مجله سلامت و بهداشت

دوره چهارم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۲، صفحات ۲۷۳ تا ۲۸۳

ارزیابی کیفی آب رودخانه هیرو چایی خلخال بر اساس شاخص‌های کیفی NSFWQI و WILCOX

سعید پرستار[۱]، بهنام پورعشق[۲]، محسن رضایی[۳]، عبدالله درگاهی[٤]، یوسف پورعشق[۵*]، مهدی وثوقی[۶]

۱. دانشجوی دکتری تخصصی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اصفهان ۲. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران-آب، دانشگاه آزاد واحد اهر ۳. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اصفهان ٤. دانش آموخته کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه ۵. دانشجوی دکتری تخصصی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان، دبیر کمیته تحقیقات دانشجویی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان ۶. دانشجوی دکتری تخصصی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز

* نویسنده مسئول. تلفن: ۰۹۱٤۸۰۹۲۳۵۶ فکس:۰٤۵۱۲۲۳۹۰٤۱ ایمیل: yusef.poureshg@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: پایش و کنترل مستمر کیفی منابع آب از ابزارهای اصلی مدیریت و حفاظت از این منابع ارزشمند محسوب می‌شود. رودخانه هیرو چایی از منابع اصلی تامین آب شهرستان‌های خلخال و کوثر می‌باشد. هدف از این مطالعه بررسی کیفی آب رودخانه هیرو با استفاده از شاخص کیفیت آب NSFWQI و WILCOX می‌باشد.

روش کار: این تحقیق یک مطالعه توصیفی- مقطعی بود. در این مطالعه، پارامترهای pH، DO، BOD، TS، NO_3، PO_4، کدورت، دما، کلیفرم مدفوعی، هدایت الکتریکی، سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم تعیین شدند. شاخص‌های استفاده شده NSFWQI و WILCOX بودند. در نهایت داده‌های به‌دست آمده با تعیین شاخص‌های کیفی مذکور مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته ها: شاخص کیفی NSFWQI در بهترین وضعیت، مربوط به ایستگاه اول با عدد ۷٤ در بهمن ماه ۱۳۸۷ بوده که گویای کیفیت خوب آب در این ایستگاه است. پایین‌ترین مقدار شاخص مربوط به ایستگاه سوم با شاخص کیفی ۵۳ در مرداد ۱۳۸۷ بود که نشان دهنده کیفیت متوسط آب در این ایستگاه می‌باشد.

نتیجه گیری: کیفیت آب در بالا دست رودخانه (ایستگاه اول) به دلیل عدم ورود منابع آلاینده خوب بود، اما به تدریج با تخلیه فاضلاب شهر خلخال و گیوی به روخانه، کیفیت آب در پایین دست شهرها (ایستگاه دوم و چهارم) تنزل می‌یافت. از لحاظ طبقه‌بندی NSFWQI، میانگین داده‌های به‌دست آمده نشان دادند که هر چهار ایستگاه در طبقه C (متوسط) قرار داشتند.

واژه‌های کلیدی: رودخانه هیرو، شاخص کیفیت آب، NSFWQI، WILCOX

دریافت: ۹۱/۳/۱۲ **پذیرش:** ۹۱/۹/۱۱

مقدمه

رودخانه‌ها و آب‌های جاری، از دیرباز مورد نیاز و مورد توجه جوامع بشری بوده‌اند. برای بهره بردن از منابع آب، شهرها و مراکز صنعتی و کشاورزی معمولاً در نزدیکی رودخانه‌ها بر پا شده‌اند. با گذشت زمان و گسترش این جوامع و به تبع آن افزایش استفاده از منابع آبی، دخل و تصرف غیرطبیعی و تغییر شرایط کیفی آب رودخانه‌ها افزایش پیدا کرده است (۱). رشد جمعیت و آلودگی‌های ناشی از تخلیه انواع فاضلاب‌های شهری،

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-01-16]

صنعتی و کشاورزی، شیرابه محل‌های دفع زباله، و رواناب‌های سطحی باعث گسترش آلودگی و محدودتر شدن منابع آب در دسترس شده است (۲،۱). همچنین افزایش کمبود آب در کشورهای در حال توسعه ارزیابی کیفیت آب را در سال‌های اخیر مبحثی مناسب ساخته است (۳). در این زمینه سنجش، تحلیل و تفسیر داده‌های کیفی رودخانه‌ها به‌طور منظم، این امکان را فراهم می‌سازد که ضمن استفاده در موارد مختلف، شیوه‌های مدیریتی صحیح و مناسب اتخاذ گردد، تا به‌تدریج از آلودگی رودخانه‌ها کاسته شده و به سمت کیفیتی با استاندارد قابل قبول حرکت کند (٤). کیفیت آب سطحی و زیرزمینی بر حسب پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی شناسایی می‌شود. مشکل ویژه پایش کیفی آب تعداد زیاد متغیرهای اندازه‌گیری‌شده آن است (۵). شاخص کیفی آب[1] معیاری برای طبقه‌بندی آب سطحی بر مبنای استفاده از پارامترهای استاندارد برای توصیف است. این شاخص یک ابزار ریاضی است تا مقادیر زیادی از داده‌های توصیف ویژگی‌های آب را به یک عدد تبدیل کند که نشان‌دهنده سطح کیفی آب است. تعیین شاخص کیفی آب نیازمند یک گام نرمال سازی است، جایی که هر پارامتر به یک مقیاس ۱۰۰-۰ تغییر شکل می‌یابد، که ۱۰۰ حداکثر کیفیت را نشان می‌دهد. گام بعدی کاربرد یک فاکتور وزنی بر طبق اهمیت پارامتر به عنوان یک شاخص کیفیت آب است (۸-۶). شاخص کیفیت آب بنیاد ملی بهداشت[2] یکی از شاخص‌های پرکاربرد جهت طبقه‌بندی کیفیت آب‌های سطحی می‌باشد که بر اساس دما، pH، کدورت، فسفات، نیترات، DO, TS, BOD و کلیفرم مدفوعی تعیین می‌گردد (۱۰،۹). استفاده از شاخص NSFWQI بسیار متداول بوده و برای طبقه‌بندی کیفی آب‌های سطحی از لحاظ آشامیدن شاخصی کامل و جامع محسوب می‌گردد. با به‌کارگیری این شاخص می‌توان دید مناسبی در مورد کیفیت آب رودخانه‌ها به‌دست آورد (۱،۱۱،۱۲). همچنین، نسبت جذب سدیم[3] درجه‌ای از کیفیت آب برای استفاده در آبیاری است که از طریق غلظت جامدات حل شده در آب تعیین می‌شود (۱۳). از طریق SAR و هدایت الکتریکی (EC) می‌توان شاخص ویلکوکس را تعیین نمود.

