DOI: http://dx.doi.org/10.22092/ijrdr.2012.3798

فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران
جلد ۱۹، شمارهٔ ۳، صفحهٔ ۵۴۵-۵۳۵ (۱۳۹۱)

بررسی تغییرات مکانی کیفیت آب زیرزمینی دشت سمنان- سرخه با استفاده از روشهای زمین‌آمار

مرضیه قمشیون[1*]، آرش ملکیان[2]، خسرو حسینی[3]، سعید قره‌چلو[4] و محمدرضا خاموشی[5]

۱*- نویسنده مسئول، کارشناس ارشد بیابان‌زدایی، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان
پست‌الکترونیک: mgh.kavir@gmail.com
۲- استادیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
۳- استادیار، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه سمنان
٤- مربی، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان
۵- کارشناس ارشد، شرکت آب منطقه‌ای استان سمنان

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۲/۱٦ تاریخ پذیرش: ۹۰/۷/۱٦

چکیده

امروزه به‌دلیل کمبود آب در کشور به‌خصوص در مناطق بیابانی و نیمه‌بیابانی، مدیریت بهینه و استفاده از منابع آب زیرزمینی لازم و ضروریست. در این پژوهش تغییرات پنج ویژگی هدایت‌الکتریکی، کلر، غلظت املاح محلول، سدیم و سولفات آبهای زیرزمینی دشت سمنان در طول دوره آماری مورد مطالعه (از سال آبی ۷۹-۷۸ تا ۸۹-۸۸) مورد بررسی قرار گرفت. به‌منظور انتخاب مدل مناسب برای برازش بر روی واریوگرام تجربی از مقدار ریشه مجذور مربعات خطای[1] کمتر و استحکام ساختار فضایی قویتر استفاده شد. به‌منظور پهنه‌بندی ویژگیهای کیفی آب از روش عکس فاصله با توان‌های ۱ تا ۵ و دو روش زمین‌آماری (کریجینگ و کوکریجینگ) استفاده گردید. سپس با استفاده از روش اعتبارسنجی حذفی، روش کوکریجینگ برای عاملهای کیفی در٦۷ درصد حالات در مقایسه با سایر روشهای میان‌یابی مورد بررسی دارای دقت بالا (MAE و MBE کم‌تر) می‌باشد. مقایسه نقشه‌های پهنه‌بندی مکانی عاملهای کیفی نشان داد که در طول دوره آماری ۱۱ ساله مورد بررسی میزان این عاملها به‌صورت هسته‌هایی در حال پیشروی به سمت چاه‌های انتخابی شماره ۱۵ و ۲۳ می‌باشد و همچنین در مرزهای دشت از یک روند افزایشی برخوردار است. ولی در قسمتهای مرکزی هر دو دشت سمنان و سرخه تغییر محسوسی در طی دوره آماری مشاهده نشد. از عوامل مؤثر بر نتایج بدست‌آمده می‌توان به لیتولوژی سازندهای حواشی، برداشت بی‌رویه از چاه‌های این مناطق، افزایش تبخیر و در نتیجه کاهش سطح تراز آب زیرزمینی و اعمال روش نامناسب آبیاری و کشاورزی در این منطقه اشاره کرد.

واژه‌های کلیدی: آب زیرزمینی، دشت سمنان - سرخه، کیفیت آب، واریوگرام، زمین‌آمار

1-RMSE

مقدمه

آب‌های زیرزمینی به‌عنوان بخش مهمی از آبهای تجدیدپذیر جهان به‌حساب می‌آیند. محاسبه منابع آب جهانی نشان می‌دهد که منابع زیرزمینی چیزی در حدود ۰/٦ درصد از کل منابع آب و٦۰ درصد از منابع آب تجدیدپذیر قابل دسترس را به خود اختصاص می‌دهد (The Department of Enviroment and Conservation NSW, 2007). برای استفاده بهینه از منابع آب موجود برنامه‌ریزی همه‌جانبه و آگاهانه الزامیست و این مهم جز با شناخت دقیق و صحیح کمیت و کیفیت آب میسر نخواهد شد. در کشورهای در حال توسعه و جهان سوم، بیشترین توجه به یافتن سفره‌های آب زیرزمینی مناسب جهت تأمین آب مورد نیاز شرب و کشاورزی معطوف گردیده است و این در حالیست که کمتر به حفظ کیفی آبخوان‌ها توجه می‌شود (Gunay, Kangaroglu & 1997).

