مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال ۲۲، شماره پیاپی ٤٢، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۰
وصـول: ۱۳۸۸/۱۰/۳۰ پـذیرش: ۱۳۸۹/۵/۲٦
صص ۱۸۲-۱۷۱

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

یاسـر مقـامی: دانشـجوی کارشناسـی ارشـد سـنجش از دور، دانشـگاه تهـران، تهـران، ایـران
رضـا قضـاوی: اسـتادیار آبخیـزداری، دانشـگاه کاشـان، کاشـان، ایـران*
عباسـعلی ولـی: اسـتادیار ژئومورفولـوژی، دانشـگاه کاشـان، کاشـان، ایـران
سـیامک شـرفی: دانشـجوی کارشناسـی ارشـد ژئومورفولـوژی، تهـران، تهـران، ایـران

چکیده

تعیین کیفیت آب در مدیریت منابع آب از اهمیت خاصی برخوردار بوده و پایش و پهنه بندی آن بـه عنـوان یـک اصـل مهـم در برنامه ریزی‌ها باید مد نظر قرار گیرد.منظور از انجام این تحقیق، تعیین مناسبترین روش میان یابی جهت تعیین کیفیت آب با استفاده از نمودار شولر می باشد. برای انجام این مطالعه از چاه های مشاهده ای(۲۷ حلقه چاه) در منطقه ای آبرفتی و همگن بـا آبخـوان آزاد در محدوده ی شهرستان آباده استفاده شد. جهت تعیین کیفیت آب از نمودار شولر که معمول ترین روش بـرای طبقـه بنـدی کیفیـت آب شرب در مطالعات هیدرولوژی است، بهره گرفته شد.برای پهنه بندی کیفیت آب محدوده ی مورد مطالعه از روش های گوناگون میـان یابی کریجینگ (بـا سـمی واریـوگرام هـای خطـی، دایـره ای، کـره ای، گوسـین و نمـایی)، IDW و Spline و سیسـتم اطلاعـات جغرافیایی(GIS) استفاده و نتایج هر کدام با یکدیگر مقایسه شد. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که از بین روش‌های ذکر شـده، روش کریجینگ با سمی واریوگرام های نمایی و دایره ای برای میان یابی و در نهایـت پهنـه بنـدی کیفیـت آب شـرب مناسـب‌تـرین روش‌ها هستند.

واژه‌های کلیدی: کیفیت آب شرب، نمودار شولر، میان یابی، پهنه بندی، GIS

مقدمه

آبهای زیرزمینی از منابع ارزشمند تهیه آب شـرب، کشاورزی و صنعت درتمام مناطق بـه ویژه در منـاطق خشک و بیابانی هستند. بـا توجـه بـه تغییـرات کیفـی آبهای زیرزمینی که می تواند در اثر فعالیتهای انسـان و توسـعه فعالیتهـای صـنعتی صـورت گیـرد بررسـی و مطالعه این منابع به منظور حفظ و اصلاح کیفیت آنهـا ضـروری اسـت (پورمقـدس،۱۳۸۱؛حقیقـی فـرد و همکـاران،۱۳۸٤). آب‌هـای زیرزمینـی در مقایسـه بـا آب‌های سطحی دارای مزیت‌های مختلفی است که در این بین می توان به کیفیت بالاتر و آلودگی کمتـر آنهـا اشاره کرد در ضمن این که در مناطق خشک و بیابانی که آب‌های سطحی به میزان خیلی کم دیده می شوند، آب‌های زیرزمینی به عنوان مهمترین منبـع تـأمین آب، قابل دسترس هستند (تقی زاده مهرجـردی،۱۳۸۷). در مناطق خشک و بیابانی به علت اینکه بارندگی کم بوده و تبخیر وتعرق بالا است، منابع آب سطحی منابع قابل اعتمادی بـرای تـامین آب نبـوده و در نتیجـه در ایـن مناطق بیشتر بر روی منابع آب های زیرزمینی تکیه می شود (ایزدی و همکاران، ۱۳۸٦). بخشی از کیفیت آب

*نویسنده مسؤول: ۰۹۱۷۱۸۸۷۰۵۸
email: ghazavi@shirazu.ac.ir

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 آب‌ها 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 شولرمعمول 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 داده‌ها 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)، هاچینسون[٤] (۱۹۹۱) اشاره نمود. نتایج این پژوهش‌ها نشان دهنده دقت بالای روش های کریجینگ برای میان یابی است.

گالیشاند و همکاران[٥](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 داده‌ها نیاز به حجم زیادی از داده‌ها ی کیفی و جغرافیایی دارد. در این بین سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) با ظرفیت ذخیره، سازمان دهی، آنالیز، باز یابی، 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[٦]،۲۰۰۵؛علوی پناه و همکاران،۱۳۸٤؛ صمدی و همکاران،۱۳۸٤).

