

ارزیابی روش‌های مختلف درون‌یابی به منظور پهنه‌بندی کیفیت آب با استفاده از GIS (مطالعه موردی: شهرستان آباده)

یاسر مقصامی: دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور، دانشگاه تهران، تهران، ایران

رضا قضاوی: استادیار آبخیزداری، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران*

عباسعلی ولی: استادیار ژئومورفولوژی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران

سیامک شرفی: دانشجوی کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی، تهران، تهران، ایران

چکیده

تعیین کیفیت آب در مدیریت منابع آب از اهمیت خاصی برخوردار بوده و پایش و پهنه‌بندی آن به عنوان یک اصل مهم در برنامه‌ریزی‌ها باید مد نظر قرار گیرد. منظور از انجام این تحقیق، تعیین مناسبترین روش میان‌یابی جهت تعیین کیفیت آب با استفاده از نمودار شولر می‌باشد. برای انجام این مطالعه از چاه‌های مشاهده‌ای (۲۷ حلقه چاه) در منطقه‌ای آبرفتی و همگن با آبخوان آزاد در محدوده‌ی شهرستان آباده استفاده شد. جهت تعیین کیفیت آب از نمودار شولر که معمول‌ترین روش برای طبقه‌بندی کیفیت آب شرب در مطالعات هیدرولوژی است، بهره‌گرفته شد. برای پهنه‌بندی کیفیت آب محدوده‌ی مورد مطالعه از روش‌های گوناگون میان‌یابی کریجینگ (با سمی واریوگرام‌های خطی، دایره‌ای، کره‌ای، گوسین و نمایی)، IDW و Spline و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) استفاده و نتایج هر کدام با یکدیگر مقایسه شد. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که از بین روش‌های ذکر شده، روش کریجینگ با سمی واریوگرام‌های نمایی و دایره‌ای برای میان‌یابی و در نهایت پهنه‌بندی کیفیت آب شرب مناسب‌ترین روش‌ها هستند.

واژه‌های کلیدی: کیفیت آب شرب، نمودار شولر، میان‌یابی، پهنه‌بندی، GIS

مقدمه

این بین می‌توان به کیفیت بالاتر و آلودگی کمتر آنها اشاره کرد در ضمن این که در مناطق خشک و بیابانی که آب‌های سطحی به میزان خیلی کم دیده می‌شوند، آب‌های زیرزمینی به عنوان مهمترین منبع تأمین آب، قابل دسترس هستند (تقی زاده مهرجردی، ۱۳۸۷). در مناطق خشک و بیابانی به علت اینکه بارندگی کم بوده و تبخیر و تعرق بالا است، منابع آب سطحی منابع قابل اعتمادی برای تأمین آب نبوده و در نتیجه در این مناطق بیشتر بر روی منابع آب‌های زیرزمینی تکیه می‌شود (ایزدی و همکاران، ۱۳۸۶). بخشی از کیفیت آب

آب‌های زیرزمینی از منابع ارزشمند تهیه آب شرب، کشاورزی و صنعت در تمام مناطق به ویژه در مناطق خشک و بیابانی هستند. با توجه به تغییرات کیفی آب‌های زیرزمینی که می‌تواند در اثر فعالیتهای انسان و توسعه فعالیتهای صنعتی صورت گیرد بررسی و مطالعه این منابع به منظور حفظ و اصلاح کیفیت آنها ضروری است (پورمقدس، ۱۳۸۱؛ حقیقی فرد و همکاران، ۱۳۸۴). آب‌های زیرزمینی در مقایسه با آب‌های سطحی دارای مزیت‌های مختلفی است که در

جغرافیایی دارد. در این بین سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) با ظرفیت ذخیره، سازمان دهی، آنالیز، بازیابی، نمایش و تهیه خروجی های مناسب، به عنوان ابزار مناسبی است که می تواند محققین را در دستیابی به روش مناسب میان یابی و فهم شرایط هیدرولیکی و محیطی کمک نماید (ان.جی و همکاران^۶، ۲۰۰۵؛ علوی پناه و همکاران، ۱۳۸۴؛ صمدی و همکاران، ۱۳۸۴).

منطقه مورد مطالعه که در حاشیه یکی از کویر های داخلی ایران بوده و فاقد آب سطحی دائمی است، تقریباً تمامی منابع آبی مورد نیاز (کشاورزی، آشامیدنی و صنعتی) را از آب های زیر زمینی تأمین می کند، بنابراین تعیین کیفیت آب زیرزمینی این منطقه بسیار مهم بوده و نیاز به کنترل و بررسی بیشتری دارد (وزارت نیرو، ۱۳۸۴). منظور از انجام این تحقیق تعیین کیفیت آب شرب چاه های منطقه با استفاده از روش شولر و اعمال روش های مختلف میان یابی، به منظور تعیین بهترین روش برای پهنه بندی کیفیت آب شرب منطقه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی است.

منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه در شهرستان آبادیه (واقع در شمال استان فارس) بین طول های جغرافیایی $30^{\circ}53'$ و $31^{\circ}13'$ و عرض های جغرافیایی $52^{\circ}31'$ و $53^{\circ}1'$ واقع شده است (شکل ۱). مساحت محدوده مورد مطالعه در حدود ۶۳۳ کیلومتر مربع می باشد. میزان بارندگی سالانه منطقه برابر ۱۲۵ میلی متر در سال، رطوبت نسبی ۳۶/۵ درصد و متوسط دمای منطقه ۱۶/۸ درجه سانتی گراد و ارتفاع متوسط منطقه از سطح تراز دریا برابر ۲۰۰۰ متر می باشد. منطقه مطابق طبقه بندی اقلیمی کوپن دارای اقلیم خشک است. بر

های زیرزمینی مربوط به بارش است ولی مهمترین نقش را نوع تشکیلات زمین، طول مسیر طی شده و مدت زمان این جابجایی ایفا می کند. کیفیت آب ها با توجه به طول مسیر طی شده و فراوانی مواد انحلالی در مسیر می تواند تفاوت زیادی در نقاط مختلف پیدا کند (مهدوی، ۱۳۷۸). این پدیده باعث می شود که در بسیاری از مناطق خشک و بیابانی، علاوه بر کم آبی، کیفیت نامناسب آب های موجود نیز مشکل ساز باشد (مهدوی، ۱۳۷۸). بنابراین، اندازه گیری و تعیین کیفیت آب چه از لحاظ کشاورزی، چه از لحاظ آشامیدنی و یا صنعتی بسیار مهم به نظر می رسد.

روش شولر معمول ترین روش تعیین کیفیت آب شرب است (پورکرمانی و همکاران، ۱۳۸۷). اولین قدم در تعیین کیفیت آب با استفاده از این روش انتخاب یک مدل مناسب جهت میان یابی و پهنه بندی داده ها است. پژوهش های زیادی در ارتباط با تحلیل های فضایی، روش های میان یابی و پهنه بندی توسط محققان انجام شده است که از آن جمله می توان به تحقیقات لاستت و همکاران^۱ (۱۹۸۷)، کرسیس^۲ (۱۹۹۱)، وبر و انگلند^۳ (۱۹۹۲)، هاجینسون^۴ (۱۹۹۱) اشاره نمود. نتایج این پژوهش ها نشان دهنده دقت بالای روش های کریجینگ برای میان یابی است.

