ORIGINAL ARTICLE

Qualification Zoning of the Dohezar River according to NSFWQI and Using GIS

Najmeh Galin Sharifdini[1],
Reza Amirnezhad[2],
Keyvan Saeb[2]

[1] MSc Student in Environmental Pollution, Faculty of Health, Islamic Azad University, Tonekabon Branch, Tonekabon, Iran
[2] Assistant Professor, Department of Environmental Health, Faculty of Health, Islamic Azad University, Tonekabon Branch, Tonekabon, Iran

(Received March 8, 2014 ; Accepted November 22, 2014)

Abstract

Background and purpose: Using water quality indices is one of the methods for checking river's water quality. NSFWQI, is the most widely used among water quality indices. This study aimed to evaluate the water quality in Dohezar river, Tonekabon, using NSFWQI.

Materials and methods: In this study, sampling was performed during 6 months (3 month with low level of water and 3 months with high level of water) in 6 selected stations along the river. Quality parameters included temperature, dissolved oxygen, biological oxygen demand, PH, nitrate, phosphate, total dissolved solids, turbidity, opacity, and excremental coliform. Data was analysed applying NSFWQI and finally river route was zoned in different sections using GIS.

Results: Compared to drinking water and surface water quality standards, apart from opacity parameter, which was not in permitted range in up-stream and mid-stream, the other measured parameters in both low and high-level of water periods in all stations, were in acceptable range.

Conclusion: According to the results obtained from NFSWQI in Dohezar river, on low-level of water periods, water quality in up-stream, mid-stream, and down-stream were in acceptable range (71-90). In high-level of water periods, water quality was in good range just in up-stream but mid-stream and down-stream water qualities were in average range (51-70). Due to the river's high flow and limited influx of contaminants, most contaminators were associated with aquaculture farms.

Keywords: NSFWQI, rivers, zoning, geographic information system GIS

J Mazandaran Univ Med Sci 2014; 24(118): 29-39 (Persian).

پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره بیست و چهارم شماره ۱۱۹ آذر سال ۱۳۹۳ (۳۹-۲۹)

پهنه بندی کیفی آب رودخانه دوهزار تنکابن بر اساس شاخص NSFWQI با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی [GIS]

نجمه گلین شریف دینی[1]
رضا امیر نژاد[2]
کیوان صائب[2]

چکیده

سابقه و هدف: یکی از روش‌های بررسی کیفیت آب رودخانه‌ها استفاده از شاخص‌های کیفی آب می‌باشد. شاخص کیفیت آب NSFWQI از میان شاخص‌های عمومی کیفیت آب، بیش‌ترین کاربرد را دارا می‌باشد این مطالعه با هدف بررسی کیفیت آب رودخانه دوهزار تنکابن با استفاده از شاخص کیفیت NSFWQI انجام پذیرفته است.

مواد و روش‌ها: در مطالعه تجربی حاضر نمونه‌برداری در طی ۶ ماه (۳ ماه کم آبی و ۳ ماه پرآبی) و از ۶ ایستگاه منتخب انجام گرفت و پارامترهای کیفی شامل دما، اکسیژن محلول، اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی، PH، نیترات، فسفات، کل جامدات محلول، کدورت و کلی فرم مدفوعی در طول رودخانه بررسی گردید. داده‌های حاصل از مطالعه با استفاده از شاخص ملی کیفیت آب (NSFWQI) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و در نهایت مسیر رودخانه با استفاده از نرم‌افزار سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) پهنه‌بندی گردید.

یافته‌ها: بر اساس مقایسه میزان پارامترها با استانداردهای کیفیت آب‌های سطحی و آب شرب معلوم شد که به غیر از پارامتر کدورت که در دوره پرآبی در ایستگاه‌های میان دست و پایین دست در حد مجاز نمی‌باشد. سایر پارامترهای مورد سنجش در شاخص NSFWQI در این تحقیق در هر دو دوره و در همه ایستگاه‌ها در حد مجاز قرار دارند.

استنتاج: با توجه به نتایج حاصل از شاخص کیفی NSFWQI، در دوره کم آبی، هر سه پهنه بالادست، میان دست و پایین دست درمحدوده خوب (۷۱ تا ۹۰) و در دوره پرآبی، بالادست در محدوده خوب، میان دست و پایین دست در محدوده متوسط (۵۱ تا ۷۰) قرار دارند و با توجه به دبی بالای رودخانه و نیز ورود محدود آلاینده‌ها، بیش‌ترین اثر آلاینده‌ها ناشی از کارگاه‌های پرورش ماهی می‌باشد.

واژه های کلیدی: شاخص کیفیت آب NSFWQI، رودخانه‌ها، پهنه بندی، سامانه اطلاعات جغرافیایی

مقدمه

امروزه حفظ منابع آب یعنی حیاتی‌ترین ماده‌ای که بشر به آن نیاز دارد، به طور فزاینده‌ای مورد توجه مجامع بین‌المللی قرار گرفته است. رشد روز افزون جمعیت و در نتیجه بهره‌برداری بیش از حد از منابع محدود آب از یک طرف و آلوده شدن آن‌ها به سبب فعالیت‌های گوناگون زیستی، کشاورزی و صنعتی بشر از طرف دیگر همگی دست به دست همدیگر داده و زنگ خطر بحران آب را در سال‌های آینده به صدا در آورده است(۱).

