



دانشگاه گلستان

بهره‌برداری و پرورش آبزیان

جلد چهارم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۴

<http://japu.gau.ac.ir>

ارزیابی وضعیت سلامت رودخانه زیارت در استان گلستان بر اساس شاخص کیفی NSFWQI

رسول قربانی^۱، عبدالمجید حاجی‌مرادلو^۲، علی‌اکبر هدایتی^۳، مسعود ملائی^۴،
علی‌اصغر نعیمی^۵، * نیلوفر نوروژی^۶ و محمدجواد وثاقی^۵

^۱دانشیار گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ^۲استاد گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ^۳دانشجوی دکتری، گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ^۴دانشجوی دکتری، گروه شیلات، دانشگاه هرمزگان، ^۵تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۲/۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱/۲۲

چکیده

رودخانه‌ها و جریان‌ها از مهمترین منابع آب‌های سطحی هستند. کیفیت آب این منابع به عوامل مختلفی از جمله عوامل هیدرولوژیکی، فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی وابسته است. این منابع از لحاظ توسعه اجتماعی، اقتصادی و سیاسی بسیار حائز اهمیت هستند. حوضه زیارت به‌عنوان مهمترین منبع سطحی تأمین‌کننده آب شرب شهر گرگان و مناطق پیرامون آن، در سال‌های اخیر با کاهش کیفیت آب مواجه بوده است، بنابراین مدیریت و کنترل کیفی آن ضروری و مهم می‌باشد. به این منظور نمونه‌برداری از ۱۰ ایستگاه هیدرومتری در طول آبراهه زیارت (در بهار و تابستان ۱۳۹۱) انجام گرفت. در هر نوبت نمونه‌برداری پارامترهای اکسیژن محلول، اسیدیته، اکسیژن موردنیاز زیستی، آمونیاک، نیترات، فسفات، جامدات کل، دمای آب، کدورت و کمیت فکال کلی اندازه‌گیری شدند و داده‌های حاصل به‌وسیله شاخص کیفی NSFWQI آنالیز شدند. نتایج نشان داد که بهترین وضعیت متعلق به ایستگاه ۱ در خرداد ماه و بدترین وضعیت متعلق به ایستگاه ۵ در اردیبهشت ماه بوده است. در مجموع نتایج به‌دست آمده، شرایط کیفی آبراهه زیارت نامطلوب معرفی شد و البته نتایج این تحقیق می‌تواند فرایند تصمیم‌گیری برای کاهش آلودگی پهنه‌های حوضه را با توجه به محدودیت‌های هزینه و زمان تسهیل نماید.

