Archive of SID

پیش‌بینی پراکنش مکانی اسیدیته آب‌های زیرزمینی دشت نیشابور با استفاده از تکنیک زمین آمار و سیستم اطلاعات جغرافیایی

امید توانا[1]، بهروز دهان‌زاده[2]

۱. دانشجوی کارشناسی‌ارشد آبیاری و زهکشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر Ot_omid59@yahoo.com
۲. استادیار گروه آبیاری و زهکشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر

تاریخ دریافت: ۸۹/۲/۱۱ **تاریخ پذیرش: ۸۹/۳/۲۸**

چکیده

امروزه مطالعات و بررسی‌های فراوانی در مورد کیفیت آب‌های زیرزمینی و پیشگیری از آلودگی این منابع در اکثر کشورها صورت گرفته است. این در حالیست که مشخص شده است کیفیت آب‌های زیرزمینی دارای مقیاس مکانی و زمانی بوده و نمی‌توان آن را در طول زمان و مکان ثابت فرض کرد. در تحقیق حاضر به بررسی روش‌های میانیابی جهت پیش‌بینی اسیدیته آب‌های زیرزمینی دشت نیشابور در سال آبی ۸۶-۸۷ واقع در استان خراسان رضوی پرداخته شده است. از آنجا که آمار کلاسیک قادر به در نظر گرفتن توزیع مکانی پارامترهای کیفیت آب‌های زیرزمینی نیست، از روش زمین آماری کریجینگ (Kriging) و با استفاده از نرم افزار GS+ به عنوان تکنیکی برای این هدف استفاده شده است. برای بررسی خطای میانیابی از تکنیک اعتبار سنجی حذفی و جهت مقایسه آماری مدل از میانگین خطای انحراف (MBE) و میانگین خطای مطلق (MAE) استفاده گردید. نتایج بدست آمده نشان داد که مقدار MBE تخمینگر برابر ۰/۰۰۲ و مقدار MAE، برابر ۰/۱۸ بوده که حاکی از دقت مناسب در برآورد می‌باشد. همچنین، واریوگرام مدل کروی به عنوان بهترین مدل برازش شده به ساختار فضایی داده‌ها تعیین گردید که با استفاده از پارامترهای مدل، نقشه‌های پهنه‌بندی مکانی اسیدیته دشت در محیط GIS ترسیم، و به صورت لایه‌های اطلاعاتی بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: ***زمین آمار، آب‌های زیرزمینی، دشت نیشابور، اسیدیته، واریوگرام.***

مقدمه

امروزه زمین آمار در بسیاری از علوم وارد شده و در مطالعات مختلف از آن استفاده می‌گردد به ویژه در مطالعاتی که نیاز به میانیابی و برآورد می‌باشد از این روش استفاده می‌شود. خطای مربوط به نحوه میانیابی از جمله خطاهایی است که بر روی داده‌های نقطه‌ای اعمال می‌شود و عمده این نوع خطاها مربوط به نامناسب بودن روش انتخابی جهت میانیابی است. به فرآیند برآورد ارزش‌های کمی، بر روی نقاط فاقد داده به کمک نقاط مجاور و معلوم (که به نام پیمونگاه، نمونه، و یا مشاهده موسوم‌اند) میانیابی گویند. بنا بر این، میانیابی به معنای تبدیل داده‌های نقطه‌ای به داده‌های پهنه‌ای است. روش‌های میانیابی در

www.SID.ir

Archive of SID

دهه ۱۹۶۰ ابداع شدند و کاربرد آن در استخراج معادن و سپس در علوم دیگر گسترش یافت[۵]. پیشرفت تکنولوژی و توسعه کشورها و افزایش اطلاعات در زمینه‌های مختلف، باعث ایجاد تفکر در بشر جهت ایجاد سیستم‌هایی شد تا دسترسی آسان به اطلاعات متنوع و تجزیه و تحلیل را تسهیل نماید[۲]. یکی از سیستم‌ها، تکنولوژی اطلاعات جغرافیایی است،که از سال ۱۹۶۰ در آمریکا و کانادا توسعه یافت. سیستم اطلاعات جغرافیایی، ابزاری قدرتمند برای کار با داده‌های مکانی می‌باشد. در محیط GIS حجم بسیار زیادی از داده‌ها را می‌توان با سرعت زیاد و هزینه نسبتاً کم نگهداری و بازیابی نمود. آنالیز همزمان داده‌های مختلف مکانی و توصیفی، مهم‌ترین قابلیتGIS است که نمی‌توان آن را با سایر روش‌ها انجام داد[۱].