از آن‌جا که آمار کلاسیک قادر به در نظر گرفتن توزیع مکانی عاملهای کیفیت و کمیت آب‌های زیرزمینی نبوده، بنابراین از زمین‌آمار به‌عنوان تکنیکی برای این هدف استفاده می‌شود (مدنی، ۱۳۷۳). امروزه به‌طور وسیعی از روشهای مختلف زمین‌آماری برای پیش‌بینی تغییرات مکانی کیفیت آب زیرزمینی استفاده می‌شود. قهرمان و همکاران (۱۳۸۲) در تحقیق خود تحت‌عنوان کاربرد زمین‌آمار در ارزیابی شبکه‌های پایش کیفی آب زیرزمینی به این نتیجه رسیدند که مناسبترین مدل واریوگرام برای نیترات، مدل نمایی و برای هدایت‌الکتریکی مدل خطی سقف‌دار می‌باشد و نیز نقشه‌های توزیع مقادیر و خطای تخمین این عاملهای کیفی به روش کریجینگ ترسیم شد. Kravchenko *et al.*, (1999)از چندین روش میان‌یابی برای تهیه نقشه‌های هم‌ارزش مقدار پتاسیم و فسفر خاک استفاده کردند. روشهای استفاده شده شامل کریجینگ معمولی، کریجینگ لوگ نرمال و عکس فاصله بود. نتایج بدست‌آمده نشان داد که روش کریجینگ لوگ‌نرمال می‌تواند تخمین دقیق‌تری را نسبت به روش کریجینگ معمولی داشته باشد. محمدی (۱۳۸٦)، در بررسی تغییرات مکانی کیفیت و کمیت آب‌های زیرزمینی دشت کرمان به این نتیجه رسید که برای عاملهای کلر، سدیم، سولفات، هدایت‌الکتریکی، غلظت املاح محلول و pH روش کوکریجینگ روش مناسب می‌باشد. Jing Lee *et al.*, (2007) در تحقیق خود تحت‌عنوان ارزیابی خطر بالقوه سلامتی در آب‌های زیرزمینی آلوده به آرسنیک با استفاده از شاخص کریجینگ به‌کمک این روش زمین‌آماری نقشه توزیع مکانی آرسنیک را در دشت لانیانگ واقع در شمال شرقی تایوان تهیه کردند و ٦ منطقه را با آب زیرزمینی دارای آرسنیک بالا (بیش از ۱۰ درصد استاندارد جهانی) در این نقشه شناسایی کردند. آنها در این تحقیق مدل نمایی را به‌عنوان بهترین مدل سازگار با واریوگرام منطقه معرفی کردند. Hill *et al.*, (2009) برای مدیریت منطقه‌ای آب‌های آلوده به آرسنیک در منطقه شمال‌غربی بنگلادش، از روش کریجینگ معمولی برای تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی مکانی آبهای آلوده به آرسنیک استفاده نمودند. و برای تهیه واریوگرام تجربی و نقشه‌های پهنه‌بندی میزان غلظت آرسنیک، از شبکه نمونه‌برداری تصادفی و از پایگاه داده‌ها استفاده شد. از مناطق نمونه‌برداری نشده ارزیابی صحیحی توسط نقشه‌های کریجینگ صورت گرفت. و آنها اذعان داشتند که روشهای زمین‌آماری از قبیل کریجینگ اطلاعات را بر روی ساختار خاصی از آلودگی آرسنیک در حوضه اکتشافی با مقیاس کوچک، درون‌یابی می‌کند

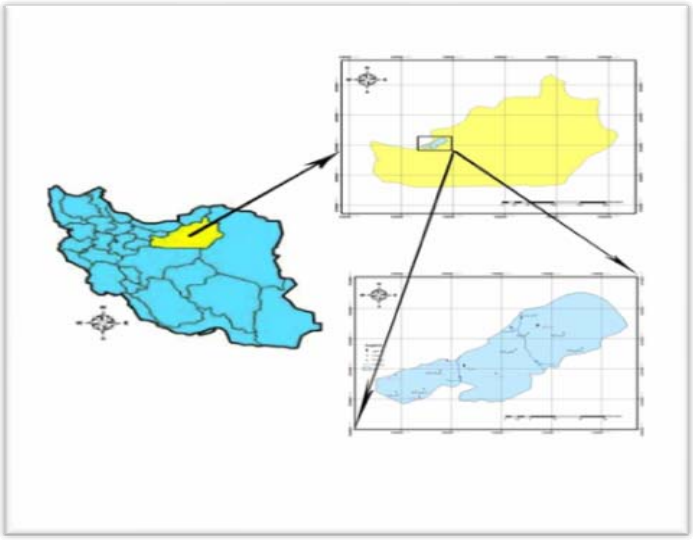
Baalousha *et al.*, (2010) در ارزیابی شبکه پایش میزان نیترات آب زیرزمینی با استفاده از نقشه‌های آسیب‌پذیری و زمین‌آماری در دشت هریتانگا واقع در نیوزلند، برای تهیه نقشه آسیب‌پذیری منطقه از روش دراستیک و برای بررسی توزیع‌های مکانی منطقه از واریانس کریجینگ استفاده نمودند. بر اساس این مطالعه مشخص شد که بعضی مناطقی که دارای آسیب‌پذیری بالایی هستند توسط شبکه موجود پوشش داده نمی‌شوند. بنابراین بعضی مکان‌ها باید به شبکه اضافه و تعدادی باید حذف شوند.

هدف از مطالعه حاضر بررسی تغییرات کیفیت آب زیرزمینی دشت سمنان به‌منظور اعمال مدیریت بهره‌برداری بهینه بر منابع آب می‌باشد.

مواد و روشها

موقعیت منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق دشت سمنان می‌باشد. دشت سمنان در مختصات ۵۳ درجه و ۳ دقیقه تا ۵۳ درجه و ۳۵ دقیقه طول شرقی و از ۳۵ درجه و ۲۲ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۳۹ دقیقه عرض شمالی قرار دارد و مساحت آن ۷۰۳ کیلومترمربع است. از شمال به کوه‌های پیغمبران و چغندرون از شرق به کوه‌های سه برادران از غرب به سیاه‌تپه و لاسجرد و از جنوب به ارتفاعات حاجی‌آباد خوریان و دشت بیابانک منتهی می‌شود و شهر سمنان تقریباً در مرکز دشت واقع است. نقشه آن در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان و ایران

روش تحقیق

پس از جمع‌آوری آمار و اطلاعات و انتخاب پایه زمانی مشترک، آمار موجود از نظر کیفیت بررسی گردید. بدین منظور آزمون داده‌های پرت و آزمون نرمالیته بر روی داده‌ها مورد بررسی قرارگرفت. به‌منظور بررسی آمار از نظر همگنی، از روش آزمون توالی (Run Test) استفاده شد. برای بازسازی نواقص آماری از روش همبستگی یک متغیره استفاده شد، به این ترتیب همبستگی بین ایستگاه‌ها توسط نرم‌افزار آماری SPSS محاسبه گردید.