مولف مسئول: نجمه گلین شریف دینی-تنکابن: خیابان جمهوری، کوچه سلمان فارسی، بعد از مجتمع سیلان سبز، پلاک ۷۰ E mail: n_sharifdini@yahoo.com
۱. دانشجوی کارشناسی ارشد آلودگی های محیط زیست، دانشکده بهداشت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تنکابن، تنکابن، ایران
۲. استادیار، گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تنکابن، تنکابن، ایران
تاریخ دریافت : ۱۳۹۲/۱۲/۱۷ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات : ۱۳۹۳/۲/۲۷ تاریخ تصویب : ۱۳۹۳/۹/۱

آب‌های سطحی بیش‌تر از آب های زیرزمینی در معرض آلودگی هستند و ورود سیلاب‌ها، فاضلاب‌های خانگی، صنعتی و کشاورزی باعث آلودگی آن‌ها می‌شود. در پی بارندگی های کم و یا شدیدی که باعث حمل ذرات مختلف گیاهی، حیوانی و حتی صنعتی و سمی می‌شوند، آب ها شدیداً آلوده می گردند. آب‌های سطحی به طور معمول دارای میزان کلی فرم زیاد، میزان باکتری زیاد، کدورت متوسط تا زیاد ، طعم متغیر، بوی متغیر، مواد جامد محلول کم تا متوسط، رادیواکتیویته متغیر، اکسیژن محلول متغیر و دی اکسید کربن متغیر هستند. بنابراین آب های سطحی را نباید بدون تصفیه مخصوصاً تصفیه میکروبی به مصرف آشامیدن رساند. به عبارت دیگر کیفیت آب‌های سطحی در طول سال دارای تغییرات زیادی می‌باشد. مفهوم این تغییرات و نوسانات کیفی این است که تصفیه آب‌های سطحی نیازمند قابلیت انعطاف بیش‌تری نسبت به آب‌های زیرزمینی می‌باشد(۳،۲). حفظ کیفیت منابع آب به منظور تأمین آب آشامیدنی، ارتقاء فعالیت‌ها و کاربری‌های تفریحی و ایجاد یک اکوسیستم مناسب برای ماهیان و حیات وحش، مستلزم کیفیت بالای آب رودخانه می‌باشد. بدین دلیل، آگاهی از روند تغییرات کیفی آب رودخانه ها همراه با شناسایی عوامل اصلی آلودگی آن از اهمیت بسیاری برخوردار می‌باشد. امروزه جهت پایش و کنترل کیفی آب‌های سطحی از شاخص های کیفی آب (Water Quality Index) 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(۱). به طورکلی، شاخص‌های کیفیت آب به ۵ گروه اصلی تقسیم می گردند(۴):

شاخص‌های عمومی در این نوع شاخص‌ها به نوع کاربری و مصرف آب توجهی نشده و صرف نظر از نوع مصرف به تعیین وضعیت و طبقه بندی کیفی آب می‌پردازد مثل شاخص کیفیت آب NSF(۵).

شاخص‌های مصارف ویژه: در این نوع شاخص، طبقه‌بندی کیفیت آب براساس نوع مصرف (عمومی، شرب، کشاورزی، حفظ حیات آبی و غیره) صورت می گیرد. مانند شاخص کیفی آب اورگان (Oregon) و شاخص کیفی بریتیشکلمبیا (BritishColumbia)(۶).

شاخص‌های آماری: در این شاخص‌ها برای ارزیابی و بیان اطلاعات کیفی آب از روش‌های آماری گوناگونی استفاده شده و نظرات و سلایق شخصی کم‌تر در آن دخیل می باشند.

شاخص‌های طراحی: این نوع شاخص‌ها به صورت خاص برای تصمیم‌گیری مدیریتی مطرح می گردند و اصولاً برای کمک به اتخاذ تصمیمات خاص و یا حل مشکلات مشخصی مطرح می‌شوند.

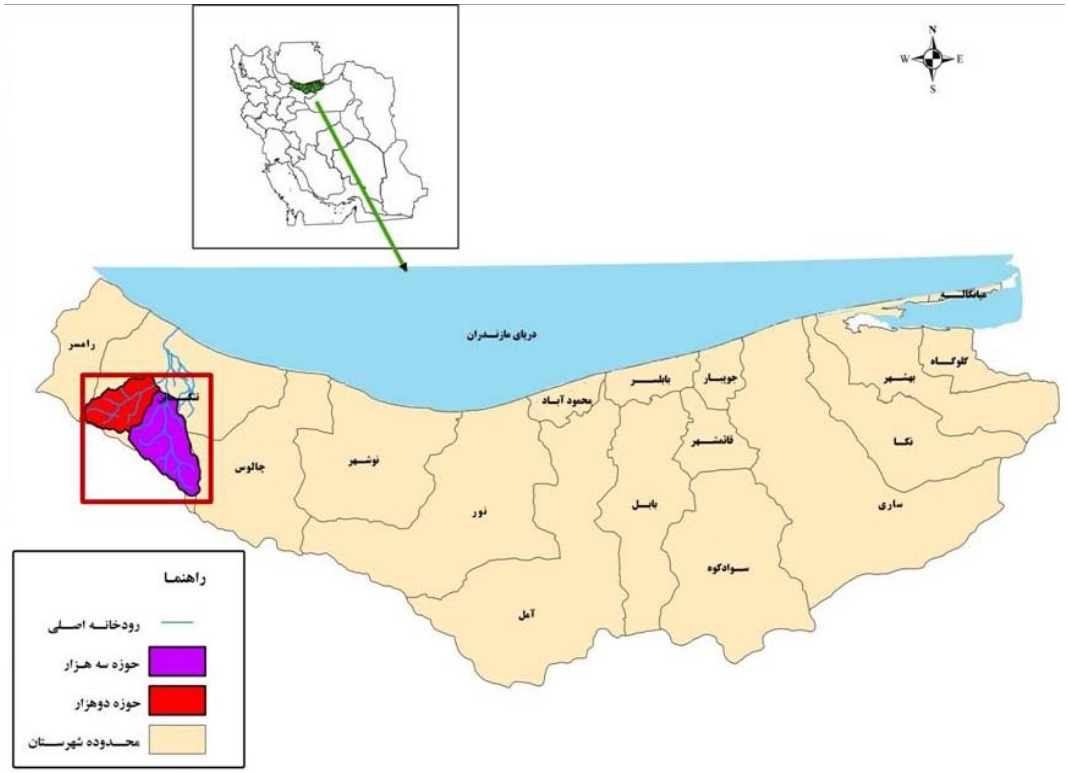
شاخص‌های بیولوژیکی: شاخص‌های کیفی بیولوژیکی آب عموماً کیفیت آب را در مقام اثرات آن بر روی زیست آبی ارزیابی می‌نمایند(۷). از جمله شاخص‌های کیفی پرکاربرد و ساده در سطح نیا، شاخص NSFWQI می باشد که با بیان نتایج به زبان ساده و قابل فهم، نقش بسیار مهمی در بررسی کیفی آب‌ها ایفا می کند. پارامترهای کیفی مورد استفاده در این روش اکسیژن محلول، اکسیژن خواهی بیوشیمیایی، نیترات، فسفات، کل جامدات، خاصیت اسیدی، تغییرات دما، کدورت و کلی فرم مدفوعی است. زیر شاخص هر یک از این پارامترها با توجه به مقادیر اندازه‌گیری شده از روی منحنی تبدیل محاسبه می‌شود(۹،۸). مفتاح هلقی و همکاران به منظور پهنه‌بندی یا طبقه‌بندی کیفی آب رودخانه اترک از روش شاخص‌های NSFWQI، BCWQI و هم‌چنین روش شاخص ساده مدیریتی سید در ۶ ایستگاه منتخب استفاده نمود. روش NSFWQI به نسبت مناسب و روش سید به‌طور عمده با تغییر جزیی سیاست‌های مدیریتی اثربخش بود بنابراین نتایج این دو روش در این منطقه یکسان به نظر رسید ولی نتایج روش BCWQI که شرایط را مناسب تا ضعیف نشان داد، کمی محافظه کارانه تر از دو روش دیگر بود(۱۰).