واژه‌های کلیدی: استان گلستان، رودخانه زیارت، شاخص کیفی آب، NSFWQI

*مسئول مکاتبه: Niloufar_norouzi2009@yahoo.com

مقدمه

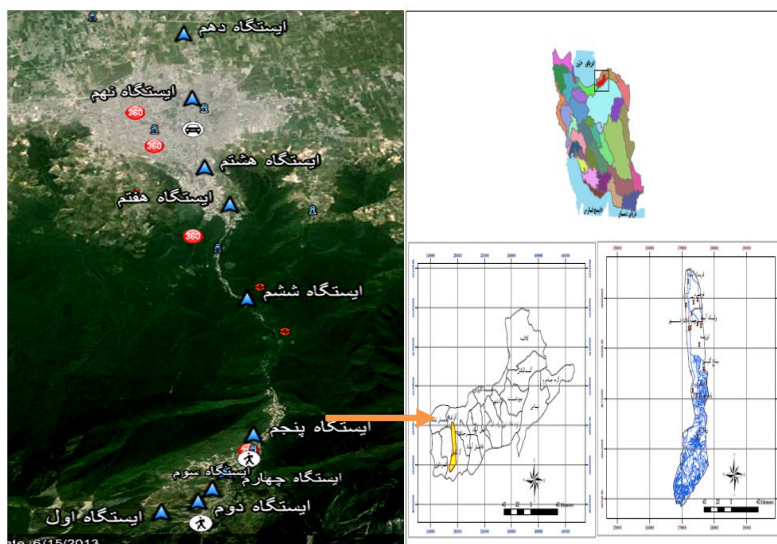
داشتن منابع آب سالم پیش‌نیاز ضروری و اساسی برای حفظ محیط‌زیست و رشد و توسعه اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و فرهنگی کشور است. آب‌های سطحی بیش از آب‌های دیگر در معرض آلودگی قرار دارند. آلوده‌کننده‌های آب شامل موادی هستند که خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آب را تغییر می‌دهند، که به‌طور عمده این مواد در اثر فعالیت‌های انسانی ایجاد می‌شوند و به سه گروه منابع آلاینده شهری، صنعتی و کشاورزی تقسیم‌بندی می‌شوند. کنترل و پایش آب‌های سطحی جهت مصارف مختلف آن، امری لازم و ضروری است تا از این طریق آبی با کیفیت مناسب جهت مصارف مختلف در دسترس مصرف‌کنندگان قرار گیرد. کیفیت آب در منابع آبی به‌وسیله پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی بررسی می‌شود (سارگانکار و دشپانده، ۲۰۰۳). یکی از روش‌های ساده که به دور از پیچیدگی‌های ریاضی و آماری، می‌تواند شرایط کیفی آب را بازگو و به‌عنوان یک ابزار پیشرفته قوی برای تصمیم‌گیری‌های مدیریتی مربوط استفاده شود، شاخص کیفی آب می‌باشد. سنجش، تحلیل و تفسیر داده‌های کیفی رودخانه‌ها به‌طور منظم این امکان را فراهم می‌سازد که شیوه‌های مدیریتی صحیح و مناسبی اتخاذ شده و به‌تدریج از آلودگی رودخانه‌ها کاسته شده و به سمت کیفیتی استاندارد، حرکت کرد. در واقع پایش منظم رودخانه‌ها، بر اساس برنامه‌ریزی و سپس درجه‌بندی آن با روش شاخص کیفی، امکان دسترسی به تحولات کیفی و پیش‌بینی اقدامات کاهش آلودگی در حوضه آبریز را برای مدیران و مسئولان فراهم می‌کند. شاخص کیفی NSFQI^۱، به معنای شاخص کیفیت آب مؤسسه بهداشت ملی می‌باشد که توسط یکسری از دانشمندان، با حمایت مؤسسه ملی بهداشت آمریکا ارائه شد (بران و همکاران، ۱۹۷۰). پارامترهای مورد بررسی در این شاخص عبارتند از: دما، اکسیژن محلول، اکسیژن‌خواهی بیوشیمیایی^۲، اسیدیته، نترات، فسفات، کل جامدات، کلیفرم مدفوعی^۳ و کدورت.

در پژوهشی کیفیت آب تالاب انزلی با استفاده از شاخص NSFQI مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق تعداد ۱۰ ایستگاه به‌مدت یکسال بررسی شده که در کل نتایج، حاکی از قرارگیری درجه کیفی آب تالاب، در محدوده متوسط می‌باشد (رازدار و همکاران، ۲۰۱۰). کیفیت آب رودخانه سفیدرود نیز با استفاده از شاخص NSFQI مورد بررسی قرار گرفته و نتایج حاصل نشان داد که میانگین شاخص NSFQI در این رودخانه ۴۷/۵ بوده و در محدوده بد قرار دارد (میرمشتاقی و همکاران، ۱۳۸۹).

در پژوهشی پیرامون ارزیابی کیفی رودخانه نینگلاد در هند ۲۰ فاکتور فیزیکوشیمیایی مورد بررسی قرار گرفته و نتایج آنالیز داده‌های مربوطه در نرم‌افزار NSFQI، حاکی از وجود شرایط متوسط تا خوب در این رودخانه بوده است (شارما و همکاران، ۲۰۰۸). رودخانه‌های ماهانادی، آتاربانکی و کانال تالداندا در هند نیز براساس شاخص کیفی NSFQI به صورت فصلی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل، حاکی از وجود شرایط متوسط تا خوب در هر سه حوضه بوده است (ساماتری و همکاران، ۲۰۰۹). در پژوهشی کیفیت آب سد وحدت با استفاده از شاخص کیفی NSFQI مورد مطالعه قرار گرفت. این بررسی به منظور انتخاب و سنجش شاخص کیفی مناسب برای پایش تأثیرات حادثه تانکر حاوی متیل بوتیل اتر صورت گرفت که نتایج نشان داد شاخص NSFQI در بین شاخص‌های استفاده شده به خوبی می‌تواند شرایط کیفی آب را ترسیم نماید (قربانیان و همکاران، ۲۰۱۱). هدف از این بررسی پایش کیفی رودخانه زیارت با استفاده از نرم‌افزار فوق می‌باشد.

