

پهنه‌بندی کیفی آب رودخانه کارون بر مبنای شاخص کیفی NSFQI و

بهره‌گیری از سامانه اطلاعات جغرافیایی

کرامت نژادافزلی^{۱*}، مصطفی خبازی، فاطمه بیاتانی^۲

*۱- استادیار گروه جغرافیا، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه جیرفت

۲- دانشیار گروه جغرافیا، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

۳- فاطمه بیاتانی، دکتری آب و هوا شناسی کشاورزی

ایمیل نویسنده مسئول: k.nezhadafzali96@gmail.com

چکیده

با توجه به اینکه منابع تأمین آب بسیاری از شهرها آب‌های سطحی از جمله رودخانه‌ها می‌باشند، آلوده شدن این‌گونه آب‌ها به‌وسیله مواد شیمیایی سمی ممکن است کیفیت آب را نامطلوب سازد و نتوان به‌عنوان منبع تأمین آب استفاده نمود یا تصفیه آن بسیار پرهزینه خواهد بود. در این مطالعه کیفیت آب رودخانه کارون به‌عنوان یکی از مهم‌ترین رودخانه‌های کشور با استفاده از پارامترهای فیزیکوشیمیایی و شاخص کیفی تحلیل و بررسی گردید. هدف از این مطالعه پهنه‌بندی پارامترهای کیفیت رودخانه کارون در حیطه کلان‌شهر اهواز و ارائه‌ی نقشه‌های توزیع مکانی و زمانی پارامترهای کیفیت آب است. ارزیابی کیفیت رودخانه در شش ایستگاه عرب اسد، ولی‌آباد، بام دژ، ملاتانی، اهواز و فارسیات با استفاده از تکنیک‌های سنجش‌ازدور در محیط ARC GIS در مقیاس سالانه استفاده شد. پارامترهای فیزیکوشیمیایی شامل TDS-SO₄-SAR-DOFC-PH-BOD-Temperature- Phosphate-Nitrate-Turbidity-TDS با استفاده از پارامترهای PH-Na-Mg-K-HCO₃-EC-CL-Ca کارون NSFQI با استفاده از پارامترهای محاسبه و در محیط ARC GIS پهنه‌بندی گردید. نتایج پهنه‌بندی پارامترهای فیزیکوشیمیایی نشان داد که آب رودخانه کارون از سال ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۴ قلیایی‌تر شده است. میزان هدایت الکتریکی (EC)، کل مواد جامد محلول در آب (TDS)، سولفوریک اسید (SO₄)، نسبت جذب سدیم (S.A.R) در سال ۹۳ نسبت به سال ۹۲ افزایش یافته و در سال ۹۴ روند افزایشی پیدا کرده‌اند. همچنین میزان درصد عناصر سدیم، پتاسیم، کلر، بی‌کربنات و کلسیم نیز در سال ۹۳ افزایش و در سال ۹۴ نسبت به سال ۹۲ کاهش یافته‌اند. این تغییرات در نزدیکی ایستگاه ملاتانی و اهواز که ناحیه شهری می‌باشند آشکارتر است. نتایج پهنه‌بندی شاخص NSFQI از سال‌های ۹۲ تا ۹۴ نزولی است و در رده بد قرار می‌گیرند. هرچند کیفیت آب رودخانه در سال ۹۳ اندکی نسبت به سال ۹۲ بهتر شده ولی دوباره در سال ۹۴ روند نزولی پیدا کرده است. بر اساس پهنه‌بندی‌ها بدترین وضعیت کیفیت آب در حد واسط ایستگاه‌های ملاتانی تا انتهای بازه رودخانه می‌باشند.

کلمات کلیدی

" کیفیت آب"، " پارامترهای فیزیکوشیمیایی"، " شاخص NSFQI"، " رودخانه کارون"،

۱- مقدمه

کشاورزی، شهری و صنعتی موجب ایجاد وضع نامساعد زیست‌محیطی و تشدید آلودگی منابع آب‌شده و مدیریت معقول و منطقی آن را بسیار دشوار و پیچیده کرده است. (سالاری و همکاران، ۲۰۱۲). داشتن منابع آب سالم پیش‌نیاز ضروری و اساسی برای حفظ محیط‌زیست و رشد و توسعه اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و فرهنگی است. متأسفانه در کشور ما از آغاز ورود کودهای کشاورزی و سموم دفع آفات و بیماری‌های گیاهی به عرصه تولیدات کشاورزی، توازن بین نیاز و مصرف وجود نداشته است، لذا مصرف بی‌رویه مواد شیمیایی در کشاورزی، باعث افزایش شدت آلودگی منابع آبی می‌شود. با توجه به اینکه تغییرات محیط‌زیست تحت تأثیر کاهش یا افزایش مواد شیمیایی به آن است، بنابراین لزوم داشتن یک استراتژی و برنامه مدون برای حفظ منابع آب و کنترل آلودگی‌های آن، مسئله‌ای مهم در بخش‌های

رودخانه‌ها به‌عنوان یکی از منابع اساسی تأمین آب برای کشاورزی، شرب و مصارف صنعتی مطرح می‌باشند (احتشامی و همکاران، ۲۰۱۴). با توجه به اهمیت آب و مسائل مربوط به آن، تعداد زیادی از شاخص‌های زیست‌محیطی طی سال‌های گذشته توسط سازمان‌ها و مؤسسات مختلف، اعم از دولتی و غیردولتی، پیشنهاد شده است. به‌طوری‌که در دهه آخر قرن بیستم، علاقه‌مندی زیادی در زمینه‌ی ایجاد و یا بهبود شاخص‌های کنترل کیفی آب بر اساس شرایط موجود ایجاد شده است (شمسایی و همکاران، ۱۳۸۴). آلودگی رودخانه‌ها، یکی از مهم‌ترین مشکلات دنیای امروز به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه می‌باشد (محسنی بندپی و همکاران، ۲۰۱۴). افزایش تقاضای آب، بالا رفتن سطح زندگی و گسترش آلودگی منابع آب در اثر توسعه فعالیت‌های

خواهی شیمیایی، اکسیژن خواهی زیست شیمیایی، مقدار کلرید و کل مواد جامد محلول را در طول سال‌های ۱۳۸۳ - ۱۳۶۹ مورد بررسی قرار دادند. بررسی آن‌ها نشان داد که تا سال‌های قبل از ۱۳۸۰ میزان آلودگی رودخانه رو به افزایش بوده است ولی طی سال‌های اخیر به علت کنترل و تصفیه پساب‌های صنعتی موجود در منطقه میزان آلودگی رودخانه روند افزایشی خود را از دست داده است. (کریمیان و همکاران، ۱۳۸۶) در بررسی کیفیت آب رودخانه زهره با شاخص NSFQI از محل ورود به استان خوزستان تا خلیج فارس نشان دادند که بهترین کیفیت آب در ایستگاه‌های خیرآباد، چم بستان، فلور و سردشت بوده است و پایین‌ترین کیفیت آب در ایستگاه سجافیه با مقدار ۳۳ و بالاترین آن در ایستگاه چم بستان با مقدار ۴۴ است. در زمینه خارجی تحقیق در اواسط قرن بیستم کیفیت آب توسط Horton در سال ۱۹۶۵ طبقه‌بندی شد. پس از آن مطالعات گسترده‌ای در سراسر جهان با استفاده از شاخص‌های کیفی آب صورت گرفت که از آن جمله (Rosli et al., ۲۰۱۲) کیفیت آب رودخانه سبک واقع در مالزی را با استفاده از شاخص NSFQI مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که رودخانه سطح پایینی از اکسیژن محلول و سطح بالایی از اکسیژن مورد نیاز شیمیایی و سرب داشت و کیفیت آب این رودخانه از نظر شاخص در محدوده اندکی آلوده قرار گرفت. (Shukla and Vaheedunnisha, ۲۰۱۲) در تحقیق کیفیت آب تالاب روب سیگار هند را با استفاده از شاخص NSFQI به صورت ماهیانه طی یک ساله بررسی نمودند. طبق نتایج حاصل از این مطالعه کیفیت آب تالاب روب سیگار در کل دوره مطالعه در محدوده کیفی متوسط قرار می‌گیرد. (Wardiatno and Effendi, ۲۰۱۵) وضعیت کیفی آب رودخانه چیمبیلایونگ واقع در استان بن تن (اندونزی) را با استفاده از شاخص NSFQI و شاخص آلودگی PI 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 NSFQI محدوده ۷۷-۷۸ و میزان شاخص آلودگی در محدوده ۰.۵۶ تا ۰.۷۸ قرار می‌گیرد. (Samantray and Mishra, ۲۰۰۹) با استفاده از شاخص NSFQI کیفیت رودخانه‌های ماهانادیا و آتاوابانکی در هندوستان را بررسی نمودند. نتایج مطالعه نشان داد که کیفیت آب بر اساس شاخص مورد استفاده به دلیل فعالیت‌های انسانی و صنایع کاهش یافته است.

