

بررسی تاثیر عوامل موثر بر کیفیت آب رودخانه های سیمره و کشکان در استان های ایلام و لرستان

زهرا نوری^{۱*}، آرش ملکیان^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشگاه تهران

۲- استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۸/۱۸ - تاریخ تصویب: ۹۳/۱۲/۴)

چکیده

کیفیت آب در یک منطقه تحت تاثیر فرآیندهای طبیعی از قبیل بارش، فرسایش خاک و هوازگی، زمین شناسی، پوشش گیاهی و فعالیت های انسانی می باشد. مهمترین آنها سازندهای زمین شناسی حوضه آبخیز رودخانه و مسیر جریان آب است. در این پژوهش، به بررسی تغییر مولفه های فیزیکی و شیمیایی آب شامل هدایت الکتریکی، کل نمک های محلول، نسبت جذبی سدیم و کلر رودخانه سیمره و کشکان و سرشاخه های آن در دو استان ایلام و لرستان و عوامل موثر بر کیفیت آب پرداخته شد. برای این منظور داده های کیفیت آب از ۱۴ ایستگاه آب سنجی در مسیر رودخانه ها در طول یکسال (۸۹-۱۳۸۸) جمع آوری و با استفاده از نرم افزار آماری تجزیه و تحلیل شد. سپس به بررسی دقت روش های زمین آمار مانند کریجینگ معمولی (Ok) کوکریجینگ و روش های قطعی مانند عکس مجذور فاصله (IDW)، توابع پایه ای شعاعی (RBF) برای تهیه ی نقشه پارامترهای مورد مطالعه پرداخته شد. نتایج نشان داد که براساس معیار RMSE روش کوکریجینگ و کوکریجینگ در همه ی پارامترهای مورد مطالعه مقادیر جذر میانگین مربعات خطا کمتری را نشان دادند و از بین روش های قطعی روش توابع پایه ای شعاعی نسبت به سایر روش های درون یابی برتری دارد. بررسی کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب رودخانه نشان داد که افزایش میزان پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب در طول رودخانه کشکان و سرشاخه های آن ناشی از تاثیر تشکیلات زمین شناسی منطقه به ویژه سازندهای تبخیری گچساران و آغاچاری بر آب رودخانه می باشد.

کلید واژگان: مولفه های فیزیکی و شیمیایی؛ کیفیت آب؛ درون یابی؛ رودخانه کشکان و سیمره

۱- مقدمه

از جمله تحقیقات انجام شده در مورد کیفیت آب و عوامل موثر بر آن می‌توان به تحقیقات صورت گرفته توسط محققین زیر اشاره کرد. Chang و همکاران (1998) با استفاده از شاخص‌ها و روش‌های تحلیل کریجینگ^۱ و تصاویر ماهواره لندست به آنالیز پارامترهای کیفی آب در کشور تایوان اقدام کردند و نتایج نشان داد که روش‌های مختلف کریجینگ دارای دقت مکانی بالا و نزدیک به هم بوده است. Fernandez و همکاران (2006) به مطالعه هیدروشیمی آب‌های سطحی شمال اسپانیا پرداختند و نتایج نشان داد که تبادل یون‌ها با آبخوان‌های نزدیک سطح زمین، آب باران و سایر منابع ورودی که از سازندهای زمین شناسی مختلف عبور می‌کنند، مهمترین عوامل موثر در تغییر ترکیب شیمیایی آب هستند. Mohed و همکاران (2011) به بررسی کیفیت آب رودخانه کدا^۲ در مالزی با استفاده از تجزیه مولفه‌های اصلی (PCA) پرداختند. نتایج نشان داد که نه عامل در آلودگی رودخانه نقش دارند که شامل تخلیه پساب‌های کارخانه‌ها و صنایع، زمین شناسی، معادن زغال سنگ و فلزات، ساخت و ساز غیر اصولی، پساب‌های کشاورزی، پساب‌های انسانی و تخلیه روغن به داخل رودخانه است. Zhenyao و همکاران (2012) به بررسی تاثیر تغییرات مکانی بارش بر روی هیدرولوژی و منابع آلودگی غیر نقطه‌ای رودخانه یانگ تسه در چین با استفاده از روش‌های درون یابی از جمله روش مرکزیابی^۳، پولیگون تیسن^۴، عکس فاصله (IDW) و کوکریجینگ پرداختند. نتایج نشان داد که تاثیر بارش بر روی منابع آلودگی غیر نقطه‌ای بستگی به میزان

ایران سرزمینی نسبتاً خشک است بطوریکه میانگین بارندگی سالانه ایران حتی کمتر از یک سوم متوسط بارندگی در سطح دنیا است. یکی از منابع تعیین کننده در کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی مربوط به بارش بوده ولی مهم ترین نقش را نوع تشکیلات زمین شناسی، طول مسیر طی شده و فعالیت های انسانی ایفا می‌کنند. آبها در عبور از لایه‌های مختلف زمین و یا در مسیر حرکت خود در رودخانه‌ها مواد مختلفی که ناشی از تلاشی سنگ ها، وجود املاح گچ، نمک و آهک در تشکیلات تبخیری و رسوبی می‌باشند را انتقال می دهند. مسلماً تنها با شناخت ویژگی‌های کیفی آب است که می‌توان برای بهره برداری هرچه بهتر از منابع آب یک منطقه برنامه ریزی کرد. غلظت مواد موجود در آب، هرچند هم که کم باشد نقش زیادی در استفاده از آن برای آشامیدن، کشاورزی، شرب دام و صنعت دارد (Mahdavi, 2005). ترکیب آب‌های سطحی و زیرزمینی به عوامل طبیعی مانند زمین شناسی، توپوگرافی، هواشناسی، هیدروژئولوژی و زیست شناختی در حوضه آبخیز و تغییرات فصلی حجم رواناب، شرایط و نوع هوازدگی سنگ وابسته است (Bartram and Balance, 2005). رشد جمعیت و آلودگی ناشی از تخلیه انواع فاضلاب‌های شهری، صنعتی، کشاورزی و شیرابه‌های محل های دفع زباله باعث گسترش آلودگی و محدودیت منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی شده‌اند. با پهنه بندی کیفی رودخانه روند تغییرات پارامترهای فیزیکی و شیمیایی را در هر زمان، مکان و شرایط خاص مشخص می‌گردد (Samadi et al., 2005) و می‌توان منابع آلاینده و راه‌های کاهش آن را مشخص نمود. (shaikh setani, 2001).

1. Keriging
2. Kedah
3. Centroid Method
4. Thiessen Polygon Method

Maghami و همکاران (2010) جهت تعیین مناسبترین روش میان‌یابی جهت تعیین کیفیت آب در شهرستان آبادیه از روش‌های کریجینگ، عکس مجذور فاصله و اسپیلاین^۷ استفاده کردند و روش کریجینگ مناسبترین روش برای پهنه‌بندی کیفیت آب شناخته شد. Nakhaei و همکاران (2011) ارزیابی کیفی رودخانه کارون و سرشاخه‌های آن در استان چهارمحال و بختیاری را انجام دادند. نتایج نشان داد که با توجه به ضرایب همبستگی میان مولفه‌های مختلف شیمیایی و بررسی‌های زمین شناسی، مهم‌ترین عامل موثر در تغییر کیفیت آب رودخانه‌ها، ویژگی‌های سنگ شناختی سازندهای مسیر عبور جریان آب رودخانه است.

