کاربرد سامانه‌های اطلاعات مکانی در پهنه‌بندی کیفی آب رودخانه گدارخوش

علی رمضانی[1]، دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی
مهدی احمدی‌مقدم، استادیار مرکز تحقیقات فناوری‌های زیست‌محیطی، دانشگاه جندی شاپور اهواز
امیرحسام حسنی، استادیار دانشکده محیط زیست، واحد علوم تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی
محمدرضا جعفری، مربی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی ایلام

دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۰۵/۲۲ پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۱۱/۲۹

چکیده

از دیرباز شکل‌گیری جوامع انسانی، مراکز صنعتی، کشاورزی و غیره در نزدیکی رودخانه‌ها بوده است و با افزایش جمعیت، رشد تکنولوژی، افزایش استفاده از منابع آبی و دخل و تصرف غیر طبیعی، شرایط کیفی رودخانه‌ها تغییر یافته است. لذا در این زمینه سنجش و تحلیل داده‌های کیفی، هم‌چنین بررسی اطلاعات مکانی در اثرگذاری بر کیفیت آب رودخانه جهت پهنه‌بندی و کنترل مدیریتی آن به‌سمت استاندارد قابل قبول، ما را یاری می‌نماید. رودخانه گدارخوش از رودخانه‌های مرزی کشور در مرز ایران و عراق در استان ایلام با سطح حوزه‌ای معادل ۱۲۰۲/۶۸ کیلومتر مربع واقع شده است. محدوده مطالعاتی این تحقیق، حوزه آبخیز رودخانه گدارخوش می‌باشد که از محل ورود به استان تا خروج از مرز کشور عراق گسترش یافته است. از ۱۰ ایستگاه نمونه‌برداری به نام‌های ششدار، تنگ حمام، تصفیه خانه، مهدی آباد، بانویزه، چم آب، گردنه قلا، قبله، پل فلزی و پل شکسته برای مدت شش ماه (مهر ماه ۸۹ تا اسفند ماه ۸۹) به‌صورت ماهیانه پارامترهای اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی، فسفات کل، نیترات، کلیفرم مدفوعی، کل جامدات محلول، اکسیژن محلول، کدورت، pH و دما اندازه‌گیری شد. تاکنون مطالعات زیادی در خصوص تعیین کیفیت آب‌های سطحی صورت گرفته است، که عمدتا به بررسی اثر مواد آلاینده غیرطبیعی (انسان‌ساز) بر کیفیت آب پرداخته‌اند. در این تحقیق سعی شده است به تاثیر متقابل عوامل طبیعی (غیر انسان‌ساز) و عوامل غیرطبیعی (انسان‌ساز) بر کیفیت آب رودخانه پرداخته شود. نتایج آزمایشگاهی حاصله با تلفیق لایه‌های اطلاعاتی استخراج شده از محیط GIS در محاسبه شاخص کیفیت آب نشان داد که ایستگاه مهدی آباد با نمره عددی ۴۷/۳۳ شاخص کیفی NSFWQI در وضعیت بد و بقیه ایستگاه‌ها در وضعیت متوسط و در طبقه عددی ۷۰-۵۰ شاخص کیفی NSFWQI قرار دارند.

واژه‌های کلیدی: استان ایلام، شاخص کیفی NSFWQI، کیفیت آب، منابع آب، نمونه‌برداری

مقدمه

پهنه‌بندی کیفیت آب رودخانه اولین و مهم‌ترین مرحله در کیفیت آب‌های سطحی محسوب می‌شود. هم‌چنین شناخت کیفیت آب‌های سطحی جهت مصارف شرب، صنعتی و کشاورزی امری اجتناب‌ناپذیر است، در نتیجه شناخت نقاط آلوده به آلاینده‌های منطقه باعث استفاده بهینه از آب در مصارف مختلف می‌شود. از میان انواع مختلف شاخص‌های کیفی آب، شاخص کیفیت آب سازمان بهداشت ملی آمریکا (NSFWQI) که در سال ۱۹۷۰، توسط بنیاد بهداشت ملی آمریکا ارائه شد، یکی از ساده‌ترین و پرکاربردترین روش‌ها برای ارزیابی کیفیت می‌باشد.

[1] نویسنده مسئول ali_ramz74@ yahoo.com

سازمان اکولوژی ایالت واشنگتن در سال ۲۰۰۲ در یک پژوهش، از شاخص کیفیت آب برای ارزیابی آب رودخانه‌های این ایالت استفاده نمود. در این پژوهش ۶۲ ایستگاه در طول مسیر رودخانه‌ها انتخاب شد. نتایج روند افزایشی تغییرات امتیازهای شاخص کیفیت آب را نشان داد (WSDE[1]، ۲۰۰۲).

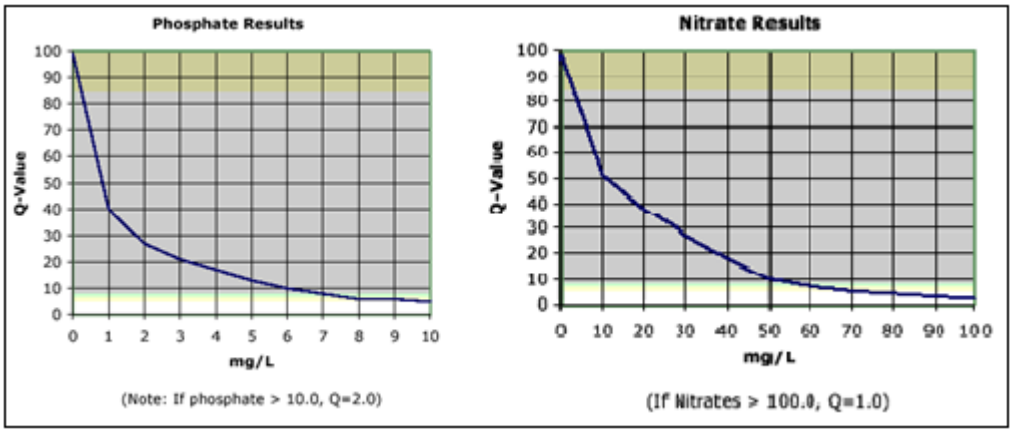
نصراله‌زاده و همکاران در سال ۱۳۷۷، کیفیت آب رودخانه تجن را با استفاده از الگوی کیفیت آب براساس منحنی‌ها و جداول شاخص کیفیت در چهار ایستگاه بالادست و پایین‌دست رودخانه مورد بررسی قرار دادند. نتایج این بررسی نشان داد که دو ایستگاه بالادست رودخانه دارای آب پاک و سالم بوده و در دو ایستگاه پایین‌دست، شروع تغییرات جدی در ویژگی‌های آب مشاهده شد، اما به‌طور کلی کیفیت آب رودخانه از لحاظ طبقه‌بندی کیفیت سالانه در رده خوب قرار گرفت (نصراله‌زاده و واردی، ۱۳۸۱).