پس از کنترل کیفی داده‌ها تغییرات پنج ویژگی هدایت‌الکتریکی، کلر، غلظت املاح محلول، سدیم و سولفات آبهای زیرزمینی دشت سمنان در طول دوره آماری مورد مطالعه (از سال آبی ۷۹-۷۸ تا ۸۹-۸۸) مورد بررسی قرار گرفت.

در این پژوهش برای پهنه‌بندی مکانی عاملهای کیفی آب زیرزمینی شامل عاملهای هدایت‌الکتریکی، کلر، غلظت املاح محلول، سدیم و سولفات آب زیرزمینی از اطلاعات مربوط به ۳۰ نمونه چاه انتخابی دشت سمنان استفاده گردید. پس از نرمال‌سازی داده‌ها اقدام به ترسیم واریوگرام گردید. به‌منظور انتخاب مدل مناسب برای برازش بر روی واریوگرام تجربی از مقدار RMSE کمتر و استحکام ساختار فضایی قویتر استفاده شد. نسبت اثر قطعه‌ای به آستانه را می‌توان برای ارزیابی ساختار فضایی داده‌ها مورد بررسی قرار داد. وقتی این نسبت کمتر از ۰/۲۵ باشد متغیر مورد نظر دارای ساختار مکانی قوی می‌باشد، بین ۰/۷۵-۰/۲۵ ساختار مکانی متوسط بوده و هنگامی‌که بزرگ‌تر از ۰/۷۵ باشد ساختار مکانی ضعیف می‌باشد (Shi *et al.*, 2007). برای پهنه‌بندی ویژگیهای کمی آب از روش عکس فاصله با توان‌های ۱ تا ۵ و دو روش زمین‌آماری (کریجینگ و کوکریجینگ) در نرم‌افزار ArcGIS استفاده گردید. در روش کوکریجینگ، پس از تشکیل ماتریس همبستگی، از داده‌های کلر به‌عنوان متغیر کمکی EC و TDS و از داده‌های TDS به‌عنوان متغیر کمکی کلر و سدیم که ضریب همبستگی بالای ۰/۸ را نشان دادند، استفاده شد. به‌منظور ارزیابی روشهای درون‌یابی از روش اعتبارسنجی حذفی (MAE و MBE کمتر) استفاده شد و درنهایت بر اساس بهترین روش میان‌یابی اقدام به تهیه نقشه‌های مورد نظر گردید. و پس از آن با مقایسه این نقشه‌ها در طول دوره آماری تغییرات کیفیت آب زیرزمینی، و عوامل مؤثر بر این تغییرات مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج

ابتدا اقدام به ترسیم واریوگرام تجربی گردید. جدولهای ۱ و ۲ مدل مناسب برازش داده شده بر روی واریوگرام و عامل‌های مربوطه را نشان می‌دهد. برای نمونه واریوگرام‌های مربوط به عاملهای غلظت املاح محلول و هدایت‌الکتریکی آب زیرزمینی در انتهای دوره آماری در شکل‌های ۲ و ۳ نشان داده شده است. همچنین نقشه موقعیت مکانی چاه‌های انتخابی و رودخانه‌ها در سطح دشت سمنان در شکل ٤، نقشه‌های پهنه‌بندی عاملهای کیفی آب زیرزمینی در ابتدا و انتهای دوره آماری در شکلهای ۵ تا ١٤، نقشه زمین‌شناسی و سطح ایستابی آب زیرزمینی در انتهای دوره آماری در شکل‌های ۱۵ و ١٦ نشان داده شده است.

جدول ۱- مشخصات واریوگرام مناسب برازش شده میزان عاملهای **کیفی در سال آماری ۷۸**

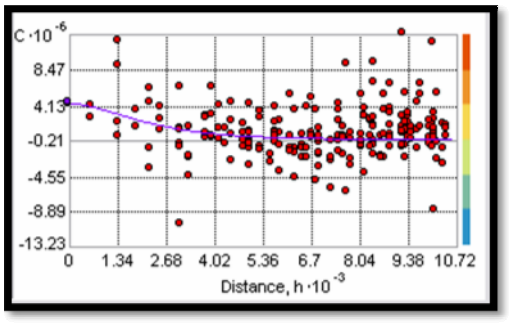
عامل کیفی	مدل	واریوگرام	اثر قطعه‌ای	سقف	دامنه تأثیر	r^2
TDSmg/lit	Exponential	کوواریوگرام	٥٢٧٦٣٤/٠٤	١١٥٣٦٥٩/٦٨	٩٧٦٨/٤٦	٠/٨٩**
Ec mmos/cm	Exponential	سمی‌واریوگرام	١١٧٧٩٩٦/٠٥	٢٦٠٢٣٨٤/١٢	٩٧٦٩/٢٨	٠/٨٩**
Cl^- meq/lit	Exponential	کوواریوگرام	٦٠٩١٤/١١	١٠٧٢١٧٨	١٠٣٢١/٨٤	٠/٨٩**
SO_4^{--} meq/lit	Cirular	سمی‌واریوگرام	١٩/٩٥	١٣٢/٥	٢٨٤٦٠/٩٨	٠/٧٩**
Na^+ meq/lit	Exponential	کوواریوگرام	٨٢٦٠٧٧/٣٩	٨٥٥٢١٦/٣٩	١٠٤٤٥/٢٥	٠/٧٤**

** حدود اطمینان ۹۹ درصد

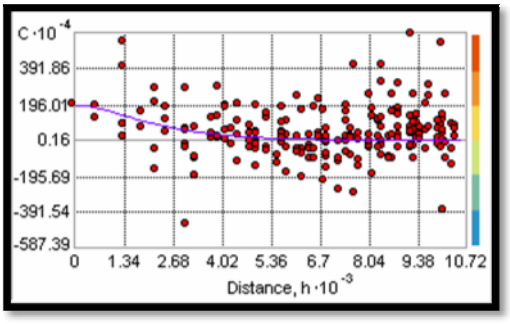
جدول ۲ – مشخصات واریوگرام مناسب برازش شده میزان عامل‌های کیفی در سال آماری ۸۸