Moghadam و همکاران (2012) به بررسی روند تغییرات زمانی و مکانی پارامترهای کیفی آب از جمله EC ، pH ، TDS در دشت مشهد با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی نشان دادند که فعالیت‌های انسانی، عوامل آب و هوایی و آلودگی‌های انتقال یافته از عوامل موثر بر کیفیت آب دشت مشهد است. مطالعات انجام شده در حوضه سد سیمره نشان می‌دهد که دلیل گسترش روزافزون توسعه مناطق مسکونی و اراضی کشاورزی و ارزیابی وضعیت کیفی آب مخزن سد سیمره و اندازه‌گیری پارامترهای شیمیایی، آب دریاچه سد به سمت تغذیه‌گرایی پیش می‌رود و با توجه به ورود قابل توجه فسفر و نیتروژن، عامل محدود کننده‌ای بشمار می‌آید (شرکت آب منطقه ای ایلام، ۲۰۱۱). Frid Gigloo و همکاران (2013) جهت بررسی تغییرات کیفیت آب رودخانه زرین گل در استان گلستان جهت تعیین روند در داده‌ها از آزمون من کندانال استفاده کردند. نتایج

تغییرپذیری مکانی بارش و خصوصیات حوضه مانند خاک، زمین شناسی، توپوگرافی و عوامل مدیریتی دارد و روش‌های درون‌یابی در مدلسازی منابع آلودگی غیر نقطه‌ای نقش بسیار مهمی دارند. Kibeian و همکاران (2014) به ارزیابی اثرات تغییر کاربری بر روی کیفیت آب رودخانه مانیامه^۱ در زیمباوه با استفاده از تصاویر ماهواره لندست TM و ETM پرداختند و نتایج نشان داد که افزایش مناطق مسکونی و کشاورزی دارای همبستگی بالایی با کیفیت آب است و سطح آلودگی از بالادست به پایین دست رودخانه افزایش می‌یابد.

از جمله مطالعات مختلفی در زمینه کیفیت آب در ایران صورت گرفته می‌توان به مطالعه‌ی Taghizadeh Mehrjerdi و همکاران (2008) در دشت یزد ارسنجان به منظور تحلیل مکانی برخی از پارامترهای کیفی آب‌های زیرزمینی مانند TDS ، EC ، SAR ، TH ، Cl و سولفات با استفاده از سه روش درون‌یابی عکس فاصله (IDW)^۲ ، کریجینگ و کوکریجینگ^۳ پرداخته شد اشاره کرد. نتایج حاصله بر اساس معیار خطای جذر میانگین مربعات (RMSE)^۴ نشان داد که روش کریجینگ نسبت به دو روش دیگر برتری دارد. Askari و همکاران (2009) با بررسی تغییرات مکانی کیفیت آب زیرزمینی بوسیله تحلیل‌های زمین آماری از قبیل روش کریجینگ، عکس مجذور فاصله، توابع پایه ای شعاعی^۵ و روش چند جمله‌ای جهانی^۶ در دشت قزوین نشان دادند که روش‌های درون‌یابی چند جمله‌ای جهانی نسبت به سایر روش‌های درون‌یابی نتایج بهتری داشته است.

1. Manyame
2. Inverse Distance Weighting
3. Cokriging
4. Root Mean Square Error
5. Radial Basis Functions
6. Global Polynomial Interpolation

7. Spline

آن می‌ریزد. این منطقه با مساحت ۲۱۰۴۷۰ هکتار در محدوده جغرافیایی بین ۴۶ درجه و ۳۵ دقیقه الی ۴۸ درجه و ۱۰ دقیقه عرض شمالی ۳۳ درجه و ۰۱ دقیقه الی ۳۳ درجه و ۵۰ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است. اقلیم این حوضه در نقاط مختلف آن متفاوت بوده و در ناحیه حوزه آبخیز رودخانه سیمره اقلیم نیمه‌خشک سرد و به سمت جنوب این حوضه، اقلیم به نیمه‌خشک معتدل و در ناحیه حوزه آبخیز کشکان نوع اقلیم حوزه به معتدله تغییر می‌نماید. مرتفع‌ترین بلندی در مرز جنوب غربی حوضه و بر روی ارتفاعات کبیرکوه با ۲۸۲۵ متر ارتفاع از سطح دریا در استان ایلام و کوه پیشکوه با ارتفاع ۱۸۵۰ متر در استان لرستان و پست‌ترین نقطه در خروجی ۵۰۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد. متوسط بارندگی کل منطقه ۵۰۹/۹ میلی‌متر و میزان تبخیر از سطح آزاد و تبخیر و تعرق پتانسیل سالانه حوضه به ترتیب ۱۵۶۵/۲ و ۱۶۲۲/۳ میلی‌متر برآورد شده است. عمده کاربری اراضی مرتع، جنگل، زراعت و باغات است.

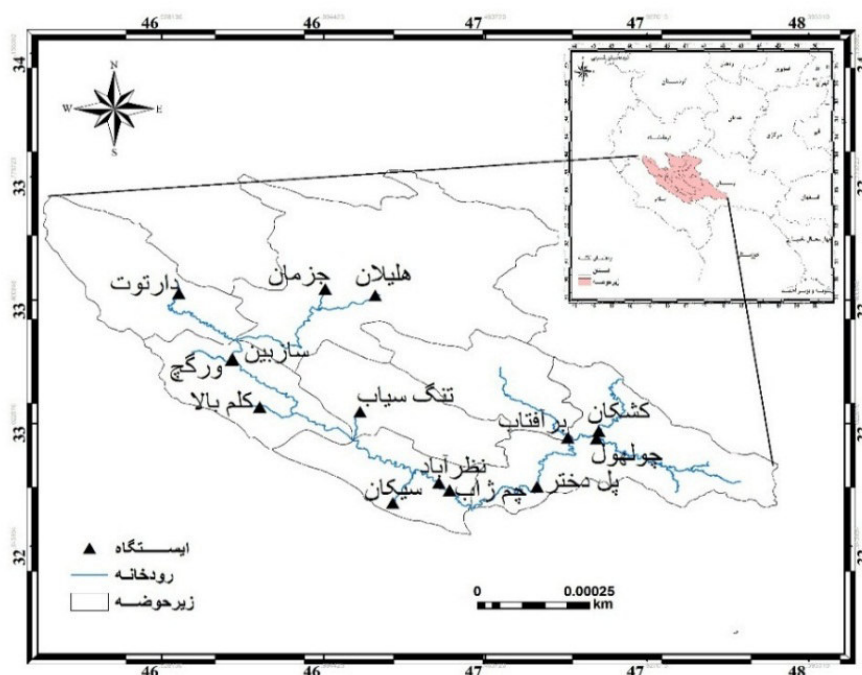
این منطقه از نظر تقسیمات زمین شناسی در زون زاگرس چین خورده واقع شده است. تشکیل این زون از زمان کوهزایی میوسن-پلیوسن آغاز گردیده و تا کنون نیز ادامه داشته است. سازندهای موجود در منطقه مورد مطالعه شامل سازند شیل، گرو، سروک، ایلام-سوگه، گورپی، پابده، آسماری، شهبازان که در همه جا با سازند آسماری همراه است، گچساران، آجاجاری و سایر سازندها نیز روی شکل آن مشخص شده‌اند. در شکل (۱) موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و ایستگاه‌های اندازه‌گیری نشان داده شده است.

