مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره سیزدهم، شماره اول، بهار ۱۳۹۹، صفحات ۳۳ تا ۴۸

Available online: http://ijhe.tums.ac.ir
مقاله پژوهشی

ارزیابی کیفیت آب رودخانه گرگان رود بر پایه شاخص‌های کیفی آب‌های سطحی در محدوده شهر گنبد کاووس

محمد قلی زاده[۱*]، امید حیدری[۲]
۱- گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
۲- گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۲/۰۴
تاریخ ویرایش: ۹۹/۰۲/۲۴
تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۲/ ۳۰
تاریخ انتشار: ۹۹/۰۳/۳۱

واژگان کلیدی: کیفیت آب، رودخانه گرگان رود، شاخص‌های کیفی، شاخص آلودگی

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
Gholizade_Mohammad@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: افزایش فاضلاب تصفیه نشده و توسعه ناپایدار کشاورزی در حریم رودخانه‌ها موجب کاهش کیفیت آب‌های سطحی شده است. هدف از این مطالعه بررسی تعیین کیفیت آب با شاخص‌های کیفی NSFWQI، $IRWQI_{SC}$ و شاخص آلودگی Liou و مقایسه آنها با استانداردهای جهانی و پهنه بندی مسیر رودخانه گرگان‌رود با استفاده از نرم افزار GIS است.

روش بررسی: در این مطالعه ۵ ایستگاه نمونه‌برداری براساس معیارهای استاندارد شامل نوع کاربری اراضی، دسترسی و پراکندگی در امتداد رودخانه انتخاب گردید. ۱۲ پارامتر کیفی آب شامل اکسیژن محلول، کلیفرم مدفوعی، pH، اکسیژن خواهی بیوشیمیایی، اکسیژن خواهی شیمیایی، درجه حرارت، فسفات آلی، نیترات، آمونیوم، کدورت، کل مواد جامد محلول و هدایت الکتریکی در طول رودخانه به مدت یک سال از خرداد ماه ۱۳۹۷ تا اردیبهشت ۱۳۹۸ با استفاده از روش استاندارد در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: مقدار فسفات و کدورت از ایستگاه ۲ به سمت پایین دست رودخانه افزایش یافته که به علت وجود زه آب‌های کشاورزی و فاضلاب شهری است. اختلاف معنی‌داری در مقادیر BOD، کلیفرم مدفوعی و نیترات با مقادیر استاندارد وجود دارد. نتایج شاخص‌های کیفیت آب بیانگر تاثیرات بسیار زیاد خروجی فاضلاب‌های شهری و زباله‌های انسانی در حریم رودخانه است. بالاترین وضعیت کیفی مربوط به ایستگاه ۱ (۷۵، کیفیت خوب) که دسترسی کمتری برای توسعه فعالیت‌های انسانی وجود داشت، بود. براساس انطباق نتایج شاخص‌ها با واقعیت زمینی، نتایج شاخص کیفی آب‌های سطحی ایران به‌دلیل بهره‌گیری از متغیرهای کیفی بیشتر و تطابق کامل‌تر، عملکرد بهتری نشان داد.

نتیجه‌گیری: وجود فاضلاب‌های شهری و زه‌آب‌های کشاورزی در محدوده شهر گنبدکاووس مهمترین دلایل کاهش کیفیت آب (طبقه کیفی بد) است. در این راستا، توجه به مدیریت جامع منابع آبی و ارزیابی اثرات محیط زیستی باید مورد توجه باشد.

Please cite this article as: Gholizadeh M, Heydari O. Evaluation of Gorganrood river water quality based on surface water quality indicators in Gonbad Kavous. Iranian Journal of Health and Environment. 2020;13(1):33-48.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-17]

مقدمه

کمبود آب و آلودگی منابع سطحی و زیرزمینی در اقلیم‌های خشک و نیمه خشک همواره بحران‌های بسیاری به همراه داشته است، لذا لزوم مدیریت صحیح به منظور جلوگیری از آلوده شدن آب‌های جاری و استفاده از راهکارهای زیست محیطی ضروری است (۱). به طور کلی رودخانه‌ها مهمترین منابع حیاتی طبیعت به شمار می‌روند. توسعه شهرنشینی و افزایش آلودگی ناشی از تخلیه انواع فاضلاب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی، شیرابه محل‌های دفن زباله موجب تغییر و تنزیل کیفیت آب رودخانه‌ها شده است. بنابراین همزمان با نیاز شدید به استفاده از منابع آب در دسترس، ضرورت توجه به حفاظت از آن در مقابل آلودگی احساس می‌شود (۲). امروزه مهمترین نگرانی درباره آب‌های سطحی و رودخانه‌ها، مسئله کیفیت این آب‌ها برای مصرف‌های گوناگون (از جمله شرب، کشاورزی و آبزی‌پروری) است. کیفیت آب‌های سطحی یک منطقه تحت تاثیر دو عامل فرایندهای طبیعی (شرایط آب و هوایی، میزان رسوب گذاری و خوردگی خاک) تاثیرات غیر طبیعی نظیر فعالیت‌های کشاورزی (عدم کنترل میزان مصرف مجاز کود و سم) و خروجی فاضلاب شهری و روستایی است. بنابراین جهت پایش و کنترل کیفیت آب‌های سطحی و تصمیم‌گیری مدیریت زیست محیطی، از شاخص‌های کیفی آب استفاده می‌شود. شاخص‌های کیفی با ساده‌سازی و کاهش اطلاعات خام و اولیه علاوه بر بیان کیفیت آب، روند تغییرات کیفی آب را در طول مکان و زمان نشان می‌دهند. شاخص کیفی NSFWQI (National Sanitation Foundation Water Quality Index)، توسط Brown و همکاران (۳) با حمایت موسسه ملی بهداشت آمریکا ارائه شد. این شاخص پرکاربرد جهت طبقه بندی کیفیت آب‌های سطحی است که دارای منحنی‌های استاندارد است و تاثیر ترکیبی از پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی که شامل اسیدیته، کدورت، دما، فسفات، نیترات، کلی فرم مدفوعی، اکسیژن محلول، اکسیژن خواهی زیستی، ذرات جامد کل را نشان می‌دهد. همچنین به هر یک از پارامترها یک وزن و یا ارزش عددی نسبت داده می‌شود و در نهایت برای محاسبه شاخص نهایی از روابط ریاضی استفاده می‌گردد. مقیاس این شاخص کاهشی است بدین صورت که با افزایش میزان آلودگی آب، مقادیر شاخص کاهش می‌یابد و در نهایت کیفیت آب را به وضعیت‌های بسیارخوب، خوب، متوسط، بد و خیلی بد درجه بندی می‌کند (۴). شاخص کیفیت آب‌های سطحی ایران $IRWQI_{SC}$ (Iran Water Quality Index for Surface Water) (۵)، یکی از شاخص‌های متداول کیفیت آب‌های سطحی و با هدف استفاده از روش‌های مناسب با شرایط طبیعی و مشکلات منابع ایران معرفی شد.

استفاده از شاخص آلودگی آب Liou از جمله روش‌های کاربردی به منظور بررسی شرایط کیفی آب است. به طوری‌که با افزایش آلودگی، عدد این شاخص افزایش می‌یابد. شاخص آلودگی Liou یا شاخص آلودگی رودخانه PRI (River pollution index) توسط Liou و همکاران (۶) در سال ۲۰۰۳ در تایوان توسعه یافت. این شاخص جهت تعیین سلامت رودخانه بوده و در آن براساس منحنی‌های دسته بندی از پیش تعیین شده، به پارامترهای انتخاب شده امتیاز استانداردی داده می‌شود. PRI شامل چهار پارامتر اکسیژن محلول (DO)، اکسیژن خواهی بیوشیمیایی (BOD)، کل مواد جامد معلق (TSS) و نیتروژن آمونیاکی (NH_3-N) است (۴).