مواد و روش‌ها

محدوده مطالعاتی: رودخانه زیارت با مساحت ۹۸۷۳ هکتار، یکی از زیرحوضه‌های رودخانه قره‌سو می‌باشد که در جنوب شهر گرگان واقع شده است. این حوضه در محدوده جغرافیایی ۵۴ درجه ۲۳ دقیقه و ۵۵ ثانیه تا ۵۴ درجه ۳۱ دقیقه و ۱۰ ثانیه طول شرقی و ۳۶ درجه ۳۶ دقیقه و ۵۸ ثانیه تا ۳۶ درجه ۴۶ دقیقه و ۱۱ ثانیه عرض شمالی قرار گرفته است. پایین‌ترین نقطه آن ۵۵۰ متر و بالاترین نقطه آن ۲۹۵۰ متر ارتفاع دارد. براساس مطالعات فیزیوگرافی رودخانه زیارت به ۶ زیرحوضه فرعی سوته‌رود، آبشار، سفیدآب، ناتکه، خالودره و میدان تقسیم شده است. رودخانه زیارت حدود ۲۰ درصد از آب قابل شرب شهر گرگان را تأمین کرده و نیز، اهمیت ویژه‌ای از لحاظ گردشگری و کشاورزی دارد. شکل ۱ موقعیت رودخانه زیارت را در استان گلستان به شکل شماتیک نشان داده است. جهت پهنه‌بندی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی نتایج آزمایشگاهی در محیط آماری Excel وارد گردید و با تبدیل آن‌ها به فایل‌های اطلاعاتی و انتقال به محیط GIS، مورد تحلیل قرار گرفت. با استفاده از نقشه حوضه مطالعاتی نقاط برداشت شده توسط دستگاه GPS، به نقشه اضافه شد و در نهایت با استفاده از امکانات نرم‌افزار ARCGIS و ترکیب رنگ‌های مختلف نمایش بازه‌ها، پهنه‌بندی انجام گرفت.



شکل ۱- موقعیت رودخانه زیارت در استان گلستان.

ایستگاه‌های نمونه‌برداری در طول مسیر رودخانه بر اساس عواملی از قبیل ارتفاع، شیب، جنس بستر، سرعت جریان آب و نوع کاربری اراضی حاشیه‌ای تعیین شدند. نمونه‌برداری به صورت ماهانه (برای خصوصیات فیزیکوشیمیایی و فون باکتریایی *Fecal coliform*) در طول بهار و تابستان ۱۳۹۱ صورت گرفت. فاکتورهای شیمی آب شامل نیترات و فسفات (بر حسب میلی‌گرم بر لیتر) با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری در آزمایشگاه اندازه‌گیری شدند. کمیت‌های دما (برحسب سلسیوس)، اسیدیت، مجموع ذرات حل شده (برحسب میلی‌گرم بر لیتر)، کدورت (برحسب NTU)، اکسیژن محلول و اکسیژن بیوشیمیایی (برحسب ppt)، با دستگاه آزمایشگاه صحرایی Wagtech (مدل Photometer 7100) اندازه‌گیری شدند. نمونه‌های آب با ظروف پلاستیکی ۲۵۰ میلی‌لیتری گرفته شده و با اسید سولفوریک غلیظ (۲ سی‌سی به ازای هر لیتر) تثبیت شد و در آزمایشگاه با محلول سود ۰/۱ مولار خنثی شد. از بین شاخص‌های بیولوژیکی نیز، کمیت باکتریایی فکال کلیمورد بررسی قرار گرفت. این شاخص، با نمونه‌برداری از ستون آب انجام می‌شود. بدین‌منظور ابتدا ظروف شیشه‌ای مخصوص در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه در اتوکلاو استریل شده، سپس در محل نمونه‌برداری، در زیر آب، درب آن را به آهستگی باز کرده و تا نیمه با آب پر کردیم، بدون آنکه هوای

بیرون داخل ظرف شود. سپس نمونه‌ها را در یخدان گذاشته و در کمتر از ۲۴ ساعت به آزمایشگاه منتقل و در محیط آگار کشت داده شدند.

شاخص کیفی NSFQI: در این روش از ۹ پارامتر اکسیژن محلول، pH، مجموع جامدات، اکسیژن‌خواهی بیوشیمیایی، دما، نیترات، فسفات و کلی فرم اوزان استفاده می‌شود (ان-اس-اف، ۲۰۰۳). پس از اندازه‌گیری مشخصه‌های بالا، زیرشاخص هریک از آن‌ها با استفاده از منحنی‌های تبدیل ارائه شده در این روش (ان-اس-اف، ۲۰۰۳). به‌دست آمد (پارامتر Q). جدول ۱ پارامترهای کیفی آب و وزن هر یک از آن‌ها در NSFQI نشان می‌دهد. در این روش برای محاسبه شاخص نهایی از رابطه ۱ استفاده می‌شود که در آن I، شاخص نهایی و W_i ، فاکتور وزنی آن شاخص‌ها می‌باشد:

$$NSFWQI = \sum W_i Q_i$$

جدول ۱- پارامترهای کیفی آب و وزن هر یک از آن‌ها در NSFQI

وزن	واحد	پارامتر
۰/۱۷	درصد	اکسیژن محلول
۰/۱۶	۱۰۰ میلی‌لیتر/ کلنی	کمیت فکال کلی
۰/۱۱	---	بی-اچ
۰/۱۱	واحد در میلیون	اکسیژن بیوشیمیایی
۰/۱	درجه سانتی‌گراد	دما
۰/۱	واحد در میلیون	نیترات
۰/۱	واحد در میلیون	فسفات
۰/۰۸	NTU	کدورت
۰/۰۷	واحد در میلیون	کل جامدات

