# بررسی کیفیت آب رودخانه خرم‌رود خرم‌آباد با شاخص کیفیت آب (NSFWQI) و پهنه بندی آن با سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)

**عبدالرحیم یوسف‌زاده [۱]، قدرت‌اله شمس خرم آبادی [۲]، حاتم گودینی [۲]، ادریس حسین‌زاده [۳]، مهدی صفری [۴]**

۱-کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سردشت، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، سردشت، ایران.

۲-دکتری بهداشت محیط، مرکز تحقیقات بهداشت و تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی لرستان، خرم آباد، ایران.

۳- دانشجوی دکتری بهداشت محیط، مرکز تحقیقات بهداشت و تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی لرستان، خرم آباد، ایران.

۴- کارشناسی ارشد آمار زیستی، مرکز تحقیقات بهداشت تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی لرستان، خرم آباد، ایران.

یافته / دوره پانزدهم / شماره ۵ / زمستان ۹۲ / مسلسل ۵۸

## چکیده

دریافت مقاله: ۹۲/۱۰/۳ ، پذیرش مقاله: ۹۲/۱۱/۲۸

**مقدمه:** رودخانه‌ها جزء کوچکی از آب‌های جاری جهان و به‌عنوان یکی از منابع اساسی تأمین آب برای مصارف گوناگون از جمله کشاورزی، شرب و صنعت مطرح می‌باشند. هدف از این مطالعه بررسی کیفیت آب رودخانه خرم‌رود خرم‌آباد با استفاده از شاخص کیفیت آب (NSFWQI) و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) بوده است.

**مواد و روش‌ها:** در این مطالعه مقطعی، پارامترهای کیفی مورد نیاز جهت محاسبه شاخص (NSFWQI) شامل pH، اکسیژن محلول، کل جامدات، اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی، کدورت، دما، فسفات، نیترات و کلیفرم مدفوعی در شش ایستگاه انتخابی به مدت شش ماه از سال ۱۳۹۱ با استفاده از روش استاندارد مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. پهنه‌بندی مسیر رودخانه با استفاده از نرم‌افزار GIS صورت گرفت.

**یافته‌ها:** با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه، بالاترین کیفیت آب در ایستگاه شماره یک با میزان عددی شاخص (NSFWQI) معادل ۸۲ (آب‌های با کیفیت خوب) در مردادماه و آبان‌ماه و بدترین کیفیت آب در ایستگاه شماره شش با میزان عددی شاخص (NSFWQI) معادل ۴۲ (آب‌های با کیفیت بد) در شهریورماه و آبان‌ماه گزارش شد. هرچه از ایستگاه اول به سمت ایستگاه‌های آخر حرکت می‌کنیم آلودگی آب بیشتر و از کیفیت آن کاسته می‌شود.

**بحث و نتیجه‌گیری:** بر اساس نتایج بدست آمده، شاخص کیفیت آب (NSFWQI) شاخص خوبی جهت مشخص نمودن اثر منابع آلوده‌کننده بر روی آب رودخانه می‌باشد. نتایج نشان داد که بر اساس میانگین شاخص مورد مطالعه کیفیت آب رودخانه در ایستگاه اول خوب، ایستگاه‌های دوم، سوم و چهارم متوسط و در ایستگاه‌های پنجم و ششم بد می‌باشد. نتایج فوق امکان تصمیم‌گیری در خصوص پایش و کنترل منابع آلوده‌کننده آب رودخانه و استفاده مؤثر از آن را جهت مصارف مختلف برای مسئولین ذی‌ربط فراهم می‌آورد.

**واژه‌های کلیدی:** شاخص کیفیت آب (NSFWQI)، سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، رودخانه خرم‌رود، پهنه‌بندی.