پژوهش‌های پیشین مطالعه کیفیت آب رودخانه‌ها در ایران نشان داده است که وضعیت رودخانه‌ها در فصول و ماه‌های مختلف از نظر کیفیت متغیر است و در طبقه‌های خوب تا بد قرار گرفته‌اند و بسته به مکان این نتایج کاملا با یکدیگر فرق دارد (۹-۷). این بررسی‌ها نشان داده است که عوامل انسانی از جمله کشاورزی، تخلیه فاضلاب شهری و روستایی و استخرهای پرورش ماهی مهمترین منابع آلودگی رودخانه‌های ایران است. البته عوامل طبیعی براساس تغییرات اقلیمی از جمله دما و میزان بارش و رواناب نیز

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-17]

در برخی موارد بر کیفیت آب‌های رودخانه‌ها مؤثر بوده است. بنابراین کنترل آب‌های سطحی و استفاده بهینه از منابع آب از اولویت بالایی برخوردار است (۱۰). 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 به صورت مستقیم یا غیرمستقیم متوجه آب‌های سطحی کشور باشد با آگاهی بیشتر اتخاذ گردد. بنابراین، GIS و فناوری‌های مرتبط، روش‌های کارامد جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات توزیع مکانی در مدیریت منابع آب است (۱۱).

از آنجا که بعد از خروجی شهر گنبد کاووس، آب رودخانه برای مصارف کشاورزی و پرورش ماهیان گرمابی استفاده می‌شود، لازم است کیفیت آب رودخانه مورد مطالعه قرار گیرد. از طرفی، بررسی کیفیت آب رودخانه گرگان رود به دلیل قرار گرفتن در منطقه کم آب و نیمه خشک کشور و همچنین افزایش قابل توجه فعالیت‌های کشاورزی و استفاده از حجم بالای آب رودخانه از اهمیت بالایی برخوردار است. هدف از این مطالعه بررسی تعیین کیفیت آب با شاخص‌های کیفی NSFWQI، $IRWQI_{SC}$ و شاخص Liou و مقایسه آنها با استانداردهای جهانی و همچنین بررسی روند مکانی این شاخص‌ها است.

مواد و روش‌ها

- منطقه مورد مطالعه

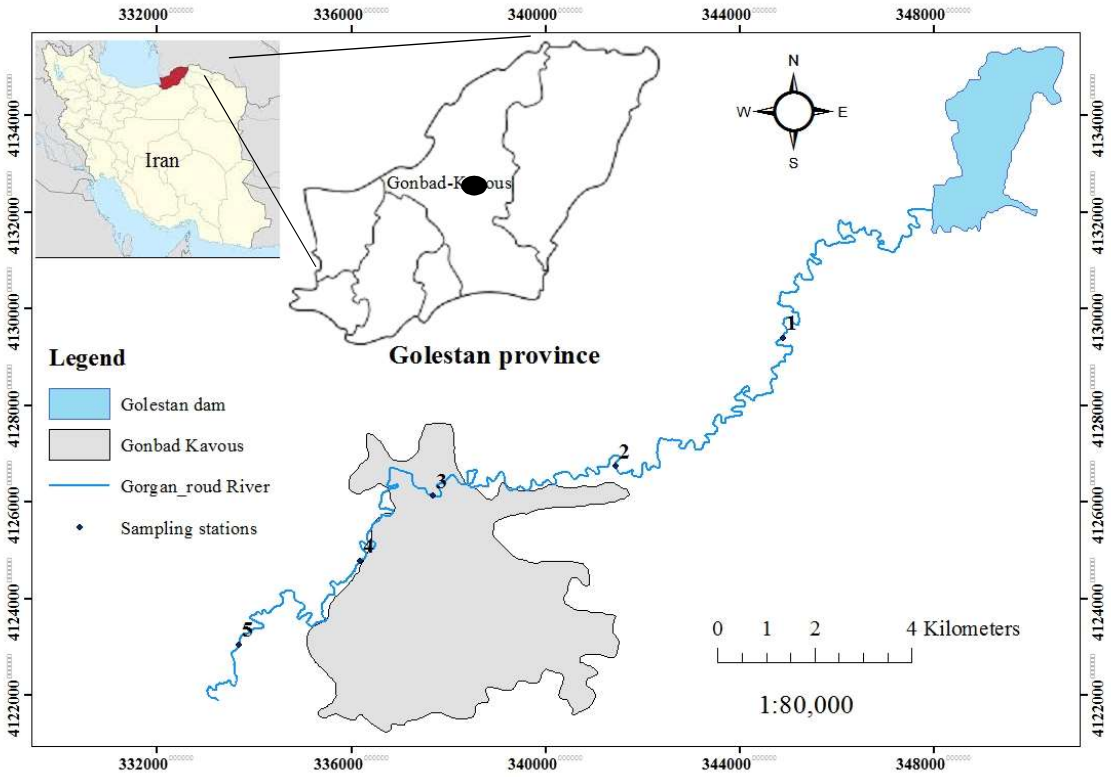
شهرستان گنبدکاووس با ۵۵ درجه و ۱۸ دقیقه طول جغرافیایی و ۳۷ درجه و ۱۷ دقیقه عرض جغرافیایی در قسمت شمالی و مرکزی استان گلستان واقع شده و از شمال با کشور ترکمنستان، از جنوب با شهرستان‌های آزادشهر و رامیان محدود می‌شود. وسعت شهرستان $۵۰۷۱/۳۲ km^2$ و ۲۴/۸۱ شهرستان درصد از مساحت استان است. از نظر آب و هوایی جز اقلیم مدیترانه‌ای به حساب آمده که دارای فصل تابستان نسبتا گرم و خشک بوده و به‌طوری‌که ۱۵۰ تا ۲۰۰ روز از سال آبی خشک است. موقعیت طبیعی شهرستان به گونه‌ای است که بر پدیده‌های اقلیمی خصوصا بارندگی تاثیر فراوانی می‌گذارد که عمدتا به دلیل کاهش ارتفاعات رشته کوه‌های البرز شرقی در این منطقه و دور شدن از دریا میزان بارندگی آن بین ۲۰۰ و حداکثر ۴۰۰mm در سال است که هرچه به‌طرف شمال (نوار مرزی) پیش می‌رویم از میزان بارندگی کاسته شده به‌طوری‌که به میزان ۱۰۰ تا ۱۵۰ mm در طول سال می‌رسد. پایه اقتصادی این شهرستان کشاورزی (عمدتا کشت برنج، کلزا و گندم) و آبزی پروری (ماهیان گرم آبی) است. گنبدکاووس با تولید ۶۰ درصد ماهیان گرمابی (مانند فیتو فاک، کپور، آمور و بیگ هد) رتبه اول را در استان گلستان دارد. افزون بر ۲۰۰ مزرعه و آب بندان پرورش ماهیان گرمابی به مساحت سه هزار هکتار در این شهرستان وجود دارد. همچنین پرورش ماهیان خاویاری با هدف تولید ۱۰ ton گوشت و ۲۰۰ kg خاویار در سال با استفاده از آب‌های نامتعارف (شور و لب شور) در گنبدکاووس، در حال راه اندازی است.

رودخانه گرگان رود با طول جغرافیایی ′۵۴°۲ تا ′۵۶°۲۲ و عرض جغرافیایی ′۳۶°۲۲ تا ′۳۷°۴۷ شمالی در استان گلستان واقع شده است. این رودخانه از ارتفاعات گلی‌داغ و پارک ملی گلستان سرچشمه گرفته و پس از گذشتن از گنبد کاووس و آق قلا در غرب خواجه نفس به دریای خزر می‌ریزد. این مطالعه از نوع پایشی- تجربی بوده که به صورت فصلی در سال ۱۳۹۷ براساس روش‌های استاندارد برداشته شده و آزمایش گردیدند (شکل ۱).