در تحقیق دیگری که شمسایی و همکاران بر روی NSFWQI، BCWQI و OWQI رودخانه کارون انجام دادند، دریافتند که NSFWQI به دلیل اعمال ضریب فاکتور وزنی در پارامترها، دقت و قدرت تصمیم‌گیری بیش‌تری را نسبت به سایر شاخص‌ها دارا می‌باشد. شاخص BCWQI، بیش‌تر بر اساس تخطی از میزان استاندارد پارامترها بنا شده است و در شاخص OWQI نیز فاکتور وزنی برای همه پارامترها بدون در نظر گرفتن اهمیت بهداشتی، یکسان می‌باشد. لذا فاکتورهای کم اهمیت، پارامترهای با اهمیت را تحت پوشش قرار می دهند(۱۱).

محمد میرزایی و همکاران نیز در تحقیق دیگری شاخص‌های BCWQI,OWQI,NSFWQI را بر روی رودخانه جاجرود و سد لتیان در ۱۳ ایستگاه و طی سال‌های ۱۳۷۷تا۱۳۸۱ سنجش کرده که بر اساس نتایج به دست آمده مناسب‌ترین روش برای تعیین شاخص کیفیت، روش معرفی شده توسط مؤسسه ملی بهداشت بود و بر اساس این شاخص بندی، کیفیت آب رودخانه در وضعیت متوسط قرار داشت(۱۲).

Dulo در مطالعه‌ای که روی کیفیت آب رودخانه نایروبی براساس پارامترهای آلودگی و شاخص کیفی آب در سال ۲۰۰۳ در کنیا انجام داد نشان داد که فعالیت‌های انسانی در طول مسیر رودخانه به ویژه داخل استان نایروبی شدیداً بر کیفیت آب رودخانه تاثیر گذاشته است و WQI به مقدار ۴۹/۲۷ پایین آمده و در محدوده بد ۲۶ تا ۵۰ قرار گرفته است(۱۳).

رودخانه دوهزار در منطقه ییلاقی دوهزار واقع در غرب استان مازندران و جنوب شهرستان تنکابن می‌باشد. فاصله این منطقه از شهرستان تنکابن حدود ۱۵ کیلومتر است. مساحت این حوضه آبریز ۲۸۰ کیلومتر مربع می‌باشد(تصویر شماره ۱). آب این رودخانه به همراه رودخانه سه هزار که در نزدیکی مکانی به نام چاله دره (چالدره) به یکدیگر می‌پیوندند وارد رودخانه چشمه کیله که از مرکز شهر می‌گذرد، شده و از آن جا وارد دریای خزر می‌شود. با توجه به رشد مراکز جمعیتی، تفریحی، زراعی و آبزی پروری به خصوص در چند سال اخیر در این منطقه و به دلیل اهمیت این



تصویر شماره ۱: نقشه محدوده مورد مطالعه

رودخانه از لحاظ استفاده‌های تفریحی، آبزی پروری و کشاورزی همواره آب این رودخانه در معرض آلودگی قرار دارد. منابع آلاینده این رودخانه شامل فاضلاب استخرهای پرورش ماهی، فاضلاب واحدهای خدماتی- رفاهی و زهآب تولیدی در باغ‌ها می‌باشدکه در حال حاضر مهم‌ترین تهدید این رودخانه، فاضلاب استخرهای پرورش ماهی است.

هدف اصلی این تحقیق، تعیین پهنه‌بندی کیفی آب رودخانه دوهزار تنکابن با استفاده از شاخص مؤسسه ملی بهداشت آمریکا (NSFWQI) در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) می‌باشد. اهداف فرعی این طرح شامل تعیین توان خودپالایی رودخانه، تعیین اثرات آلاینده‌ها در طول مسیر رودخانه، ارائه راه‌کارهای عملی جهت کنترل آلاینده‌های ورودی به رودخانه و ارائه سیستم شفاف پهنه بندی کیفی جهت اتخاذ تصمیم‌گیری‌های مدیریتی می‌باشد.