**آدرس مکاتبه: خرم‌آباد، دانشگاه علوم پزشکی لرستان، دانشکده بهداشت و تغذیه.**

**پست الکترونیک: shams_lums@yahoo.com**

## مقدمه

رودخانه‌ها جزء کوچکی از آبهای جاری جهان هستند. با وجود این از اجزاء حیاتی چرخه هیدرولوژیک محسوب می‌شوند و هر سال ۳۷-۳۲ کیلومتر مکعب آب به اقیانوس‌ها منتقل می‌کنند (۱). رودخانه‌ها به‌عنوان یکی از منابع اساسی تأمین آب برای مصارف گوناگون از جمله کشاورزی، شرب و صنعت مطرح می‌باشند. از این رو پایش کیفیت این منابع با توجه به خشکسالی‌های اخیر و توسعه شهری و روستایی یکی از وظایف مهم در حیطه محیط زیست می‌باشد (۲). رشد جمعیت و آلودگی ناشی از تخلیه انواع فاضلاب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی، شیرابه محل‌های دفع زباله، رواناب‌های سطحی باعث گسترش آلودگی و محدود شدن منابع آب شده‌اند (۳،۴). میانگین نزولات جوی در کشور ما حدود یک سوم میانگین خشکی‌های زمین است و در کشور پهناور ما توزیع همین مقدار اندک بارندگی نیز یکنواخت نیست. بنابراین کنترل آب‌های سطحی و استفاده بهینه از منابع آب از اولویت بسیار بالایی برخوردار است (۵). بدیهی است که تعیین وضعیت کیفی منابع آب برای اتخاذ راهکارهای مناسب جهت جلوگیری از کاهش کیفیت آب و یا بهبود آن ضروری به‌نظر می‌رسد. از طرفی پهنه‌بندی آلودگی و ارائه تصویر صحیح از وضعیت کیفی آب‌های سطحی توسط نرم افزار GIS باعث می‌گردد تا هر گونه تصمیم‌گیری مدیریتی که اثرات زیست محیطی آن به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم متوجه آب‌های سطحی کشور باشد با آگاهی بیشتر اتخاذ گردد (۶). در بسیاری از کشورها پایش کیفیت منابع آب یکی از برنامه‌های اصلی سازمان‌های مرتبط با آب است. بیشتر این کشورها دستورالعمل‌هایی برای پایش تهیه یا با استفاده از دستورالعمل‌های منتشر شده توسط سایر کشورها یا سازمان‌های بین‌المللی این کار را انجام می‌دهند. استفاده از شاخص WQI بسیار متداول بوده و برای طبقه‌بندی کیفی آب‌های سطحی شاخصی کامل و جامع محسوب می‌گردد (۴،۷). در شناخت شرایط کیفی یا آلودگی آب‌های سطحی باید اطلاعات مربوطه را پردازش کرده و نتیجه خلاصه شده آن را برای کاربردهای مختلف به متخصصان ارائه نمود. اندیس کیفیت آب (NSFWQI) هم یکی از شاخص‌های پرکاربرد جهت پهنه‌بندی کیفی آب‌های سطحی می‌باشد که نسبت به دیگر مدل‌های موجود دارای مشکلات کمتری بوده و همچنین به دلیل سادگی و در دسترس بودن مشخصه‌های کیفی توسط بیشتر محققین مورد استفاده قرار می‌گیرد (۸،۹). بر اساس پارامترهای DO، pH، TS، $BOD_5$، کدورت، دما، فسفات، نیترات و کلیفرم مدفوعی تعیین می‌گردد که پس از اندازه‌گیری مشخصه‌های فوق، به هر یک از پارامترها یک وزن و یا ارزش عددی نسبت داده می‌شود و زیر شاخص‌ها از روی منحنی‌های تبدیل بدست می‌آید و در نهایت برای محاسبه شاخص نهایی از روابط ریاضی استفاده می‌گردد. شاخص (NSFWQI) شاخصی با مقیاس کاهشی است یعنی با افزایش میزان آلودگی آب، مقادیر شاخص کاهش می‌یابد و در نهایت کیفیت آب را به وضعیت‌های بسیارخوب، خوب، متوسط، بد و خیلی بد درجه‌بندی می‌کند (۱۰). گاتوت[1] و همکاران در سال ۲۰۱۱ در مالزی و اندونزی شاخص‌های کیفی (NSFWQI) و WQI را بهترین شاخص جهت پایش کیفیت آب‌های سطحی برشمرده‌اند (۱۱). شکوهی و همکاران در سال ۲۰۱۱ کیفیت آب رودخانه آیدوغموش را با اندازه‌گیری پارامترهای کیفی و شاخص (NSFWQI) بررسی نموده‌اند. نتایج مطالعه مذکور نشان داد که استفاده از آب این رودخانه جهت تأمین آب شرب نیازمند تصفیه پیشرفته است ولی استفاده از آن برای

1. Gatut

پرورش شیلات و گونه‌های مقاوم آبی و به‌عنوان آب شرب حیوانات اهلی مناسب می‌باشد (۱۲).

فابیانو[1] و همکاران در طی مطالعه‌ای در سال ۲۰۰۸ در کشور برزیل در طی دو سال مطالعه بر روی رودخانه‌های ماکوکو و کیوکسادا[2]، کیفیت آب رودخانه‌های مورد نظر را با استفاده از شاخص‌های کیفی NSFWQI، WQImin، WQImoc مورد بررسی قرار داده‌اند به این نتیجه رسیده‌اند که شاخص WQI شاخص مناسبی جهت پهنه‌بندی کیفیت آب این رودخانه می‌باشد و ایستگاه‌های بحرانی را در این دو رودخانه که نیاز به کنترل و مدیریت قوی دارند نشان داده است (۹). میرمشتاقی و همکاران در سال ۲۰۱۱ در طی تحقیقی بر روی کیفیت آب رودخانه سفیدرود و پهنه‌بندی آن با استفاده از شاخص‌های کیفی NSFWQI و OWQI[3]، به این نتیجه رسیدند که شاخص کیفی NSFWQI شاخص مناسب‌تری جهت گزارش وضعیت کیفی رودخانه می‌باشد (۱۳).

بر اساس مطالعات انجام شده در ده سال اخیر در ایران و سایر کشورهای جهان، در مورد استفاده از شاخص کیفیت آب (NSFWQI) جهت پایش و ارزیابی کیفیت آب‌های سطحی همانند رودخانه‌ها، دریاچه‌ها، برکه‌ها و مخازن، این شاخص به‌عنوان شاخصی مناسب و کاربردی و بهترین شاخص کیفی آب معرفی شده است (۲۳-۱۴). رودخانه خرم رود خرم آباد که در زبان محلی به آن "گلال" می‌گویند جزء حوضه آبریز کرخه بوده و از ارتفاعات شمالی شهر و دامنه‌های سفیدکوه و کوه کمرسیاه سرچشمه گرفته است و در وسط شهر خرم‌آباد قرارگرفته که در حال حاضر به جای آن‌که منشاء زیبایی و پاکی باشد به دلایل مختلف، وضعیت نامناسب و کاملاً غیربهداشتی به خود گرفته و سلامت افراد منطقه را تهدید می‌کند و تاکنون نیز اقدام مؤثری در این رابطه انجام نشده است. رودخانه خرم‌رود پس از عبور از روستاهای شمالی خرم‌آباد که از آن برای کشاورزی استفاده می‌گردد وارد شهر شده و با آلاینده‌های بسیاری از جمله فاضلاب‌های صنعتی و خانگی و سموم و کودهای کشاورزی آلوده می‌شود. طول کل رودخانه خرم‌آباد ۱۱۰ کیلومتر می‌باشد که از این میزان طول مسیر، حدود پنج کیلومتر آن از داخل شهر خرم‌آباد عبور می‌کند (۲۴).