- ۲- روش انجام تحقیق
 • محدوده مورد مطالعه

مدیریتی است. لذا کنترل و پایش آب‌های سطحی جهت مصارف مختلف آن امری لازم و ضروری است تا آب با کیفیت مناسب جهت مصارف مختلف در دسترس قرار گیرد (میر مشتاقی و همکاران، ۲۰۱۳). یکی از روش‌های بسیار ساده و فاقد پیچیدگی‌های ریاضی و آماری که می‌تواند شرایط کیفی آب را بازگو کرده و به عنوان یک ابزار پیشرفته قوی برای تصمیم‌گیری‌های مربوط استفاده شود، استفاده از شاخص کیفی آب می‌باشد. شاخص‌های کیفی آب روش‌هایی هستند که در مدیریت کیفی آب، می‌توان از آن‌ها با ساده‌سازی و کاهش اطلاعات خام، علاوه بر بیان کیفیت آب، روند تغییرات کیفی آب را در طول مکان و زمان بررسی کرد و مناطقی را که از نظر آلودگی بیشتر مورد تهدید می‌باشند، مشخص و مدیریت نمود (dos Santos Simoes, ۲۰۰۸). شاخص کیفی آب معمول مورد استفاده توسط بنیاد بهداشت ملی The National Sanitation Foundation Water Quality Index در سال ۱۹۷۰ توسط براون و همکاران توسعه داده شد. NSFQI به ارائه یک روش استاندارد برای مقایسه کیفیت آب از پیکره‌های مختلف آب می‌پردازد. پارامترهای اندازه‌گیری شده در این شاخص شامل ۹ پارامتر، اکسیژن محلول DO، کلیفرمهای مدفوعی، pH، اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی BOD، تغییر درجه حرارت، کل فسفات، نیترات، کدورت و کل مواد جامد می‌باشد. مطالعات زیادی در خصوص بررسی کیفیت آب رودخانه‌های متعدد در ایران و جهان انجام شده است که از جمله آن‌ها در ایران می‌توان به (شکوهی و همکاران، ۲۰۱۱) کیفیت آب رودخانه آیدوغموش را با اندازه‌گیری پارامترهای کیفی و شاخص ویل کوکسی بررسی کردند که نتایج آن‌ها نشان داد که فضولات دامی به عنوان آلاینده‌های غیر نقطه‌ای از عوامل تأثیرگذار بر کیفیت آب رودخانه مورد مطالعه است. همچنین با توجه به نتایج مشخص شد که آب رودخانه برای مصارف کشاورزی بلامانع است. (میرزایی و همکاران، ۱۳۸۸) با پهنه‌بندی رودخانه جاجرود به این نتیجه رسیدند که کیفیت آب به دلیل ورود آلاینده‌های میکروبی، ذرات معلق و افزایش کدورت، افت داشته است. (سعادت و همکاران، ۱۳۸۵) با بررسی وضعیت کیفی رودخانه مارون - جراحی با استفاده از منحنی‌های شاخص کیفیت آب نشان دادند که رودخانه مارون از لحاظ NSFQI در کلاس خوب و متوسط قرار گرفته است و روند نتایج به گونه‌ای است که ایستگاه‌های بهبهان و چم نظام در کلاس خوب و ایستگاه‌های قبل از الحاق رودخانه علاء، مشارگه، شادگان، جوکنک در کلاس متوسط قرار می‌گیرند. همچنین وضعیت کیفی آب رودخانه کر در استان فارس توسط (کریمی جشنی و همکاران، ۱۳۸۶) بررسی شد. پارامترهای کیفی از قبیل هدایت الکتریکی، اکسیژن محلول، PH، اکسیژن

و برق خوزستان تهیه شده، استفاده گردید. (جدول ۱) پارامترهای کیفی مورد استفاده برای محاسبه این شاخص شامل: اکسیژن محلول، pH، کل جامدات، اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی، کدورت، دما، فسفات، نیترات و کلیفرم مدفوعی می باشد. داده های حاصل با استفاده از شاخص کیفی آب سازمان بهداشت ملی آمریکا (National Sanitation Foundation Water Quality Index) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. در محاسبه شاخص NSFQI مطابق رابطه ۱، دو عامل وزن پارامتر (Wi) و کیفیت پارامتر (Qi) دخیل هستند که در این مطالعه مقدار شاخص را برای هر ایستگاه با استفاده از نرم افزار آنلاین Calculator NSFQI حاصل شده است. به این ترتیب که با قرار دادن مقدار هر پارامتر در نرم افزار مذکور مقدار شاخص برای هر پارامتر محاسبه شده و در نهایت با به دست آوردن میانگین مقادیر، شاخص را برای هر ایستگاه یا ماه مورد نظر تعیین گردیده است. این شاخص دارای مقداری بین صفر تا ۱۰۰ بوده که بر اساس جدول ۳ - ۳ کیفیت آب را به وضعیت های عالی (۹۰-۱۰۰)، خوب (۷۰-۹۰)، متوسط (۵۰-۷۰)، بد (۲۵-۵۰) و خیلی بد (۰-۲۵) درجه بندی می کند (جدول ۲). به منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات و داده ها و کلیه محاسبات مورد نیاز از نرم افزار صفحه گسترده Excel و نرم افزار آماری SPSS استفاده شده است.

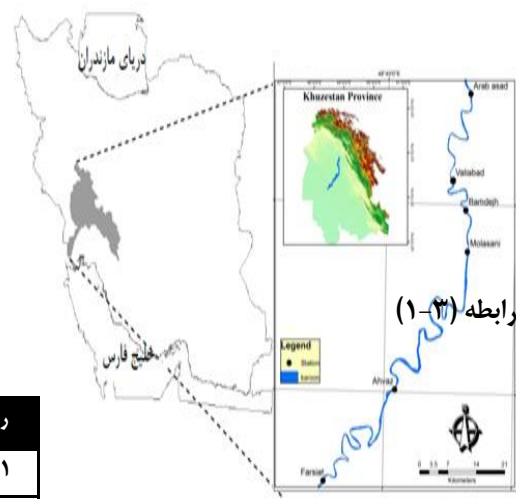
$$\text{NSFWQI: } \sum W_i Q_i \quad \text{رابطه (۱-۳)}$$

جدول ۱: مشخصات ایستگاه های مطالعه شده

ردیف	نام	UTM-X	UTM-Y	ارتفاع
۱	شعیب - عرب اسد	۳۱° ۵۱' ۳۲.۵۴" N	۴۸° ۵۳' ۵۷.۲۰" E	۱۷
۲	گرگر ولی آباد	۳۱° ۴۳' ۲۵.۸۹" N	۴۸° ۵۵' ۳۷.۴۰" E	۱۵
۳	دز - بام دز	۳۱° ۴۰' ۴۹.۴۵" N	۴۸° ۴۱' ۱۹.۶۵" E	۱۳
	ملاطانی	۳۱° ۳۴' ۵۹.۶۹" N	۴۸° ۵۳' ۴۸.۳۸" E	۱۷
	اهواز	۳۱° ۲۰' ۲۵.۹۹" N	۴۸° ۴۱' ۴۵.۲۳" E	۱۶
	فارسیات	۳۱° ۹' ۴۴.۷۰" N	۴۸° ۳۰' ۱۶.۹۷" E	۲۱