مواد و روش ها

مطالعه حاضر از نوع مطالعه تجربی بوده است. انتخاب ایستگاه‌های نمونه‌برداری در این رودخانه با توجه به بررسی‌های انجام شده و با مطالعه مسیر رودخانه، با در نظرگرفتن موقعیت کارگاه های پرورش ماهی، رستوران‌ها، کافه‌های سنتی، مراکز جمعیتی، مراکز تفریحی، شاخه های فرعی ورودی به رودخانه و هم‌چنین با توجه به امکان نمونه‌برداری از آن انجام شد. در این رودخانه ۶ ایستگاه جهت نمونه‌برداری انتخاب شد که به شرح ذیل می‌باشند:

ایستگاه شماره ۱ : هلو کله

ایستگاه شماره ۲ : کلیشم (قبل از کارگاه پرورش ماهی)

ایستگاه شماره ۳ : بالای توبن (بعد از چند کارگاه پرورش ماهی)

ایستگاه شماره ۴ : پایین توبن (بعد از چند کارگاه پرورش ماهی)

ایستگاه شماره ۵ : پرده سر (بعد از چند کارگاه پرورش ماهی، مراکز خدماتی- رفاهی)

ایستگاه شماره ۶ : دو آب (قبل از تلفیق دوهزار و سه هزار)

در این تحقیق هم‌چنین جهت مقایسه بهتر کیفیت آب ایستگاه‌ها و مناطق، رودخانه دوهزار را به سه بخش بالادست، میان دست و پایین دست تقسیم نمودیم که ایستگاه‌های شماره ۱ و ۲ به عنوان ایستگاه‌های بالادست، ایستگاه‌های شماره ۳ و ۴ به عنوان ایستگاه‌های میان دست و ایستگاه‌های شماره ۵ و ۶ به عنوان ایستگاه‌های پایین دست بود. پس از تعیین نقاط نمونه‌برداری، با استفاده از دستگاه GPS مدل Etrex مختصات جغرافیایی نقاط نمونه‌برداری مشخص گردید. در این رودخانه نمونه‌برداری از ۶ ایستگاه انتخاب شده در طی ۶ ماه (۳ ماه کم آبی یعنی مهر، آبان و آذر سال ۱۳۹۱، و ۳ ماه پرآبی یعنی فروردین، اردیبهشت و خرداد سال ۱۳۹۲) به صورت ماهیانه (اواسط هر ماه) انجام گرفت. در این تحقیق ۹ پارامتر فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی شامل اکسیژن محلول (DO)، اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی (BOD5)، خاصیت اسیدی (PH)، نیترات (NO3)، فسفات (PO4)، کدورت (Turbidity)، کل جامدات محلول (TDS)، دما و کلی فرم مدفوعی مورد سنجش قرار گرفتند. با توجه به موارد ذکر شده، حجم نمونه به این صورت محاسبه گردید:

$$9 \times 6 \times 6 = 324$$

روش نمونه‌گیری، ظروف نمونه‌برداری و حمل و نقل نمونه‌ها در این تحقیق با استفاده از روش استاندارد (استاندارد متد ۱۹۹۸) انتخاب گردیدکه در این مطالعه از روش نمونه‌گیری مرکب استفاده شد و نمونه‌ها از مقطع عرضی رودخانه برداشت شدند(۱۴). در این تحقیق آزمایشات مورد نظر در آزمایشگاه معتمد محیط زیست مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی (کشور) واقع در تنکابن- کیلومتر ۱۸ جاده دوهزار انجام شد که روش انجام آزمایش برای هر پارامتر برطبق روش استاندارد (استاندارد متد ۱۹۹۸) در این آزمایشگاه انجام گرفتکه بر این اساس اندازه‌گیری نیترات و فسفات با استفاده از روش فتومتری و دستگاه فتومتر پالین تست مدل ۷۵۰۰،

جامدات کل با روش وزن سنجی، کلی فرم مدفوعی با روش کلونی شمار، کدورت با روش نفلومتری، BOD5 با روش انکوباتور انجام شد و برای اندازه‌گیری PH، DO و دما از PH متر، DO متر و ترمومتر پرتابل استفاده شد. در این تحقیق نتایج آزمایشگاهی توسط نرم‌افزار آماری اکسل تحلیل شد و سپس برای هر ایستگاه شاخص کیفیت آب با استفاده از جداول، منحنی‌ها و نرم‌افزار WQI Calculator محاسبه گردیده است. در ابتدا ارزش کیفی آب برای هر یک از پارامترها با توجه به منحنی مربوط تعیین شد و سپس نتیجه آن در ضرایب وزنی آن‌ها ضرب شده و در نهایت NSFWQI توسط نرم افزار محاسبه گردید و به وسیله جداول تفسیری مربوط تحلیل شد. جدول شماره ۱ تفسیر آلودگی به روش NSFWQI را نشان می دهد. البته برای محاسبه ارزش کیفی آب برای اکسیژن محلول، غلظت آن مد نظر نبوده بلکه بدین‌منظور از درصد اشباع اکسیژن محلول استفاده گردید و از نرم‌افزار تبدیل اکسیژن محلول به درصد اشباع آن و محاسبه WQI استفاده شده است. در روش NSFWQI برای محاسبه شاخص نهایی از رابطه زیر استفاده می‌شود که در آن NSFWQI شاخص کیفیت آب، Q_i ارزش پارامتر i ام با توجه به نمودارها و منحنی‌های مربوطه به دست می‌آید و مقدار آن از ۰ تا ۱۰۰ متغیر است. W_i نسبت وزنی پارامتر i ام و n تعداد پارامترهای کیفی آب می‌باشد(۷).

$$NSFWQI = \sum_{i=1}^{n} W_i \times Q_i$$

جدول شماره ۱ : تفسیر آلودگی به روش NSFWQI

شاخص	کیفیت آب	رنگ
۰-۲۵	بسیار بد	قرمز
۲۶-۵۰	بد	نارنجی
۵۱-۷۰	متوسط	زرد
۷۱-۹۰	خوب	سبز
۹۱-۱۰۰	عالی	آبی