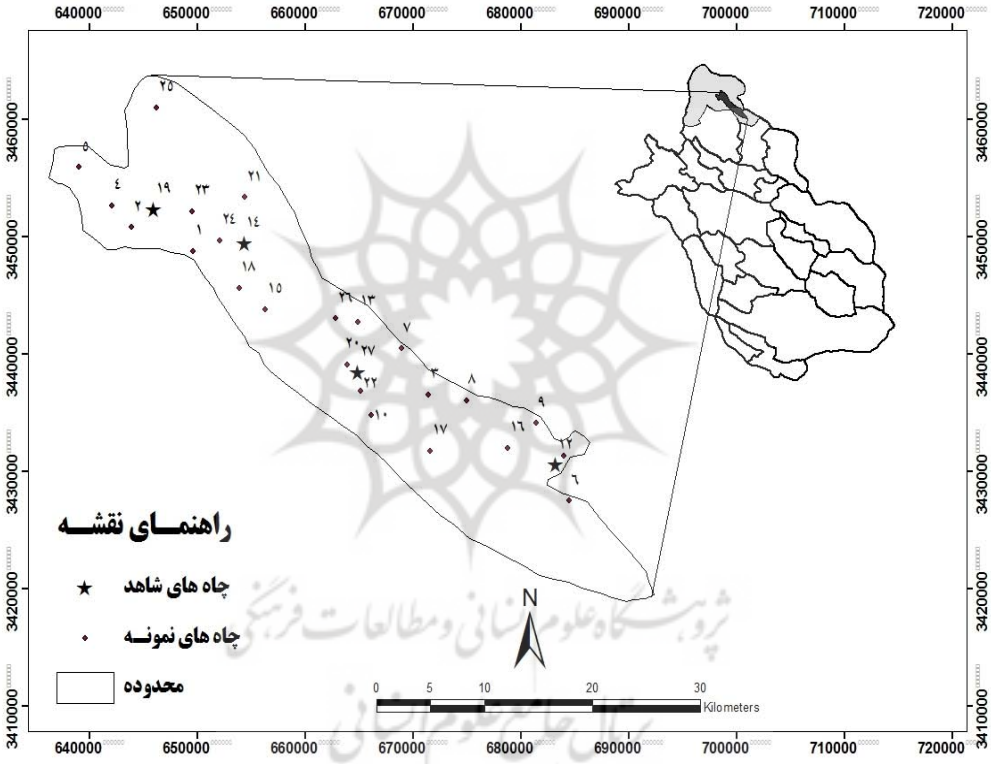
منطقه مورد مطالعه که در حاشیه یکی از کویر های داخلی ایران بوده و فاقد آب سطحی دائمی است، تقریباً تمامی منابع آبی مورد نیاز (کشاورزی، آشامیدنی و صنعتی) را از آب های زیر زمینی تأمین می کند، بنابراین تعیین کیفیت آب زیرزمینی این منطقه بسیار مهم بوده و نیاز به کنترل و بررسی بیشتری دارد (وزارت نیرو، ۱۳۸٤).منظور 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 آباده (واقع در شمال استان فارس) بین طول های جغرافیایی ´۵۳ °۳۰ و ´۱۳ °۳۱ و عرض های جغرافیایی ´۳۱ ۵۲ و ´۱ °۵۳ واقع شده است(شکل ۱). مساحت محدوده مورد مطالعه در حدود ٦۳۳ کیلومتر مربع می باشد. میزان بارندگی سالانه منطقه برابر ۱۲۵ میلی متر در سال، رطوبت نسبی ۳٦/۵ درصد و متوسط دمای منطقه ۱٦/۸ 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

[۱] Lastet et al(1987)
[۲] Cressies(1991)
[۳] Weber and Englund(1992)
[٤] Huchinson(1993)
[٥] Gallichand et al (1992)
[٦] Ng et al(2005)

اساس مطالعات انجام شده به وسیله وزارت نیرو(۱۳۸٤)، 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 می شود. آبرفت‌های موجود در منطقه اغلب دانه درشت بوده و نقش مهمی در جذب نزولات جوی و رواناب منطقه دارند. نوع و دانه بندی این رسوبات در بخش های مختلف متفاوت بوده و بستگی به موقعیت سنگ کف دارد. در قسمت های شمالی محدوده مورد مطالعه ضخامت متوسطی از سنگ جوش آهکی با شکستگی های فراوان در زیر آبرفت سطحی قرار داشته و مجموعاً به ضخامت حدود ۵۰ متر، آبرفت منطقه را تشکیل می دهد. آبرفت ناحیه به سمت جنوب دانه ریز شده و بر ضخامت آن افزوده می گردد. گسل هایی نیز در اطراف منطقه وجود دارد که در تغذیه و تسریع حرکت آب در دشت مؤثرند.



شکل ۱- محدوده مورد مطالعه

در حوضه مورد مطالعه منابع شور کننده و آلوده کننده آب مانند گنبد های نمکی وجود ندارد، با این وجود در مواردی تغییرات فاحشی در کیفیت آب چاه های مشاهده ای دیده شده است که از آن جمله می توان به افزایش ناگهانی مقدار هدایت الکتریکی (EC) آب در یکی از چاه های جنوب شهر آباده اشاره کرد که دلیل آنرا احتمال ارتباط آن از طریق معابر زیرزمینی با فاصله ی دور در خارج از حوضه دانسته اند (وزارت نیرو،۱۳۸٤)و با پهنه بندی کیفیت آب منطقه بهتر میتوان در مورد آن اظهار نظر کرد.