اکبری و همکاران [۱]، بمنظور ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی دشت میاناب شوشتر از روش میانیابی کریجینگ استفاده نمودند. همچنین، بررسی تغییرات مکانی سه ویژگی هدایت الکتریکی،کلر و سولفات آب‌های زیرزمینی دشت بالارود در استان خوزستان توسط نظری‌زاده و همکاران [۴]، بیانگر تابعیت این ویژگی‌ها از روش کریجینگ کروی بود. محمدی و همکاران [۳]، نیز به منظور مقایسه روش‌های مختلف میانیابی برای بررسی تغییرات مکانی TDS (غلظت املاح محلول در آب)، از سه روش کریجینگ، عکس فاصله (IDW) و فاصله (NDW) در توان‌های مختلف استفاده نمودند و در نهایت روش کریجینگ را به عنوان بهترین روش برآورد کیفی TDS معرفی نمودند. تئودوسیو و لاتینوپولوس [۶]، سطح آب زیرزمینی در حوضه Anthemountas در شمال یونان را با استفاده از روش کریجینگ میانیابی نمودند، و صحت مقادیر میانیابی شده را با روشC.V تخمین زدند. یئوسان و همکاران [۱۸]، به مقایسه سه روش میانیابی وزن دهی عکس فاصله، توابع پایه شعاعی، و کریجینگ برای پیش بینی تغییرات زمانی و مکانی عمق آب زیرزمینی در کویر مین کین در شمال چین پرداختند. مقایسه مقادیر مشاهده شده با مقادیر میانیابی شده نشان داد روش کریجینگ معمولی به عنوان روش بهینه جهت میانیابی عمق آب زیرزمینی می‌باشد. سالاری جزی و همکاران [۲]، روش‌های کریجینگ و کوکریجینگ را در محاسبه تراز سطح آب زیرزمینی در سطح دشت میاناب به کار بردند. نتایج حاصل بیانگر این مطلب بود که هر دو روش تراز سطح آب زیرزمینی را در حالت نقطه‌ای بیشتر از مقدار واقعی برآورد می‌کنند و روش کوکریجینگ دارای دقت بالاتری نسبت به روش کریجینگ است اما این تفاوت شاخص نمی‌باشد. حسینی و همکاران[۱۳]، بروی هدایت هیدرولیکی خاک‌ها در جنوب غرب ایران کار کردند آنها چند روش میانیابی را مورد مقایسه قرار دادند در روش‌های مورد بررسی در این مطالعه شامل کریجینگ معمولی، کریجینگ عمومی، میانگین متحرک، میانگین متحرک وزن دار و روش Traingulation می‌باشد. نتایج تحقیق حاکی از آن است که سه روش کریجینگ معمولی با MAE برابر ۱/۳۷ متر در روز، کریجینگ عمومی با روند خطیMAE برابر ۱/۳۸ متر در روز و روش میانگین متحرک وزن‌دار با درجه ۲، MAE برابر ۱/۳۹متر در روز دارای کم‌ترین مقدارMAE و مناسب ترین روش