گالیشاند و همکاران^۵ (۱۹۹۲) در تحقیقی روش های مختلفی را برای میان یابی شوری و قلیائیت خاک بررسی کرده و نشان دادند که روش کریجینگ روشی مناسب برای میان یابی است.

تعیین یک روش مناسب جهت میان یابی و پهنه بندی داده ها نیاز به حجم زیادی از داده های کیفی و

^۱Lastet et al(1987)

^۲Cressies(1991)

^۳Weber and Englund(1992)

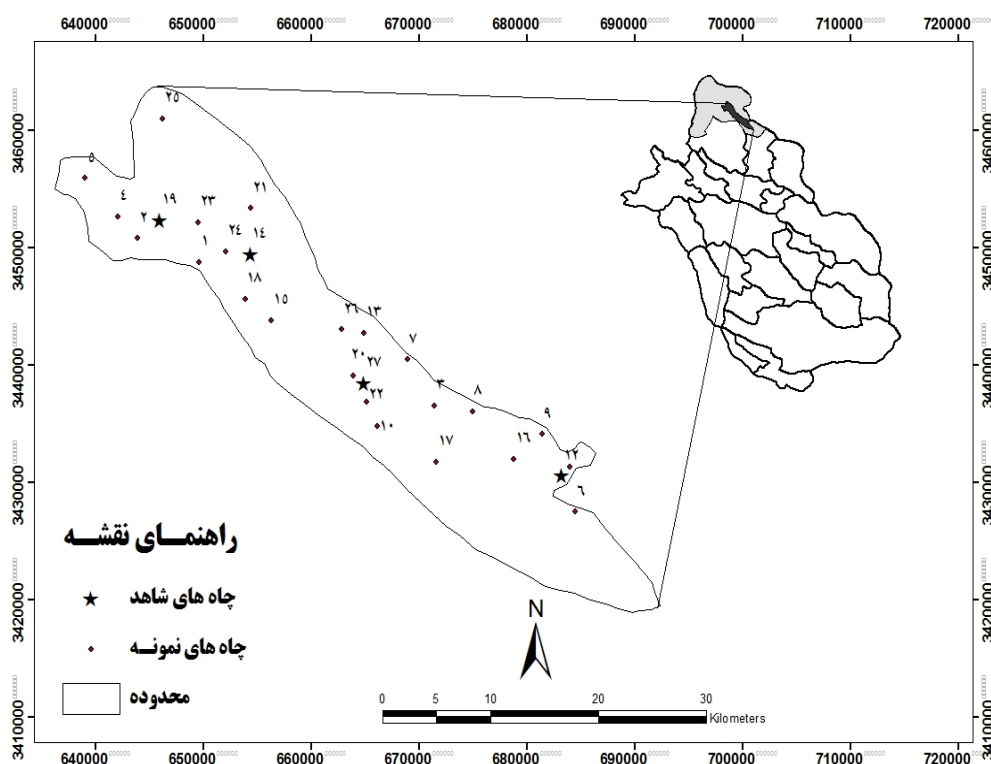
^۴Huchinson(1993)

^۵Gallichand et al (1992)

^۶Ng et al(2005)

های شمالی محدوده مورد مطالعه ضخامت متوسطی از سنگ جوش آهکی با شکستگی‌های فراوان در زیر آبرفت سطحی قرار داشته و مجموعاً به ضخامت حدود ۵۰ متر، آبرفت منطقه را تشکیل می‌دهد. آبرفت ناحیه به سمت جنوب دانه ریز شده و بر ضخامت آن افزوده می‌گردد. گسل‌هایی نیز در اطراف منطقه وجود دارد که در تغذیه و تسریع حرکت آب در دشت مؤثرند.

اساس مطالعات انجام شده به وسیله وزارت نیرو (۱۳۸۴)، سفره آب زیرزمینی دشت مورد مطالعه به صورت آبخوان آزاد است ولی به دلیل شکستگی‌ها و تغییرات عمق سنگ کف، کمتر به صورت آبخوان همگن و یکنواخت دیده می‌شود. آبرفت‌های موجود در منطقه اغلب دانه درشت بوده و نقش مهمی در جذب نزولات جوی و رواناب منطقه دارند. نوع و دانه‌بندی این رسوبات در بخش‌های مختلف متفاوت بوده و بستگی به موقعیت سنگ کف دارد. در قسمت



شکل ۱- محدوده مورد مطالعه

با فاصله‌ی دور در خارج از حوضه دانسته‌اند (وزارت نیرو، ۱۳۸۴) و با پهنه‌بندی کیفیت آب منطقه بهتر میتوان در مورد آن اظهار نظر کرد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق برای پهنه‌بندی کیفیت آب منطقه از نتایج نمونه برداری شیمیایی ۲۷ حلقه چاه که در

در حوضه مورد مطالعه منابع شور کننده و آلوده کننده آب مانند گنبد‌های نمکی وجود ندارد، با این وجود در مواردی تغییرات فاحشی در کیفیت آب چاه‌های مشاهده‌ای دیده شده است که از آن جمله می‌توان به افزایش ناگهانی مقدار هدایت الکتریکی (EC) آب در یکی از چاه‌های جنوب شهر آباده اشاره کرد که دلیل آنرا احتمال ارتباط آن از طریق معابر زیرزمینی

۱۳۸۶، توسط سازمان آب منطقه ای فارس انجام شده بود (جدول ۱) استفاده گردید.

۲- معرفی روشهای تجزیه و تحلیل و درون یابی مورد استفاده برای پهنه بندی کیفیت آب ۲-۱- مدل کریجینگ

در زمین آمار می توان با داشتن مقادیر یک کمیت در مختصات معلوم، مقدار آن کمیت را در نقطه دیگری با مختصات معلوم برآورد نمود، به شرط آن که مختصات مقدار نامعلوم در دامنه ای که ساختار فضایی حاکم است قرار گیرد (حسنی پاک، ۱۳۷۷؛ عسا کره، ۱۳۸۷). برآورد مقادیر متغیر با توزیع و ساختار فضایی و ارزیابی خطای همراه با این برآورد کریجینگ نامیده می شود (داویس^۲، ۱۹۷۳). کریجینگ یک تخمین گر زمین آماری است که ماترون^۳ ماترون^۴ به افتخار دی جی کریج^۵ - (مبدع این روش) روش) این نام را بر آن نهاد. این تخمین گر که به نام BLUE^۶ نیز خوانده می شود، دارای ویژگی هایی است که عبارتند از:

- مقادیر برآوردی برای نقاط نامعلوم ترکیبی خطی از مقادیر نمونه های مجاور آنها است، بنابراین:

$$\hat{\mu}_k = \sum_{i=1}^n \lambda_i x_i \quad (1)$$

که در آن $\hat{\mu}_k$ تخمین کریجینگ و λ_i بردار اوزان اختصاص داده شده به نمونه ها است. به عبارت دیگر یک مقدار کریج شده یا برآورد شده با نسبت دادن وزن های λ_i به مقادیر معلوم اندازه گیری شده در نقاط مجاور به دست می آید.

