



بررسی تغییرات مکانی غلظت بور در آب‌های زیرزمینی حوزه بهادران با استفاده از فازی کریجینگ

فرهاد دهقانی¹، روح‌الله تقی‌زاده مهرجردی²، احمد رضا اخوتیان اردکانی³

1- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی یزد

2- دانشجوی دکتری خاکشناسی دانشگاه تهران

3- کارشناس بخش خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی یزد

dehghany47@gmail.com

چکیده

از مهمترین عوامل موثر در مدیریت پایدار اکوسیستم حفظ کیفیت آب می باشد. از اینرو درک چگونگی توزیع مکانی خصوصیات آب دارای اهمیت ویژه ای است. در این راستا زمین آمار یکی از تکنیک های بسیار مفید در برآورد توزیع مکانی خصوصیات آب است و تا کنون چندین روش میانابایی و تخمین برای این تکنیک ارائه شده است. بنابراین هدف از تحقیق حاضر، تشخیص مناسب ترین روش میانابایی در پیش بینی غلظت بور در آب‌های زیرزمینی حوزه بهادران است. نتایج نشان داد که در مجموع استفاده از روش هیبرید فازی کریجینگ در مقایسه با سایر روش ها، سبب کاهش ($RMSE=0/73$) در خطای تخمین گردیده است.

کلمات کلیدی: درون یابی، روش های زمین آماری، کیفیت آب های زیرزمینی

مقدمه

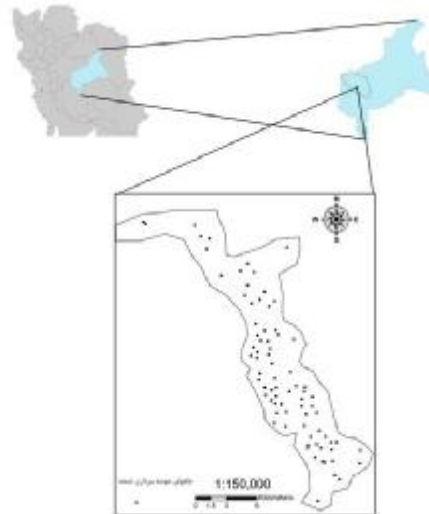
شاید اولین گام برای مدیریت بهینه و حفظ کیفیت آب‌های زیرزمینی تهیه نقشه دقیق و اطلاع یافتن از پراکنش آن خصوصیت می باشد. بدین منظور، در گذشته به وسیله روش‌های آماری معمول و با فرض اینکه تغییرات ویژگی‌های آب به صورت تصادفی است، اقدام به تهیه نقشه می شده است. ولی امروزه بطور وسیعی از روش‌های مختلف زمین آماری برای پیش بینی تغییرات مکانی استفاده می شود. Dagostino et al. (1998) به بررسی تغییرات زمانی و مکانی نیترات به کمک روش‌های کریجینگ و کوکریجینگ در آب‌های زیرزمینی پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که روش کوکریجینگ باعث افزایش دقت در تخمین غلظت نیترات شده است. Finke et al. (2004) از کریجینگ ساده برای تخمین تغییرات سطح آب در کشور هلند استفاده نموده و آن را روشی مناسب برای پیش و تهیه نقشه سطح آب زیرزمینی معرفی کردند. در سال‌های اخیر به منظور استفاده از منطق فازی در امر پهنه‌بندی خصوصیات مختلف از فازی کریجینگ استفاده می شود. مطالعات Rahimi and Saghfian (2007) نشان داد که استفاده از روش فازی کریجینگ در برآورد تغییرات مکانی بارندگی سبب افزایش شعاع همبستگی بارندگی سالانه می گردد. آن‌ها همچنین نشان دادند که روش فازی کریجینگ نسبت به سایر روش‌ها نظیر کریجینگ، TPSS و کوکریجینگ سبب کاهش 10% در خطای تخمین می گردد. Sunila (2004) از روش فازی کریجینگ برای مدل سازی بانداری نقشه استفاده نمود. وی بیان می دارد که استفاده از روش کریجینگ برای اهداف تصمیم سازی، در مقایسه با روش فازی کریجینگ نتایج بهتری را در پی خواهد داشت. با توجه به مطالعات ذکر شده هدف از انجام این تحقیق بررسی کارایی برخی از روش‌های زمین آماری نظیر کوکریجینگ، کریجینگ و فازی کریجینگ در ارزیابی تغییرات مکانی غلظت بور در آب‌های زیرزمینی حوزه بهادران است.