در این مطالعه کیفیت آب رودخانه خرم‌رود خرم‌آباد با استفاده از شاخص کیفیت آب (NSFWQI) و سامانه اطلاعات جغرافیایی GIS بررسی شده و بسته به درجه کیفیت آب در ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری، منبع آلاینده احتمالی مشخص شده است تا در مطالعات بعدی یا در اقدامات اجرایی اقدام مناسب و به‌جا توسط ارگان یا سازمان ذی‌ربط انجام شود.

## مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع مقطعی بوده که نمونه‌ها در ۶ ماه متوالی و در هر ماه یک‌بار بر اساس روش‌های استاندارد برداشته و آزمایش گردیدند. تعداد ایستگاه‌های نمونه‌برداری ۶ ایستگاه و برای هر ایستگاه ۹ پارامتر کیفی و آزمایش هر پارامتر دوبار تکرار گردید.

### تعیین مکان مطالعه و ایستگاه‌های نمونه‌برداری

رودخانه خرم‌رود خرم‌آباد جزء حوضه آبریز کرخه بوده که این رودخانه بخش شمالی این حوضه و رودخانه کاکاشرف جنوب و جنوب شرقی آن را زهکشی می‌نماید. این دو رودخانه در نزدیک تنگه خروجی به‌هم پیوسته و با نام رودخانه خرم-

1. Fabiano
2. Macuco and Queixada
3. Oregon Warer Quality Index

آباد پس از عبور از وسط شهر خرم‌آباد به رود کشکان می‌ریزد. پس از بررسی دقیق مسیر رودخانه با استفاده از نقشه، موقعیت کلی رودخانه با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ مشخص و جهت تعیین محل ایستگاه‌های مورد مطالعه، با توجه به سرشاخه‌های مربوطه و موقعیت کارخانه‌های عامل آلوده‌کننده رودخانه و نیز با توجه به مکان ورود آلاینده‌ها و امکان نمونه‌برداری از آب رودخانه، شش ایستگاه نمونه‌برداری به بصورت ارائه شده در جدول ۱ مشخص گردید.

**جدول ۱. موقعیت کلی ایستگاه‌های نمونه‌برداری در طول مسیر رودخانه خرم‌رود خرم‌آباد**

| ردیف | نام ایستگاه | علامت | مختصات ایستگاه‌های مورد مطالعه UTM_X | UTM_Y | ارتفاع (m) | فاصله از مبدأ بر حسب Km |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | سرچشمه رودخانه خرم‌رود و بالاتر از روستای رباط نمکی | A | ۲۴۹۱۰۶ | ۳۷۲۲۵۲۰ | ۱۵۲۱ | - |
| ۲ | پایین‌تر از روستای چم چغل یا گرزین | B | ۲۴۹۴۷۲ | ۳۷۲۶۶۶۹ | ۱۵۱۹ | ۴/۲۶۸ |
| ۳ | پایین‌تر از کارگاه شن و ماسه مولوی و روستای قلعه سنگی | C | ۲۴۹۶۹۲ | ۳۷۱۶۹۳۳ | ۱۵۱۷ | ۱۰/۹۰۶ |
| ۴ | داخل شهر خرم‌آباد زیر پل شهدا | D | ۲۵۴۳۴۵ | ۳۷۰۸۴۵۷ | ۱۵۱۷ | ۲۳/۱۶۶ |
| ۵ | خروجی شهر خرم‌آباد | E | ۲۵۰۸۰۳ | ۳۷۰۴۳۵۷ | ۱۵۱۵ | ۲۸/۹۶۲ |
| ۶ | پایین‌تر از فرودگاه خرم‌آباد | F | ۲۴۷۳۱۱ | ۳۷۰۴۱۷۳ | ۱۵۱۳ | ۳۴/۴۹۶ |

## نمونه‌برداری

نمونه‌برداری در شش ماه متوالی در پانزدهم هر ماه در فصل تابستان و پاییز سال ۱۳۹۱ از ایستگاه‌های انتخاب شده طبق روش‌های استاندارد (۲۵) کتاب استاندارد متد چاپ ۲۰۰۵، انجام گرفت. برداشت، حمل، نگه‌داری و آزمایش نمونه‌ها طبق روش استاندارد متد صورت گرفت. پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آزمایش شده شامل DO، pH، TS، $BOD_5$، کدورت، دما، فسفات، نیترات و کلیفرم مدفوعی بودند. پارامترهای دما، هدایت الکتریکی، اکسیژن محلول و pH در محل نمونه‌برداری اندازه‌گیری شدند. میزان هدایت الکتریکی و دما با استفاده از دستگاه EC متر مدل AQUA-COND، اکسیژن محلول با دستگاه DO متر مدل wtw Oxi 330/SET ساخت کشور آلمان و pH با استفاده از pH متر مدل pH230 SensoDirect ساخت کشور آلمان اندازه‌گیری گردیدند. کدورت نمونه‌ها با استفاده از دستگاه کدورت سنج مدل HACH 2100N ساخت کشور آلمان قرائت گردید. کل جامدات (TS) نمونه‌ها طبق روش استاندارد شماره ۲۵۴۰ استاندارد متد در دمای ۱۰۵ تا ۱۰۳ درجه سیلیسیوس تعیین گردید. اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی ($BOD_5$) نمونه‌ها با استفاده از روش استاندارد و با استفاده دستگاه انکوباتور $BOD_5$ مدل (BOD II TRACK 2100) ساخت شرکت HACH آلمان قرائت گردید. برای اندازه‌گیری نیترات از دستگاه DR-5000، روش احیاء کادمیوم (روش ۸۰۳۹ ارائه شده توسط شرکت HACH آلمان) در نه مرحله استفاده گردید. فسفات کل با استفاده از دستگاه DR-5000، روش اسید اسکوربیک (روش ۴۰۴۸ ارائه شده توسط شرکت HACH آلمان) که توسط روش استاندارد 4500-P-E USEPA تأیید شده است، در هفت مرحله اندازه‌گیری گردید. کلیفرم مدفوعی با استفاده از روش استاندارد صافی غشایی و با استفاده از صافی میلی‌پور ۰/۴۵ میکرون و به کمک دستگاه پمپ خلاء Millipore و دستگاه انکوباتور کشت میکروبی مدل IKA®KS 4000 I control، در ۱۰۰ میلی‌لیتر از نمونه محاسبه گردید.

