مستخرج از پایان نامه

پایداری، توسعه و محیط زیست، دوره اول، شماره ۱، بهار ۹۹

بررسی کیفیت آب رودخانه دوهان سمیرم بر اساس شاخص کیفی آب NSFWQI

رضا رضائی [۱]

هانیه نوذری [۲*]

hnowzari@iauabadeh.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۷/۲/۲۴ **تاریخ پذیرش: ۹۷/۶/۱۴**

چکیده

زمینه و هدف: ایجاد یک برنامه کنترلی منظم و پایش کیفیت آب رودخانه ها از مهمترین راهکارها به منظور کاهش آلودگی و ارتقای وضعیت کیفی آنها می باشد. با توجه به اهمیت رودخانه دوهان سمیرم در گردشگری و همچنین تخلیه آلاینده های مختلف به آن، ارزیابی کیفی آب این رودخانه امری ضروری است.

روش بررسی: نمونه برداری در مردادماه ۱۳۹۵ طی یک نوبت و سه تکرار از ۴ ایستگاه شامل سرچشمه رودخانه دوهان، انتهای باغات و مزارع، قبل از تاج آبشار و انتهای آبشار صورت گرفته است و پارامترهای کیفی شامل: DO، pH، کل جامدات، BOD، کدورت، دما، فسفات، نیترات و کلیفرم مدفوعی اندازه گیری شدند و ۱۰۸ داده جمع آوری گردید. داده های حاصله با استفاده از شاخص کیفی آب NSFWQI وزن دهی شدند و شاخص کیفیت آب هر بخش از رودخانه تعیین گردید.

یافته ها: یافته ها نشان دادند در این رودخانه میزان شاخص NSFWQI در ایستگاه اول ۵۹/۰۳، در ایستگاه دوم ۵۷/۱۵، در ایستگاه سوم ۵۷/۶۷ و در ایستگاه چهارم ۳۶/۷۲ بوده است. با توجه به این موضوع، وضعیت کیفیت آب در ایستگاه یک و دو و سه در رده متوسط (۵۱-۷۰) و در ایستگاه چهار در ردهٔ بد (۲۶-۵۰) قرار داشت. بنابراین بیشترین میزان شاخص کیفیت آب مربوط به سرچشمه رودخانه دوهان و کمترین مقدار آن مربوط به پایین دست آبشار سمیرم بوده است.

بحث و نتیجه گیری: با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه، آب رودخانه از سرچشمه تا قبل از آبشار کیفیت متوسط داشته اما پس از آبشار به کیفیت بد تنزل یافته است. بنابراین آب از همان ابتدای سرچشمه در سطح کیفی عالی قرار نداشته که دلایل این پدیده وجود منازل مسکونی و دام های عشایر در نزدیک چشمه های تامین کننده آب است. در انتهای باغات و مزارع از کیفیت آب رودخانه کاسته شده که دلیل آن مربوط به استفاده از کود و سموم و زهاب مزارع و باغات بوده ولی شاخص کیفیت آب این محدوده هم در وضعیت متوسط قرار دارد. بعد از آبشار، تخلیه فاضلاب حاصل از حجم بالایی از فعالیت های انسانی و گردشگری، دلیل افزایش آلودگی و کاسته شدن کیفیت آب به سطح بد بوده است.

واژه‌های کلیدی: پایش، رودخانه ها، دوهان، NSFWQI، شاخص کیفیت آب.

۱- دانش آموخته کارشناس ارشد مهندسی محیط زیست، گرایش آلودگی های محیط زیست، گروه محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آباده، آباده، ایران

۲- استادیار گروه محیط زیست، واحد آباده، دانشگاه آزاد اسلامی، آباده، ایران. *(مسوول مکاتبات)

J. Sus. Dev. & Env., Vol. 1, No.1, Spring 2020

Doohan Semirom river water quality assessment using NSFWQI water quality index

Reza Rezaei[1]
Haniyeh Nowzari [2 *]
hnowzari@iauabadeh.ac.ir

Admission Date:September 5, 2018 Date Received: May 14, 2018

Abstract

Background and Objective: Creation a regular control schedule and monitoring water quality of the rivers is one of the most important strategies to reduce pollution and improve their quality. Given the importance of Doohan Semirom River as one of the main tourist resorts as well as discharge of various pollutants, its water quality assessment seems necessary.

Material and Methodology: Sampling has carried out in August 2016 during a turn and three replications of four stations including the source of the Doohan river, the end of the gardens and farms, before the crown of the Semirom waterfall and after the waterfall and qualitative parameters include DO, pH, TS, BOD, turbidity, temperature, phosphate, nitrate and fecal coliform were measured in the samples and 108 data were collected. The data were weighted using NSFWQI and water quality index was determined for each section of the river.

Findings: The results showed that the NSFWQI index of the first station was 59.03, the second station was 57.15, the third station was 57.67 and the fourth station was 36.72 in this river. Due to this, the status of water quality of the first, second and third stations were in the medium class whereas the status of water quality of the fourth station was in the bad class. Therefore, the highest water quality index was for the source of the Doohan river and the lowest one was for the after the waterfall.

Discussion and Conclusion: According to the result of this study, the river water from the source to the before the crown of the waterfall had average quality however it is degraded to bad quality after the waterfall. So, the river water was not at high-level from the original which this phenomenon is because of the presence of residences and the livestock of tribe near the fountain of water suppliers. The water quality decreased at the end of the orchards and farms because of using fertilizers and toxins and the runoff of them however the water quality index of this part was in the medium class. After the waterfall, sewage spill of a large amount of human activities and tourism have been the causes of water pollution increasing and water quality decreasing to the bad quality.