- نااریب است، یعنی امید ریاضی آن برابر میانگین واقعی (μ^w) نمونه ها است.

$$E(\hat{\mu}_k - \mu^w) = 0 \quad (2)$$

اردیبهشت ماه ۱۳۸۶ نمونه برداری شده اند استفاده شد و با استفاده از نمودار شولر^۱ کیفیت آب منطقه با روشهای مختلف میان یابی تعیین گردید. میان یابی در محیط نرم افزار Arc GIS انجام گرفت و روش های میان یابی IDW، Kriging و Spline استفاده شد. به منظور تعیین کیفیت آب با استفاده از نمودار شولر، ابتدا معیارهای کیفی تعیین شد و پس از بررسی روشهای تجزیه و تحلیل و درون یابی مورد استفاده برای پهنه بندی کیفیت آب، نسبت به پهنه بندی اقدام شد.

۱- معیارهای کیفی جهت تعیین وضعیت کیفیت منابع آب بر اساس دیاگرام شولر^۲

مهمترین معیار های کیفی برای طبقه بندی آب از لحاظ شرب با استفاده از دیاگرام شولر^۱ عبارت است از میزان املاح محلول اصلی آب شامل آنیون ها و کاتیون ها، مجموع باقیمانده خشک و سختی کل منابع آب. میزان کل جامدات محلول (TDS) پارامتر بسیار موثری در ایجاد طعم آب آشامیدنی است. آبی که دارای TDS کمتر از ۵۰۰ میلی گرم در لیتر است، از نظر استاندارد شرب، آب بسیار خوب محسوب می شود. TDS بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ مطلوب و در گستره ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ برای شرب مجاز است ولی آب با TDS بیشتر از ۱۵۰۰ قابلیت شرب را ندارد (دیندارلو و همکاران، ۱۳۸۵).

نمودار شولر یک روش گرافیکی جهت طبقه بندی کیفیت آب شرب است و در این نمودار آب های مورد بررسی به ۶ گروه شامل خوب، قابل قبول، متوسط، نامناسب، به طور کامل نامطبوع و غیر قابل شرب تقسیم می شود (پورکرمانی و همکاران، ۱۳۸۷). برای تعیین کیفیت آب منطقه مورد مطالعه، از نتایج نمونه برداری از چاه های شاهد که در اردیبهشت

^۲ Davis

^۳ Matheron

^۴ D.G.Krig

^۵ Best Linear Unbiased Estimator

^۱ Shouller

^۲ Shouller

محدوده مورد مطالعه، ابتدا چهار نقطه تصادفی با پراکندگی مناسب به عنوان نقاط آزمون انتخاب و حذف شد. سپس با روش‌های درون‌یابی بر اساس رتبه عین شده ی کیفیت آب شرب با نمودار شولر، میان‌یابی انجام گرفته و نتایج به دست آمده با کلاس بندی مجدد در ۴ کلاس طبقه بندی شد.

برای تعیین میزان صحت نتایج و مقایسه روش‌ها از آزمون^۱ RMSE (انحراف خطا) و MDE^۲ (انحراف نتایج) با روابط زیر استفاده شده است:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Esi - Eot)^2}{n}} \quad (۴)$$

$$MDE = \frac{\sum_{i=1}^n (Esi - Eoi)}{n} \quad (۵)$$

که در آن Esi مقدار برآورد شده نقاط آزمون با روش‌های میان‌یابی و Eoi مقادیر واقعی آن نقاط است. پارامتر ارزیابی MDE نشان می‌دهد که آیا مدل مقدار متغیر مورد نظر را کم یا زیاد برآورد می‌کند و دوم مقدار کمی آن چقدر است. زمانی که MDE برابر صفر است، مدل فضای مطالعه شده را خوب برآورد کرده و هیچ گونه انحرافی وجود ندارد. (انصاری و داوری، ۱۳۸۶). مقدار صفر شاخص RMSE نیز نشان دهنده عدم وجود خطا در برآورد مدل است. نتایج حاصل از تحلیل روش‌های مختلف میان‌یابی با استفاده از شاخص‌های میزان خطا (RMSE) و انحراف نتایج (MDE) در جدول (۳) نشان داده شده است. بر این اساس مقدار شاخص MDE بین ۰/۰۵۲ و ۴/۱۲ و شاخص RMSE نیز بین ۰/۶۴ و ۴/۳۱ متغیر است. برای تعیین بهترین روش، در ابتدا انحراف نتایج (MDE) روش‌ها با یکدیگر مقایسه شده و کمترین مقادیر انتخاب گردید. سپس با مقایسه ی میزان خطای

– میانگین مربع خطا دارای کمترین مقدار ممکن است، یعنی:

$$E[(\hat{\mu}_k - \mu_w)^2] = a \min \quad (۳)$$

در این روش پس از اندازه‌گیری مقدار متغیر برای نمونه‌های متعدد همراه با در نظر گرفتن موقعیت آنها، مقدار متغیر در نقاط نمونه‌برداری نشده نیز با توجه به موقعیت آنها و فاصله‌ای که با نقاط معلوم دارند برآورد می‌گردد.

۲-۲- مدل IDW

مدل IDW یکی از معمول‌ترین روش‌های میان‌یابی نقاط پراکنده در فضا است که اساس آن بر مبنای این فرضیه است که در یک سطح میان‌یابی، اثر یک پارامتر بر نقاط اطرافش یکسان نیست و هر چه فاصله از مبدأ افزایش یابد، اثر کمتر خواهد شد (انصاری و داوری، ۱۳۸۶).

۲-۳- مدل Spline

مدل Spline نیز یک سطح با حداقل انحنای روی نقاط استفاده شده برای میان‌یابی برازش می‌دهد به عبارتی یک تابع ریاضی را طوری بر سطح برازش می‌کند که از نقاط کنترل بگذرد (انصاری و داوری، ۱۳۸۶).

نتایج

در این تحقیق جهت تعیین و بررسی کیفیت آب زیرزمینی برای شرب با استفاده از نمودار شولر و به کارگیری تکنیک‌ها و روش‌های میان‌یابی مانند کریجینگ (با سمی واریوگرام‌های خطی، دایره‌ای، کره‌ای، گوسین و نمایی)، IDW و Spline، ابتدا کیفیت آب چاه‌های محدوده مورد مطالعه (نمونه برداری اردیبهشت ۱۳۸۶) با استفاده از نمودار شولر مشخص شد (جدول ۱). بر این اساس آب چاه‌های مورد مطالعه از نظر کیفیت آب برای شرب در چهار گروه خوب (۱)، قابل قبول (۲)، نامناسب (۳) و موقتاً قابل شرب قرار گرفت (جدول ۱ و جدول ۲). پس از تعیین کیفیت آب چاه‌ها، برای انجام پهنه بندی در

^۱ Root Mean Square Errors

^۲ Mean Deviation Errors

(RMSE) این روش‌ها، بهترین روش با کمترین میزان خطا انتخاب شد.

جدول ۱- نتایج نمونه برداری از چاه‌های شاهد در اردیبهشت ۱۳۸۶ (وزارت نیرو، ۱۳۸۷) و تعیین کیفیت آب

این چاه‌ها با استفاده از نمودار شولر

ردیف	نام چاه	TH mg/lit	Na ⁺ me/lit	K ⁺ me/lit	Mg ⁺⁺ me/lit	Ca ⁺⁺ me/lit	SO ₄ ⁺⁺ me/lit	Cl ⁻ me/lit	HCO ₃ ⁻ me/lit	pH	TDS mg/lit	کلاس کیفیت	رتبه
۱	آباد	۲۲۵	۵/۵۶	۰/۰۷	۰/۵	۴	۳/۳	۳	۴	۷/۹۴	۷۷۳	خوب	۱
۲	اکبرآباد	۳۲۵	۲/۶۷	۰/۰۶	۲	۴/۵	۴/۶۵	۱/۴۵	۳	۷/۹۱	۶۳۵	خوب	۱
۳	امیرآباد	۱۰۰۰	۱۵/۶	۰/۰۲۵	۲	۱۸	۱۳	۱۷/۵	۵	۷/۰۳	۳۲۰۲	نامناسب	۳
۴	بهمن ۱	۳۲۵	۲/۶۵	۰/۰۷	۳	۳/۵	۱/۳	۲/۵	۶	۷/۲۴	۶۸۶	خوب	۱
۵	بهمن ۲	۷۵۰	۱۳	۰/۰۱۸	۵	۱۰	۱۷/۵	۶/۵	۴/۵	۷/۳۵	۱۹۱۱	نامناسب	۳
۶	بیدیدک	۴۰۰	۵/۸۲	۰/۰۷	۳/۵	۴/۵	۶	۳/۵	۴/۲	۷/۲۴	۹۳۷	قابل قبول	۲
۷	بیدک	۷۰۰	۹/۷۷	۰/۰۱۳	۶	۸	۱۱	۷/۴۵	۴	۷/۴۶	۱۴۹۸	نامناسب	۳
۸	جوشقان	۵۵۰	۵/۰۷	۰/۰۱۱	۵	۶	۷	۳/۷۵	۶/۵	۷/۱۶	۱۱۸۱	نامناسب	۳
۹	چالیان	۵۰۰	۶/۰۸	۰/۰۱۱	۴	۶	۸/۵	۴	۴/۴	۷/۶۲	۱۱۴۷	نامناسب	۳
۱۰	چنار	۴۵۰	۳/۳	۰/۰۷	۴	۵	۲/۷	۴	۵/۵	۷/۲۵	۸۳۳	قابل قبول	۲
۱۱	چهل زرعی ۱	۳۷۵	۵/۶	۰/۰۷	۳	۴/۵	۵	۳/۴۵	۴/۵	۷/۵۱	۸۹۴	قابل قبول	۲
۱۲	چهل زرعی ۲	۴۲۵	۶/۰۸	۰/۰۹	۳	۵/۵	۵/۵	۵	۵	۷/۰۸	۱۰۳۵	قابل قبول	۲
۱۳	حسین آباد	۷۰۰	۱۲/۶	۰/۰۱۸	۶	۸	۱۱	۱۱/۷۵	۴/۱	۷/۳۵	۱۷۲۴	نامناسب	۳
۱۴	رحیم آباد	۵۷۵	۷/۱۲	۰/۰۱۲	۶	۵/۵	۷/۵	۶/۵۵	۴/۵	۷/۳۴	۱۲۱۷	نامناسب	۳
۱۵	رضا آباد	۱۷۰۰	۴۲/۵۷	۰/۰۴۵	۱۲	۲۲	۲۶	۴۱	۷/۵	۶/۸۱	۴۷۴۱	موقتاً قابل شرب	۵
۱۶	سورمق ۱	۳۲۵	۲/۰۶	۰/۰۶	۳	۳/۵	۲/۷	۱/۵	۵	۷/۴۲	۶۵۵	قابل قبول	۲
۱۷	سورمق ۲	۳۰۰	۱/۷	۰/۰۵	۲/۵	۳/۵	۱	۱/۷۵	۵	۷/۴۶	۵۵۶	خوب	۱
۱۸	سیدان	۷۶۰	۴/۸	۰/۰۲۴	۸/۰۴	۶/۸	۱۰/۵	۵/۵	۳/۵	۷/۷	۱۲۷۲	نامناسب	۳
۱۹	صفاد	۶۹۰	۱۲/۸	۰/۰۱۸	۴/۸	۹	۹/۳	۱۳	۴/۵/۵	۷/۲۸	۱۷۵۱	نامناسب	۳
۲۰	علی آباد	۴۷۵	۹/۳۴	۰/۰۱۱	۳	۶/۵	۵/۵	۷/۵	۳/۵	۷/۴۱	۱۱۸۹	نامناسب	۳
۲۱	عنایت آباد	۳۵۰	۷/۹	۰/۰۱۱	۳	۴	۷	۵/۴	۳/۵	۷/۶	۱۰۳۴	قابل قبول	۲
۲۲	فیروزی	۲۷۵	۳/۲	۰/۰۵	۲	۳/۵	۳/۵	۱/۸۵	۴	۷/۹	۶۱۶	خوب	۱
۲۳	گردنه صفاد	۷۵۰	۱۵/۸	۰/۰۱۸	۷	۸	۱۴	۱۱/۵	۲/۸	۷/۳۲	۱۹۳۸	نامناسب	۳
۲۴	مراد آباد	۴۷۵	۴/۹۵	۰/۰۷	۴/۵	۵	۷/۲	۳/۴۵	۳/۵	۷/۲	۹۰۹	قابل قبول	۲
۲۵	محمد آباد	۱۸۰۰	۴۵/۲	۰/۵	۱۵	۱۹	۳۸	۳۷	۴/۲	۷/۲۵	۴۹۷۰	موقتاً قابل شرب	۵
۲۶	مهدی آباد	۶۵۰	۱۱/۵	۰/۰۱۳	۵	۸	۱۱	۸/۵	۳	۷/۲۲	۱۵۷۵	نامناسب	۳
۲۷	نجف آباد	۳۰۰	۴/۶۹	۰/۰۶	۲	۴	۴	۳/۲		۸/۱	۷۰۲	خوب	۱

جدول ۲- طبقه‌بندی دیاگرام شولر نمونه‌های اردیبهشت ماه ۱۳۸۶. موقعیت چاه‌ها بر روی شکل (۱) مشخص شده است.

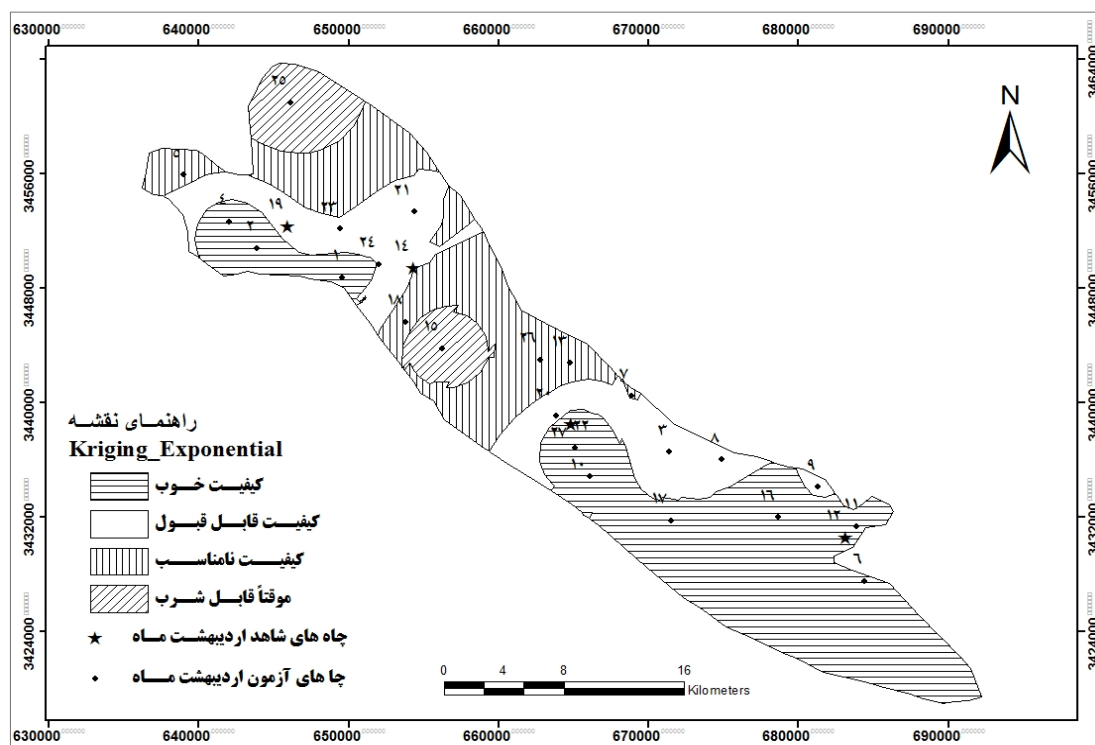
شماره چاه‌های نمونه برداری شده	طبقه بندی آب
۱،۲،۴،۱۷،۲۲،۲۷	خوب
۶،۱۰،۱۱،۱۲،۱۶،۲۱،۲۴	قابل قبول
۳،۵،۷،۸،۹،۱۳،۱۴،۱۸،۱۹،۲۰،۲۳،۲۶	نامناسب
۱۵،۲۵	موقتاً قابل شرب

سمی واریوگرام‌های نمایی (Exponential) و دایره‌ای (Circular) (RMSE=۰/۸۴) و دایره‌ای (Circular) (RMSE=۰/۹۰) مناسب‌ترین روش‌ها برای پهنه‌بندی کیفیت آب شرب در محدوده مورد مطالعه شناخته شدند.

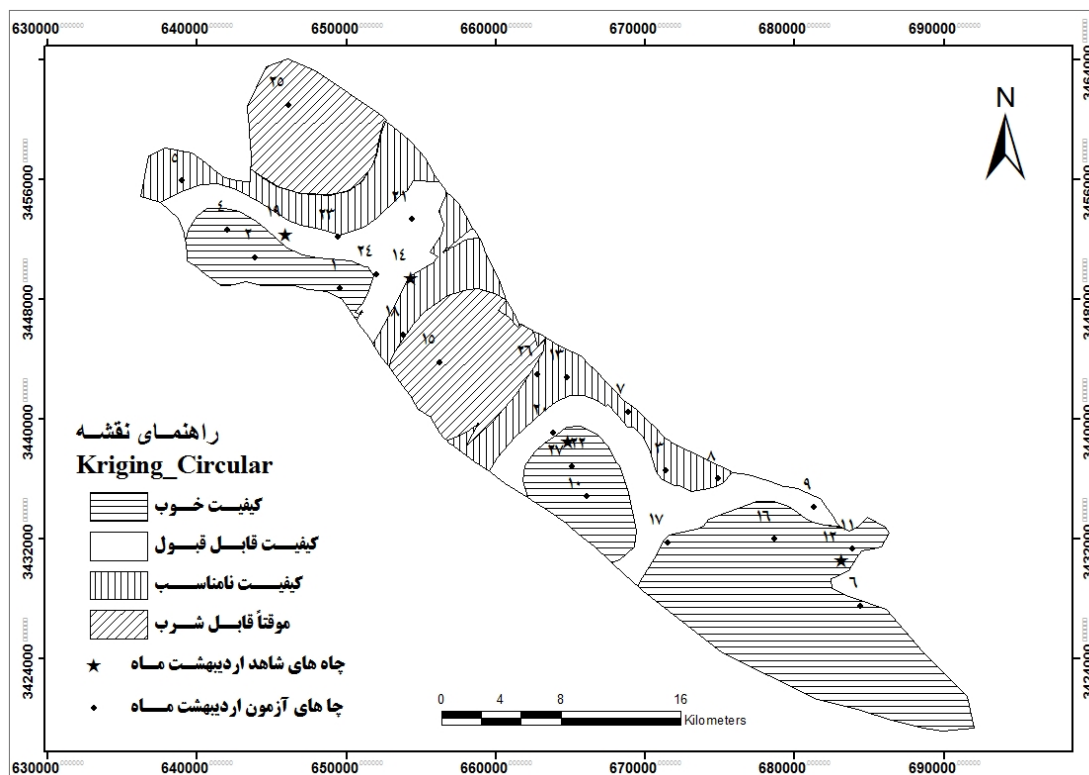
بر اساس نتایج حاصل از محاسبات، کمترین مقادیر شاخص MDE مربوط به روش‌های کریجینگ با سمی واریوگرام نمایی (با مقدار ۰/۰۵۲) و کریجینگ با سمی واریوگرام دایره‌ای (با مقدار ۰/۱۲) می‌باشد. با مقایسه‌ی این روش‌ها، روش‌های کریجینگ با

جدول ۳- نتایج تحلیل روش‌های میان‌یابی چاه‌های آزمون

ردیف	روش میان‌یابی	(RMSE) میزان خطا	(MDE) انحراف نتایج
۱	Kriging_Ordinary_Exponential	۰/۸۴	۰/۰۵۲
۲	Kriging_Ordinary_Spherical	۰/۹۲	۰/۱۸
۳	Kriging_Ordinary_Circular	۰/۹۰	۰/۱۲
۴	Kriging_Ordinary_Gaussian	۰/۸۷	۰/۳۲
۵	Kriging_Ordinary_Linear	۰/۸۸	۰/۳۳
۶	Kriging_Universal_Liner with Liner drift	۰/۸۸	۰/۲۶
۷	Kriging_Universal_Liner with Quadratic drift	۴/۳۱	۴/۱۲
۸	IDW	۱/۰۰	۰/۹
۹	Spline_regularized	۰/۶۴	۰/۲۱
۱۰	Spline_Tension	۰/۸۷	۰/۲۱



شکل ۲- پهنه بندی کیفیت آب شرب با استفاده از روش کریجینگ (سمی واریوگرام نمایی)



شکل ۳- پهنه بندی کیفیت آب شرب با استفاده از روش کریجینگ (سمی واریوگرام دایره ای)

مطالعات انجام شده، علت نامطلوب بودن کیفیت آب در این مناطق می‌تواند به دلایل زیر باشد:

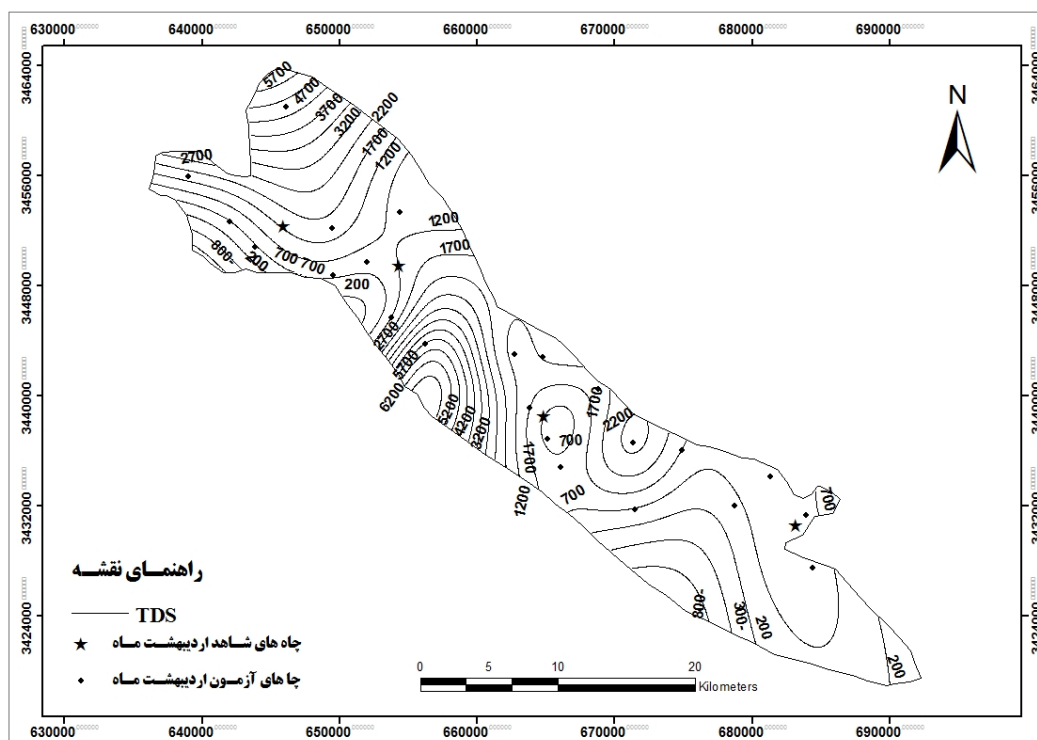
- در قسمت شمالی (در مسیر جاده آباده- اصفهان) به دلیل دانه ریز بودن آبرفت و سنگ کف شیلی و ضخامت کم آبرفت وضعیت بودن جبهه ی تغذیه در این ناحیه، میزان هدایت الکتریکی (EC) بالا است (شکل ۶).

- در قسمت شرقی محدوده، افزایش ناگهانی میزان شوری و در نتیجه نامطلوب بودن کیفیت آب شرب احتمالاً به دلیل ارتباط آن از طریق معابر زیرزمینی با فاصله ی دور در خارج از حوضه است که اثبات این امر نیاز به مطالعه جداگانه‌ای دارد.

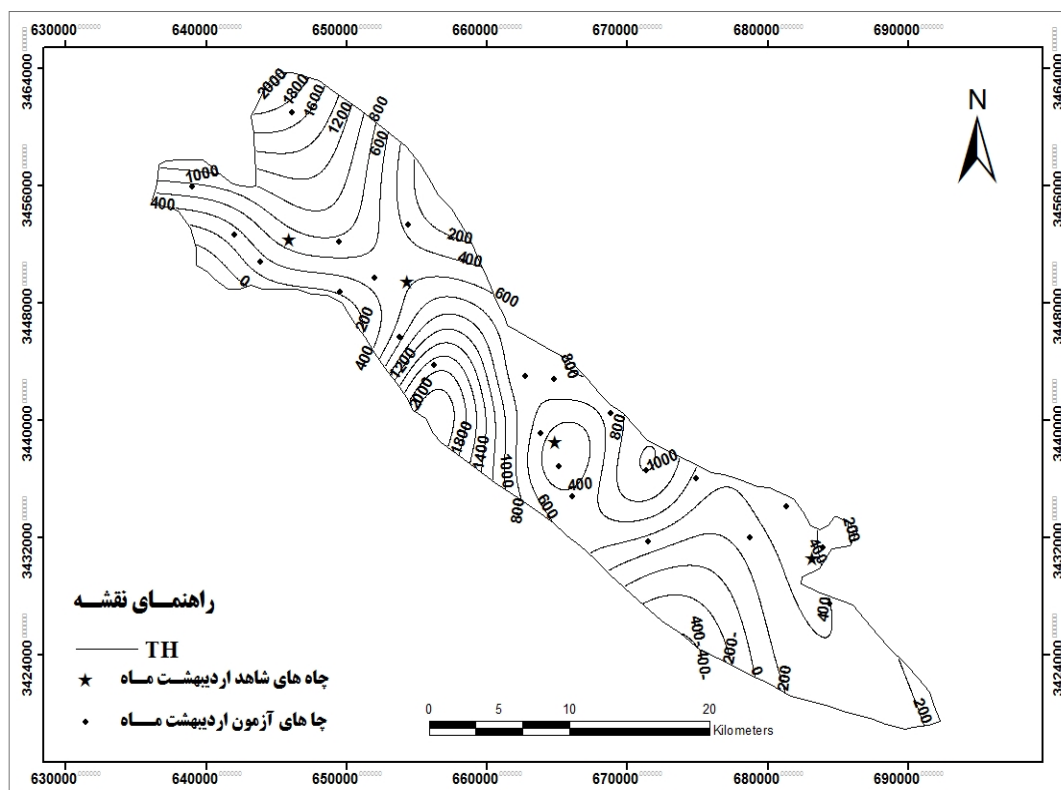
شکل (۲) و شکل (۳) نقشه ی پهنه بندی کیفیت آب شرب محدوده ی مورد مطالعه را به ترتیب با روش روش کریجینگ (سمی واریوگرام نمایی) و کریجینگ (سمی واریوگرام دایره ای) نشان می دهد.

بحث و نتیجه گیری

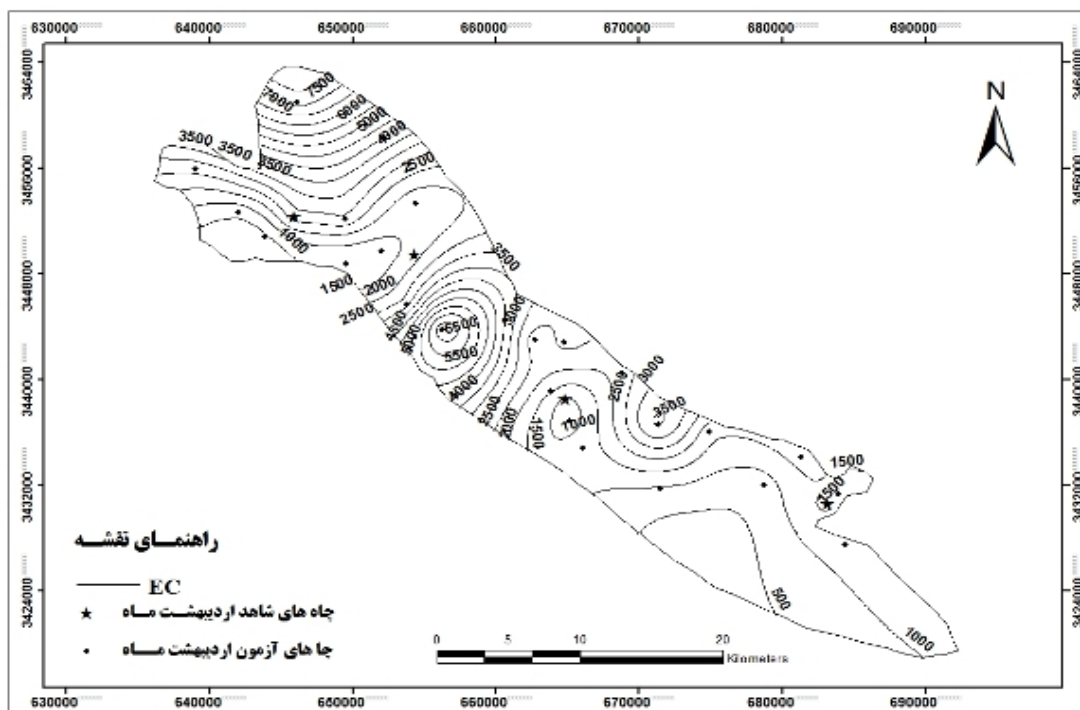
الف) نتایج حاصل از پهنه بندی کیفیت آب شرب در محدوده مورد مطالعه، جدای از میزان دقیق صحت آنها، نشان دهنده ی دو محدوده، یکی در شمال و دیگری شرق و مرکز منطقه، با شرایط نامطلوب آب از نظر شرب است. رسم خطوط هم ارزش TDS و TH که از فاکتورهای اصلی در نمودار شولر است نیز مؤید این مطلب است (شکل های ۴ و ۵). با توجه به