- روش نمونه‌برداری

پس از بازدید میدانی، با توجه به موقعیت منابع تولید آلاینده منطقه (فاضلاب‌های شهری، روستایی و زه‌آب‌های کشاورزی)، مکان ورود آلاینده‌ها و نیز امکان نمونه‌برداری از آب رودخانه، تعداد پنج ایستگاه نمونه‌برداری در طول رودخانه تعیین گردید که موقعیت جغرافیایی این نقاط در

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-17]



شکل ۱- نقشه موقعیت ایستگاه‌های نمونه برداری شده در رودخانه گرگان رود در محدوده شهر گنبد کاووس

جدول ۱ ارائه شده است. در مطالعه حاضر پنج ایستگاه به صورت سیستماتیک (از عرض میانی) در منطقه شهرگنبد کاووس انتخاب شد، ایستگاه اول بعد از سد گلستان و در محدوده فعالیت کشاورزی، ایستگاه دوم قبل از ورود به شهر گنبدکاووس و در نزدیکی روستای آق آباد، ایستگاه سوم پل آخوند آباد بعد از ورودی اولین فاضلاب شهری، ایستگاه چهارم پل گدم آباد بعد از ورودی دومین فاضلاب شهری و ایستگاه پنجم خروجی گنبد قبل از تلاقی رودخانه گرگان‌رود با رودخانه چهل‌چای انتخاب گردید. در هر ایستگاه ۱۲ پارامتر کیفی (اکسیژن محلول، کلیفرم مدفوعی، pH، اکسیژن خواهی بیوشیمیایی، اکسیژن خواهی شیمیایی، درجه حرارت، فسفات آلی، نیترات، آمونیوم، کدورت، کل مواد جامد محلول و هدایت الکتریکی) مورد بررسی قرار گرفت. داده‌های حاصل با استفاده از شاخص‌های مورد نظر مورد پایش قرار گرفته و پهنه‌بندی رودخانه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام گرفت. در این تحقیق نرم افزارARC GIS 10.3 به منظور تهیه نقشه‌ها و ارزیابی کیفی، مورد استفاده قرار گرفت. برای ارزیابی تغییرات کیفیت آب منطقه نمونه‌برداری از عوامل محیطی برای تهیه نقشه پهنه‌بندی آنها از روش‌های درون‌یابی که شامل روش‌های قطعی و زمین آماری است، استفاده گردید. در این مطالعه از روش قطعی ((Inverse Distance Weighting (IDW) و روش کریجینگ معمولی ((Ordinary Kriging (Ok) با مدل‌های مختلف برای درون‌یابی استفاده شد.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-17]

در ایـن مطالعـه تعـداد کل آزمایشـات انجـام شـده بـا توجه به تعـداد زمان‌هـای نمونـه بـرداری (۴ زمـان)، تعـداد ایسـتگاه‌ها (۵ ایسـتگاه) و تعـداد پارامترهـای مورد سـنجش (۱۲ پارامتر) برابـر بـا ۲۴۰ آزمایش بـود (۲۴۰= ۱۲×۵×۴). در مطالعه حاضر براسـاس دسـتورالعمل ملـی برنامـه پایـش آب‌هـای جـاری سـطحی و رودخانه‌هـا جهت بررسـی موقعیت کلـی رودخانه از نقشـه ۱/۵۰۰۰۰ اسـتفاده شـده است. سـپس با توجه به مسیر رودخانـه، خروجی زه آب‌های کشـاورزی، ورود پسـاب شـهری و در دسـترس بـودن نقـاط نمونه برداری ایسـتگاه‌ها مشـخص شـده‌اند، کـه شـکل ۱ موقعیـت کلی رودخانـه و ایسـتگاه‌های نمونه برداری و در جدول ۱ روش آزمایش براسـاس اسـتاندارد متـد و دسـتگاه‌های مورد اسـتفاده بیان شـده اسـت (۱۲).

- محاسبه شاخص کیفی آب

میـزان کیفیـت آب رودخانه گرگان‌رود در محدوده شـهر گنبد کاووس بـا شـاخص‌های کیفـی NSFWQI و $IRWQI_{SC}$ بررسـی و طبقه‌بنـدی گردیـد. در ایـن مطالعـه بـا اسـتفاده از نـرم افـزار آنلایـن شـاخص NSFWQI، ۹ پارامتـر کیفیـت آب (فیزیکـی، شـیمیایی و بیولوژیکـی) از معادلـه ۱، براسـاس حاصلضـرب دو عامـل اصلـی ایـن شـاخص یعنـی وزن پارامتر (W_i) (جـدول ۲) و نیـز ارزش کیفـی هـر پارامتـر (I_i)، مطابق نمودارهای اسـتاندارد محاسـبه شـد.

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

در شـاخص کیفـی $IRWQI_{SC}$، پارامترهـا شـامل ۱۱ پارامتـر فیزیکـی، شـیمیایی و بیولوژیکـی اسـت. جهـت محاسـبه ایـن شـاخص، بـا توجـه بـه منحنی‌ها و مقـدار هـر پارامتـر، در این مطالعـه، از معادله‌هـای ۲ و ۳ به‌دسـت آمـد:

$$IRWQI_{SC} = [\prod_{i=1}^{n} I_i^{W_i}]^{\frac{1}{\gamma}} \qquad (2)$$

$$\gamma = \sum_{i=1}^{n} W_i \qquad (3)$$

کـه در آن: W_i، n و I_i بـه ترتیـب بیانگـر وزن پارامتـر i ام، تعـداد پارامترهـا و مقـدار شـاخص بـرای پارامتـر i ام منحنـی رتبـه بنـدی هسـتند. معـادل توصیفـی شـاخص‌های کیفـی نامبـرده و محـدوده کیفیـت آب در جـدول ۲ آورده شـد.

جدول ۱- پارامترهای اندازه گیری شده فیزیکی و شیمیایی بر حسب روش آزمایش استاندارد (۱۳، ۱۴)

ردیف	پارامتر	روش آزمایش	مشخصات	دقت
۱	اکسیژن محلول (DO)	۴۵۰۰	دستگاه پرتابل HACH-HQ ۴۰ D	۰/۰۱ mg/L
۲	کلیفرم مدفوعی	۳۷۵۹	دستگاه کلیفرم متر Ensure plus	MPN/100mL
۳	pH	۴۵۰۰	دستگاه پرتابل HACH-HQ ۴۰ D	-
۴	اکسیژن مورد نیاز زیستی (BOD)	۵۲۲۱۰	دستگاه BOD سنج مدل BD۶۰۰	۰/۰۱ mg/L
۵	اکسیژن مورد نیاز شیمیایی(COD)	۵۲۲۱۰	تیتریمتری (C ۵۲۲۰)	۰/۰۱ mg/L
۶	درجه حرارت	۲۵۵۰	دستگاه پرتابل HACH-HQ ۴۰ D	۰/۱ °C
۷	فسفات (PO_4)	۴۵۰۰PO_4	اسپکتروفتومتر- ۵۷۰۵ UV/Vis JENWAY	۰/۰۱ mg/L
۸	نیترات (NO_3)	۴۵۰۰NO_3	اسپکتروفتومتر- ۶۷۰۵ UV/Vis JENWAY	۰/۰۱ mg/L
۹	آمونیوم (NH_4^+)	۴۵۰۰NH_4^+	اسپکتروفتومتر- ۶۷۰۵ UV/Vis JENWAY	۰/۰۱ mg/L
۱۰	کدورت (Turbidity)	۲۱۳۰	دستگاه کدورت سنج HACH ۲۱۰۰ N	۰/۱ NTU
۱۱	کل جامدات محلول (TDS)	۲۳۴۰	دستگاه پرتابل HACH-HQ ۴۰ D	۰/۱ mg/L
۱۲	هدایت الکتریکی (EC)	۲۵۱۰	دستگاه پرتابل HACH-HQ ۴۰ D	µS/cm

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-17]