جدول ۲: راهنمای شاخص کیفیت آ

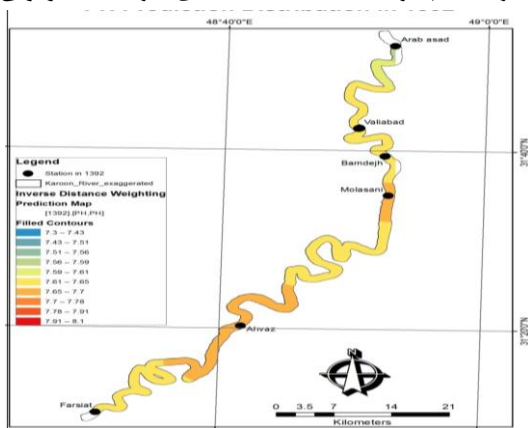
حوضه آبریز رودخانه کارون با مساحتی معادل ۴۲۱۵۴ کیلومتر مربع بین ۴۱ درجه و ۴ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۵۵ دقیقه طول شرقی و ۹۰ درجه و ۱۱ دقیقه تا ۹۲ درجه و ۴ دقیقه عرض شمالی واقع و یکی از وسیع ترین حوضه های آبریز کشوری باشد. رودخانه کارون و شاخه هایی که به آن می ریزند، بزرگ ترین سیستم رودخانه ای رادرایران تشکیل می دهد و منبع اصلی تأمین کننده آب شهرستان اهواز می باشد (شکل ۱). رودخانه کارون یک رودخانه دائمی است و دارای رژیم برفی بارانی است و لذا دبی آن در فصول مختلف سال متغیر بوده فتح تحت تأثیر نزولات جوی آب و هوای فصل شدیداً تغییر میکند. به طوری که در فصل بهار تغییر آب و هوا باعث ذوب شدن برف ها و ب روز سیل می گردد و تغییرات دبی آن از حداکثر ماهیانه ۹۹۹۹ تا حداقل ۱۹۵ متر مکعب در ثانیه در ایستگاه اهواز گزارش شده است و متوسط دبی در همین ایستگاه ۱۱۱ متر مکعب در ثانیه اعلام شده است.



شکل ۱- محدوده مورد مطالعه

در این پژوهش به منظور بررسی کیفیت آب رودخانه کارون از اطلاعات شش ایستگاه نمونه برداری شامل (۱) گرگر ولی آباد، (۲) دز - بام دز، (۳) عرب اسد، (۴) ملاطانی، (۵) اهواز، (۶) فارسیات از سال ۱۳۹۲ تا سال ۱۳۹۵ که توسط سازمان آب

می‌یابد. پهنه‌بندی درصد عنصر سدیم (%Na) در بازه رودخانه کارون (شکل ۷) نشان می‌دهد که بیشترین درصد عنصر سدیم در حدفاصل ایستگاه‌های عرب اسد و ولی‌آباد



می‌باشد و به سمت انتهای بازه از درصد عنصر سدیم کاسته می‌شود. پهنه‌بندی عنصر منیزیم (Mg) در بازه رودخانه کارون در سال ۱۳۹۲ صورت گرفته است (شکل ۸) همان‌گونه که در این پهنه‌بندی نیز پیداست بیشترین میزان توزیع عنصر منیزیم از ایستگاه عرب اسد تا بام دژ در بازه رودخانه کارون ثبت شده است. همچنین کمترین میزان توزیع این عنصر در حدفاصل ایستگاه اهواز تا فارسیات می‌باشد. پهنه‌بندی عنصر پتاسیم در بازه رودخانه کارون در سال ۱۳۹۲ صورت گرفته است (شکل ۹). همان‌گونه که در این پهنه‌بندی نیز پیداست بیشترین میزان توزیع عنصر منیزیم از ایستگاه عرب اسد تا اهواز در بازه رودخانه کارون ثبت شده است. همچنین کمترین میزان توزیع این عنصر در حدفاصل ایستگاه اهواز تا فارسیات می‌باشد. پهنه‌بندی بی‌کربنات (HCO_3^-) در بازه رودخانه کارون در سال ۱۳۹۲ در (شکل ۱۰) نشان داده شده است. همان‌گونه که در این شکل پیداست، بیشترین میزان توزیع بی‌کربنات در حدفاصل ایستگاه بام دژ تا ملاتانی می‌باشد. همچنین کمترین میزان توزیع این عنصر در حدفاصل ایستگاه عرب اسد تا ولی‌آباد می‌باشد. پهنه‌بندی عنصر کلر (CL) در بازه رودخانه کارون در سال ۱۳۹۲ صورت گرفته است (شکل ۱۱). در این پهنه‌بندی

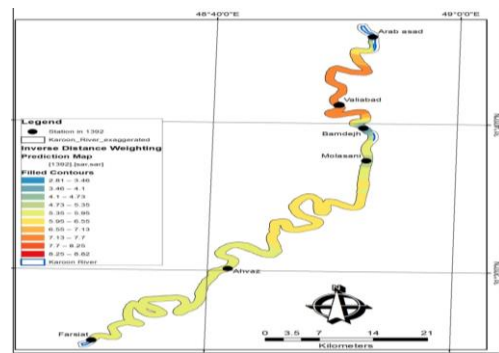
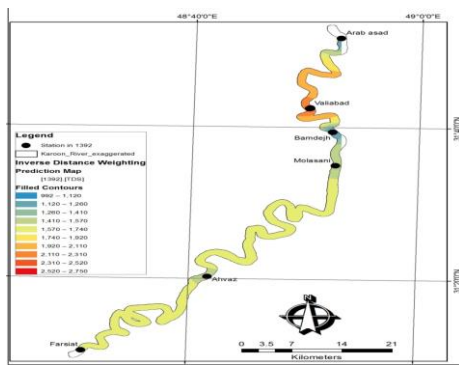
شکل ۳: پهنه‌بندی تغییرات EC در سال ۱۳۹۲ در رودخانه کارون

بیشترین میزان توزیع عنصر کلر در حدفاصل ایستگاه عرب اسد تا بام دژ می‌باشد. از ایستگاه بام دژ تا انتهای بازه رودخانه روند توزیع کلر به صورت نزولی می‌باشد. پهنه‌بندی عنصر کلسیم (Ca) در بازه رودخانه کارون در سال ۱۳۹۲ صورت گرفته است (شکل ۱۲). همان‌گونه که در این نقشه

محدوده شاخص	کیفیت آب	کلاس‌بندی نوع استفاده از منبع آبی
۱ ۰-۹۰	عالی	دارای حالت طبیعی، در صورت استفاده از آن جهت تأمین آب شرب نیاز به تصفیه ندارد، مناسب برای پرورش شیلات و گونه‌های حساس آبی
۹ ۰-۷۰	خوب	در صورت استفاده از آن جهت تأمین آب شرب نیازمند تصفیه متداول است، مناسب برای پرورش ماهی و گونه‌های حساس آبی، مناسب برای مقاصد تفریحی چون شنا
۷ ۰-۵۰	متوسط	در صورت استفاده از آن جهت تأمین آب شرب نیازمند تصفیه پیشرفته است، مناسب برای پرورش شیلات و گونه‌های مقاوم آبی، مناسب به‌عنوان آب شرب حیوانات اهلی
۵ ۰-۲۵	بد	مناسب برای آبیاری اراضی کشاورزی
۲ ۰-۵	خیلی بد	برای هیچ‌کدام از استفاده‌های مذکور مناسب نمی‌باشد و تنها توانایی حمایت تعداد محدودی از اشکال آبزیان وجود دارد

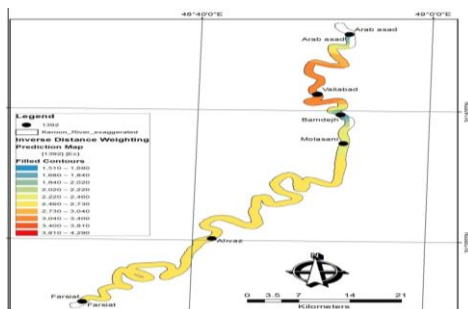
الف: پهنه‌بندی پارامترهای فیزیکوشیمیایی در سال ۱۳۹۲