Keywords: Monitoring, Rivers, Doohan, NSFWQI, Water quality index

1- MSc Graduated of Environmental Engineering, Environmental Pollution, Department of Environment, Islamic Azad University of Abadeh Branch, Abadeh, Iran.
2- Assistant Professor, Department of Environment, Abadeh Branch, Islamic Azad University, Abadeh, Iran. *(Corresponding Author)

مقدمه

آب برای زندگی و همه فعالیتهای انسان حیاتی است و دسترسی به آب سالم و با کیفیت مناسب از بارزترین شرایط دستیابی به توسعه پایدار می باشد (۱). در میان منابع آب، رودخانه ها از مهمترین منابع تامین آب می باشند که جهت مصارف شرب، کشاورزی، آبیاری، صنعت و... مورد استفاده قرار می گیرند (۲). رشد جمعیت و افزایش فعالیتهای انسانی درحوضه آبریز رودخانه ها، تخلیه فاضلابهای خانگی و صنعتی، فعالیتهای کشاورزی، رواناب ها و شیرابه محل های دفع زباله باعث کاهش کیفیت آب این منابع شده است (۳). از این رو پایش کیفیت آب این منابع با توجه به خشکسالی های اخیر و توسعه شهری و روستایی، درحفظ آنها و همچنین در برنامه ریزی و مدیریت منابع آب بسیار حائز اهمیت است (۴). یکی از ساده ترین روشها جهت تعیین شرایط کیفی آب استفاده از شاخصهای کیفی آب است که می توانند بعنوان یک ابزار تصمیم گیری برای مدیران و متخصصان مربوطه بکار گرفته شوند (۵) که می توان به شاخص های HORTON، PRATI، OWQI، O'CONNOR، LEE، CWQI، QUAL2E **و** NSFWQI اشاره کرد. هرکدام از این روشها محدودیت های مهمی دارند که در روند استفاده از آنها نمایان شده و باعث عدم نتیجه دهی دقیق در بررسی کیفی آب های سطحی می شوند. از بین هشت شاخص ذکر شده، شاخص NSFWQI یک روش جامع و کامل می باشد که نسبت به شاخص های دیگر ارجحیت دارد زیرا نتایج مطالعات پژوهشی و کاربردی اخیر حاکی از کارایی این شاخص با هدف تعیین وضعیت و بررسی روند تغییرات کیفی جریان رودخانه بوده است (۶، ۷، ۸ و ۹). در سال ۱۹۷۰ با حمایت سازمان ملی بهداشت آمریکا، Brown و همکارانش این شاخص کیفی را در این زمینه ارائه نمودند. آن ها در ابتدا حدود ۳۵ پارامتر آلودگی را مطرح کرده و سپس بر اساس نظر افراد متخصص حدود ۹ پارامتر اصلی را برای ایجاد شاخص انتخاب کردند (۱۰). استفاده از شاخص NSFWQI بسیار متداول بوده و میتوان از آن برای بررسی کیفیت آب رودخانه ها استفاده نمود و با ساده سازی و کاهش اطلاعات خام و اولیه علاوه بر بیان کیفیت آب، مناطقی را که از نظر آلودگی بیشتر مورد تهدید می باشند مشخص و منابع آب آنها را مدیریت نمود (۸). شاخص کیفیت آب سازمان ملی بهداشت آمریکا (National Sanitation Foundation Water Quality Index: NSFWQI) در بسیاری از نقاط جهان برای طبقه بندی کیفیت آب های سطحی مورد استفاده قرار می گیرد که در محاسبه آن ۹ پارامتر فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی اندازه گیری می شود که شامل DO، pH، کل جامدات، BOD، کدورت، دما، فسفات، نیترات و کلیفرم مدفوعی می باشند. DO یا اکسیژن محلول یکی از بااهمیت ترین گازهای موجود در آب می باشد و غالباً از طریق هوا و گیاهان موجود در آب وارد آب می شود؛ pH میزان قلیایی یا اسیدی بودن آب را نشان می دهد؛ کل جامدات معرف مجموع جامدات حل شده و جامدات معلق می باشد؛ BOD یا تقاضای اکسیژن خواهی بیولوژیکی نرخ مصرف اکسیژن در داخل آب توسط میکروارگانیزم ها هنگام استفاده از مواد آلی موجود در محلول را نشان می دهد؛ کدورت پدیده ای است که میزان شفافیت آب را مشخص می کند؛ دما یکی از ویژگی‌های فیزیکی آب است که میزان گرمی و سردی آن را نشان می‌دهد؛ فسفات از طریق فاضلابهای خانگی و پسابهای کشاورزی حاوی کودهای فسفاته وارد آب ها می شود؛ نیترات از اکسید شدن ترکیبات نیتروژن داری که از طریق فاضلاب های صنعتی و کشاورزی به آبها وارد می شوند تولید می شود؛ کلیفرم ها به گروهی از باکتری های خانواده انتروباکتریاسه گفته می شود که دارای توانایی خاصی در تخمیر قند لاکتوز باشند. کلیفرم ها باکتری هایی هستند که همیشه در مجرای گوارشی حیوانات و انسان حضور دارند و در زباله ها نیز یافت می شوند.

صمدی و همکاران (۱۳۸۸) در مطالعه ای که بر روی آب رودخانه دره مراد بیک همدان انجام دادند اعلام کردند که شاخص کیفی NSFWQI شاخص مناسبی جهت پهنه بندی رودخانه مذکور می باشد (۱۱). در مطالعه ای خیر اللهی و همکاران (۱۳۹۰) آب دریاچه سد کرخه را با استفاده از شاخص کیفی آب NSFWQI مورد مطالعه قرار دادند که براساس