www.SID.ir

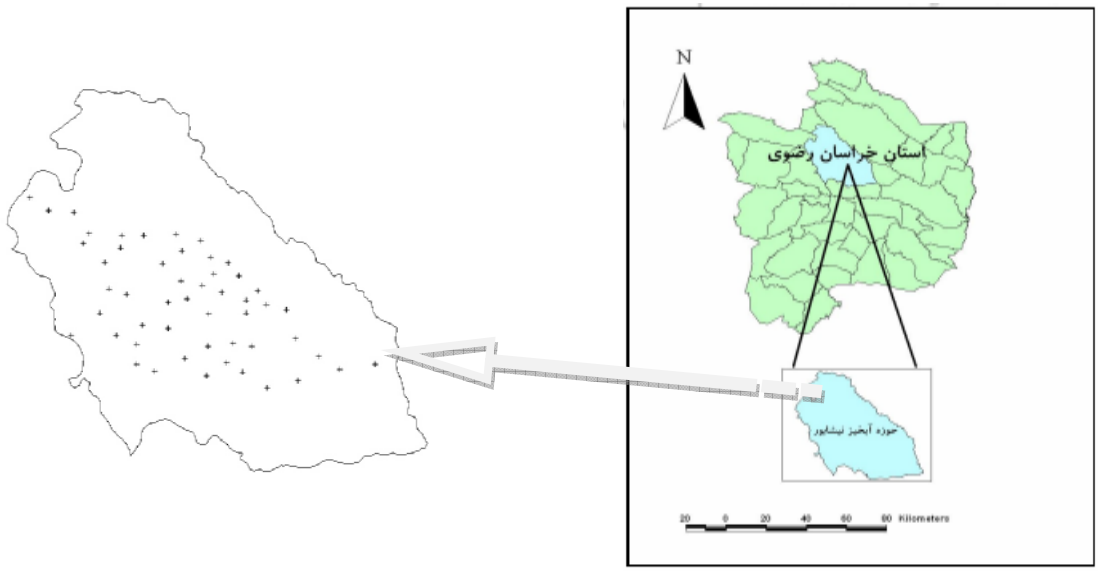
Archive of SID

می‌باشد. یافته‌های تحقیقات فوق نشان می‌دهد که دقت هر یک از تخمین‌گرهای زمین آماری، بسته به ارتباط فضایی داده‌های مورد بررسی، می‌توانند به عنوان روشی مناسب معرفی شوند. از آنجایی که متغیرهای محیطی مختلفی در این ارتباط فضایی بین نقاط فاقد نمونه‌برداری تاثیر گذار هستند، لذا شناخت بهترین تخمین‌گر و بهترین مدل واریوگرامی در بررسی تغییرات یک پارامتر به منظور ارائه یک نتیجه صحیح و درست در مقیاس محلی و منطقه‌ای از ضروریات امر است. بدین منظور این تحقیق جهت پیش‌بینی تغییرات مکانی اسیدیته آب‌های زیرزمینی با استفاده از روش‌های درون‌یابی و سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام شده است. که در این راستا بهترین مدل واریوگرامی برازش داده شده (به همراه پارامترهای مربوطه) تعیین و نقشه پهنه‌بندی اسیدیته دشت در محیط GIS ترسیم گردیده است.

مواد و روش‌ها

دشت نیشابور جزیی از حوزه آبخیز کالشور نیشابور می‌باشد که در دامنه جنوبی ارتفاعات بینالود و در شمال شرق کویر مرکزی ایران واقع شده است. این حوضه در طول جغرافیایی ′۵۸°۱۷ تا ′۵۹°۳۰ و عرض جغرافیایی ′۳۵°۴۰ تا ′۳۶°۳۹ واقع شده و از شمال به خط الراس ارتفاعات بینالود، از شرق به بلندی‌های لیلاجوق و یال پلنگ، از جنوب به تپه ماهورهای نیزه‌بند، سیاه کوه و کوه نمک و از غرب به حوزه آبخیز دشت سبزوار محدود می‌شود. وسعت کل حوضه ۷۳۵۰ کیلومتر مربع است که ۳۱۶۰ کیلومتر مربع آن را ارتفاعات و بقیه آن یعنی ۴۱۹۰ کیلومتر مربع را دشت تشکیل می‌دهد. بلندترین نقطه منطقه در ارتفاعات بینالود واقع بوده که از سطح دریا ۳۳۰۰ متر ارتفاع دارد. پایین‌ترین نقطه در محل خروجی

شکل(۱): موقعیت منطقه و نقاط نمونه برداری چاه‌های مورد مطالعه



www.SID.ir

Archive of SID

دشت (حسین آباد جنگل) قرار دارد که حدود ۱۰۵۰ متر از سطح دریا بلندتر است[۲].

شکل (۱) موقعیت دشت مورد مطالعه در استان خراسان رضوی و موقعیت مکانی نقاط نمونه برداری را در دشت نیشابور نشان می‌دهد. نقاط مورد نظر در این تحقیق مربوط به چاه‌های عمیق نمونه‌برداری شده در اردیبهشت ماه و سال آبی ۸۶-۸۷ می‌باشند. چون چشمه‌ها و قنات‌ها نمی‌توانند معرف کیفیت آب در نقطه مورد نظر به حساب آیند حذف شدند و اطلاعات مربوط به ۵۱ نقطه نمونه‌گیری مورد تحلیل قرار گرفت.