نشان داد که تیپ آب رودخانه زرین گل تا سال ۱۳۷۹، K^+Na-Cl اما از سال ۱۳۸۰ به بعد تیپ آب $Mg-Cl$ تغییر کرده و مصداق آن افزایش منیزیم و کلر ناشی از عملیاتی مانند جاده سازی و حفر معدن می‌باشد که موجب در معرض شستشو قرار گرفتن سازندهای زمین شناسی منیزیم‌دار و افزایش میزان منیزیم آب رودخانه شده است. هدف از این تحقیق، بررسی کیفیت آب رودخانه سیمره و کشکان سرشاخه‌های آن با توجه به سازندهای زمین شناسی در زیر حوضه‌های دو استان ایلام و لرستان بوده است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه از نظر تقسیمات سیاسی در دو استان ایلام و لرستان قرار گرفته است. به بیان دیگر رودخانه سیمره مرز دو استان لرستان و ایلام می‌باشد. رودخانه سیمره از اتصال دو رودخانه گاماسیاب و قره سو تشکیل شده و در جهت شمال به جنوب و سپس با چرخشی به سمت جنوب غربی امتداد یافته و پس از طی حدود ۹۰ کیلومتر رود جزمان به آن پیوسته و در فاصله ۳۰ کیلومتری رود چرداول نیز به آن متصل می‌شود. رودخانه پس از این نقطه در امتداد جنوب شرقی جریان یافته و پس از حدود ۱۰۰ کیلومتر و پیوستن شاخه‌های فرعی زیادی به آن به رود کشکان می‌پیوندد. رودخانه کشکان از اتصال دو شاخه هررود و آب الشتر تشکیل شده و سپس شاخه چم زکریا و بعد رودخانه خرم آباد از سمت چپ به آن اضافه می‌شود. از این نقطه تا محل اتصال به رودخانه سیمره به طول حدود ۷۵ کیلومتر شاخه‌های فرعی چولهول و مادیان رود نیز به



شکل (۱). موقعیت منطقه مورد مطالعه و ایستگاه‌های اندازه گیری

ایلام در سال آبی ۸۹-۱۳۸۸ از شرکت سهامی آب منطقه‌ای ایلام اخذ شد و سپس با استفاده از روش‌های آماری مقادیر کمینه، بیشینه و میانگین هریک از پارامترهای کیفی اندازه‌گیری شد و نتایج آن در جدول (۱) آورده شده‌اند.

۲-۲- روش کار

در این تحقیق آمار و نتایج تجزیه شیمیایی نمونه‌های برداشت شده در ۱۴ ایستگاه آب‌سنجی واقع در مسیر رودخانه سیمره، کشکان و سرشاخه‌های آن در زیرحوضه‌های دو استان لرستان و

جدول (۱). مقادیر کمینه، بیشینه و میانگین پارامترهای کیفیت آب در ایستگاه‌های منتخب

Q (m ³ /s)	TDS (lit/mg)	EC (Cm/mm ohos)	pH	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	K	SAR		
۰ ۶۵/۱ ۹۰/۱	۱۶۵ ۳۲۷/۹ ۲۴۹۰	۲۵۵ ۵۱۰ ۳۷۱۵	۶/۷ ۷/۹ ۹/۱	۱/۳ ۳/۷ ۵/۱۰	۰/۲ ۰/۶ ۲/۲	۰/۱ ۰/۷۴ ۲/۲	۰/۴ ۲/۹ ۴/۵	۰/۳ ۱/۳ ۲/۷	۰/۳ ۰/۹ ۱/۲	۰/۰۱ ۰/۰۶ ۰/۱۶	۰/۲۲ ۰/۶۱ ۲/۲	Min Mean Max	هلیلان
۰ ۵/۸ ۱۹/۲	۲۰۶ ۴۱۹/۷ ۵۹۱	۳۲۳ ۶۴۶/۵ ۹۰۴	۷/۴ ۸/۱ ۸/۹	۲/۷ ۴/۷ ۶/۷	۰/۲ ۰/۶ ۱/۳	۰/۱۵ ۱/۲۶ ۴	۰/۶ ۲/۲ ۴/۵	۰/۸ ۳/۴ ۵/۶	۰/۱ ۱/۳ ۲/۸	۰/۰۱ ۰/۰۵ ۰/۲۳	۰/۱ ۰/۷۷ ۲/۲۴	Min Mean Max	جزمان
۰ ۵/۱ ۴۹/۱	۲۴۳ ۳۸۳/۷ ۵۷۰	۳۸۰ ۵۹۸ ۸۶۱	۶/۹ ۷/۹ ۸/۹	۰/۳ ۴/۴ ۶/۳	۰/۲ ۰/۶ ۴/۱	۰/۱۸ ۱/۰۳ ۷/۴	۰/۸ ۳/۰ ۴/۹	۰/۷ ۲/۵ ۳/۸	۰/۹ ۰/۷ ۲/۴	۰/۰۱ ۰/۰۵ ۰/۹۸	۰/۰۶ ۰/۴۵ ۱/۲۵	Min Mean Max	دارتوت
۲/۰۶ ۴۷/۴ ۲۷۰	۲۱۵ ۴۰۰ ۳۱۸۶	۳۴۰ ۶۱۹/۷ ۴۷۵۵	۶/۸ ۷/۸ ۹/۲	۱/۲ ۳/۷ ۵/۲	۰/۱ ۰/۸ ۲/۸	۰/۱۴ ۱/۱۵ ۱۴	۰/۶ ۳/۳ ۳۱	۰/۴ ۱/۷ ۶	۰/۳ ۱/۴ ۰/۲	۰/۰۳ ۰/۰۵ ۰/۰۸	۰/۲۱ ۰/۷۶ ۸/۰۵	Min Mean Max	سازبین
۰ ۸ ۱۰۰۰	۲۷۰ ۵۶۴ ۹۲۴	۴۲۰ ۸۶۰/۳ ۱۴۰۰	۵/۹ ۷/۸ ۸/۵	۱/۱ ۳/۶ ۴/۹	۰/۵ ۱/۷ ۲/۲	۰/۰۴ ۳/۹ ۷/۶	۱/۷ ۳/۷ ۸/۶	۰/۸ ۳/۵ ۶/۲	۰/۱ ۱/۴ ۲/۷	۰/۰۴ ۰/۱۱ ۰/۷۴	۰/۰۷ ۰/۷۶ ۱/۴۱	Min Mean Max	تنگ‌سیاب
۰ ۱/۲ ۵/۰۹	۱۵۵ ۶۸۱/۳ ۱۲۵۹	۲۴۰ ۱۰۳۴ ۱۸۸۰	۷ ۷/۶ ۸/۴	۰/۷ ۳/۷ ۵/۳	۰/۱ ۰/۷ ۷/۱	۰/۱ ۶/۸ ۲۰	۱/۵ ۷/۷ ۱۶	۰/۲ ۲/۹ ۸/۸	۰/۱ ۰/۸ ۲/۱	۰/۰۱ ۰/۰۵ ۰/۴۴	۰/۰۷ ۰/۴ ۹/۰۵	Min Mean Max	ورگج
۰ ۱۲۷/۷ ۱۸۸۶	۱۹۲ ۴۷۱/۹ ۹۹۰	۳۰۱ ۷۲۲ ۱۵۰۰	۷ ۷/۵ ۹/۱	۱/۲ ۳/۳ ۶	۰/۲ ۱/۵ ۵	۰/۰۴ ۲/۲ ۸/۰۹	۱/۵ ۳/۶ ۹/۹	۰/۲ ۲/۵ ۶/۱	۰/۱ ۱/۰ ۴/۷	۰/۰۱ ۰/۱۱ ۰/۹	۰/۰۹ ۰/۶ ۲/۵	Min Mean Max	نظرآباد
۰ ۱/۷ ۱۶/۹	۲۰۵ ۲۶۱/۷ ۴۰۵	۲۲۰ ۳۹۸ ۶۳۰	۶/۷ ۸/۷ ۹	۰/۰۵ ۳/۴ ۴/۳	۰/۲ ۰/۳ ۳/۹	۰/۱ ۰/۳۷ ۳/۶	۰/۷ ۲/۹ ۴/۹	۰/۲ ۰/۹ ۳/۴	۰/۶ ۰/۲ ۱/۳	۰ ۰/۰۵ ۱/۲۸	۰/۰۱ ۰/۱۲ ۰/۹۸	Min Mean Max	سیکان
۰ ۱/۰۱ ۶/۹	۲۰۵ ۲۸۹/۱ ۴۴۵	۳۲۱ ۴۴۹ ۷۰۰	۷ ۸/۱ ۹/۳	۰/۲ ۳/۴ ۴/۱۵	۰/۱ ۰/۲ ۰/۵	۰/۰۱ ۰/۸۷ ۳/۴	۲ ۳/۷ ۵	۰/۱ ۰/۶ ۳/۲	۰/۶ ۰/۲ ۰/۷	۰ ۰/۰۱ ۰/۱۵	۰/۰۴ ۰/۱۳ ۰/۴۷	Min Mean Max	کلم
۱۶/۲ ۱۰/۱/۲ ۶۴۳	۱۹۵ ۳۸۹ ۷۸۷	۳۰۵ ۵۹۷ ۱۱۷۰	۷/۴ ۸ ۸/۴	۱/۲ ۲/۶ ۴/۶	۰/۴ ۱/۳ ۳/۷	۰/۶ ۲/۲ ۶/۵	۱/۱ ۲/۵ ۵	۰/۵ ۲/۱ ۴/۴	۰/۴ ۱/۵ ۵/۵	۰/۱ ۰/۱ ۰/۱	۰/۲۵ ۰/۹۷ ۲/۸۵	Min Mean Max	چم زاب
۰ ۶۴/۰۳ ۱۰۹۶	۲۰۵ ۴۲۱/۲ ۱۱۲۲	۳۳۰ ۶۴۶ ۱۷۰۰	۶/۵ ۷/۸ ۸/۷	۱/۵ ۳/۱ ۶/۳	۰/۲ ۱/۸ ۸	۱/۰ ۱۱/۳۲	۱/۳ ۲/۹ ۱۲	۰/۱ ۲/۰ ۵/۲	۰/۹ ۱/۳ ۳/۶	۰/۰۵ ۰/۱۴ ۱/۲	۰/۰۶ ۰/۸۸ ۲/۴	Min Mean Max	پل دختر
۰ ۵۶ ۱۰۰۰	۱۶۰ ۳۵۸/۸ ۱۳۲۰	۲۵۰ ۵۵۰/۵ ۲۰۰۰	۶/۸ ۷/۸ ۸/۶	۱/۲۵ ۳/۰۷ ۴/۸	۰/۳ ۱/۴ ۹/۲	۰ ۰/۸۵ ۸/۱	۱/۱ ۲/۵ ۸/۱	۰/۱ ۱/۶ ۶/۲	۰/۱ ۱/۲ ۳/۴	۰/۰۲ ۰/۱۳ ۰/۷۴	۰/۴۷ ۰/۷۸ ۲/۴۶	Min Mean Max	کشکان
۰ ۸/۰۳ ۱۰۰۰	۲۳۵ ۷۴۶/۶ ۱۷۸۲	۳۶۵ ۱۱۵۶ ۲۷۰۰	۶/۴ ۷/۶ ۸/۵	۰/۹ ۲/۳ ۷/۱	۰/۲ ۳/۳ ۱۵	۰/۱۳ ۵/۸۴ ۱۵/۷	۱/۲ ۶/۱ ۱۶	۰/۳ ۲/۸ ۷/۹	۰/۱ ۲/۴ ۹/۱	۰/۰۲ ۰/۱۴ ۰/۸	۰/۰۴ ۱/۲۰ ۴/۶۵	Min Mean Max	چولپول
۰ ۶/۴ ۱۰۰۰	۲۰۱ ۵۸۰/۴ ۱۸۴۸	۳۱۹ ۸۹۰/۲ ۲۸۰۰	۶/۴ ۷/۹ ۸/۸	۱/۱ ۳/۹ ۸/۷	۰/۵ ۱/۵ ۸/۶	۰/۰۲ ۳/۱۶ ۱۸/۴	۱/۱ ۳/۶ ۱۶	۰/۹ ۳/۴ ۹/۲	۰/۲ ۱/۷ ۸/۱	۰/۰۳ ۰/۱۴ ۰/۶۶	۰/۰۵ ۰/۹۵ ۳/۷	Min Mean Max	برآفتاب