### محاسبه شاخص کیفیت آب (NSFWQI)

در سال ۱۹۷۰ با حمایت سازمان ملی بهداشت آمریکا، براون و همکاران یک شاخص کیفی کاهشی را براساس نظرسنجی از تعداد زیادی از افراد متخصص با تخصص‌های گوناگون در این زمینه ارائه نمودند. آن‌ها در ابتدا تعداد ۳۵ پارامتر کیفی را معرفی کرده و سپس براساس نظر افراد متخصص حدود ۹ پارامتر را برای ایجاد شاخص کیفی انتخاب نمودند (۲۶). در محاسبه این شاخص دو عامل، وزن پارامتر و کیفیت پارامتر دخیل می‌باشد که در جدول ۲ نشان داده شده است.

**جدول ۲. طبقه‌بندی شاخص (NSFWQI) بر اساس رنگ، کیفیت و مقادیر عددی شاخص**

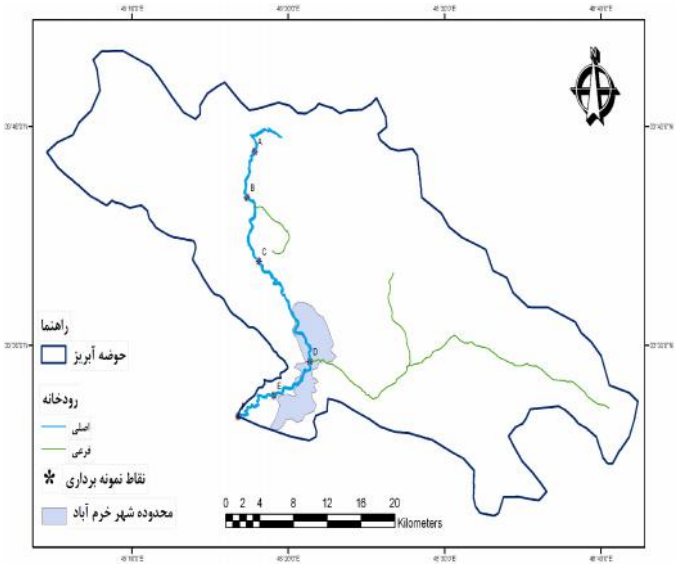
| مقدار عددی شاخص | تفسیر مقدار عددی شاخص | رنگ مربوط به مقدار عددی شاخص |
|---|---|---|
| ۰-۲۵ | بسیار بد | قرمز |
| ۲۶-۵۰ | بد | نارنجی |
| ۵۱-۷۰ | متوسط | زرد |
| ۷۱-۹۰ | خوب | سبز |
| ۹۱-۱۰۰ | عالی | آبی |

$$NSF\ WQI = \prod_{i=1}^{n} I_i W_i$$

پس از اندازه‌گیری با استفاده از منحنی‌های تبدیل یا با استفاده از برنامه مربوطه، مقدار نهایی هر زیرشاخص از رابطه فوق بدست آورده می‌شود. در این رابطه $I_i$ مقدار مربوط به زیرشاخص (پارامتر کیفی) و $W_i$ ضریب وزنی مربوط به زیرشاخص می‌باشد (۲۷). سپس با قرار دادن مقدار شاخص در جدول رتبه‌بندی شاخص کیفی آب (جدول ۲) سطح کیفیت آب مورد نظر تعیین می‌شود. نهایتاً برای تهیه نقشه پهنه‌بندی کیفی رودخانه با استفاده از این شاخص، از پنج رنگ اشاره شده در جدول ۲ استفاده می‌گردد.

### تهیه نقشه‌ها و پهنه‌بندی رودخانه

ابتدا ایستگاه‌های نمونه‌برداری انتخاب و سپس مختصات آن‌ها با گیرنده GPS مدل Oregon550 تنظیم گردید. این تنظیم بصورت XYZ و با فرمت UTM[1] بود. بعد از برداشت مختصات، تبدیل نهایی داده‌ها در نرم افزار Arc GIS صورت گرفت که نهایتاً خروجی بصورت لایه‌های رقومی با فرمت Point درآمد و در فاز بعدی جدول توصیفی نقاط نمونه‌گیری به روز شد (شکل ۱).