شکل ۴- باقیمانده خشک (TDS) نمونه‌ها در اردیبهشت ماه ۸۶



شکل ۵- سختی کل آب (TH) نمونه‌ها در اردیبهشت ماه ۸۶



شکل ۶- هدایت الکتریکی (EC) نمونه‌ها در اردیبهشت ماه ۸۶

موردی: دشت نیشابور. نهمین سمینار آبیاری و کاهش تبخیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ص. ۲۹۱. پورکرمانی، محسن، ناصری، حمیدرضا، ارجی، ابوذر، (۱۳۸۷)، تاثیر ساختاری گنبد نمکی قلعه گچی بر شوری آبهای زیرزمینی دشت داریون، مجله علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی (JSIAU)، ۱۵۹-۱۴۱.

پورمقدس، حسین، (۱۳۸۱)، بررسی کیفیت آبهای زیرزمینی منطقه لنجان اصفهان. مجله دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی، شماره ۴، صص: ۴۰-۳۱

تقی زاده مهرجردی، روح ا...، محمودی، شهلا، خزایی، سید محسن، حیدری، احمد، (۱۳۸۷)، مطالعه تغییرات مکانی شوری آبهای زیرزمینی با استفاده از زمین آمار (مطالعه موردی: رفسنجان). دومین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست. حسنی پاک، علی اصغر، (۱۳۷۷)، زمین آمار، انتشارات دانشگاه تهران، ص: ۹۶

جعفرزاده حقیقی فرد، نعمت اله، حسنی، امیرحسام، زین الدینی میمند، علی، حسینی، علی، (۱۳۸۴)، بررسی اثرات بهره برداری بی رویه از منابع آب زیر زمینی انار کرمان بر کیفیت آب منطقه با استفاده از نمودارهای تشخیص کیفیت. علوم و تکنولوژی محیط زیست بهار، شماره ۲۴، صص: ۷۷-۸۶

دیندارلو، کاووس، علیپور، ولی، فرشیدفر، غلامرضا، ۱۳۸۵. کیفیت شیمیایی آب شرب بندرعباس، مجله پزشکی هرمزگان، سال دهم، شماره اول، صص: ۶۵-۵۷

صمدی محمدتقی، ساقی محمدحسین رحمانی علیرضا، تراب زاده حسین، (۱۳۸۸)، پهنه بندی

ب. از میان روش های مختلف میان یابی استفاده شده در این تحقیق، روش کریجینگ با سمی واریوگرام های نمایی (Exponential) دایره ای (Circular) مناسب ترین روش ها برای پهنه بندی کیفیت آب شرب شناخته شدند. نتایج حاصل از این مطالعه با نتایج حاصل از تحقیق سایر محققین از جمله لاستت و همکاران (۱۹۸۷)، کرسیس (۱۹۹۱)، وبر و انگلند (۱۹۹۲)، هاجینسون (۱۹۹۳) همخوانی دارد.

ج. مقایسه نتایج پهنه بندی اردیبهشت ماه نشان می دهد پهنه بندی کیفیت آب در این ماه با دو روش گفته شده، ۸۵ درصد همپوشانی دارند.

با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه و با توجه به این که عوامل گوناگونی مانند میزان کاتیون ها و آنیون ها در کیفیت آب و میزان PH آب موثر می باشند پیشنهاد می گردد که پهنه بندی و تعیین کیفیت آب با در نظر گرفتن مجموع عوامل برای هر منطقه انجام گیرد. در مورد آب های کشاورزی و صنعتی نیز بهتر است که پهنه بندی کیفیت آب کشاورزی و صنعتی نیز در هر منطقه با توجه به فاکتور های استاندارد مؤثر بر آنها انجام گیرد.

منابع

انصاری، حسین و کامران داوری، (۱۳۸۶)، پهنه بندی دوره های خشک با استفاده از شاخص بارندگی استاندارد شده در محیط GIS (استان خراسان)، نشریه پژوهش های جغرافیایی مؤسسه جغرافیایی دانشگاه تهران، شماره ۱۰۸: ۶۰-۹۷

ایزدی، عزیز ا...، علیرزاده، امین، داوری، کامران، قهرمان، بیژن، (۱۳۸۶)، مدیریت منابع آبهای زیرزمینی در مناطق خشک و نیمه خشک (مطالعه

- Davis, J.C. (1973), Statistics and Data Analysis in Geology. John Wiley and Sons, London.
- Cressies, N. (1991), Statistic for Spatial data". John Wiley and sons, New York, N.Y.
- Gallilichand, J., Bouckland, D., Marcotte D, Henry M. J. (1992), "Spatial Interpolation of Soil Salinity and Sodisity a Saline Soil in Southern Alberta". Canadian Journal of Soil Science, Vol.72, PP: 503-516.
- Huchinson, M. F. (1991), Continent Wide Data Assimilation Using Thin Plate Smoothing Splines. In: J. D. Jasper(Ed), Data Assimilation system. BMRC Research Report No. 27, Melbourne Bureau of Meteorology. PP: 104-113.
- Lastett G. M., Mcbratney, A. B., Phal, Huchinson M. F. (1987), "Comparison of Several Spatial Predication Method for Soil PH". J. of Soil Science. Vol.38, PP: 325-341.
- Ng, S.M.Y., Wai1, O.W.H., Xu1, Z.H., Li1, Y.S., Jiang, Y.W. (2005), Application of GIS for Retrieval and Display of Hydrodynamic and Water Quality Data for the Pearl River Estuary. Environmental Informatics Archives, Vol.3, pp: 372-378.
- Weber D., England E. (1992),"Evaluation and Comparison of spatial Interpolations". Mathematical Geology, Vol, 24, PP: 381-391.
- کیفی آب رودخانه دره مراد بیک همدان بر اساس شاخص و بهره گیری از سامانه اطلاعات جغرافیایی، مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی همدان، شماره ۱۶، صص: ۴۴-۳۸
- عساکره، حسین، (۱۳۸۷)، کاربرد روش کریجینگ در میان یابی بارش، جغرافیا و توسعه، شماره ۱۲، صص: ۴۲-۲۵
- علوی پناه، سیدکاظم، خدایی، کمال، جعفریگللو، منصور، (۱۳۸۴)، مطالعه کارایی داده‌های ماهواره ای در بررسی کیفیت آب در دو سوی میانگذر دریاچه ارومیه، پژوهشهای جغرافیایی، ۳۷ (۵۳): ۵۷-۶۹.
- مهدوی، محمد، (۱۳۷۸)، هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم، جلد دوم، شماره ۲۱۲۵، صص: ۳۰۴-۲۶۱
- وزارت نیرو، سازمان آب منطقه ای فارس، (۱۳۸۴)، گزارش ادامه مطالعه محدوده آباد- سورمق (ادامه ممنوعیت) کد ۴۴۰۲.