نقاط دیگری با مختصات معلوم بدست می‌آید (Sanjari, 2011).

توابع پایه شعاعی دارای پایه ریاضیاتی قوی و بر مبنای فرضیه منظم سازی برای حل مسائل مشکل می‌باشند. شبیه شبکه عصبی است و از سه لایه، شامل لایه های ورودی، مخفی و خروجی تشکیل شده‌اند (Johnston et al., 2001). تخمینگر کریجینگ منطبق بر میانگین متحرک وزن دار است و به‌عنوان بهترین تخمینگر خطی نا اریب شناخته می‌شود که در آن متغیر باید دارای توزیع نرمال باشد (Sanjari, 2011). کوکریجینگ توسعه یافته روش کریجینگ می‌باشد که در آن متغیر ثانویه نیز لحاظ می‌شود. کریجینگ ساده به شکل ترکیب خطی وزن دار می‌باشد، اما میانگین بایستی ویژگی ایستایی مرتبه دوم را داشته باشد که در فرایند تخمین مورد استفاده قرار گیرد (Yazdani, 2005). برای ارزیابی این روش‌ها از معیار، ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) استفاده شد که نتایج آن در جدول (۲) ارائه گردیده است.

سپس برای ارزیابی تغییرات کیفیت آب منطقه مورد مطالعه پارامترهای هدایت الکتریکی (EC)، کلرید (Cl)، نسبت جذبی سدیم (SAR) و کل جامدات محلول (TDS) مورد استفاده قرار گرفت و برای تهیه نقشه پهنه‌بندی آنها از روش‌های درون‌یابی که شامل روش‌های قطعی و زمین آماری است استفاده شد. در این تحقیق از روش قطعی (IDW) و توابع پایه‌ای شعاعی (RBF) روش زمین آماری کریجینگ معمولی (Ok) و کوکریجینگ (Cokriging) با مدل‌های مختلف برای درون‌یابی استفاده شد. در روش‌های قطعی برای درون‌یابی از توابع ریاضی استفاده می‌کند و فرض می‌کند که اندازه گیری‌ها بدون خطا انجام گرفته‌اند. در روش عکس مجذور فاصله (IDW) برای تعیین ارزش هر سلول لایه رستری خروجی، از ارزش نقاط نمونه‌برداری شده مجاور استفاده می‌کند و هرچه نقاط به مرکز سلولی مجهول نزدیک‌تر باشد آن نقطه وزن بیشتری در محاسبه میانگین وزنی ارزش نقاط مجهول دارد. در روش زمین آماری مقدار یک کمیت در یک نقطه با مختصات معلوم را با استفاده از مقدار همان کمیت در (فرمول ۱)

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}$$

y_i = مقادیر مشاهداتی، \hat{y}_i = مقادیر پیش‌بینی شده، n = تعداد کل داده‌ها

۳- نتایج

نتایج نشان می‌دهد که از بین روش‌های مختلف درون‌یابی قطعی و زمین آماری، برای پهنه‌بندی پارامترهای کیفی روش کریجینگ و کوکریجینگ با مدل گوسی برای کلر، هدایت الکتریکی، کل نمک‌های محلول و نسبت جذبی سدیم مقادیر جذر میانگین مربعات خطا را کمتر نشان