همچنین در این تحقیق از شاخص ۵ گانه WQI برای مقایسه نتایج با شاخص NSFWQI استفاده شده است. این روش توسط سید در سال۲۰۰۳ ارائه شد. پارامترهای مورد سنجش در این روش شامل کدورت، فکال کلی فرم، اکسیژن محلول، فسفات و هدایت الکتریکی می‌باشد. این روش یک روش مکمل و موازی با روش NSFWQI می‌باشد. رابطه به کار رفته در این روش عبارت است از :

$$WQI = Log\left[\frac{(DO)^{0.8}}{(3.8)^{TP}(Turb)^{0.18}(15)^{Fcol/10000} + 0.14(SC)^{0.8}}\right]$$

که در این رابطه :

WQI : شاخص کیفی آب

DO : درصد اکسیژن اشباع

Turb(%) :کدورت آب

Fcol(NTU) :کلی فرم‌های مدفوعی(عدد در ۱۰۰میلی‌لیتر)

SC: هدایت الکتریکی یا هدایت ویژه آب (MS/cm در دمای ۲۵ درجه)

TP : فسفات کل (Mg/l)

مقدار عددی این شاخص بین ۱ تا ۳ می‌باشد که عدد ۱ کم‌ترین کیفیت و عدد ۳ بهترین کیفیت را نشان می‌دهد(۱۶). پس از به دست آوردن داده‌های لازم توسط شاخص NSFWQI، داده‌ها را به Arcmap وارد کرده و از روی‌هم‌گذاری نقشه آبراهه و ایستگاه‌های نمونه‌برداری، نقشه‌های نهایی به دست می‌آید.

یافته ها

در جدول شماره ۲ شاخص NSFWQI دردوره کم آبی نشان داده شده است که بر طبق آن در این دوره هر سه پهنه دارای وضعیت کیفی خوب می‌باشند.

جدول شماره ۲ : شاخص NSFWQI در دوره کم آبی

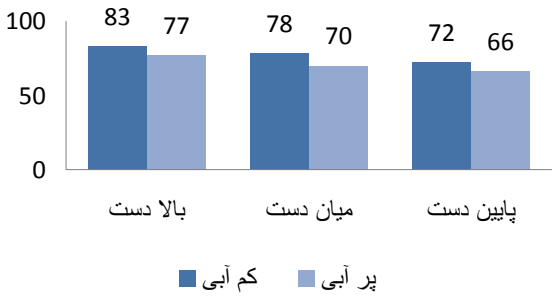
شاخص ایستگاه ها	مقدار شاخص	وضعیت کیفی
بالا دست	۸۳	خوب
میان دست	۷۸	خوب
پایین دست	۷۲	خوب

در جدول شماره ۳ شاخص NSFWQI در دوره پرآبی نشان داده شده که بر طبق آن در این دوره پهنه بالادست دارای وضعیت کیفی خوب و پهنه‌های میان دست و پایین دست دارای وضعیت کیفی متوسط می‌باشند.

جدول شماره ۳ : شاخص NSFWQI در دوره پر آبی

شاخص ایستگاه ها	مقدار شاخص	وضعیت کیفی
بالا دست	۷۷	خوب
میان دست	۷۰	متوسط
پایین دست	۶۶	متوسط

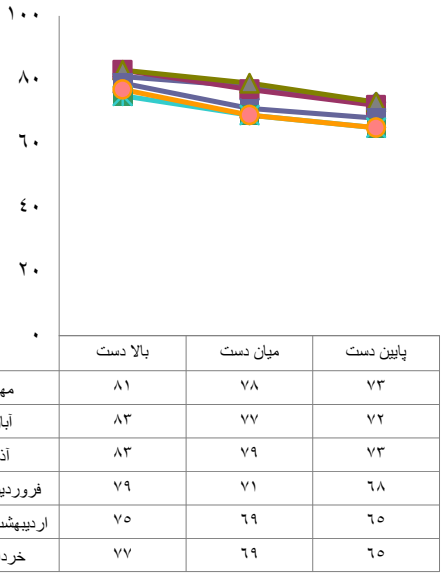
با توجه به نتایج ایستگاه‌های بالادست در هر دو دوره دارای بیش‌ترین کیفیت و ایستگاه‌های پایین دست دارای کم‌ترین کیفیت می باشند و در دوره کم‌آبی هر سه پهنه مورد مطالعه دارای کیفیت خوب می‌باشند و در دوره پرآبی در پهنه بالادست کیفیت آب در محدوده خوب و در دو پهنه میان دست و پایین دست در محدوده متوسط قرار دارد (نمودار شماره ۱).



نمودار شماره ۱ : شاخص NSFWQI در ایستگاه های شاخص در دوره های آبی رودخانه دوهزار

به طور کلی شرایط کیفی رودخانه در دوره کم آبی بهتر از دوره پرآبی استکه افزایش بار جمعیتی در دوره پرآبی و هم چنین استفاده از کودهای شیمیایی در این دوره می‌تواند از دلایل اصلی آن باشد.

با توجه به نمودار شماره ۲ در هر دو دوره و در همه ماه‌ها، ایستگاه‌های بالادست دارای بیش‌ترین کیفیت و ایستگاه‌های پایین دست دارای کم‌ترین کیفیت می‌باشند و با توجه به نتایج به دست آمده وضعیت کیفی آب در دوره کم آبی در همه ایستگاه‌ها خوب می‌باشد و در دوره پرآبی کیفیت آب در هر سه ماه در ایستگاه های بالادستدر محدوده خوب ، در ایستگاه‌های میان دست در ماه فروردین وضعیت کیفی خوب و در دو ماه دیگر متوسط می باشد و ایستگاه‌های پایین دست در هر سه ماه دارای وضعیت متوسط هستند.



نمودارشماره ۲ : شاخص NSFWQI در ایستگاه های شاخص در ماه های دوره های آبی رودخانه دوهزار

همان‌طوری که در جدول شماره ۴ مشاهده می‌شود نتایج حاصل از شاخص ۵ گانه WQI در رودخانه دوهزار، نتایج به دست آمده از شاخص NSFWQI را در این رودخانه تأیید می‌نماید و نتایج دو شاخص در همه ایستگاه‌ها موازی یکدیگر می‌باشند.