نتایج حاصله از این مطالعه مقدار این شاخص در بدترین وضعیت مربوط به ایستگاه اول [سیمره] در فصل تابستان معادل ۴۰/۵۴ محاسبه گردید که بیانگر بروز وضعیت کیفی بد می‌باشد (۱۲). قائینی و همکاران(۱۳۹۱) در بررسی کیفی رودخانه چشمه گردو در نوشهر مازندران نشان دادند که این رودخانه آلودگی شیمیایی خصوصا آلودگی میکروبی داشته و شاخص کلی آن نشانگر وضعیت بد کیفی می باشد که (۱۳). مرادی مجد و همکاران (۱۳۹۶) آب رودخانه بهمنشیر در استان خوزستان را با استفاده از شاخص کیفی آب NSFWQI مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد کیفیت آب این رودخانه در تمام مقاطع آن در رده بد قرار دارد و آب آن فقط برای کشاورزی مناسب است. همچنین آب بالادست آن آلودگی کمتری نسبت به پایین دست دارد (۱۴). Pradyusa و همکاران (۲۰۰۹) در ارزیابی کیفیت آب بر اساس شاخص NSFWQI در رودخانه آتارابانکی، ماهاتادی و کاتال تالاانا در مناطق پارادیپ هند، آلودگی آب رودخانه آتارابانکی را ناشی از فعالیت های انسانی و صنعتی معرفی نموده است (۱۵). Bakan و همکاران (۲۰۱۰) نیز در مطالعه ی خود بر روی رودخانه Kizilirmak در کشور ترکیه به این نتیجه دست یافتند که بالا بودن بار آلی و نیترات رودخانه مربوط به تخلیه فاضلابهای خانگی روستاهای واقع در حوضه آبریز بوده است (۱۶). Kumar و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه ای به منظور بررسی کیفیت آب رودخانه Sabaramati در کشور هند به این نتیجه دست یافتند که شاخص NSFWQI میتواند بعنوان یک ابزار مدیریتی عالی و کاربردی جهت مطالعه کیفیت آب رودخانه ها مورد استفاده قرار گیرد(۱۷). Rosli و همکاران (۲۰۱۲) کیفیت آب رودخانه سالک واقع در مالزی را با استفاده از شاخص WQI مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان دهنده مقدار پائینی از DO و مقادیر بالایی از BOD و سرب بود که آب رودخانه مذکور بر طبق شاخص WQI در دسته آبهای آلوده طبقه بندی می شود (۱۸).Vaheedunnisha و Sandeep (۲۰۱۵) کیفیت آب تالاب RoopSagar هند را با استفاده از شاخص NSFWQI به صورت ماهیانه طی یک سال بررسی نمودند. طبق نتایج حاصل از این مطالعه کیفیت آب تالاب در کل دوره مطالعه در محدوده کیفی متوسط قرار می گیرد. بیشترین میزان شاخص NSFWQI (۶۶/۷۵) در ماه نوامبر و کمترین میزان این شاخص (۵۵/۲۵) در ماه ژوییه مشاهده گردید(۱۹). Effendi و Wardiatno (۲۰۱۵) وضعیت کیفی آب رودخانه Ciambulawung واقع در استان بنتن اندونزی را با استفاده از شاخصNSFWQI بررسی نمودند. نمونه برداری از سه ایستگاه و در سه نوبت مطابق با فصل بارانی صورت گرفت. طبق نتایج حاصل از این مطالعه میزان شاخص NSFWQI در محدوده ۸۸-۷۸ و کیفیت آب این رودخانه در محدوده خوب قرار دارد(۲۰).

منطقه مطالعاتی در این پژوهش رودخانه دوهان سمیرم می-باشد. این رودخانه بعنوان اصلی ترین منبع تامین کننده آب آبشار سمیرم به شمار می رود. طول شاخه اصلی این رودخانه تا محل انتهای آبشار ۶/۵ کیلومتر می باشد. اهالی اغلب روستاها و یا مراکز پرورش حیوانات، زباله و فضولات حیوانی خود را مستقیم به حوضه آبریز رودخانه می ریزند که میزان بار آلی رودخانه را بالا می برد. فعالیتهای کشاورزی و باغداری از دیگر منابع آلودگی به شمار می روند لذا پایش و کنترل آلاینده های ورودی به این رودخانه جهت حفظ کیفیت مناسب آن و نیز تصمیم گیری در خصوص نحوه استفاده از آب آن امری لازم و ضروری به نظر می رسد.

روش بررسی

شهرستان سمیرم با مساحت ۵۲۲۴ کیلومتر مربع در جنوب غربی استان اصفهان با مختصات جغرافیایی ۵۱ درجه و ۱۷ دقیقه تا ۵۲ درجه و ۳ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۴۲ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۵۱ دقیقه عرض شمالی و با ارتفاع متوسط ۲۴۰۰ متر از دریا واقع شده است. رودخانه دوهان در ضلع شرقی شهر سمیرم با ۱۲۳۹۶متر طول از ارتفاعات جوزار رشته کوه زاگرس سرچشمه گرفته است. این رودخانه در مسیر خود با آبیاری مزارع و باغات کشاورزی پس از طی مسافت ۴۹۰۰ متری به آبشار سمیرم رسیده و با اختلاف ارتفاع مصب رودخانه، جلوگاه طبیعی آبشار را تشکیل داده و با عبور از پارک تفریحی و گردشگری آبشار سمیرم به سمت رودخانه تنگ و خشک حرکت

نموده و در محل تنگ آهن به رودخانه تنگ و خشک ملحق شده و در نهایت به سمت رودخانه ماربر و سپس رودخانه خرسان در استان کهکیلویه و بویراحمد جاری می شود (۲۱). از آنجایی که دشت محل عبور رودخانه دوهان محل فعالیت های کشاورزی و دامداری می باشد، به علت استفاده متناوب از کود و سموم کشاورزی و تخلیه زه آبهای کشاورزی و دامداری و همچنین وجود منطقه گردشگری آبشار در مسیر رودخانه و تخلیه فاضلاب های انسانی به رودخانه، بطور مستقیم و یا غیرمستقیم آب رودخانه را در معرض انواع آلودگیها قرار می-دهند.

