

The Assessment quality of right branch of Sarugh River located in Takab by National Sanitation Foundation Water Quality Index (NSFWQI) as well as zoning it using Geographical Information system (GIS)

Naser Rahimi

M.Sc. Department of Environmental Health Engineering, Takab Health Center, Urmia University of Medical Sciences, Takab, Iran.

Masoud Hamerezaee

* M.Sc. Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Science, Tehran, Iran. (Corresponding Author) m.rezaee1987@yahoo.com

Received: 22 September 2016

Accepted: 10 November 2016

ABSTRACT

Background & objective: Rivers are one of the most important water resources that play an important role to supply water requirements of different activities. and we able to make decisions about their application with their quality monitoring. This study was done to evaluate the right branch of Sarugh River quality using National Sanitation Foundation developed the Water Quality Index (NSFWQI) and zoning obtained by geographic information system (GIS).

Materials & Methods: In this cross sectional study, standard field parameters including dissolved oxygen, temperature, Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand, Most Probable Number of Coliforms, Fecal Coliform, Turbidity, Total Dissolved Solids, Total Solids, pH, Conductivity and others were measured at five different stations of right branch of Sarugh Tekab during the spring and summer in 2016. Sampling points were selected based on their importance. Water quality index was calculated using water quality index calculator based on National Sanitation Foundation (NSF) information system.

Results: The highest value of NSFWQI of the samples was 85 in A station in April while the lowest value was 55 in E station in May. Based on NSFWQI categories, water quality in A station was found in good category, and in other stations, were found within Moderate. Decreasing value of Water Quality Index (WQI) may be attributed to the high values of BOD and Fecal Coliform number in the stations of water.

Conclusion: Study results showed good water quality for A station that is suitable for various applications. In addition based on the results, it is expected to be provided valuable information in connection with the use of water bodies by the local people of the study region.

Document Type: Research article

Keywords: River, Water quality, NSFWQI index, Sarugh River, GIS.

► **Citation:** Rahimi N, Hamerezaee M. The Assessment quality of right branch of Sarugh River located in Takab by National Sanitation Foundation Water Quality Index (NSFWQI) as well as zoning it using Geographical Information system (GIS). *Journal of Research in Environmental Health*. Autumn 2016;2 (3) : 193-202 .

بررسی کیفیت شاخه راست رودخانه ساروق تکاب بر اساس شاخص ملی کیفیت آب (NSFWQI) و پهنه بندی نتایج توسط سامانه اطلاعات جغرافیایی

چکیده

زمینه و هدف: رودخانه‌ها یکی از مهم‌ترین منابع آب هستند که نقش مهمی را در تأمین آب مورد نیاز فعالیت‌های مختلف بر عهده دارند و با پایش کیفیت آنها می‌توان در خصوص کاربری آب آنها تصمیم‌گیری کرد. مطالعه حاضر با هدف بررسی کیفیت آب شاخه راست رودخانه ساروق شهرستان تکاب بر اساس شاخص ملی کیفیت آب (NSFWQI) و پهنه‌بندی نتایج حاصله توسط سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) انجام شد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه مقطعی، پارامترهای کیفی خاص مطالعات میدانی شامل اکسیژن محلول، دمای آب، اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی و شیمیایی، محتمل‌ترین تعداد کلیرم، کلیرم‌های مدفوعی، کدورت، کل جامدات محلول، کل جامدات، pH، هدایت ویژه آب و دیگر پارامترهای کیفی در ۵ ایستگاه مختلف شاخه راست رودخانه ساروق تکاب طی فصول بهار و تابستان سال ۱۳۹۵ اندازه‌گیری شدند. ایستگاه‌های نمونه‌برداری بر اساس اهمیت انتخاب شدند. شاخص کیفیت آب با استفاده از سیستم محاسبه شاخص بنیاد ملی بهداشت (NSF) محاسبه شد.

یافته‌ها: بیشترین شاخص NSFQI با مقدار ۸۵ برای ایستگاه A در فروردین ماه و کمترین آن با مقدار ۵۵ برای ایستگاه E در اردیبهشت ماه به‌دست آمد. بر اساس طبقه‌بندی شاخص NSFQI، آب ایستگاه A در طول ۶ ماه پایش دارای کیفیت خوب و بقیه ایستگاه‌ها کیفیت متوسط داشتند. کاهش مقادیر عددی شاخص به دلیل بالا بودن کلیرم مدفوعی و اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی بوده است.

نتیجه‌گیری: کیفیت آب ایستگاه اول برای استفاده‌های مختلف مناسب است. همچنین با توجه به نتایج مطالعه، انتظار می‌رود این نوع مطالعات اطلاعات با ارزشمندی در ارتباط با استفاده منابع آب توسط مردم محلی منطقه مورد مطالعه ارائه دهد.

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

کلیدواژه‌ها: رودخانه، شاخص NSFQI، ساروق، کیفیت آب، GIS.

ناصر رحیمی

کارشناس ارشد، گروه مهندسی بهداشت محیط، مرکز بهداشت شهرستان تکاب، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، ارومیه، ایران.