مواد و روشها

معرفی منطقه:

حوزه مورد مطالعه در دشت یزد اردکان واقع شده است. این حوزه در محدوده عرض شمالی $2^{\circ} 31'$ تا $30^{\circ} 31'$ و طول شرقی $1^{\circ} 54'$ تا $58^{\circ} 54'$ فلات مرکزی ایران گسترده شده است (شکل 1)



شکل (1) موقعیت منطقه مورد مطالعه و پراکنش نقاط نمونه برداری

روش تحقیق

در این تحقیق جهت پیش بینی پراکنش مکانی کیفیت آب زیرزمینی از 73 چاه شاهد حوزه بهادران نمونه برداری گردید.

الف) روش های میانمایی

کریجینگ معمولی: کریجینگ تکنیکی است که با بکارگیری خصوصیات ساختاری تغییر نما و مقادیر اولیه تخمین های بهینه و ناریب از متغیرهای ناریب در مکان های نمونه برداری نشده ارائه می نماید. کو کریجینگ معمولی: این تخمین گر در مواردی استفاده می شود که دو متغیر دارای تغییرات مکانی بوده و داده های کافی از متغیر اصلی در دسترس نیست. در این گونه موارد متغیر ثانویه که باید دارای همبستگی بالایی با متغیر اصلی باشد، دارای همبستگی مکانی عرضی با متغیر اولیه است. فازی کریجینگ: این روش نیز یکی از روش های درون یابی هیبرید می باشد که در آن به طور همزمان از دو روش کریجینگ و تئوری مجموعه های فازی استفاده می شود.

ارزیابی مدل ها

به منظور مقایسه عملکرد توابع انتقالی و همچنین روش های مختلف پهنه بندی از مجذور میانگین مربعات خطا (Root Mean Square Method) استفاده گردید.



نتایج و بحث

خلاصه آماری داده های کیفیت آب در جدول (1) آورده شده است. داده هایی که چولگی بالایی داشتند، غیر نرمال تشخیص داده شده و برای نرمال سازی آن ها از روش لگاریتم گیری استفاده شد. هنگامیکه این ضریب کمتر از 0/5 باشد، داده ها احتیاجی به تبدیل نخواهند داشت ولی اگر بیشتر از آن باشند بایستی از لگاریتم جهت نرمال سازی داده ها استفاده گردد.

جدول 1- نتایج تجزیه آماری خصوصیت آب زیرزمینی

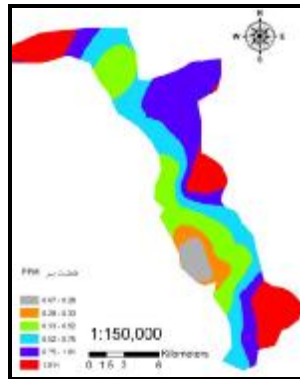
چولگی	کشیدگی	انحراف معیار	میانگین	حداکثر	حداقل	خصوصیت آب زیرزمینی
0/37	1/14	0/46	0/6	2	0/08	بور (ppm)
-0/14	0/05	0/68	-0/6	0/69	0/47	بور (ppm)
25/6	4/4	11672/6	8128/8	85974	923/6	شوری (106)
-0/2	0/6	0/95	8/4	11/4	6/8	شوری (106)
0/76	0/73	0/72	2/72	5	1/2	بی کربنات (ppm)
0/57	-0/18	0/26	0/96	1/61	0/18	بی کربنات (ppm)
0/92	1/19	8/79	14/26	45/57	4/35	نسبت جذب سدیم
0/54	0/36	0/57	2/49	3/82	1/47	نسبت جذب سدیم

کریجینگ: برای انجام روش کریجینگ ابتدا واریوگرام متغیر مربوطه با استفاده از نرم افزار واریوین ترسیم شد و سپس پارامترهای آن به روش اعتبارسنجی تقاطعی پهنه گردیدند بنابراین مدل نمایی (Exponential) مناسب تشخیص داده شد.