ابتدا بر اساس دستورالعمل ملی برنامه پایش آبهای جاری سطحی و رودخانه ها برای بررسی موقعیت کلی رودخانه از نقشه ۱/۵۰۰۰۰ استفاده شد(۲۲) و با توجه به مسیر رودخانه، سرچشمه آن و مکان ورود آلاینده ها و براساس دستورالعمل مذکور ایستگاه های نمونه برداری مشخص شدند و با استفاده از GPS مختصات جغرافیایی نقاط نمونه برداری ثبت گردید و تعداد ۴ ایستگاه برای سنجش پارامترهای کیفی بر روی رودخانه انتخاب شد. ایستگاه اول سرچشمه رودخانه، ایستگاه دوم انتهای باغات و مزارع (فاصله از ایستگاه قبل۱۷۶۱متر)، ایستگاه سوم قبل از آبشار (فاصله از ایستگاه قبل ۳۲۱۶ متر)، ایستگاه چهارم انتهای آبشار سمیرم (فاصله از ایستگاه قبلی ۱۵۶۳ متر) (شکل ۱ و جدول ۱).

نمونه برداری در طی یک دوره و سه تکرار در مردادماه از سال ۱۳۹۵ به انجام رسید. روش مورد استفاده جهت نمونه برداری دستی بوده که طی آن نمونه ها (در نیمه مرداد ماه و قبل از ظهر) از عرض میانی رودخانه گرفته شدند. در این روش همواره نمونه ها از محلی که آب درحال جریان است برداشته شده و از نمونه برداری از کناره های ساحل رودخانه و جاهایی که آب راکد است خودداری می شود. به علت دبی پایین و کم عمق بودن آب رودخانه، پرکردن ظروف نمونه برداری در کمترین فاصله از سطح آب با استفاده از نمونه بردار چند منظوره که مرسوم ترین وسیله نمونه برداری در رودخانه ها به شمار می‌رود انجام شد. مزیت این وسیله آن است که نیازی به انتقال نمونه برداشت شده به ظرف دیگری برای انتقال به آزمایشگاه ندارد. در هر نمونه پارامترهای کیفی شامل: DO، pH، کل جامدات، BOD،کدورت، دما، فسفات، نیترات و کلیفرم مدفوعی اندازه گیری شدند و ۱۰۸ داده در کل جمع آوری گردید. پارامترهای دما، اکسیژن محلول و pH در محل اندازه گیری شده است. میزان اکسیژن محلول با دستگاه DO متر مدلWinlab و pH با استفاده از pH متر مدل Multi 340i و دما با ترمومتر دیجیتال که همگی پرتابل هستند، اندازه‌گیری شدند. کدورت نمونه ها نیز در آزمایشگاه با استفاده از دستگاه کدورت سنج نوع Hach مدل 2100N قرائت شد. BOD نمونه ها با استفاده از دستگاه انکوباتورBOD مدلWTW TS606/2-1تعیین گردید. میزان کل جامدات محلول با استفاده از دستگاه TDS متر پرتابل مدلSension 5 و میزان کل جامدات معلق نمونه‌ها با استفاده از روش وزن سنجی و در دمای ۱۰۳ تا ۱۰۵ درجه سلسیوس اندازه گیری شدند. میزان غلظت نیترات و فسفات با استفاده از روش بروسین-فتومتری و اسکوربیک اسید-فتومتری و با دستگاه اسپکتروفتومتری مدل HACH-DR-2010 قرائت گردیدند. اندازه گیری کلیفرم های مدفوعی با استفاده از روش چند لوله ای در محیط های کشت مایع انجام شده است و شمارش بیشترین تعداد احتمالی کلیفرم (Most Probable Number: MPN) در ۱۰۰ میلی لیتر نمونه آب به روش ۱۵ لوله ای در محیط های کشت مایع در مراحل احتمالی، تاییدی و تکمیلی صورت گرفت که بر اساس روشهای موجود در کتاب استاندارد متدز بوده است (۲۳).

سپس با استفاده از نمودار های شاخص NSFWQI، مقادیر Q value برای هر پارامتر محاسبه و در فاکتور وزن دهی (Weighting)که اهمیت هر فاکتور را برای کیفیت آب نشان می دهد، ضرب شدند. در پایان اعداد وزن دهی شده در۹ پارامتر با هم جمع شدند و شاخص کیفیت آب برای هر ایستگاه تعیین شد. سپس عدد بدست آمده با مقیاس مربوط به راهنمای شاخص کیفیت آب در یک محدوده صفر تا ۱۰۰ (صفر تا ۲۵ بسیار بد، ۲۶ تا ۵۰ بد، ۵۱ تا ۷۰ متوسط، ۷۱ تا ۹۰ خوب و ۹۱

تا ۱۰۰ عالی) مقایسه شده و محدوده شاخص کیفیت آب برای ایستگاه مورد نظر تعیین شد (۲۴).

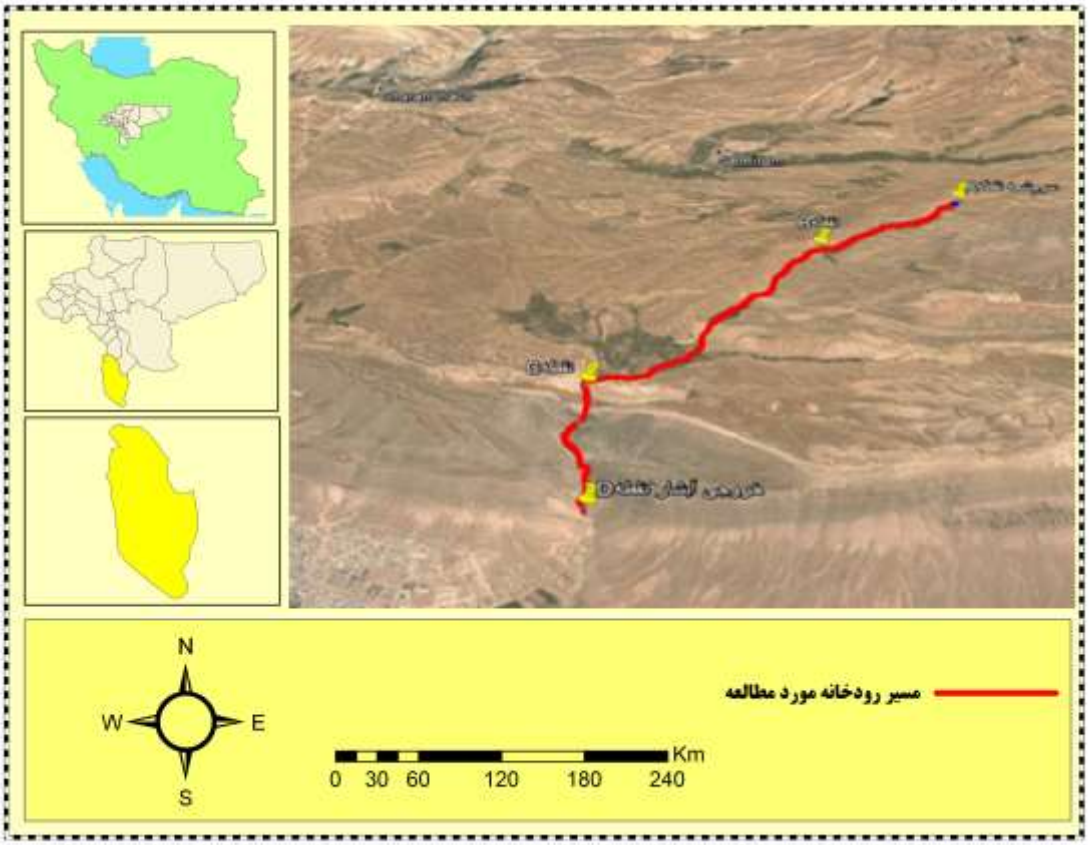
محاسبه شاخص با استفاده از معادله زیر انجام شد:

$$WQI= \Sigma Qi\ Wi$$

Wi = وزن یا درجه اولویت عامل از ۰ تا ۱

Qi = کیفیت پارامتر از ۰ تا ۱۰۰

WQI = شاخص کیفیت آب که مقدار آن از ۰ تا ۱۰۰ متغیر است (۱۰).



شکل ۱- موقعیت شهرستان سمیرم و نقشه ماهواره ای رودخانه مورد مطالعه و محل ایستگاههای نمونه برداری در آن

جدول ۱- موقعیت جغرافیایی ایستگاه های مورد مطالعه در رودخانه دوهان سمیرم

ایستگاهها	مشخصات	عرض جغرافیایی(شمالی)	طول جغرافیایی (شرقی)	ارتفاع از سطح دریا (متر)	فاصله از ایستگاه-قبل(متر)
ایستگاه شماره یک	سرچشمه رودخانه	۳۱°۲۴'۳۸"	۵۱°۳۸'۷۳"	۲۶۹۱	----
ایستگاه شماره دو	انتهای باغات ومزارع	۳۱°۲۵'۲۴"	۵۱°۳۷'۸۲"	۲۶۳۴	۱۷۶۱
ایستگاه شماره سه	قبل از آبشار	۳۱°۲۶'۲۳"	۵۱°۳۶'۴۱"	۲۵۳۵	۳۲۱۶
ایستگاه شماره چهار	انتهای آبشار سمیرم	۳۱°۲۶'۶۴"	۵۱°۳۶'۴۱"	۲۳۶۶	۱۵۶۳
جمع	-----	----	----	----	۶۵۴۰

یافته ها

میانگین سه تکرار نمونه برداری در هر ایستگاه در طول رودخانه دوهان از سرچشمه تا انتهای آبشار در جدول ۲ ارایه شده است. نتایج بیانگر آن است که شاخص کیفی NSFWQI ایستگاه اول (سرچشمه رودخانه) به میزان ۵۹/۰۳ در رده کیفی متوسط قرار دارد. شاخص کیفی NSFWQI ایستگاه دوم (انتهای باغات و مزارع) به میزان ۵۷/۱۵ نیز در رده کیفی متوسط قرار

دارد. شاخص کیفی NSFWQI ایستگاه سوم (قبل از آبشار) به مقدار ۵۷/۶۷ نیز در رده کیفی متوسط قرار می گیرد و این ایستگاه در فاصله ۳۲۰۰ متری از ایستگاه قبل است. اما شاخص کیفی NSFWQI ایستگاه چهارم به میزان ۳۶/۷۲ در رده کیفی بد قرار دارد (جداول ۳ و ۴). با توجه به این موضوع، وضعیت کیفیت آب در ایستگاه یک و دو و سه در طبقه C (۵۱-۷۰) و در ایستگاه چهار در طبقه D (۲۶-۵۰) قرار داشت. بنابراین بیشترین میزان شاخص کیفیت آب NSFWQI مربوط به سرچشمه رودخانه دوهان و کمترین مقدار آن مربوط به پایین دست آبشار سمیرم بوده است.

جدول ۲- میانگین پارامترهای اندازه گیری شده در ایستگاههای نمونه برداری رودخانه دوهان سمیرم

ردیف	پارامتر	ایستگاه اول	ایستگاه دوم	ایستگاه سوم	ایستگاه چهارم
۱	DO(میلی گرم در لیتر)	۴/۵	۴/۸۳	۴/۸۳	۴/۵
۲	BOD(میلی گرم در لیتر)	۱۱	۲۵/۳۳	۲۲/۳۳	۲۴/۶۶
۳	pH	۶/۸۱	۷/۱۱	۷/۴۸	۶/۹۷
۴	نیترات (میلی گرم در لیتر)	۱/۳۶	۱/۲۳	۱/۶	۸/۷
۵	دما (درجه سانتیگراد)	۱۳/۰۶	۱۷	۱۹/۲	۱۹/۸۳
۶	فسفات کل (میلی گرم بر لیتر)	۶	۶	۳/۳۳	۱۰
۷	فکال کلیفرم (MPN/ 100 ml)	۰	۰	۰	۵۶۶/۶۶
۸	کدورت(NTU)	۲/۳۳	۵	۶/۳۳	۱۴/۶۶
۹	کل مواد جامد(میلی گرم در لیتر)	۲۶۰	۲۸۰	۳۰۰	۴۱۰