مسعود حمه رضائی

* کارشناس ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران. (نویسنده مسئول):

m.rezaee1987@yahoo.com

◀ **استناد:** رحیمی ن، حمه‌رضائی م. بررسی کیفیت شاخه راست رودخانه ساروق تکاب بر اساس شاخص ملی کیفیت آب (NSFWQI) و پهنه‌بندی نتایج توسط سامانه اطلاعات جغرافیایی. *فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط*. پاییز ۱۳۹۵؛ ۲(۳): ۱۹۳-۲۰۲.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۷/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۸/۲۰

حفاظت و استفاده بهینه از منابع آب، از اصول توسعه پایدار کشورها می باشد. رودخانه‌ها از مهم‌ترین منابع آبی هستند که نقش مهمی در تأمین آب مورد نیاز فعالیت‌های مختلف مانند کشاورزی، صنعت، شرب و تولید برق دارند. بسیاری از برنامه‌ریزی‌های منابع آب در کشورها بر اساس پتانسیل بالقوه منابع آب سطحی صورت می‌گیرد، لذا آگاهی از کیفیت منابع آب، یکی از نیازمندی‌های مهم در برنامه‌ریزی و حفاظت و کنترل آنها می باشد (۱). هدف اصلی برنامه‌های پایش کیفیت آب‌های سطحی در حالت کلی، جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز از کیفیت موجود منابع آب سطحی به منظور کاربرد در برنامه‌ریزی و تخصیص منابع آب برای مصارف گوناگون و هم‌چنین تدوین برنامه‌های کلان مدیریت حوضه‌های آبریز و نیز برنامه‌های مدیریت زیست محیطی و کنترل آلودگی‌ها می باشد. بنابراین برنامه‌های پایش در نهایت باید بتوانند به اهداف عالی این قبیل برنامه‌ها کمک کنند. از جمله روش‌های بسیار ساده و دور از پیچیدگی‌های ریاضی و آماری که می‌تواند شرایط کیفی آب را بازگو کند، استفاده از شاخص‌های کیفی آب می باشد که مشکلات آب را بررسی و مدارک مستند و رسمی را به عموم مردم یا سازمان‌های ذینفع ارائه می‌نماید و نتایج را با ترکیب داده‌های عددی مربوط به اندازه‌گیری پارامترهای کیفی آب، به صورت سریع و قابل فهم نمایان می‌کند. در این روش می‌توان شاخص مربوط به کیفیت آب را نسبت به حالت استاندارد آن ارزیابی نمود و به میزان تأثیر فعالیت‌های انسان بر کیفیت کلی آب پی برد (۲).

شاخص‌های کیفی آب در پنج دسته طبقه‌بندی می‌شوند که شامل: شاخص‌های عمومی، مصارف ویژه، طراحی، آماری و بیولوژیکی می‌باشند (۳). طبقه‌بندی دیگری نیز از شاخص‌ها صورت گرفته که عبارتند از: (۱) شاخص‌هایی که با افزایش آلودگی عدد شاخص نیز افزایش می‌یابد که به آنها شاخص آلودگی زیست محیطی یا شاخص با مقیاس افزایشی (Increasing Scale) گفته می‌شود و (۲) آن دسته از شاخص‌ها

که با افزایش عدد آلودگی، عدد شاخص کاهش می‌یابد که به آن اغلب شاخص کیفی زیست محیطی یا شاخص با مقیاس کاهش (Decreasing Scale) می‌گویند. از میان شاخص‌های عمومی کیفی کاهشی آب، شاخص کیفیت آب مؤسسه بهداشت ملی (National Sanitation Foundation Water Quality Index) دارای مشکلات کمتری بوده و در پایش رودخانه‌ها بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. مزایای این روش، سادگی و در دسترس بودن مشخصه‌های کیفی مورد استفاده است که بیشتر از سنجش‌های کیفی به دست می‌آید. شمسایی و همکاران (۲۰۰۵) در بررسی تطبیقی شاخص‌های کیفی و پهنه‌بندی کیفی رودخانه کارون و دز، شاخص‌های NSFQI و OWQI را برای ۳ سال آبی مطالعه کردند. در مقایسه‌ای که بین شاخص‌های مورد مطالعه در این تحقیق انجام گرفت، مشخص گردید از آنجایی که شاخص NSFQI برای هر پارامتر یک وزن خاص را در نظر می‌گیرد که در محاسبه نهایی شاخص منظور می‌شود، یک شاخص مناسب‌تر برای ارزیابی آب رودخانه می‌باشد (۴).

صمدی و همکاران (۲۰۰۹) در پهنه‌بندی کیفی آب رودخانه دره مراد بیک همدان بر اساس شاخص NSFQI با بهره‌گیری از سامانه اطلاعات جغرافیایی مشخص کردند که شاخص NSFQI، شاخص مناسبی جهت پهنه‌بندی رودخانه مراد بیک می باشد که با کنترل شاخص کیفی مذکور در ایستگاه‌های مورد نظر، اثرات زیست محیطی ورود آلودگی در قسمت‌های مختلف رودخانه به‌خوبی مشهود بوده و امکان تصمیم‌گیری در خصوص نحوه استفاده از آب در بخش‌های مختلف را فراهم ساخته است (۵).

سامنتری و همکاران (۲۰۰۹) با استفاده از شاخص NSFQI، کیفیت رودخانه‌های Mahanadia و Athavabanki در ناحیه Paradip هندوستان را بررسی کردند که برای این شاخص چهار پارامتر pH، اکسیژن محلول، اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی و کلیفرم‌های مدفوعی اندازه‌گیری شدند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که کیفیت آب بر اساس شاخص مورد استفاده به دلیل

فعالیت‌های انسانی و صنایع کاهش یافته است (۶).

از آنجایی که بر اساس منابع در دسترس و جستجوهای انجام شده، تا به حال مطالعه‌ای به منظور بررسی کیفیت آب جهت مصارف عمومی بر روی رودخانه ساروق تکاب انجام نشده است، مطالعه حاضر با هدف تعیین کیفیت آب جهت مصارف عمومی بر روی شاخه راست رودخانه ساروق شهرستان تکاب با استفاده از شاخص NSFQI انجام گرفت و عوامل تأثیرگذار بر تغییر کیفیت آب شناسایی شدند.