نتایج

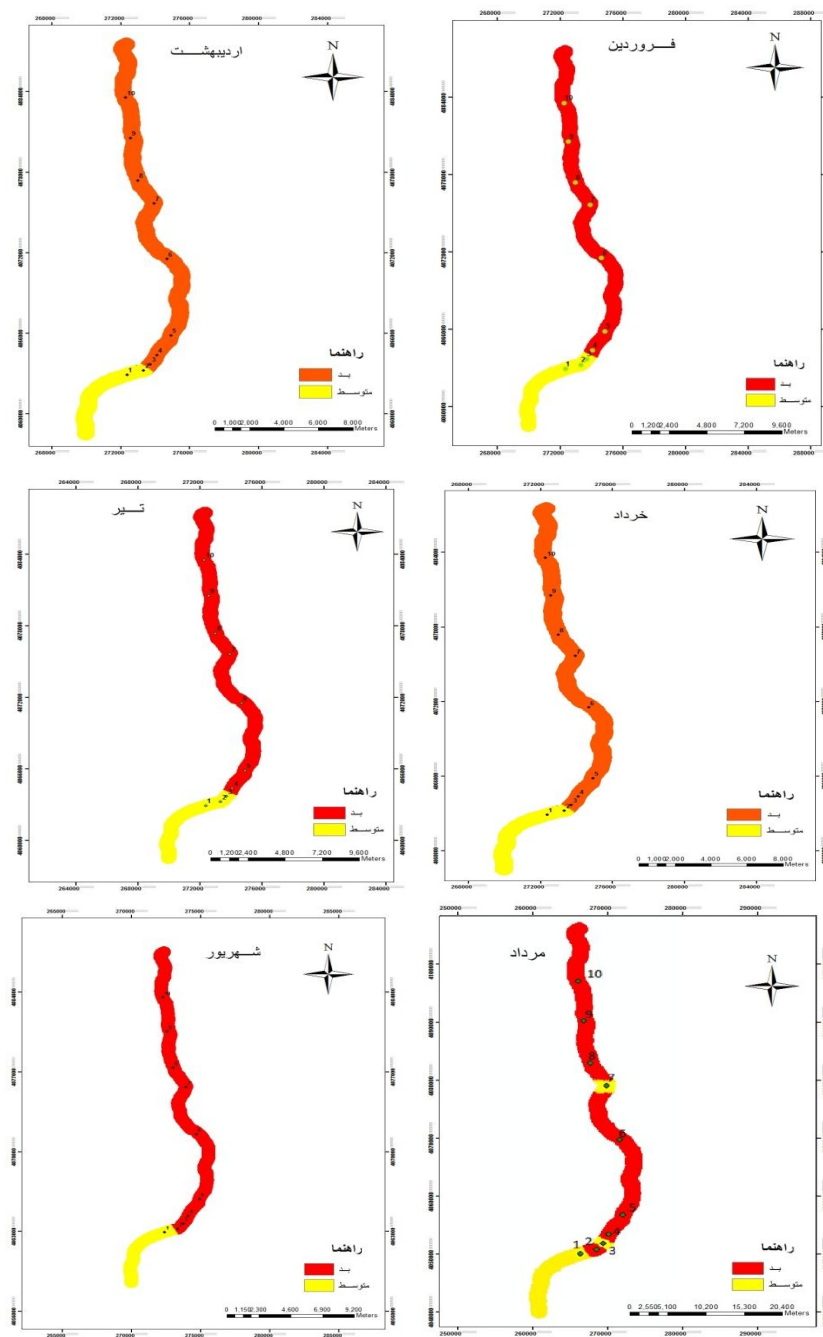
نتایج حاصل از آنالیز داده‌ها توسط نرم‌افزار NSFQI، اعدادی با دامنه ۳۸-۵۹ (بازه کیفی بد تا متوسط)، با میانگین ۴۸/۵ (طبقه بد)، که نشان‌دهنده قرارگیری اکثر ایستگاه‌ها در این سطح کیفی است، را نشان می‌دهد. براساس نتایج حاصل از این تحقیق ایستگاه ۱ در هر ۶ ماه از نظر شرایط کیفی متوسط بوده و ایستگاه ۲، ۳ و ۷ دارای نوسانات کیفی هستند، این درحالی است که ایستگاه‌های ۴، ۵،

بهره‌برداری و پرورش آبزیان (۴)، شماره (۲) تابستان ۱۳۹۴

۶، ۸، ۹ و ۱۰ همواره در شرایط کیفی بد به سر می‌پرند. بالاترین شاخص، متعلق به ایستگاه ۱ در خردادماه بوده که بیانگر شرایط کیفی مناسب‌تر بین کلیه ایستگاه‌ها، در کل دوره بوده است و کمترین شاخص متعلق به ایستگاه ۵ در اردیبهشت‌ماه بوده و بیانگر بدترین وضع کیفی موجود در کل دوره در کلیه ایستگاه‌ها می‌باشد. جدول ۲ شاخص‌های کیفی و کمی حاصل از آنالیز داده‌ها در ایستگاه‌ها و ماه‌های مختلف را نشان می‌دهد.