جدول۳- پارامترهای اندازه گیری شده در نقاط نمونه برداری پس از وزن دهی و شاخص کیفی NSFWQI رودخانه دوهان سمیرم

محل نمونه برداری	تکرار	BOD [mg/l]	DO[mg/l]	کلیفرم مدفوعی [MPN/ 100ml]	نیترات [mg/l]	pH	درجه حرارت آب [°C]	کل جامدات[mg/ l]	فسفات[mg/l]	کدورت[NTU]	NSFWQI	وضعیت کیفیت آب Class
ایستگاه اول	A_1	۳/۳۰	۶/۸۰	۱۵/۳۶	۹/۰۰	۸/۲۵	۳/۴۰	۴/۳۴	۱/۳۰	۷/۵۲	۵۹/۲۷	متوسط
	A_2	۳/۰۸	۵/۷۸	۱۵/۳۶	۱/۹۰	۸/۸۰	۳/۳۰	۵/۰۴	۰/۸۰	۷/۴۴	۵۸/۷۰	متوسط
	A_3	۳/۶۳	۵/۱۰	۱۵/۳۶	۳/۹۰	۹/۶۸	۳/۴۰	۴/۱۳	۱/۰۰	۷/۵۲	۵۹/۱۲	متوسط
ایستگاه دوم	B_1	۰/۶۶	۹/۵۲	۱۵/۳۶	۳/۹۰	۹/۹۰	۲/۶۰	۴/۱۳	۱/۰۰	۷/۲۰	۵۹/۶۷	متوسط
	B_2	۰/۴۴	۶/۸۰	۱۵/۳۶	۵/۹۰	۹/۶۸	۲/۶۰	۴/۷۶	۰/۸۰	۷/۲۰	۵۷/۱۴	متوسط
	B_3	۱/۳۲	۳/۷۴	۱۵/۳۶	۹/۰۰	۱۰/۱۲	۲/۶۰	۳/۹۹	۱/۳۰	۷/۲۰	۵۴/۶۳	متوسط
ایستگاه سوم	C_1	۱/۱۰	۵/۱۰	۱۵/۳۶	۹/۲۰	۱۰/۳۴	۲/۴۰	۴/۱۳	۱/۲۰	۶/۸۸	۵۶/۶۱	متوسط
	C_2	۰/۷۷	۸/۱۶	۱۵/۳۶	۵/۹۰	۱۰/۳۴	۲/۲۰	۴/۵۵	۱/۷۰	۶/۷۲	۵۹/۳۰	متوسط
	C_3	۱/۳۲	۶/۸۰	۱۵/۳۶	۸/۵۰	۱۰/۲۳	۲/۲۰	۳/۷۱	۱/۲۰	۶/۸۸	۵۷/۱۰	متوسط
ایستگاه چهارم	D_1	۰/۷۷	۶/۸۰	۵/۶۰	۵/۲۰	۹/۷۹	۲/۱۰	۳/۷۱	۰/۳۰	۵/۱۲	۳۹/۳۹	بد
	D_2	۱/۲۱	۵/۱۰	۳/۵۲	۵/۵۰	۹/۶۸	۲/۱۷	۲/۹۴	۰/۴۰	۵/۲۰	۳۵/۷۲	بد
	D_3	۰/۵۵	۵/۷۸	۴/۰۰	۵/۳۰	۹/۱۳	۲/۱۸	۲/۸۰	۰/۲۰	۵/۱۲	۳۵/۰۶	بد

جدول ۴- جمع بندی نتایج شاخص کیفیNSFWQI

	ایستگاه اول (سرچشمه رودخانه دوهان)	ایستگاه دوم (انتهای باغات ومزارع)	ایستگاه سوم (قبل از تاج آبشار)	ایستگاه چهارم (انتهای آبشار)
میانگین تکرار نمونه ها	۵۹/۰۳	۵۷/۱۵	۵۷/۶۷	۳۶/۷۲
محدوده شاخص	۷۰-۵۱	۷۰-۵۱	۷۰-۵۱	۵۰-۲۶
وضعیت کیفیت آب	متوسط	متوسط	متوسط	بد
طبقه	C	C	C	D