در مطالعه‌ای که دهقان‌زاده ریحانی و همکاران بر روی رودخانه مهران در شهر تبریز انجام دادند به این نتیجه رسیدند که این رودخانه کاملاً آلوده به فاضلاب شهری و غیر بهداشتی بوده و شاخص کیفی آب رودخانه (NSFWQI) در گستره ٥۲-٤۱ در تغییر بود و آب رودخانه مذکور در زمره آب‌های طبقه D (بد) قرار داشت (١٤). در مطالعه‌ای دیگر، شکوهی و همکاران در بررسی کیفیت آب دریاچه پشت سد آیدغموش به این نتیجه رسیدند که شاخص NSFWQI محاسبه شده نشان‌دهنده کیفیت خوب آن است. بر اساس نتایج این تحقیق کیفیت آب دریاچه پشت سد آیدغموش برای استفاده‌های مختلف مناسب بود (۱۵).

سانچز و همکاران شاخص کیفی آب و کمبود اکسیژن محلول را در طول رودخانه گوادارما[4] و مانزارانس[5] مورد مطالعه قرار دادند. نتایج مطالعه مذکور نشان داد که شاخص کیفی آب در ابتدای رودخانه گوادارما دارای مقدار عددی ۷۰ (کیفیت خوب) و در انتهای آن ٦٤ (کیفیت متوسط) بود. همچنین این شاخص برای رود خانه مانزارنس در حدود ۶۵ گزارش شد (۱۶).

شهر خلخال در ٤٨ درجه و ۳۱ دقیقه طول جغرافیایی و ۳۷ درجه و ۳۷ دقیقه عرض جغرافیایی و ارتفاع

[1] Water Quality Index
2 National Sanitation Foundation Water Quality Index (NSFWQI)

[3] Sodium Absorption Ratio (SAR)
[4] Guadarrama
[5] Manzanares

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-01-16]

۱۸۰۰ متر از سطح دریا واقع شده است. شهرستان خلخال در جنوب شرقی استان اردبیل واقع شده است و رودهای هیرو و آپارچای در آن جریان دارند. خلخال منطقه‌ای کوهستانی با آب و هوای معتدل و نسبتاً سرد می‌باشد. رودخانه هیرو از ارتفاعات جنوب شهر خلخال (الماس‌داغ، عجم‌داغ و آق‌داغ) سرچشمه گرفته و به سوی شمال جریان می‌یابد. آرپاچای تقریباً درهمان امتداد ولی در جهت مخالف از شمال به جنوب جاری است. هر دو رود در پایین دست در نزدیکی روستای «اینالاوا» به هم پیوسته و جریان به سمت غرب منحرف شده و ارتفاعات مابین خلخال و گیوی را با دره تنگ و عمیقی بریده و به شهر گیوی می‌رسد. در این منطقه این رود به نام گیوی‌چای معروف است. این رودخانه در مسیر خود از شهر خلخال و همچنین روستاهای مختلف عبور کرده و پس از گذشتن از شهر گیوی و پیوستن به رودخانه فیروز آباد به قزل اوزن می‌ریزد. لازم به ذکر است که پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شهر خلخال و همچنین در برخی نقاط فاضلاب‌های روستایی به رودخانه مذکور وارد می‌گردد که کیفیت آب این رودخانه را با خطر جدی روبه‌رو ساخته است. به همین لحاظ پایش و کنترل آلاینده‌های ورودی به این رودخانه جهت کنترل، حفظ کیفیت و نیز تعیین کاربری مناسب از آب آن امری لازم و ضروری به نظر می‌رسد.

هدف از این تحقیق تعیین NSFWQI و شاخص ویلکوکس آب رودخانه هیرو به عنوان یکی از منابع اصلی آب سطحی شهرستان خلخال و کاربرد آن برای مصارف مختلف بود.

روش کار

این تحقیق یک مطالعه توصیفی- مقطعی بود که به مدت یک سال از اردیبهشت ماه سال ۱۳۸۷ تا اسفند ماه ۱۳۸۷بر روی رودخانه هیروچایی انجام گرفت. در طی این تحقیق کیفیت آب این رودخانه در ٤ ایستگاه منتخب با استفاده از شاخص NSFWQI و WILCOX مورد پایش و ارزیابی قرار گرفت.

تعیین ایستگاه‌های مورد مطالعه در طرح

ابتدا موقعیت کلی رودخانه با استفاده از نقشه‌های ۱/۲۵۰۰۰ مورد بررسی قرار گرفت. سپس با مطالعه مسیر رودخانه، با توجه به مکان ورود آلاینده‌ها و امکان نمونه‌برداری از آن در طول مسیر رودخانه چهار ایستگاه جهت نمونه‌برداری انتخاب شد. ایستگاه‌های انتخاب شده در این طرح به شرح ذیل می‌باشند:

ایستگاه اول: بالادست شهر خلخال،

ایستگاه دوم: پایین دست شهر و تصفیه‌خانه فاضلاب خلخال،

ایستگاه سوم: پل آبگرم در بالادست شهر گیوی،

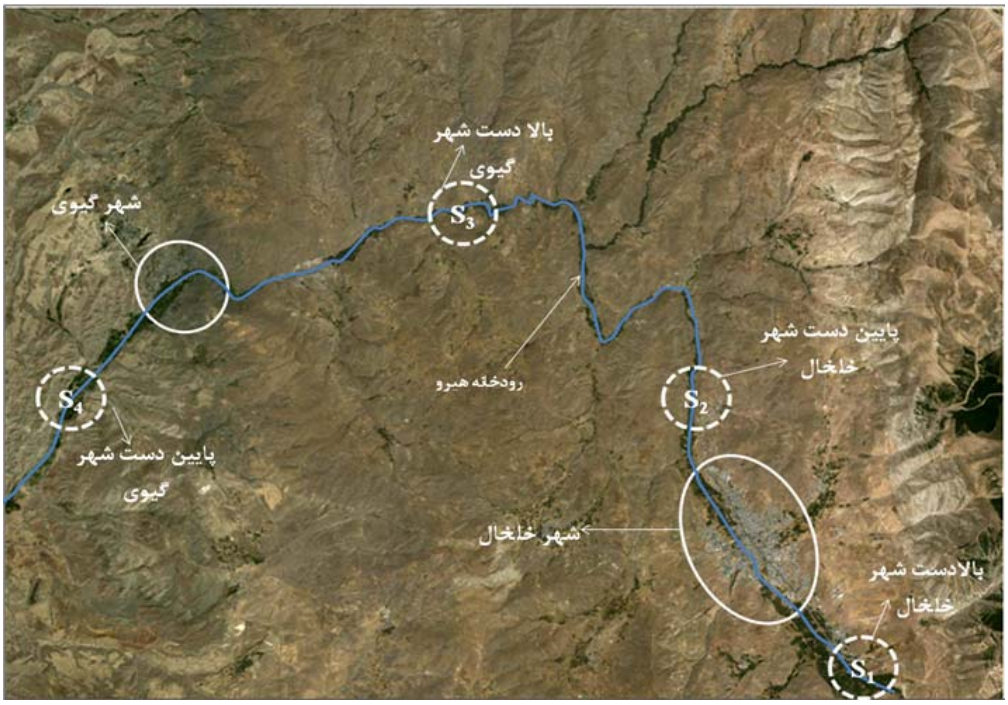
ایستگاه چهارم: پایین دست شهر گیوی.

پس از مشخص شدن نقاط مورد مطالعه، با استفاده از دستگاه GPS مدل e Trex VISTA مختصات جغرافیایی نقاط نمونه‌برداری مشخص گردید که در جدول ۱ آورده شده است. همچنین موقعیت کلی ایستگاه‌های مورد مطالعه در شکل ۱ آورده شده است.

جدول۱. موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه برداری

ایستگاه‌ها	طول و عرض جغرافیایی		ارتفاع
	X	Y	Z
بالا دست شهر خلخال (ایستگاه اول)	28°52′69″	41°62′39″5	1868
پایین دست شهر خلخال (ایستگاه دوم)	28°03′80″	41°71′45″0	1766
بالا دست شهر گیوی (ایستگاه سوم)	27°14′04″	41°75′25″8	1530
پایین دست شهر گیوی (ایستگاه چهارم)	26°56′60″	41°73′09″2	1489

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-01-16]



شکل ۱. تصویر ماهواره ای موقعیت کلی ایستگاه های مورد مطالعه

نمونه برداری و آنالیز نمونه‌ها

در طول این تحقیق، نمونه‌ها به‌صورت ماهیانه از ایستگاه‌های منتخب برداشت شده و تحت شرایط کنترل شده به آزمایشگاه منتقل شدند. شاخص NSFWQI بر اساس پارامترهای BOD، pH، DO، دما، کل جامدات، کدورت، نیترات، فسفات و کلیفرم مدفوعی و شاخص WILCOX بر اساس پارامترهای EC، سدیم، کلسیم و منیزیم بر روی نمونه‌های آب تعیین گردید. تعداد نمونه‌های برداشت شده در این تحقیق ٤٤ نمونه بوده و تعداد آزمایشات انجام شده ۵۷۲ مورد می‌باشد. نگهداری نمونه‌ها و کلیه آزمایشات بر اساس روش‌های استاندارد برای آزمایش‌های آب و فاضلاب انجام گرفت (۱۷).

محاسبه شاخص کیفی NSFWQI

از میان شاخص‌های عمومی کیفیت آب، شاخص NSFWQI نسبت به دیگر شاخص‌های موجود دارای مشکلات کمتری بوده و بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد (۲۱). مقدار این شاخص با استفاده از محاسبه زیرشاخص‌های مربوط و وزن‌دهی صورت گرفته و در نهایت مقدار نهایی شاخص از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$NSFWQI = \frac{\sum_{i=1}^{n} W_i I_i}{\sum W_i} \quad (1)$$

در این رابطه I_i: زیر شاخص iام و W_i: ضریب وزنی زیر شاخص iام می‌باشد. براساس مقدار عددی به دست آمده از شاخص، کیفیت آب طبقه‌بندی می‌شود. در جدول ۳ درجه‌بندی منبع آبی بر اساس مقدار عددی شاخص آورده شده است.

جدول ۲. پارامترهای مورد سنجش و وزن انتخاب شده جهت محاسبه NSFWQI (۱۸)

پارامتر	واحد	وزن
DO	درصد اشباع	٪۱۷
کلیفرم مدفوعی	Colony/100ml	٪۱۶
PH	-	٪۱۱
BOD	PPM	٪۱۱
نیترات	PPM	٪۱۰
فسفات	PPM	٪۱۰
کدورت	NTU	٪۸
TS	PPM	٪۷

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-01-16]

جدول ۳. متوسط مقادیر شاخص کیفیت آب رودخانه (۱۵)

مقدار عدد	وضعیت	کلاس بندی نوع استفاده از آب
۹۰-۱۰۰	بسیار خوب	دارای حالت طبیعی، در صورت استفاده از آن جهت تامین آب شرب نیاز به تصفیه ندارد، مناسب برای پرورش شیلات و گونه‌های حساس آبی
۷۰-۹۰	خوب	در صورت استفاده از ان جهت تامین آب شرب نیازمند تصفیه متداول است، مناسب براس پرورش ماهی و گونه‌های حساس آبی و مناسب برای مقاصد تفریحی چون شنا
۵۰-۷۰	متوسط	در صورت استفاده از آن جهت تامین آب شرب نیازمند تصفیه پیشرفته است، مناسب برای پرورش شیلات و گونه‌های مقاوم آبی، مناسب برای شرب حیوانات اهلی
۲۵-۵۰	بد	مناسب برای آبیاری اراضی کشاورزی
۰-۲۵	خیلی بد	برای هیچ کدام از استفاده های مذکور مناسب نمی‌باشد.