بر اساس اندازه‌گیری‌های انجام‌شده PH آب رودخانه کارون در سال ۱۳۹۲ از ۷/۳ تا ۸/۱ تغییر می‌کند. این تغییرات با استفاده از روش‌های میانابایی و کریجینگ در محیط ARC GIS پهنه‌بندی گردید (شکل ۲). نتایج این پهنه‌بندی نشان می‌دهد که در اطراف شهرهای ملاتانی و اهواز آب رودخانه کارون قلیایی‌تر از دیگر بخش‌های رودخانه می‌باشد. روند تغییرات هدایت الکتریکی یا شوری (EC) مربوط به سال ۱۳۹۲ در رودخانه کارون از ۱۵۰۵ تا ۴۲۹۰ است (شکل ۳). پهنه‌بندی EC در سال ۹۲ نشان می‌دهد که مقدار EC در ایستگاه‌های عرب اسد، ولی‌آباد، بام دژ و ملاتانی مقادیر بیشتری نسبت به ایستگاه‌های اهواز و فارسیات دارد و EC آب رودخانه از ابتدای رودخانه به سمت انتهای رودخانه کاهش می‌یابد. پهنه‌بندی مقادیر کل جامد محلول در آب (TDS) در سال ۱۳۹۲ (شکل ۴). همان‌طور که پهنه‌بندی این پارامتر نیز نشان می‌دهد از ابتدای رودخانه به سمت انتهای رودخانه، مقادیر TDS کاهش می‌یابد. بیشترین مقدار TDS مربوط به حدفاصل ایستگاه‌های عرب اسد و ولی‌آباد می‌باشد. پهنه‌بندی سولفوریک اسید (SO_4) نشان می‌دهد که تقریباً از ابتدا تا انتهای رودخانه کارون، غلظت سولفوریک اسید آب زیاد می‌باشد (شکل ۵). بیشترین مقدار سولفوریک اسید در حدفاصل ایستگاه‌های عرب اسد تا بام دژ می‌باشد و بعد از آن در حدفاصل ملاتانی تا اهواز می‌باشد. پهنه‌بندی مقادیر نسبت جذب سدیم (S.A.R) در طول رودخانه کارون (شکل ۶) نشان می‌دهد که بیشترین میزان جذب سدیم در حدفاصل ایستگاه‌های اندازه‌گیری عرب اسد و بام دژ می‌باشد. بافاصله گرفتن از ابتدای رودخانه و نزدیک شدن به ایستگاه‌های اندازه‌گیری اهواز و فارسیات میزان جذب سدیم کاهش



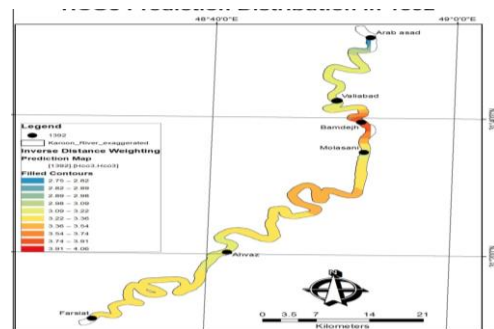
پیدا است میزان توزیع عنصر کلسیم در بازه رودخانه کارون زیاد می باشد و مانند پارامترهای قبلی بیشترین آن مربوط به حدفاصل ایستگاه های عرب اسد تا بام دژ می باشد. از ایستگاه بام دژ تا انتهای بازه رودخانه روند توزیع کلسیم مانند عنصر کلر به صورت نزولی می باشد

شکل ۴: پهنه بندی مقادیر کل جامد محلول در آب (TDS) در سال ۱۳۹۲



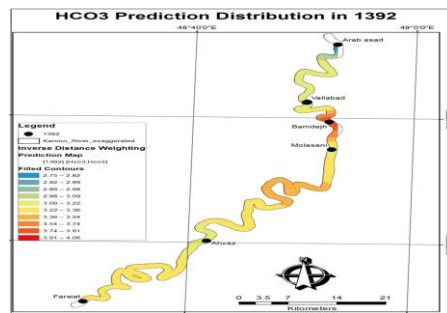
شکل ۵: پهنه بندی مقادیر سولفوریک اسید (SO_4) در سال ۱۳۹۲

شکل ۷: پهنه بندی درصد عنصر سدیم در سال ۱۳۹۲



شکل

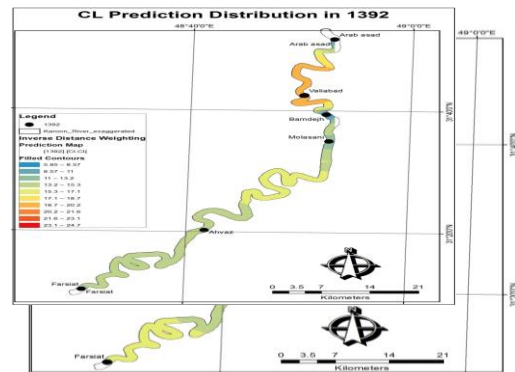
شکل ۶: پهنه بندی مقادیر نسبت جذب سدیم (S.A.R) رودخانه کارون



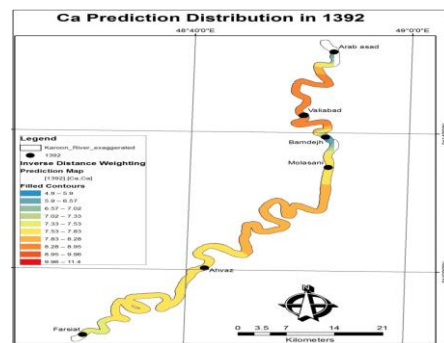
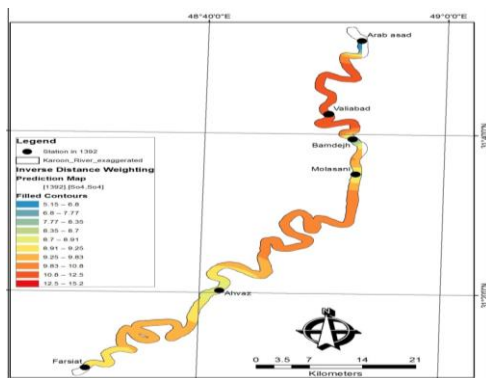
شکل ۸:
پهنه بندی
ی عنصر
منیزم در
سال
۱۳۹۲

شکل ۱۰: پهنه بندی عنصر بی کربنات سال

۱۳۹۲



شکل ۱۱: پهنه بندی عنصر کلر سال ۱۳۹۲



شکل ۹: پهنه بندی عنصر پتاسیم سال ۱۳۹۲

شکل ۱۲: پهنه بندی عنصر کلسیم در سال ۱۳۹۲

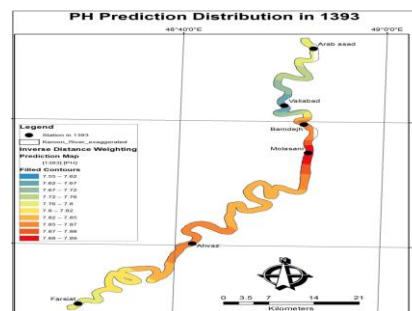
ب: نتایج پهنه بندی پارامترهای فیزیکوشیمیایی در سال ۱۳۹۳.

بر اساس اندازه گیری های انجام شده PH آب رودخانه کارون در سال ۱۳۹۳ از ۷/۵ تا ۷/۸ تغییر می کند. این تغییرات با استفاده از روش های میانبایی و کریجینگ در محیط ARC