جدول ۲- شاخص‌های کیفی و کمی حاصل از آنالیز داده‌ها در ایستگاه‌ها و ماه‌های مختلف.

شاخص / ایستگاه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
فروردین	۵۸	۵۴	۵۳	۴۷	۴۴	۴۳	۴۹	۴۲	۴۰	۴۲
اردیبهشت	۵۴	۵۱	۴۳	۴۲	۳۸	۴۰	۴۰	۴۶	۴۳	۴۳
خرداد	۵۹	۵۱	۴۸	۴۷	۴۲	۴۷	۴۶	۴۴	۴۳	۴۰
تیر	۴۹	۵۱	۵۱	۴۲	۳۹	۴۵	۴۵	۴۴	۴۳	۴۲
مرداد	۵۲	۴۸	۵۲	۵۰	۴۷	۵۰	۵۱	۴۸	۴۶	۴۵
شهریور	۵۶	۴۹	۴۵	۴۳	۴۴	۵۰	۴۹	۴۴	۴۷	۴۵
شاخص کیفی										
فروردین	متوسط	متوسط	متوسط	بد	بد	بد	بد	بد	بد	بد
اردیبهشت	متوسط	متوسط	بد	بد	بد	بد	بد	بد	بد	بد
خرداد	متوسط	متوسط	بد	بد	بد	بد	بد	بد	بد	بد
تیر	متوسط	متوسط	متوسط	بد	بد	بد	بد	بد	بد	بد
مرداد	متوسط	بد	متوسط	بد	بد	بد	متوسط	بد	بد	بد
شهریور	متوسط	بد	بد	بد	بد	بد	بد	بد	بد	بد



شکل ۲- پهنه‌بندی کیفی رودخانه زیارت با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی را نشان می‌دهد.

مقادیر شاخص‌ها در ایستگاه‌های مختلف در طول دوره روند نرمال و البته نسبتاً نزولی را نشان داده است. این روند در غالب موارد ایستگاه ۱ و ۲ را از نظر شاخص کمی در اولویت قرار داده و ایستگاه‌های ۵ و ۱۰ در غالب موارد دارای پایین‌ترین مقدار شاخص کمی بوده‌اند.

بحث

به جهت توضیح نتایج فوق ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری را به تفکیک مورد بررسی قرار می‌دهیم.

ایستگاه ۱ (پای آبشار زیارت)، در فصول بهار و تابستان محل بازدید و گردش مردم منطقه و سایر نقاط کشور است و دارای بیشترین ارتفاع در بین ایستگاه‌های مورد بررسی است. این امر دمای پایین ایستگاه را در ۶ ماه نمونه‌برداری، نسبت به سایر ایستگاه‌ها توجیه می‌نماید. مشاهدات میدانی حاکی از پوشش بسیار اندک بستر بوده که گاهی به صفر نیز می‌رسد، این درحالی است که ورودی مواد گیاهی از حاشیه نهر نیز، به مقدار اندک وجود دارد. از طرف دیگر خصوصیات هیدرولوژیکی و هیدرودینامیکی کانال مانند عمق بسیار کم که زمینه را برای رخدادهایی نظیر کدورت بالاتر، آلودگی بیشتر توسط آلاینده‌ها و ... را مهیا می‌نماید. شرایط اکسیژنی هر مقطع وابسته به واکنش‌های فیزیکوشیمیایی آب و فرآیندهای بیولوژیکی موجود در مقطع است و از آنجا که در قسمت پایین دست آبشار، آب پخش شده، سرعت و در نتیجه دبی کاهش می‌یابد میزان اختلاط نسبی آب با هوا نیز، کاهش یافته و از طرف دیگر پروسه ضعیف بیولوژیکی (عامل مهمتر در تولید اکسیژن نسبت به عامل هیدرودینامیکی) در این قسمت باعث وجود مقادیر متوسط تا پایین اکسیژن در این قسمت شده است؛ علاوه بر این موارد، دفع نامناسب زباله‌ها توسط گردشگران بر میزان اکسیژن این منطقه تأثیر گذاشته به طوری که در مجموع، اکسیژن پایین‌تر از حالت عادی بوده ولی روند نرمالی را در طول دوره در این ایستگاه طی می‌کند. از نظر اقبال عمومی منطقه شاهد حضور گردشگران و رونق پدیده توریسم در منطقه هستیم؛ این امر همان‌طور که اشاره شد ورودی آلاینده‌ها را در منطقه، افزایش می‌دهد که به نوبه خود باعث افزایش آلودگی آب می‌شوند. با توجه به صعب‌العبور بودن مسیر دسترسی به آبشار، فون زیستی اندک و بالا بودن پدیده شستشوی ارگانیزمی در این منطقه کمیت فکال کلی (مجموع باکتری‌های موجود در روده جانوران موجود در اکوسیستم‌های آبی) نیز در این منطقه نسبت به سایر ایستگاه‌ها کاهش چشمگیری را نشان می‌دهد. با توجه به بارش باران و برف فراوان در سال قبل

