تحت تأثیر قرار گرفتن شاخص کلی با زیرشاخه‌های باارزش وزنی پایین هست به عبارتی زیرشاخه‌های مهم‌تر تحت تأثیر دیگر زیرشاخه‌ها قرار خواهند گرفت (حسین زاده و همکاران، ۱۳۹۲). در شاخص NSFWQI برای منظور کردن میزان اثر هر پارامتر به هریک از آن‌ها یک وزن یا ارزش عددی نسبت داده می‌شود. به‌کاررفته بردن برگ خرید وزنی برای هر پارامتر در ساختار شاخص اصلی و یا زیر شاخص تشکیل‌دهنده آن باعث افزایش دقت این شاخص می‌شود. این برگ خریدهای وزنی بر اساس درجه اهمیت و میزان اثر هر پارامتر در شاخص اصلی اتخاذ می‌گردند. شاخص NSFWQI به دلیل استفاده از روش وزن دهی، سادگی، دقت بالا، وسعت کاربرد، در دسترس بودن پارامترهای موردنیاز به‌عنوان شاخصی مناسب جهت ارزیابی کیفی آب‌های سطحی شناخته‌شده است (Simoes *et al*., 2008). بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه شاخص کیفی NSFWQI شاخص مناسبی برای طبقه‌بندی کیفی آب رودخانه گاز رودبار و مشخص نمودن اثر منابع آلاینده روی آب این رودخانه هست. طبق نتایج حاصل از مطالعه صمدی و همکاران (۱۳۸۸) روی کیفیت آب رودخانه دره مراد بیک همدان، شاخص کیفی NSFWQI به‌عنوان شاخصی مناسب برای پهنه‌بندی این رودخانه معرفی گردید. Kumar و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای مشابه به‌منظور بررسی کیفیت آب رودخانه ساب رمتی به این نتیجه دست یافتند که شاخص مذکور می‌تواند به‌عنوان یک ابزار مدیریتی عالی و کاربردی برای مطالعه کیفیت آب رودخانه‌ها مورداستفاده قرار گیرد. حسین زاده و همکاران (۱۳۹۲) کیفیت آب رودخانه آیدوغموش را با استفاده از شاخص کیفی