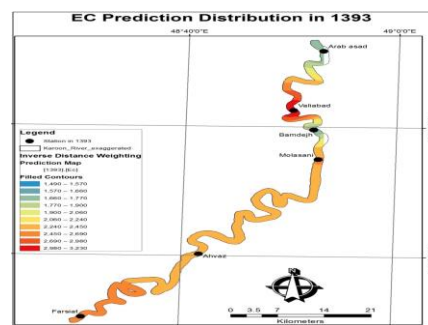
اهواز مقدار جذب سدیم افزایش می‌یابد که بعد از آن تا ایستگاه فارسیات دوباره روند نزولی دارد. پهنه‌بندی عنصر منیزیم (Mg) در بازه رودخانه کارون در سال ۱۳۹۳ صورت گرفته است و در (شکل ۱۹) نشان داده شده است. همان‌گونه که در این پهنه‌بندی نیز پیداست بیشترین میزان توزیع عنصر منیزیم از ایستگاه ولی‌آباد تا محدوده ایستگاه ملاتانی در بازه رودخانه کارون ثبت شده است. همچنین کمترین میزان توزیع این عنصر در حدفاصل ایستگاه عرب اسد در ابتدای رودخانه می‌باشد (شکل ۲۰). همان‌گونه که در این پهنه‌بندی پیداست بیشترین میزان توزیع عنصر منیزیم در بازه رودخانه کارون ایستگاه ولی‌آباد تا ایستگاه فارسیات در انتهای رودخانه کارون می‌باشد (شکل ۲۱). همان‌گونه که در این شکل پیداست، بیشترین میزان توزیع بی‌کربنات در حدفاصل ایستگاه بام دژ تا اهواز می‌باشد. همچنین کمترین میزان توزیع این عنصر در حدفاصل ایستگاه عرب اسد تا ولی‌آباد می‌باشد. پهنه‌بندی عنصر کلر (CL) در بازه رودخانه کارون در سال ۱۳۹۳ صورت گرفته است (شکل ۲۲). در این پهنه‌بندی بیشترین میزان توزیع عنصر کلر در محدوده ایستگاه ولی‌آباد می‌باشد. از ایستگاه بام دژ تا انتهای بازه رودخانه روند توزیع کلر تقریباً به صورت نزولی می‌باشد. پهنه‌بندی عنصر کلسیم (Ca) در بازه رودخانه کارون در سال ۱۳۹۳ صورت گرفته است (شکل ۲۳). همان‌گونه که در این نقشه پیداست میزان توزیع عنصر کلسیم در بازه رودخانه کارون کم می‌باشد بیشترین میزان توزیع این عنصر مربوط به محدوده ایستگاه ولی‌آباد می‌باشد. از ایستگاه بام دژ تا انتهای بازه رودخانه روند توزیع کلسیم مانند عنصر کلر به صورت نزولی می‌باشد.

شکل ۱۳: پهنه‌بندی PH آب در بازه سال ۱۳۹۳

GIS پهنه‌بندی گردید (شکل ۱۳). نتایج این پهنه‌بندی نشان می‌دهد که بیشترین میزان PH در حدفاصل ایستگاه‌های بام دژ تا اهواز می‌باشد. روند تغییرات هدایت الکتریکی یا شوری (EC) مربوط به سال ۱۳۹۳ در بازه رودخانه کارون نیز در محیط ARC GIS پهنه‌بندی گردید (شکل ۱۴). پهنه‌بندی EC در سال ۱۳۹۳ نشان می‌دهد که بیشترین مقدار EC در اطراف ایستگاه ولی‌آباد می‌باشد. همچنین روند تغییرات EC تا انتهای رودخانه کارون زیاد می‌باشد. پهنه‌بندی مقادیر کل جامد محلول در آب (TDS) در سال ۱۳۹۳ در (شکل ۱۵) نشان داده شده است. همانند پارامتر EC، در پهنه‌بندی مقادیر TDS نیز بیشینه مقدار TDS نیز در محدوده ایستگاه ولی‌آباد می‌باشد. همان‌طور که پهنه‌بندی این پارامتر نیز نشان می‌دهد از ایستگاه ملاتانی به سمت انتهای رودخانه، مقادیر TDS افزایش می‌یابد. کمترین مقدار TDS مربوط به محدوده ایستگاه عرب اسد در ابتدای بازه رودخانه کارون می‌باشد. پهنه‌بندی سولفوریک اسید (SO_4) نشان می‌دهد که بیشترین میزان SO_4 در محدوده ایستگاه‌های ولی‌آباد و ملاتانی

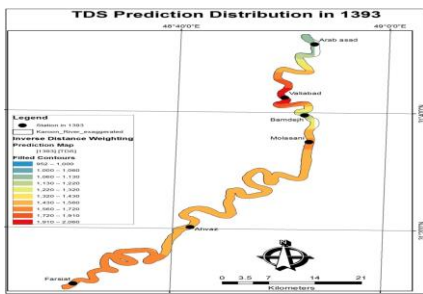


می‌باشد (شکل ۱۶). پهنه‌بندی مقادیر نسبت جذب سدیم (S.A.R) در طول رودخانه کارون (شکل ۱۷) نشان می‌دهد که



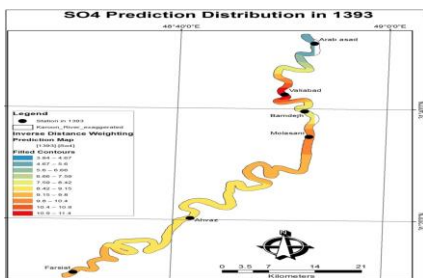
بیشترین میزان جذب سدیم در محدوده ایستگاه ولی‌آباد می‌باشد. همچنین بافاصله گرفتن از ابتدای رودخانه و نزدیک شدن به ایستگاه‌های اندازه‌گیری اهواز و فارسیات میزان جذب سدیم کاهش می‌یابد. پهنه‌بندی درصد عنصر سدیم (Na%) در بازه رودخانه کارون (شکل ۱۸) نشان می‌دهد که بیشترین درصد عنصر سدیم در محدوده ایستگاه ولی‌آباد می‌باشد و به سمت انتهای بازه رودخانه کارون از درصد عنصر سدیم کاسته می‌شود. لازم به ذکر است در محدوده ایستگاه

شکل
:۱۷

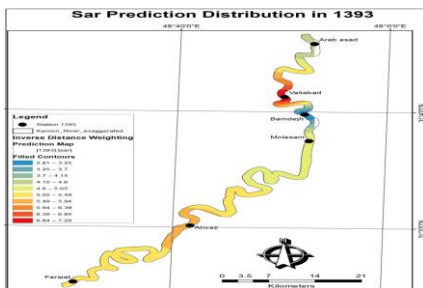


شکل ۱۴: پهنه‌بندی هدایت الکتریک آب سال ۱۳۹۳

پهنه‌بندی نسبت جذب سدیم اسید (S.A.R) کارون ۳
۱۳۹۹

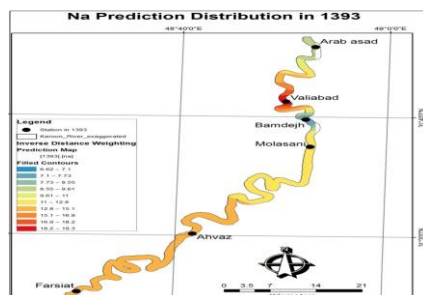


شکل
:۱۸

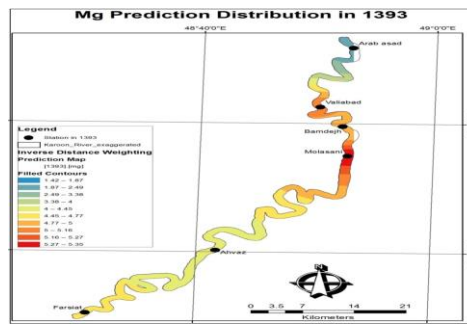
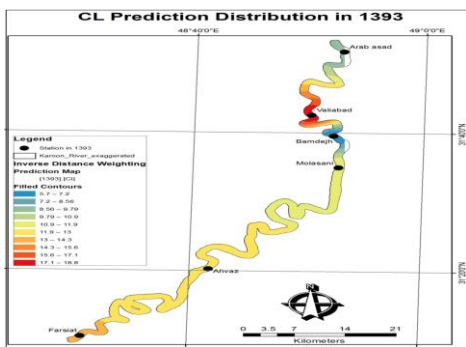


شکل ۱۵: پهنه‌بندی کل مواد جامد محلول (TDS) رودخانه کارون

پهنه‌بندی درصد سدیم رودخانه کارون در سال ۹۳



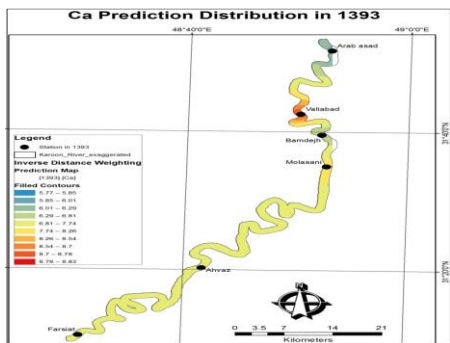
شکل ۱۶: پهنه‌بندی سولفوریک اسید (SO_4) آب رودخانه کارون ۱۳۹۳



ش
ک
ل
۱
۹
:

هنه‌بندی عنصر منیزیم آب در بازه رودخانه کارون ۱۳۹۳

شکل ۲۲: پهنه‌بندی عنصر کلسیم رودخانه کارون در سال ۱۳۹۳



شکل ۲۰: پهنه‌بندی عنصر پتاسیم رودخانه کارون ۱۳۹۳

شکل ۲۳: پهنه‌بندی عنصر کلسیم آب ۱۳۹۳

شکل ۲۱: پهنه‌بندی بی کربنات (HCO^۳) آب در سال ۱۳۹۳

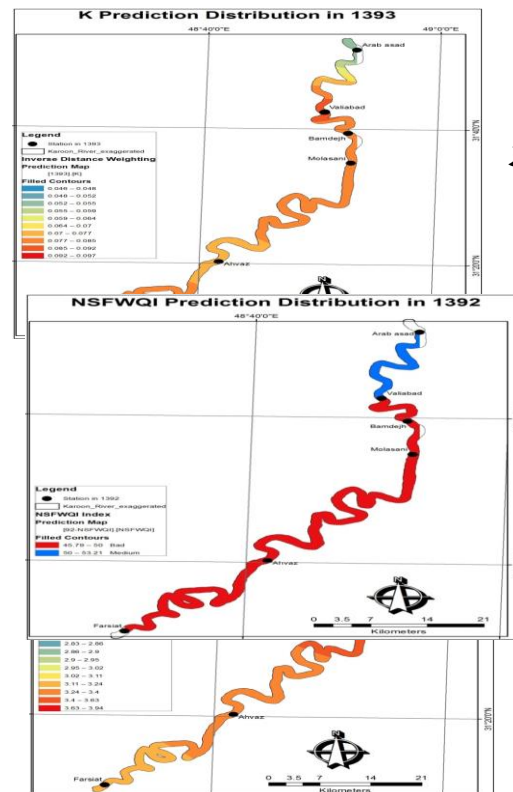
نتایج

انتهای بازه، وضعیت رودخانه بد می‌باشد (شکل ۲۶) مقادیر شاخص کیفی NSFQWI بین ۴۵ تا ۴۷ می‌باشد که در وضعیت بد می‌باشد.

شکل ۲۴: پهنه‌بندی شاخص کیفیت آب بازه رودخانه کارون NSFQWI ۱۳۹۲

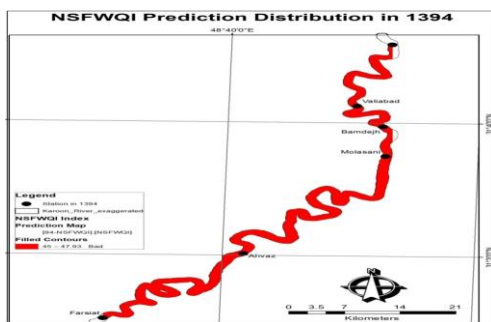
نتایج پهنه‌بندی شاخص کیفی آب NSFQWI در سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۴ که با استفاده از نتایج اندازه‌گیری‌های سالانه به‌دست‌آمده با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) پهنه‌بندی گردیده است (شکل ۲۴). مقادیر شاخص NSFQWI برای رودخانه کارون در سال ۱۳۹۲ بین ۴۵ تا ۵۳ می‌باشد. با توجه به ارزش‌گذاری مقادیر شاخص NSFQWI، از حدفاصل ایستگاه‌های عرب اسد تا ولی‌آباد بازه رودخانه کارون در رده متوسط (Medium) قرار می‌گیرد. همچنین حدفاصل ایستگاه‌های ولی‌آباد تا انتهای رودخانه کارون در رده بد (Bad) قرار می‌گیرند. نقشه پهنه‌بندی این

شاخص نشان می‌دهد که از حدفاصل



ایستگاه‌های ولی‌آباد تا

شکل ۲۵: پهنه‌بندی شاخص کیفیت آب بازه رودخانه کارون NSFQWI ۱۳۹۳



شکل ۲۶: پهنه‌بندی شاخص کیفیت آب بازه رودخانه کارون NSFQWI ۱۳۹۴

فارسیات رودخانه کارون از لحاظ شاخص NSFQWI بدترین کیفیت را دارد. همچنین نتایج این پهنه‌بندی در سال ۱۳۹۳ برای بازه رودخانه کارون نشان می‌دهد که در این سال نیز شاخص کیفیت NSFQWI در رده بد (Bad) تا متوسط قرار می‌گیرد (شکل ۲۵). در این سال مقادیر شاخص NSFQWI بین ۴۵ تا ۵۰ متغیر می‌باشد. البته به‌طور کلی وضعیت رودخانه نسبت به سال ۱۳۹۲ بدتر شده است. بدترین کیفیت آب رودخانه کارون مربوط به محدوده قبل از ایستگاه اهواز تا فارسیات می‌باشد. همچنین بخشی از حدفاصل ایستگاه عرب اسد و ولی‌آباد و حدفاصل ایستگاه بام دژ در رده متوسط قرار می‌گیرند. در سال ۱۳۹۴ وضعیت کیفیت آب رودخانه بدتر از سال ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ شده، به‌گونه‌ای که پهنه‌بندی شاخص کیفی NSFQWI رودخانه کارون در این سال نشان می‌دهد از ابتدای رودخانه کارون تا

پهنه‌بندی توزیع بی‌کربنات (HCO_3^-) نیز نشان می‌دهد که در حدفاصل ایستگاه‌های ملاتانی تا فارسیات (انتهای بازه رودخانه کارون) میزان بی‌کربنات به‌شدت افزایش یافته است. توزیع عنصر کلر (CL) در پهنه‌بندی‌های سال ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۴ مشابه بی‌کربنات می‌باشد. به‌گونه‌ای که میزان کلر از ایستگاه ملاتانی تا انتهای بازه در طی این سال‌ها افزایش یافته است. نتایج پهنه‌بندی‌های عنصر کلسیم (Ca) نیز نشان می‌دهد که میزان این عنصر در طی این سال‌ها کاهش یافته است.

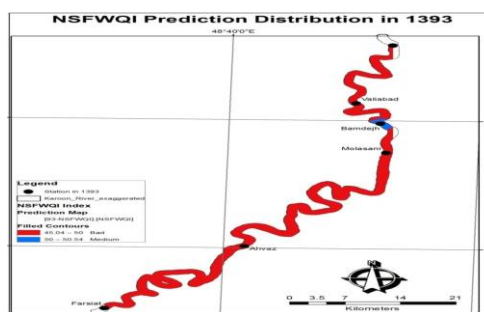
ب- وضعیت آب رودخانه کارون از نظر شاخص‌های کیفی NSFQI
 نتایج پهنه‌بندی شاخص NSFQI نشان می‌دهد که در سال ۱۳۹۲ در حدفاصل ایستگاه‌های عرب اسد تا ولی‌آباد وضعیت کیفیت آب متوسط می‌باشد و در دیگر ایستگاه‌های اندازه‌گیری وضعیت کیفی آب، بد می‌باشد. وضعیت شاخص NSFQI در سال ۱۳۹۳ نسبت به سال ۱۳۹۲ بدتر شده است و به‌جز محدوده‌ای کوچکی در نزدیکی ایستگاه بام دژ در دیگر بخش‌ها وضعیت آب رودخانه وضعیت بد دارد. در سال ۱۳۹۴ وضعیت کیفی آب از نقطه نظر شاخص کیفی NSFQI در وضعیت بد قرار دارند. همچنین مقادیر شاخص NSFQI از سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۴ روند نزولی داشته و بدتر شده است. نتایج این مطالعه با دیگر مطالعات همخوانی مناسبی دارد. به‌گونه‌ای که طبق مطالعه (حسینی، ۱۳۹۱) که خود پالایی رودخانه کارون را ارزیابی نموده است، به سمت انتهای بازه رودخانه کارون وضعیت آلاینده بحرانی‌تر می‌شود که تأییدکننده نتایج این مطالعه نیز می‌باشد. روند نزولی کیفیت آب رودخانه کارون در مطالعه (فتاحی مقدم نوقابی، ۱۳۹۰) که بر اساس سنجده‌های بیرون، فیلداسپیک ۳ و داده‌های زمینی پارامترهای کیفیت آب رودخانه کارون را ارزیابی نموده‌اند، با نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه بر اساس شاخص‌های NSFQI در سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۴ همخوانی مناسبی دارد.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه با استفاده از داده‌های کیفی رودخانه کارون در شش ایستگاه عرب اسد، ولی‌آباد، بام دژ، ملاتانی، اهواز و فارسیات با استفاده از تکنیک‌های سنجش‌ازدور در محیط ARC GIS در مقیاس سالانه برای مطالعه بررسی کیفیت آب رودخانه استفاده شد. در این مطالعه پارامترهای فیزیکوشیمیایی شامل $\text{TDS-SO}_4\text{-SAR-PH-Na-Mg-K-HCO}_3\text{-EC-CL-Ca}$ در سال‌های ۱۳۹۲، ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ می‌باشند. همچنین شاخص کیفیت آب رودخانه کارون NSFQI با استفاده از پارامترهای DOFC-PH-BOD