(۱۳۹۰) و نیز وقوع سیل‌های متعدد در بهار ۱۳۹۱، کدورت آب ایستگاه بسیار بالا بوده که این امر میزان جامدات کل ایستگاه را افزایش داده و از کیفیت آب ایستگاه کاسته است. این مسئله و نیز تولیدات پایین، ورودی آلاینده‌ها به آب منطقه و ... باعث افزایش میزان BOD شده و این درحالی است که فون ضعیف منطقه تا حدودی این پارامتر را متعادل ساخته و سبب می‌شود که روند نرمالی را طی نماید. اراضی حاشیه کاربری خاصی از لحاظ کشاورزی، سکونت و ... نداشته و این امر به بهبود کیفیت آبراهه کمک شایانی نموده است. عوامل ذکر شده در فوق، نتایج به‌دست آمده از آنالیز فاکتورهای آبی که حاکی از قرارگیری ایستگاه ۱ در طبقه متوسط در هر ۶ نوبت نمونه‌برداری است را تأیید می‌نمایند.

ایستگاه‌های ۲ و ۳ در ارتفاع کمتری نسبت به ایستگاه ۱ بود. از نظر دمایی ایستگاه‌ها روند نرمالی را در ۶ ماه، متناسب با تغییر شرایط جوی و ... طی می‌کنند و فاکتور خارجی مهمی که باعث ایجاد نوسان یا آلودگی حرارتی (نوسان غیرطبیعی و شدید) شود، وجود ندارد. این دو ایستگاه از نظر پوشش کف تقریباً فقیر بوده و عوامل مؤثر مربوط به ایستگاه ۱ نیز در مورد این دو ایستگاه صدق می‌کند و باعث وجود فون ضعیف جانوری در این منطقه شده است. موقعیت هر دو ایستگاه به لحاظ میزان اقبال اجتماعی و جاذب‌های لازم فاقد امتیاز بوده و از لحاظ پدیده توریسم و گردشگری ضعیف است و این امر به بهبود شرایط کیفی آب کمک قابل‌توجهی نموده است. ایستگاه‌ها از نظر اکسیژن شرایط متوسطی را در طول دوره طی کرده و BOD نیز روند نرمالی را از نظر فرآیندهای زیستی موجود در ایستگاه نشان می‌دهد. کاربری اراضی حاشیه نیز مسئله قابل‌توجهی را نشان نمی‌دهد. در این دو ایستگاه نیز مانند ایستگاه ۱، پدیده سیل باعث افزایش غیرعادی کدورت شده و بر میزان مواد جامد کل، به طرز چشمگیری افزوده است. این مورد باعث نزول کیفی شرایط رودخانه از حالت خوب به متوسط شده و البته به‌دلیل ساخت‌وساز بالا و عبور و مرور وسایل نقلیه، منج به نزول بیش از پیش شرایط کیفی آب در برخی زمان‌های نمونه‌برداری نیز گردیده است.

ایستگاه‌های ۴، ۵ و ۶ از مهمترین مراکز گردشگری روستا (ایستگاه ۴ در محل امامزاده و ایستگاه ۵ در نزدیکی امامزاده و یکی از مراکز اصلی جذب توریسم و ایستگاه ۶ مکان جهانگردی) می‌باشند؛ به‌همین دلیل، ورودی آلاینده‌ها در این مناطق بسیار بالا بوده و از طرف دیگر عواملی نظیر دفع ناصحیح زباله‌ها در این محل و ورودی بالای فاضلاب‌های روستایی بر آلودگی اکوسیستم به‌میزان قابل توجهی افزوده است. علاوه بر کاربری ذکر شده (سکونتگاه روستایی و مرکز زیارتی)، کاربری