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

NSFWQI و شاخص آلودگی Liou بررسی نمودند. در این مطالعه پارامترهای اکسیژن محلول، اکسیژن خواهی بیوشیمیایی، دما، نیترات، کل مواد جامد، کدورت، فسفات، آمونیاک، مواد جامد معلق و فینال کلی فرم از هشت ایستگاه مختلف، طی سال آبی ۱۳۸۹ اندازه‌گیری شد. طبق نتایج این مطالعه بر اساس شاخص NSFWQI و Liou کیفیت آب در بیشتر ایستگاه‌های موردمطالعه در رده متوسط قرار دارد و برخلاف تفاوت‌های موجود در پارامترهای مورداستفاده و روش محاسبه این دو شاخص، نتایج هر دو روش برای ارزیابی کیفیت آب، هم‌پوشانی دارند که نتایج این مطالعه با نتایج مطالعه حاضر مشابه هست. پرستار و همکاران (۱۳۹۲) به مدت ۱۲ ماه (اردیبهشت ۸۷- اسفند ۸۷) و با تعیین چهار ایستگاه کیفیت آب رودخانه هیروچایی خلخال را با استفاده از شاخص‌های کیفی NSFWQI و WILCOX موردمطالعه قراردادند. طبق نتایج حاصل از این مطالعه کیفیت آب رودخانه هیروچایی به‌تدریج از بالادست به پایین‌دست کاهش می‌یابد و بر اساس میانگین عددی شاخص NSFWQI هر چهار ایستگاه در محدوده متوسط قرار می‌گیرند. Ghorbani و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیقی مشابه کیفیت آب رودخانه طرقبه را با استفاده از شاخص NSFWQI و سامانه اطلاعات جغرافیایی بررسی نمودند. ایشان علت بدی کیفیت آب این رودخانه را تخلیه فاضلاب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی، شیرابه محل‌های دفن زباله و رواناب‌های سطحی معرفی نموده است، نتایج این مطالعه با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. حضور واحدها یا شهرک‌های صنعتی درصورتی‌که از سیستم تصفیه‌خانه مناسب برخوردار نباشند می‌توانند تأثیر قابل‌توجهی بر کیفیت آب اکوسیستم‌های پذیرنده داشته باشند به‌طوری‌که Samantray و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعه خود علت اصلی کاهش کیفیت آب رودخانه‌های آتارابنکی و ماهاندی و کانال تلدندا در منطقه پارادیب هند را علاوه بر فعالیت‌های انسانی، فعالیت‌های صنعتی منطقه نیز معرفی نمودند. در مطالعه حاضر به‌منظور بررسی منابع نقطه‌ای و غیر نقطه‌ای آلاینده رودخانه گاز رودبار پس از بررسی‌های میدانی و کتابخانه‌ای عامل عمده کاهش کیفیت آب رودخانه گاز رودبار فعالیت‌های انسانی در بخش شهری، روستایی، خانگی و کشاورزی شناخته شدند و طبق مطالعه صورت گرفته فاضلاب صنعتی خاصی به رودخانه گاز رودبار وارد نمی‌شود. بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه کیفیت آب رودخانه گاز رودبار در تمام ماه‌های موردمطالعه در محدوده متوسط قرار می‌گیرد. نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که میزان آلودگی از ایستگاه شماره یک به سمت ایستگاه‌های بعدی به علت ورود انواع آلاینده‌های خانگی، روستایی، شهری و کشاورزی به‌طور فراوانی افزایش می‌یابد و از کیفیت آب کاسته می‌شود بااین‌وجود در ایستگاه آخر با توجه به افزایش دبی و توان خود پالایی رودخانه، آلودگی کمتر و شاخص کیفیت آب وضعیت بهتری را نشان می‌دهد. تخلیه زباله و فاضلاب‌های خانگی، روستایی، شهری، زهاب‌های کشاورزی، فضولات حیوانی، دبی پایین رودخانه از دلایل عمده کاهش کیفیت آب رودخانه در ایستگاه‌های موردمطالعه هست. با مقایسه نتایج حاصل از دو شاخص NSFWQI و Liou مشخص گردید که شاخص NSFWQI با حساسیت و دقت عمل بیشتری به طبقه‌بندی کیفی آب‌های سطحی می‌پردازد لذا این شاخص، شاخصی جامع و کامل جهت ارزیابی کیفی آب‌های سطحی هست.

منابع

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

پرستار، س.، پور عشق، ب.، رضایی، م.، درگاهی، ع.، پور عشق، ی. و وثوقی، م.، ۱۳۹۲. ارزیابی کیفی آب رودخانه هیرو چایی خلخال بر اساس شاخص‌های کیفی NSFWQI و WILCOX. مجله سلامت و بهداشت، دوره ۴، شماره ۳، صفحات ۲۸۳-۲۷۳.

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، سال ۶، شماره ۴، صفحات ۲۷-۱۹.

حسین‌زاده، ا.، خرسندی، ح.، رحیمی، ن.، حسین‌زاده، س. و علی پور، م.، ۱۳۹۲. ارزیابی کیفیت آب رودخانه آیدوغموش با استفاده از شاخص کیفیت NSFWQI و شاخص آلودگی Liou. مجله پزشکی ارومیه، دوره ۲۴، شماره ۲، صفحات ۱۶۲-۱۵۶.

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

سمرقندی، م.، ویسی، ک.، ابویی مهریزی، ا.، کاسب، پی. و دانایی، ع.، ۱۳۹۲. بررسی کیفیت آب دریاچه سد مخزنی اکباتان شهرستان همدان با بهره‌گیری از شاخص کیفی NSFWQI. مجله دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، سال ۵، شماره ۱، صفحات ۶۹-۶۳.

شمسایی، ا.، اورعی زارع، ص. و سارنگ، ا.، ۱۳۸٤. بررسی تطبیقی شاخص‌های کیفی رودخانه کارون و دز. مجله آب و فاضلاب، شماره ۵۵، صفحات ۴۸-۳۹.

شیخ‌ستانی، ن.، ۱۳۸۰. تبیین شاخص‌های کیفی آب‌های سطحی و کاربرد آن در ارزیابی آسیب‌پذیری کیفی و پهنه‌بندی رودخانه‌ها. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی محیط‌زیست، دانشگاه علم و صنعت ایران، صفحات ۱۲-۱۱.