مواد و روش ها

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

اردیبهشت ماه ۱۳۸٦ 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 Kriging، IDW 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 ازلحاظ شرب با استفاده از دیاگرام شولر[۱] عبارت است از میزان املاح محلول اصلی آب شامل آنیون‌ها 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 برسی به ٦ 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 ۱۳۸٦، 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 زمین‌آمار می‌توان با داشتن مقادیر یک کمیّت در مختصات معلوم، مقدار آن کمیّت را در نقطه دیگری با مختصات معلوم برآورد نمود، به شرط آن که مختصات مقدار نامعلوم در دامنه‌ای که ساختار فضایی حاکم است قرار گیرد (حسنی‌پاک، ۱۳۷۷؛عساکره،۱۳۸۷). برآورد مقادیر متغیر با توزیع و ساختار فضایی و ارزیابی خطای همراه با این برآورد کریجینگ نامیده می‌شود (داویس[۳]، 1). کریجینگ یک تخمین‌گر زمین‌آماری است که ماترون[٤] ماترون[٤] به افتخار دی جی کریج[٥] –(مبدع این روش) روش) این نام را بر آن نهاد. این تخمین‌گر که به نام [٦] BLUE[٦] نیز خوانده می‌شود، دارای ویژگی‌هایی است که عبارتند از:

– مقادیر برآوردی برای نقاط نامعلوم ترکیبی خطی از مقادیر نمونه‌های مجاور آنها است، بنابراین:

$$\hat{\mu}_k = \sum_{i=1}^{n} \lambda_i x_i \qquad (۱)$$

که در آن $\hat{\mu}_k$ تخمین کریجینگ و λ_i بردار اوزان اختصاص داده‌شده به نمونه‌ها است. به عبارت دیگر یک مقدار کریج شده یا برآورد شده با نسبت دادن وزن‌های λ_i به مقادیر معلوم اندازه‌گیری شده در نقاط مجاور به دست می‌آید.

– ناریب است، یعنی امید ریاضی آن برابر میانگین واقعی (μ_w) نمونه‌ها است.

$$E(\hat{\mu}_k - \mu_w) = 0 \qquad (۲)$$

---

[۱] Shouller

[۲] Shouller

[۳] Davis

[3] Matheron

[4] D.G.Krig

[5] Best Linear Unbiased Estimator

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

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

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 معمول ترین روش های میان یابی نقاط پراکنده در فضاست که اساس آن بر مبنای این فرضیه است که در یک سطح میان یابی، اثر یک پارامتر بر نقاط اطرافش یکسان نیست و هر چه فاصله از مبدأ افزایش یابد، اثر کمتر خواهد شد(انصاری و داوری،۱۳۸٦).

۲-۳- مدل Spline

مدل Spline نیز یک سطح با حداقل انحنا را روی نقاط استفاده شده برای میان یابی برازش می دهد به عبارتی یک تابع ریاضی را طوری بر سطح برازش می کند که از نقاط کنترل بگذرد (انصاری و داوری،۱۳۸٦).

نتایج

در این تحقیق جهت تعیین و بررسی کیفیت آب زیرزمینی برای شرب با استفاده از نمودار شولر و به کارگیری تکنیک‌ها و روش های میان یابی مانند کریجینگ (با سمی واریوگرام های خطی، دایره ای، کره ای، گوسین و نمایی)، IDW و Spline، ابتدا کیفیت آب چاه های محدوده مورد مطالعه (نمونه برداری اردیبهشت ۱۳۸٦) با استفاده از نمودار شولر مشخص شد (جدول۱). بر این اساس آب چاه های 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 ۱وجدول۲). پس از تعیین کیفیت آب چاه ها، برای انجام پهنه بندی در محدوده مورد مطالعه، ابتدا چهار نقطه تصادفی با پراکندگی مناسب به عنوان نقاط آزمون انتخاب و حذف شد. سپس با روش های درون یابی بر اساس رتبه عیین شده ی کیفیت آب شرب با نمودار شولر، میان یابی انجام گرفته و نتایج به دست آمده با کلاس بندی مجدد در ٤ 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:

$$RMSE = \sqrt[2]{\frac{\sum_{i=1}^{n} (Esi - Eot)}{n}} \qquad (٤)$$

$$MDE = \frac{\sum_{i=1}^{n} (Esi - Eoi)}{n} \qquad (٥)$$

که در آن Esi مقدار برآورد شده نقاط آزمون با روش های میان یابی و Eoi مقادیر واقعی آن نقاط است. پارامتر ارزیابی MDE نشان می دهد که آیا مدل مقدار متغیر مورد نظر را کم یا زیاد برآورد می کند 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،۱۳۸٦). مقدار صفر شاخص RMSE نیز نشان دهنده عدم وجود خطا در برآورد مدل است. نتایج حاصل از تحلیل روشهای مختلف میان یابی با استفاده از شاخص های میزان خطا(RMSE) و انحراف نتایج (MDE) در جدول (۳) نشان داده شده است. بر این اساس مقدار شاخص MDE بین ۰/۰۵۲ و ٤/۱۲ و شاخص RMSE نیز بین ۰/٦٤ و ٤/۳۱ 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

[۱] Root Mean Square Errors

[۲] Mean Deviation Errors

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

جدول ۱- نتایج نمونه برداری از چاه های شاهد در اردیبهشت ۱۳۸٦ (وزارت نیرو،۱۳۸۷) و تعیین کیفیت آب این چاه‌ها با استفاده از نمودار شولر