کشاورزی و نیز دامپروری در زمین‌های اطراف و ورودی مستقیم فاضلاب‌های ناشی از آنها بر آلودگی اکوسیستم افزوده و البته این شرایط توجیه‌کننده افزایش زیاد کمیت فکال‌کلی در این ایستگاه‌ها نیز، می‌باشد. ایستگاه‌های مذکور از مکان‌های اصلی توسعه روستایی، در روستای زیارت بوده و به همین دلیل ساخت‌وساز و عبورومرور وسائل نقلیه باربر و تخلیه مواد مختلف در این ایستگاه‌ها بالا بوده به طوری که اکوسیستم آبی را نیز تحت تأثیر قرار داده و باعث افزایش آلودگی شده است. دمای بالا و ورودی بالای مواد مغذی و نیز شکل کانال (عمق کم و بستر سخت که شرایط تولید را مناسب می‌نمایند) باعث شکل‌گیری بستر غنی از جلبک در ایستگاه‌های مذکور شده و این پوشش غنی به نوبه خود تولیدات غنی را در اکوسیستم باعث می‌شود که این امر به نوبه خود سلامت اکوسیستم را مورد تهدید قرار داده است. با توجه به موارد ذکر شده در فوق، قرارگیری این ۳ ایستگاه در هر ۶ نوبت نمونه‌برداری در طبقه بد، بدیهی به نظر می‌رسد.

ایستگاه‌های ۷، ۸، ۹ و ۱۰ در منطقه شهری واقع شده و جز مهم‌ترین منابع تأمین‌کننده آب شرب شهر گرگان می‌باشند. از نظر توپوگرافی منطقه، هر ۴ ایستگاه در ارتفاعات پایین‌تر قرار دارند. نحوه قرارگیری هر ۴ ایستگاه و شکل حاشیه آن‌ها به گونه‌ای است که فرسایش و رسوب‌گذاری را در این ایستگاه‌ها افزایش می‌دهد. این امر همراه با سیل‌های متعدد رخ داده باعث افزایش بسیار زیاد کدورت در آن شده است. از نظر کاربری اراضی حاشیه تنها، کاربری سکونتگاهی شهری را برای ایستگاه‌های مذکور متصور گردیده است. دفع ناصحیح زباله‌ها، ورود مستقیم فاضلاب‌های خانگی و بهداشتی به داخل اکوسیستم‌ها، به‌علاوه ساخت‌وساز بالا در این مناطق و عبورومرور زیاد وسایل نقلیه و ورود مصالح و مواد مورد استفاده، سلامت ایستگاه‌های مذکور را با خطر جدی مواجه کرده است. ورودی بالای فاضلاب‌های خانگی و بهداشتی و پوشش نسبتاً خوب در برخی ایستگاه‌ها به‌ویژه ایستگاه ۸، عمق کم ایستگاه‌ها و نفوذ بالای نور باعث ایجاد شرایط نیمه‌یوتروفی در ۴ ایستگاه شده، به طوری که در اکثر مواقع در پهنه‌بندی کیفی، در طبقه بد قرار می‌گیرند. در این میان ایستگاه ۷ به جهت شکل کانال و وسعت بالای حاشیه که باعث جدایی بیشتر اکوسیستم از مراکز دفع مستقیم زباله و کاهش ورود فاضلاب‌های شهری و خانگی به منطقه شده و همچنین کاهش سیل و در نتیجه کاهش کدورت در مرداد ماه، در این ماه در طبقه کیفی متوسط قرار گرفته است. این ایستگاه‌ها تحت تأثیر ورود فاضلاب ناشی از دامپروری و همچنین محل عبورومرور گاه‌و‌بیگاه دام نیز می‌باشند. از این جهت کمیت فکال‌کلی در این ایستگاه‌ها افزایش چشمگیری را نشان داده است.