بحث و نتیجه گیری

پایش کیفیت منابع آب اغلب موجب تولید داده های پیچیده ای می شود که حاوی اطلاعات غنی درباره رفتار منابع آب هستند و نیاز به روش های مناسبی برای تحلیل و تفسیر دارند. در این میان طبقه بندی و تحلیل آماری داده ها، از مهم ترین بخش های ارزیابی کیفیت آب هستند. شاخص کیفی NSFWQI ابزاری مناسب و ساده برای تعیین وضعیت و شرایط کیفیت آب است که در آن داده های چند پارامتر کیفیت آب در یک فرمول ریاضی که با یک عدد، میزان سلامتی آب را نشان می دهد، شرکت داده می شوند. این عدد با یک مقیاس نسبی که گویای کیفیت آب از بسیار بد تا عالی است، دسته بندی می شود. نتایج بدست آمده از شاخص کیفی NSFWQI در این مطالعه نشان می دهد که سرچشمه رودخانه دوهان نسبت به سایر مقاطع رودخانه از آلودگی کمتری برخوردار است. نزدیکی سرچشمه رودخانه دوهان به چشمه جوزار که تامین کننده اصلی آب رودخانه دوهان می باشد باعث شده که شاخص کیفیت آب از همان ابتدای سرچشمه در وضعیت متوسط قرار داشته باشد. از دلایل این پدیده تعداد زیاد منازل مسکونی و تعداد زیاد مراکز دامپروری و حضور عشایر در نزدیک چشمه های تامین کننده آب رودخانه بوده و تماس دامها با آب سرچشمه ها یکی از منابع بالقوه آلودگی آنها هستند. همچنین به دلیل فصل تابستان و بالا بودن میزان دما و تبخیر آب، دبی رودخانه پایین است و حجم آب چشمه های تامین کننده آن هم نسبتاً کم می باشد. پس از گذر آب رودخانه از مزارع کشاورزی و باغات از کیفیت آب رودخانه کاسته شده که دلیل آن استفاده از کود و سموم در فعالیت های کشاورزی و آبیاری مزارع و باغات با مساحت تقریبی ۲۰۰۰ هکتار در اطراف رودخانه دوهان و ورود زهابهای آنها به رودخانه می باشد ولی شاخص کیفیت آب این محدوده هم در وضعیت متوسط قرار دارد. شاخص کیفیت آب قبل از آبشار همچنان در سطح متوسط است که طی مسیر ۳۲۰۰ متری و تاثیر توان خودپالایی رودخانه و عدم وجود باغات و مزارع کشاورزی در این مسیر باعث شده که کیفیت آب تغییری نکند. پس از آبشار آب به نازل ترین شرایط کیفی نسبت به مقاطع قبلی رودخانه می رسد. بد بودن کیفیت آب در این محل به گردشگری در اطراف آبشار، تاثیر حضور متراکم انسانی و تخلیه فاضلاب حاصل از فعالیت آنها مربوط است که باعث شده توان خودپالایی رودخانه در این محل به کمترین مقدار برسد. میزان بالای آلودگی آب به کلیفرم مدفوعی مربوط به این محل است. لازم به ذکر است که آبشار سمیرم در فصول گرم سال به علت طبیعت زیبا، جاذبه های گردشگری و هوای معتدل نسبت به شهرهای مجاور، پذیرای تعداد زیاد گردشگر (به طور متوسط روزانه بیش از ۴۰۰۰ نفر گردشگر) می باشد و بعلت بسته بودن فضای آبشار و عدم اتصال فاضلاب انسانی به شبکه دفع فاضلاب و عدم وجود امکانات بهداشتی کافی جهت این تعداد گردشگر با مشکلات زیست محیطی مواجه می باشد و ورود مستقیم مدفوع انسانی و شوینده ها باعث کاهش کیفیت آب می شود. بنابراین آب از سرچشمه رودخانه دوهان تا قبل از آبشار در رده سوم طبقه-بندی شاخص یعنی وضعیت کیفیت متوسط قرار می گیرد که مهمترین کاربرد آن عبارت است از مناسب بودن آب برای پرورش گونه های مقاوم آبی، شرب حیوانات اهلی و شرب انسانی به شرط تصفیه پیشرفته است اما آب پس از آبشار در رده چهارم طبقه بندی شاخص یعنی وضعیت کیفیت بد قرار

می گیرد که مهمترین کاربرد آن مناسب بودن برای آبیاری در اراضی کشاورزی است (۲۵). بنابراین آلودگی آب رودخانه دوهان از بالا دست به سمت پایین دست به نحو چشمگیری بیشتر شده و از کیفیت آن کاسته می شود و ورود بار آلودگی ناشی از فاضلاب های کشاورزی، دامپروری و انسانی به رودخانه در این مسیر باعث افزایش آلودگی می شود.

با توجه به اینکه در ایران به منظور بررسی کیفیت آب رودخانه-ها مطالعات و تحقیقات گسترده ای صورت نگرفته است، شاخص های کیفیت آب می توانند بعنوان روشی ساده و قابل کاربرد جهت درجه بندی کیفی آب رودخانه ها مورد استفاده قرار گیرند (۲۶). براساس نتایج حاصل از این مطالعه شاخص کیفیت آب NSFWQI، شاخصی مناسب جهت طبقه بندی کیفی آب رودخانه دوهان می باشد که از آن می توان برای تعیین کیفیت آب رودخانه در مقاطع مختلف جهت مصارف گوناگون استفاده نمود که با نتایج مطالعات صمدی و همکاران (۱۳۸۸) و Kumar و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت دارد.

مطالعات خیر اللهی و همکاران (۱۳۹۰)، قائینی و همکاران (۱۳۹۱) و مرادی مجد و همکاران (۱۳۹۶) همگی نشان دهنده کیفیت پایین آب رودخانه ها و دریاچه های کشور از نظر شاخص کیفی آب NSFWQI هستند که با نتایج مطالعه حاضر همسو می باشند و نیاز به مدیریت موثرتر منابع آبی کشور در رفع آلودگیها را نشان می دهد.

مطالعات Pradyusa و همکاران (۲۰۰۹)، Bakan و همکاران (۲۰۱۰)، Rosli و همکاران (۲۰۱۲)، Vaheedunnisha و Sandeep (۲۰۱۵) Effendi و Wardiatno (۲۰۱۵) بیانگر آن هستند که فعالیت های انسانی، تخلیه فاضلابهای خانگی روستاهای واقع در حوضه آبریز رودخانه ها و زهاب های کشاورزی کاهش دهنده کیفیت آب هستند و در صورت رفع یا کنترل آنها کیفیت آب بهبود می یابد که با نتایج مطالعه حاضر همسو می باشند و برنامه ریزی و مدیریت جهت رفع منابع تولید آلودگی را در اطراف مسیر رودخانه دوهان می طلبد.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از نتایج پایان نامه کارشناسی ارشد در دانشکده محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد آباده می‌باشد. نویسندگان این مقاله از واحد مدیریت و آزمایشگاه اداره کل حفاظت محیط زیست و شرکت آب و فاضلاب شهری شهرستان سمیرم تقدیر و تشکر می نمایند.

References

1. Srebotnjak T., Carr G., Sherbinin A., Rickwood C., 2012, A global Water Quality Index and hot-deck imputation of missing data, Ecological Indicators Journal, 17:108-19.
2. Bordalo A., Nilsumranchit W., Chalermwat K., 2001, Water quality and uses of the Bangpakong River (Eastern Thailand), Water Research journal,15: 3635-42.
3. Wmng A., Jcperea B.D., Tran H., 2006, Improvment of river water quality through a seasonal effluent discharge program (SEDP), Water, Air, and Soil Pollution journal, 176:113-37.
4. Jahnig S., Qinhua C., 2010, River Water Quality Assessment in Selected Yangtze Tributaries: Background and Method Development, Journal of Earth Science, 6:876-81.
5. Ramesh S., Sukumaran N., Murugesan A.G., Rajan M.P., 2007, An innovative approach of drinking Water Quality Index, A case study from Southern Tamil Nadu, India, Journal of Ecological Indicators,10:857-68.
6. بروجردنیا، ا.، نبوی زاده، ر.، جعفرزاده، ن.، افخمی، م.، ۱۳۸۷، بررسی کیفیت آب رود کارون بوسیله سیستم نرم افزار NSFWQI دانشگاه ویلکس و سیستم نرم افزار NSFWQI طراحی شده برای ایران. مجله بهداشت و محیط زیست. ۱:۱۰-۱۶.