**شکل ۱. موقعیت مکان‌های نمونه‌برداری نسبت به رودخانه خرم‌رود خرم‌آباد**

## یافته‌ها

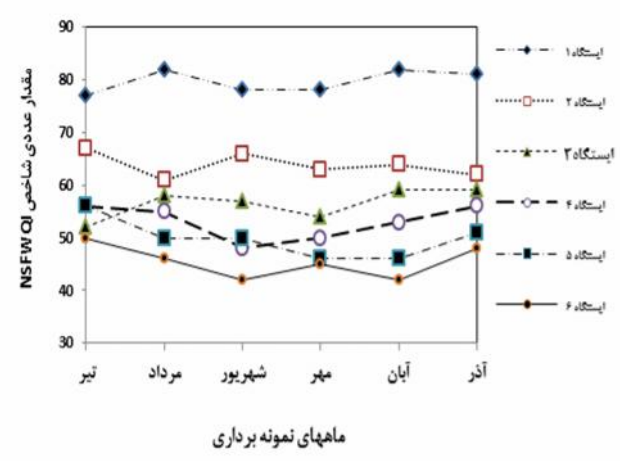
بر اساس نتایج حاصل از آزمایشات انجام شده، میانگین و انحراف معیار شاخص NSFWQI در طی مدت پژوهش در جدول ۳ آورده شده است. با توجه به جدول فوق و مقدار عددی شاخص NSFWQI مشاهده می‌شود که کیفیت آب در طی مدت پژوهش بسته به ماه‌ها و ایستگاه‌های نمونه‌برداری بین کیفیت آب بد، متوسط و خوب در تغییر بوده است.

1. Universal Transverse Mercator

**جدول ۳. میانگین و انحراف معیار شاخص NSFWQI در طی مدت پژوهش در ایستگاه‌های مورد مطالعه**

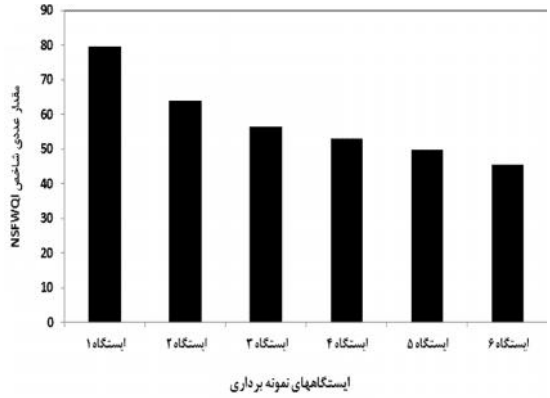
| ماه / ایستگاه | تیر | مرداد | شهریور | مهر | آبان | آذر |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ایستگاه ۱ | ۷۷±۲۶/۵۵ | ۸۲±۲۳/۸۹ | ۷۸±۲۳/۲۰ | ۷۸±۲۵/۹۳ | ۸۲±۲۳/۶۰ | ۸۱±۲۳/۴۲ |
| ایستگاه ۲ | ۶۷±۲۴/۹۵ | ۶۱±۲۷/۵۱ | ۶۶±۲۵/۰۰ | ۶۳±۲۴/۰۱ | ۶۴±۲۵/۷۷ | ۶۲±۲۴/۰۲ |
| ایستگاه ۳ | ۵۲±۲۸/۳۴ | ۵۸±۲۹/۶۶ | ۵۷±۲۹/۷۴ | ۵۴±۲۹/۲۵ | ۵۹±۳۰/۱۹ | ۵۹±۲۷/۰۳ |
| ایستگاه ۴ | ۵۶±۳۰/۴۲ | ۵۵±۲۶/۰۰ | ۴۸±۲۵/۸۲ | ۵۰±۳۱/۹۳ | ۵۳±۲۸/۸۸ | ۵۶±۲۷/۳۵ |
| ایستگاه ۵ | ۵۶±۲۶/۵۹ | ۵۰±۲۵/۴۶ | ۵۰±۲۶/۰۷ | ۴۶±۲۹/۱۶ | ۴۶±۲۸/۰۲ | ۵۱±۲۸/۱۰ |
| ایستگاه ۶ | ۵۰±۲۸/۴۳ | ۴۶±۲۶/۳۹ | ۴۲±۳۱/۰۱ | ۴۵±۲۹/۰۸ | ۴۲±۲۷/۶۳ | ۴۸±۲۸/۷۴ |

با توجه به شکل ۲ و بر اساس شاخص کیفیت NSFWQI، مشخص گردید که در بین ایستگاه‌های مورد مطالعه، ایستگاه شماره یک در مردادماه و آبان‌ماه با بیشترین مقدار عددی شاخص برابر ۸۲، از بهترین کیفیت برخوردار بوده و طبق طبقه‌بندی انجام شده در زمره آب‌های با کیفیت خوب قرار گرفته است. بدترین کیفیت آب در ایستگاه شماره شش و در شهریورماه و آبان‌ماه با مقدار عددی شاخص NSFWQI برابر ۴۲ می‌باشد که بر اساس طبقه‌بندی صورت گرفته در دسته آب‌های با کیفیت بد قرار می‌گیرد. هرچه از ایستگاه اول به سمت ایستگاه‌های آخر حرکت می‌کنیم از کیفیت آب کاسته شده و مقدار عددی شاخص مورد مطالعه کاهش پیدا نموده است.




**شکل ۲. میانگین شاخص NSFWQI در ماه‌های نمونه‌برداری بر اساس ایستگاه‌های مورد مطالعه**

با توجه به شکل ۳ میانگین شاخص مورد مطالعه در ایستگاه اول در کلیه‌ی ماه‌ها خوب بوده است. در ایستگاه دوم، سوم و چهارم کیفیت آب متوسط و در ایستگاه پنجم و ششم کیفیت آب بد بوده است.