میرزایی همکاران مطالعه مشابهی بر روی پهنه‌بندی کیفی رودخانه جاجرود در سال ۱۳۸۷ انجام شد. در این مطالعه جهت پهنه‌بندی از شاخص کیفی NSFQI استفاده شد و نتایج حاصل نشان داد که علی‌رغم ورود آلودگی در بالادست رودخانه، رودخانه از قدرت پالایش طبیعی بالایی برخوردار بوده است. این امر برخلاف منطقه مطالعاتی زیارت بوده و طبق نتایج به‌دست آمده از این تحقیق، میزان ورودی دترجنت و آلاینده‌ها به حدی بالا بوده که از ایستگاه ۴ به بعد آبراهه فرصت و توان خودپالایی را پیدا نکرده است و در تمامی ایستگاه‌ها منجر به افزایش میزان آلاینده‌ها گردیده است. در پژوهشی دیگر شاخص NSFQI جهت پهنه‌بندی رودخانه زهره در طول ۱ سال آبی مورد استفاده قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد که آب این رودخانه در سرچشمه دارای کیفیت مناسب بوده و به تدریج در طول مسیر با پساب‌های گوناگون آلوده شده و از کیفیت آن کاسته شده تا به حد بد رسیده است (کریمیان و همکاران، ۱۳۸۵). طی پژوهشی با عنوان کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی در پهنه‌بندی آب رودخانه‌ها (مطالعه موردی: رودخانه زهره) که سال ۲۰۰۷ توسط همین تیم انجام گرفت، این اکوسیستم را به‌وسیله سیستم اطلاعات جغرافیایی نیز، پهنه‌بندی نمودند. در پژوهشی کیفیت آب رودخانه سفیدرود مورد بررسی قرار گرفته و به‌وسیله شاخص کیفی NSFQI این حوضه پهنه‌بندی کیفی شد. رودخانه سفیدرود با معضل ورود انواع پساب‌های کشاورزی و فاضلاب شهری و صنعتی مواجه شده است به طوری‌که بعد از نمونه‌برداری از مسیر رودخانه مشاهده گردید که میزان اکسیژن محلول رو به کاهش بوده و در نتیجه اکسیژن‌خواهی بیولوژیکی افزایش پیدا کرده است. بار کلیفرم مدفوعی نیز در طول رودخانه از بالادست به سمت ایستگاه‌های پایین دست افزایش یافته و این مسئله به جهت شرب، کشاورزی و سایر مصارف خطرناک می‌باشد (میرمشتاقی و همکاران، ۲۰۱۱).

نتایج حاصل از این تحقیق نیز مانند اکثر پژوهش‌های انجام شده بیشترین عامل کاهش کیفیت آب اکوسیستم‌های آبی را ورود فاضلاب‌های بهداشتی و شهری معرفی کرده و این مورد را باعث تغییر کاربری آب، برای هدف در نظر گرفته شده برای آن معرفی می‌کند که با نتایج تحقیق ما نیز، مشابهت دارد.

نتایج به‌دست آمده در این تحقیق، شرایط رو به نزول کیفیت رودخانه زیارت را به‌خوبی نشان می‌دهد و توجه بیش از پیش به این اکوسیستم مهم، ضروری به‌نظر می‌رسد.

منابع

1. Brown, R.M., McLelland, N.J., Deininger, R.A., and Tozer, R.G. 1970. A Water Quality Index Do We Dare?. Water and Sewage Works. Pp: 339-343.
2. Ghorbanian, Sh., Gohari, S., and Banejhad, H. 2011. Assessment of water quality for suitable index selection in Vahdat Dam. 11th Irrigation and Evapotranspiration conference. Bahonar University. Pp: 86-90.
3. Karimian, A., Jafarzadeh, N., Nabizadeh, R., and Afkhami, A. 2009. Zoning of water quality by Geographic Information System, Zohreh river case study. Environmental Science and Technology journal. 1: 26-33.
4. Karimian, A., Jafarzadeh, N., Nabizadeh, R., and Afkhami, M. 2007. Zoning of water quality bases on WQI index, Zohreh river case study. International Journal of Water Engineering. 18: 53-62
5. Meftahhelghi, M. 2010. Zoning of water quality by using several quality index (in Atrak River). Research of Soil and Water Conservation journal. 2: 59-72.
6. Mirmoshtaghi, S.M., Amirnejhad, R., and Khaledian, M.R. 2011. Zoning of water quality on Sefidrood River by OWQI and NSFQI. Journal of wetland. Pp: 22-24.
7. Mirzayi, M., Nazari, A., and Yari, A. 2009. Zoning of water quality on Jajrood river. Journal of Engineering and Technology Instructor. 35: 18-24.
8. National Sanitation Foundation (NSF). 2003. <http://www.Nsfconsumer.org/environment/wqi.as>
9. Raghimi, M., Shahpasandzadeh, M., Yakhkeshi, M.A., Seyed Khalesi, M., and Dehghan, H. 2006. Gheochemical assessment of Zyarat Stream for drinking Water in Gorgan city. 21th Gheological conference. Pp: 31-36.
10. Razdar, B., Ghavidel, A., and Zoghi, M. 2010. Assessment of the health status of the Anzali Wetland based on NSFQI quality index. Sustainable development pattern in Water management Conference. Pp: 365-357.
11. 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 Paradiparea, India. Journal Human Ecological, 26(3): 153-161.
12. Sargaonkar, A., and Deshpande, V. 2003. Development of an Overall Index of Pollution for Surface Water based on a General Classification Scheme in Indian Context. Environmental Monitoring and Assessment. 89(1): 43-67.
13. Sharma, M.P., Sharma, S.H., Goel, V., Sharma, P., and Kumar, A. 2008. Water quality assessment of Ninglad Stream using benthic macroinvertebrates. Life Science Journal. Pp: 99-112.