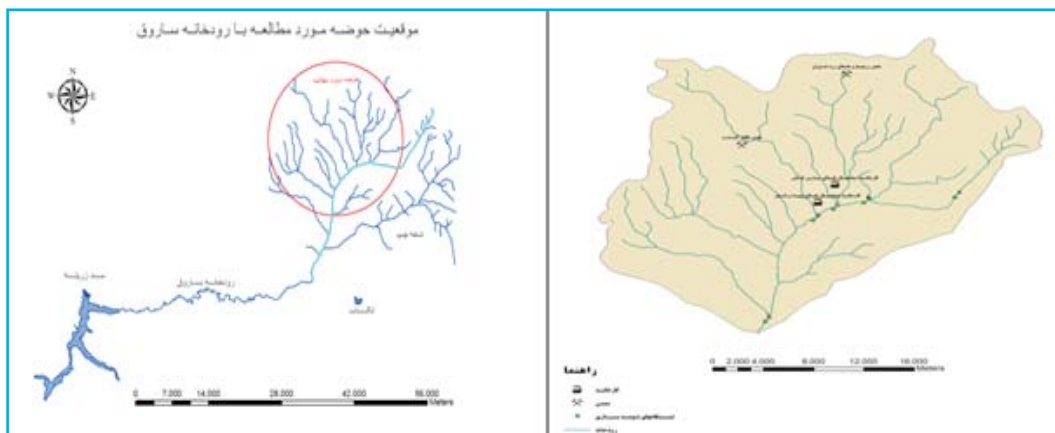
روش کار

۱. منطقه مورد مطالعه

رودخانه ساروق، تنها رودخانه اصلی و دائمی شهرستان تکاب واقع در استان آذربایجان غربی می باشد که در طول مسیر ۶۰ کیلومتری خود تا سد زربنه رود (شهید کاظمی) آبراهه‌های متعددی را دریافت می کند. شاخه راست این رودخانه، یکی از شاخه‌های

مهم رودخانه ساروق و جزء رودخانه‌های دائمی می باشد که پساب معادن و کارخانه‌های استحصال طلالی منطقه را دریافت می کند. حوضه آبریز رودخانه دارای حدود جغرافیایی با طول ۰۲' - ۴۷° و عرض ۲۸' - ۳۶° می باشد.

حوضه آبریز این شاخه در مجموع کوهستانی و پرشیب با آب و هوای سرد، مساحت ۶۴۳ کیلومتر مربع و بارندگی ۳۱۴/۴۵ میلی متر در سال است و بزرگ‌ترین آبراهه آن دارای طولی حدود ۴۰ کیلومتر می باشد. بر اساس آمار ۲۰ سال آبی (از سال ۱۳۷۵ تا سال ۱۳۹۴) ایستگاه هیدرومتری واقع در این شاخه، دبی متوسط ۳/۳۱ متر مکعب در ثانیه، بیشترین آب‌دهی در اردیبهشت ماه و کمترین آب‌دهی در شهریور ماه می‌باشد و حجم جریان عبوری ۱۰۴/۸۵۴ میلیون متر مکعب در سال است. تعداد ۲۳ روستا با جمعیت ۱۳۷۰۳ نفر در این حوضه واقع شده که درآمد اصلی اهالی آنها از دامپروری و کشاورزی می باشد که آب مورد استفاده در این فعالیت‌ها از این شاخه تأمین می شود (۷).



شکل ۱. موقعیت قرارگیری شاخه راست رودخانه ساروق در منطقه مورد مطالعه

۲. تعیین ایستگاه‌های مورد مطالعه

پس از بازدیدهای میدانی انجام گرفته از حوضه و بررسی نقشه ۱/۵۰۰۰ رودخانه، با در نظر گرفتن موقعیت منابع آلاینده نقطه‌ای و غیر نقطه‌ای با شاخه‌های فرعی رودخانه و نیز توجه به عرض و عمق رودخانه جهت یکسان بودن شرایط جریان در محدوده بالا و پایین دست آن، ۵ ایستگاه نمونه برداری (۱ ایستگاه در اول

آبراهه، ۱ ایستگاه بعد از چشمه‌های آهک‌ساز موجود در منطقه، ۲ ایستگاه بعد از کارخانه‌ها و معادن فلزات گرانبها و ۱ ایستگاه در انتهای آبراهه مورد مطالعه) انتخاب و مشخصات آنها با گیرنده GPS تنظیم شده بر روی سیستم Universal Transverse Mercator (UTM) یادداشت گردید که مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. مشخصات عمومی ایستگاه‌های نمونه برداری و مورد مطالعه

نام ایستگاه	علامت	دبی متوسط ایستگاه (m^3/s)	مختصات جغرافیایی		ارتفاع (m)	فاصله از اول آبراهه (km)
			UTM-X	UTM-Y		
سرشاخه بلقیس (بالتر از روستای نصرت آباد)	A	۰/۳۸	۶۹۸۱۸۱	۴۰۵۴۱۱۷	۲۱۴۳	۱۰/۹
بعد از تلاقی سرشاخه قینرجه	B	۰/۷۵	۶۹۱۱۹۱	۴۰۵۴۲۷۲	۱۹۰۱	۱۹
بعد از تلاقی سرشاخه زره شوران (پایین تر از کارخانه پارس کانی)	C	۰/۹۹	۶۸۸۷۵۸	۴۰۵۳۵۷۰	۱۸۶۴	۲۵/۶۵
بعد از تلاقی سرشاخه آغ درّه (پایین تر از کارخانه پویازرکان)	D	۳/۱۹	۶۸۷۱۶۲	۴۰۵۲۳۶۴	۱۸۳۸	۲۷/۸۵
انتهای آبراهه (زیر پل تفریک آلاسقل)	E	۳/۳۱	۶۸۳۲۴۰	۴۰۴۱۳۳۹	۱۷۱۳	۴۰/۹۵

۳. نمونه برداری و آزمایش نمونه ها

در این مطالعه مقطعی پارامترهای کیفی قابل سنجش شامل اکسیژن محلول، کلیفرم مدفوعی، pH، اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی، تغییرات دما، نیترات، فسفات، کدورت و کل جامدات در ۵ ایستگاه مستقر در طول رودخانه به طور ماهیانه طی فصول بهار و تابستان (فصل پر آبی و کم آبی رودخانه) اندازه‌گیری شدند. برای نمونه‌برداری از روش استاندارد و بین‌المللی مربوط به نمونه‌برداری از آب‌های سطحی یعنی روش نمونه‌برداری لحظه ای استفاده شد. با نهایت دقت، محلی برای نمونه‌گیری انتخاب می‌شد که نمونه به دست آمده برای آزمون معرف واقعی توده آب باشد. در نمونه برداری و انتقال آنها به آزمایشگاه شیمی آب و فاضلاب، به عوامل تأثیرگذار بر کیفیت نمونه ها شامل صحت نمونه برداری، آلودگی نمونه ها، آلودگی تجهیزات، اندازه نمونه ها، رعایت فاصله زمانی بین جمع آوری، انتقال به آزمایشگاه و شرایط حمل‌ونقل توجه شد. پارامترهایی نظیر pH، تغییرات دما، اکسیژن محلول آب با دستگاه پرتابل ساخت شرکت HACH در محل اندازه گیری شدند. کلیفرم مدفوعی به روش صافی غشایی، اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی (BOD_5) با استفاده از دستگاه انکوباتور BOD_5 ، کل جامدات با روش وزن‌سنجی، کدورت آب با دستگاه کدورت‌سنج، نیترات و فسفات به‌وسیله دستگاه DR-۵۰۰۰ با روش احیاء کادمیوم (روش ۸۰۳۹ ارائه شده توسط شرکت HACH) و روش اسید اسکوربیک (روش ۴۰۴۸ ارائه شده توسط شرکت HACH) اندازه‌گیری شدند (۱۰-۸).

۴. محاسبه شاخص NSFQI

از میان شاخص‌های عمومی کیفی آب، شاخص NSFQI بیشتر مورد استفاده قرار گرفته و دارای پیچیدگی و مشکلات کمتری است (۱). این شاخص از ۹ پارامتر تشکیل شده است و به هر یک از پارامترها یک وزن یا ارزش عددی بر اساس جدول ۲ داده شده است.

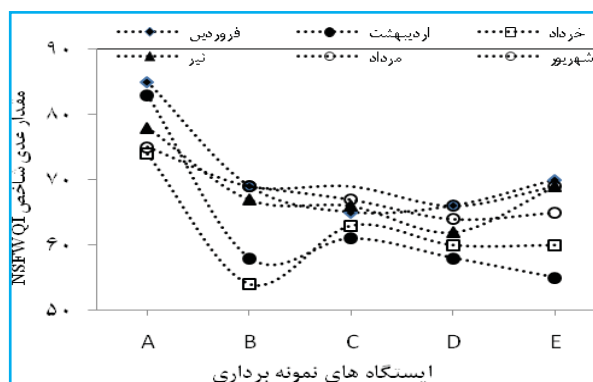
جدول ۲. پارامترهای مورد نیاز و وزن انتخاب شده جهت محاسبه شاخص NSFQI

پارامتر	واحد	وزن
DO	درصد اشباع	۰/۱۷
کلیفرم مدفوعی	۱۰۰ ml/Coloni	۰/۱۶
pH	-	۰/۱۱
BOD5	ppm	۰/۱۱
تغییرات دما	درجه سلیسیوس	۰/۱
نیترات	ppm	۰/۱
فسفات	ppm	۰/۱
کدورت	NTU	۰/۰۸
TS	ppm	۰/۰۷

در محاسبه شاخص پس از اندازه گیری پارامترها با استفاده از منحنی‌های تبدیل یا با استفاده از نرم‌افزار محاسبه شاخص NSFQI، مقدار هر زیر شاخص به‌دست می‌آید که در این مطالعه از نرم‌افزار استفاده شد. برای محاسبه مقدار نهایی شاخص از رابطه (۱) استفاده می‌شود.

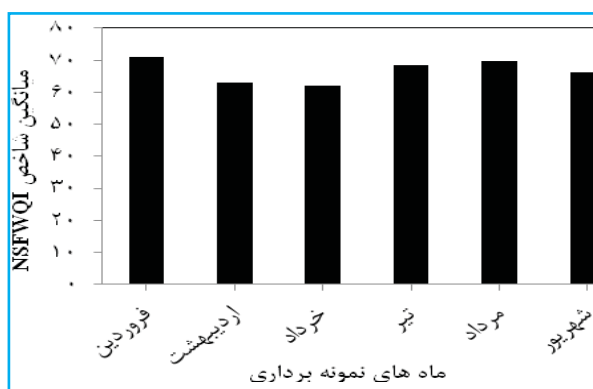
$$NSFWQI = \prod_{i=1}^n I_i W_i \quad (1)$$

در اردیبهشت ماه محاسبه شد.



نمودار ۲. مقدار عددی شاخص NSFQI در ایستگاه‌های مختلف بر اساس ماه‌های نمونه برداری

بر اساس بررسی میانگین شاخص NSFQI در ماه‌های مورد مطالعه، بیشترین مقدار شاخص در فروردین ماه و کمترین مقدار آن در خرداد ماه وجود داشت (نمودار ۳).



نمودار ۳. میانگین NSFQI در ماه‌های مورد مطالعه

متوسط حداکثر کدورت و کل جامدات در ایستگاه B وجود داشت (جدول ۴) که در بازه نمونه برداری، دامنه تغییرات آنها به ترتیب در محدوده ۱۵۱-۱/۰۶ N.T.U و ۹۵۰-۲۱۰ ppm بود. پهنه بندی کیفی آب رودخانه بر اساس شاخص NSFQI در طول رودخانه در ماه‌ها و ایستگاه‌های پایش شده در طول ۶ ماه مورد مطالعه در شکل ۴ نشان داده شده است. لازم به ذکر است در شهریور ماه به دلیل کمبود آب رودخانه در ایستگاه A که کیفیت واقعی آب این نقطه را معرفی نمی‌کرد، به صورت نبود اطلاعات (Missing Data) با رنگ خاکستری نشان داده شده است.

در این رابطه Li مقدار مربوط به زیر شاخص (پارامتر کیفی) و Wi ضریب وزنی مربوط به زیر شاخص می باشد (۱۱). این شاخص دارای مقدار عددی بین صفر تا صد و بدون واحد می باشد. نحوه درجه بندی، تفسیر و رنگ بندی مربوط به هر دامنه عددی برای شاخص NSFQI در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳. درجه بندی، تفسیر و رنگ بندی مربوط به مقادیر عددی شاخص NSFQI

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

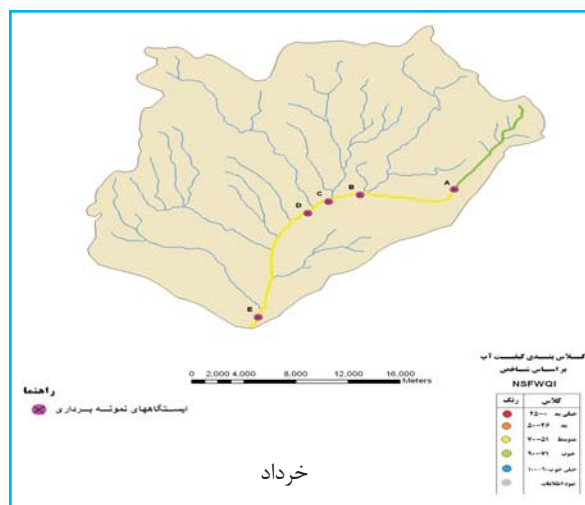
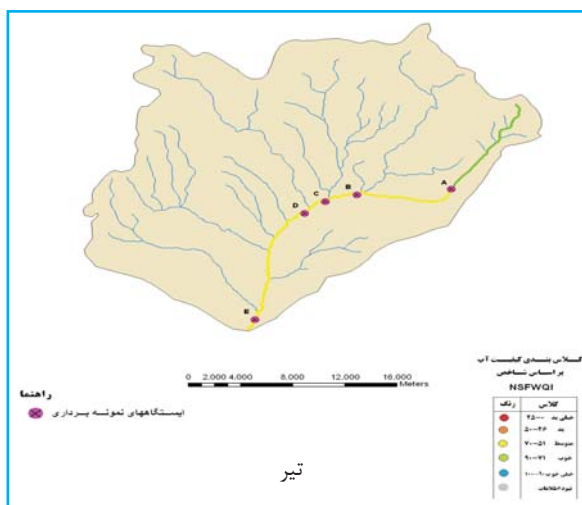
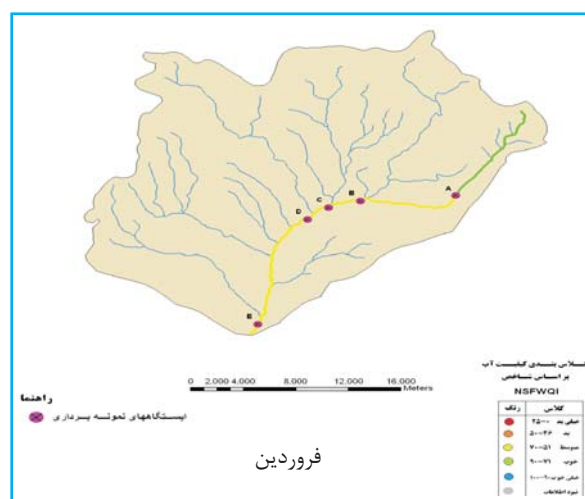
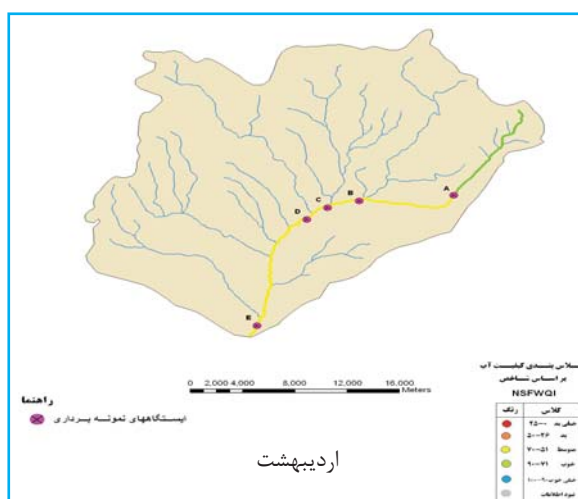
در این مطالعه پهنه بندی کیفیت آب بر اساس شاخص NSFQI، در ۵ کلاس معرفی شده فوق در طول رودخانه با استفاده از نرم افزار ARC GIS ۹٫۳ انجام گرفت.

یافته‌ها

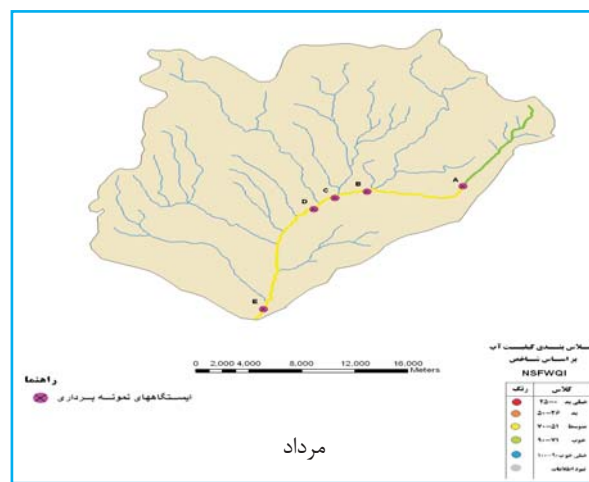
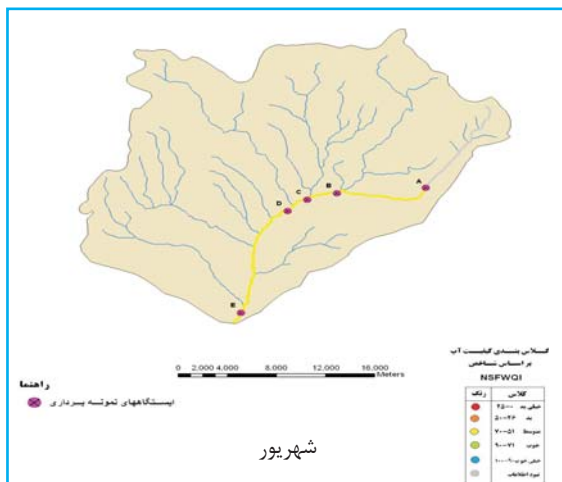
بر اساس نتایج مطالعه، حداکثر و حداقل میزان مطلق اکسیژن محلول در رودخانه مورد مطالعه به ترتیب ۹/۴۴ میلی گرم بر لیتر مربوط به ایستگاه A در فروردین ماه و ۶/۲۱ میلی گرم بر لیتر متعلق به ایستگاه D در تیر ماه بود. در ایستگاه‌های نمونه برداری مقادیر کلیفرم مدفوعی ۱۰۰ml/Colonies (۱۰۰ تا ۳۰۰۰)، pH (۷/۸۹ تا ۸/۵۴)، اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی (۰ تا ۱۷/۶)، تغییرات دما °C (۱/۷ تا ۰/۱)، نیترات ppm (۰/۱ تا ۱/۹) و فسفات ppm (۰/۴۵ تا ۰/۵۸)، ۱۰۰ml/Colonies (۱۰۰ تا ۳۰۰۰)، pH (۷/۸۹ تا ۸/۵۴)، اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی (۰ تا ۱۷/۶)، تغییرات دما °C (۰/۱ تا ۱/۷)، نیترات ppm (۰/۴۵ تا ۰/۵۸) و فسفات ppm (۰/۴۵ تا ۰/۵۸) به دست آمدند. بر اساس نتایج ارائه شده در نمودار ۲، بیشترین شاخص کیفیت آب با مقدار ۸۵ برای ایستگاه A در فروردین ماه و کمترین آن با مقدار ۵۵ برای ایستگاه E

جدول ۴. میانگین پارامترهای اندازه گیری شده در طول ۶ ماه پایش شاخه راست رودخانه ساروق در ایستگاههای نمونه برداری

ایستگاه‌های نمونه برداری	A	B	C	D	E
	پارامترهای مورد بررسی				
DO (mg/l)	۷/۸۱±۱/۲۴	۷/۶۲±۰/۸۱	۷/۵۴±۰/۸۲	۷/۳۶±۰/۹۲	۷/۵۶±۰/۵۸
FC (Colonies/100ml)	۱۰۰±۰/۰۰	۲۱۳/۷±۴۸۳/۳۳	۲۷۳/۲۵±۳۶۶/۶۶	۱۰۷۲/۲۳±۸۸۳/۳۳	۳۰۹/۸۳±۷۰۰
pH	۸/۲۲±۰/۱۶	۸/۱۲±۰/۲۲	۸/۰۷±۰/۲۵	۸/۲۵±۰/۲۲	۸/۲۲±۰/۲۵
BOD (mg/l)	۵/۳۶±۴/۷۴	۵/۸۸±۷/۵۵	۲/۲۲±۱۰/۷۱	۱/۲۸±۱۰/۲۱	۵/۷۵±۷/۷۶
T (°C)Δ	۰/۴±۰/۸۴	۰/۳۸±۰/۷	۰/۵۸±۰/۸۵	۰/۰۷±۰/۱۸	۰/۲۹±۰/۳۳
NO3 (mg/l)	۰/۵۸±۰/۳۵	۰/۸۸±۰/۵۶	۰/۸۱±۰/۳۲	۰/۸۱±۰/۴	۱/۳۱±۰/۶۵
Po4(mg/l)	۰/۰۷±۰/۱۱	۰/۱۸±۰/۲۲	۰/۰۳±۰/۱۰	۰/۰۲±۰/۰۹	۰/۰۲±۰/۰۸
Turbi (N.T.U)	۶/۰۹±۵/۷۳	۳۸/۴۷±۳/۸۴	۲۲/۴۲±۸/۵	۴۱/۰۲±۵/۱۴	۳۵/۵۶±۳/۹۴
TS (mg/l)	۷۱/۱۳±۲۷۲/۷	۱۹۶/۴۷±۷۴۰/۴۱	۲۰۳/۶۴±۶۲۹/۹۱	۱۶۴/۹۷±۶۴۳/۳۳	۲۰۸/۸۸±۶۹۱/۱۶
NSFWQI	۴/۸۴±۷۹/۰۰	۶/۶۲±۶۴/۳۳	۲/۸۵±۶۵/۱۷	۳/۲۶±۶۲/۶۷	۶/۰۲±۶۴/۶۷



شکل ۴. پهنه بندی کیفیت آب بر اساس شاخص NSFQI در طول رودخانه برای ماهها و ایستگاههای پایش شده



ادامه شکل ۴. پهنه بندی کیفیت آب بر اساس شاخص NSFQI در طول رودخانه برای ماه‌ها و ایستگاه‌های پایش شده

بحث

بر اساس نتایج مطالعه حاضر در تعیین کیفیت آب رودخانه مورد مطالعه به روش NSFQI در ایستگاه‌های تعیین شده، مقدار عددی شاخص در ایستگاه A بیشتر از سایر ایستگاه‌ها بود؛ به‌طوری‌که کیفیت آب ایستگاه A در طول ۶ ماه پایش خوب، و سایر ایستگاه‌ها دارای کیفیت متوسط بودند. بالا بودن کیفیت آب در ایستگاه A به دلیل پایین بودن مقادیر کلیفرم مدفوعی و اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی و بالا بودن میزان اکسیژن محلول بود. در طول فرورین و اردیبهشت ماه بالا بودن اکسیژن محلول در این ایستگاه به دلیل پایین بودن دمای آب و در بقیه ماه‌ها به دلیل عدم وجود منابع آلاینده بود. بالا بودن pH آب در ایستگاه A که متأثر از ساختار زمین‌شناسی منطقه می باشد (۱۲، ۱۳)، باعث شده است که کیفیت آب در وضعیت بسیار خوب قرار نگیرد، چراکه در محاسبه شاخص، pH ارزش عددی بالایی را به خود اختصاص داده؛ به‌طوری‌که در جایگاه سوم قرار گرفته و تأثیر متقابل این پارامتر در محاسبه کل شاخص دلیل این امر می باشد. نتایج مطالعه حاضر با مطالعه سانچز و همکاران (۲۰۰۷) که شاخص WQI و کمبود اکسیژن محلول را در طول رودخانه Guadarrama و Manzanares مورد مطالعه قرار دادند، مطابقت داشت. در مطالعه آنها شاخص WQI در ابتدای رودخانه Guadarrama دارای مقدار عددی ۷۰ (کیفیت خوب) و در

انتهای آن در حدود ۶۴ (کیفیت متوسط) بود (۱۴).

در مطالعه حاضر کاهش میانگین شاخص در ایستگاه B نسبت به ایستگاه قبلی به دلیل بالا بودن کلیفرم مدفوعی و کل جامدات بود. ورود آب چشمه‌های آهک‌ساز موجود در منطقه به این نقطه و وجود یک جریان گلی در سرشاخه احمدآباد باعث بالا رفتن کل جامدات آب رودخانه در این نقطه شده است. تخلیه فاضلاب روستای احمدآباد (که یکی از بزرگ‌ترین روستاهای موجود در حوضه مورد مطالعه می باشد و فاصله نزدیکی را با این ایستگاه دارد) و ورود فضولات حیوانی دامداری‌های روستا به این ایستگاه، باعث بالا رفتن کلیفرم مدفوعی و کاهش مقدار عددی شاخص شده است. میرزایی و همکاران (۲۰۰۵) کاهش مقدار عددی شاخص NSFQI و در نتیجه افول کیفیت آب رودخانه جاجرود در برخی از نقاط نمونه‌برداری را به دلیل تمرکز جمعیت و در نتیجه ورود بار آلودگی (افزایش مقادیر کلیفرم‌ها و جامدات معلق) ذکر کردند که با نتایج این بخش از مطالعه حاضر همخوانی داشت (۱۵).

در مطالعه حاضر در بررسی میانگین شاخص در جدول ۴، در بین ایستگاه‌ها، کمترین مقدار عددی شاخص مربوط به ایستگاه D بود که علت آن افزایش کدورت، کلیفرم مدفوعی و BOD5 آب بود. کدورت آب، ناشی از سرشاخه آقدره می باشد که حدود یک کیلومتر با این ایستگاه فاصله دارد و بیشترین دبی را در بین

آنها برای پرورش شیلات، گونه‌های مقاوم آبی و شرب حیوانات اهلی مناسب می‌باشد (۱۶).

در این مطالعه جهت ایجاد ارتباط یکپارچه بین داده‌ها و اطلاعات مکانی، کیفیت آب جهت مصارف عمومی در طول رودخانه با سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS (Geographic Information System) پهنه بندی شد که می‌تواند نقطه قوت مطالعه حاضر نسبت به سایر مطالعات مشابه انجام شده باشد.

نتیجه گیری: بر اساس محاسبه شاخص در ایستگاه‌های مورد مطالعه، ایستگاه A دارای کیفیت آب خوب است و کاهش کیفیت آب سایر ایستگاه‌ها در اثر افزایش کلیفرم مدفوعی ناشی از فضولات حیوانی است. جهت مدیریت پسماندهای حیوانی موجود در حوضه می‌تواند اقداماتی مانند کنترل رواناب‌های حاصله و عبوری از محل نگهداری‌ها، انتخاب فاصله مناسب بین محل نگهداری دام و منابع سطحی، کاهش دسترسی مستقیم به منابع آب‌های سطحی با ایجاد آبشخورهای مناسب و جمع‌آوری و دفع بهداشتی آنها صورت گیرد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله، مراتب قدردانی و تشکر خود را از کمک‌های مالی و معنوی شبکه بهداشت و درمان شهرستان تکاب اعلام می‌داریم.

سرشاخه‌های موجود در حوضه به خود اختصاص داده است. شست‌وشوی فضولات دامی ناشی از بارندگی و ورود آن به این ایستگاه به دلیل بار آلودگی بالای این فضولات می‌تواند باعث افزایش کلیفرم مدفوعی و BOD5 آب رودخانه شود و نیز انتقال فضولات حیوانی ایستگاه‌های بالادست نیز در این امر دخالت دارند. شکوهی و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی کیفیت آب دریاچه سد آیدغموش با استفاده از شاخص NSFQI دریافتند که شست‌وشوی فضولات دامی از ارتفاعات حومه سد و ورود آن به مخزن سد باعث افزایش کلیفرم مدفوعی در خروجی سد بوده که نتایج مطالعه آنها با مطالعه حاضر مطابقت داشت (۱۶). در این مطالعه افزایش میانگین شاخص در خرداد ماه به دلیل بالا بودن اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی و فسفات بوده است. در نهایت با توجه به نتایج حاصل از اندازه‌گیری فاکتورهای کیفی آب رودخانه و محاسبه شاخص NSFQI می‌توان گفت که کیفیت آب ایستگاه اول برای استفاده‌های مختلف مناسب است و با بکارگیری روش تصفیه متداول می‌توان از آن جهت تأمین آب شرب روستاهای پایین دست استفاده کرد. علی‌رغم ورود آلودگی از سرشاخه‌ها به ایستگاه‌های پایین‌دست، به دلیل قدرت پایش طبیعی بالای رودخانه، کیفیت خوب ایستگاه A به کیفیت متوسط در ایستگاه‌های بعدی کاهش یافته است و آب

References

- Shokoohi R, Hoseinzadeh E, Alipour M, Hoseinzadeh S. Evaluation Aydughmush River Quality Parameters Changes and Wilcox index calculation. RASAYAN J Chem. 2011; 4(3):673-680.
- Tiri A, Boudoukha A. Hydrochemical Analysis and Assessment of Surface Water Quality in Koudiat Medouar Reservoir, Algeria. European Journal of Scientific Research, 2010; 41(2): 273-285.
- Nikbakht M. The Effect Assessment Of Ahvaz NO. 1,2 Water Treatment Plant On Karoon Water Quality. Thesis (M.Sc), Ahvaz: IA University.
- Shamsaei A, Oreei Zareh S, Sarag A. The Comparision Of Water Indices and Zoning Quality in Karoon and Dez River. Water & Wastewater, 2005; 16(55): 39-48 (persian).
- Samadi MT, Saghi MH, Rahmani AR. Zoning of Water Quality Hamadan Darrah-Morad Beyg River Based on NSFQI Index Using Geographic Information System. Scientific Journal of Hamadan of Medical Sciences, 2009; 16(3): 38-43 (persian).
- Samantray P, K. Mishra B, R. Panda C, P. Rout S. Assessment of Water Quality Index in Mahanadi and Atharabanki Rivers and Taldanda Canal in Paradip Area, India. J. Hum Ecol, 2009; 26(3): 153-161.
- Rahimi N. Zonning of the Right Branch of Sarugh River Located in Takab by NSFQI and WILCOX Indices and of Cyanide Concentration Changes. Thesis (M.Sc), Hamadan University of Medical Sciences; 2012 (persian).
- Eaton A, Clesceri L, Rice W. Standard methods for the examination of water and waste water. 21th ed. Washington Dc: American Public Health Association; 2005.
- HACH copany. Cadmium Reduction Method (method 8039). Available at: <http://www.hach.com>.
- HACH Company. Ascorbic Acid Method (method 8048).

Available at; <http://www.hach.com>.

11. Bharti N, Katyal D. Water quality indices used for surface water vulnerability assessment. *International Journal Of Environmental Sciences*, 2011; 2(1): 154-173.
12. Azadbakht B, Zareinejad M. Recognition of Geomorphology Landforms for Environmental Management, Case Study; Takht-e-Solayman Sheet. *Geosciences*, 2011; 20(8): 119-126 (persian).
13. Rahmani AR, Rahimi N, Hoseinzadeh E, Samadi MT, Asgari G. Evaluation and Trnsfor of cyanide to The Right Branch of The River Sarugh Takab and Zoning The Results Using Geographical Information System (GIS). *Urmia Medical Journal*, 2013; 23(6): 639-645 (persian).
14. Sáncheza E, F. Colmenarejoa M, Vicenteb J, Rubiob A, G. Garcíaa M, Traviesoc L and Borjac R. Use of the water quality index and dissolved oxygen deficit as simple indicators of watersheds pollution. *Journal of Ecological Indicators*, 2007; 7(2): 315-328.
15. Mirzayi M, Nazari A, Yari A. [Zoning of Water Quality on Jajrood River]. *J Environmentology*, 2005; 37: 17-26 (persian).
16. Shokuhi R, Hosinzadeh E, Roshanaei G, Alipour M, Hosinzadeh S. Evaluation of Aydughmash Dam Reservoir Water Quality by National Sanitation Foundation Water Quality Index (NSF-WQI) and Water Quality Parameter Changes. *J Health & Environ*, 2012; 4(4): 439-450 (persian).