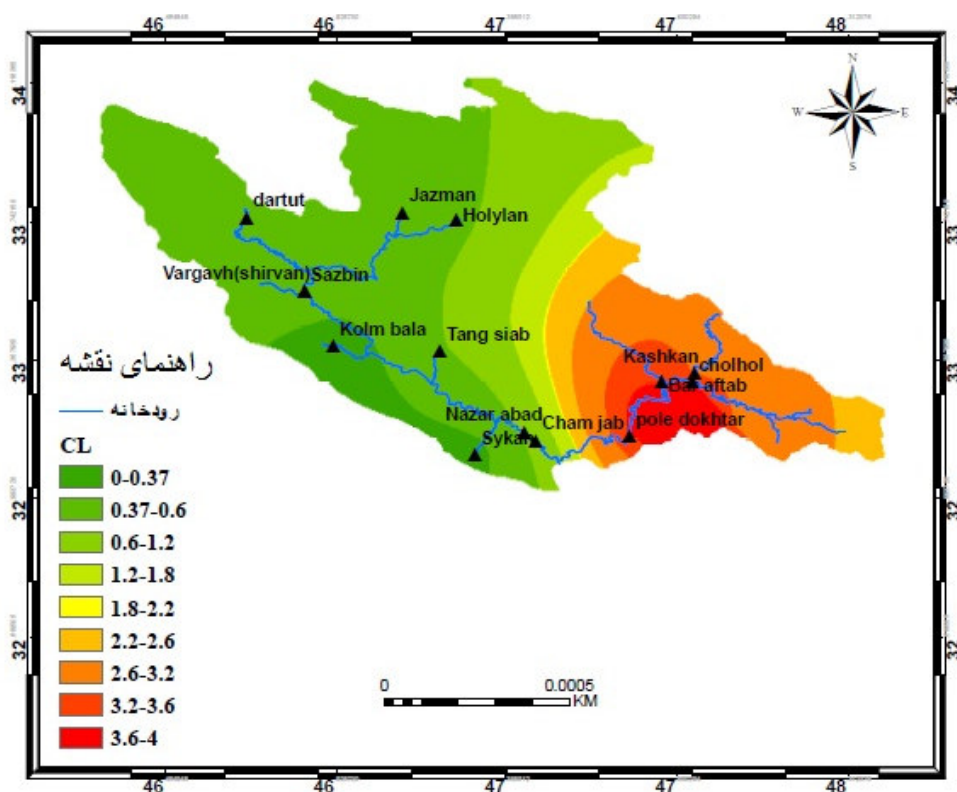
در نهایت جهت بررسی کیفیت آب رودخانه سیمره و رودخانه کشکان و سرشاخه‌های آن در زیر حوضه‌های دو استان ایلام و لرستان از نقشه زمین شناسی ۱:۵۰۰۰۰ و نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰ به بررسی سازندهای زمین شناسی موثر بر کیفیت آب پرداخته شد.

جدول (۲). نتایج ارزیابی روش های زمین آمار در برآورد پارامترهای کیفی منتخب

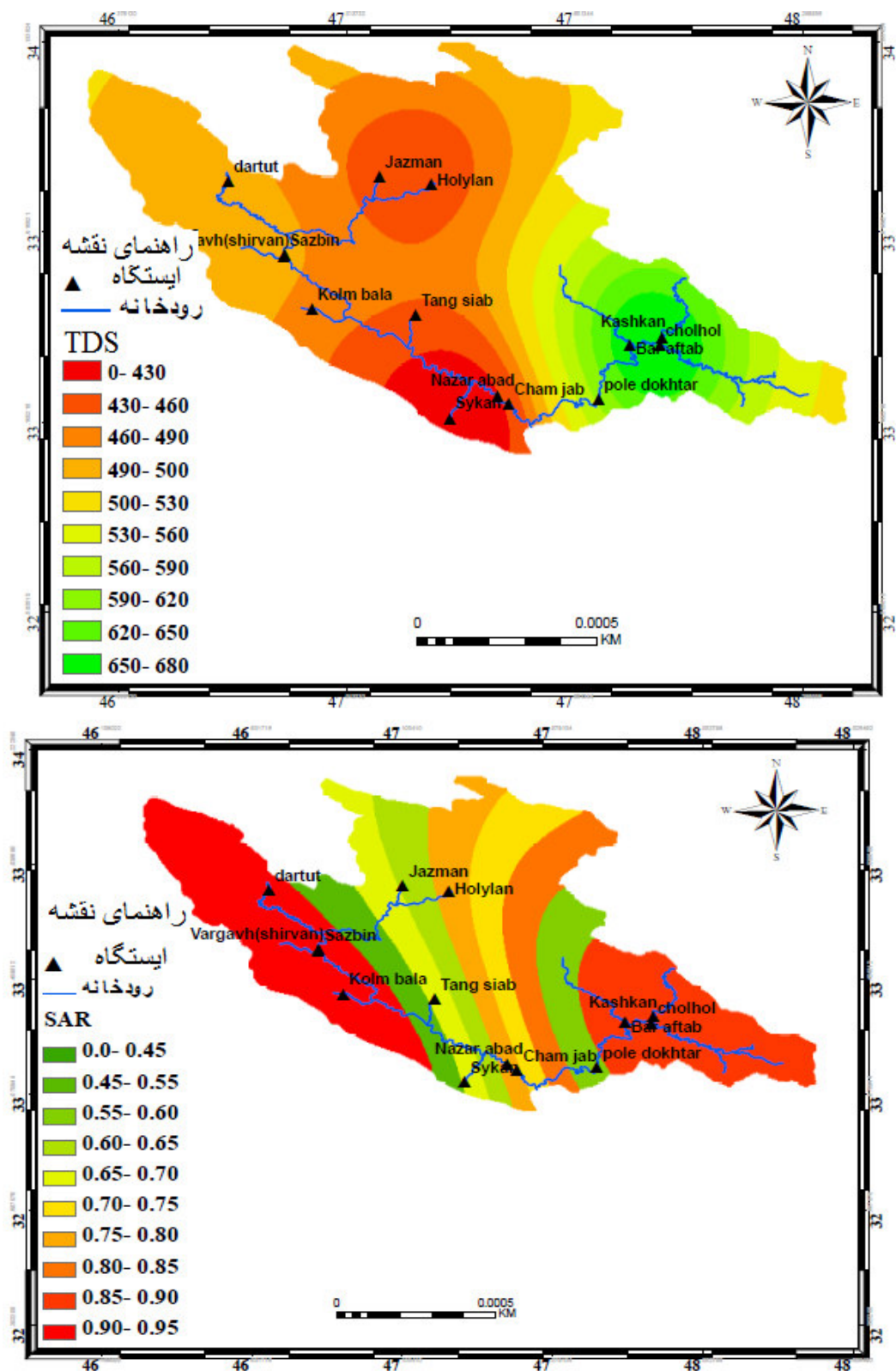
پارامتر	روش	مدل	RMSE
CI	کریجینگ	درجه دوم	۰/۹۷
		گوسی	۰/۹۵
	فاصله معکوس	توان ۲	۱/۰۷
		چند لگاریتمی	۱/۰۲
	توابع پایه شعاعی	چند ربعی معکوس	۰/۸۷
		نواری کم ضخامت	۱/۰۱
	کو کریجینگ	کروی	۰/۹۸
		گوسی	۰/۹۶
SAR	کریجینگ	درجه دوم	۰/۲۸
		کروی	۰/۲۷
	فاصله معکوس	گوسی	۰/۲۷
		توان ۲	۰/۲۹
	توابع پایه شعاعی	چند لگاریتمی	۰/۲۹
		چند ربعی معکوس	۰/۳۱
	کو کریجینگ	نواری کم ضخامت	۰/۲۹
		کروی	۰/۲۷
TDS	کریجینگ	درجه دوم	۲۴۴/۴
		کروی	۲۴۳/۲
	فاصله معکوس	گوسی	۲۴۲/۳
		توان ۲	۲۹۲/۶
	توابع پایه شعاعی	چند لگاریتمی	۲۸۴/۱
		چند ربعی معکوس	۲۴۴
	کو کریجینگ	نواری کم ضخامت	۲۵۸/۷
		کروی	۲۴۲/۹
EC	کریجینگ	گوسی	۲۴۰/۴
		درجه دوم	۳۶۲/۴
	فاصله معکوس	کروی	۳۶۱/۲
		گوسی	۳۵۸/۹
	توابع پایه شعاعی	توان ۲	۴۲۵/۱
		چند لگاریتمی	۳۸۲/۶
	کو کریجینگ	چند ربعی معکوس	۴۰۷/۱
		نواری کم ضخامت	۳۸۲/۷
کو کریجینگ	کروی	۳۵۹/۷	
	گوسی	۲۶۰/۸	

شکل (۲) پهنه‌بندی پارامترهای کلر، هدایت الکتریکی، کل نمک‌های محلول و نسبت جذب سدیم را نشان می‌دهد. به دلیل اینکه متغیرهای شیمیایی به هم وابسته هستند و در بیشتر محدوده مورد مطالعه روند مشابهی را نشان می‌دهند، بنابراین می‌توان گفت عامل تغییرپذیری آنها مشترک است.

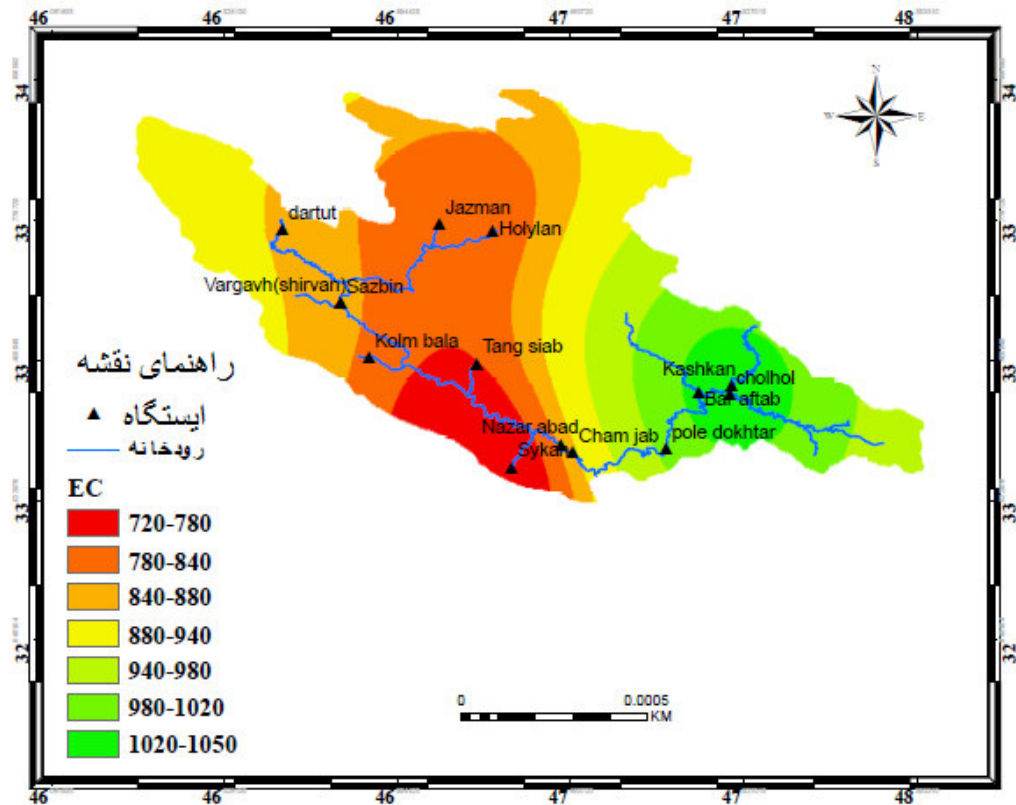
داده‌اند. و از بین روش‌های قطعی روش توابع پایه‌ای شعاعی نسبت به سایر روش‌های درونیابی برتری دارد که با نتایج Maghami و همکارانش (۲۰۱۰) همخوانی دارد. بعد از انتخاب بهترین روش، نقشه‌های پهنه‌بندی با استفاده از نرم افزار ArcGIS رسم شد که نتایج آن در شکل (۲) و جدول (۲) ارائه شده‌اند.



شکل (۲). پهنه‌بندی EC، CI و SAR TDS در سال آبی ۸۹-۱۳۸۸



ادامه شکل (۲). پهنه‌بندی EC, Cl و SAR در سال آبی ۸۹-۱۳۸۸



ادامه شکل (۲). پهنه بندی EC، SAR TDS، و Cl در سال آبی ۸۹-۱۳۸۸

هدایت الکتریکی می تواند ناشی از سنگ ها و خاک تشکیل دهنده حوزه، پساب زه کشی و رواناب های شهری باشد. البته افزایش یا کاهش در مقدار هدایت الکتریکی و غلظت یون ها بسته به تر سالی و خشکسالی های منطقه متغیر است و با افزایش آبدهی رودخانه کاهش می یابد. تغییرات فصلی نیز باعث تغییر کیفیت آب می شود و مقادیر بیشینه پارامترها مربوط به فصل خشک و مقادیر کمینه مربوط به فصل تر هستند (Nakhaei *et al.*, 2011). رابطه معنی دار بین دوره های کم آبی و پرآبی با پارامترهای کیفیت آب باعث می شود که با دوره های کم آبی سیر پارامترهای مورد مطالعه نزولی و در دوره های پرآبی صعودی باشد (et al., 2010). (Lashnizand

کل نمک های محلول (TDS): با توجه به رابطه مستقیم بین کل نمک های محلول و هدایت

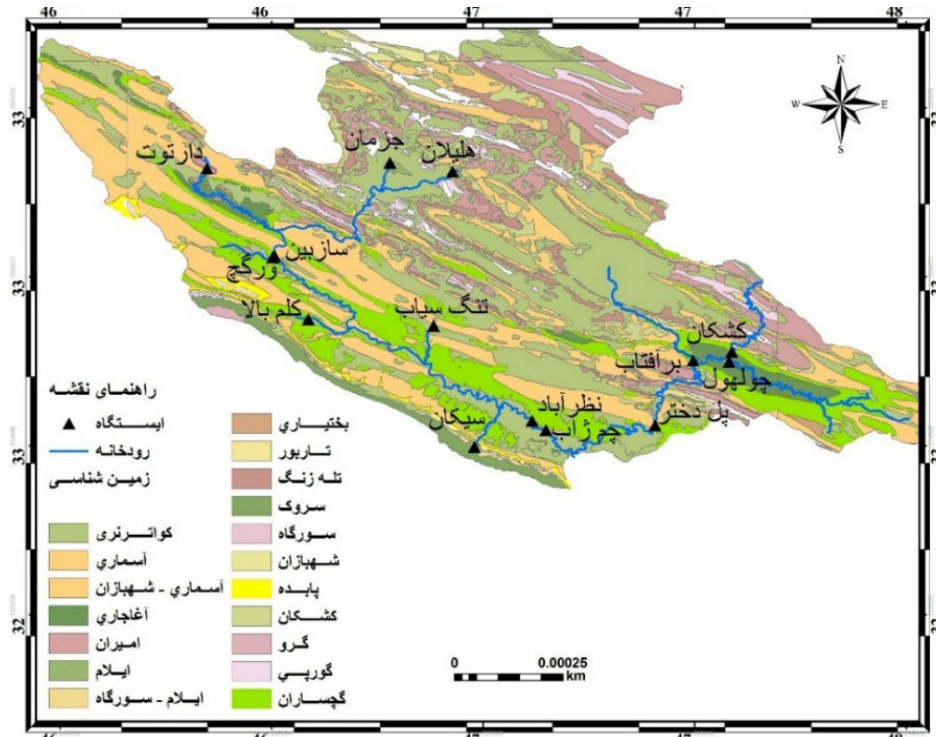
نوع و میزان خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آب تعیین کننده کیفیت است. این متغیرها معمولا تابع عواملی، نظیر جنس سازندهای زمین شناسی حوزه آبخیز رودخانه ها، ژئومورفولوژی حوزه، رژیم آبدهی رودخانه، پساب های ناشی از فعالیت های انسانی و حدود تبادل آب های سطحی و زیرزمینی در حوزه آبخیز آنها هستند (Hamill, 2006).

قابلیت هدایت الکتریکی (EC): هدایت الکتریکی معیاری برای سنجش قابلیت انتقال جریان الکتریکی توسط یک محلول است. با توجه به آبدهی خوب رودخانه سیمره میزان هدایت الکتریکی در بالادست رودخانه و در ایستگاه دارتوت، و رگج به ترتیب ۳۸۰ و ۲۴۰ تا حداکثر ۲۸۰۰ میکروموس بر سانتی متر در ایستگاه بر آفتاب تغییر کرده است. منشا تغییرات

- pH آب: میزان pH یا اسیدیته آب تحت تاثیر وجود یون‌های اسیدی و بازی در محلول است. در بیشتر ایستگاه‌ها، در قسمت‌های شمالی رودخانه سیمره، pH در محدوده خنثی و به سمت جنوب حوضه و در تمام طول مسیر رودخانه کشکان حوضه pH در محدوده قلیایی قرار دارد. قلیایی بودن نشان دهنده درصد بالای نمک‌های محلول در آب که ناشی از فرسایش و انحلال سازندها می‌باشد. میانگین pH در حوضه مورد مطالعه (۸/۹ - ۷) می‌باشد.
- بررسی زمین شناسی و هیدرو شیمی سازندهای منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد که سازندهای آن شامل آسماری، آسماری - شهبازان، پابده، گورپی، گرو، امیران، تله زنگ، کشکان، گچساران و آغاچاری است (Darvishzadeh, 1991). بخش غربی و ابتدایی رودخانه سیمره شامل سازندهای آسماری - شهبازان است. سازند سروک جزء گروه بنگستان بوده و در سرتاسر مرز غربی محدوده مورد مطالعه و در تاقدیس کبیرکوه قرار گرفته است. سازند ایلام - سورگه به صورت نوار باریکی با روند شمال غرب - جنوب شرق در بخش غربی حوضه آبخیز سیمره می‌باشد. سازندهای کربناته شامل آسماری و آسماری - شهبازان در نواحی شمالی و مرکزی و سازندهای ایلام و سروک از گروه گچساران در جنوب محدود مطالعاتی رخنمون دارند. سازند آسماری - شهبازان به عنوان سازند غالب است. در محدود رودخانه تنگ سیاب سازند آسماری - شهبازان به عنوان سازند کربناته غالب را تشکیل می‌دهد این سازند به صورت نوار باریک و طویل عمدتاً در شمال محدوده و به صورت پراکنده در نواحی جنوبی دیده می‌شود. سازند کشکان در امتداد رودخانه کشکان قرار دارد. سازند گچساران نخستین
- الکتریکی، میزان آن از ۱۵۵ در ایستگاه ورگچ تا ۱۸۸۰ در ایستگاه بر آفتاب تغییر می‌کند و بیشتر رودخانه‌ها در رده آب‌های شیرین (۱۰۰۰-۰) و بیشتر در قسمت‌های پایین حوزه در ایستگاه‌های پل دختر، چولهول، بر آفتاب و کشکان میزان کل نمک‌های محلول افزایش می‌یابد. با توجه به نقشه TDS در قسمت‌های شمالی رودخانه سیمره و در ایستگاه‌های مانند هیلان و دارتوت مقدار کل املاح محلول پایین و به سمت پایین حوزه و در رودخانه کشکان مقدار آن افزایش می‌یابد. حداکثر استاندارد مجاز کل نمک‌های محلول در آب آشامیدنی ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر است (Askari Marnani et al., 2001).
- کلر (Cl): میزان یون کلر بستگی به توسعه سازندهای تبخیری و گنبد‌های نمکی در حوزه دارد. از لحاظ وجود یون کلر و سدیم رودخانه سیمره دارای غلظت پایینی است و به سمت پایین حوزه و در رودخانه کشکان غلظت آن افزایش می‌یابد. میانگین کلر در همه ایستگاه‌ها بجز ایستگاه چولهول بر روی رودخانه چولهول کم است و برای شرب مناسب است. حداکثر استاندارد کلر برای شرب ۹/۸۵ میلی اکی والان بر لیتر است (Askari Marnani et al., 2001).
- نسبت جذب سدیم (SAR): محاسبه نسبت جذب سدیم مستلزم اندازه‌گیری غلظت‌های سدیم، کلسیم و منیزیم در آب است. از استانداردهای که برای آب کشاورزی به کار برده می‌شود، نسبت جذب سدیم است. افزایش میزان نسبت جذب سدیم موجب کاهش نفوذ پذیری خاک و از دست رفتن کیفیت آب قابل کشاورزی می‌شود. در شکل (۲) پهنه‌بندی نسبت جذب سدیم نشان دهنده افزایش میزان نسبت جذب سدیم از قسمت‌های شمالی حوزه به سمت پایین حوزه و در رودخانه کشکان می‌باشد.

شیمیایی در رودخانه کشکان و سرشاخه های آن ناشی از تاثیر سازندهای زمین شناسی منطقه به ویژه سازندهای تبخیری گچساران و آغاچاری بر آب رودخانه باشد که با نتایج Ghasem Zadeh و Azma Dahr (2011) همخوانی دارد.

عضو از گروه فارس و در بخش وسیعی از زاگرس، لرستان و تا خلیج فارس گسترش دارد شکل (۳) نشان دهنده سازندهای سخت آهک های کرتاسه، آسماری، شهبازان، ایلام، سروک و تله زنگ می باشد که نقش مهمی در منابع آب حوزه دارند. بطورکلی می توان گفت افزایش میزان پارامترهای فیزیکی و



شکل (۳). گسترش سازندهای زمین شناسی مختلف رخنمون یافته در محدوده مورد مطالعه

رودخانه سیمره از نظر مقدار کلر، هدایت الکتریکی، کل نمک های محلول و نسبت جذب سدیم مناسب بوده و در محدوده استانداردهای جهانی قرار دارند. رودخانه کشکان عمود بر امتداد سازندهای منطقه در جریان می باشد و گسترش سازندهای تبخیری، آواری و کربناته بسته به نوع تیپ فرسایش سازندی بر کیفیت آب رودخانه دارای اهمیت بسزایی است. گسترش سازندهای گچساران، آغاچاری و سازندهای کربناته که سازندهای غالب در مسیر رودخانه هستند با توجه به میزان حساسیت به فرسایش، باعث روند تغییرات شدیدی در میزان پارامترهای کلر، هدایت

۴- بحث و نتیجه گیری

نتایج نشان داد که از بین روش های درون یابی روش کریجینگ و کوکریجینگ با مدل گوسی مقادیر جذر میانگین مربعات خطا را کمتر نشان داده اند و دارای نتایج مشابهی می باشند. از بین روش های قطعی روش توابع پایه ای شعاعی با داشتن خطای جذر میانگین مربعات پایین تر نسبت به سایر روش های درون یابی برتری دارد. بررسی نتایج تجزیه پارامترهای فیزیکی و شیمیایی رودخانه سیمره و کشکان و سرشاخه های آن نشان داد که بیشتر آب

دلیل استقرار کانون‌های جمعیتی در حوضه و اطراف رودخانه و فعالیت‌های گسترده زراعی و صنعتی وجود خواهد داشت. بطور کلی کیفیت آب رودخانه سیمره متاثر از سازندهای زمین شناسی در محدوده عبور این رودخانه است و افزایش میزان پارامترهای فیزیکی و شیمیایی در رودخانه کشکان باعث کاهش کیفیت آب این رودخانه برای مصارف مختلف نسبت به رودخانه سیمره شده است.

الکتریکی، کل نمک‌های محلول و نسبت جذب سدیم ، کلسیم، منیزیم، کربنات، بی‌کربنات و سولفات در آب رودخانه پس از عبور از سازند گچساران می‌گردد. ارزیابی کیفی رودخانه سیمره و کشکان نشان می‌دهد که سازندهای زمین شناسی نقش مهمی در کنترل کیفیت آب‌های سطحی دارند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که علیرغم آبدهی خوب و فراوان رودخانه سیمره، احتمال آلودگی و مغذی شدن مخزن سد سیمره، به

REFERENCES

Agha Nabati, A., 2006. Iran Geology. Geological Survey and Mineral Exploration Publications Press.568 p. (In Persian).