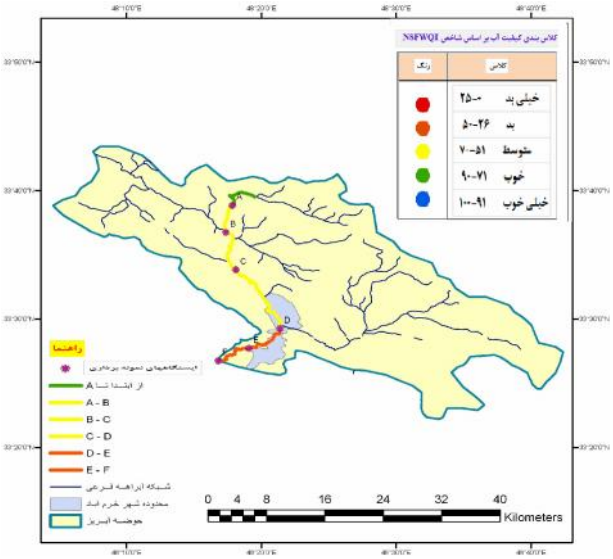

**شکل ۳. میانگین شاخص NSFWQI در ایستگاه‌های مورد مطالعه**

با توجه به شکل ۴ مشخص است که میانگین عددی شاخص مورد مطالعه بر حسب ماه در کلیه ماه‌های نمونه-برداری در گستره مقادیر متوسط قرار گرفته است. آب رودخانه بر حسب میانگین عددی شاخص در ماه‌های مورد مطالعه در طبقه آبهای با کیفیت متوسط قرار گرفته است.




**شکل ۴. میانگین شاخص NSFWQI در ماه‌های مورد مطالعه**

پهنه‌بندی کیفیت رودخانه خرم‌رود خرم‌آباد بر اساس شاخص مورد مطالعه و با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی GIS در شکل ۵ نشان داده شده است. بر اساس پهنه‌بندی فوق، رنگ سبز مربوط به ایستگاه اول کیفیت خوب آب رودخانه را نشان می‌دهد. رنگ زرد ایستگاه دوم، سوم و چهارم کیفیت متوسط و رنگ نارنجی ایستگاه پنجم و ششم کیفیت بد آب رودخانه را نشان می‌دهد.




**شکل ۵. پهنه‌بندی کیفیت آب رودخانه خرم‌آباد براساس میانگین شاخص کیفیت آب NSFWQI در ۶ ماه از نمونه‌برداری در سال ۱۳۹۱**

## بحث و نتیجه‌گیری

پهنه‌بندی رودخانه خرم‌رود خرم‌آباد بر اساس شاخص NSFWQI و با استفاده از سامانه GIS نشان داد که آب ایستگاه شماره یک بر خلاف سایر ایستگاه‌ها در کلیه ماه‌های مورد مطالعه دارای کیفیت خوب بوده است. دلیل این امر وارد نشدن فاضلاب‌های انسانی، صنعتی، پساب‌های کشاورزی و سایر عوامل آلوده‌کننده به آب این ایستگاه می‌باشد. کیفیت آب ایستگاه شماره دو و سه در کلیه ماه‌ها متوسط بوده است. دلیل کاهش کیفیت آب در ایستگاه دوم، بالا بودن غلظت جامدات کل، کلیفرم مدفوعی و $BOD_5$ می‌باشد. در ایستگاه شماره سه علاوه بر این عوامل، افزایش کدورت ناشی از کارگاه شن و ماسه واقع در بالادست ایستگاه و تا حدودی افزایش pH می‌باشد. کیفیت آب در ایستگاه شماره چهار در شهریور و مهرماه بد و در بقیه ماه‌ها متوسط بوده است. دلیل کاهش کیفیت آب در این ایستگاه تخلیه غیرمجاز فاضلاب و زباله‌های شهری به داخل آب رودخانه در ناحیه شهر خرم‌آباد، فعالیت‌های عمرانی و پل‌سازی در بستر رودخانه و سایر عوامل انسانی می‌باشد. ترابیان و همکاران نیز در سال ۱۳۷۸-۱۳۷۷ کاهش کیفیت آب رودخانه مورد مطالعه را ورود پساب مجتمع‌های اطراف حوضه بیان داشته است (۱۴). در ایستگاه شماره پنج در تیرماه و آذرماه کیفیت آب رودخانه متوسط و در بقیه ماه‌ها بد بوده است. عوامل مهم دخیل در کاهش کیفیت آب در این ایستگاه تخلیه فاضلاب‌های صنعتی و زهاب‌های کشاورزی ناشی از زمین‌های کشاورزی اطراف می‌باشد. کیفیت آب در ایستگاه شماره شش در کلیه ماه‌های نمونه‌برداری بد بوده است. دلیل این کاهش، تخلیه فاضلاب‌های صنعتی صنایع غذایی مجاور رودخانه، تخلیه کنارگذر فاضلاب تصفیه نشده تصفیه‌خانه فاضلاب شهری خرم‌آباد و همین‌طور زهاب‌های کشاورزی اطراف رودخانه بوده است. جعفری و همکاران در سال ۱۳۸۸ در طی مطالعه‌ای به این نتیجه رسیدند که تخلیه فاضلاب تصفیه‌خانه شهری به آب رودخانه نه‌تنها باعث کاهش کیفیت آب در ایستگاه خروجی می‌شود بلکه ایستگاه‌های پایین دست را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۸). همچنین میرزایی و همکاران ورود فاضلاب‌های شهری و روستایی را به رودخانه جاجرود مهم‌ترین عامل آلودگی آب رودخانه عنوان کرده‌اند (۱۵). غلظت نیترات و فسفات در ایستگاه شماره پنج و شش به دلیل استفاده از کودهای شیمیایی نیتراته و فسفاته در زمین‌های کشاورزی