7. بصیر، م.، نبوی، م.، ۱۳۸۸، مطالعه کیفیت آب رودخانه کارون از بند قیر تا اهواز با استفاده از WQI و بکارگیری نرم افزار GIS. اولین کنفرانس بین المللی بحران آب. زابل- ایران.
8. مفتاح هلقی، م.۱۳۹۰. پهنه بندی کیفی آب با استفاده از شاخص های متفاوت کیفی (مطالعه موردی: رودخانه اترک). مجله پژوهش های حفاظت آب و خاک، ۱۸(۲):۲۲۰-۲۱۱.
9. طهماسبی، س.، افخمی، م.، تکدستان، ا.، ۱۳۹۱، مطالعه کیفیت فیزیکی شیمیایی و میکروبی رودخانه گرگر، ایران، با استفاده از شاخص کیفیت اب NSF. مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست. ۴: ۵۵-۶۴.
10. 10-Brown R.M., McLelland N.I., Deininger R.A., O'Connor M.F., 1972, A water quality index- crashing the psychological barrier. Indicators of Environmental Quality. 4:19–21.
11. صمدی، م.، ساقی، م.، رحمانی، ا.، تراب زاده، ح.، ۱۳۸۸، پهنه بندی کیفی اب رود خانه دره مراد بیک همدان بر اساس شاخص NSFWQI و بهره گیری از سامانه اطلاعات جغرافیایی. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی همدان. ۱۲: ۵۹۰- ۶۰۵.
12. خیراللهی، م.، جاوید، ا.، تکدست، ا.، سخاوتجو، م.، ۱۳۹۱، بررسی کیفیت اب رود کارون بوسیله شاخص کیفیت اب و سیستم GIS. مجله بهداشت، علم و مهندسی محیط زیست. ۱۴: ۱-۱۱.
13. قائینی، غ.، ناصحی نیا، ح.، دادبان شهامت، ی.، ۱۳۹۴، پهنه بندی رودخانۀ چشمه گردو در نوشهر بر اساس شاخص NSFWQI، مجله تحقیقات و سلامت در جامعه شناسی، ص۴۶-۳۸.
14. مرادی مجد، غ.، هدایت، ن.، تقوی، ل.،۱۳۹۶، ارزیابی کیفیت آب رودخانه بهمنشیر با استفاده از شاخص کیفی آب NSFWQI. مجله پایداری، توسعه و محیط زیست. ۴(۳): ۲۶-۱۵.
15. Pradyusa, S., Basanta, K.M., Chitta, R.P., Swoyam, P.R., 2009, Assessment of Water Quality Index in Mahanadi and Atharabanki Rivers and Taldanda Canal in Paradip Area, India. Journal Human Ecology, 26(3):153-161.
16. Bakan, G., Ozkoç, H., Tulek, S, Cuce, H., 2010, Integrated Environmental Quality Assessment of Kızılırmak River and its Coastal Environment, Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 10: 453-62.
17. 17-Kumar R., Solanki R., Kumar N., 2011, An assessment of seasonal variation and water quality index of Sabarmati River and Kharicut canal at Ahmedabad Gujarat. Electronic Journal of Environmental, Agriculture and Food Chemistry, 2248-61.
18. Rosli N.A., Zawawi M.H., Bustami R.A., 2012, Salak River Water Quality Identification and Classification According to Physico-Chemical Characteristics, Procedia Engineering Journal, 50: 69-77.
19. Vaheedunnisha, S., Sandeep, K., 2015, Water quality assessment of RoopSagar Pond of Satna using NSF-WQI, International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, 2(5): 1386-1388.
20. Effendi, H., Wardiatno, R.Y., 2015, Water quality state of ciambulawung River, Banten Province, Based on Pollution Index and NSFWQI. Procedia Environmental science, 24: 228-237.
21. قبادپور، ر.، رضائی، ر.، وضیائی، م.، ۱۳۹۳، مشارکت مردم در مدیریت پسماند شهری شهرستان سمیرم، دومین همایش محیط زیست و پدافند زیستی، تهران، سازمان حفاظت محیط زیست، ص۵۱.

22. جباری، ا.، نجمی، ن.، جوادی، م.، زامکابی، م.، ساکی زاده، م.، علی محمدی، س.، ۱۳۹۰، دستورالعمل پایش کیفیت آب های سطحی، دفتر نظام فنی اجرایی، معاونت نظارت راهبردی. ۵۲۲: ۲۹-۵۲.

23. Standard methods for examination of water and wastewater, 1999, Edited by Baird, R.B., Eaton, A.D., Rice, E.W., American public Health Association, 20th ed. 321-328.

24. اصل هاشمی، ا.، تقی پور، ح.، ۱۳۹۱، اندکس کیفیت اب (WQI). فصلنامه کاربرد شیمی در محیط زیست، دانشگاه آزاد واحد اهر. ۱: ۱-۷.

25. Jose, C., Hernández, J., Fernández, L., Ochoa, J., Trinidad, J., 2012, Immediate water quality assessment in shrimp culture using fuzzy inference systems. Journal of Expert System with Applications. 39:10571–10582.

26. شریف وقفی، ح. م.، حاجی علی، ا.، شیبانی، ف.، ۱۳۹۱، بررسی کیفیت آب رودخانه طالقان. مجله علم زندگی. ۹(۴): ۴۸۳-۴۸۰.