Akhoundi, L., Nazari, A., Nakhaei., 2010. Zoning quality Ghamrod River using Geographic information system. Iranian Water Conference, Clean Water, Power & Water University of Technology, Tehran. pp. 1-9. (In Persian).

Askari, M., Mosaedi, A., Dehghani, A., Meftah Halghi, M., 2009. Application of Geostatistics and GIS analysis, in study of Groundwater quality spatial variability, Case Study: Qazvin Aquifer, Iran. International Conference on Water Resources (ICWR 2009), Langkawi, Malaysia. pp. 1-6. (In Persian).

Askari Marnani, S., Chitsazan, M., Mirzayi, Y., 2001. Investigation of water quality in firoozabad sub-chachment in view of domestic and agricultural usage using GIS. The 8th International congress on river engineering, Shahid Chamran University, Ahwaz. pp. 1-8. (In Persian).

Bartram, J., Balance, R., 1996. Water quality monitoring- A practical guide to the design and implementation of freshwater quality studies monitoring programmes, Published on behalf of united nations environment programme and the world health organization (UNEP/WHO).380 p.

Cheng, k., Lei, T.Ch., Yah, H.Ch., 1998. Reservoir water quality monitoring using landsat TM images

and indicator kriging. Agricultural Engineering Department, National Taiwan University. pp. 41-47.

Darvishzadeh, A., 1991. Geology of iran. Amir Kabir Press, 908p. (In Persian).

Ghasem Zadeh, H., Dahr Azma, B., 2011. Quality assessment of Kashkan river (downstream of Madianrood junction) to improve the water quality management of the region. The 4th Conferences Iran Water Resource management, Amir Kabir University, Tehran. PP 37-47. (In Persian).

Ghasem Zadeh, H., Dahr Azma, B., Haghi Abi, A., Yeganeh, B., 2011. Effect of exposed formations of Soltan and Sarkan anticlines on the water quality of Kashkan River. The 7th Iranian conference of engineering geology and the Environmen, Shahrood University of Technology, Semnan. pp. 10- 18. (In Persian).

Fernandez, A.C., Fernandez, A.M., Dominguez, C.T., Santos, B.L., 2006. Hydrochemistry of northwest Spain ponds and relationships to groundwaters. The Ecology of the Iberian Inland Water 25, 433-452.

Frid Gigloo, B., Najafinejad, A., Moghani Bilehsavari, V., Ghiyasi, A., 2013. Evaluation of water quality variation of Zarringol River, Golestan province. Water and Soil Conservation 20, 77-95. (In Persian).

- Hamill, K., 2006. Snapshot of lake water quality in New Zealand. Ministry for the Environment, Hamilton. pp. 16-25.
- Javadizadeh, Gh., Dehghani, M., 2008. Water quality Assessment Rivers in Hormozgan Province. 2th Global water Conference, Islamic azad university of Behbahan. pp. 592- 597. (In Persian).
- Johnston, K., Ver Hoef, J. M., Krivoruchko, K. Lucas, N., 2001. Using ArcGIS geostatistical analyst. Environmental systems research institute. pp. 35-46.
- Kibena, J., Nhapi, I., Gumindoga, W., 2014. Assessing the relationship between water quality parameters and changes in landuse patterns in the Upper Manyame River, Zimbabwe. J. Physics and Chemistry of the Earth, 67, 153-163.
- Lashnizand, M., Parvaneh, B. Bazgir, M., 2010. The effects of dry and wet duration on surface water quality kashkan catchment. Physical Geography Research Quarterly 8, 111- 125. (In Persian).
- Maghami, Y., Ghazavi, R., Vali, A.Sgarghi, S., 2011. Evaluation of spatial interpolation methods for water quality zoning using GIS Case study, Abadeh Township. Geography and Environmental Planning, 42, 171- 182. (In Persian).
- Mahdavi, M., 2005. Applied Hydrology. University of Tehran Press, 364 p. (In Persian).
- Moghadam, A.R., Ghallehban Tekmedash, M. Esmaili, K., 2012. Investigation of temporal and spatial trend of water quality parameters in view of weather fluctuations using GIS; Mashhad plain. Water and Soil Conservation, 20. 211-225. (In Persian).
- Mohd, I., Mansor, M. A., Awaluddin, M. R. A., Nasir, M.F.M., Samsudin, M. S., Juahir, H., Ramli, N., 2011. Pattern Recognition of Kedah River Water Quality Data by Implementation of Principal Component Analysis. World Applied Sciences 14, 66-72.
- Nakhaei, M., Mosaei, F., Ramazani, A. Amiri, V., 2011. Qualitative evaluation of the Karun River and its tributaries in chaharmahal va bakhtiari. Iran Geology 20, 59-72. (In Persian).
- Samadi, M., Saghi, M., Rahmani, A. Torabzadeh, H., 2009. Mural beig river valley of Hamedan water quality zoning using geographic information system (GIS). Health and Medicine, Hamadan University, 16, 38-43. (In Persian).
- Sanjari, S., 2011. ARCGIS10. Abed Publication, 408 p. (In Persian).
- Shaich Setani, N., 2001. Explanation Surface water quality criteria and its application in assessing zoning of water quality river. University of Science and Technology Press, 318 p. (In Persian).
- Taghizadeh Mehrjerdi, R., Zareian, M., Mahmodi, Sh., Heidari, A., 2008. Spatial distribution of groundwater quality with geostatistics (Case study: Yazd- Ardakan plain). World Applied Science 4, 9-11. (In Persian).
- Yazdani, M., Chavoshi, S., Khodaghali, M., Saghfian, B., 2005. Investigation of meteorological drought in Esfahan. Water and Watershed 16, 41-51. (In Persian).
- Zhenyao, Sh., Lei, Ch., Qian, L., Ruimin, L., Qian, H., 2012. Impact of spatial rainfall variability on hydrology and nonpoint source pollution modeling. Journal of Hydrology 427-437, 205-215.

The Effective Factors on Water Quality of Seimareh and Kashkan Rivers in Ilam and Lorestan Provinces

Zahra Noori^{1*}, Arash Malekian²

1. Faculty of Natural Resources, University of Tehran

2. Associated professor, University of Tehran

Received: 9-Nov.-2014

Accepted: 23-Feb.-2015

Abstract

The quality of surface water within a region is mainly influenced by natural processes such as precipitation, soil erosion and weathering, geology, vegetation and anthropogenic activities. The most important factor is geological formation in watershed and water flow path. In this study, the spatial variations of physical and chemical parameters of surface water including EC, SAR, Cl and TDS and factors influence on water quality were investigated in the Seimareh and Kashkan rivers in Ilam and Lorestan provinces. For this purpose the water quality data sets collected from the 14 hydrometric stations along the rivers during the 1-year (2009-2011) and analyzed. So the accuracy of the geostatistical interpolation methods such as kriging (OK), cokriging, and deterministic methods like inverse distance weighting (IDW) and radial basis function (RBF) in mapping of the studied parameters were evaluated. The result showed that based on the RMSE criteria, for all studied parameters, kriging and cokriging methods were showed lower RMSE while between deterministic methods, RBF is better than other interpolation techniques. The investigated variatins of physical and chemical parameters of surface water quality revealed the causes of increasing amount of physical and chemical parameters in Kashkan River and its tributaries were related to impact of geological formations in the region especially Gachsaran and Aghajary.

Keywords: Interpolation, Physical and chemical parameters, Seimareh and Kashkan rivers, Water quality.

* Corresponding author, Email: Zahra.Noori@ut.ac.ir

Phone: +98-263223044