روش میانیابی

میانیابی را به چند روش می‌توان انجام داد، در ابتدا می‌توان این روش‌ها را به دو گروه همگانی (منطقه‌ای) و محلی طبقه‌بندی نمود. میانیابی همگانی تمامی نقاط معلوم را جهت برآورد ارزش نقطه یا نقاط نامعلوم بکار می‌گیرد. در روش محلی جهت برآورد هر نقطه نامعلوم تنها نمونه‌هایی از نقاط معلوم بکار می‌رود. در طبقه‌بندی دیگر، دقت روش ملاک طبقه‌بندی است. در روش رسا (Exact) مقادیر برآورد شده به مشاهدات (اندازه‌گیری‌ها) نزدیک‌تر است، در حالی‌که در روش نارسا (Inexact)، سطحی را برآورد می‌کند که از نقاط معلوم می‌گذرد. روش‌های میانیابی از هر نوع که باشند، می‌توانند به صورت معادله‌ای خطی یا غیر خطی باشند. معادله کلی میانیابی به صورت معادله (۱) است و تفاوت روش‌های مختلف در نحوه برآورد فاکتور وزنی معادله می‌باشد:

$$Z^*(xo) = \sum_{i=1}^{N} \lambda_i Z(xi) \qquad (۱)$$

که در آن: $Z^*(xo)$: مقدار برآورد شده درموقعیت xo، $Z(xi)$: مقدار اندازه‌گیری شده در موقعیت xi، λi: فاکتور وزنی ایستگاه در موقعیت xi، و i: معرف نقاط اندازه‌گیری شده و N: تعداد کل ایستگاه‌ها است.

جهت ارزیابی و دقت مدل تخمین‌گر زمین آماری و بررسی خطای میانیابی در تعیین شاخص‌های مورد نظر، در این تحقیق از تکنیک اعتبار سنجی حذفی (Cross-Validation) استفاده گردید. در این تکنیک برای هر یک از نقاط اندازه‌گیری شده که معمولاً تنها ابزار مقایسه می‌باشند، می‌توان تخمین انجام داد. سپس به مقایسه مقدار مشاهده‌ای و تخمین پرداخت، بدین ترتیب که در روش اعتبار سنجی متقابل، یک نقطه حذف و با استفاده از سایر نقاط و اعمال روش میانیابی مورد نظر، برای این نقطه تخمین صورت می‌گیرد. سپس این نقطه به محل خود برگردانده می‌شود و نقطه بعدی حذف می‌گردد. به همین ترتیب برای تمام نقاط برآورد صورت می‌گیرد. مقادیر مشاهده‌ای و برآورد شده مقایسه گردیده و خطای برآورد با استفاده از مدل‌های آماری که در این تحقیق شامل، میانگین خطای انحراف (MBE) و میانگین خطای مطلق (MAE) است محاسبه می‌شود. مقادیر فوق از فرمول‌های (۲) و (۳) قابل محاسبه است.

(۲)

$$MBE = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(Z^*(x0) - Z(xi))$$

(۳)

$$MAE = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\left|Z^*(x0) - Z(xi)\right|$$

که در آن: $Z^*(xo)$: مقدار برآورد شده متغیر،

www.SID.ir

Archive of SID

Z(xi): مقدار اندازه‌گیری شده متغیر مورد نظر، N: تعداد کل نمونه‌ها است. هر چه مقدار این پارامترها به صفر نزدیکتر با شد نشان دهنده بالا بودن دقت مدل است. در واقع MAE، معرف دقت روش و مقدار متوسط خطا است که هر چه به صفر نزدیک‌تر باشد بهتر است. و مقدار MBE نشانگر میانگین انحراف مقدار برآوردی از مقدار مشاهده شده است، که مسلماً هر چه کمتر باشد بهتر است. در عمل مقدار این دو صفر نمی‌شود. از نظر تئوری هرگاه این دو مقدار برابر صفر شوند، نمایانگر این مطلب است که دقت روش صد در صد بوده و مقدار تخمین زده شده یک کمیت، دقیقاً برابر مقدار واقعی آن می‌باشد. MAE معیار قوی‌تری نسبت به MBE می‌باشد که در اکثر تحقیقات برای مقایسه دقت روش‌های میانیابی به کار می‌رود.