Evaluation of spatial interpolation methods for water quality zoning using GIS Case study, Abadeh Township

Y. Maghami. R. Ghazavi. A. A. Vali. S. Sharafi

Received: 20 January 2010 / Accepted: 17 August 2010, 35-36 P

Extended abstract

1- Introduction

Determination of water quality is important because of it helps to protect, restore the quality of the ground-waters, and management of groundwater that consistent with the requirements of the clean water. Schouller diagram is one of the best methods for groundwater quality zoning. The most important stage of groundwater quality zoning in this method is investigation of the best interpolation method. In these regards, Geographic Information System (GIS) provides an effective tool to generate, manipulate, and organize the spatially disparate data for modeling and groundwater quality zoning. The produced graphical image using GIS will provide for user an easier visual inspection of the water quality conditions.

Author

Y. Maghami

M. A. student of remote sensing, University of Tehran, Tehran, Iran.

R. Ghazavi(✉)

Assistant Professor of Watershed, University of Kashan, Kashan, Iran.

e-mail: ghazavi@shirazu.ac.ir

A. A. Vali

Assistant Professor of Geomorphology, University of Kashan, Kashan, Iran.

S. Sharafi

M. A. student of Geomorphology, University of Tehran, Tehran, Iran.

This study investigates the best interpolation method for water quality zoning by schouller diagram using GIS.

2- Methodology

The study site named Abadeh located in 250 km North of Fars, Iran (between 30° , 53' and 31° , 31' North latitude and 52° , 31' and 53° , 10' Eastern longitude.)

27 observed wells in Abadeh Township, located in an alluvial area with an unconfined aquifer were used for groundwater quality zoning. Groundwater quality zoning accomplished using different interpolation method (kriging with liner, circuler, spherical and Exponential and Gousian semi variogram, IDW and Spline). In order to groundwater qualification via Schouller diagram, quality index was determined. Schouller diagram is a graphical method for water quality classification. Water quality was investigated to 6 categories in the diagram including: good quality, acceptable quality, moderate quality, unsuitable, unsuitable completely, and unsuitable for drinking.

3- Discussion

Root mean square errors and mean deviation errors were used for comparison accuracy analysis results obtained from different interpolation method. The result showed that the kriging method with Exponential and circuler semi variogram is the best methods for interpolating the drinking quality water in the study area. These results were reported by other researchers.

4- Conclusion

The results of interpolation methods in the study area indicated that two sub areas had unsuitable drinking water; one in the north and other one in the east. TDS and TH maps indicate also the same results. Based on the results of this study, have been suggested that water quality determine using all factors such as anions and cations amount, pH and other effective parameters. This determination should used for agricultural and industrial water using the standard factors in any area.

Key words: water quality, schouller diagram, interpolation methods, GIS integration

References

- Ansary, H., Davari, K. (2007) Application of GIS for surveying drought periods using precipitation index. *Geography Research Quarterly*, Geography Institute, Tehran University, 108:60-97.
- Izady, A., Alizadeh, A., Davari, k., Ghahreman, B. (2007). Groundwater management in arid and semi arid area (A case study: Nishabor plat). 9th National Irrigation and Reduction of Evaporation Seminar. Shahid Bahonar University, Kerman. 291 P.P.
- Porkermani, M., Nasery, H.R., Arji, A. (2008). Salt doms instruction impact on groundwater quality in Daryon area. *JSIAU*. 141-159
- Pourmoghadas, H. (2002). Investigation of groundwater quality in Lenjan city. *Journal of School of Public Health and Institute of Public Health Research Quarterly*. 4:31-40
- Tghizadeh mehjerdy, R., Mahmoodi, S., Khazaii, S.M., Haydari, a. (2009). Study of local groundwater salinity change using geostatisticsc (A Case study: Rafsanjan, Iran). 2th national conference on Environment engineering. Tehran University, Iran.
- Hasanipak, A.A., Geostatisticsc, Tehran University. 96 P.P.
- Jafarzadeh, N., Hasani, A.h., zainadini, A., Hoseini, A. (2005). Investigation the Impact of groundwater clean up using on groundwater quality in Anar city in Kerman province using groundwater quality diagrams. *Journal of Science and technology of environment* .24:77-86.
- Dindarlo, K., Farshidfar, Gh. (2006). Chemical quality of drinking water in Bandarabbas city. *Hormozgan Medical Journal*. 10 (1):57-65.
- Samadi, M.T., Saghi, M.H., Rahmani, A.R., Torabzadeh, h. 2009. Application of GIS for surveying of Dareh moradbiag River water quality. *Journal of Health and medicine*. Hamedan University. 16:38-44
- Asakreh, H. (2009). Rainfall interpolation using kriging interpolation method. *journal of Geography and development*. 12:25-42
- Alavipanah, S.K., Khodaii, k., Jafarbayglo, M. (2005). Application of remote sensing data for determination of water quality data for the Oromiyeh River. *Geographical research*. 53:57-69.
- Mahdavi, M. (2009). *Applied hdrology*. 2th edition. Tehran University. 364p.p
- Ministry of Niro. Fars establishment of water. (2005). Technical reports number 4402.
- Davis, J.C. 1973, *Statistics and Data Analysis in Geology*. John Wiley and Sons, London.
- Cressies, N. (1991). *Statistic for Spatial data*". John Wiley and sons, New York, N.Y.
- Gallilichand, J., Bouckland, D., Marcotte D, Henry M. J. (1992). "Spatial Interpolation of Soil Salinity and Sodisity a Saline Soil in Southern Alberta". *Canadian Journal of Soil Science*, Vol. 72, PP: 503-516.
- Huchinson, M. F. (1991). Continent Wide Data Assimilation Using Thin Plate Smoothing Splines. In: J. D. Jasper (Ed), *Data Assimilation system*. BMRC Research Report No. 27, Melbourne Bureau of Meteorology. PP: 104-113.
- Lastett G. M., Mcbratney, A. B., Phal, Huchinson M. F. (1987). "Comparison of Several Spatial Predication Method for Soil PH". *J. of Soil Science*. Vol. 38, PP: 325-341.
- Ng, S.M.Y., Wai1, O.W.H., Xu1, Z.H., Li1, Y.S., Jiang, Y.W. (2005). Application of GIS for Retrieval and Display of Hydrodynamic and Water Quality Data for the Pearl River Estuary. *Environmental Informatics Archives*, Vol. 3, pp: 372-378.
- Weber D., England E. (1992). "Evaluation and Comparison of spatial Interpolations". *Mathematical Geology*, Vol, 24, PP: 381-391.