کوکریجینگ: با توجه به اینکه مقدار شوری همبستگی بالایی با میزان بور آب در مطالعه حاضر داشته است، لذا از این خصوصیت به عنوان متغیر کمکی در روش کوکریجینگ استفاده شد.

فازی کریجینگ: برای انجام این روش ابتدا بایستی تعدادی از نقاط نمونه برداری فازی می شدند. برای اینکار ابتدا نقشه خطای کریجینگ ترسیم گردید. سپس داده های (نقاط) موجود در محدوده دارای حداکثر خطا، انتخاب شد و با استفاده از توابع عضویت مثلثی، فازی گردیدند. دامنه مورد نظر برای توابع عضویت، با توجه به انحراف معیار متغیر مورد نظر انتخاب گردید. در ادامه با استفاده از نرم افزار FUZZEK مدل تئوریک واریوگرام، بر روی داده های فازی برازش داده شد. و سپس یک شبکه بندی منظم بر روی منطقه انجام شد تا با استفاده از این نرم افزار برای نقاط این شبکه پهنه بندی کریجینگ صورت گیرد. پیش بینی انجام شده توسط FUZZEK برای نقاط شبکه بندی با استفاده از ArcGIS به تصویر رستری تبدیل شد و سپس برای محاسبه خطای برآورد، مقادیر مربوط به نقاط نمونه برداری از این تصویر رستری استخراج شد و با مقادیر واقعی مورد مقایسه قرار گرفت که بر این اساس مقادیر RMSE بدست آمد.

ارزیابی مدل ها: نتایج ارزیابی متقابل روش های مختلف نشان داد که روش فازی کریجینگ برای پیش بینی متغیر مورد بررسی، بر اساس مقدار RMSE، مناسب ترین روش درون یابی می باشد و بر همین اساس نقشه آلودگی به بور تهیه گردید.



شکل 2- نقشه پهنه بندی غلظت بور با استفاده از تکنیک فازی کریجینگ

نتایج روش‌های پهنه‌بندی نشان داد که روش فازی کریجینگ دارای دقت بالاتری نسبت به سایر روش‌ها می‌باشد. مطالعات Rahimi and Saghfian (2007) نیز نشان داد که استفاده از روش فازی کریجینگ در برآورد تغییرات مکانی بارندگی سبب کاهش 10% در خطای تخمین می‌گردد. Hegedus (2006) تلفیق روش کریجینگ همراه با تئوری مجموعه‌های فازی، به خصوص در شرایط صحرایی که داده‌های در دسترس، عدم قطعیت بالایی دارند، سبب بهبود نتایج مدیریتی می‌گردد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که در مجموع استفاده از روش‌های هیبرید نظیر فازی کریجینگ در مقایسه با سایر روش‌ها، سبب کاهش محسوسی در خطای تخمین گردیده است. بنابراین در مواردی که محققین قصد تهیه نقشه کیفیت آب را داشته باشند، نتایج این تحقیق موید این مطلب است که می‌توان با استفاده از روش‌های ترکیبی به نتایج قابل قبول‌تری رسید.

قدردانی

نویسندگان مقاله از کارمندان و مسئولان آزمایشگاه خاک و آب مرکز تحقیقات یزد کمال تشکر و امتنان را دارند.

منابع

- Dagostino, V., Greene, E. A., Passarella, G., Vurro, M. 1998. Spatial and temporal study of nitrate concentration in groundwater by means of coregionalization. *Environmental geology*, 36: 285-295.
- Finke. P. A., Brus, D. J., Bierkens.M.F.P, Hoogland.T., Knotters.M, Vries.F.de. 2004, Mapping groundwater dynamics using multiple sources of exhaustive high resolution data, *Geoderma* 123: 23-39
- Hegedus, F. M., 2006. Applying Fuzzy logic and neural networks to database evaluation in precision agriculture. Doctoral (PhD) Theses University of West Hungary.
- Rahimi Bandarabadi, S. and Saghfian, B. 2007. Estimation of spatial distribution oof rainfall using Fuzzy package theory. *Investigation of Water Resources of Iran*, 3(2) : 73-85.
- Sunila, R., 2004. Fuzzy modeling and Kriging for modeling imprecise soil polygon boundaries. *Proceeding of 12th International Conference on Geoinformatics*, Gavle, Sweden. pp. 489-495.