ردیف	نام محل	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	آباده	۲۲۵	۵/۵٦	۰/۰۷	۰/۵	٤	۳/۳	۳	٤	۷/۹٤	۷۷۳	خوب	۱
۲	اکبرآباد	۳۲۵	۲/٦۷	۰/۰٦	۲	٤/۵	٤/٦۵	۱/٤۵	۳	۷/۹۱	٦۳۵	خوب	۱
۳	امیرآباد	۱۰۰۰	۱۵/٦	۰/۰۲۵	۲	۱۸	۱۳	۱۷/۵	۵	۷/۰۳	۳۲۰۲	نامناسب	۳
٤	بهمن ۱	۳۲۵	۲/٦۵	۰/۰۷	۳	۳/۵	۱/۳	۲/۵	٦	۷/۲٤	٦۸٦	خوب	۱
۵	بهمن ۲	۷۵۰	۱۳	۰/۰۱۸	۵	۱۰	۱۷/۵	٦/۵	٤/۵	۷/۳۵	۱۹۱۱	نامناسب	۳
٦	بیدبیدک	٤۰۰	۵/۸۲	۰/۰۷	۳/۵	٤/۵	٦	۳/۵	٤/۲	۷/۲٤	۹۳۷	قابل قبول	۲
۷	بیدک	۷۰۰	۹/۷۷	۰/۰۱۳	٦	۸	۱۱	۷/٤۵	٤	۷/٤٦	۱٤۹۸	نامناسب	۳
۸	جوشقان	۵۵۰	۵/۰۷	۰/۰۱۱	۵	٦	۷	۳/۷۵	٦/۵	۷/۱٦	۱۱۸۱	نامناسب	۳
۹	چالیان	۵۰۰	٦/۰۸	۰/۰۱۱	٤	٦	۸/۵	٤	٤/٤	۷/٦۲	۱۱٤۷	نامناسب	۳
۱۰	چنار	٤۵۰	۳/۳	۰/۰۷	٤	۵	۲/۷	٤	۵/۵	۷/۲۵	۸۳۳	قابل قبول	۲
۱۱	چهل زرعی ۱	۳۷۵	۵/٦	۰/۰۷	۳	٤/۵	۵	۳/٤۵	٤/۵	۷/۵۱	۸۹٤	قابل قبول	۲
۱۲	چهل زرعی ۲	٤۲۵	٦/۰۸	۰/۰۹	۳	۵/۵	۵/۵	۵	۵	۷/۰۸	۱۰۳۵	قابل قبول	۲
۱۳	حسین آباد	۷۰۰	۱۲/٦	۰/۰۱۸	٦	۸	۱۱	۱۱/۷۵	٤/۱	۷/۳۵	۱۷۲٤	نامناسب	۳
۱٤	رحیم آباد	۵۷۵	۷/۱۲	۰/۰۱۲	٦	۵/۵	۷/۵	٦/۵۵	٤/۵	۷/۳٤	۱۲۱۷	نامناسب	۳
۱۵	رضا آباد	۱۷۰۰	٤۲/۵۷	۰/۰٤۵	۱۲	۲۲	۲٦	٤۱	۷/۵	٦/۸۱	٤۷٤۱	موقتاً قابل شرب	۵
۱٦	سورمق ۱	۳۲۵	۲/۰٦	۰/۰٦	۳	۳/۵	۲/۷	۱/۵	۵	۷/٤۲	٦۵۵	قابل قبول	۲
۱۷	سورمق ۲	۳۰۰	۱/۷	۰/۰۵	۲/۵	۳/۵	۱	۱/۷۵	۵	۷/٤٦	۵۵٦	خوب	۱
۱۸	سیدان	۷٦۰	٤/۸	۰/۰۲٤	۸/۰٤	٦/۸	۱۰/۵	۵/۵	۳/۵	۷/۷	۱۲۷۲	نامناسب	۳
۱۹	صغاد	٦۹۰	۱۲/۸	۰/۰۱۸	٤/۸	۹	۹/۳	۱۳	٤/۵/۵	۷/۲۸	۱۷۵۱	نامناسب	۳
۲۰	علی آباد	٤۷۵	۹/۳٤	۰/۰۱۱	۳	٦/۵	۵/۵	۷/۵	۳/۵	۷/٤۱	۱۱۸۹	نامناسب	۳
۲۱	عنایت آباد	۳۵۰	۷/۹	۰/۰۱۱	۳	٤	۷	۵/٤	۳/۵	۷/٦	۱۰۳٤	قابل قبول	۲
۲۲	فیروزی	۲۷۵	۳/۲	۰/۰۵	۲	۳/۵	۳/۵	۱/۸۵	٤	۷/۹	٦۱٦	خوب	۱
۲۳	گردنه صغاد	۷۵۰	۱۵/۸	۰/۰۱۸	۷	۸	۱٤	۱۱/۵	۲/۸	۷/۳۲	۱۹۳۸	نامناسب	۳
۲٤	مراد آباد	٤۷۵	٤/۹۵	۰/۰۷	٤/۵	۵	۷/۲	۳/٤۵	۳/۵	۷/۲	۹۰۹	قابل قبول	۲
۲۵	محمد آباد	۱۸۰۰	٤۵/۲	۰/۵	۱۵	۱۹	۳۸	۳۷	٤/۲	۷/۲۵	٤۹۷۰	موقتاً قابل شرب	۵
۲٦	مهدی آباد	٦۵۰	۱۱/۵	۰/۰۱۳	۵	۸	۱۱	۸/۵	۳	۷/۲۲	۱۵۷۵	نامناسب	۳
۲۷	نجف آباد	۳۰۰	٤/٦۹	۰/۰٦	۲	٤	٤	۳/۲		۸/۱	۷۰۲	خوب	۱