الف- وضعیت پارامترهای فیزیکوشیمیایی در طول سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۶

نتایج مقایسه پهنه‌بندی مقادیر PH بازه رودخانه کارون نشان می‌دهد که از سال ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۶ آب رودخانه کارون قلیایی‌تر شده و این تغییر در حدفاصل ایستگاه‌های ملاتانی تا انتهای بازه رودخانه کاملاً مشهود می‌باشد. نتایج بررسی هدایت الکتریکی آب (EC) نشان می‌دهد که از سال ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۶ میزان هدایت الکتریکی آب کمتر شده است. همچنین مقادیر کل ماد جامد محلول در آب (TDS) در سال ۱۳۹۳ نسبت به ۱۳۹۲ کمتر شده و در سال ۱۳۹۴ نسبت به سال ۱۳۹۳ زیاده‌تر شده است. در سال ۱۳۹۳ در حدفاصل ایستگاه‌های ملاتانی تا انتهای بازه بیشترین میزان TDS در سال ۹۲ و ۹۴ در حدفاصل ایستگاه‌های ولی‌آباد بیشترین TDS در پهنه‌بندی‌های نشان داده شده است. مقایسه پهنه‌بندی سولفوریک اسید (SO_4) نشان می‌دهد که رودخانه کارون در سال ۱۳۹۲ بیشترین میزان SO_4 را داشته است که در سال ۱۳۹۳ کاهش یافته و سپس در سال ۹۴ دوباره روند صعودی پیدا نموده است. نتایج پهنه‌بندی‌های نسبت جذب سدیم (S.A.R) در بازه رودخانه نشان می‌دهد که نسبت جذب سدیم در سال ۱۳۹۳ افزایش و سپس در سال ۱۳۹۴ کاهش یافته است. بیشترین میزان جذب سدیم در طی این سال‌ها در حدفاصل ایستگاه ولی‌آباد می‌باشد. نقشه‌های پهنه‌بندی از درصد عنصر (Na) نشان می‌دهد که میزان توزیع عنصر سدیم در سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۴ کاهش یافته است. باین‌وجود درصد عنصر سدیم از سال ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۴ از ایستگاه ملاتانی تا فارسیات افزایش یافته است. مشابه توزیع عنصر سدیم، توزیع عنصر منیزیم نیز از سال ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۴



در بازه رودخانه کارون کاهش یافته است.

همچنین میزان توزیع این عنصر در حدفاصل ایستگاه‌های ملاتانی تا انتهای بازه رودخانه تا سال ۱۳۹۴ افزایش یافته است. نتایج پهنه‌بندی‌های توزیع عنصر پتاسیم در محیط ARC GIS نشان می‌دهد که توزیع این عنصر ابتدا در سال ۱۳۹۳ کاهش و سپس در سال ۱۳۹۴ افزایش یافته است. همچنین توزیع این عنصر در این سال‌ها در حدفاصل شهرهای ملاتانی و اهواز به‌شدت افزایش یافته است.

در Temperature- Phosphate-Nitrate-Turbidity-TDS ایستگاه‌های مذکور محاسبه و در محیط ARC GIS جهت تحلیل و بررسی پهنه‌بندی گردید. نتایج پهنه‌بندی پارامترهای فیزیکوشیمیایی نشان داد که آب رودخانه کارون از سال ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۴ قلیایی‌تر شده است. این تغییرات در نزدیکی ایستگاه ملاتانی و اهواز که ناحیه شهری می‌باشند آشکارتر می‌باشد. نتایج پهنه‌بندی‌های نشان می‌دهد که میزان هدایت الکتریکی (EC)، کل مواد جامد محلول در آب (TDS)، سولفوریک اسید (SO_4)، نسبت جذب سدیم (S.A.R) در سال ۹۳ نسبت به سال ۹۲ افزایش یافته و دوباره در سال ۹۴ روند افزایشی پیدا کرده‌اند. همچنین میزان درصد عناصر سدیم، پتاسیم، کلر، بی‌کربنات و کلسیم نیز در سال ۹۳ افزایش و در سال ۹۴ نسبت به سال ۹۲ کاهش یافته‌اند. نتایج پهنه‌بندی شاخص NSFQI از سال‌های ۹۲ تا ۹۴ بدتر شده است و در رده بد قرار می‌گیرند. بر اساس پهنه‌بندی‌های بدترین وضعیت کیفیت آب نیز در حد واسط ایستگاه‌های ملاتانی تا انتهای بازه رودخانه می‌باشند.

منابع

صفاریان، ر.، مشایخی، ن.، ۱۳۸۶. بررسی و طبقه‌بندی شاخص کیفیت آب رودخانه کارون (محدوده زرگان، ام‌الطیمیر) و مقایسه آن با وضعیت شاخص کیفیت آب رودخانه‌های مارون و زهره، دهمین همایش ملی بهداشت محیط، همدان، دانشگاه علوم پزشکی همدان.

سعادت، ن.، حسینی، ز.؛ و براتی گندم‌کار، پ.، ۱۳۸۵. بررسی وضعیت کیفی رودخانه مارون - جراحی با استفاده از هفتمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه. دانشگاه شهید WQI شاخص‌های کیفیت آب (مصارف شرب، کشاورزی و چمران اهواز).

کریمی جشنی، ا. اسدی آقباغی، م.؛ و ظهراپی، ح.، ۱۳۸۵. بررسی تغییرات آلودگی رودخانه کر، هفتمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه، اهواز، سازمان آب و برق خوزستان، دانشگاه شهید چمران اهواز.

مطالعه موردی: رودخانه زهره، دهمین WQI کریمیان، آ. افخمی، م.، ۱۳۸۶. پهنه‌بندی کیفی آب رودخانه بر اساس شاخص همایش ملی بهداشت محیط، همدان، دانشگاه علوم پزشکی همدان.

و آب مجله. دز و کارون رودخانه کیفی شاخص‌های تطبیقی بررسی. ۱۳۶۴. ا. سارنگ، ص.؛ و زارع، اورعی. ا. شمسایی، ۴۸-۳۹ صفحات ۵۵، شماره فاضلاب،

محسنی بندپی، ا. مجلسی، م.؛ و کاظم پور، ع. ۱۳۹۴. بررسی کیفیت آب رودخانه گل ایلام بر اساس شاخص کیفی آب NSFQI فصلنامه - بهداشت در عرصه، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دوره ۹، شماره ۴، صفحات ۵۳-۴۵

میر مشتاقی، ر. خالدیان، م. ۱۳۹۰. بررسی کیفیت آب رودخانه سفیدرود و پهنه‌بندی آن با استفاده از شاخص کیفی مجله علمی و پژوهشی تالاب دانشگاه آزاد واحد اهواز ص ۹ و ۱۰.

Horton, R. K. ۱۹۶۵. An index number system for rating water quality. Journal of Water Pollution Control Federation, ۳۷(۳): ۳۰۰-۳۰۶

Rosli, N. A. Zawawi, M. H. and Bustami, R. A. ۲۰۱۲. Salak River Water Quality Identification and Classification According to Physico-Chemical Characteristics. Procedia Engineering, ۵۰: ۶۹-۷۷.

Effendi, H. and Wardiatno, R. Y., ۲۰۱۵. Water Quality Status of Ciambulawung River, Banten Province, Based on Pollution Index and NSF-WQI. Procedia Environmental Sciences, ۲۴: ۲۲۸-۲۳۷.

Vaheedunnisha, S. and Sandeep, K., ۲۰۱۳. Water Quality Assessment of RoopSagar Pond of Satna Using NSF-WQI. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, ۲(۵): ۱۳۸۶-۱۳۸۸.