جدول شماره ۴ : مقایسه نتایج حاصل از شاخص NSFWQI و شاخص ۵ گانه WQI در دوره های پژوهش

	NSFWQI		WQI	
ایستگاه های شاخص	کم آبی	پرآبی	کم آبی	پرآبی
بالادست	۸۳	۷۷	۴۹.۲	۲۶.۲
میان دست	۷۸	۷۰	۲۹.۲	۱۴.۲
پایین دست	۷۲	۶۶	۲۴.۲	۰۶.۲

بحث

در مطالعه قاضی‌زاده و همکاران، مقدار WQI بر

روی رودخانه تمبی مسجد سلیمان با ۹ پارامتر فیزیکی و شیمیایی در بین سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۳ سنجش شد. نتیجه به این صورت گزارش شد که شاخص کیفیت آب در بالادست رود در رده متوسط و در پائین دست آن در محدوده بسیار خطرناک قرار داشت(۱۷).

محمدتقی صمدی و همکاران در تحقیقی که بر روی پهنه‌بندی کیفی رودخانه دره مراد بیک همدان بر اساس شاخص NSF و بهره‌گیری از سامانه اطلاعات جغرافیایی GIS انجام دادند، نتیجه گرفتند که میانگین شاخص NSFWQI در بهترین وضعیت که مربوط به ایستگاه اول بود ۶۲/۷۸ می‌باشد که وضعیت متوسط را از لحاظ شاخص کیفی مورد استفاده مشخص می‌سازد و میانگین مذکور در بدترین حالت که مربوط به ایستگاه شماره ۶ می‌باشد، معادل۲۷/۴۹ محاسبه گردید که نشانگر بروز وضعیت کیفی بد می‌باشد(۱۸).

نصیر احمدی و همکاران، آب رودخانه هراز را بر اساس شاخص NSFWQI پهنه‌بندی کردند. بدین منظور پارامترهای کیفی آب رودخانه را در ۷ ایستگاه مختلفاز مهر ماه ۱۳ تا شهریور ماه ۱۳۸۹ مورد ارزیابی و مطالعه قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که آب این رودخانه در ۶ ایستگاه دارای کیفیت متوسط با شاخص محدوده ۵۰ تا ۷۰ می‌باشد. در صورتی که در ایستگاه پایین دست، میزان این شاخص به جز در ماه‌های دی، خرداد و تیر به زیر ۵۰ تقلیل یافته و به عنوان منطقه‌ای با کیفیت آب ضعیف (آلوده) شناخته می‌شود(۱۹).

محسنی بندپی و همکاران در مطالعه خود نمونه‌های آبی را از ۸ ایستگاه منتخب که در قسمت‌های کلیدی رودخانه هراز و در نقاط مختلف واقع شده، جمع‌آوری کردند و پارامترهای مختلف کیفیت آب را در طی فصل‌های زمستان و بهار آنالیز نمودند و آثار فاضلاب‌های صنعتی، شهری، مزارع پرورش ماهی و هرزآب کشاورزی را بر کیفیت آب رودخانه هراز بررسی کردند. نتایج در این رودخانه کدورت زیادی را در نقاط میان دست و پایین دست نشان داد و غلظت BOD و کلی فرم مدفوعی در فصل خشک بیش‌تر بود(۲۰). BasantaK و همکاران، شاخص کیفیت آب NSFWQI را در رودخانه‌های ماهانادی و آتارابانکی و کانال تالداندا در منطقه پارادیپ هند مورد ارزیابی قرار دادند. بدین منظور در سه فصل مختلف تابستان، پاییز و زمستان و بر روی ۴ پارامتر PH، اکسیژن محلول، BOD5 و کلی فرم مدفوعی مطالعه را انجام دادند. نتیجه نشان داد که پساب‌های صنعتی و فعالیت‌های انسانی نقش بسیار روشنی در آلودگی این مناطق ایفا می‌کنند(۲۱). در جدول شماره ۵ مقایسه ای بین شاخص کیفیت آب رودخانه دوهزار با تعدادی از رودخانه های دنیا انجام شده است.

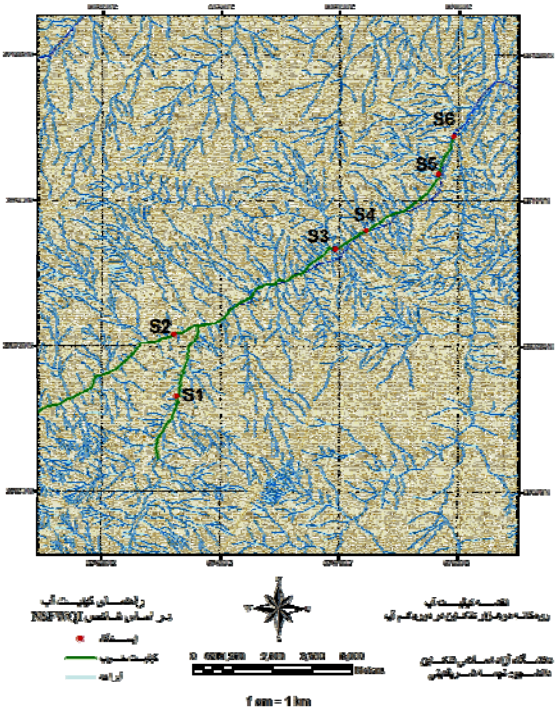
جدول شماره ۵ : مقایسه شاخص کیفیت آب رودخانه دوهزار با تعدادی از رودخانه های مختلف دنیا

منبع	WQI	رودخانه
مطاله حاضر	۷۴/۳	دوهزار
صمدی و همکاران(۱۳۸۸)	۳۸/۵۱	دره مراد بیک
نصیراحمدی و همکاران(۱۳۹۱)	۵۵/۱۰	هراز
میشرا باسانتا و همکاران(۲۰۰۶)	۷۲/۲	ماهانادی
میشرا باسانتا و همکاران(۲۰۰۶)	۵۳/۵	آتارابانکی
میشرا باسانتا و همکاران(۲۰۰۶)	۷۷	کانال تالداندا

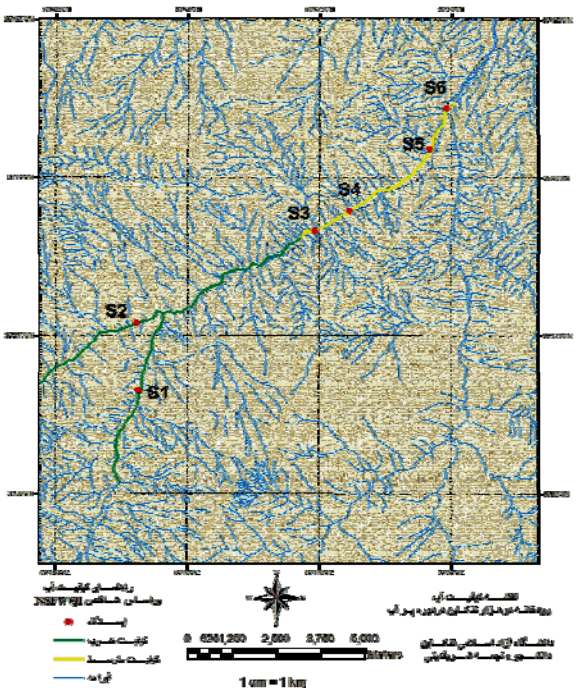
با توجه به تصویر شماره ۲، هر سه پهنه مورد مطالعه در دوره کم آبی دارای وضعیت کیفی خوب می‌باشند و در محدوده ۷۱ تا ۹۰ قرار دارند که بر اساس تفسیر آلودگی به روش NSFWQI، وضعیت کیفی خوب با رنگ سبز نشان داده شده است.

با توجه به تصویر شماره ۳، پهنه بالادست در دوره پرآبی دارای وضعیت کیفی خوب می‌باشد و در محدوده ۷۱ تا ۹۰ قرار داردکه بر اساس تفسیر آلودگی به روش NSFWQI، این پهنه با رنگ سبز نشان داده شده‌اند و پهنه‌های میان دست و پایین دست در این دوره در محدوده متوسط ۵۱ تا ۷۰ قرار دارند که بر اساس تفسیر آلودگی به روش NSFWQI این پهنه‌ها با رنگ زرد نشان داده شده‌اند. با توجه به نتایج حاصل از شاخص کیفی NSFWQI در دوره‌های آبی رودخانه دوهزار شرایط کیفی رودخانه در هر دو دوره در

مسیرهای بالادست بهتر می‌باشد. یعنی در هر دو دوره ایستگاه‌های بالادست بهترین و ایستگاه‌های پایین دست بدترین وضعیت را داشته‌اند.



تصویر شماره ۲: نقشه پهنه بندی کیفی آب رودخانه دوهزار بر اساس شاخص NSFWQI در دوره کم آبی با سامانه GIS



تصویر شماره ۳: نقشه پهنه بندی کیفی آب رودخانه دوهزار بر اساس شاخص NSFWQI در دوره پرآبی با سامانه GIS

به طور کلی و با توجه به نتایج تحقیق، وضعیت کیفی آب رودخانه دوهزار بر اساس شاخص NSFWQI در دوره کم آبی بهتر از دوره پرآبی می‌باشد. با وجود بیش‌تر بودن میزان پارامترهای BOD5، PH و TDS در دوره کم آبی نسبت به پرآبی ولی افزایش میزان پارامترهای نیترات، فسفات، کدورت، کلی فرم مدفوعی و دمای آب در دوره پرآبی نسبت به کم آبی موجب کاهش کیفیت آب رودخانه در این دوره شده است. هم‌چنین میزان همه پارامترها در طول مسیر رودخانه به غیر از پارامترهای PH و DO، از بالادست به سمت پایین دست افزایش پیدا کرده است که حاکی از ورود آلاینده‌های گوناگون مانند پساب‌های استخرهای پرورش ماهی، فاضلاب‌های تخلیه شده توسط مراکز تفریحی، رستوران‌ها، کافه‌های سنتی و هم‌چنین واردشدن کودهای شیمیایی به رودخانه می‌باشد. از آن‌جایی که میزان اغلب پارامترها در ایستگاه‌های پایین دست افزایش می‌یابد نمی‌توان از ظرفیت خودپالایی رودخانه مطمئن بود و درواقع نیاز به مطالعات بیش‌تری در این زمینه احساس می‌شود. هم‌چنین این پژوهش بر اساس نتایج حاصل از شاخص NSFWQI تأثیرگذاری بالای پساب استخرهای پرورش ماهی برتغییرکیفیت آب این رودخانه در بازه‌های مختلف، از طریق ایجاد تغییر در میزان پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و میکروبی را معلوم می‌سازد. به طور کلی بر طبق استانداردهای کیفیت آب آشامیدنی به غیر از پارامتر کدورت که در دوره پرآبی در ایستگاه‌های سوم، چهارم، پنجم و ششم یعنی در ایستگاه‌های میان دست و پایین دست در حد مجاز نمی‌باشد، سایر پارامترهای مورد سنجش در شاخص NSFWQI در این تحقیق در هر دو دوره مطالعه (کم آبی و پرآبی) و در همه ایستگاه‌های نمونه‌برداری در حد مجاز قرار دارند. هم‌چنین در این مطالعه برای اطمینان از صحت نتایج حاصله، متغیرها با روش شاخص ۵ گانه WQI نیز مقایسه شدو معلوم شد که شاخص ۵ گانه WQI، نتایج به دست آمده از شاخص NSFWQI را در رودخانه دوهزار تأیید

می‌نماید و نتایج دو شاخص در همه ایستگاه‌ها موازی یکدیگر می‌باشند.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه پیشنهاداتی در ذیل داده شده است:

- با توجه به این که مطالعات و تحقیقاتی به منظور بررسی کیفیت آب رودخانه دوهزار از نظر درجه بندی کیفیت آب انجام نشده، استفاده از روش شاخص مؤسسه ملی بهداشت (NSFWQI) به عنوان روشی ساده برای شناخت از کیفیت آب این رودخانه مناسب بوده و برای مدیران و مسئولان جهت برنامه‌ریزی حفاظت کیفی آب آن قابل استفاده است.