جدول ۲- مقادیر و توصیف شاخص‌های کیفی مورد استفاده

شاخص	محدوده شاخص	توصیف	رنگ مربوط به مقدار عددی شاخص
شاخص NSFWQI (۳)	۱۰۰-۹۰	عالی	آبی
	۹۰-۷۰	خوب	سبز
	۷۰-۵۰	متوسط	زرد
	۵۰-۲۵	بد	نارنجی
	۲۵-۰	خیلی بد	قرمز
شاخص $IRWQI_{SC}$ (۵)	کمتر از ۱۵	خیلی بد	بنفش
	۲۹-۱۵/۹	بد	قرمز
	۴۴-۳۰/۹	نسبتا بد	نارنجی
	۵۵-۴۵	متوسط	زرد
	۵۵/۷۰-۱	نسبتا خوب	سبز
	۷۰/۸۵-۱	خوب	آبی فیروزه ای
	بیشتر از ۸۵	بسیار خوب	آبی

مقدار عددی شاخص Liou از معادله ۴ به‌دست می‌آید (۱۵) که طبق معادله زیر به چهار طبقه کیفی تقسیم می‌شوند (جدول ۳).

$$WQI=\frac{1}{4}\sum_{i=1}^{4} Ii \qquad (۴)$$

-تحلیل آماری داده‌ها

در این مطالعه برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها و بررسی نرمال بودن آنها از نرم افزار SPSS.23 استفاده شد. به منظور مقایسه تاثیر شرایط مکانی و زمانی ایستگاه‌های نمونه‌برداری بر پارامترهای کیفیت آب رودخانه گرگان‌رود، از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (One-Way ANOVA) استفاده گردید. همچنین مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن (Duncan's test) در سطح ۰/۰۵ انجام شد.

در روش تحلیل خوشه‌ای (Cluster Analysis)، گروه‌بندی داده‌ها براساس فاصله بین آنها انجام می‌شود. بدین ترتیب، نمونه‌هایی که از همدیگر فاصله کمتری دارند، در یک گروه قرار می‌گیرند. هدف اصلی تحلیل خوشه‌ای، ایجاد طبقات و گروه‌هایی است که تنوع و تفرق درون گروهی آنها کمتر از تفرق و پراکنش بین گروهی باشد. مراحل گروه‌بندی ایستگاه‌های نمونه برداری با روش تحلیل خوشه‌ای شامل تهیه ماتریس خام داده‌ها، تعیین بار عاملی هر ایستگاه به روش تحلیل عاملی (Factor Analysis)، ادغام گروه‌ها به روش کمترین واریانس (روش Ward) و در نهایت، گروه‌بندی و ترسیم دندروگرام (Dendrogram) است. در آغاز فرایند خوشه‌بندی، به تعداد مشاهدات، خوشه وجود دارد و در آخرین مرحله، داده‌ها در تعداد کمتری خوشه تفکیک می‌گردند. دو ایستگاه در صورتی متعلق به یک گروه در نظر گرفته می‌شوند که پارامترهای کیفیت آب اندازه‌گیری شده در آنها، به اندازه کافی به هم نزدیک باشد (۱۶).

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-17]

جدول ۳- عوامل کیفی آب و تفسیر عددی شاخص Liou

عوامل کیفی آب	مقدار عددی پارامتر	مقدار اختصاص داده شده با توجه به شاخص	مقدار شاخص	تفسیر مقادیر عددی شاخص
DO	> 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		
BOD	<۳	I_{BOD}= ۱	۳ -۲	اندکی آلوده
	۳ - ۴/۹	I_{BOD}= ۳		
	۵ - ۱۵	I_{BOD}= ۶		
	> ۱۵	I_{BOD}= ۱۰		
TS	<۲۰	I_{ss}= ۱	۳/۶-۱	نسبتا آلوده
	۲۰ - ۴۹	I_{ss}= ۳		
	۵۰ - ۱۰۰	I_{ss}= ۶		
	> ۱۰۰	I_{ss}= ۱۰		
NH_3-N	<۰/۵	I_{NH3-N}= ۱	> ۶	بسیار آلوده
	۰/۵ - ۰/۹۹	I_{NH3-N}= ۳		
	۱ - ۳	I_{NH3-N}= ۶		
	> ۳	I_{NH3-N}= ۱۰		

یافته‌ها

نتایج به‌دست آمده از انجام آزمایش‌ها و مقایسه آنها با استانداردهای مختلف در جدول ۴ ارائه گردید. طبق استاندارد WHO و ملی ماهیان گرم آبی مقدار اکسیژن محلول، کلیفرم مدفوعی، BOD و COD در رودخانه گرگان‌رود بیشتر از حداکثر مجاز است. ایستگاه‌های نمونه‌برداری ۴ و ۵ وضعیت کیفی آب نامناسب داشته و در فصول مختلف خارج از استانداردهای ملی برای کشاورزی و آبزی‌پروری هستند. به منظور مقایسه آماری مقدار میانگین عوامل مورد مطالعه با مقادیر استانداردهای ملی، توزیع آماری عوامل کیفیت آب در ایستگاه‌های مورد مطالعه بررسی شد. براساس نتایج آزمون شاپیرو-ویلک (Shapiro-Wilk Test) اکثر عوامل مورد مطالعه دارای توزیع غیر نرمال بودند ($p>۰/۰۵$). بنابراین از آزمون ناپارامتریک برای مقایسه مقدار میانگین عوامل و استانداردهای مربوطه استفاده گردید. مقدار میانگین کلیفرم و اکسیژن محلول در ایستگاه‌های شهری با خروجی فاضلاب به‌طور معنی‌داری بیش از حداکثر مجاز در استاندارد ملی است ($p<۰/۰۵$). با توجه به الگوی مکانی عوامل کیفی آب، کمترین غلظت عوامل محیطی در مناطق بالادست دیده شد و با جریان رودخانه، بر مقدار عوامل افزوده شده است. افزایش مقادیر نیترات، آمونیوم، فسفات و کلیفرم مدفوعی در مناطق پایین دست رودخانه می‌تواند ناشی از ورودی پساب‌های شهری و زه آب‌های کشاورزی باشد که در ایستگاه‌های انتهایی وضعیت تجمعی پیدا کرده است.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-17]

جدول ۴- میانگین مقادیر پارامترهای اندازه‌گیری شده در طول دوره نمونه برداری و مقایسه نتایج با استانداردهای مختلف