عامل کیفی	مدل	واریوگرام	اثر قطعه‌ای	سقف	دامنه تأثیر	r^2
TDSmg/lit	K-Bessel	کوواریوگرام	۳۸/٤٤	۱۹۱٦٤۸۹/۷٤	۵۵۷۰/۷۲	۰/۸۸**
Ec mmos/cm	K-Bessel	کوواریوگرام	۳۸/۳۸	٤۳۱۲٤٦۱/۷۸	۵۵٦۷/۳٤	۰/۸۸**
Cl^- meq/lit	Hole effect	کوواریوگرام	۰/۱۳۱	۰/۲۸۳	۷۱٤٦/۵۵	۰/۸۹**
SO_4^{--} meq/lit	Exponential	سمی‌واریوگرام	۰/۲۵۵	۰/۷۱۱	۵۲۵۸۳/٤۷	۰/۵۵**
Na^+ meq/lit	Rational Quadratic	کوواریوگرام	۵/۸۵	۷٦/٤۱	٦۹۱۰/۵۱	۰/۷۷**

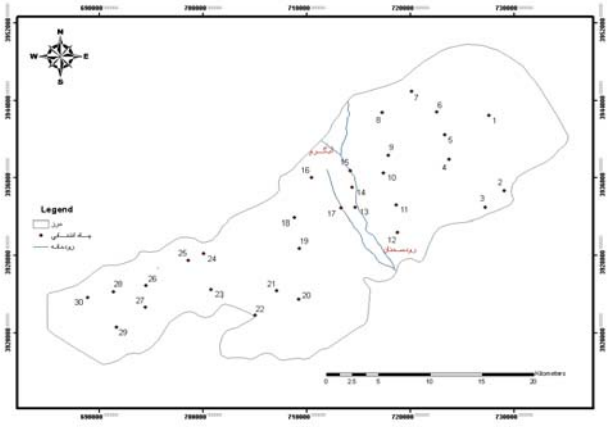
** حدود اطمینان ۹۹ درصد



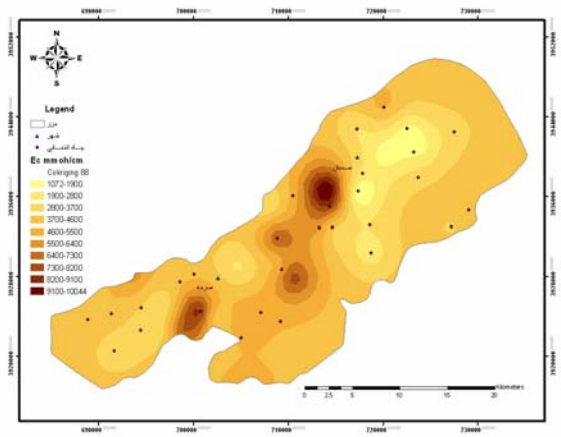
شکل ۲– واریوگرام TDS آب زیرزمینی (بهار ۱۳۸۸)



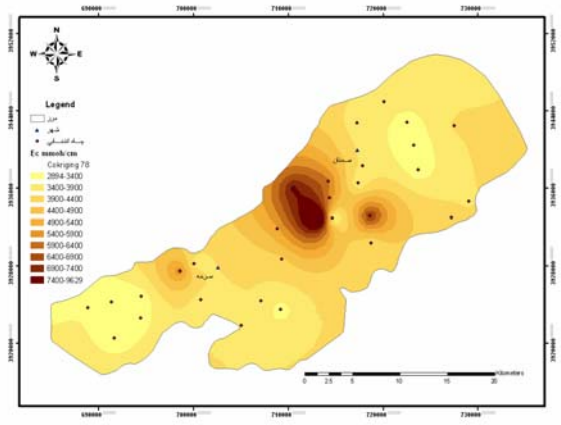
شکل ۳– واریوگرام Ec آب زیرزمینی (بهار ۱۳۸۸)



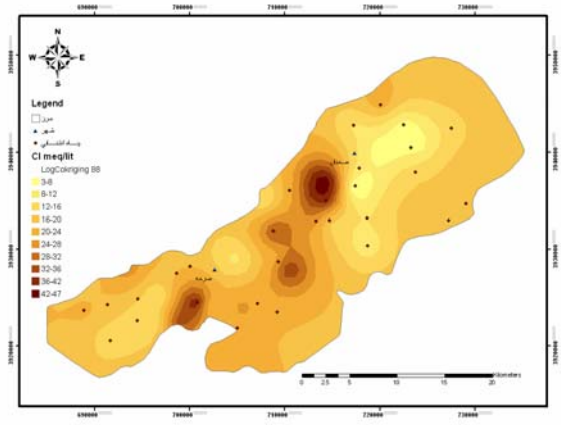
شکل ٤– موقعیت مکانی چاه‌های انتخابی و رودخانه‌ها در سطح دشت سمنان



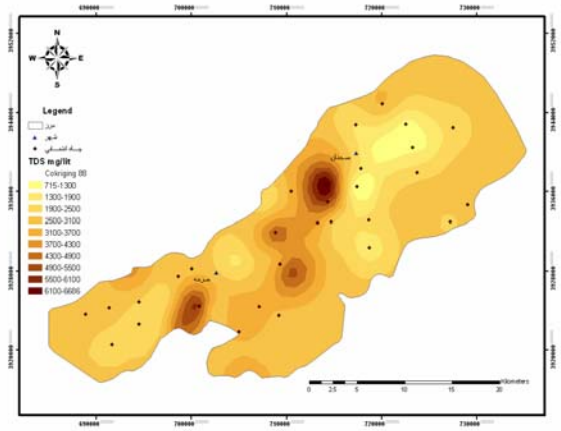
شکل ۵– پهنه‌بندی مکانی میزان Ec (بهار ۱۳۷۸)