Salari M, Radmanesh F, Zarei H. Quantitative and qualitative assessment of Karoon River water using NSFQI index and AHP method. Journal of Human and Environment ۲۰۱۲; ۲۳(۳۴):۱۳-۲۲ (In Persian).

Λ-Mirmoshtaghi M, Amirnezhad R, Khaledian MR. Survey of water quality in Sefidrood by NSFQI and OWQI Index. Quarterly Journal Of Wetland Ecobiology ۲۰۱۳; ۳(۹):۲۳-۳۴ (In Persian).

Dos Santos Simoes F, Moreira AB, Bisinoti MC, Gimenez SMN, Yabe MJS. Water quality index as a simple indicator of aquaculture effects on aquatic bodies. Ecological Indicators ۲۰۰۸; ۸(۵):۴۷۶-۸۴.

Shokoohi R, Hoseinzadeh E, Alipour M, Hoseinzadeh S. Evaluation Aydughmush River quality parameters changes and Wilcox index calculation. Rasayan Journal of Chemistry ۲۰۱۱; ۴(۳):۶۷۳-۸۰.

Samantray P, Mishra BK, Panda CR, Rout SP. Assessment of water quality index in Mahanadi and Atharabanki Rivers and Taldanda Canal in Paradip Area, India. Journal of Human Ecology. ۲۰۰۹; ۲۶(۳):۱۵۳-۶۱.

Mirzaie M, Nazari AR, Yari A. Quality zoning of Jajrood River. Journal of Environmental Studies ۲۰۰۵;

Safarian R, Mashayekhi N. Investigation and categorization of Karun river's quality (between Zargan and Ome-tamir) comparing with water quality index status of Marun and Zohre rivers. ۱۰th national conference on Environment Health, Hamedan.[Persian]

Water quality zoning of the Karun River based on NSFQI quality index and Utilization of geographic information system

Abstract

In this study, the water quality of the Karun River as one of the most important rivers in the country due to the presence of large pollutants in the province of Khuzestan, as well as passing through large industrial cities such as Ahwaz, using physicochemical parameters and water quality indicators as well as remote sensing techniques and reviewed. The quality of the river was evaluated in six stations of Arab Assad, Valiabad, Bamdage, Mollasani, Ahvaz and Fars province using the remote sensing techniques in the ARC GIS environment at annual scale to study the water quality of the river. In this study, the physicochemical parameters include TDS-SO₄-SAR-PH-Na-Mg-K-HCO₃-EC-CL-Ca in ۲۰۱۳, ۱۳۹۳ and ۱۳۹۴. Also, Karoon River Water Quality Indicators (NSFWQI and WQI) were calculated using the DOFC-PH-BOD-Temperature-Phosphate-Nitrate-Turbidity-TDS parameters at the stations and analyzed in the ARC GIS environment. The results of zoning of physicochemical parameters showed that the waters of the Karun River have become more alkaline from ۱۳۹۲ to ۱۳۹۴. The amount of electrical conductivity (EC), total soluble solids (TDS), sulfuric acid (SO₄), sodium permeation ratio (S.A.R) increased in ۱۹۹۳, compared to ۹۲ years ago, and have been growing in ۹۴ years. The percentage of sodium, potassium, chlorine, bicarbonate and calcium also increased in ۱۹۹۳ and decreased to ۹۴ in ۹۴ years. These changes are more apparent near the Mollaani and Ahwaz stations, which are urban areas. The zoning results of the NSFQI and WQI index are down from ۹۲ to ۹۴, and are getting worse and ranked bad. Although the water quality in the year ۹۳ was slightly better than in the year of ۹۲, it returned to decline in ۹۴ years. Based on the zonations of the worst condition of water quality, they are also intermediate between the stations of Mollasani to the end of the river boundary. In this study, the importance of remote sensing studies, in particular, interpolation techniques in the ARC GIS environment, was identified due to reduced cost of studies in water quality assessment.

Introduction

Annually, heavy metal pollution is increasing in the environment and this eventually causes serious hazards for health of human, animal and plant populations. Heavy metals with their harmful effects are the major pollutants in big cities.

Tehran is a big city and faced with this problem. Heavy metals such as arsenic, iron, zinc, lead, cadmium, chromium, copper, manganese and nickel exist in the air of Tehran. These pollutants are inhaled by inhabitants and cause serious problems for human body. Among streets, roads and highways of the city, Enqelab Street is one of the busiest and particularly from Enqelab Square to Imam Hossein Square.

In this study, the results of measuring heavy metals including arsenic, iron, zinc, lead, cadmium, chromium, copper, manganese and nickel in the air of the street are presented with the health risk assessment from permanent and temporary residents in the area.

Moreover, the risk of developing cancer and non-cancer diseases caused by inhaling the polluted air with heavy metals was also estimated.

Methodology

Selecting Sampling Points The Enqelab Street connects Enqelab square to Imam Hossein Square. Considering that risk assessment is a method based on residents' health, the main crossroads and squares are selected as the sampling points. Therefore, sampling was performed in ۵ stations: Enqelab square, Valiasr Crossroads, Ferdowsi Square, Piche Shemiran, and Imam Hossein Square. **Sampling Method and Chemical Analysis** In this phase, in order to determine the concentration of heavy metals (including arsenic, iron, lead, cadmium, chromium, copper, manganese and nickel), air samples were collected and analyzed in two different seasons (on February ۲۰th ۲۰۱۳ and May ۲۲nd ۲۰۱۳) during ۸ hours from ۵ stations. The entire process was performed according to OSHA-۱۲۰G standard method.

Quality Control of the Analysis in order to determine the quality of analysis methods, precision and accuracy were tested. The precision is from ۳ to ۱۷ percent and average percent recovery is varied between ۸۳ and ۹۷ percent. This is placed within the acceptable range of US Environmental Protection Agency guidelines. **Overview of Risk Assessment** In this study, the average value of the air inhaled by one inhabitant in Tehran is measured so that by calculating the air pollutant concentrations, the amounts of heavy metals which are entered into his body are obtained. For this purpose, three groups of people are defined in terms of the type and the amount of exposure to pollutants (heavy metals): permanent residents (from Enqelab Square to Imam Hossein Square), shopkeepers, vendors and employees and also students. **Calculating the Risk of Developing Cancer and Non-Cancer Diseases** in this phase, after providing all the required information, the risk of developing cancer and non-cancer diseases is calculated using following equations. **Results** The results of analyzing heavy metals in Enqelab Street's air are presented and discussed. In figure ۱, variations of the mean concentrations of the mentioned metals are provided in the form of a chart. **Risk Assessment Results** In Enqelab Street, hazard index for chronic and acute exposure is below ۱ which shows no adverse effects on non-cancer disease (figure ۲, ۳). In addition, the total number of the residents at high risk of developing cancer (types of cancer) by inhaling the heavy metals in their lifetime was estimated to be lower than ۲۴ out of ۱ million people. This statistic shows that the conditions have not yet been dangerous. Therefore, through multiplying the rate of carcinogenesis by the number of each group, the total number of heavy metal-induced cancers is obtained. In this study, the total number of cancers is three, thus the overall risk is allocated to pollutants including arsenic, cadmium, nickel and lead (figure ۴). In addition, the total number of the residents at high risk of developing cancer (types of cancer) by inhaling the heavy metals in their lifetime was estimated to be lower than ۲۴ out of ۱ million people. This statistic shows that the conditions have not yet been dangerous. Therefore, through multiplying the rate of carcinogenesis by the number of each group, the total number of heavy metal-induced cancers is obtained. In this study, the total number of cancers is three, thus the overall risk is allocated to pollutants including arsenic, cadmium, nickel and lead (figure ۴).

Conclusion

According to the presented results, the level of heavy metals in the air of Enqelab Street is not hazardous to the health of the residents. Therefore, there is no need to spend enormous expenses in this area. Nevertheless, the health of permanent and temporary residents is threatened by chromium and arsenic due to their high rate of carcinogenesis. The outcome of these investigations indicates that despite recording few different values in some places, the air pollution levels are equal in whole the area, from Enqelab Square to Imam Hossein Square. However, the air pollution level of ValiasCr rossroads is relatively considerable. This difference only has resulted from high volume of traffic in the crossroads. Unfortunately, traffic of students in this area is so heavy that solving Valiasr Crossroads traffic issues are considered as an important priority.

Keywords: Water quality, Physicochemical parameters, NSFQI index, WQI index, Karun River, ARC GIS