پارامتر	ایستگاه ۱	ایستگاه ۲	ایستگاه ۳	ایستگاه ۴	ایستگاه ۵	استاندارد WHO (۲۰۱۱)	استاندارد آبزیان (ماهیان گرم آبی)	استاندارد کشاورزی FAO
اکسیژن محلول (ppm)	۱۰/۱±۴۱/۳	۱۰/۱±۱۵/۹	۵/۱±۵/۳	۳/۰±۶/۶	۱/۰±۳۵/۳	۵	۵	
کلیفرم مدفوعی (MPN/100mL)	۷۷±۶۵۸	۸۹±۷۸۴	۲۲۳±۲۰۱۷	۱۹۹±۵۱۲۴	۳۴۱±۶۸۸۹	۰	۰	< ۲۰۰
pH	۷/۰±۶۱/۲	۷/۰±۷۲/۲	۷/۰±۶۹/۴	۷/۰±۶۵/۵	۷/۰±۹۱/۳	۶/۸-۵/۵	۶-۹	۶/۸-۵/۴
اکسیژن مورد نیاز زیستی (ppm)	۳/۰±۲۹/۴	۳/۰±۴۴/۴	۶/۰±۷/۷	۱۶/۱±۲۳/۳	۱۸/۱±۱۵/۱	۵	< ۶	< ۵۰
اکسیژن مورد نیاز شیمیایی(ppm)	۵/۰±۱۳/۹	۵/۱±۲۴/۱	۸/۱±۹/۳	۲۴/۴±۵/۶	۲۷/۳±۳۳/۳	۱۰	-	< ۸
درجه حرارت (°C)	۲۵/۰±۱/۴	۲۵/۰±۳۳/۸	۱±۲۵/۲	۱±۲۵/۳	۲۴/۱±۳/۷	۳۲/۲۶-۳/۳	-	
فسفات (ppm)	۱/۰±۰۷/۲	۱/۰±۳/۳	۰±۳/۴	۱±۷/۱	۱±۱۰	۰/۰۵	<۰/۱۳	۲-۰
نیترات (ppm)	۰±۱/۱	۰±۴/۹	۰±۷/۸	۱±۹/۵	۲±۱۱/۵	۵۰	-	۱۰-۰
آمونیوم (ppm)	۰/۰±۱۲/۱	۰/۰±۲۳/۱	۱/۰±۱۴/۵	۳/۱±۱۴/۳	۳/۱±۳۱/۱	۱/۵	≤ ۱	۵-۰
کدورت (NTU)	۲۱/۳±۸/۲	۲۲/۲±۸۵/۳	۲۴/۴±۱۵/۵	۲۸/۸±۹۷/۹	۳۴/۶±۵/۵	۵	۵	
کل جامدات محلول (mg/L)	۳۹±۲۹۶	۲۲±۳۲۳	۴۱±۳۴۰	۳۵±۳۵۴	۲۹±۳۷۹	۱۰۰۰	۵۰۰	< ۱۵۰۰
هدایت الکتریکی (µmhos/cm)	۳۴±۵۲۱	۵۱±۵۵۵	۴۶±۶۳۳	۲۸±۸۵۲	۳۳±۵۳۱	۲۵۰	-	< ۳۰۰۰

براساس میانگین شاخص $IRWQI_{SC}$ کیفیت آب رودخانه گرگان‌رود در ایستگاه‌های نمونه برداری در محدوده شهر گنبد در طبقه کیفی نسبتا بد قرار دارد. تنها ایستگاه‌های قبل از شهر در طبقه‌های خوب و متوسط بودند. بیشترین میزان میانگین این شاخص (۷۵، کیفیت خوب) مربوط به ایستگاه اول بعد از سد گلستان در فصل زمستان و کمترین میزان میانگین شاخص (۳۹، کیفیت نسبتا بد) مربوط به ایستگاه پنج در خروجی شهر گنبد در فصل تابستان است. دامنه شاخص NSFWQI در ایستگاه‌های مطالعاتی بین ۴۱ و ۷۱ است. میانگین این شاخص در فصول بهار و تابستان کمترین و در کیفیت بد است. تنها ایستگاه ۱ در فصل زمستان در طبقه کیفی خوب است. نتایج مربوط به مقدار شاخص Liou در ایستگاه‌های مختلف در طی مدت مطالعه در جدول ۵ مشاهده می‌گردد. طبق جدول مقدار عددی شاخص Liou در ایستگاه اول در تمام فصول کمترین مقدار (برابر با مقدار عددی ۲) در طبقه اندکی آلوده قرار دارد ولی مقدار شاخص در بقیه ایستگاه‌ها بیشتر از ۲ است که نشان‌دهنده کیفیت آلوده آب از نظر این شاخص در ایستگاه‌های نمونه‌برداری است. ایستگاه های ۴ و ۵ در طبقه آبی بسیار آلوده قرار گرفته‌اند.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-17]

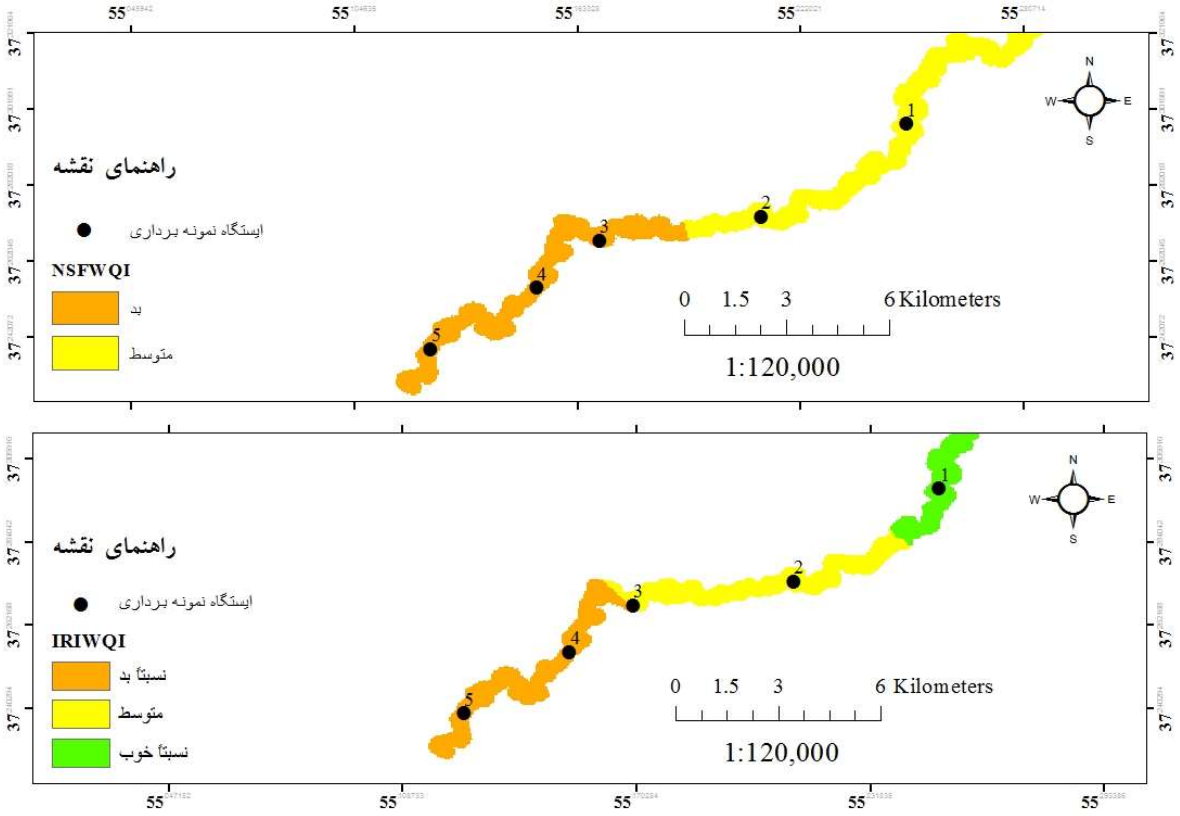
جدول ۵- طبقه کیفیت آب رودخانه گرگان رود در محدوده شهر گنبد کاووس در زمان و ایستگاه‌های نمونه‌برداری براساس میانگین مقدار عددی شاخص‌های $IRWQI_{SC}$، NSFWQI و Liou

فصل / ایستگاه	زمستان					پاییز					تابستان					بهار				
	۵	۴	۳	۲	۱	۵	۴	۳	۲	۱	۵	۴	۳	۲	۱	۵	۴	۳	۲	۱
$IRWQI_{SC}$	۴۴	۴۵	۴۸	۷۲	۷۵	۴۳	۴۵	۴۸	۷۱	۷۴	۳۹	۴۲	۴۴	۵۲	۵۳	۴۰	۴۳	۴۵	۵۴	۵۷
	نسبتا بد	متوسط	متوسط	خوب	خوب	نسبتا بد	متوسط	متوسط	خوب	خوب	نسبتا بد	نسبتا بد	نسبتا بد	نسبتا خوب	نسبتا خوب	نسبتا بد	نسبتا بد	متوسط	متوسط	نسبتا خوب
NSFWQI	۴۴	۴۵	۴۶	۶۷	۷۱	۴۴	۴۵	۴۷	۶۸	۷۲	۴۲	۴۳	۴۴	۵۷	۶۰	۴۳	۴۵	۵۹	۶۱	
	بد	بد	بد	متوسط	خوب	بد	بد	بد	متوسط	خوب	بد	بد	بد	متوسط	متوسط	بد	بد	متوسط	متوسط	
Liou	بسیار آلوده	بسیار آلوده	بسیار آلوده	اندکی آلوده	اندکی آلوده	بسیار آلوده	بسیار آلوده	بسیار آلوده	اندکی آلوده	اندکی آلوده	بسیار آلوده	بسیار آلوده	بسیار آلوده	نسبتا آلوده	اندکی آلوده	بسیار آلوده	بسیار آلوده	نسبتا آلوده	اندکی آلوده	
	۱۰	۹	۸	۲	۲	۱۰	۱۰	۸	۲	۲	۱۰	۱۰	۹	۳/۷۵	۲	۱۰	۱۰	۳/۲۵	۲	