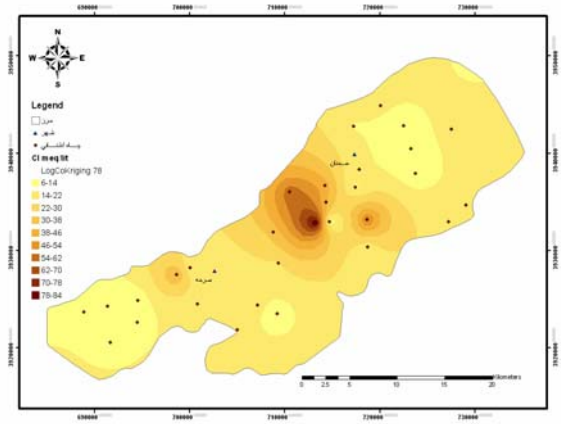
شکل ٦- پهنه‌بندی مکانی میزان Ec (بهار ۱۳۸۸)



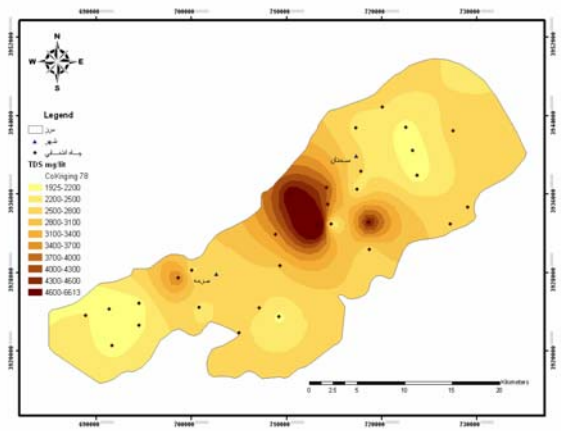
شکل ۹- پهنه‌بندی مکانی میزان -Cl (بهار ۱۳۷۸)



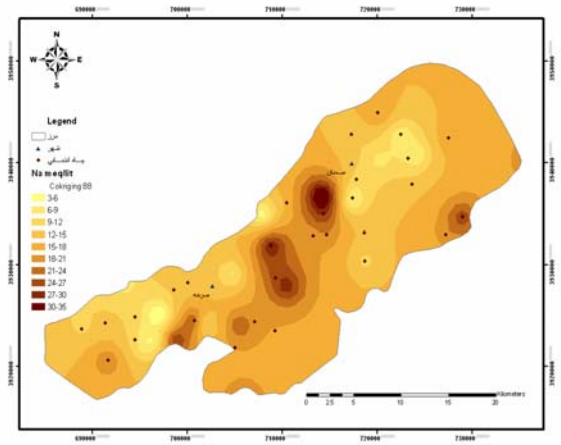
شکل ۷- پهنه‌بندی مکانی میزان TDS (بهار ۱۳۷۸)



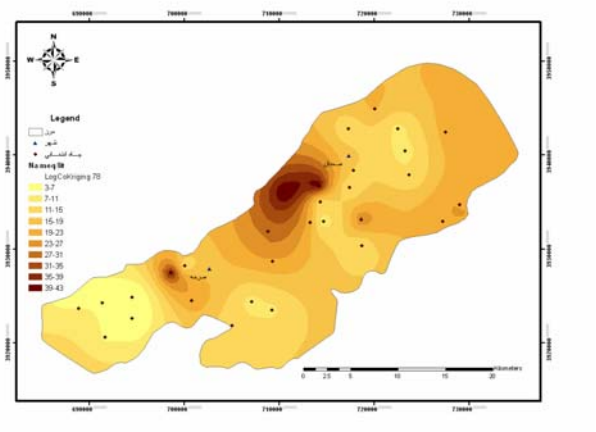
شکل ۱۰- پهنه‌بندی مکانی میزان -Cl (بهار ۱۳۸۸)



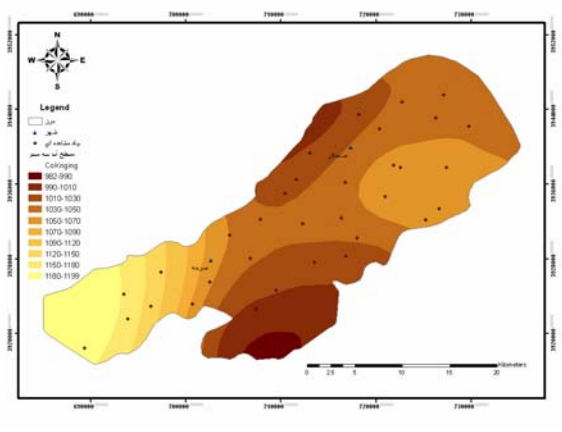
شکل ۸- پهنه‌بندی مکانی میزان TDS (بهار ۱۳۸۸)



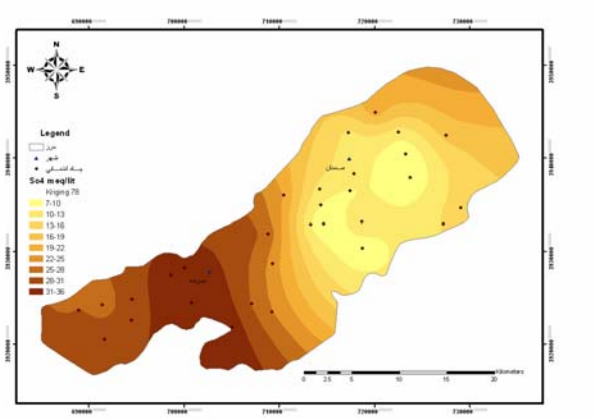
شکل ۱۱- پهنه‌بندی مکانی میزان +Na (بهار ۱۳۷۸)