محاسبه شاخص WILCOX

یکی از طبقه‌بندی‌های متداول جهت بررسی آب‌های کشاورزی، طبقه‌بندی بر اساس دیاگرام ویلکوکس می‌باشد که توسط وزارت کشاورزی آمریکا ارائه شده است. این طبقه‌بندی در سال ۱۹٤۸ توسط ویلکوکس ارائه گردیده و سه سال بعد توسط تورون تکمیل شده است. این شاخص امروزه روش بسیار متداولی در طبقه‌بندی آب‌ها به لحاظ کشاورزی محسوب می‌گردد. در این طبقه‌بندی دو عامل هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم در نظر گرفته شده و هر یک از آن‌ها به چهار قسمت تبدیل می‌گردند که در مجموع باعث پدید آمدن ۱۶ گروه می‌گردد. در این شاخص S نماینده SAR که از طریق رابطه شماره ۲ محاسبه می‌گردد. C نیز نماینده EC (هدایت الکتریکی) می‌باشد.

(۲)

$$SAR = [Na^+] / \{([Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]) / 2\}^{1/2}$$

گروه‌های مذکور در دیاگرام به صورت زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

۱- آب‌های خیلی خوب که دارای EC کمتر از ۲۵۰ میکروموس بر سانتیمتر بوده و در کلاس C_1S_1 قرار دارند.

۲- آب‌های خوب که مربوط به یکی از کلاس‌های C_2S_2،C_2S_1 می‌باشند.

۳- آب‌های متوسط که مربوط به کلاس‌های C_1S_3، C_2S_3، C_3S_1 ، C_3S_2، C_3S_3 بوده و برای آبیاری زمین‌های درشت بافت و با زهکشی مناسب می‌باشد.

٤- آب‌های نامناسب که در کلاس‌های C_1S_4، C_4S_4، C_3S_4، C_2S_4، C_1S_4، C_4S_2، C_4S_3 قرار دارند. هر چه اندیکس بزرگتر باشد کیفیت آب نامناسب‌تر می‌گردد (۱۳).

یافته ها

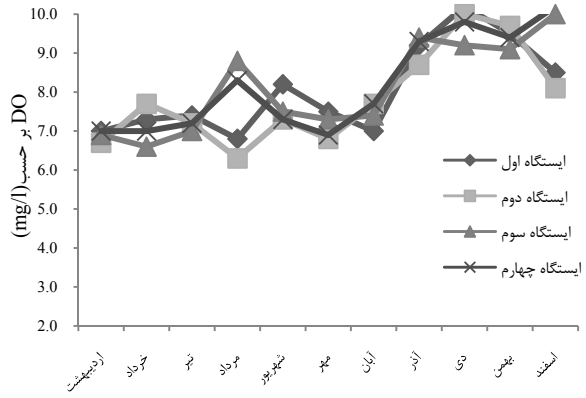
با توجه به نتایج حاصل از آزمایش نمونه‌های برداشت شده در طول مطالعه مشاهده شد که بیشترین درجه حرارت در دوره نمونه‌برداری ۲۲°C در خرداد ماه و کمترین مقدار آن در ۰/۱°C در دی ماه بوده است. میزان pH در دوره نمونه‌برداری در محدوده ۷/۷-۸/۷ اندازه‌گیری شد. بیشترین مقدار کدورت (٤۸۶ NTU) مربوط به ایستگاه چهارم در خرداد ماه و کمترین میزان آن (۱/۵ NTU) در دی ماه در ایستگاه اول اندازه‌گیری گردید. تغییرات زمانی و مکانی مربوط به DO به ترتیب در شکل‌های ۲ و ۳ آورده شده است. بیشترین مقدار هدایت الکتریکی (۹۸۰µS/cm) در شهریور ماه در ایستگاه دوم و کمترین مقدار آن (۲۸۵µS/cm) در اردیبهشت ماه در ایستگاه اول اندازه‌گیری شد. تغییرات زمانی و مکانی مربوط به BOD نیز به ترتیب در شکل‌های ٤ و ۵ نشان داده شده است. همچنین، تغییرات زمانی مربوط به نیترات و فسفات به ترتیب در شکل‌های ۶ و ۷ آورده شده است. بیشترین تعداد کلیفرم مدفوعی برابر ۹۳ کلنی در ml ۱۰۰) در خرداد ماه مربوط به ایستگاه دوم و

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-01-16]

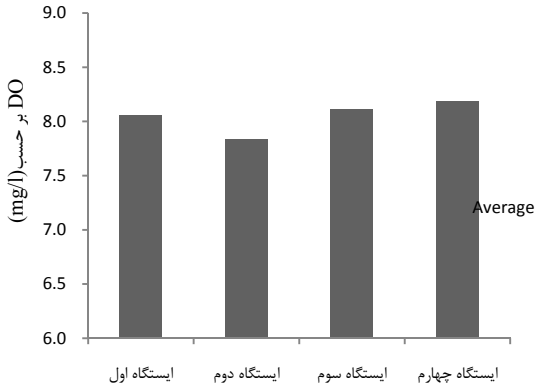
کمترین تعداد آن (۹ کلنی در ml ۱۰۰) در بهمن ماه و در ایستگاه اول اندازه‌گیری شد.