مجاور بالا بوده است. در کلیه ماه‌های نمونه‌برداری و در همه ایستگاه‌های مورد مطالعه، غلظت کل جامدات (TS) بالا بوده است که ناشی از وضعیت زمین‌شناسی منطقه، جنس بستر رودخانه و تخلیه فاضلاب‌های خانگی و صنعتی وارد شده به آب رودخانه می‌باشد. به‌دلیل تخلیه فاضلاب‌های شهری و صنعتی در کلیه ایستگاه‌ها به‌جز ایستگاه شماره یک، تعداد کلیفرم مدفوعی و $BOD_5$ بالا و میزان اکسیژن محلول پایین می‌باشد. نظر به بالا بودن ارزش وزنی اختصاص داده شده به کلیفرم مدفوعی و اکسیژن محلول در محاسبه شاخص NSFWQI و همین‌طور بالا بودن غلظت کل جامدات در کلیه ایستگاه‌ها و در همه ماه‌های نمونه‌برداری، این پارامترهای مذکور بیشترین تأثیر را در کاهش میزان عددی شاخص NSFWQI در طول مدت مطالعه داشته‌اند. بر اساس نتایج حاصل از مطالعه‌ای که توسط صمدی و همکاران بر روی رودخانه مرادبیگ همدان بر اساس شاخص NSFWQI در سال ۱۳۸۸ انجام گرفت مشخص گردید که بیشترین شاخص عددی معادل ۶۲/۷۸ به ایستگاه شماره یک با کیفیت متوسط تعلق گرفته است و کیفیت آب رودخانه به تدریج در طول مسیر کاهش پیدا نموده است (۱۶). پرادیوسا[1] و همکاران در سال ۲۰۰۹ در ارزیابی کیفیت آب بر اساس شاخص NSFWQI در رودخانه‌های آتارابانکی، ماهانادی و کانال تالدانا در مناطق پارادیپ هند، آلودگی آب رودخانه آتارابانکی را ناشی از فعالیت‌های انسانی و صنعتی معرفی نموده است (۲۱). کلایتون[2] در سال ۲۰۰۹، بر اساس شاخص NSFWQI کاهش کیفیت آب رودخانه پیرسون را ناشی از تخلیه جریان آب لاگونها و دیگر فاکتورهای محیطی معرفی نموده است (۲۲). در مطالعه‌ای که توسط انریک[3] و همکاران در سال ۲۰۰۷ با استفاده از شاخص NSFWQI بر روی رودخانه‌ای در اسپانیا انجام شد مقدار عددی شاخص در ابتدای رودخانه ۷۰ و در انتهای آن برابر ۶۴ گزارش گردیده است (۴).

نتایج بدست آمده از این مطالعه نشان می‌دهد که هرچه از سرچشمه رودخانه مورد مطالعه به سمت ایستگاه آخر پیش می‌رویم آلودگی آب بیشتر می‌شود. تخلیه فاضلاب‌های خانگی، صنعتی، فضولات حیوانی، زباله‌های شهری و روستایی، زهاب‌های کشاورزی، اقلیم گرم و کم‌باران و کاهش دبی رودخانه در فصول مورد مطالعه، از دلایل عمده کاهش کیفیت آب رودخانه در ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری به‌شمار می‌آیند. بنابراین جهت حفظ کیفیت منابع آبی برای نسل‌های آتی و همین‌طور سلامت عموم جامعه، اقدامات زیر پیشنهاد می‌گردد: اجرای قوانین و مقررات و دستوالعمل‌های سختگیرانه‌تر جهت جلوگیری از تخلیه فاضلاب و زباله‌های شهری و روستایی، فضولات حیوانی دامداران روستاهای مجاور به داخل آب رودخانه، الزام نمودن صنایع به احداث تصفیه‌خانه فاضلاب به تفکیک هر صنعت و بهره‌برداری و راهبری صحیح تصفیه‌خانه فاضلاب شهری خرم‌آباد قبل از تخلیه فاضلاب تولیدی به پیکره آبی، آموزش و اطلاع رسانی به کشاورزان روستاهای اطراف حوضه در خصوص برداشت و استفاده صحیح و مناسب از آب رودخانه، مشخصات و مقدار مصرف کودهای شیمیایی و راهبری صحیح زمین‌های کشاورزی و نهایتاً تنظیم واحدهای نظارتی پایش و تهیه بانک‌های اطلاعات کیفیت و کمیت آب رودخانه و حفاظت از اطلاعات روند تغییرات کیفیت آب رودخانه در سال‌های مختلف جهت تصمیم‌گیری هرچه بهتر مسئولین ذی‌ربط.

1. Pradyusa
2. Clayton
3. Enrique

## تشکر و قدردانی

این مطالعه بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی بهداشت محیط آقای عبدالرحیم یوسف‌زاده با کد طرح ۱۳۳۶ می‌باشد. لذا بدین وسیله از حمایت‌های مادی و معنوی معاونت محترم تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی لرستان تشکر و قدردانی بعمل می‌آید.