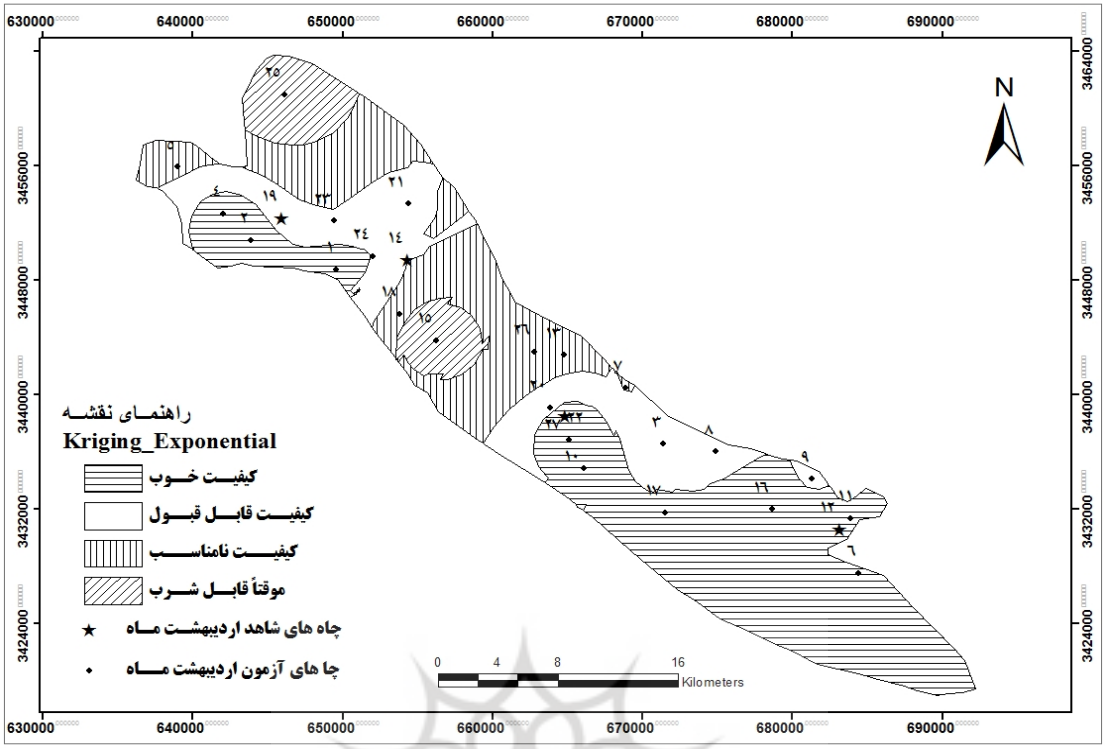
جدول ۲- طبقه بندی دیاگرام شولر نمونه های اردیبهشت ماه ۱۳۸٦.موقعیت چاه‌ها بر روی شکل (۱) مشخص شده است.

طبقه بندی آب	شماره چاه های نمونه برداری شده
خوب	۱،۲،٤،۱۷،۲۲،۲۷
قابل قبول	٦،۱۰،۱۱،۱۲،۱٦،۲۱،۲٤
نامناسب	۳،۵،۷،۸،۹،۱۳،۱٤،۱۸،۱۹،۲۰،۲۳،۲٦
موقتاً قابل شرب	۱۵،۲۵