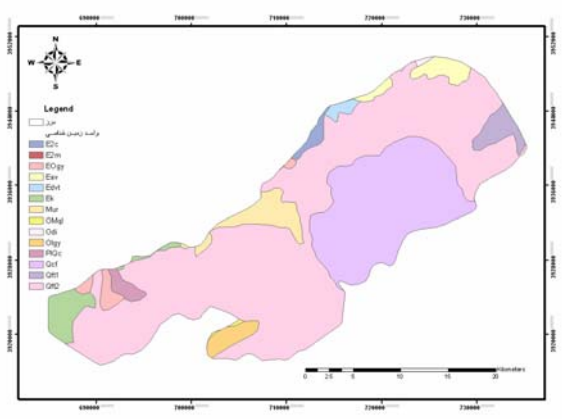
شکل ۱۲- پهنه‌بندی مکانی میزان +Na (بهار ۱۳۸۸)



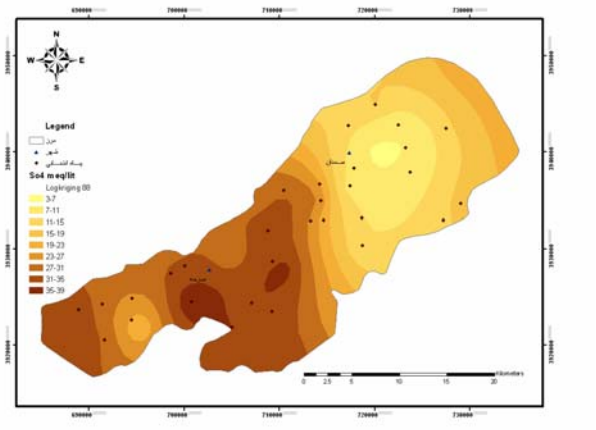
شکل ۱۵- نقشه زمین‌شناسی دشت سمنان



شکل ۱۳- پهنه‌بندی مکانی میزان —SO4 (بهار ۱۳۷۸)



شکل ۱۶- پهنه‌بندی مکانی سطح آب زیرزمینی (بهار ۱۳۸۸)



شکل ۱۴- پهنه‌بندی مکانی میزان—SO4 (بهار ۱۳۸۸)

بحث

نتایج بدست‌آمده از آنالیز واریوگرافی مربوط به عاملهای کیفی یون کلر، میزان املاح محلول، هدایت‌الکتریکی و یون سدیم آب زیرزمینی دشت در ابتدا و انتهای دوره آماری نشان داد که بهترین مدل برازش شده به ساختار فضایی این عاملها در سال آبی ۷۹–۷۸ برای هدایت‌الکتریکی سمی‌واریوگرام مدل نمایی و برای بقیه عاملها کوواریوگرام مدل نمایی می‌باشد و در سال آبی ۸۹–۸۸ کوواریوگرام مدل Hole Effect برای یون کلر، کوواریوگرام مدل K-Bessel برای غلظت املاح محلول و هدایت‌الکتریکی و کوواریوگرام مدل Rational Quadratic برای یون سدیم می‌باشد. به‌طوری‌که دامنه تأثیر آن برای یون کلر از ۱۰۳۲۱/۸٤ متر در سال آبی ۷۹–۷۸ به‌میزان ۷۱٤٦/۵۵ متر در سال آبی ۸۹–۸۸، برای میزان غلظت املاح محلول از ۹۷٦۸/٤٦ متر در سال آبی ۷۹–۷۸ به‌میزان ۵۵۷۰/۷۲ متر در سال آبی ۸۹–۸۸، برای میزان هدایت الکتریکی از ۹۷٦۹/۲۸ متر در سال آبی ۷۹–۷۸ به‌میزان ۵۵٦۷/۳٤ متر در سال آبی ۸۹–۸۸ و برای میزان یون سدیم از ۱۰٤٤۵/۲۵ متر در سال آبی ۷۹–۷۸ به‌میزان ٦۹۱۰/۵۱ متر در سال آبی ۸۹–۸۸ تنزل یافته است. که نتایج مربوط به این عاملها در سال ۷۹–۷۸ با یافته‌های قهرمان (۱۳۸۲) در مطالعه عامل کیفی نیترات، محمدی (۱۳۸٦) و Jing Lee (2007) در مطالعه عامل کیفی آرسنیک مطابقت داشت. البته واریوگرام‌های مربوط به سال ۸۹–۸۸ تاکنون در تحقیقات گذشته مورد ارزیابی قرار نگرفته‌اند.

نتایج بدست‌آمده از آنالیز واریوگرافی مربوط به عامل کیفی سولفات آب زیرزمینی دشت در ابتدا و انتهای دوره آماری نشان داد که بهترین مدل برازش شده به ساختار فضایی این عامل در سال آبی ۷۹–۷۸ سمی‌واریوگرام مدل Cirular و در سال آبی ۸۹–۸۸ سمی‌واریوگرام مدل نمایی می‌باشد. به‌طوری‌که دامنه تأثیر آن از ۲۸٤٦۰/۹۸ متر در سال آبی ۷۹–۷۸ به میزان ۵۲۵۸۳/٤۷ متر در سال آبی ۸۹–۸۸ افزایش یافته است.

که نتایج مربوط به این عاملها در سال ۸۹–۸۸ با یافته‌های قهرمان (۱۳۸۲) در مطالعه عامل کیفی نیترات، محمدی (۱۳۸٦) و Jing Lee (2007) در مطالعه عامل کیفی آرسنیک مطابقت داشت. البته واریوگرام مربوط به سال ۷۹–۷۸ تاکنون در تحقیقات گذشته مورد ارزیابی واقع نشده‌است.