نتایج و بحث

پس از آنالیز داده‌ها و اطمینان از نرمال بودن آنها با استفاده از لگاریتم‌گیری، اقدام به نرمال کردن و برازش واریوگرام مناسب به ساختار مکانی داده‌ها و تعیین پارامترهای مورد نظر با استفاده از نرم افزار GS+ گردید که نتایج آن در جدول (۱) و شکل (۳) آورده شده است. با توجه به جدول فوق مناسب‌ترین واریوگرام جهت پایش مکانی پارامتر PH مدل کروی است. همچنین بررسی ساختار مکانی بر اساس معیار C/C+C0 انجام گرفته است. در صورتی‌که این نسبت بیشتر از ۰/۵ باشد ساختار مکانی داده‌ها خوب و در حالت کمتر از ۰/۵ ساختار مکانی ضعیف است که در مورد پارامتر مورد بررسی دارای ساختار خوب می‌باشد.

با استفاده از جدول (۱) جهت تعیین واریوگرام مناسب به کمک نرم افزار GS+ می‌توان نتیجه گرفت:

- دامنه تاثیر به عنوان یکی از پارامترهای ساختار فضایی روی واریانس تخمین موثر است. در حقیقت با اضافه شدن دامنه تاثیر، واریانس تخمین کاهش می‌یابد.
- با افزایش حد آستانه‌ای، واریانس تخمین افزایش می‌یابد. این مسئله از آنجا ناشی می‌شود که با افزایش حد آستانه‌ای، واریانس کلی نمونه‌ها افزایش می‌یابد و در نتیجه تخمین حاصل نیز افزایش می‌یابد.
- مدل واریوگرام برازش داده شده به داده‌ها نیز بر روی واریانس تخمین موثر است. بدین معنی که مدل‌های واریوگرام نسبت به مدل‌های دیگر واریانس تخمین بالاتری ایجاد می‌کنند. به عنوان نمونه واریانس تخمین در شرایط ثابت نمونه‌برداری و پارامترهای یکسان واریوگرام (مانند حد آستانه‌ای، اثر قطعه‌ای و دامنه تاثیر)، برای

جدول (۱): مشخصات واریوگرام مناسب برازش داده شده اسیدیته آب زیرزمینی

Model	*Nugget Co*	*Sill Co+C*	*Range Parameter Ao*	*Effective Range A1*	*Proportion C/(C+Co)*	*R2*	*RSS*
Spherical	0.0029	0.038	211000	11000	0.924	0.760	1.06E-6
Exponetial	0.0026	0.063	211000	33000	0.959	0.752	1.10E-6
Linear	0.0030	0.026	81534	81534	0.867	0.765	1.53E-6
Linear to sill	0.0032	0.044	173800	73800	0.928	0.765	1.04E-6
Gaussian	0.0067	0.097	175600	4148	0.931	0.779	9.84E-6

www.SID.ir

Archive of SID

مدل کروی بیشتر از مدل نمایی می‌باشد. این مسئله ناشی از پیوستگی بیشتر مدل‌نمایی نسبت به مدل کروی است.

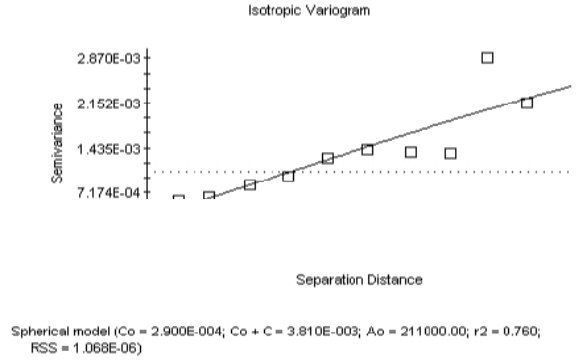
– با افزایش اثر قطعه‌ای، واریانس تخمین نیز افزایش می‌یابد.

– در مجموع با توجه به مقادیر پارامترهای جدول (۱) و موارد ذکر شده می‌توان مناسب‌ترین مدل واریوگرامی برازش داده شده به ساختار فضایی داده‌ها را مدل کروی دانست (شکل ۲)، که نسبت به مدل‌های نمایی، خطی و گوسی دارای واریانس تخمین بالاتری می‌باشد.