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-17]

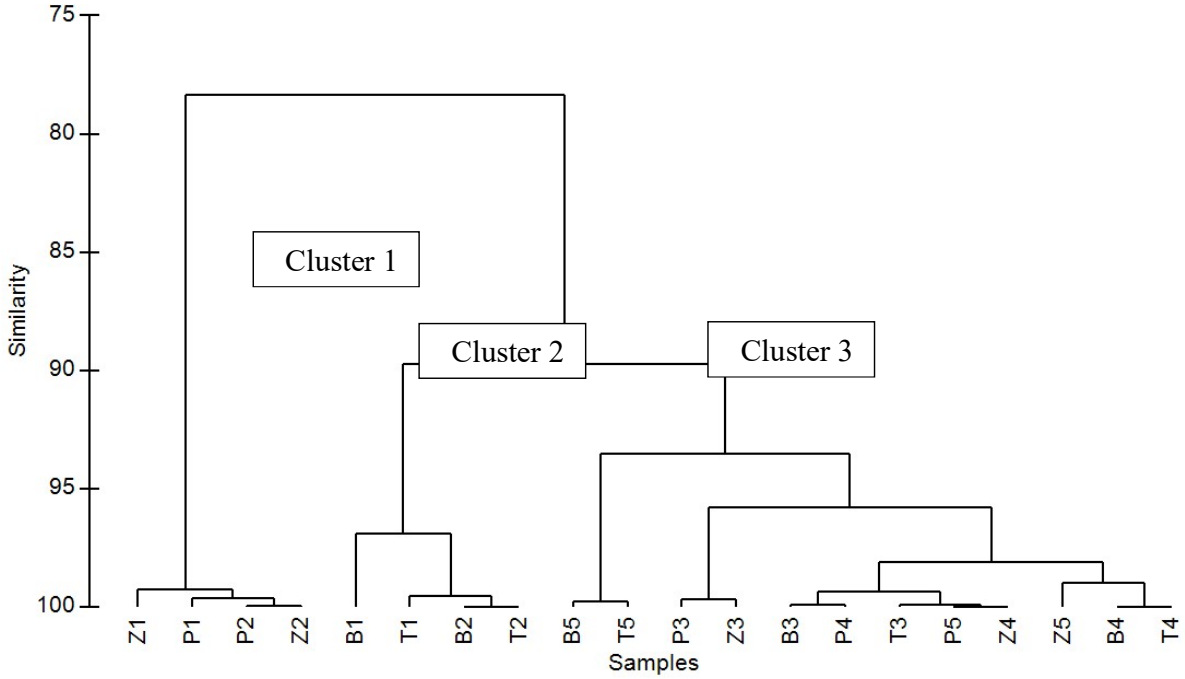
پهنه بندی کیفیت آب رودخانه گرگان رود در محدوده شهر گنبد براساس شاخص‌های NSFWQI و $IRWQI_{SC}$ و با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) در شکل ۲ مشاهده می‌شود. براساس پهنه بندی فوق، رنگ سبز مربوط به ایستگاه اول کیفیت نسبتا خوب آب رودخانه را نشان می‌دهد. رنگ زرد ایستگاه‌های ۲ و ۳ با کیفیت آب متوسط و رنگ نارنجی مربوط به ایستگاه‌های انتهایی (۴ و۵) با کیفیت بد است (شکل ۲).

نتایج حاصل از آنالیز خوشه بندی در منطقه نمونه برداری در نمودار ۱ نشان داده شده است. با انجام آنالیز خوشه بندی، ایستگاه‌های منطقه نمونه‌برداری در سه خوشه همگن قرار گرفته‌اند. فاصله بین هر یک از ایستگاه‌های نمونه‌برداری در خوشه‌های به‌دست آمده از آنالیز خوشه‌ای، در نتیجه همبستگی و خود همبستگی بین عوامل کیفی آب سطحی است. خوشه‌های همگن براساس روش ward و فاصله اقلیدسی تعیین شدند. با توجه به دندوگرام، خوشه اول شامل ایستگاه‌های اول و دوم در فصول پاییز و زمستان است. خوشه دوم مربوط به ایستگاه‌های اول و دوم در فصول بهار و تابستان است و بقیه ایستگاه‌های نمونه برداری در خوشه سوم قرار گرفته‌اند. ایستگاه‌هایی که در خوشه اول و دوم قرار گرفته مربوط به بالادست و قبل از شهر گنبد (کمتر تحت تاثیر آلودگی‌های نقطه‌ای) و دارای تغییرات کیفی آب سطحی کم است. ایستگاه‌های نمونه‌برداری در خوشه سوم بیشتر تحت تاثیر مناطق شهری و روستایی است.



شکل ۲- پهنه بندی کیفیت آب رودخانه گرگان رود در محدوده شهر گنبد براساس میانگین شاخص کیفیت آب شاخص‌های NSFWQI و $IRWQI_{SC}$ در طول دوره نمونه برداری در سال ۱۳۹۷

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-17]



نمودار ۱- دندوگرام ایستگاه‌های نمونه برداری از رودخانه گرگان رود در محدوده شهر گنبد حاصل از آزمون خوشه‌ای (Z= فصل زمستان، P= پاییز، T= تابستان و B= بهار؛ اعداد مشخص کننده ایستگاه‌های نمونه‌برداری است)

میانگین عوامل کیفیت آب سطحی اندازه‌گیری شده در رودخانه گرگان رود در محدوده شهر گنبد در هر سه خوشه همگن را نشان می‌دهد. به غیر از عوامل دمای آب و pH میانگین دیگر عوامل کیفیت آب اختلاف زیادی در خوشه‌های مختلف دارند. بیشترین اختلاف بین میانگین عوامل‌های اکسیژن محلول، کلیفرم مدفوعی و BOD دیده می‌شود. بنابراین روش آماری آنالیز خوشه‌ای توانسته خوشه‌های همگن را به صورت مناسب طبقه بندی کند.