پس از ترسیم واریوگرام و برازش مدل مناسب بر روی آن، براساس عامل‌های مربوطه مشخص شد که استحکام ساختار فضایی در تمامی سالها قوی تا متوسط بوده که نشان‌دهنده پیوستگی مکانی و دقت بالای مدل‌های برازش داده شده می‌باشد، که خود نقش به سزایی در بالا بودن دقت برآورد دارد.

طبق بررسیهای بعمل‌آمده در مورد مقایسه روشهای میان‌یابی برای عاملهای کیفی مورد بررسی، نتایج نشان داد که روش کوکریجینگ به‌عنوان بهترین روش میان‌یابی جهت پهنه‌بندی عاملهای کیفی هدایت‌الکتریکی و غلظت املاح محلول در هر دو سال آماری مورد بررسی (ابتدا و انتهای دوره آماری) و برای یون سدیم در سال آماری ۸۸ است. که این مهم با یافته‌های Pozdnyakova (1999) مطابقت داشت. و روش لوگ کوکریجینگ برای عاملهای کیفی یون کلر در هر دو سال آماری و یون سدیم در سال آماری ۷۸ بهترین روش میان‌یابی جهت پهنه‌بندی می‌باشد. که نتایج آن با یافته‌های محمدی (۱۳۸٦) مطابقت دارد. و همچنین روش لوگ‌کریجینگ به‌عنوان بهترین روش

میان‌یابی جهت پهنه‌بندی عامل کیفی یون سولفات در سال آماری ۸۸ می‌باشد. که نتایج آن با یافته‌های Kravchenko (1999) مطابقت دارد.

بررسی عامل هیدروشیمی آب زیرزمینی دشت سمنان و پهنه‌بندی مکانی هریک از این عاملها نشان‌دهنده این است که میزان یون کلر، سدیم، غلظت املاح محلول و هدایت‌الکتریکی آب زیرزمینی دشت با توجه به نقشه‌های پهنه‌بندی سال ۱۳۷۸ در ناحیه مؤثر چاه انتخابی ۱۷ و ۱۳ میزان این یون‌ها به‌صورت هسته‌ای است که در حال پیشروی به نواحی اطراف است. که در مورد چاه انتخابی ۱۷ مربوط به وجود سازندهای قرمز بالایی متشکل از مارن و مارن ژیپس‌دار می‌باشد که وجود سازندهای مارن و گچ همراه املاح محلول، در شرایط آب و هوایی گرم و خشک این منطقه به‌دلیل افزایش تبخیر، شوری خاک را بیشتر می‌کند. ناحیه مربوط به چاه انتخابی ۱۳ به‌علت قرار گرفتن در پهنه رسی و تبخیری بودن لایه رسوبی در این ناحیه و وجود لایه‌های ضخیم رسی که باعث کندی جریان آب زیرزمینی و افزایش میزان و زمان تماس آبهای ورودی به این منطقه و در نتیجه افزایش قابل توجه انحلال املاح در آب می‌شود، می‌باشد. و همچنین می‌تواند به‌دلیل پایین بودن سطح آب زیرزمینی در این ناحیه باشد. با توجه به نقشه سال ۱۳۸۸ این هسته به طرفین یعنی از شرق به سمت چاه‌های انتخابی ۱۴ و ۱۵ (رودخانه آبگرم) و از غرب به سمت غرب مرز دشت گسترش پیدا کرده است، که منبع آن می‌تواند برداشت آب زیاد از طرفین این زون باشد که موجبات هجوم جبهه شور به طرفین را ایجاد نموده است. همچنین با توجه به نقشه سال ۱۳۸۸ یک هسته دیگر در اطراف چاه انتخابی ۲۳ در حال گسترش است؛ هر چند که این منطقه از نظر سطح آب زیرزمینی در وضعیت چندان نامناسب نسبت به نقاط اطراف قرار ندارد، ولی می‌تواند به‌دلیل وجود یک معدن در حاشیه غربی این منطقه باشد.

لازم به ذکر است که میزان یون کلر در ناحیه چاه انتخابی ۱۷ در سال ۱۳۷۸ میزان ۸۴-۷۶ میلی‌اکی‌والان در لیتر می‌باشد که میزان آن در سال ۱۳۸۸ با توجه به گسترش هسته کلر به سمت شرق در اطراف چاه انتخابی ۱۵ به میزان ۴۷-۴۲ میلی‌اکی‌والان در لیتر کاهش می‌یابد که دلیل آن می‌تواند خشک شدن رودخانه آبگرم از سال ۱۳۸۰ باشد، زیرا این رودخانه به‌دلیل شور بودن در طول مسیر خود به داخل زمین نفوذ کرده و در نتیجه باعث شور و غیرقابل استفاده شدن آب‌های زیرزمینی در طول مسیر خود می‌گردد. همچنین شاهد بهتر شدن وضعیت کلر در اطراف چاه انتخابی ۱۱ در طول دوره آماری می‌باشیم که می‌تواند دلیل آن خشک شدن رود سمنان از سال ۱۳۸۰ به بعد باشد. زیرا آب این رودخانه به‌دلیل کیفیت نامناسب و تغذیه چاه‌های اطراف باعث پایین آمدن کیفیت آب در این چاه‌ها می‌گردد.