صمدی، م.، ساقی، م.، رحمانی، ع. و ترابزاده، ح.، ۱۳۸۸. پهنه‌بندی کیفی آب رودخانه دره مرادبیک همدان بر اساس شاخص NSFWQI و بهره‌گیری از سامانه اطلاعات جغرافیایی. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی همدان، دوره ۱۶، شماره ۳، صفحات ۴۳-۳۸.

سهرابی، ن.، علیزاده، ا.، حسونی‌زاده، ه. و حسین زاده، س م.، ۱۳۹۳. پهنه‌بندی کیفی رودخانه جراحی بر اساس شاخص NSFWQI و با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی GIS. فصلنامه علمی- پژوهشی اکوبیولوژی تالاب، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهواز، شماره ۲۲، صفحات ۴۰-۳۱.

محسنی بندپی، ا.، مجلسی، م. و کاظم پور، ع.، ۱۳۹۲. بررسی کیفیت آب رودخانه گل گل ایلام بر اساس شاخص کیفی آب NSFWQI. فصلنامه بهداشت در عرصه، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دوره ۱، شماره ۴، صفحات ۵۳-۴۵.

مفتاح هلقی، م.، ۱۳۹۰. پهنه‌بندی کیفی آب با استفاده از شاخص‌های متفاوت کیفی مطالعه موردی :رودخانه اترک. مجله پژوهش‌های حفاظت آب‌وخاک، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، جلد ۱۸، شماره ۲، صفحات ۲۲۰-۲۱۱.

Simoes, F., Moreira, A. B., Bisinoti, M. C., Gimenez, S. M. N. and Yabe, M. J. S., 2008. Water quality index as a simple indicator of aquaculture effects on aquatic bodies. Ecological Indicators, 8(5): 476-480.

Effendi, H. and Wardiatno, R. Y., 2015. Water Quality Status of Ciambulawung River, Banten Province, Based on Pollution Index and NSF-WQI. Procedia Environmental Sciences, 24: 228-237.

Ghorbani, A., Mohammadi, M. and Mohammadi, Zohre., 2014. Water Quality Evaluation of Torghabeh River of Mashhad Using Combination of NSFWQI Index and Geographic Information System. International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research, 2(8): 2416-2430.

Horton, R. K., 1965. An index number system for rating water quality. Journal of Water Pollution Control Federation, 37(3): 300–306.

Kumar, R. N., Solanki, R. and Kumar, N., 2011. An assessment of seasonal variation and water quality index of Sabarmati River and Kharicut canal at Ahmedabad, Gujarat. Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry, 10(5): 2248-2262.

Liou, S. M., Lo, S. L. and Hu, C. Y., 2003. Application of two-stage fuzzy set theory to river quality evaluation in Taiwan. Water Research, 37(6): 1406-1416.

Oram, B., 2011. Calculating NSF Water Quality Index, Wilkes University Center for Environmental Quality Geo Environmental Sciences and Engineering Department. http://www.waterresearch.net/Watershed/ temperature. Htm.

Puri, P. J., Yenkie, M. K. N., Sangal, S. P, Gandhare, N. V., Sarote, G. B. and Dhanorkar, D. B., 2011. Surface water (lakes) quality assessment in Nagpur City (India) based on water quality index (WQI). Rasayan Journal of Chemistry, 4(1): 43-48.

Rosli, N. A., Zawawi, M. H. and Bustami, R. A., 2012. Salak River Water Quality Identification and Classification According to Physico-Chemical Characteristics. Procedia Engineering, 50: 69-77.

Samantray, P., Mishra, B. K., Panda, C. R. and Rout, S. P., 2009. Assessment of Water Quality Index in Mahanadi and Atharabanki Rivers and Taldanda Canal in Paradip Area, India. Journal of Human Ecology, 26(3): 153-161.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th Ed. 2005.

Terrado, M., Barcel, D., Tauler, R., Borrell, E. and Campos, Sd., 2010. Surface-water-quality indices for the analysis of data generated by automated sampling networks. Journal TrAC Trends in Analytical Chemistry, 29(1): 40-52.

Vaheedunnisha, S. and Sandeep, K., 2013. Water Quality Assessment of RoopSagar Pond of Satna Using NSF-WQI. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, 2(5): 1386-1388.

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