همچنین نقشه‌های پهنه‌بندی پراکنش توزیع مکانی اسیدیته دشت نیشابور با استفاده از روش کریجینگ و پارامترهای مدل کروی در شکل (۳) مناسب جهت مطالعه آب‌های زیرزمینی است. استفاده از این سیستم باعث صرفه جویی در وقت، هزینه و همچنین افزایش دقت در نتایج حاصل می‌شود.

- مناسب‌ترین مدل واریوگرامی به ساختار فضایی پارامتر اسیدیته دشت مدل کروی می‌باشد.
- با توجه به نسبت$C/C+C0$ وجود ساختار مکانی پارامتر مورد نظر خوب می‌باشد.
- با توجه به مقادیر MAE و MBE می‌توان نتیجه گرفت روش میانیابی کریجینگ دارای دقت بالایی در برآورد نقاط فاقد اندازه‌گیری می‌باشد.

در مجموع نمی‌توان یک روش را به عنوان



شکل (۲): نمودار مناسب‌ترین مدل واریوگرام کروی برازش داده شده

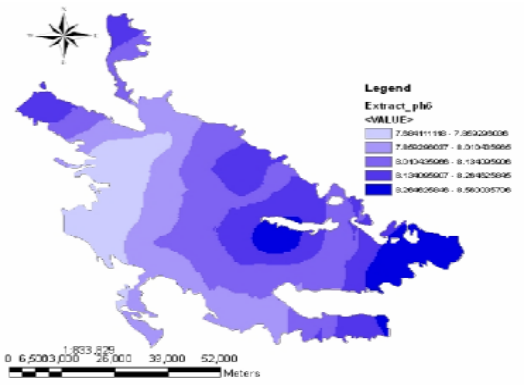
پس از زمین مرجع در محیط سامانه سیستم اطلاعات جغرافیایی ترسیم گردیده است.

نتیجه‌گیری

سیستم اطلاعات جغرافیایی و زمین آمار، تکنولوژی روش مناسب برای کل دشت‌ها تعمیم داد و عوامل مهم از جمله پراکنش نقاط نسبت به مرکز ثقل دشت، تعداد آنها و اختلاف ارتفاع دشت در دقت روش‌های میانیابی موثر است و لذا در هر دشت می‌بایست برآوردها به طور جداگانه صورت پذیرد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل (۳): نقشه پهنه‌بندی اسیدیته آب‌های زیرزمینی دشت نیشابور

منابع

۱- اکبری، ا.؛ کلانتری، ن. و رحیمی،م. ۱۳۸۶. بررسی و ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی دشت میاناب شوشتر با استفاده ازGIS. اولین همایش منطقه‌ای بهره‌برداری از منابع آب حوضه کارون و زاینده رود (فرصت‌ها و چالش‌ها). شهرکرد. ایران.

۲- سالاری جزی، م.زارعی،ح و تقیان،م.۱۳۸۸.کاربرد و ارزیابی روش‌های کریجینگ و کوکریجینگ در محاسبه‌تراز سطح آب زیرزمینی در سطح دشت میاناب(سال آبی۸۶-۱۳۸۵). دومین همایش ملی اثرات خشکسالی و راهکارهای مدیریت آن.اصفهان، ایران.

۳- محمدی، ص. سلاجقه،ع. مهدوی، م. و باقری، ر.۱۳۸۶. مقایسه برخی از روش‌های زمین آماری در بررسی تغییرات مکانی غلظت املاح محلول آب زیرزمینی دشت کرمان. نخستین همایش منطقه‌ای آب‌های زیرزمینی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد بهبهان. ایران.

۴- نظری‌زاده، ف. ارشادیان،ب. زندوکیلی،ک. و نوری امامزاده‌ای، م. ۱۳۸۵. بررسی تغییرات مکانی کیفیت آب زیرزمینی دشت بالارود در استان خوزستان. اولین همایش منطقه‌ای بهره برداری از منابع آب حوضه‌های کارون و زاینده رود (فرصت‌ها و چالش‌ها). شهرکرد. ایران.

5- Aronoff, S., 1989.Geographic information system, Management perpective , WDL publication ,Ottawa. Canada.

6- Theodossiou, N. Latinopoulos, P. 2007. Evaluation and optimization of groundwater observation networks using the kriging methodology. j. of Environmental Modeling and software.22(3):414.

www.SID.ir