نتایج بدست‌آمده از نقشه پهنه‌بندی مکانی یون سولفات در سطح دشت سمنان در ابتدا و انتهای دوره آماری نشان‌دهنده روند افزایش میزان این یون از سمت دشت سرخه به سمت دشت سمنان می‌باشد. که میزان حداکثر آن در سال ۱۳۷۸ در اطراف چاه انتخابی ۲۳ از ۳۶-۳۱ به میزان ۳۹-۳۵ میلی‌اکی‌والان در لیتر افزایش یافته است. و روند افزایشی آن به تدریج از سمت دشت سرخه و مرز شرقی دشت سمنان به سمت مرکز دشت سمنان می‌باشد. که نشان‌دهنده سولفاته بودن آب‌های زیرزمینی دشت سرخه می‌باشد. بنابراین در کل می‌توان گفت که میزان عاملهای کلر، سدیم، غلظت املاح محلول

و هدایت‌الکتریکی، به سمت شهرهای سمنان و سرخه در حال پیشروی می‌باشد و میزان آنها در آب عموماً تحت تأثیر لیتولوژی سازندهای حواشی و نیز تبخیر بخشی از حجم آب زیرزمینی می‌باشد که سبب باقی ماندن نمک‌ها و در مراحل بعدی شوری آب زیرزمینی می‌گردد. که دلیل افزایش میزان این عاملها را می‌توان برداشت بی‌رویه از چاه‌های این مناطق، افزایش تبخیر و در نتیجه کاهش سطح تراز آب زیرزمینی و اعمال روش نامناسب آبیاری و کشاورزی در این منطقه دانست.

منابع مورد استفاده

- قهرمان، ب.، حسینی، م. و عسگری، ح.، ۱۳۸۲. کاربرد زمین‌آمار در ارزیابی شبکه‌های پایش کیفی آب زیرزمینی. مجله دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ١٤(٥٥) :٩٨١-٩٧١.
- محمدی، ص.، ١٣٨٦. بررسی تغییرات مکانی کیفیت و کمیت آبهای زیرزمینی دشت کرمان با استفاده از زمین‌آمار. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
- مدنی، ح.، ۱۳۷۳. مبانی زمین‌آمار. مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ٦٥٩ ص
- Baalousha, H., 2010. Assesssment of a groundwater quality monitorin network using vulnerability mapping and geostatistics: A case study from Heretaunga Plains, New Zealand. Agricultural Water Management. 97: 240-246.
- Hill, A.J., Hossain, F. and Bagtzoglou, A.C., 2009. Zonal management of arsenic contaminated ground water in Northwestern Bangladesh. Journal of Environmental Management, 90: 7321-3729.
- Jin-Jing Lee., Cheng-Shin Jang., Sheng-Wei Wang. and Chen-Wuing Liu., 2007. Evaluation of potential health risk of arsenic-affected ground water using indicator Kriging and dose response model. Sience of the Total Enviroment, 384: 151-162.
- Kangaroglu, F. and Gunay, G., 1997. Ground Water Nitrate Pollution in an Alluvial Aquifer, Eskir Urban Area and its Vicinity, Turkey. Enviromental Geology, 31: 178-184.
- Kravchenko, A.N., Bullocka, D.G., Robert. P.C., Rust, R.H. and Larson, W.E., 1999. Coparision of Intepolation Methods for Mapping Soil Pand K Contents. Proccedings of the Fourth Intemational Confrence on Precision Agriculture, St. Poal., Minnesota, USA, Part A and B, 267-279.
- Pozdnyakova, L., Zhang., R.D., Robert, P.C., Rust, R.H. and Larson, W.E., 1999. Estimating Spatial Variability of Soil Salinity Using Geostatistical Methods. Poceedings of the Fourth International Coference on Precision Agriculture, St. Poal., Minnesota. USA, Part A and B, 79-89.
- Shi j., Wang H., Xu J., Wu J., Liu X., Zhu H. and Yu C., 2007., Spatial distribution of heavy metals in soils: a case study of changing, china. Environ Geol, 52: 1-10.
- The Department of Enviroment and Conservation NSW., 2007. Guidelines for the assessment and management of groundwater contamination, Published by: Department of Enviroment and Conservation NSW, Website: www.enviroment.nsw.gov.au

A survey on spatial variations of groundwater quality in Semnan/Sorkheh plain using geostatistical techniques

Ghomeshion, M.[1*], Malekian, A.[2], Hoseini, Kh.[3], Gharachelo, S.[4] and Khamoushi, M.R.[5]

1*- Corresponding Author, MSc in Combating Desertification, Faculty of Desert Studies, Semnan University, Semnan, Iran, Email: mgh.kavir@gmail.com
2- Assistant professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
3- Assistant professor, Faculty of Civil Engineering, Semnan University, Semnan, Iran.
4- Research Instructor, Faculty of Desert Studies, Semnan University, Semnan, Iran.
5- M.Sc. of Semnan Regional Water Authority, Semnan, Iran.

Received: 07.03.2011 Accepted: 08.10.2011

Abstract

Nowadays, water resources scarcity has become one of the most important issues in arid and semi arid regions including Iran which makes it necessary to optimize the utilization of the limited resources. This research surveyed the variations of EC, TDS, Cl-, SO4--, Na+ for an eleven-year period base on the data collected from selected wells of Semnan Plain. In order to select the appropriate model to fit to experimental variogram, Residual Mean Square Error was used. Several geostatistical approaches such as simple kriging, ordinary kriging, simple cokriging, and ordinary cokriging as well as other deterministic interpolation methods including Inverse Distance Weighing (IDW) with different powers were considered. Then, validation approach and Mean Absolute Error (MAE) criteria were considered to determine the most appropriate interpolation technique. Meanwhile, cokriging method was selected as the fit method for qualitative parameters which illustrated the variations of groundwater quality in almost 67% of the cases. Comparison of quality parameters of spatial zoning maps showed that the rate of these parameters was developing in the core shape to the selected wells 15 and 13 and also, it had an increasing trend in plain boundaries for an eleven-year period. But there were no significant changes in the centers of plains. According to the results, lithology, unsustainable harvesting of wells, increased evaporation and thus reduced level of ground water and inappropriate methods of irrigation and agriculture were identified as the most effective factors.

Key words: Groundwater, Semnan plain, water quality, variogram, geostatistics