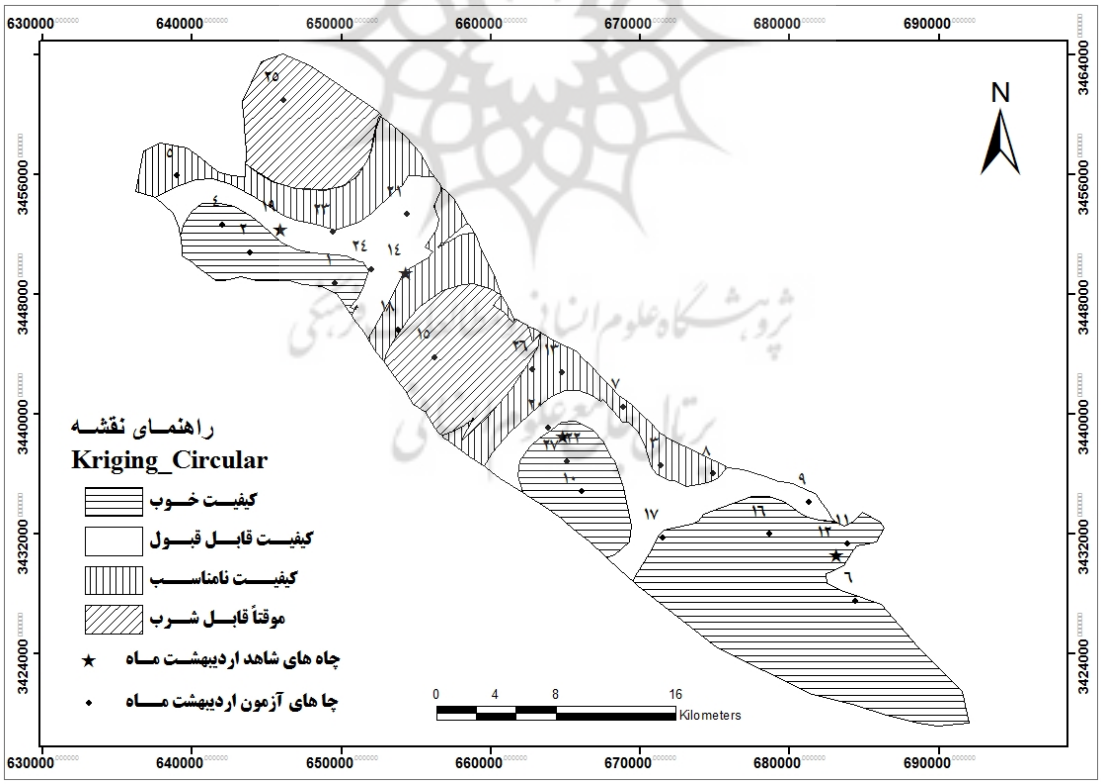
بر اساس نتایج حاصل از محاسبات، کمترین مقادیر شاخص MDE مربوط به روش های کریجینگ با سمی واریوگرام نمایی(با مقدار۰۵۲/ ۰) و کریجینگ با سمی واریوگرام دایره ای (با مقدار۱۲/ ۰) می باشد. با مقایسه ی این روش ها، روش های کریجینگ با سمی واریوگرام‌های نمایی (Exponential) (RMSE=۰/۸٤) و دایره‌ای (Circular) (RMSE=۰/۹۰) مناسب ترین روش‌ها برای پهنه بندی کیفیت آب شرب در محدوده مورد مطالعه شناخته شدند.

جدول ۳- نتایج تحلیل روش های میان یابی چاه های آزمون

ردیف	روش میان یابی	(RMSE)میزان خطا	(MDE)انحراف نتایج
۱	Kriging_Ordinary_Exponentil	۰/۸٤	۰/۰۵۲
۲	Kriging_Ordinary_Spherical	۰/۹۲	۰/۱۸
۳	Kriging_Ordinary_Circular	۰/۹۰	۰/۱۲
٤	Kriging_Ordinary_Gaussian	۰/۸۷	۰/۳۲
۵	Kriging_Ordinary_ Linear	۰/۸۸	۰/۳۳
٦	Kriging_Universal_Liner with Liner drift	۰/۸۸	۰/۲٦
۷	Kriging_Universal_Liner with Quadratic drift	٤/۳۱	٤/۱۲
۸	IDW	۱/۰۰	۰/۹
۹	Spline_regularized	۰/٦٤	/۲۱
۱۰	Spline_Tension	۰.۸۷	۰.۲۱



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



شکل۳- پهنه بندی کیفیت آب شر ب با استفاده از روش کریجینگ(سمی واریوگرام دایره ای)

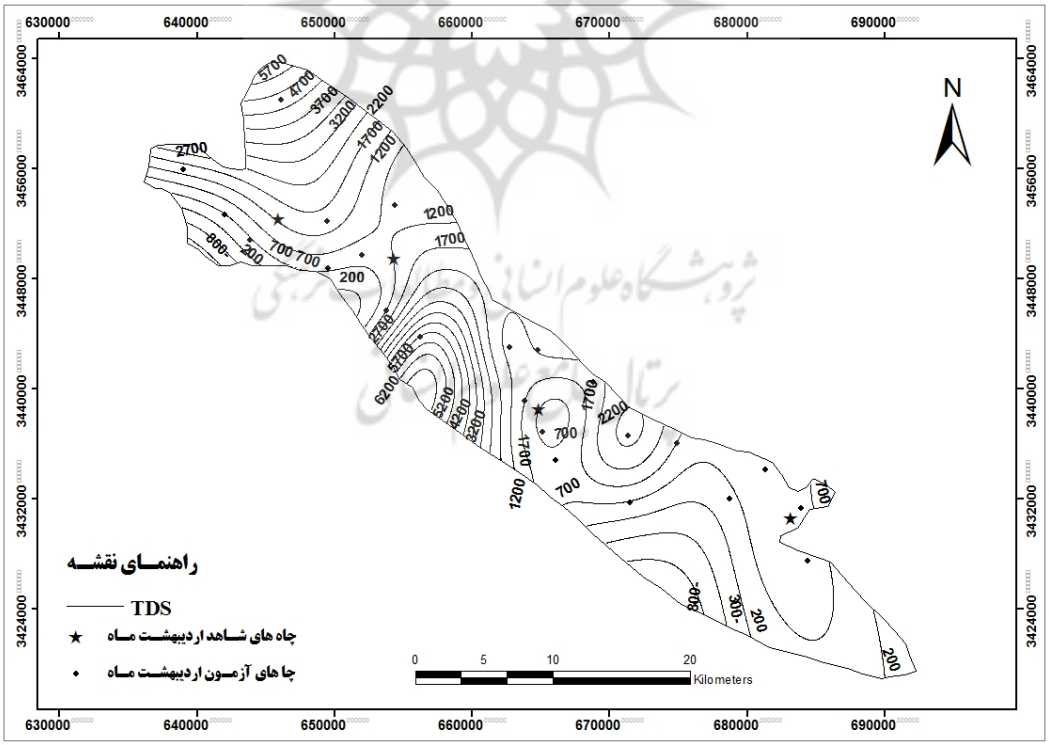
شکل (۲) و شکل (۳) نقشه ی پهنه بندی کیفیت آب شرب محدوده ی مورد مطالعه را به ترتیب با روش روش کریجینگ(سمی واریوگرام نمایی) و کریجینگ(سمی واریوگرام دایره ای) نشان می دهد.