- از آن‌جایی‌که در روستاهای حواشی این رودخانه از آب این رودخانه جهت مصرف شرب استفاده نمی‌شود و اهالی روستاها از آب چشمه واغلب بدون تصفیه برای این منظور استفاده می‌کنند، برای حفظ سلامتی ساکنان روستا و هم‌چنین به منظور حفظ منابع آب‌های زیرزمینی می‌توان با مطالعات دقیق‌تر و ایجاد تصفیه خانه آب، از آب این رودخانه جهت مصرف شرب استفاده نمود.

- نظارت بر انتخاب مناطق مناسب جهت احداث استخرهای پرورش ماهی و طراحی سیستم‌های تصفیه پساب این استخرها جهت کاهش بار آلودگی پساب ورودی به رودخانه می‌تواند از اقدامات مؤثر در این زمینه باشد.

- با توجه به نوسانات اندک آب رودخانه دو هزار در دوره‌های زمانی مختلف، این رودخانه می‌تواند محل مناسبی برای طرح‌های توریستی منطبق با ملاحظات زیست محیطی باشد.

- از میان ایستگاه‌های نمونه‌برداری منتخب بر رودخانه دوهزار، ایستگاه‌های شماره۴ و۶ جهت احداث ایستگاه‌های ثابت برای سنجش آلاینده‌ها پیشنهاد می‌شوند.

- در این رودخانه می‌توان مطالعاتی در خصوص آلودگی‌های رسوبات بستر آن انجام داد. هم‌چنین در این رودخانه می‌توان مطالعاتی در زمینه ظرفیت برد رودخانه و توان خودپالایی آن در برابر آلاینده ها توسط مدل‌ها و نرم افزارهای موجود (QUAL2K، WEAP، WASP) انجام داد.

References

1. Curtis G. Cude Oregon water quality indexes a tool for evaluating water quality management effectiveness. JAWRE Journal of the American Water Resources Association 2001; 37(1): 125-137.
2. Rahmani A, Determination the quality of water from flowing rivers of hamedan falt in spring base on Wilcox assortment method. Journals collection of tenth Environmental Health national congress. 2007; Oc-Nov, 30-1,Hamadan,Iran.(persian).
3. Filipic M. Mutagenicity and toxicity of water extracts from the Sora river area. Mutat Res 1995; 342(1-2): 1-8.
4. Sobhani N. Study of water quality indices methods and applications in Karun water quality zoning. (thesis) Environmental department of Science and industry University, Iran. 2004. (Persian).
5. Ott WR. Environmental Indices: Theory and Practice. Michigan: Ann Arbor Science Publishers; 1980.
6. DEQ (The Oregan Department of Environment Quality). 2003. Available Available at: http://www.deq.state.or.us/lq/rbdm.htm. Accessed May 2, 2013.
7. Sheikhestani N. Surface water quality indices description and application in qualitative vulnerability assessment and zoning Rivers. (thesis). Civil department of science and industry University. 2002. (Persian).
8. NSF, 2003: National Sanitation Foundation. Available at: http//www.Nsfconsumer.rg/environment/wqi.Asp,http://www.nsf.org/cons

umer-resources. Accessed May 2, 2013.

9. Silvia F, Pesce M, Daniel A. Wunderlin M. Use of water quality indices to verify the impact of Cordoba City (Argentina) on Suquía River.Water Research 2000; 34(11): 2915-2926.
10. Meftah Halaghi M, Golalipor A. Classification of Water Quality of Atrak River.Research of Soil and Water Conservation (Agricultural Sciences and Natural Resources). 2011; 18(2): 211-221 (Persian).
11. Shamsaei A, Oreei Zareh S, Sarang A. The comparison of water indices and zoning quality in Karoon and Dez Rivers. Water and Waste Water 2006; 16(3): 39-48 (Persian).
12. Mirzaei M, Nazari A, Yari A. Zoning of Jajrood river. The Journal of Environmental Research. Environmental Studies 2005: 31(37): 17-26 (Persian).
13. Dulo, Simeon Otieno. Determination of some Physico-chemical parameters of the Nairobi River, Kenya. J Appl Sci Environ Manage 2008; 12(1): 57-62.
14. APHA, AWWA, WPCF. Standard method for the examination of water and wastewater. 2014. Available at: http://www.standardmeth ods.org. Accessed January 2, 2014.
15. Abbasi SA. Watre Quality Indices, Center of Pollution Control & Energy Technology Punditry University. 2000.
16. Said A. Water quality evalution using water quality index for streams. 2003. Available at:http://www.mvrpc.org/wq/wep. Accessed May 2, 2013.
17. Ghazizadeh N, Shariat M, Jafarzadeh haghighi fard N, Afkhami M. Checking for masjed soleiman city effluent affection on tembi river water quality to water quality index, ambient hygiene. National Conference on Environmental Health. 8th Tehran: university of medical sciences; 2005. (Persian).
18. Samadi M, Saghi M, Rahmani A, Torabzade H. Zoning of water quality on hamedan moradbig river bases on water quality index with geographic information system. Scientific Journal of Hamadan University of Medical Sciences 2010; 16(3): 36-43 (Persian).
19. Nasir Ahmadi K, Yousefi Z, Tarseli A, qualification zoning of the haraz river according to NSFWQI index. J Mazandaran Univ Med Sci 2012; 22(92): 64-71 (Persian).
20. Mohseni Bandpei A, Yousefi Z. status of water quality parameters along Haraz River. Int J Environ Res 2013; 7(4): 1029-1038.
21. Pradyusa S, Mishra BK, Panda CR, Rout SP. 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.