با توجه به داده‌های به دست آمده، ایستگاه شماره ۱ نسبت به سایر ایستگاه‌های مورد مطالعه در تمامی پارامترهای مورد سنجش دارای غلظت کمتر و از آلودگی کمتری نسبت به سایر ایستگاه‌ها برخوردار بود.

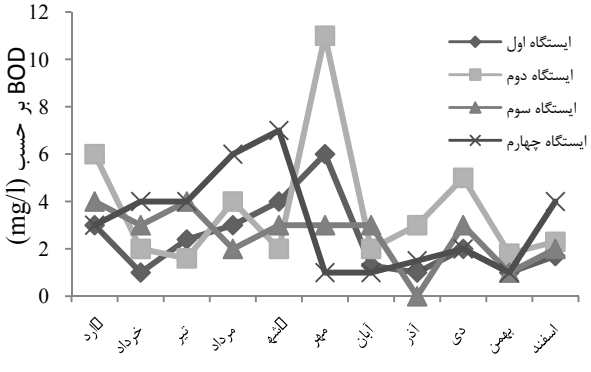
بر اساس شاخص NSFWQI کیفیت آب در ایستگاه‌های شماره ۱ از آبان تا اسفند ماه کیفیت خوب و در سایر ماه‌ها کیفیت متوسط را دارا بود. همچنین بر اساس این شاخص، کیفیت آب در ایستگاه‌های شماره ۲ در تمامی ماه‌ها دارای کیفیت متوسط بود. در ایستگاه شماره ۳ به جز مردادماه که کیفیت خوب بوده، در سایر ماه‌ها کیفیت متوسط را دارا بود. در ایستگاه شماره ٤ نیز در تمامی ماه‌ها دارای کیفیت متوسط بود. تغییرات زمانی میزان شاخص NSFWQI در شکل ۸ و همچنین روند تغییرات مکانی شاخص NSFWQI در طول رودخانه هیروچایی در شکل ۹ آورده شده است. میانگین شاخص NSFWQI در ماه‌های مورد مطالعه برای ایستگاه شماره (۱) ۶۹، ایستگاه شماره (۲) ۶۰/۵، ایستگاه شماره (۳) ٦٤ و ایستگاه شماره (٤) ۶۰/۵ محاسبه گردید (شکل ۹). با توجه به نتایج کیفی به‌دست آمده از آزمایشات، کیفیت آب رودخانه مورد بررسی در ایستگاه‌های مختلف در کلاس C_2 تا C_3 طبقه‌بندی شد. همچنین نتایج کلی حاصل از محاسبه شاخص کیفی WILCOX در دوره نمونه‌برداری برای هر ایستگاه در جدول ٤ و شکل ۱۰ در دیاگرام شاخص WILCOX آورده شده است.



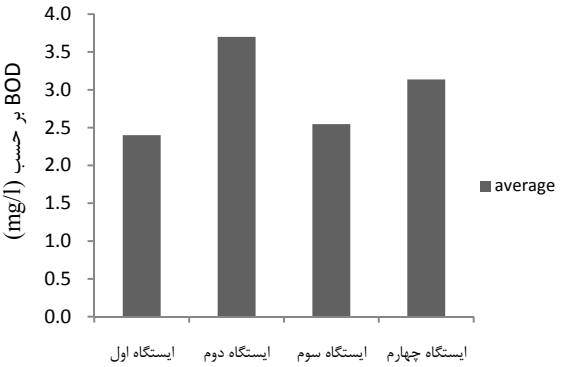
شکل ۲. نمودار تغییرات زمانی میزان DO در طول رودخانه هیرو چایی در دوره نمونه برداری در ایستگاه‌های مختلف



شکل ۳. نمودار تغییرات مکانی میزان DO در طول رودخانه هیرو چایی در دوره نمونه برداری در ایستگاه‌های مختلف

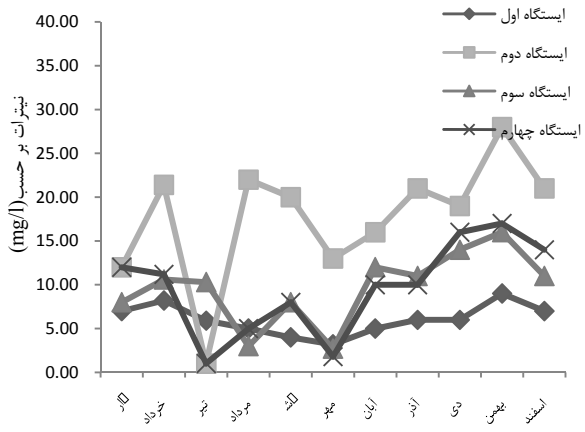


شکل ٤. نمودار تغییرات زمانی میزان BOD در طول رودخانه هیرو چایی در دوره نمونه برداری در ایستگاه‌های مختلف

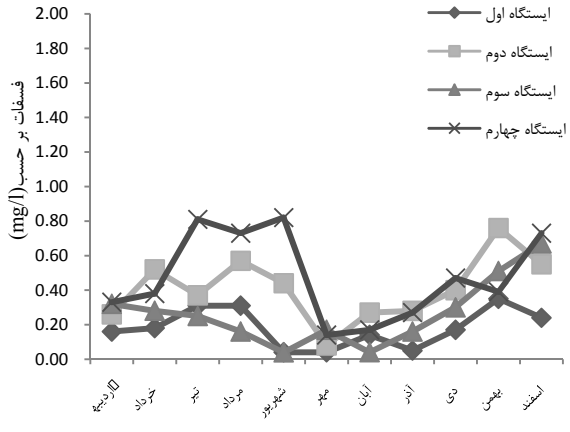


شکل ۵. نمودار تغییرات مکانی میزان BOD در طول رودخانه هیرو چایی در دوره نمونه برداری در ایستگاه‌های مختلف

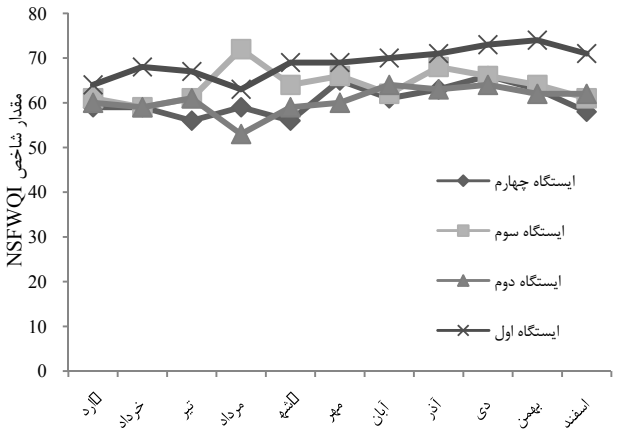
[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-01-16]



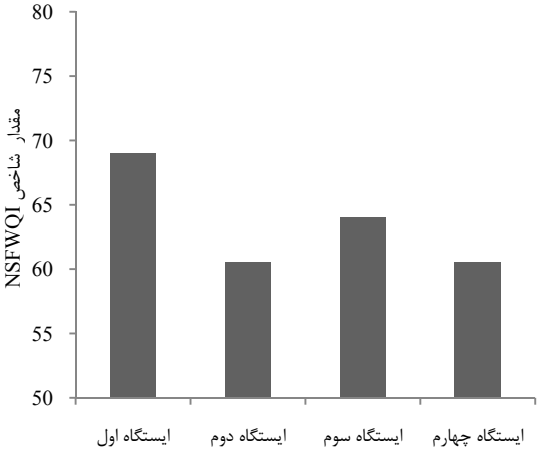
شکل ۶. نمودار تغییرات زمانی میزان نیترات در طول رودخانه هیرو چایی در دوره نمونه برداری در ایستگاه‌های مختلف



شکل ۷. نمودار تغییرات زمانی میزان فسفات در طول رودخانه هیرو چایی در دوره نمونه برداری در ایستگاه‌های مختلف



شکل ۸. نمودار تغییرات زمانی میزان NSFWQI در طول رودخانه هیرو چایی در دوره نمونه برداری در ایستگاه‌های مختلف

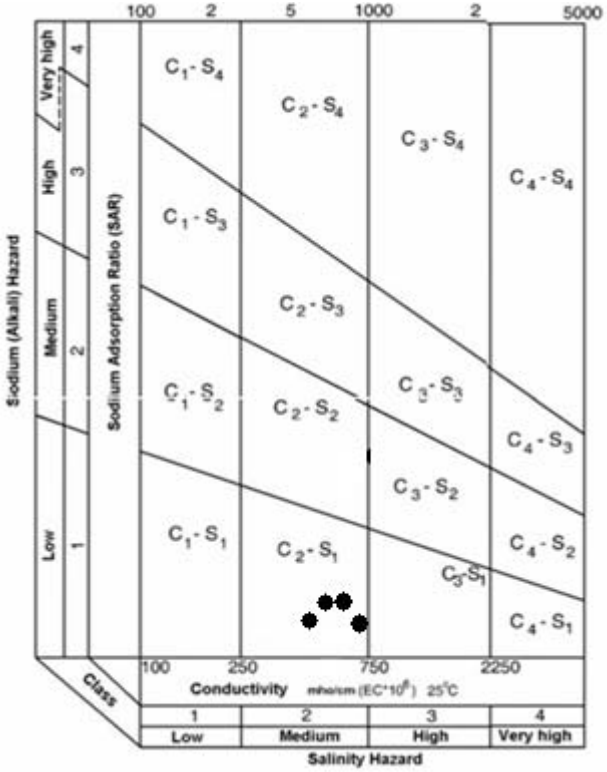


شکل ۹. نمودار تغییرات مکانی میانگین شاخص NSFWQI در طول رودخانه هیرو چایی در دوره نمونه برداری در ایستگاه‌های مختلف

جدول ٤. نتایج حاصل از محاسبه شاخص کیفی WILCOX هر ایستگاه در دوره نمونه برداری

ایستگاه / ماه نمونه برداری	ایستگاه اول	ایستگاه دوم	ایستگاه سوم	ایستگاه چهارم
اردیبهشت	S1C2	S1C2	S1C2	S1C2
خرداد	S1C2	S1C2	S1C2	S1C2
تیر	S1C2	S1C3	S1C2	S1C2
مرداد	S1C2	S1C3	S1C2	S1C2
شهریور	S1C2	S1C3	S1C2	S1C2
مهر	S1C2	S1C3	S1C2	S1C2
آبان	S1C2	S1C2	S1C2	S1C2
آذر	S1C2	S1C2	S1C2	S1C2
دی	S1C2	S1C2	S1C2	S1C2
بهمن	S1C2	S1C3	S1C2	S1C2
اسفند	S1C2	S1C2	S1C2	S1C2

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-01-16]



شکل ۱۰. نتایج شاخص WILCOX بدست آمده از میانگین پارامترهای EC و SAR

بحث

میانگین تغییرات pH در چهار ایستگاه بین ۸/۱ الی ۸/٤ بود. این تغییرات برای pH در بین ایستگاه‌ها زیاد است. تغییرات pH بین ماه‌های نمونه‌برداری نیز به صورت نامنظم بود. اما نتایج مطالعه جیندال[1] و همکاران (۱۹) مقادیر نسبتاً کمی از pH در طول تابستان را نشان داد. میانگین کدورت در ایستگاه‌ها نشان داد که کدورت از ایستگاه اول تا ایستگاه چهارم افزایش یافت. همچنین نتایج نشان داد که در ماه‌های اول سال کدورت بالا و در ماه‌های پایانی سال کدورت کمتر می‌شد. مطالعه چاکرابارتی[2] و همکاران (۲۰) هم نشان داد که مقادیر کدورت در فصول بارانی بالا رفته است. مطالعه نارایان[3] و چاهان[4] (۲۱) نیز نشان داد که در رودخانه پانچنادا[5]، بیشترین کدورت در طول تابستان بود. بالا بودن کدورت در رودخانه هیرو در فصول اول سال به دلیل ذوب شدن برف در این منطقه بود. داده‌های مربوط به نیترات در شکل ۵ نشان می‌دهد که مقدار آن در ایستگاه شماره ۱ در بیشتر ماه‌های سال کمتر از ایستگاه‌های دیگر بوده و در ایستگاه شماره ۲ مقدار آن بیشتر از ایستگاههای دیگر است. دلیل این امر می‌تواند ورود پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شهر خلخال به رودخانه هیرو در ایستگاه شماره ۲ یعنی پایین دست خلخال باشد. همان‌طور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود، فسفات در این چهار ایستگاه ناچیز بوده و در فصول کشاورزی مقدار آن افزایش یافته است. کلیفرم مدفوعی و کل جامدات نیز تغییرات زیادی از لحاظ مکانی و زمانی نداشتند. درجه حرارت در فصول گرم بالا و به‌تدریج با سرد شدن آب و هوا کاهش یافته است.

میانگین مربوط به اکسیژن محلول در چهار ایستگاه نشان‌دهنده وضعیت سالم سیستم این رودخانه است. داده‌های مربوط به اکسیژن محلول در چهار ایستگاه فوق نشان می‌دهد که غلظت اکسیژن محلول در

[1] Jindal
[2] Chakrabarty
[3] Narayan
[4] Chauhan
[5] Panchnada

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-01-16]

ماه‌های آغازین سال به صورت نامحسوسی از غلظت آن در ماه‌های پایانی کمتر است. عکس این حالت برای BOD صادق است. مطالعه جیندال و همکاران (۲۲) نیز یک ارتباط معکوس بین BOD و DO نشان داد. علاوه بر این، میانگین BOD بالای ۳ میلی گرم در لیتر (۳/۱۵ میلی گرم در لیتر) فقط در ایستگاه ۲ مشاهده شد.

درمورد NSFWQI نتایج به‌دست آمده نشان دادند که بیشترین مقدار آن مربوط به بهمن ماه (۷٤) در ایستگاه اول و کمترین مقدار مربوط به مرداد ماه (۵۳) در ایستگاه دوم بود. همچنین همانطور که در شکل شماره ۹ مشاهده می‌شود، حدکثر و حداقل میانگین NSFWQI به ترتیب در ایستگاه اول (۶۹) و ایستگاه چهارم (۶۰/٤۵) بود؛ با این وجود این شاخص در ایستگاه سوم کمتر از ایستگاه دوم بود. بنابراین می‌توان گفت کیفیت این رودخانه در طی عبور از شهر خلخال کمتر می‌شود و این احتمالاً به‌دلیل تخلیه پساب تصفیه‌خانه فاضلاب این شهر و دلایل دیگر است. اما نکته قابل توجه دیگر این است که این شاخص در ایستگاه سوم دوباره افزایش می‌یافت. دلیل این امر نیز می‌تواند خودپالایی این رودخانه و همچنین پیوستن شاخه‌های فرعی مثل رودخانه آرپاچایی باشد. شاخص NSFWQI در ایستگاه چهارم کمتر از ایستگاه سوم بود و این امر نیز نشان‌دهنده تاثیر شهر گیوی بر کیفیت این رودخانه است. این نتایج همچنین نمایش‌گر این قضیه هستند که تاثیر شهر خلخال بر کیفیت رودخانه بیشتر از شهر گیوی است و با توجه به بزرگتر و صنعتی‌تر بودن شهر خلخال این نتیجه منطقی به‌نظر می‌رسد. از لحاظ طبقه‌بندی NSFWQI، میانگین داده‌های به‌دست آمده نشان داد که هر چهار ایستگاه در طبقه C (متوسط) قرار داشتند. با این وجود می‌توان گفت که در حوزه ایستگاه‌های بررسی‌شده، آب این رودخانه را نمی‌توان به طور مستقیم برای اهداف شرب استفاده کرد و برای نیل به این اهداف نیاز به تصفیه پیشرفته وجود دارد. برای اهداف تفریحی نیز، آب این رودخانه باید با احتیاط مصرف شود (۱۵).

همان‌طور که در شکل ۱۰ مشاهده می‌شود، حداکثر و حداقل میانگین پارامترهای هدایت الکتریکی (EC) و نسبت جذب سدیم (SAR) به ترتیب در ایستگاه چهارم و ایستگاه اول به‌دست آمد. همچنین شهرهای خلخال و گیوی نیز بر مقدار این پارامترها افزوده‌اند. مطابق شکل ۱۰، شاخص ویلکوکس بیان می‌دارد که تمام ایستگاه‌ها در طبقه C_2-S_1 قرار داشتند که از لحاظ خطر سدیم در طبقه کم خطر و از لحاظ خطر شوری در طبقه متوسط جای می‌گیرند. این نتایج نشان می‌دهند که تمام این ایستگاه‌ها می‌توانند برای آبیاری استفاده شوند.

نتیجه گیری

در این مطالعه NSFWQI و شاخص ویلکوکس در چهار ایستگاه از رودخانه هیرو مورد بررسی قرار گرفت. کیفیت آب در بالادست رودخانه (ایستگاه اول) به دلیل عدم ورود منابع آلاینده خوب بود اما به تدریج با تخلیه فاضلاب شهر خلخال و گیوی به روخانه، کیفیت آب در پایین دست شهرها (ایستگاه دوم و چهارم) تنزل می‌یافت. در هر حال، از لحاظ طبقه‌بندی NSFWQI، میانگین داده‌های به‌دست آمده نشان دادند که هر چهار ایستگاه در طبقه C (متوسط) قرار داشتند. با این وجود می‌توان گفت که در حوزه ایستگاه‌های بررسی شده، آب این رودخانه را نمی‌توان به‌طور مستقیم برای اهداف شرب استفاده کرد و برای مصرف شرب نیاز به تصفیه پیشرفته دارد. برای اهداف تفریحی، آب این رودخانه باید با احتیاط مصرف شود. همچنین مشخص شد که تمام این ایستگاه‌ها می‌توانند برای آبیاری در کشاورزی استفاده شوند.