بحث

با توجه به نتایج به‌دست آمده از سه روش فوق مشاهده می‌شود که به‌کار بردن عامل وزنی برای هر پارامتر در ساختار شاخص اصلی و یا زیرشاخص تشکیل‌دهنده آن باعث افزایش دقت در هنگام اخذ تصمیم‌گیری‌های بعدی براساس آن می‌شود. به همین دلیل نتایج حاصل دو روش NSFWQI و $IRWQI_{SC}$ که در ساختار آنها از عامل وزنی استفاده شده است، دقت بالایی دارد. البته این روش شدیدا به پارامترهای آلودگی حساس است و با حذف هر یک از پارامترها به دلیل تغییر ضرایب وزنی، نتیجه به‌دست آمده تغییر قابل توجهی می‌کند. کاهش مقادیر این شاخص‌ها در ایستگاه‌های پایین دست رودخانه نیز به همین شکل ادامه یافته و به تدریج موجب بالا رفتن مقدار COD، BOD و کلیفرم مدفوعی شده است که این افزایش موجب کاهش مقادیر شاخص کیفیت آب تا مقدار عددی ۳۹ در ایستگاه ۵ در فصل

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-17]

بهار گردیده است. دلیل این امر می‌تواند بی توجهی به ورود فاضلاب‌های انسانی به داخل رودخانه باشد. نتایج حاصل از این مطالعه با نتایج Aminipour و همکاران (۱۷)، Alizadeh و همکاران (۱۸) و Sadeghi و همکاران (۱۹) مبنی بر کاهش کیفیت آب در پایین دست رودخانه مطابقت دارد. روستاهای همجوار رودخانه بدون هیچ‌گونه ممانعت قانونی انواع زباله و فاضلاب‌ها را به داخل رودخانه می‌ریزند. دلیل قرارگیری کیفیت آب در طبقه متوسط تا بد، مقدار نسبتا بالای مواد مغذی به‌خصوص نیترات و وجود کلیفرم مدفوعی است که ناشی از زه آب‌های کشاورزی (ناشی از کاربرد کودهای شیمیایی و حیوانی)، دام‌های آزاد و فعالیت‌های تفرجی در ایستگاه‌های پایین دست است. مطابق با استاندارد کیفیت آب ایران، میزان حد مجاز کلی فرم مدفوعی برای فعالیت‌های کشاورزی، MNP ۵۰۰ در ۱۰۰mm نمونه است (۲۰) که در اکثر ایستگاه‌ها بالاتر از حد مجاز بود. بنابراین با توجه به کیفیت آب رودخانه گرگان‌رود، پتانسیل کشاورزی و فعالیت‌های آبزی‌پروری به شدت به دلیل عدم رعایت اصول توسعه پایدار، غیر قابل قبول شده است.Mirzaie و همکاران (۲۱) در مطالعه‌ای نشان دادند که کاهش مقدار عددی شاخص NSFWQI و در نتیجه تنزل کیفیت آب رودخانه جاجرود در برخی از ایستگاه‌های نمونه‌برداری به علت تمرکز جمعیت و در نتیجه ورود بار آلودگی (افزایش مقادیر کلیفرم‌ها و جامدات معلق) است، که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد. همچنین مصرف بی‌رویه و غیراصولی آب در مصارف مختلف از جمله کشاورزی و عدم توازن تولید و مصرف آب در ایران باعث تخریب کیفیت منابع آب می‌شود. در مطالعه Sabahi و همکاران (۲۲) در زمینه بررسی تاثیر فعالیت‌های کشاورزی بر کیفیت آب رودخانه سیکان، مقدار افزایشی در پارامترهای کیفی آب مانند BOD، COD، فسفات و نیترات مشاهده شد. آنها فعالیت‌های کشاورزی را به عنوان دلیل اصلی افزایش نسبی عوامل ذکر شده معرفی کردند.

طبق جدول ۵ مقدار عددی شاخص Liou در ایستگاه اول در تمام فصول کمترین مقدار (برابر با مقدار عددی ۲) با طبقه اندکی آلوده قرار دارد ولی مقدار شاخص در بقیه ایستگاه‌ها بیشتر از ۲ است که نشان دهنده کیفیت آلوده آب از نظر این شاخص در ایستگاه‌های نمونه برداری است. با افزایش مقادیر آمونیاک، اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی و جامدات معلق مقدار عددی این شاخص افزایش و به سمت طبقه آلوده و با افزایش مقدار اکسیژن محلول، مقدار عددی شاخص آلودگی Liou کاهش می‌یابد. بنابراین در این شاخص کاهش مقدار اکسیژن محلول و افزایش دیگر عوامل مذکور، آلودگی آب و مقادیر عددی بالاتر شاخص را نشان می‌دهند (۵). کیفیت آب براساس مقدار شاخص Liou در محدوده آلوده قرار دارد که عامل اصلی کاهش کیفیت آب رودخانه گرگان رود در محدوده شهر گنبد تخلیه فاضلاب شهری و تخلیه زباله، زه‌آب‌های کشاورزی، فضولات حیوانی و دبی پایین رودخانه ذکر می‌شود. اندازه‌گیری کیفیت آب رودخانه گرگان رود در محدوده شهر گنبد بیانگر این است که بیشترین میزان آلودگی مربوط به فصل تابستان و زمستان و کمترین میزان آلودگی در فصل بهار و پاییز است که با برنامه زمانی کشاورزی که عمدتا در بهار و تابستان صورت می‌گیرد تطابق دارد. استفاده از این شاخص در مطالعات دیگری (۷، ۲۳) در ایران نیز انجام شده است.

ایستگاه‌های انتهایی که در محدوده زمین‌های کشاورزی، مناطق مسکونی و زباله‌های روستایی قرار دارد که می‌تواند از عوامل تاثیرگذار بر میزان فسفات در آب باشند. بنابراین علت بالا بودن میزان فسفات و نیترات را استفاده از سموم فسفاته و نیتراته دانست (۷) که با مطالعه حاضر مطابقت دارد. این مطالعه برای فصول پاییز و زمستان انجام شده است و نکته‌ای که وجود دارد و می‌تواند بر مقدار واقعی پارامترها تاثیرگذار باشد این است که در این فصول در مقایسه با فصل بهار و تابستان، آب دارای کیفیت

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-17]

بهتری است زیرا در این مواقع حجم آب رودخانه‌ها بر اثر بارندگی افزایش می‌یابد و این عامل باعث کاهش اثر سوء آلاینده‌ها بر جامعه زیستی می‌شود؛ همچنین بیشترین مقدار سم پاشی که غالب کشاورزی استان را تشکیل می‌دهد در بهار انجام شده که مطمئنا باعث ورود مقادیری از ترکیبات فسفاته و نیتراته به آب رودخانه‌ها می‌شود و کیفیت آب رودخانه‌ها را تحت تاثیر خواهد گذاشت.

با توجه به الگوی مکانی پارامترهای کیفی آب، کمترین غلظت پارامترها به‌جز کدورت در مناطق بالادست دیده شد و به‌تدریج با جریان رودخانه، بر مقدار پارامترها افزوده شده است. با توجه به نقشه‌های کاربری سرزمین و مطالعات اخیر به نظر می‌رسد که افزایش ناگهانی نیترات، آمونیوم، فسفات و کلیفرم مدفوعی، در پایین دست رودخانه می‌تواند ناشی از ورود پساب‌های شهری و زه‌آب‌های کشاورزی باشد که در نقاط انتهایی حالت تجمعی پیدا کرده است (طبق نمودار دندروگرام، ایستگاه‌های نمونه‌برداری در فاصله مشابهت ۲۴ به سه خوشه معنی‌دار گروه‌بندی شده‌اند). ایستگاه‌های نمونه‌برداری در یک خوشه اغلب بیانگر این است که ویژگی‌های محیط زیست این نقاط به همدیگر شبیه است. خوشه‌های دوم و سوم دارای طول زیرخوشه کوتاه هستند که بیانگر تشابه درون گروهی در این خوشه‌ها است. این در حالی است که تفاوت درون گروهی آنها نیز ناچیز است. خوشه اول شامل ایستگاه ۱ است که منابع آلاینده در این نقاط کم و در خروجی سد گلستان است. ایستگاه دوم در فصول مختلف در خوشه دوم قرار دارند. این ایستگاه‌ها به مزارع کشاورزی و در محدوده زباله‌های روستایی واقع شده‌اند. خوشه سوم شامل ایستگاه‌های ۴ و ۵، عمدتا تحت تاثیر فاضلاب شهری است و از لحاظ کیفیت آب در طبقه بد قرار می‌گیرد (نمودار ۱).