بحث و نتیجه گیری

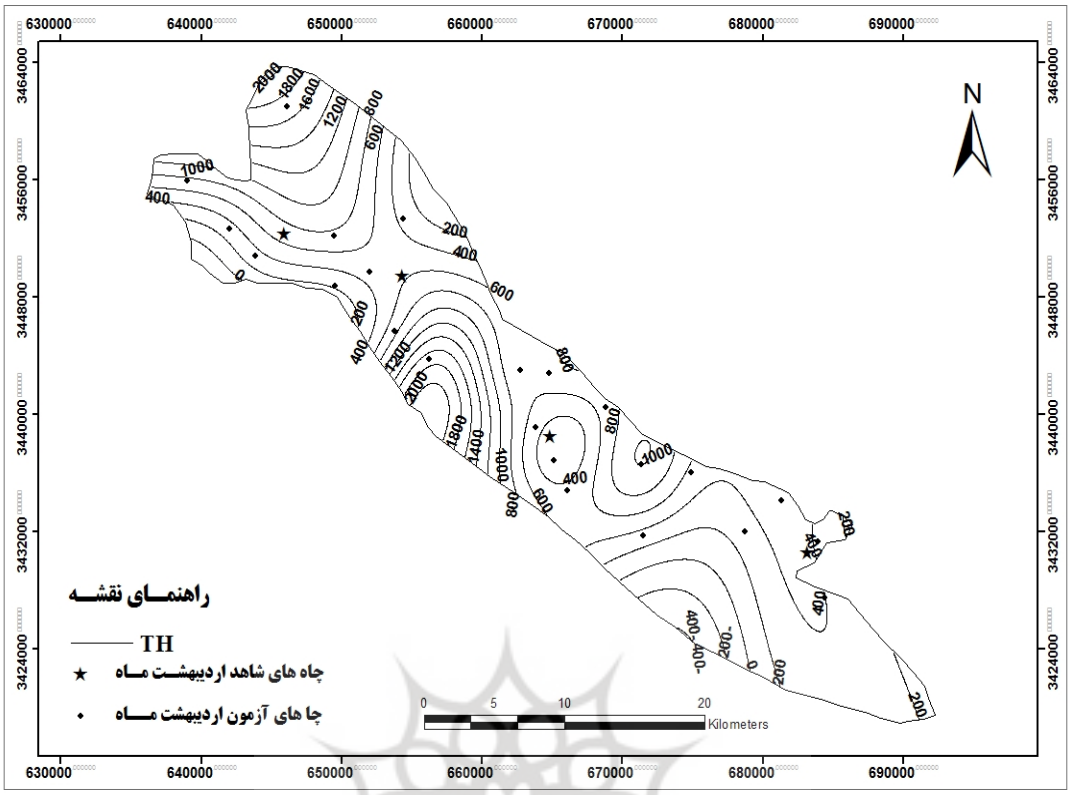
الف)نتایج حاصل از پهنه بندی کیفیت آب شرب در محدوده مورد مطالعه، جدای از میزان دقیق صحت آنها، نشان دهنده ی دو محدوده، یکی در شمال و دیگری شرق و مرکز منطقه، با شرایط نامطلوب آب از نظر شرب است. رسم خطوط هم ارزش TDS و TH که از فاکتور های اصلی در نمودار شولر است نیز مؤید این مطلب است (شکل های ٤ و ٥). با توجه به مطالعات انجام شده، علت نامطلوب بودن کیفیت آب در این مناطق می تواند 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 وضعیف بودن جبهه ی تغذیه در این ناحیه، میزان هدایت الکتریکی(EC) بالا است (شکل ٦).