جعفرزاده و همکاران (۱۳۷۷)، تأثیر ورود فاضلاب‌های کشاورزی و صنایع وابسته را بر کیفیت آب رودخانه دز بررسی نمودند. در این پژوهش با استفاده از اطلاعات اقلیمی، جغرافیایی و آب‌شناسی، چگونگی کاهش کیفیت آب رودخانه دز، در اثر ورود منابع آلاینده مختلف خصوصا فاضلاب‌های کشاورزی و صنایع وابسته مورد بررسی قرار گرفت.

شاخص کیفیت آب (NSFWQI)[2] یکی از شاخص‌های پر کاربرد جهت طبقه‌بندی کیفیت آب‌های سطحی می‌باشد. که بر اساس پارامترهای pH، اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی، کل جامدات محلول، اکسیژن محلول، کدورت، دما، فسفات، نیترات و کلیفرم مدفوعی تعیین می‌شود. از تأثیر مرکب پارامترهای فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی منحنی‌های استاندارد شاخص به‌دست می‌آید، که از الگوی زیر تبعیت می‌کند (شیخ ستانی، ۱۳۸۰؛ کریمیان، ۱۳۸۵).

$$WQI = \sum W_i Q_i \qquad (۱)$$

که در آن، WQI[3] شاخص کیفیت آب، W_i وزن یا درجه اولویت عامل از صفر تا یک (جدول ۱)، Q_i کیفیت پارامتر از صفر تا ۱۰۰ (شکل ۱) می‌باشد.



شکل ۱- منحنی میانگین اندازه نیترات و فسفات

نظام شاخص کیفیت آب نیازمند رابطه‌ای قطعی بین مقادیر متفاوت هر مشخصه آزمایشگاهی و میزان کیفیتی است، که می‌توان براساس تغییرات آن، مشخصه‌ای به آب نسبت داد. از آن‌جا که کیفیت آب یک فاکتور واحد قابل اندازه‌گیری نمی‌باشد، ایجاد رابطه فوق‌الذکر نیازمند نوعی استنتاج کیفی است، که مکانیسم تعیین این روابط، استفاده از منحنی‌ها و جداول معیار است. از طریق این شاخص می‌توان کیفیت آب را در ایستگاه‌های مختلف یک رودخانه در طی چند مدت

[1] Washington State Department of Ecology
[2] National Sanitation Foundation Water Quality Index
[3] Water Quality Index

مورد بررسی قرار داد. با استفاده از برنامه نرم‌افزاری NSFWQI می‌توان در مدت زمان کوتاه‌تر، شاخص کیفیت هر پارامتر و شاخص کل را محاسبه نمود (Islam و همکاران، ۲۰۱۱؛ NSF[1]، ۲۰۰۶).

جدول ۱- وضعیت فاکتورهای مورد نیاز و وزن انتخاب شده در شاخص NSFWQI

پارامتر	واحد	وزن
اکسیژن محلول	٪	۰/۱۹
اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی	میلی‌گرم بر لیتر	۰/۱۱
فسفات	میلی‌گرم بر لیتر	۰/۱۰
نیترات	میلی‌گرم بر لیتر	۰/۱۰
درجه حرارت	درجه سانتی‌گراد	۰/۱۰
مجموع جامدات محلول	میلی‌گرم بر لیتر	۰/۰۷
کلیفرم مدفوعی	تعداد / در ۱۰۰ میلی‌لیتر نمونه	۰/۱۶
کدورت	NTU	۰/۰۸
pH	واحد	۰/۱۱
جمع	-	۱

جدول ۲- متوسط مقادیر شاخص کیفیت آب رودخانه‌ها

وضعیت	مقدار عددی	رنگ مشخصه
بسیار خوب	۹۰-۱۰۰	آبی روشن
خوب	۷۰-۹۰	آبی متوسط
متوسط	۵۰-۷۰	آبی پررنگ
بد	۲۵-۵۰	زرد
بسیار بد	۰-۲۵	قرمز

شاخص کیفی سازمان بهداشت ملی آمریکا (NSFWQI): Brown و همکاران در سال ۱۹۷۰، با حمایت سازمان بهداشت ملی آمریکا، نظرسنجی در خصوص شاخص کیفی را در بین تعداد کثیری از متخصصین انجام دادند. این نظرسنجی بر پایه پرسش‌نامه طراحی شده بود، که پس از نظرسنجی و انتخاب پارامترهای مورد نظر از افراد خواسته شد تا برای هر یک از پارامترهای آلودگی برگزیده یک منحنی ترسیم نمایند، به گونه‌ای که محور عمودی بیان‌گر سطح کیفی آب و محور افقی بیان‌گر میزان آلودگی بود. پس از دریافت پاسخ‌ها و منحنی‌های پایه، برای هر یک از پارامترها یک منحنی میانگین ترسیم شد، که در شکل ۱ ملاحظه می‌شود. این شاخص یک پیشنهاد برای توسعه مقایسه کیفیت آب در بخش‌های مختلف یک کشور بوده و دارای ۱۰۰ درجه کیفیت آب می‌باشد و به‌طور عمده بر مبنای محاسبات ریاضی، برای محاسبه ارزش واحدی جهت بیان میزان کیفیت از نتایج چندگانه است. نتایج شاخص، سطحی از کیفیت آب را دریک حوضه آبی مانند دریاچه، رودخانه و نهر ارائه می‌کند (Puri و همکاران، ۲۰۱۱؛ NSF، ۲۰۰۶).

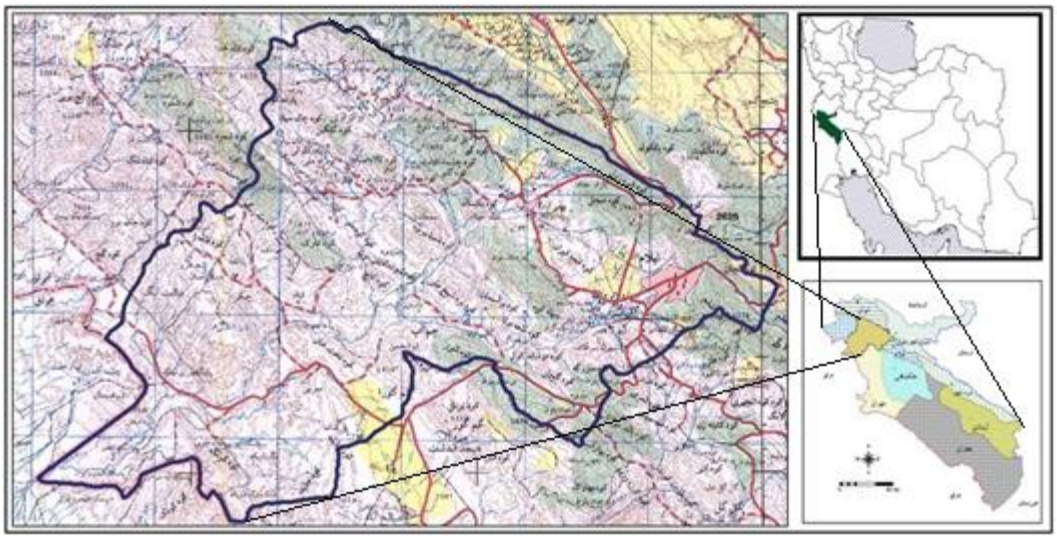
شاخص کیفیت آب می‌تواند تغییرات کیفیت را در منابع آبی، به‌ویژه در زمان‌های مختلف نشان دهد و هم‌چنین، برای مقایسه کیفیت منابع آبی در یک ناحیه و حتی در سراسر جهان مورد استفاده قرار گیرد. نتایج این شاخص هم‌چنین، برای تعیین و توضیح (سلامتی) منابع آبی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Abbasi، ۲۰۰۰). برای تعیین این شاخص، نه پارامتر اصلی به‌شرح جدول ۱ شامل pH، دما، کدورت، کلیفرم گرماپای، اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی، کل جامدات محلول، اکسیژن محلول، کل فسفات و نیترات اندازه‌گیری می‌شود.

[1] National Sanitation Foundation

مواد و روش‌ها

موقعیت و مساحت حوضه: حوزه آبخیز گدارخوش با سطح حوزه‌ای معادل ۱۲۰۲/۶۸ کیلومتر مربع بین سه حوزه آبخیز کنجانچم، کنگیر و تلخاب در محدوده جغرافیایی عرض‌های شمالی ´۲۷ و °۳۳ تا ´۵۰ و °۳۳ و طول شرقی ´۴۹ و °۴۵ تا ´۲۹ و °۴۶ واقع شده است. حد غربی و جنوبی حوضه، مرز عراق و حد شمال، شمال شرقی و شرق آن حوزه آبخیز میمه و سیمره و چرداول می‌باشد. از کوه‌های مرتفع حوضه، کبیر کوه، اناران، الله خدا، مورموری، کبود مادیان دو-له و سبحان هستند که مرتفع‌ترین آن‌ها کبیر کوه درشرق حوضه با ارتفاع ۲۸۳۰ متر از سطح دریا مورد مطالعه واقع شده است. بخش شمال و شمال شرقی حوضه متشکل از ارتفاعات نسبتاً مرتفع است که به‌صورت نواری از رشته کوه محلی قابل مشاهده می‌باشد. پست‌ترین نقطه حوضه مورد مطالعه در حوالی مرز عراق در حدود ۸۰ متر از سطح دریا می‌باشد (اداره کل حفاظت محیط زیست ایلام، ۱۳۸۲). در شکل ۲ موقعیت حوضه مورد مطالعه نشان داده شده است.

رودخانه گدارخوش از ارتفاعات کوه گچان، قلندر-رنو، شره زول، پارده و کوه الله خدا سرچشمه گرفته و پس از عبور از شهرهای ایلام، چوار، روستای بانویزه، چم آی در حد فاصل دو پاسگاه انجیره و نی خضر وارد خاک عراق می‌شود. حداکثر دبی رودخانه در شرایط سیلابی ۳۰۰-۳۵۰ m^3/h و در شرایط خشک‌سالی تا ۲۰ m^3/h می‌باشد. رودخانه از سه سرشاخه اصلی چوار، تنگ گراب و گلال رود تشکیل شده که پس از الحاق این سرشاخه‌ها به سمت جنوب غرب جریان می‌یابد (اداره کل حفاظت محیط زیست ایلام، ۱۳۸۲). بیش‌تر حوزه آبخیز رودخانه از زمین‌های تپه ماهوری، تیغه‌های فرسایشی و گیاهان پراکنده تشکیل شده و تنها در نزدیکی مرز، قسمت‌هایی از دشت دارای شیب ملایمی می‌باشد. سرچشمه رودخانه از سنگ‌های آسماری متعلق به دوره میوسن و الیگوسن است، مسیر رودخانه موازی با ساختمان زمین می‌باشد، مگر این‌که به لبه‌های سخت‌تری در پایین دست چوار برسد، کم و بیش با زوایه قائم به این ساختمان‌ها در قسمت سری خاک‌های فارس فوقانی که بسترهای متناوب شنی و رسی با گچ دارند و حرکت سایر قسمت‌های پایین‌تر رودخانه دره‌های باریک و تنگ سنگ‌های نرم‌تر را قطع می‌کند. آسماری، پاپده، ایلام و گورپی بهترین سازندهای منطقه هستند که در کیفیت آب آغاجاری، بختیاری، گچساران تاثیر دارند.



شکل ۲- نقشه موقعیت حوضه مورد مطالعه در استان (مقیاس ۱:۵۰۰۰۰)

تقسیم‌بندی حوضه به واحدهای هیدرولوژیکی: با توجه به عدم وجود ایستگاه هیدرومتری، حوضه فوق به چهار زیر حوضه مستقل و یک حوضه غیر مستقل که تحت تأثیر زیر حوضه‌ها می‌باشد، تفکیک می‌شود. گلال رود، چوار، ایلام و خوش اسامی زیر حوضه‌ها می‌باشند، که مشخصات این چهار زیر حوضه در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳- مشخصات جغرافیایی چهار زیرحوضه مهم منطقه

مشخصات فیزیکی زیر حوضه	مساحت (کیلومتر مربع)	پیرامون (کیلومتر مربع)	ارتفاع بلندترین (متر)	ارتفاع عمل خروجی (متر)	اختلاف ارتفاع (متر)
گلال رود	۲۶۸۵	۶۹۵	۱۱۱۰	۲۶۱	۸۴۹
چوار	۲۲۸/۸۲	۷۵	۲۲۴۳	۵۵۰	۱۶۹۳
ایلام	۲۲۱/۳	۷۹	۲۳۳۵	۵۸۰	۱۷۵۵
خوش	۴۸۲/۶	۱۰۵	۱۵۹۰	۲۱۰	۱۳۸۰

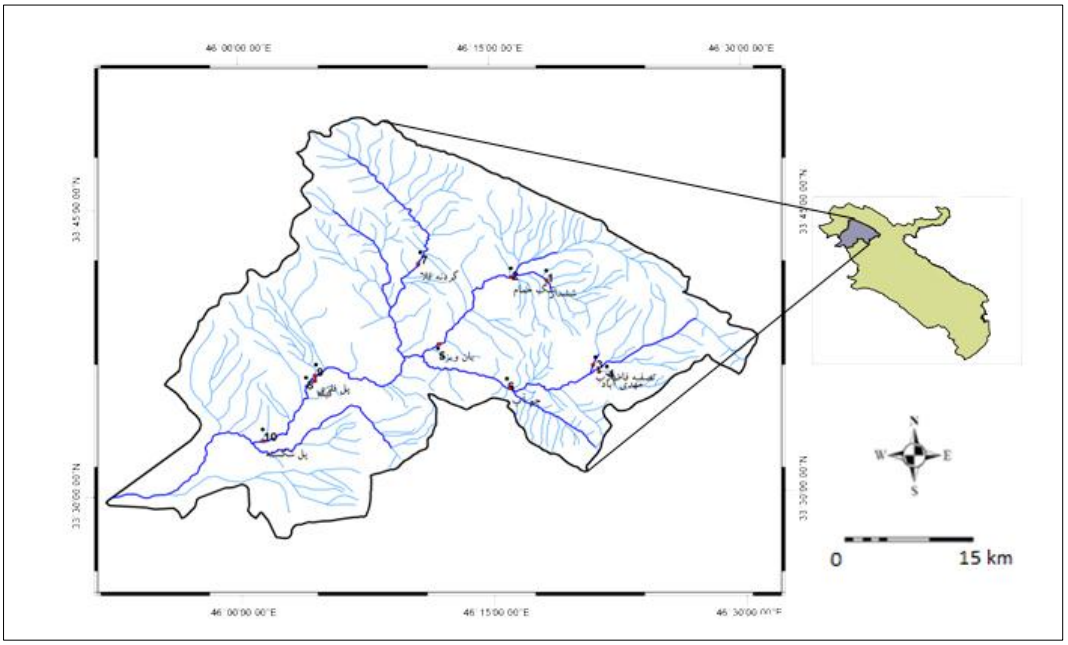
در این حوضه ۱۰ ایستگاه با توجه به ورود آلاینده‌ها و اتصال به سرشاخه‌های اصلی انتخاب شد و لایه‌های آن‌ها شامل موقعیت ایستگاه، زمین شناسی، خاک، توپوگرافی، کاربری، تاسیسات، منابع آلاینده و مسکونی در محیط GIS تهیه شد (جدول ۴ و شکل ۳). از هر ایستگاه به‌صورت ماهانه و در طول شش ماه از مهرماه ۱۳۸۹ تا اسفندماه ۱۳۸۹ نمونه‌های آب برداشت شد و جهت مشخص شدن پارامترهای فیزیک‌وشیمیایی (درجه حرارت،کدورت، pH، اکسیژن محلول، کل کلیفرم، BOD، فسفات کل، نیترات، کل جامدات) به آزمایشگاه منتقل شد و در نهایت داده‌های جمع‌بندی شده با استفاده از شاخص کیفی آب NSFWQI تجزیه و تحلیل صورت گرفت و کیفیت آب هر ایستگاه با وضعیت‌های بسیار خوب، خوب، متوسط، بد و بسیار بد مطابق جدول ۲ مشخص شد و اطلاعات شاخص کیفی هر ایستگاه با پهنه‌بندی اطلاعات مکانی ایستگاه بر هم منطبق و نتایج به‌دست آمد.