نتیجه‌گیری

مطالعه نشان داد که کیفیت آب رودخانه در محدوده شهرستان گنبدکاووس به‌علت وجود فاضلاب‌های تصفیه نشده، زباله‌های انسانی و زه‌آب‌های کشاورزی در طبقه کیفی بد است. توسعه شهری و افزایش جمعیت در محدوده‌های کوچک و در نتیجه آن، افزایش پساب فعالیت‌های شهری نقش قابل ملاحظه‌ای بر کیفیت آب رودخانه گرگان‌رود داشته است. با توجه به این که رودخانه گرگان رود از مهمترین منبع تامین آب مورد نیاز بخش کشاورزی و پرورش ماهی گرم‌آبی در استان گلستان است، لذا پایش و کنترل آلاینده‌های ورودی به این رودخانه ضروری است.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان کلیه نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پروژه با عنوان "بررسی کیفیت آب با استفاده ازشاخص‌های زیستی رودخانه گرگان رود-گنبدکاووس" در مقطع کارشناسی در سال ۱۳۹۷ و شماره پیگیری ۲۴۴۱۷۰ است که در دانشگاه گنبد کاووس اجرا شده است.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-17]

References

1. Aazami J, Sari AE, Abdoli A, Sohrabi H, Van den Brink PJ. Assessment of ecological quality of the Tajan River in Iran using a multimetric macroinvertebrate index and species traits. Environmental Management. 2015;56(1):260-69.
2. Nosrati K, Derafshi KB, Gharechahi S, Rahimi K. Assessment of surface water quality of Haraz-Gharesou watershed using with multivariate techniques. Earth Science Researches. 2011;2(5):41-55 (in Persian).
3. Brown RM, McClelland NI, Deininger RA, O'Connor MF. A water quality index — Crashing the psychological barrier. Proceedings of a Symposium Held during the AAAS Meeting; 26–31December 1971; Philadelphia, Pennsylvania.
4. Samantray P, Mishra BK, Panda CR, Rout SP. Assessment of water quality index in mahanadi and atharabanki rivers and Taldanda Canal in Paradip Area, India. Journal of Human Ecology. 2009;26(3):153-61.
5. Hashemi S, Farzampour T, Ramzani S, Khoshroo G. Guidelines for calculating Iran Water Quality Index. Tehran: Department of Environment; 2012.
6. Liou S-M, Lo S-L, Hu C-Y. Application of two-stage fuzzy set theory to river quality evaluation in Taiwan. Water Research. 2003;37(6):1406-16.
7. Hoseinzadeh E, Khorsandi H, Rahimi N, Hoseinzadeh S, Alipour M. Evaluation of Aydughmush water quality by national sanitation foundation oundation water quality (NSFWQI) and Liou pollution indices. Studies in Medical Sciences. 2013;24(2):156-62 (in Persian).
8. Sharifdini NG, Amirnezhad R, Saeb K. Qualification zoning of the Dohezar River according to NSFWQI and using GIS. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 2014;24(119):209-39 (in Persian).
9. Yusefzadeh A, Khorramabadi Shams G, Godini H, et al. The assessment of Khorramabad river water quality with national sanitation foundation water quality index and zoning by GIS. Yafte. 2014;15(5):82-92 (in Persian).
10. SharifiMB, Shahidipoor S. Analysis of Water Resources Systems. Mashhad: Mashhad University Press; 2006(in Persian).
11. Gholizadeh M, Alinejad M. Assessment of spatial variability of some parameters affecting three water quality of Zarin Gol River in Golestan Province. Environmental Sciences. 2018;16(1):111-26 (in Persian).
12. APHA/AWWA/WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st ed. Washington DC: American Public Health Association; 2005.
13. Alizade M. Water Pollution; an Expertimental Approach. Tehran: Mojesabz; 2003 (in Persian).
14. APHA/AWWA/WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22nd ed. Washington DC: American Public Health Association; 2012.
15. Terrado M, Barceló D, Tauler R, Borrell E, de Campos S. Surface-water-quality indices for the analysis of data generated by automated sampling networks. TrAC Trends in Analytical Chemistry. 2010;29(1):40-52.
16. Ouyang Y. Evaluation of river water quality monitoring stations by principal component analysis. Water Research. 2005;39(12):2621-35.
17. Aminpour S, Mohammadi M, Khaledian M, Mir Roshandel A. Water quality assessment of the Ghazrodbar River using the NSFWQI qualitative index and Liou Pollution Index. Journal of Wetland Ecobiology. 2017;22:31-40 (in Persian).
18. Alizadeh M, Mirzaei R, Kia SH. Determining the spatial trend of water quality indices across Kan and Karaj River Basins. Journal of Environmental Health Engineering. 2017;4(3):243-56 (in Persian).
19. Sadeghi M, Bay A, Bay N, Soflaie N, Mehdinejad MH, Malla M. IRWQISC and WQI-NSF using Province Golestan in quality water River Gol-Zarin of survey The. Journal of Health in the Field. 2015 3(3):27-33 (in Persian).
20. Semiromi FB, Hassani A, Torabian A, Karbassi A, Lotfi FH. Water quality index development using fuzzy logic: A case study of the Karoon River of Iran. African Journal of Biotechnology. 2011;10(50):10125-33.
21. Mirzaie M, Nazari AR, Yari A. Quality zoning of

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-17]

Jajrood River. Journal of Environmental Studies. 2006;31(37):17-26 (in Persian).
22. Sabahi H, Faizi M, Veisi H, Asilan K. Study on the influence of agricultural activities on water quality of Sikan. Environmental Sciences. 2010;7(4):23-30 (in Persian).
23. Aazami J, KianiMehr N, Zamani A, Abdolahi Z, Zarein M, Jafari N. Water Quality Assessment of Ghezelozan River in Zanjan Province Using NSF-WQI, IRWQI and Liou. Journal of Environmental Health Engineering. 2019;6(4):385-400 (in Persian).

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-17]

Available online: http://ijhe.tums.ac.ir

Original Article

Evaluation of Gorganrood river water quality based on surface water quality indicators in Gonbad Kavous

Mohammad Gholizadeh[1,*], Omid Heydari[2]
1- Department of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran
2- Department of Biology, Faculty of Sciences, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran

ARTICLE INFORMATION:

Received: 23 February 2020
Revised: 13 May 2020
Accepted: 19 May 2020
Published: 20 June 2020

Keywords: Water quality, Gorganrud river, Qualitative indices, Pollution index

***Corresponding Author:**
Gholizade_Mohammad@yahoo.com

ABSTRACT

Background and Objective: Increased untreated wastewater and unsustainable development of agriculture has deteriorated water quality of rivers. The aim of this study was to determine the quality of water in Gorganrud River basin using NSFWQI IRWQISC and Liou Pollution Index and compare them with the global standards. To do this, GIS software.was used

Materials and Methods: In this study, 5 sampling stations were selected based on standard criteria including land use type, accessibility and standard distributions along the river. 12 water quality parameters including dissolved oxygen, fecal coliform, pH, biochemical oxygen demand, chemical oxygen demand, temperature, organic phosphate, nitrate, ammonium, turbidity, total dissolved solids and electrical conductivity in river for one year were measured from June 2019 to May 2019 follwoing standard methods.

Results: The amount of phosphate and turbidity was increased along the river from station 2 to the mouth of the river. This was due to the presence of agricultural and municipal sewage. There was a significant difference in BOD, fecal coliforms and nitrates with those of the standard values. Water quality indicators showed the great effects of urban wastewater and human waste in the river area. The best quality was observed in Station 1 (75; Good Quality), which was less exposed to human activity and development. Based on the conformity of the results of the indicators with the terrestrial reality, the results of the IRWQIsc index (Iranian surface water quality) showed the best results due to compatibility to the land uses and the trend of variables.

Conclusion: The presence of urban sewage and unsustainable agricultural in the city of Gonbad Kavous is the most important reason for the decline in water quality (poor quality class). In this regard, a comprehensive management in water resources and environmental impact assessment is needed.

Please cite this article as: Gholizadeh M, Heydari O. Evaluation of Gorganrood river water quality based on surface water quality indicators in Gonbad Kavous. Iranian Journal of Health and Environment. 2020;13(1):33-48.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-17]