## References


1. Ebrahimnejad M. Structure and function of running waters and river ecology. University of Esfahan press. 2005; 38. (In Persian)
2. Samadi MT, Saghi MH, Rahmani AR, Torabzadeh H. Murad Beig River Valley of Hamedan Water Quality Zoning using Geographic Information System (GIS). Scientific Journal of Hamadan University of Medical Sciences. 2009; 16(3): 38-43. (In Persian)
3. Samadi MT, Saghi MH, Rahmani AR, Mirzaii S, Torabzadeh H. Survey Sylvar river water quality based on WQI index using Geographic Information System (GIS). Twelfth National Conference on Environmental Health. 2009; 18937(1052). (In Persian)
4. Enrique S, Manuel FC, Juan V, Angel R, Marı GG, Lissette T, et al. Use of the water quality index and dissolved oxygen deficit as simple indicators of watersheds pollution. Ecological Indicators. 2007; 7: 315-328.
5. Shariaty MB, Shahidy poor SMM. Analysis of Water Resources Systems. University of Mashhad Press. 2006; 257(2): 23. (In Persian)
6. Bollinger JE, Steinberg LJ, Harrison MJ, Crews JP, Englande AJ, Velasco Gonzalez C, et al. Comparative analysis of nutrient data in the lower Mississippi River. Water Res. 1999; 33: 2627-2632.
7. Bordalo AA, Nilsumranchit W, Chalermwat K. Water quality and uses of the Bangpakong River (Eastern Thailand). Water Research. 2001; 35(15): 3635-3642.
8. National Sanitation Foundation. [Database on the Internet]. 2012. available at: URL: http://www.Nsfconsumer.org/. Accessed Feb 26, 2012.
9. Fabiano DSS, Altair BM, Marcia CB, Sonia MNG, Maria JSY. Water quality index as a simple indicator of aquaculture effects on aquatic bodies. Ecological indicators. 2008; 8: 476-484.
10. Alizadeh A. water quality in Irrigation. University of Emam Reza press. Razavi Ghids of Razavi, Mashhad. 1984. (In Persian)
11. Gatot ES Sumiharni. Proposing Water Quality Index Calculation Method for Indonesian Water Quality Monitoring Program. International Journal of Engineering and Science. 2011; 2(2): 47-52.
12. Shokuhi R, Hosinzadeh E, Roshanaei G, Alipour M, Hoseinzadeh S. Evaluation of Aydughmush Dam Reservoir Water Quality by National Sanitation Foundation Water Quality Index (NSF-WQI) and Water Quality Parameter Changes. Iranian Journal of Health and Environment. 2012; 4(4): 439-450. (In Persian)
13. Mirmoshtaghi SM, Amir nejad R, Khaledian MR. Survey of Water Quality in Sefidrood River and Zoning Using NSFWQI and OWQI Water Quality Indexes. J of Wetlands ahvaz Islamic Azad Univ. 2011; 3(9): 23-34. (In Persian)
14. Torabian A, Hashemi SH, Khalili R, Ferdusi poor S. Effects of harvesting on water quality in the river downstream of the dam Mamlu using QUAL2E model. Environmental Studies Fall. 2004; 30(35): 69-76. (In Persian)

15. Mirzaii M, Nazari AR, Yari A. Zonation of Rever Jajrud. Journal of Ecology. 2005; 37: 17-26. (In Persian)
16. Samadi MT, Saghi MH, Rahmani AR, Torabzadeh H. Murad Beig River Valley of Hamedan Water Quality Zoning using Geographic Information System (GIS). Scientific Journal of Hamadan University of Medical Sciences. 2009; 16(3): 38-43. (In Persian)
17. Shamsaii A, Avraii Zare S, Sarang A. Comparative analysis of quality and zoning indicators of Karun and Dez rivers. Journal of Water and Wastewater. 2005; 16(3): 39-48. (In Persian)
18. Jafari SB, Nabibidhendi GR, Salemi A, Taherioon M, Ardestani M. assessment Of Gheshlagh river water quality using water quality indices. Environmental Sciences. 2009; 6(4): 19-28. (In Persian)
19. Karimian A, Jafarzadeh N, Nabizadeh R, Afkhami M. Application of Geographic Information Systems in Zoning Water Rivers (Zohreh River Case of Study). Environmental Science and Technology. 2009; 1(11): 244-250. (In Persian)
20. Simeonov V, Stratis JA, Samara C, Zachariadis G, Voutsa D, Anthemidis A, et al. Assessment of the Surface Water Quality in Northern Greece. Water Research. 2003; 37: 4119-4124.
21. Pradyusa S, Basanta KM, Chitta RP, Swoyam PR. Assessment of Water Quality Index in Mahanadi and Atharabanki Rivers and Taldanda Canal in Paradip Area, India. J Hum Ecol. 2009; 26(3): 153-161.
22. Clayton M. Water Quality Analysis of Pearson Creek: Comparison of Pearson Creek Water Quality since Discharge of Effluent Lagoon Water, Clayton Meyers 5/15/2009.
23. Nikunahad A, Kazembeigi F. Comparison of water quality parameters for choosing the best of the index in the Karkheh Dam. Water Research of Iran. 2009; 3(4): 69-73. (In Persian)
24. Characteristics of Lorestan Province. [Database on the Internet]. 2012. available at:URL:http://www.wikipedia.org/wiki/Lorestan Province/. Accessed Oct 16, 2012.
25. Eaton A, Clesceri L, Rice W. Standard Methods for The Examination of Water and Waste Water. 21th ed. Washington Dc: American Public Health Association, 2005.
26. Nasirahmadi K, Yousefi Z, Tarassoli A. Zoning of water quality on Haraz river bases on National Sanitation Foundation Water Quality Index. J Mazand Univ Med Sci. 2012; 22(92): 64-71. (In Persian)
27. Terrado M, Barcel D, Tauler R, Borrell E, Campos SD. Surface-water-quality indices for the analysis of data generated by automated sampling networks. TrAC Trends in Analytical Chemistry. 2010; 29(1): 40-52.