شبیه سازی های مبتنی بر نظریه ژئواستاتیستیک و کاربرد آنها درمطالعات خاکشناسی

جهانگرد محمدی
استادیار خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

مقدمه

پس از ارائه مجموعه روشهای مختلف درون یابی ژئواستاتیستیکی، که تحت عنوان کلی کریجینگ شناخته شده اند، وکاربرد وسیع آنها درحل بسیاری از مسائل محیطی، اخیراً تکنیک های شبیه سازی ژئواستاتیستیکی ارائه شده است که دامنه کاربرد وسیعی در انواع مختلف علوم محیطی بویژه زمین شناسی، معدن و صنایع نفت پیدا نموده است (۱). در حالیکه کریجینگ بعنوان یک تابع خطی از مجموعه مشاهدات توزیع شده واقع در همسایگی نقطه ای که می خواهیم تخمین بزنیم، شناخته می شود، نقشه های حاصل از کریجینگ میتواند به گونه ای غیر معمول پیرایش یافته (Smooth) باشد و بسیاری از جزئیات مربوط به تغییرات موضعی خصوصیت مورد نظر را حذف کند. درشرایطی مانند اصلاح و بهسازی خاک های الوده و یا اختصاص بهینه و دقیق نهاده های کشاورزی، چنین اریب های محاسباتی میتواند منجر به تصمیم گیری های نادرست و غیر واقعی گردد. با استفاده از شبیه سازی احتمالاتی (Stochastic Simulation) میتوان چندین صورت ممکن (Realization) از مدل اولیه تهیه نمود. اگرچه شبیه سازی های حاصل ممکن است نقشه های ظاهر پسندی را ارائه ننمایند لیکن از آنجایی که نگاهی واقعی به تغییرات مکانی متغیر مورد مطالعه دارند از آنها میتوان بعنوان ورودی های مدلهای مدیریتی مختلف استفاده نمود (۳).
در مقاله حاضر روشهای کریجینگ و شبیه سازی جهت مطالعه تغییرات مکانی فسفر قابل دسترس موجود در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد بکار گرفته شده و نتایج حاصل با یکدیگر مقایسه شده است.

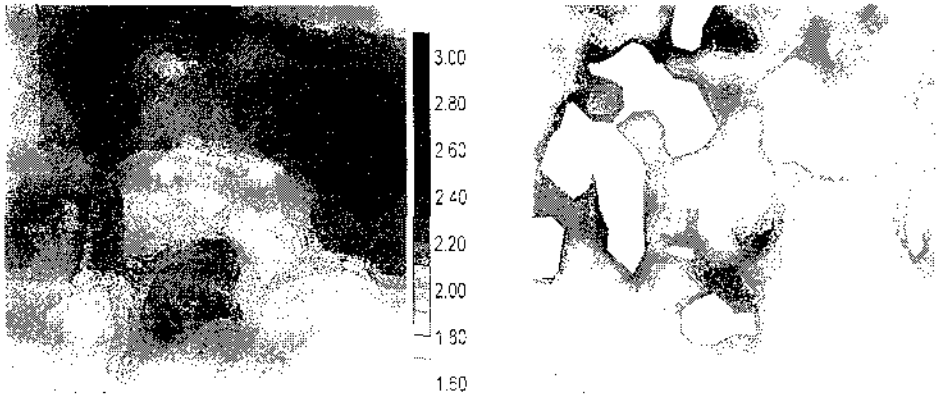
مواد و روشها

محدوده ای به وسعت یک هکتار با ابعاد ۱۰۰ در ۱۰۰ متر و در مرکز مزرعه تحقیقاتی دانشگاه انتخاب وجهت نمونه برداری شبکه بندی شد. ۳۶ نقطه تصادفی بر روی شبکه هایی با ابعاد مختلف انتخاب و قبل از عملیات کشت مورد نمونه برداری خاک قرار گرفت. نمونه های خاک پس از آماده سازی جهت تعیین فسفر قابل استفاده (روش اولسن) مورد تجزیه آزمایشگاهی قرار گرفت. پس از واریوگرافی، با استفاده از کریجینگ معمولی (Ordinary Kriging) اقدام به پهنه بندی خصوصیت مورد مطالعه شد. تعداد پنجاه تصویر شبیه سازی شده از متغیر مورد نظر با استفاده از روش شبیه سازی شاخص ترتیبی (با ملحوظ داشتن داده های حاصل از نمونه برداری) (Sequential Indicator Simulation) تهیه و سپس با محاسبه شاخص های آماری مختلف نتایج مورد مقایسه قرار گرفت (۲).

نتایج و بحث

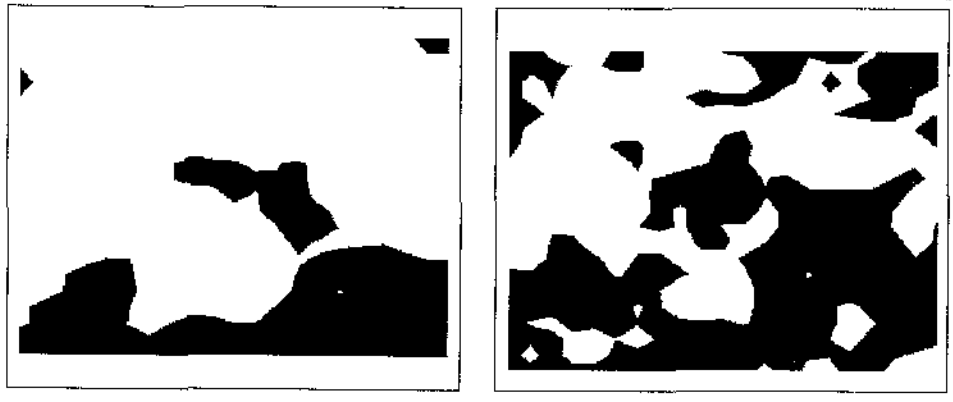
خلاصه آماری داده ها حاکی از آن است که میانگین، میانه و انحراف معیار فسفر قابل استفاده (میلیگرم بر کیلوگرم) عبارت از ۲/۱۲۳، ۲/۰۶ و ۰/۳۵۹ است. با توجه به اختلاف اندک بین آماره های میانگین و میانه میتوان نتیجه گیری نمود که توزیع داده ها طبیعی میباشد. واریوگرام محاسبه شده فسفر نشان داد که دارای ساختار تغییرات مکانی قوی بوده و توسط مدل کروی برازش داده شد. بمنظور بکار گیری روش شبیه سازی شاخص ترتیبی، با در نظر گرفتن ۳ حد آستانه (Cutoff) برای هر کدام از خصوصیات مورد مطالعه، داده ها ابتدا به شاخص های صفر و یک تبدیل و سپس واریوگرام های شاخص محاسبه و برازش داده شد. تمامی واریوگرام های شاخص توسط مدل کروی برازش داده شدند. دامنه تغییرات (Range) واریوگرام های

شاخص از ۱۲ تا ۳۰ متر متغیر و با افزایش حد آستانه بر مقدار دامنه افزوده می گردید. نقشه های حاصل از برآورد کریجینگ معمولی و میانگین ۵۰ شبیه سازی فسفردر شکل ۱ نشان داده شده است. همانگونه که ملاحظه میشود کریجینگ معمولی به نقشه هایی کاملاً پیرایش یافته منجر شده است. محاسبه خلاصه آماری نتایج نشان میدهد که اگرچه هر دو روش تخمین و شبیه سازی منجر به میانگین تقریباً نزدیکی به میانگین داده های نمونه برداری شده است لیکن واریانس کریجینگ فسفر ۱/۵ برابر کوچکتر از واریانس نمونه ها بوده در حالیکه نتایج حاصل از شبیه سازی منجر به واریانس های نزدیکتری به تغییرات واقعی موجود در نمونه ها شده است (انحراف معیار ۰/۳۱ برای شبیه سازی فسفر). بدین ترتیب میتوان نتیجه گیری نمود که شبیه سازی های ژئواستاتیستیکی در مقایسه با تخمینگرهای ژئواستاتیستیکی تصویر واقعی تری از تغییرات خصوصیات مورد نظر ارائه میدهد.



شکل۱- نقشه های فسفر حاصل از کریجینگ (چپ) و شبیه سازی (راست)

در شرایط مدیریت دقیق خاک از نقطه نظر تامین عناصر غذایی در اختیار داشتن تصویر واقعی از تغییرات مکانی پارامترهای مورد مطالعه بمراتب مهمتر از نقشه های پیرایش یافته میباشد. بطور مثال چنانچه بخواهیم مناطق دارای میزان فسفر قابل استفاده کمتر از ۲ میلی گرم بر کیلوگرم را بسر روی نقشه های حاصل از کریجینگ و شبیه سازی جدا نماییم، به نتایج کاملاً متفاوتی منجر میشود (شکل ۲). همانگونه که ملاحظه میشود نقشه کریجینگ به نتایج محافظه کارانه تری (Underestimation) منجر شده و تنها ۲۸ درصد از مناطق را بعنوان نقاط دارای فسفر کمتر از حد آستانه مورد نظر تخمین زده است. این در حالی است که نتایج شبیه سازی حاکی از کم بودن میزان فسفر در ۵۱ درصد نقاط موجود در مزرعه است. با توجه به توانایی شبیه سازی های ژئواستاتیستیکی در بازیابی خلاصه آماری داده های نمونه برداری شده، استفاده از نتایج حاصل در مدیریت اراضی با واقعیت نزدیکتر و مقرون به صرفه تر خواهد بود.



شکل۲- مناطق جدا شده توسط روش کریجینگ (چپ) و شبیه سازی (راست) که دارای میزان فسفر قابل دسترس کمتر از ۲ میلیگرم در کیلوگرم هستند (مناطق سیاه رنگ)

منابع مورد استفاده

1- Armstrong, M., and P.A. Dowd. 1994. Geostatistical simulations. Proceeding of the geostatistical simulation workshop, Fontainebleau, France. 255 P.
2- Deutsch, C.V., and A.G. Journel. 1992. GSLIB : Geostatistical Software Library and user's guide. Oxford University Press. 340 P.
3- Goovaerts, P. 1997. Geostatistics for natural resource evaluation. Oxford University Press. 483 P.