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-01-16]

References

1- Enrique S, Manuel F, Colmenarejo J.A , Angel R.G, Garcı L.T, Borja R. Use of the water quality index and dissolved oxygen deficit as simple indicators of watersheds pollution. Journal of Ecological Indicators. 2007; 7: 315–328.
2- Simeonov V, Stratis J.A, Samara C, Zachariadis G, Voutsa D, Anthemidis A. Assessment of the surface water quality in Northern Greece. Journal of Water Res. 2003; 37: 4119–4124.
3- Ongley E. Modernization of water quality programs in developing countries: issues of relevancy and cost efficiency. Water Quality International. 1998; 37–42.
4- Mirzaei M, Nazari A, Yari A. quality zoning of Jajrood river. Journal of Environmental Studies. 2005; 37:17-26.
5- Boyacioglu H. Surface water quality assessment using factor analysis. Journal of Water SA. 2006; 23 (3): 389–393.
6- Jonnalagadda S.B., Mhere G..Water quality of the Odzi river in the eastern highlands of Zimbabwe. Journal of Water Res. 2001; 35: 2371–2376.
7- Pesce S.F, Wunderlin D.A. Use of water quality indices to verify the impact of Cordoba City (Argentina) on Suquia River. Journal of Water Res. 2000; 34: 2915–2926.
8- Nives, S.G. Water quality evaluation by index in Dalamatia. Journal of Water Res. 1999; 33: 3423–3440.
9- Liou SM, Lo SL, Hu CY. Application of two stage fuzzy set theory to river quality evaluation in Taiwan. Journal of Water Res 2003; 37: 1406–1416.
10- Hernandez-Romero AH, Tovilla-Herna´ndez C, Malo EA, Bello-Mendoza R. Water quality and presence of pesticides in a tropical coastal wetland in southern Mexico. Journal of Marine pollution Bull. 2004; 48: 1130–1141.
11- Jonnalagadda S.B, Mhere G. Water quality of the Odzi river in the eastern highlands of Zimbabwe. Journal of Water Res. 2001; 35: 2371–2376.
12- Ramirez N.F, Solano F. Physic-chemical water quality indices-A comparative review. Journal of Revista Bifua. 2004; 27: 437-441.
13- Rahmani A.R. Determination of rivers quality of Hamadan-Bahar plain based on Wilcox classification. 10th National Conference of Environmental Health, Hamadan 2007.
14- Dehghanzadeh R, Aslani H, Shams A.F, Ghoraishi B. Giving Alternatives for Improvement of Qualitative Features of Mehran River in Tabriz for Reuse. Journal of Health & Environ. 2010; 3: 2.
15- 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. Journal of Health & Environ. 2012; 4: 439-450.
16- Sánchez E, Colmenarejo M, Vicente J, Rubio A, García M, Travieso L, Borja R. Use of the water indicators of watersheds pollution. Journal of Ecological Indicators. 2007;7(2):315-28.
17- APHA, AWWA, WPCF. Standard method for the examination of water and waste - water. ashington, D.C, 1998.
18- http://www.Water–research.net/ water qualin dex/ water quality index. Html
19- Jindal R, Sharma C. Studies on water quality of Sutlej river around Ludhiana with reference to physicochemical parameters. Journal of Environment Monitoring Assessment. 2010; 174: 417-425.
20- Chakrabarty RD, Roy P, Singh SB. A quantitative study of the plankton and physico-chemical conditions of the river Jamuna at Allahabad. Journal of Fisheries.1959; 6(1): 186–203.
21- Narayan S, Chauhan R. Water quality status of river complex Yamuna at Panchnada (Distt. Etawah, U.P., India). I: An integrated management approach. Journal of Pollution Research. 2000; 19(3): 357–364.
22- Jindal R, Rumana HS. Biomonitoring of water pollution in Western Yamuna Canal at Yamunanagar, Haryana. Journal of Punjab Academy of Sciences. 2000; 2(1):177–182.

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-01-16]

Quality Assessment of Hiroo River by NSFWQI and WILCOX Indices in Khalkhal

Parastar S[1], Poureshg B[2], Poureshg Y[1]*, Dargahi A[3], Vosoughi M[1], Rezaei M[4]

[1] Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[2] Department of Civil Engineering, School of Engineering, Ahar Islamic Azad University, Ahar, Iran
[3] Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran
[4] Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

**** Corresponding Author.*** Tel: +989148092356 Fax: +984512239041 E-mail: yusef.poureshg@gmail.com

Received: 1 Jun 2012 Accepted: 1 Dec 2012

ABSTRACT

Background & Objectives: Monitoring and quality control of water resources are important tools to manage and protect these valuable resources. Hiroo River is the principal source of water supplies for Khalkhal and Kosar cities. The purpose of this work was to investigate water quality of Hiroo River by NSFWQI and WILCOX indices.
Methods: In this descriptive cross-sectional study; pH, DO, BOD, TS, NO_3, PO_4, turbidity, temperature, fecal coliform, EC, Na, K, Ca, and Mg were determined. NSFWQI and WILCOX indices were applied. Data were analyzed by determining the above mentioned quality indices.
Results: In the optimum situation, NSFWQI was related to S_1 with the value of 74 in February 2009 indicating good water quality. Minimum value of 53 was determined for NSFWQI at S_3 in August 2009 representing medium water quality.
Conclusion: Water quality was good in upstream (S_1) due to lack of contamination sources, however, discharging wastewater of Khalkhal and Givi cities to the river decreased water quality gradually in downstream (S_2 and S_4). Average of data obtained indicates that all the monitoring stations fall in C (medium) category based on NSFWQI classification.
Key Words: Hiroo River; Water Quality Index, NSFWQI, WILCOX.

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-01-16]