جدول ۴- موقعیت و مشخصات ایستگاه‌های نمونه برداری

شماره ایستگاه	محل ایستگاه	موقعیت جغرافیایی « UTM»		
		طول	عرض	ارتفاع
۱	ششدار	۶۲۰۵۶۵	۳۷۲۸۱۱۲	۹۶۲
۲	تنگ حمام	۶۱۷۶۰۵	۳۷۲۸۲۹۱	۹۱۵
۳	تصفیه خانه	۶۲۵۷۰۹	۳۷۱۹۲۰۴	۱۱۹۶
۴	مهدی آباد	۶۲۵۶۷۳	۳۷۱۹۲۹۴	۱۱۹۶
۵	بانویزه	۶۱۰۹۵۰	۳۷۲۱۷۹۰	۶۶۰
۶	چم آب	۶۱۷۳۵۵	۳۷۱۷۵۷۸	۸۴۴
۷	گردنه قلا	۶۰۹۱۴۹	۳۷۲۹۷۱۱	۷۵۳
۸	قبله	۶۰۰۳۰۰	۳۷۱۸۹۸۲	۴۶۵
۹	پل فلزی	۵۹۹۸۶۳	۳۷۱۸۸۴۶	۴۵۸
۱۰	پل شکسته	۵۹۴۸۵۰	۳۷۱۲۴۰۷	۳۲۶

در این مطالعه پس از این‌که نمونه‌ها تهیه شد، آزمایش‌های لازم بر روی آن‌ها صورت گرفت، سپس بانک اطلاعات کیفیتی در محیط GIS برای این حوضه مطالعاتی تهیه شد. جهت این کار ۱۰ ایستگاه بر روی رودخانه انتخاب شد و شرایط انتخاب ایستگاه‌ها به‌نحوی بود که دارای شرایط واقعی رودخانه، امکان دسترسی و نمونه‌برداری در تمام طول سال، پایداری بستر، عدم رشد گیاهان شناور، فاصله مناسب با محل تخلیه آلاینده، اختلاط کامل قبل از نمونه‌برداری و نداشتن پیچ‌های تند بود. نمونه‌برداری‌ها برای مدت شش ماه به‌صورت ماهیانه (شش مورد نمونه‌برداری) از مهر ماه ۸۹ تا اسفند ماه ۸۹ برای پارامترهای اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی (شاخص بار آلی)، نیترات (شاخص مواد مغذی) و کلیفرم (شاخص بارمیکروبی) فسفات، کدورت، دما، pH، کل جامدات محلول، اکسیژن محلول انجام شد. جهت تهیه نمونه‌ها تعدادی از پارامترها با وسایل قابل حمل و مابقی پس از تثبیت به آزمایشگاه انتقال داده شد و بر اساس روش

استاندارد متد[1] مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت، در جدول ۵ روش‌های انجام آزمایش ارائه شده است (Rice و همکاران، ۲۰۱۲).



شکل ۳- نقشه هیدروگرافی وموقعیت ایستگاه‌های نمونه برداری حوزه آبخیز رودخانه گدارخوش

جدول ۵- روش انجام آزمایش‌ها بر اساس Rice و همکاران (۲۰۱۲)

ردیف	پارامتر	روش مورد استفاده	شماره روش (استاندارد متد)	
۱	کدورت	روش نفلومتری	بخش ۲ ص ۹	۲۱۳۰ B
۲	TDS	کل جامدات محلول خشک شده در دمای ۱۸۰ درجه سانتیگراد	۲۰- ص ۵۶	۲۶۴۰ C
۳	فسفات کل	اسپکتروفتومتر DR5000		
۴	نیترات	طیف سنجی	بخش ۴- ص ۱۰۱	۴۵۰۰ B.C
۵	BOD	BOD5	بخش ۵ – ص ۲	۵۲۱۰ B
۶	بارمیکروبی	روش تخمیر چند لوله ای برای باکتریهای گروه کلیفرم	بخش ۹ – ص ۴۷	۹۲۲۱ B

نتایج آماری در محیط Excel وارد شد (جداول ۶ و ۷) و پس از 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 کل مسیر رودخانه به‌صورت لایه‌های مجزا در نظر گرفته شد. هم‌چنین، اطلاعات توصیفی تهیه شده در محیط Excel به لایه نقشه پیوند داده شد و با استفاده از نرم‌افزار ILWIS مورد بررسی قرار گرفت. سپس با توجه به رنگ‌بندی (جدول ۲) مقطع رودخانه، پهنه‌بندی و نقشه‌های نهایی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ تهیه شد. نرم‌افزار ILWIS قادر است با وارد نمودن مختصات جغرافیایی نقاط نمونه‌برداری به آن، محدوده‌ی دقیق این نقاط را بر روی نقشه مشخص نماید (جهانی، ۱۳۸۱).

نتایج و بحث

[1] Standard Methods For Examination Of Water and Wastewater

نتایج حاصل از شش ماه نمونه‌برداری هیدروشیمیایی و میکروبی با استفاده از نرم افزارهای Excel و SPSS مورد بررسی قرار گرفت و تحت نرم افزار محاسباتی NSFWQI به هر یک از ایستگاه‌ها، مطابق جدول ۱ نمره‌دهی صورت گرفت و مشخص شد که ایستگاه چهار (مهدی آباد) با میانگین عددی ۴۷/۳۳ در وضعیت بد و بقیه ایستگاه‌ها در وضعیت متوسط قرار گرفتند. جدول ۸ و شکل ۴ نشان دهنده این وضعیت‌ها می‌باشند.

جدول ۶- نمونه نتایج آزمایشات هیدروشیمیایی و میکروبی ایستگاه ۱

تاریخ برداشت	pH	دما	کدورت	کلیفرم گرمایای	BOD5	TDS	DO	کل فسفات	نیترات	NSF WQI
مهر	۸.۶۹	۱۵.۱	۴۳.۳	≤۲۸۰۰	۰	۶۲۵	۱۶۳.۸	۰.۶۰۹۳	۷.۳۵	۴۸
آبان	۸.۶۳	۸.۸	۹.۳۳	≤۲۸۰۰	۳	۵۵۱	۱۲۶	۱.۵	۷.۳۸	۵۳
آذر	۸.۳۸	۵.۳	۱۴.۶۳	≤۱۸۰۰	۰	۵۲۷	۱۰۶.۶	۰.۴۲۶	۷.۵۶	۶۴
دی	۸.۳۶	۱۰.۱	۱۸.۴۱	۱۷۵۰	۰	۵۱۲	۸۸.۹	۰.۲۷۹	۶.۷۳	۶۳
بهمن	۸.۰۳	۱۵.۱	۵۹۰	۳۷۵	۰	۲۷۲	۵۰.۸	۰.۴۹۳	۴.۹۹	۵۱
اسفند	۸.۶۳	۱۰.۸	۴.۹۵	≤۱۸۰۰	۳	۳۰۲	۶۴.۷	۰.۶۳۲	۶.۸۷	۵۴
میانگین شش ماه	۸.۴۴	۱۰.۸۷	۱۱۳.۴۴	۱۵۶۲.۵	۱.۰۰	۴۶۸.۸۳	۱۰۰.۱۳	۰.۶۶	۶.۸۱	۵۵.۵۰

جدول ۷- نمونه نتایج آزمایشات هیدروشیمیایی و میکروبی ایستگاه ۲

تاریخ برداشت	pH	دما	کدورت	کلیفرم گرمایای	BOD5	TDS	DO	کل فسفات	نیترات	NSF WQI
مهر	۸.۶۶	۱۵	۱۵۷	۲۸۰۰	۴	۵۸۵	۱۴۴.۴	۰.۵۳۳۶	۵.۳۲	۴۲
آبان	۸.۲۶	۱۰	۴۰۶	۲۸۰۰	۲	۴۸۷	۱۳۶	۰.۳۲	۴.۵	۵۵
آذر	۷.۸۸	۶.۹	۵۴۷	۲۸۰۰	۲	۵۰۵	۱۰۳.۲	۱.۱۲	۴.۹۲	۵۶
دی	۸.۱	۹	۷۵۳	۵۲۵	۱	۵۱۷	۸۸.۴	۰.۴۷	۴.۸۸	۵۹
بهمن	۸.۱	۱۴.۱	۹۶۷	۲۸۰۰	۱	۳۹۴	۵۴.۲	۰.۹۴۴	۵.۲۵	۴۸
اسفند	۸.۱۴	۱۴.۷	۴۶۶	۲۸۰۰	۳	۳۳۱	۶۵.۵	۰.۹۴۳	۴.۹۷	۴۸
میانگین شش ماه	۸.۱۹	۱۱.۶۲	۵۴۹.۳۳	۲۴۲۰.۸۳	۲.۱۷	۴۶۹.۸۳	۹۸.۶۲	۰.۷۲	۴.۹۷	۵۱.۳۳

جدول ۸- میانگین و شاخص های آماری NSF(WQI)

NSF(WQI)

ماه‌های سال / ایستگاه‌ها	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	میانگین	انحراف معیار	دامنه	
									حداکثر	حداقل
۱. ششدار	۴۸	۵۳	۶۴	۶۳	۵۱	۵۴	۵۵/۵	۳۵/۶	۶۴	۴۸
۲. تنگ حمام	۴۲	۵۵	۵۶	۵۹	۴۸	۴۸	۵۱/۳۳	۳۷/۶	۵۹	۴۲
۳. تصفیه خانه	۵۱	۴۹	۶۰	۵۸	۴۸	۵۸	۵۴	۵/۲۵	۶۰	۴۸
۴. مهدی آباد	۳۸	۴۱	۵۱	۵۶	۵۰	۴۸	۴۷/۳۳	۶۸/۶	۵۶	۳۸
۵. بانویزه	۴۱	۵۴	۵۲	۵۲	۵۴	۴۹	۵۰/۳۳	۹۳/۴	۵۴	۴۱
۶. چم آب	۵۷	۵۵	۶۶	۶۰	۶۱	۶۵	۶۰/۶۷	۳۲/۴	۶۶	۵۵
۷. گردنه قلا	۶۰	۴۸	۶۶	۶۲	۶۰	۶۰	۵۹/۳	۶/۰۲	۶۶	۴۸
۸. قبله	۴۴	۴۸	۶۰	۵۸	۵۲	۵۳	۵۲/۵	۹۹/۵	۶۰	۴۴
۹. پل فلزی	۴۳	۴۸	۶۴	۶۰	۵۳	۵۵	۵۳/۸۳	۶۸/۷	۶۴	۴۳
۱۰. پل شکسته	۴۵	۵۴	۵۹	۶۴	۵۴	۵۷	۵۵/۵	۳۵/۶	۶۴	۴۵

لایه‌های اطلاعات به‌دست آمده شامل خصوصیات زمین‌شناسی، کاربری، اقلیم، جهت، شیب، ارتفاع و خاک و نتایج طبقه‌بندی شاخص NSFWQI هر ایستگاه جهت تعیین تفاوت اثر مجموع این عوامل در وضعیت کیفیت آب هر ایستگاه در یک جدول نهایی گردآوری شد و علامت * در این جدول نشان دهنده داشتن آن خصوصیت برای ایستگاه می‌باشد. این کار اثر متقابل عوامل طبیعی (غیر انسان‌ساز) و عوامل غیرطبیعی (انسان‌ساز) که همان تأثیر مواد آلاینده بر کیفیت فیزیک‌وشیمیایی آب می‌باشد، که با شاخص NSFWQI تعیین شده است، را نشان می‌دهد و در نتیجه‌گیری نهایی و تصمیم‌گیری‌های مدیریت کیفیت رودخانه کمک قابل توجهی می‌نماید (جدول ۹).

شکل ۴- نمودار تغییرات کیفیت آب براساس شاخص NSF در ایستگاه‌های نمونه برداری

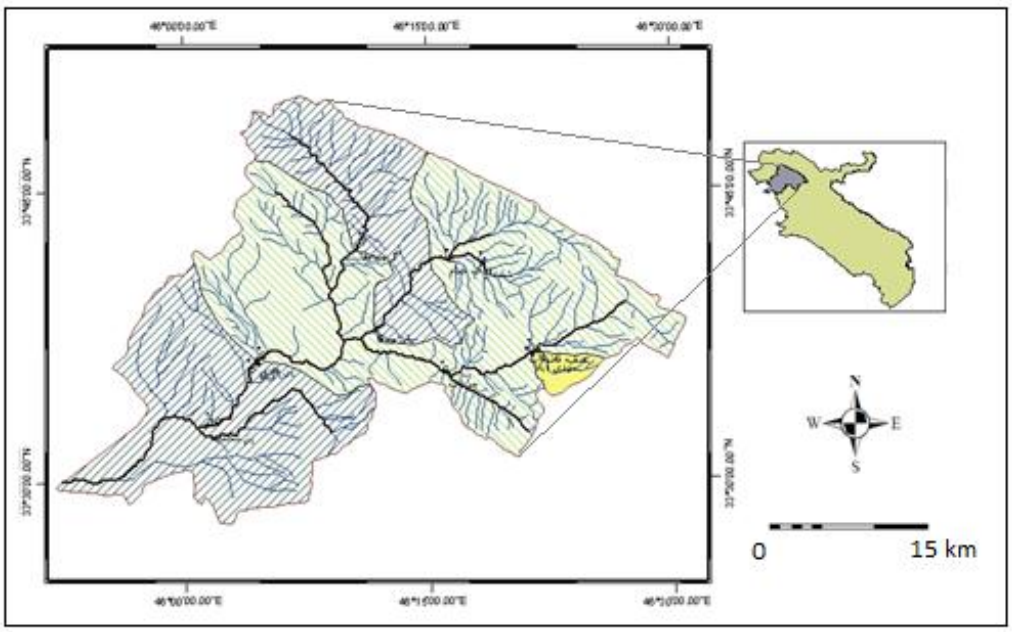
با توجه به تلفیق لایه‌های خروجی از نرم‌افزار GIS و شاخص کیفی آب سرشاخه‌های رودخانه که عمدتاً در دشت‌های ایلام و چوار واقع شده و دارای شیب زیاد و اقلیم سرد است، تشکیلات زمین‌شناسی منطقه دارای سازندهای آهک کرتاسه با حالت کارستیکی است. قسمت اعظم بقیه حوضه نیز دارای سازند الیگوسن یا آهک آسماری بوده و سری میوسن در شمال محدوده ملاحظه می‌شود. لذا عمدتاً جریان آب در آن سریع بوده و سطح تماس در مقایسه با حجم آب در گردش کم است (اداره کل حفاظت محیط زیست ایلام، ۱۳۸۲؛ راهنمای ارزیابی کیفی منابع آب، ۱۳۸۴). به‌همین دلیل خواصی که سازندهای فوق می‌تواند بر آب بگذارند، منفی خواهد بود و در صورتی که این جریان آب در این سازندها به هر دلیلی کاملاً قطع شود، منافذ و خلل و فرج سنگ‌ها به‌وسیله مواد آلاینده آلی و میکروبی پر شده و آب را آلوده می‌کند. با توجه به تفسیر کیفی شاخص کیفیت آب NSF نتیجه گرفته می‌شود که، رودخانه در ایستگاه چهار (مهدی آباد) با نمره عددی ۴۷/۳۳، دارای شاخص کیفیت با وضعیت بد و در ایستگاه‌های دیگر دارای وضعیت متوسط است و در طبقه عددی ۷۰-۵۰ شاخص کیفیت قرار دارد. البته در قسمت‌های ایستگاه‌های هشت و نه و ۱۰ حوضه خروجی رودخانه با توجه به وضعیت خودپالایی آن شرایط زیست آبزیان به‌ویژه ماهی‌ها بهبود یافته و جمعیت آن‌ها افزایش یافته است. در نهایت با توجه به اعداد طبقه به‌دست آمده از شاخص کیفیت آب NSFWQI (جدول ۸) و با مشخص شدن حوزه آبخیز هر ایستگاه و لایه‌های اطلاعاتی استخراج شده از محیط GIS پهنه‌بندی کیفی مطابق شکل ۵ صورت گرفت. به‌طور کلی می‌توان گفت که استفاده از آب این رودخانه جهت مصارف کشاورزی کاربرد داشته و هیچ محدودیتی نداشته و به‌جهت مصرف شرب توصیه نشد.

جدول ۹- نتایج سامانه جفرافیایی و شاخص کیفی ایستگاه‌های نمونه برداری رودخانه گدارخوش

	ایستگاه / پارامتر	ششدار	تنگ حمام	تصفیه خانه	مهدی آباد	بانویزه	جم آب	گردنه قلا	قبله	پل فلزی	پل شکسته
زمین شناسی	ایلام			❋	❋						
	پاپده	❋									
	گوریی		❋			❋	❋				
	آسماری							❋			
	آغاجاری										❋
	کواترنر								❋	❋	
کاربری	جنگل			❋	❋	❋		❋	❋	❋	
	مرتع	❋									
	زراعی		❋				❋				❋
اقلیم	مدیترانه ای سرد	❋	❋	❋	❋						
	نیم خشک سرد					❋	❋	❋			
	معتدل سرد								❋	❋	❋
جهت	E-W	❋									
	NE-SE		❋	❋	❋	❋	❋	❋	❋	❋	❋
شیب	۰-۵	❋									
	۱۵-۳۰		❋	❋	❋	❋	❋	❋	❋	❋	❋
ارتفاع	۱۲۰۰-۸۰۰ متر	❋	❋	❋	❋	❋	❋	❋			
	۸۰۰-۴۰۰								❋	❋	❋
	<۴۰۰										❋
خاک	کم عمق تا نیمه عمیق سنگ شیره دار		❋	❋	❋						
	عمیق با بافت سنگین تا خیلی سنگین	❋									
	بدون خاک					❋		❋			
	کم عمق غیر یک‌نواخت با بیرون‌زدگی سنگی								❋	❋	❋
	عمیق تا نیمه عمیق سنگ ریزه دار										
طبقه دما NSF(WQI)	۰-۲۵				❋						
	۲۵-۵۰										
	۵۰-۷۰	❋	❋	❋		❋	❋	❋	❋	❋	
	۷۰-۹۰										
	۹۰-۱۰۰										

پیشنهادها

- احداث تصفیه‌خانه فاضلاب On sit (دفع در محل) برای روستاهای پراکنده مسیر حوضه رودخانه
- آموزش روستائیان به‌منظور خودداری از دفع فضولات حیوانی به داخل رودخانه
- ملزم نمودن صنایع واقع در حریم رودخانه به رعایت استانداردهای زیست محیطی دفع پساب
- داشتن برنامه پایش منظم از طریق سازمان‌ها و مراجع ذیصلاح
- خودداری از صدور مجوزهای فعالیت‌های صنعتی در حریم رودخانه



شکل ۵- پهنه‌بندی کیفی آب رودخانه گدارخوش

منابع مورد استفاده

۱. اداره کل حفاظت محیط زیست ایلام. ۱۳۸۲. بررسی منابع آلاینده رودخانه گدارخوش، ص ۲۲۶-۲۲۰، ۶۵-۶۰.

۲. جهانی، ع.، س. مسگری. ۱۳۸۱. GIS به زبان ساده. انتشارات سازمان جغرافیایی وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح، ص ۸۹-۸۷.

۳. جعفرزاده حقیقی‌فرد، ن.، ک. مروتی، و ه. کعبی. ۱۳۷۷. تأثیر ورود فاضلاب‌های کشاورزی و صنایع وابسته بر کیفیت آب رودخانه دز. مجموعه مقالات پنجمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه، اهواز، دانشگاه شهید چمران، ۳۴۳ صفحه.

۴. راهنمای ارزیابی کیفی منابع آب. ۱۳۸۴. شرکت سهامی منابع آب ایران، ۶۶ (الف): ۵-۲.

۵. شیخ ستانی، نسرین. ۱۳۸۰. شاخص‌های کیفی آب‌های سطحی و کاربرد آن در ارزیابی آسیب‌پذیری کیفی و پهنه‌بندی رودخانه‌ها. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده عمران، دانشگاه علم و صنعت تهران.

۶. کریمیان، آرزو. ۱۳۸۵. تحلیل آماری و تعیین پهنه‌های کیفی آب رودخانه زهره با کاربرد آنالیز خوشه‌ای تشابهات. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی.

۷. نصراله‌زاده، ح. و ا. واردی. ۱۳۸۱. بررسی کیفیت آب رودخانه تجن با استفاده از منحنی شاخص کیفیت. مجموعه مقالات ششمین سمینار بین‌المللی مهندسی روخانه،دانشگاه شهید چمران، ۹۰۳ صفحه.

8. Abbasi, S.A. 2000. Water quality indices center for pollution control energy technology university pindichevy: 22-40.
9. Islam, S., M.T. Rasul, M.J.B. Alam and M.A. Haque. 2011. Evaluation of wate. Quality of the Titas River using NSF Water Quality Index. Findal report. Dhak, Bangladesh; Journal of scientific Research, Report ND: 3114.
10. National Sanitation Foundation. 2006. Available from: http://WWW.NSF Consumer. Org/Environment/Wqi. Asp. [Accessed 6.10.2004]
11. Puri, P.J., M.K.N. yenkie, S.p. sangal, NoV. Godhar, G.B. Sarote and D.B. Dhanovkar. 2011. Surface water quality assesment in Nagpur city (India) based on water quality index. Find report. Nagpur, India: Water Quality Assesment, Report No: RJC-697.
12. Rice, E.W., R.B. Baird, A.D. Eaton, L.S. Clesceri. 2012. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22nd ed., American Public Works Association. 1496 pages.
13. Washington State Department of Ecology. 2002. A water quality index for ecologys stream monitoring program.

Application of geographical information in water quality zonation of Ghodarkhosh River

Ali Ramezani[1]**,** Msc Student, Faculty of Environment, Khouzestan Sciences and Researches Unit, Islamic Azad University, Iran
Mehdi Ahmadimoghadam, Assistant Professor, Environmental Technology Research Center, Ahvaz Jundishapur University
Amir Hessam Hassani, Assistant Professor, Faculty of Environment, Khouzestan Sciences and Researches Unit, Islamic Azad University, Iran
Mohamad Reaz Jafari, Scientific Board, Agricultural and Natural Resources Research Center, Ilam

Received: 12 August 2011 Accepted: 17 February 2012

Abstract

From the past, the rivers were the agent of engender of municipal, industrial and agricultural centers beside the rivers. By increasing the population, growing the technology, increasing the use of water resources and abnormal occupation, the quality condition of rivers are changed. In this respect, the analysis of the qualitative data and the investigation of local information could help us in affecting the quality of rivers for zonation and management control to the accepted level of standard for various usages. Godarkhosh, one of the country's border rivers in Iran-Iraq border, is located in Ilam Province, with its basin of about 1202.68 km2. The research area is Godarkhosh river basin which starts from its entrance to the province to its outlet to Iraq. Required parameters such as monthly Biological Oxygen Demand, Total Phosphate, Nitrate, Focal Coliform, Total Suspended Solids, Dissolved Oxygen, Turbidity, pH, and Temperature were measured in 10 sampling stations of Sheshdar, Tanghamam, Tasfiehkhaneh, MehdiAbad, Banvizeh, Chamab, Gardaneh Ghala, Ghebleh, Pole Felezi, and Pole Shekasteh, from autumn to winter 2010. Several studies have been performed regarding surface water quality mainly investigating the effect of unnatural water pollutants. In this research, the reciprocal effects of natural and unnatural factors on river water quality were investigated. Compilation of laboratory results with quality index information layers within the GIS environment demonstrated that Mehdi Abad sampling station with 47.33 NSFWQI quality index is in a bad and the rest of the sampling stations with 50 to 70 NSFWQI quality index are in the average situation.

Key words: Ilam Province, NSFWQI quality index, Sampling, Water resources, Water quality

[1] Corresponding author: Ali_Ramz74@ yahoo.com