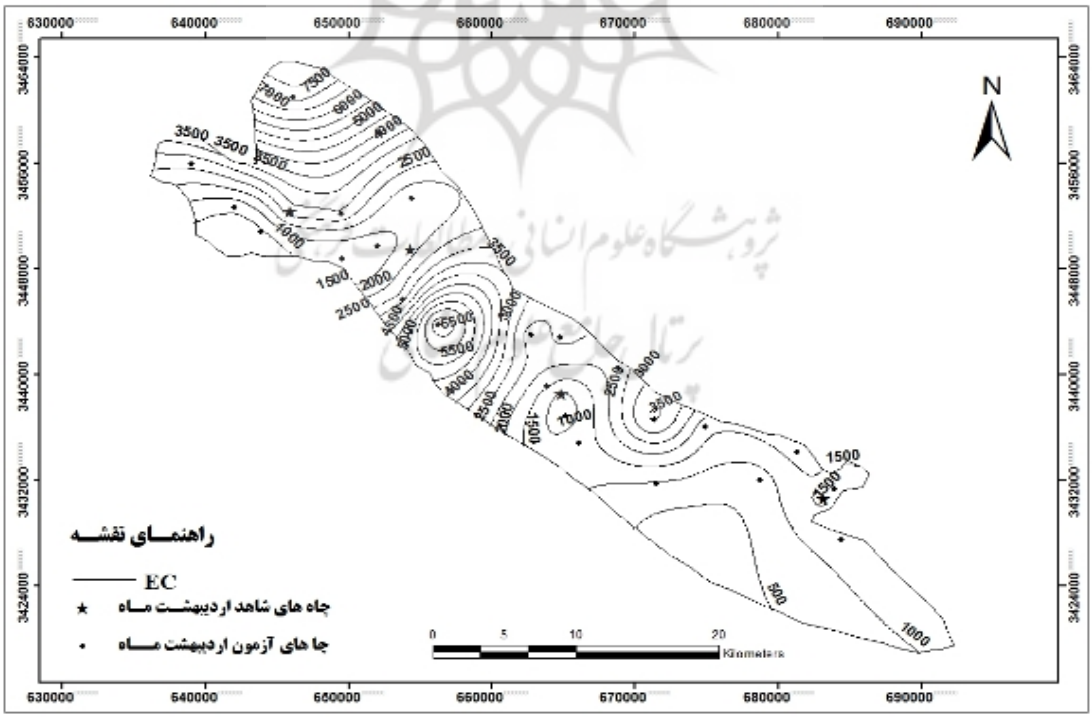
– در قسمت شرقی محدوده، افزایش ناگهانی میزان شوری و در نتیجه نامطلوب بودن کیفیت آب شرب احتمالاً به دلیل ارتباط آن از طریق معابر زیرزمینی با فاصله ی دور در خارج از حوضه است که اثبات این امر نیاز به مطالعه جداگانه‌ای دارد.



شکل ٤– باقیمانده خشک(TDS) نمونه‌ها در اردیبهشت ماه٨٦



شکل ۵- سختی کل آب(TH) نمونه‌ها در اردیبهشت ماه۸۶



شکل ٦- هدایت الکتریکی(EC) نمونه‌ها در اردیبهشت ماه۸۶

ب. از میان روش های مختلف میان یابی استفاده شده در این تحقیق، روش کریجینگ با سمی واریوگرام های نمایی(Exponentil) دایره ای (Circular) مناسب ترین روش‌ها برای پهنه بندی کیفیت آب شرب شناخته شدند. نتایج حاصل از این مطالعه با نتایج حاصل از تحقیق سایر محققین ازجمله لاستت و همکاران(۱۹۸۷)، کرسیس(۱۹۹۱)، وبر و انگلند(۱۹۹۲)، هاچینسون(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 کاتیون‌ها و آنیون‌ها در کیفیت آب ومیزانPH 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، (۱۳۸٦)، پهنه بندی دورههای خشک با استفاده از شاخص بارندگی استاندارد شده در محیط GIS (استان خراسان)، نشریه پژوهش های جغرافیایی مؤسسه جغرافیایی دانشگاه تهران، شماره ۱۰۸:٦۰-۹۷

ایزدی، عزیز ا... ، علیزاده، امین، داوری، کامران، قهرمان، بیژن، (۱۳۸٦)، مدیریت منابع آبهای زیرزمینی در مناطق خشک و نیمه خشک (مطالعه 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)، ۱۵۹-۱٤۱.

پورمقدس، حسین، (۱۳۸۱)، بررسی کیفیت آبهای زیرزمینی منطقه لنجانات اصفهان. مجله دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی، شماره ٤، صص:٤۰-۳۱

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:۹٦

جعفرزاده حقیقی فرد، نعمت اله، حسنی، امیرحسام، زین الدینی میمند، علی، حسیبی، علی، (۱۳۸٤)، 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 ۲٤، صص:۷۷-۸٦

دیندارلو، کاووس، علیپور، ولی، فرشیدفر، غلامرضا، ۱۳۸۵. کیفیت شیمیایی آب شرب بندرعباس، مجله پزشکی هرمزگان، سال دهم، شماره اول، صص:٦۵-۵۷

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

کیفی آب رودخانه دره مراد بیک همدان بر اساس شاخص‌و بهره گیری‌از سامانه اطلاعات جغرافیایی، مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی‌همدان، شماره ١٦.صص:٤٤-٣٨

عساکره، حسین، (۱۳۸۷)، کاربرد روش کریجینگ در میان یابی بارش، جغرافیا و توسعه، شماره ۱۲، صص:٤۲-۲۵

علوی پناه، سیدکاظم، خدایی، کمال، جعفربیگلو، منصور، (١٣٨٤)، مطالعه کارایی داده‌های ماهواره ای در بررسی کیفیت آب در دو سوی میانگذر دریاچه ارومیه، پژوهشهای جغرافیایی، ۳۷ (۵۳):۵۷-٦٩.

مهدوی، محمد، (۱۳۷۸)، هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم، جلد دوم، شماره ۲۱۲۵، صص: ۳۰٤-۲٦۱

وزارت نیرو، سازمان آب منطقه ای فارس، (١٣٨٤)، گزارش ادامه مطالعه محدوده آباده- سورمق (ادامه ممنوعیت) کد٤٤٠٢.

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.

Galllichand, 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.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی