نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۱، فروردین – اردیبهشت ۱۳۹۳، ص. ۲۰۲-۱۹۰

Journal of Water and Soil
Vol. 28, No. 1, Mar.-Apr. 2014, p. 190-202

اثر تراکم نمونه‌برداری بر دقت تخمین برخی از ویژگی‌های خاک در دشت شهرکرد

نرگس حسین‌زاده[1*]- محمدحسن صالحی[2]- جهانگرد محمدی[3]

تاریخ دریافت:۱۳۹۲/۶/۲۷
تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۱۱/۲۱

چکیده

انجام مطالعات خاکشناسی با دقت کافی همراه با کاهش هزینه و زمان، یکی از اهداف محققین بوده است. پژوهش حاضر به‌منظور بررسی اثر تراکم نمونه‌برداری بر دقت تخمین آماری و زمین‌آماری برخی از ویژگی‌های خاک در دشت شهرکرد انجام شد. بدین منظور، ۲۴۰ نمونه سطحی خاک (افق A) به فاصله‌ی ۱۲۵ متری از یکدیگر برداشت گردید. سپس، ویژگی‌های مختلف شامل جرم‌مخصوص ظاهری، بافت خاک، درصدحجمی سنگ‌ریزه، درصد کربنات‌کلسیم‌معادل، درصد ماده‌ی‌آلی، pH و قابلیت هدایت الکتریکی اندازه‌گیری شد. تراکم‌های نمونه‌برداری دوم (۱۲۰ نمونه) و سوم (۶۰ نمونه) به صورت تصادفی و با حفظ توزیع نسبتاً یکنواخت در کل منطقه، از نمونه‌های اولیه (۲۴۰ نمونه) انتخاب شد. مقایسه میانگین نشان داد تفاوت معنی‌داری بین ویژگی‌های مورد مطالعه درتراکم‌های مختلف نمونه‌برداری وجود ندارد. با کاهش تعداد نمونه‌ها افزایش و یا کاهش منظمی در ضریب تغییرات، میانگین خطای تخمین و جذر میانگین مربع خطای محاسبه شده برای سه تراکم نمونه‌برداری نیز مشاهده نشد. در اعتبارسنجی پارامترهای کریجینگ با استفاده از ۵۰ نقطه نمونه‌برداری مجزا از نمونه‌های اصلی نیز مقادیر میانگین خطای تخمین نزدیک به صفر و مقادیر ریشه میانگین مجذور خطا پائین بود که بیانگر دقت قابل قبول تخمین در سه تراکم مورد مطالعه می‌باشد. هم‌خوانی چشمی و کمی نقشه‌های کریجینگ مربوط به سه تراکم نمونه‌برداری برای اغلب ویژگی‌ها بالا و بسیار نزدیک به هم بود که حاکی از میزان هم‌خوانی زیاد این نقشه‌ها بود. بنابراین، مطالعات نیمه‌تفصیلی می‌تواند جایگزین مطالعات تفصیلی برای بررسی ویژگی‌های منطقه مورد مطالعه در منطقه حاضر گردد و هزینه و زمان مطالعات را کاهش دهد.

واژه‌های کلیدی: تراکم نمونه‌برداری، دقت تخمین، همخوانی

مقدمه

خاک، به‌عنوان جزئی از طبیعت هم دارای تغییرپذیری ذاتی است که در نتیجه‌ی بر هم‌کنش فاکتورهای تشکیل‌دهنده آن است و هم دارای تغییرپذیری غیر ذاتی است که حاصل مدیریت کشت و کار، استفاده از اراضی و فرسایش می‌باشد (۲۶). تأثیر متقابل فاکتورها و فرآیندهای خاکسازی، خاک‌هایی با ویژگی‌های متفاوت ایجاد می‌کند که کاربری صحیح از آن‌ها مستلزم شناخت و تعیین موقعیت جغرافیشان است. علم نقشه‌برداری خاک می‌کوشد تا حد امکان، خاک‌های متفاوت را از یکدیگر جدا نموده و بر روی نقشه نمایش دهد. در این رابطه، هر چه آگاهی، هنر و تجربه نقشه بردار در علم پدولوژی و مطالعات صحرایی بیشتر باشد و تأثیر فاکتورهای خاکسازی بر روی تشکیل خاک و نیز تعیین ارتباط نوع خاک‌ها و ویژگی‌های آن‌ها با سیمای اراضی بهتر شناخته شود، امکان تخمین موقعیت خاک‌های مختلف و در نتیجه، تهیه‌ی نقشه‌ای با دقت بیشتر وجود خواهد داشت (۴).

تغییرات مکانی ویژگی‌های مختلف خاک از جمله بافت، رطوبت، شوری و قلیائیت خاک، ظرفیت تبادل کاتیونی نقش مهمی در فرایندهایی همچون نفوذ و رواناب، فرسایش خاک و سیلاب، حاصلخیزی خاک و جذب عناصر غذایی و غیره ایفاء می‌کنند (۱۰). استفاده از علم زمین‌آمار در راستای نقشه‌برداری ویژگی‌های خاک می‌تواند تضمین کننده اهداف کشاورزی دقیق باشد. تراکم نمونه-برداری به معنی تعداد مشاهدات صحرائی برای شناسائی خاک‌هاست. بدیهی است در مطالعاتی که دقت بیشتری مورد انتظار است و نیز در مناطقی که خاک از پیچیدگی بیشتری برخوردار است مشاهدات بیشتری باید صورت گیرد (۸). دامنه‌ی تأثیر در واریوگرام فاصله‌ای است که در ماورای آن نمونه‌ها بر هم تأثیری نداشته و آن‌ها را می-توان مستقل از یکدیگر محسوب نمود. دامنه تأثیر ویژگی‌های مختلف خاک، تابعی از مقیاس و فاصله نمونه‌برداری و موقعیت سیمای اراضی می‌باشد (۹).

وانگ (۲۷) با بررسی تغییرپذیری ویژگی‌های خاک در ارتباط با

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و دانشیاران گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد
(*- نویسنده مسئول: Email: narges_nh_n@yahoo.com)

Archive of SID
www.SID.ir

اندازه محدوده‌های نقشه در دو گروه کوچک و بزرگ، به این نتیجه رسید که در بین ویژگی‌های اندازه‌گیری شده (شامل ماده‌ی‌آلی، رنگ، pH، ظرفیت تبادل کاتیونی و میزان رس خاک)، pH و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک سطحی و pH خاک زیرسطحی، تفاوت قابل توجهی بین محدوده‌های کوچک و بزرگ دارند و اگرچه واحد نقشه نسبتاً یکنواخت در نظر گرفته شده بود، دامنه‌ی تغییر تمام ویژگی‌ها بزرگ بود. همچنین بیان کردند که ضریب تغییرپذیری همه ویژگی‌های اندازه‌گیری شده از خاک سطحی بزرگتر از خاک زیرسطحی بود و واریانس این ویژگی‌ها بین محدوده‌های دو گروه متفاوت نبود.

سولی و همکاران (۲۴) تحقیقی را به منظور تعیین دامنه‌ی تأثیر متغیرهای خاک بر عملکرد و برآورد حداقل مقیاس مکانی که برای کاربرد نرخ متغیر عناصر غذایی باید در نظر گرفت، انجام دادند. دامنه‌ی همبستگی بین ۱/۹ تا ۱/۴ متر بودند. در یکی از مناطق سمی‌واریوگرام فسفر سقف‌های تودرتو با چندین دامنه‌ی تأثیر نشان داد. نتایج نشان دادند که عناصر خاک احتمالا" در فاصله‌ی کمتر از یک متر تغییر می‌کنند. ایشان با بررسی تغییرپذیری خاک و عملکرد در فواصل کمتر از یک متر، برای فاکتورهای ازت، ماده آلی، pH، فسفر، پتاسیم، تولید علوفه و میزان ازت علوفه، دامنه‌ی تأثیر ۲ تا ۵ متر را بدست آوردند.

از بین فاکتورهای مؤثر بر تغییرپذیری خاک، مقیاس یک موضوع مهم و مورد توجه می باشد. به طور کلی، مقیاس بازگوکننده‌ی ابعاد مکانی است که در آن موجودیت‌ها، الگوها و فرآیندها می‌توانند عمل کنند یا مشاهده و مشخص شوند. مقیاس، دربرگیرنده‌ی یک مفهوم پیچیده می‌باشد و در اکثر مطالعات محیطی، مد نظر محققین قرار می‌گیرد (۱). والن‌تاین (۲۵) دو نقشه از یک منطقه‌ی یکسان، اما با مقیاس‌های متفاوت را مقایسه نمود و متوجه شد که تا ۲۰ درصد از محدوده‌ها یا مرزبندی‌های نقشه‌ی کوچک‌مقیاس می‌توانند خاک‌های مختلف را در درون خود پنهان سازند و حدود ۱۵ درصد از محدوده‌های نقشه‌ی بزرگ‌مقیاس ممکن است که در مقایسه با محدوده‌های مشابه خود در نقشه‌ی کوچک‌مقیاس، بر روی نقشه نمایان گردند. صالحی و همکاران (۲۱) برای مقایسه‌ی تغییرپذیری خاک در دو نقشه تفصیلی با مقیاس ۱/۲۰۰۰۰ و اجمالی با مقیاس ۱/۵۰۰۰۰ در استان چهارمحال‌وبختیاری، پس از تشریح و نمونه‌گیری از ۸۵ پروفیل خاک و اندازه‌گیری ویژگی‌های افق‌های سطحی شامل درصد سنگریزه، شن، سیلت، کربنات‌کلسیم معادل، ماده‌ی‌آلی و ضخامت افق، به این نتیجه رسیدند که اگرچه واحدهای نقشه‌ی تفصیلی همگن‌تر هستند اما خلوص واحدهای نقشه در سطوح فامیل و سری‌های خاک کمتر از حد مورد انتظار از راهنمای شناسایی خاک است و در این روش، خلوص واحدها در سطح سری‌های خاک به ترتیب ۱۸/۷۵ تا ۳۳/۳ درصد و صفر تا ۱/۳ درصد در نقشه‌ی خاک اجمالی و تفصیلی بود. همچنین واریانس‌های درون واحدی تمام خصوصیات سطحی خاک بجز ماده‌ی‌آلی در نقشه‌ی خاک تفصیلی کوچکتر از نقشه‌ی خاک اجمالی بود. آن‌ها استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، سنجش از دور (RS) و زمین‌آمار را برای بهبود روش‌های نقشه‌برداری و نمونه‌برداری پیشنهاد کردند.

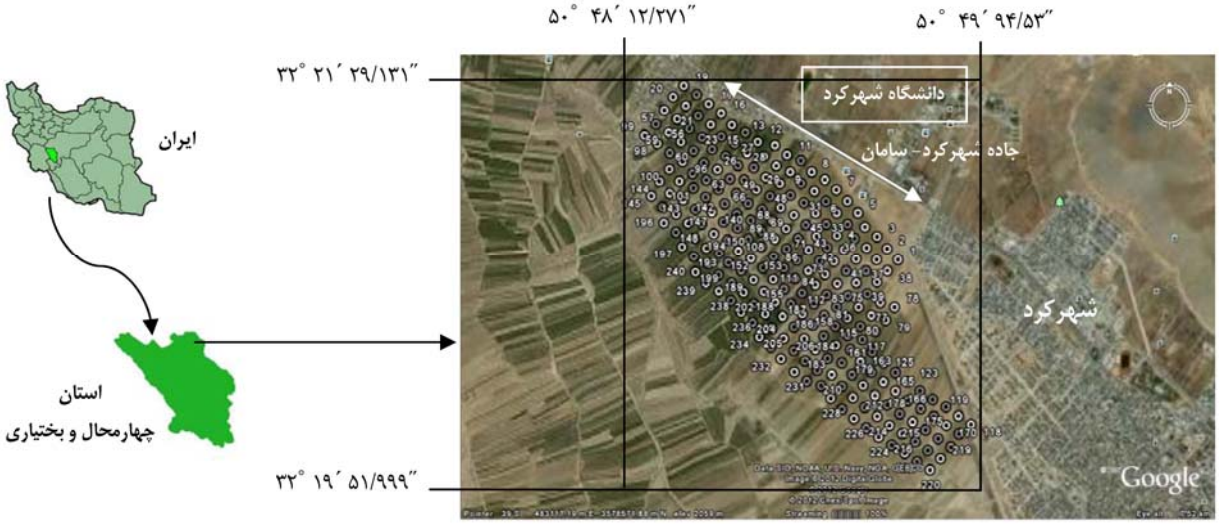
اسفندیارپور و همکاران (۱) به منظور مقایسه‌ی اثر مقیاس بر صحت نتایج ژئوپدولوژی، تراکم نمونه‌برداری در سه سطح مقیاس مختلف، شامل فواصل ۵۰۰ (سه پروفیل)، ۲۵۰ (شش پروفیل) و ۱۲۵ (نوزده پروفیل) متری طراحی کردند؛ به‌طوری که برخی از پروفیل‌های حفر شده در فواصل نمونه‌برداری سه‌گانه، مشترک بودند. اعتبار نتایج حاصل از سه فاصله‌ی نمونه‌برداری انجام شده در منطقه‌ی تعمیم مورد بررسی قرار گرفت. علی‌رغم مشابهت نوع واحد نقشه برای هر سه مقیاس، تفاوت‌هایی در رابطه با نوع خاک و تعداد اجزای نقشه مشاهده گردید. هفت فامیل خاک در فواصل نمونه‌برداری ۱۲۵ متر تشخیص داده شدند که این خاک‌ها هرگز در فواصل ۵۰۰ و ۲۵۰ متری شناسائی نشده بودند.

صفائی و همکاران (۵) دو محدوده (یکی به‌عنوان منطقه‌ی نمونه و دیگری، به‌عنوان منطقه‌ی تعمیم) از یک واحد همگون نقشه‌ی خاک تفصیلی را انتخاب و از هر محدوده، ۸۰ نمونه‌ی خاک سطحی، برداشت کردند و نقشه‌های ویژگی‌های آن را ترسیم نمودند. سپس، با توجه به پارامترهای مدل منطقه‌ی نمونه و با کاهش تعداد نمونه‌های منطقه‌ی تعمیم، نقشه‌های کریجینگ منطقه‌ی تعمیم مجدداً تهیه و با نقشه‌های اصلی آن مقایسه شدند. استفاده از شاخص‌های اعتبارسنجی کاپا و صحت عمومی نشان داد که از طریق تعمیم مدل‌های زمین‌آماری و کاهش تعداد نمونه‌ها، می‌توان متغیرها را در محدوده‌های مشابه، با صرف هزینه و زمان کم‌تر تخمین زد.

پژوهش‌های اخیر، بر بهینه‌سازی تراکم و فاصله‌ی نقاط نمونه‌برداری، با توجه به ویژگی‌های محلی زمین‌نما متمرکز شده‌اند (۱۲، ۱۹ و ۲۳). یافته‌های شنگ و همکاران (۲۳) حاکی از آن‌است که افزایش تراکم نمونه‌برداری ضمن کاهش ضریب تغییرات ویژگی ماده‌ی آلی خاک، اطلاعات مفیدتری را به‌منظور مدل‌سازی تغییرات زمانی ماده‌ی آلی فراهم می‌آورد. سهراوات و همکاران (۱۹) با به‌کار گیری ۲۰ فاصله‌ی مختلف نمونه‌برداری، تفاوت معنی‌داری در مقادیر میانگین و ضریب تغییرات ماده‌ی آلی خاک ملاحظه نکردند. ایشان تغییرات ناچیز شیب و یکنواختی عملیات مدیریتی در منطقه را مهم‌ترین دلایل نتیجه‌ی مزبور عنوان نمودند. صالحی و همکاران (۲۲) نشان دادند که از طریق تعمیم مدل‌های زمین‌آماری و کاهش تعداد نمونه‌ها، می‌توان متغیرها را در محدوده‌های مشابه، با صرف هزینه و زمان کم‌تر و دقت قابل قبولی تخمین زد. هدف اصلی تحقیق حاضر تهیه نقشه‌های پیوسته و بررسی دقت تخمین برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در تراکم‌های مختلف نمونه‌برداری می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- تصویر ماهواره‌ای منطقه‌ی مورد مطالعه

مواد و روش‌ها

منطقه‌ی مورد مطالعه با وسعتی حدود ۳۷۵ هکتار در استان چهارمحال و بختیاری و در دشت شهرکرد در جهت جنوبی و جنوب غربی جاده‌ی شهرکرد- سامان و روبروی دانشگاه شهرکرد بین عرض‌های جغرافیایی ″۵۱/۹۹۹ ′۱۹ °۳۲ شمالی و طول‌های جغرافیایی ″۱۲/۲۷۱ ′۴۸ °۵۰ و ″۹۴/۵۳ ′۴۹ °۵۰ شرقی واقع شده است (شکل ۱).

این منطقه دارای رژیم حرارتی مزیک و رژیم رطوبتی زریک می‌باشد و ارتفاع متوسط منطقه از سطح دریا بالغ بر ۲۰۴۸/۹ متر است. بر اساس آمار ۵۰ ساله‌ی (۱۳۳۴ تا ۱۳۸۴) مربوط به ایستگاه هواشناسی سینوپتیک شهرکرد، میانگین بارندگی سالیانه‌ی منطقه، ۳۲۱/۵ میلی‌متر و میانگین دمای سالیانه‌ی هوا، ۱۱/۸ درجه‌ی سلسیوس می‌باشد. واحدهای فیزیوگرافی اصلی منطقه شامل فلات‌ها و دشت‌های آبرفتی دامنه‌ای می‌باشند و کاربری عمده‌ی اراضی موجود در منطقه شامل کشت آبی گندم، جو، یونجه و اسپرس و قطعات آیش است و در معدود نقاطی نیز زمین به‌صورت مرتع می‌باشد.

پس از انتخاب محدوده منطقه‌ی مورد مطالعه، ۲۴۰ نمونه‌ی سطحی خاک (افق A) به فاصله‌ی ۱۲۵ متری از همدیگر (در قالب نمونه‌برداری شبکه‌ای) برداشت شد. علاوه بر آن، ۵۰ نمونه‌ی خاک به‌صورت تصادفی جهت اعتبارسنجی نهائی نتایج حاصل از منطقه‌ی مورد مطالعه برداشت گردید. سپس نمونه‌های خاک هواخشک گردید و بعد از کوبیده شدن از الک دو میلی متری عبور داده شدند. آزمایشات فیزیکی و شیمیایی شامل جرم مخصوص ظاهری، بافت خاک، درصد حجمی سنگریزه، درصد کربنات کلسیم معادل، درصد ماده‌ی آلی، pH و قابلیت هدایت الکتریکی مطابق روش‌های استاندارد انجام و مطالعات آماری و زمین‌آماری در سه سطح تراکم نمونه‌برداری به‌ترتیب با تعداد ۲۴۰ نمونه (فاصله نمونه‌ها ۱۲۵ متر)، ۱۲۰ نمونه و در نهایت۶۰ نمونه انجام شد. نقاط مورد نظر در تراکم‌های دوم و سوم نمونه‌برداری به صورت تصادفی از نمونه‌های اولیه انتخاب شد و در عین حال سعی گردید موقعیت و فاصله نمونه‌ها به گونه‌ای باشد که توزیع یکنواختی از کل منطقه را پوشش دهند.

توصیف آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Statistica, 6.0 صورت گرفت. تجزیه و تحلیل ساختار مکانی داده‌ها از طریق محاسبه تغییرنما و با استفاده از بسته‌ی نرم‌افزاری Variowin, 2.2 انجام شد. بعد از تعیین و برازش بهترین مدل، نقشه‌های پیوسته هر یک از ویژگی‌های خاک اندازه‌گیری شده توسط نرم‌افزار Surfer, 8 تهیه شد. در کنترل اعتبار پارامترهای کریجینگ، با استفاده از روش جک-نایف می‌توان مناسب‌ترین شعاع جستجو و تعداد نقاط همسایه جهت به حداقل رساندن خطای تخمین کریجینگ را به‌دست آورد. نقشه‌های هر یک از ویژگی‌های خاک در هر مرحله از تخمین (فواصل نمونه‌برداری ۵۰۰، ۲۵۰ و ۱۲۵ متری) با استفاده از پارامترهای محاسبات تغییرنما، کنترل اعتبار تغییرنما و تخمین‌گر کریجینگ معمولی، پهنه‌بندی ویژگی‌ها انجام شد. اعتبارسنجی کمّی نتایج در هر مرحله از تخمین با استفاده از داده‌های مستقل ۵۰تائی و با محاسبه‌ی شاخص‌های اعتبارسنجی از جمله جذر میانگین مربع خطا (RMSE) و جذر میانگین مربع خطای نسبی (RMSE%) (۱۳) و میانگین خطای تخمین (ME) با روابط زیر انجام و با یکدیگر مقایسه شدند:

Archive of SID

www.SID.ir

$$RMSE = \sqrt{\frac{\Sigma(x'-x)^2}{n}} \quad (۱)$$

$$\%\ RMSE = \frac{RMSE}{\bar{x}} \times 100 \quad (۲)$$

$$ME = \frac{(x - x')}{n} \quad (۳)$$

در رابطه ۱ و ۳، x' مقدار برآورد شده در نقطه x_i، x مقدار مشاهده در نقطه x_i (همان ۵۰ نمونه مستقل) و n تعداد نقاط (۵۰ نمونه) می‌باشد و در رابطه‌ی ۲، $\bar{x}$ میانگین مقادیر واقعی مشاهدات (همان ۵۰ نمونه مستقل) بوده است که جذر میانگین مربع خطای نسبی به‌صورت درصد بیان شده است. بدون بعد بودن آماره‌ی RMSE%، امکان مقایسه‌ی صحت انواع متغیرها و با دامنه‌ی تغییرپذیری متفاوت را فراهم می‌نماید (۱۷).

میزان همخوانی نقشه‌ها در سه تراکم مورد مطالعه ابتدا به صورت چشمی[1] با یکدیگر مقایسه گردید. سپس، برای مقایسه‌ی کمّی میزان هم‌خوانی نقشه‌ها، محاسبه‌ی ماتریس خطا و استخراج شاخص‌های کاپا (K) و صحت عمومی (OA) و طبق روابط زیر انجام شد که N در روابط آن‌ها تعداد کل مشاهدات می‌باشد (۱۸):

$$OA = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_{ii}}{X_{i+}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_{ii}}{N} \quad (۴)$$

$$K = \frac{N\sum_{i=1}^{n} X_{ii} - \sum_{i=1}^{n}(X_{i+} \times X_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^{n}(X_{i+} - X_{+i})} \quad (۵)$$

نتایج و بحث

مقایسه میانگین هر ویژگی خاک در سه تراکم نمونه‌برداری نشان داد در هیچ یک از تراکم‌های نمونه‌برداری تفاوت معنی‌داری بین ویژگی مورد مطالعه وجود ندارد (شکل ۲). این بدین معنی است که اگر هدف از نمونه‌برداری برآوردی از مقدار میانگین این ویژگی‌ها در منطقه‌ی مورد مطالعه باشد، نیازی به نمونه‌برداری با تراکم زیاد نبوده و با یک سوم هزینه (۶۰ نمونه به جای ۲۴۰ نمونه) نیز می‌توان نتیجه‌ای قابل قبول در سطح ۹۵ درصد به‌دست آورد. علاوه بر کاهش قابل توجه در هزینه‌ی مطالعات، در مدت زمان کمتری می‌توان مطالعات را انجام داد. به نظر می‌رسد معنی‌دار نشدن میانگین ویژگی‌ها در سه سطح نمونه‌برداری به‌دلیل کوچک بودن مساحت منطقه‌ی نمونه‌برداری و یکنواختی عوامل خاکسازی است؛ به‌طوری‌که مواد مادری، زمان، اقلیم، موجودات زنده و توپوگرافی در محدوده‌ی نمونه‌برداری نسبتاً یکسان بوده و دیگر اینکه کاربری غالب در منطقه، کشاورزی آبی است که دارای مدیریت زراعی خیلی متفاوت در حدی که منجر به تغییرات مکانی شدید در ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در این پژوهش شود، نیستند.

از بین ویژگی‌های خاک، pH با ضریب تغییرات ۳ درصد در هر سه تراکم نمونه‌برداری دارای کمترین ضریب تغییرات و درصد حجمی سنگریزه با مقدار ۱۱۲ درصد در تراکم اول و دوم و با مقدار ۱۰۲ درصد در تراکم سوم دارای بیشترین ضریب تغییرات است (جدول ۱). با کاهش تعداد نمونه‌ها افزایش و یا کاهش منظمی در ضریب تغییرات (CV)، برای سه تراکم نمونه‌برداری مشاهده نشد.

با توجه به واریوگرام‌های سطحی تهیه شده (به‌دلیل حجم زیاد آورده نشده‌اند) در مورد هیچ یک از ویژگی‌های خاک در هیچ یک از تراکم‌های نمونه‌برداری ناهمسانگردی مشاهده نشد. اسفندیارپور و همکاران (۱)، رفیع‌الحسینی و محمدی (۳) و لوپزگرانادوز و همکاران (۱۵) نیز همسانگردی ویژگی‌های خاک و محصول را گزارش نموده‌اند. با توجه به همسانگرد بودن تمام ویژگی‌های مورد بررسی، واریوگرام‌های همه‌جهته[2] آن‌ها تهیه و مدل مناسب به آن‌ها برازش داده شد چرا که محاسبه و برازش مدل اولین قدم جهت تخمین به وسیله کریجینگ می‌باشد (به دلیل حجم زیاد، فقط واریوگرام‌های درصد شن و درصد کربنات‌کلسیم‌معادل در شکل ۳ و ۴ به‌عنوان نمونه آورده شده‌اند).

شایان ذکر است که تمامی ویژگی‌های مورد بررسی دارای ساختار مکانی همراه با مدل‌های سقف‌دار می‌باشند، همچنین در مورد اکثر ویژگی‌ها آستانه، تخمین خوبی از واریانس ویژگی‌ها ارائه می‌دهند. قابل توجه است که ویژگی‌های مورد مطالعه از مدل کروی و نمائی تبعیت نموده‌اند (جدول ۲). این دو مدل، معمول‌ترین مدل‌ها جهت بررسی و مطالعه تغییرپذیری ویژگی‌های خاک و محصول و تخمین کریجینگ در مطالعات علوم خاک هستند (۲، ۹، ۱۶ و ۲۶). بدیهی است که دامنه‌ی تأثیر بزرگ‌تر، دلالت بر ساختار مکانی گسترده‌تر دارد (۶). اختلاف بین دامنه تأثیر ویژگی‌های مختلف خاک در مطالعات مختلف گزارش شده است (۲، ۷، ۹ و ۲۶). دوبرمن (۱۱) تغییرپذیری اغلب ویژگی‌های خاک را بین ۸۰ تا ۱۴۰ گزارش نموده است، همچنین اسفندیارپور و همکاران (۱) دامنه تأثیر ۳۹۰ تا ۸۶۶ و صالحی و همکاران (۲۲) دامنه تأثیر ۶۱/۱ تا ۲۴۳/۳ را برای ویژگی‌های خاک مورد مطالعه در تحقیقاتشان گزارش کرده‌اند. در تحقیق حاضر، دامنه تأثیر از ۴۰۰ تا ۲۴۰۰ برای ویژگی‌های مختلف به‌دست آمده است (جدول ۲).

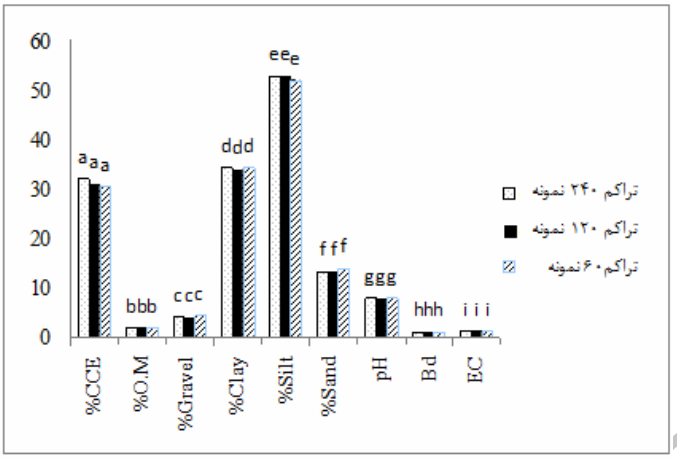
کلاس‌های وابستگی مکانی ویژگی‌های خاک بیانگر نسبت بین واریانس اثر قطعه‌ای و واریانس کل (حد آستانه) هستند و بدین‌وسیله می‌توان مقایسه‌ای در ارتباط با بزرگی اثرقطعه‌ای بین ویژگی‌های مختلف خاک انجام داد (۹). اگر مقدار این نسبت کمتر از ۲۵ درصد نمایانگر وابستگی مکانی قوی، مقادیر ۲۵ تا ۷۵ درصد به‌عنوان وابستگی مکانی متوسط و مقادیر بیشتر از ۷۵ درصد معرف وابستگی مکانی ضعیف خواهد بود (۷، ۹، ۱۵ و ۲۶).

1- Visual interpretation

2- Omnidirectional variogram

Archive of SID

www.SID.ir

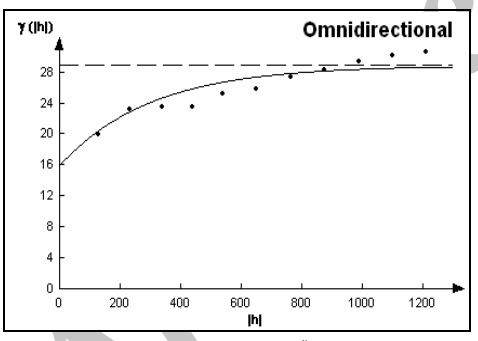


شکل ۲- مقایسه میانگین ویژگی‌های خاک در سه تراکم نمونه‌برداری

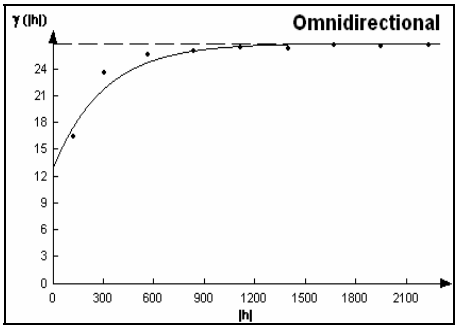
(حروف مشابه برای هر ویژگی، بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار هستند).

جدول ۱- ضریب تغییرات ویژگی‌های خاک در تراکم‌های نمونه‌برداری مختلف

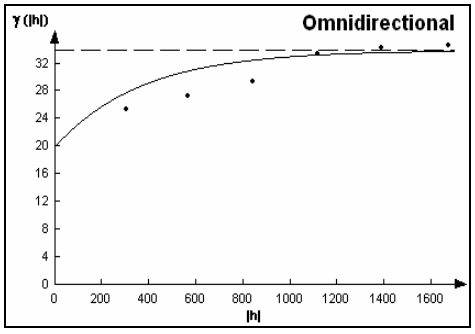
	تراکم نمونه‌برداری	Bd ($gr.Cm^{-3}$)	pH	EC ($dS.m^{-1}$)	%CCE	%O.M	%Gravel	%Sand	%Silt	%Clay
ضریب تغییرات (٪)	۲۴۰ نمونه	۸	۳	۲۹	۲۷	۳۹	۱۱۲	۴۱	۱۱	۲۳
	۱۲۰ نمونه	۸	۳	۳۵	۲۴	۴۲	۱۱۲	۳۹	۱۰	۲۳
	۶۰ نمونه	۸	۳	۳۱	۲۴	۴۷	۱۰۲	۴۳	۱۱	۲۵



تراکم ۲۴۰ نمونه



تراکم ۱۲۰ نمونه

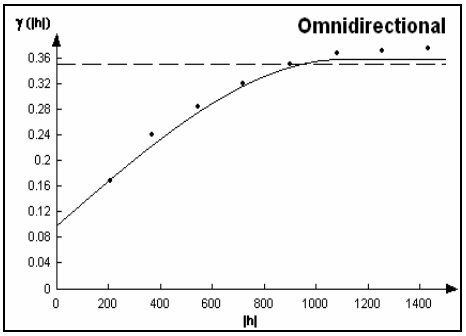


تراکم ۶۰ نمونه

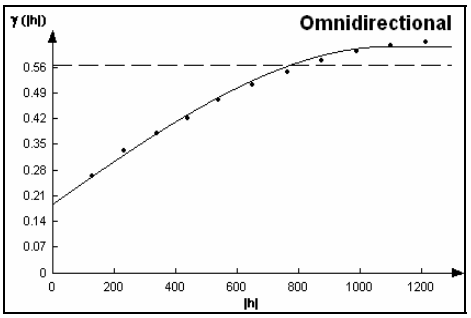
شکل ۳- واریوگرام‌های تجربی (دوایر سیاه‌رنگ) به همراه مدل نظری (خط ممتد) برازش داده شده بر آن‌ها برای درصد شن

Archive of SID

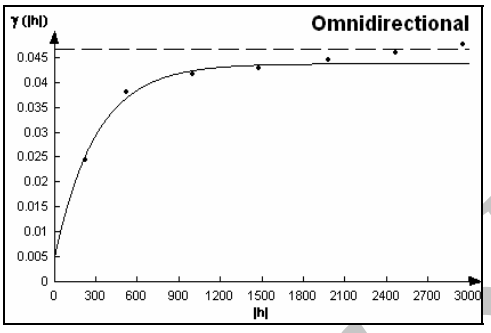
www.SID.ir



تراکم ۱۲۰ نمونه



تراکم ۲۴۰ نمونه



تراکم ۶۰ نمونه

شکل ٤- واریوگرام‌های تجربی (دوایر سیاه‌رنگ) به همراه مدل نظری (خط ممتد) برازش داده شده بر آن‌ها برای درصد کربنات‌کلسیم‌معادل

جدول ۲- پارامترهای تغییرنمای همه جهته ویژگی‌های خاک برای سه تراکم نمونه‌برداری

	تراکم نمونه‌برداری	Bd ($gr.Cm^{-3}$)	pH	Ln EC ($dS.m^{-1}$)	Ln %CCE	%O.M	Ln %Gravel	%Sand	%Silt	%Clay
اثر قطعه‌ای	۲۴۰ نمونه	۰/۰۰۵۴	۰/۰۲۴	۰/۰۲۱	۰/۱۹	۰/۲	۰/۱۲	۱۶	۱۷	۳۹
	۱۲۰ نمونه	۰/۰۰۵	۰/۰۲۹	۰/۰۱۷	۰/۰۱۳	۰/۰۳	۰/۱	۱۲	۶	۲۸
	۶۰ نمونه	۰/۰۰۴۶	۰/۰۱۹	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۵	۰/۱	۰/۰۸	۱۸	۱۷	۳۰
دامنه تأثیر	۲۴۰ نمونه	۱۲۰۰	۱۰۰۰	۴۰۰	۱۱۰۰	۸۰۰	۱۲۰۰	۹۰۰	۹۰۰	۸۰۰
	۱۲۰ نمونه	۱۰۰۰	۱۴۰۰	۴۵۰	۴۰۰	۴۰۰	۱۱۰۰	۵۰۰	۸۰۰	۴۰۰
	۶۰ نمونه	۱۴۰۰	۹۰۰	۷۰۰	۹۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۳۰۰	۲۴۰۰	۲۴۰۰
حد آستانه	۲۴۰ نمونه	۰/۰۰۸۴	۰/۰۴۴	۰/۰۴۵	۰/۶۲	۰/۴۹	۰/۳۷	۲۹	۳۲	۶۰
	۱۲۰ نمونه	۰/۰۰۷۲	۰/۰۴۸	۰/۰۵۷	۰/۰۴۰۵	۰/۱۳	۰/۳۶	۲۶	۲۷	۵۷
	۶۰ نمونه	۰/۰۰۷	۰/۰۴۹	۰/۰۵۸۳	۰/۰۴۴	۰/۶۴	۰/۳۴	۳۴	۳۳	۸۹
مدل	۲۴۰ نمونه	کروی	کروی	کروی	کروی	نمائی	کروی	نمائی	نمائی	نمائی
	۱۲۰ نمونه	نمائی	کروی	کروی	کروی	کروی	کروی	کروی	نمائی	کروی
	۶۰ نمونه	نمائی	کروی	نمائی	نمائی	نمائی	کروی	نمائی	نمائی	کروی
همبستگی مکانی	۲۴۰ نمونه	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط
	۱۲۰ نمونه	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	قوی	متوسط	متوسط	قوی	متوسط
	۶۰ نمونه	متوسط	متوسط	قوی	قوی	قوی	قوی	متوسط	متوسط	متوسط

همچنین در صورتی که نسبت همبستگی در مورد یک ویژگی برابر ۱۰۰ درصد گردد یا اینکه شیب منحنی تغییرنما نزدیک به صفر باشد، ویژگی مربوطه فاقد وابستگی مکانی می‌باشد (۱۵)، و اگر نسبت همبستگی برای یک ویژگی برابر صفر باشد، بیانگر حضور یک ساختار مکانی بسیارقوی در همبستگی مکانی می‌باشد (۲۶).

کمبردلا و همکاران (۹) بیان داشتند که وابستگی مکانی قوی، ممکن است توسط تغییرات ذاتی ویژگی‌های خاک مانند بافت خاک و کانی‌شناسی رس کنترل شود، در حالی‌که وابستگی مکانی ضعیف‌تر، معمولاً تحت تأثیر تغییرات غیرذاتی مانند عملیات مدیریتی، کاربرد کود و شخم است. به‌طور کلی می‌توان گفت که تفاوت در تغییرپذیری

Archive of SID

www.SID.ir

ویژگی‌های خاک به تأثیر فرآیندهای خاکسازی و مدیریت اراضی در هر منطقه برمی‌گردد. در تحقیق حاضر برای تمام ویژگی‌ها در سه تراکم نمونه‌برداری وابستگی مکانی قوی و متوسط به‌دست آمد که حاکی از تغییرات ذاتی و غیرذاتی کم در خاک می‌باشد (جدول ۲).

در اعتبارسنجی پارامترهای کریجینگ با استفاده از ۵۰ نقطه نمونه‌برداری که بصورت تصادفی و مجزا از نمونه‌های اصلی برداشت شده‌اند، مقادیر میانگین خطای تخمین نزدیک به صفر بود که بیانگر ناریب بودن تخمین‌هاست. مقادیر ریشه میانگین مجذور خطا نیز پائین بود که بیانگر دقت قابل قبول تخمین می‌باشد. کمترین RMSE% برای pH و بیش‌ترین RMSE% برای درصدحجمی سنگریزه به‌دست آمد (جدول ۳). در این رابطه افشار و همکاران (۲) نیز نتایج مشابهی را گزارش کرده‌اند. صالحی و همکاران (۲۲) و هنگل و همکاران (۱۴) کمترین RMSE% را برای pH و بیش‌ترین RMSE% را برای ذرات درشت خاک گزارش کرده‌اند. در مطالعه‌ی آن‌ها برای تمام ویژگی‌ها مقدار RMSE% کمتر از ۵۰ درصد بوده است که نشان‌دهنده دقت بالای تخمین می‌باشد که این نتایج با تحقیق حاضر تطابق دارد.

با کاهش تعداد نمونه‌ها افزایش و یا کاهش منظمی میانگین خطای تخمین و جذر میانگین مربع خطای محاسبه شده برای سه تراکم نمونه‌برداری مشاهده نمی‌شود (جدول ۳)، و این بدین معنی است که تعداد نمونه در نمونه‌برداری تأثیری در دقت تخمین نداشته است. لذا می‌توان نتیجه گرفت که انجام مطالعات نیمه‌تفصیلی به‌جای مطالعات تفصیلی و خیلی‌تفصیلی برای بررسی ویژگی‌های منطقه مورد مطالعه، کافی بنظر می‌رسد.

نقشه‌های کریجینگ (شکل‌های ۵ تا ۱۳) تهیه شده برای تمام ویژگی‌ها نشان می‌دهد که توزیع تمام ویژگی‌ها پیوسته و وابسته به موقعیت جغرافیایی نقاط نمونه‌برداری می‌باشد. مقایسه‌ی چشمی نقشه‌های کریجینگ ویژگی‌های مختلف خاک در تراکم‌های مختلف نمونه‌برداری نشان می‌دهد که تمامی ویژگی‌ها در سه سطح تراکم نمونه‌برداری دارای الگوی تقریباً مشابهی هستند. افشار و همکاران (۲) نیز پس از تهیه‌ی نقشه‌های کریجینگ اقدام به مقایسه چشمی الگوی پراکنش مکانی ویژگی‌های خاک نمودند و بیان داشتند الگوی پراکنش مکانی ماده‌آلی نسبتاً مشابه الگوی پراکنش مکانی ازت می‌باشد، همچنین محمدزمانی و همکاران (۷) نیز دریافتند که الگوی پراکنش مکانی ازت مشابه ماده‌آلی و الگوی پراکنش مکانی فسفر مشابه ضریب برداشت می‌باشد. صالحی و همکاران (۲۲) نیز با مقایسه چشمی نقشه‌های کریجینگ ویژگی‌های خاک در واحدهای مشابه نقشه خاک بیان داشتند که الگوی پراکنش مکانی ویژگی‌های خاک در واحدهای مشابه نقشه خاک تفاوت کمی با هم دارند و نیاز به صرف زمان برای یافتن الگوی پراکنش مکانی ویژگی‌های خاک در هر یک از واحدهای نقشه خاک به‌صورت جداگانه وجود ندارد. اسفندیارپور و همکاران (۱) نیز با مقایسه‌ی چشمی نقشه‌های کریجینگ ویژگی‌های خاک اظهار داشتند که الگوی تغییرات مکانی ضخامت افق A و ماده‌آلی خاک و نیز ذرات درشت خاک و کربنات-کلسیم معادل مشابه است.

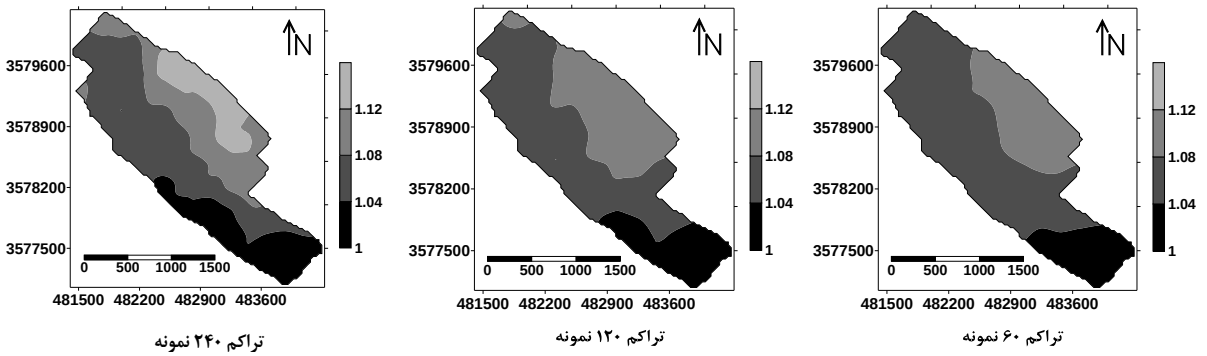
برای اطمینان بیشتر از نتیجه حاصل از مقایسه چشمی و برای اظهار نظر دقیق‌تر، میزان هم‌خوانی نقشه‌ها توسط شاخص‌های کمّی مانند صحت عمومی و شاخص کاپا محاسبه گردیده است (جدول ۴). همان‌طور که مشاهده می‌شود در اغلب ویژگی‌ها بالاترین میزان همخوانی بین نقشه‌های پراکنش در دو تراکم نمونه‌برداری اول و دوم (به‌ترتیب با ۲۴۰ نمونه و ۱۲۰ نمونه) و پائین‌ترین میزان هم‌خوانی بین نقشه‌های پراکنش در دو تراکم نمونه‌برداری اول و سوم (به‌ترتیب با ۲۴۰ نمونه و ۶۰ نمونه) می‌باشد. البته این مقادیر همخوانی نیز نزدیک به هم هستند و مقادیر نسبتاً بالای صحت عمومی و شاخص کاپا در تمامی حالات، حاکی از میزان هم‌خوانی بالای این نقشه‌ها می‌باشد.

جدول ۳- معیارهای اعتبارسنجی برای ویژگی‌های خاک در سه تراکم نمونه‌برداری

	تراکم نمونه‌برداری	Bd ($gr.Cm^{-3}$)	pH	EC ($dS.m^{-1}$)	%CCE	%O.M	%Gravel	%Sand	%Silt	%Clay
RMSE	۲۴۰ نمونه	۰/۰۷	۰/۱۸	۰/۰۴	۸/۹۲	۰/۵۹	۴/۲۴	۴/۶۵	۴/۶۴	۷/۱۴
	۱۲۰ نمونه	۰/۰۷	۰/۱۹	۰/۰۴	۹/۵۶	۰/۷۲	۴/۴۴	۴/۹۴	۴/۹۲	۷/۴۲
	۶۰ نمونه	۰/۰۷	۰/۲۰	۰/۰۴	۱۰/۲۷	۰/۷۰	۱/۰۲	۵/۰۵	۴/۸۵	۷/۵۵
%RMSE	۲۴۰ نمونه	۶/۴۱	۲/۳۱	۱۸/۶۹	۲۷/۹۳	۳۱/۶۷	۸۸/۸۲	۳۷/۷۹	۸/۹۷	۱۹/۸۴
	۱۲۰ نمونه	۶/۶۴	۲/۴۱	۲۰/۸۳	۲۹/۹۱	۳۸/۹۹	۹۳/۰۰	۴۰/۱۷	۹/۵۱	۲۰/۶۴
	۶۰ نمونه	۶/۷۶	۲/۵۷	۲۲/۲۲	۳۲/۱۶	۳۷/۸۹	۲۱/۵۸	۴۱/۰۶	۹/۳۶	۲۱/۰۰
ME	۲۴۰ نمونه	-۰/۰۰۴	۰/۰۲۹	۰/۰۰۸	۱/۱۴۱	۰/۰۴۵	۱/۳۵۲	-۰/۶۹۱	-۰/۷۵۱	۱/۴۴۱
	۱۲۰ نمونه	-۰/۰۰۲	۰/۰۴۸	-۰/۰۰۱	۱/۵۷۶	-۰/۰۴۰	۱/۳۰۲	-۰/۹۴۴	-۰/۷۲۶	۱/۷۶۱
	۶۰ نمونه	۰/۰۰۲	۰/۰۲۸	۰/۰۰۲	۲/۱۲۷	-۰/۱۱۲	۱/۰۶۰	-۱/۱۹۳	۰/۰۱۶	۱/۲۵۱

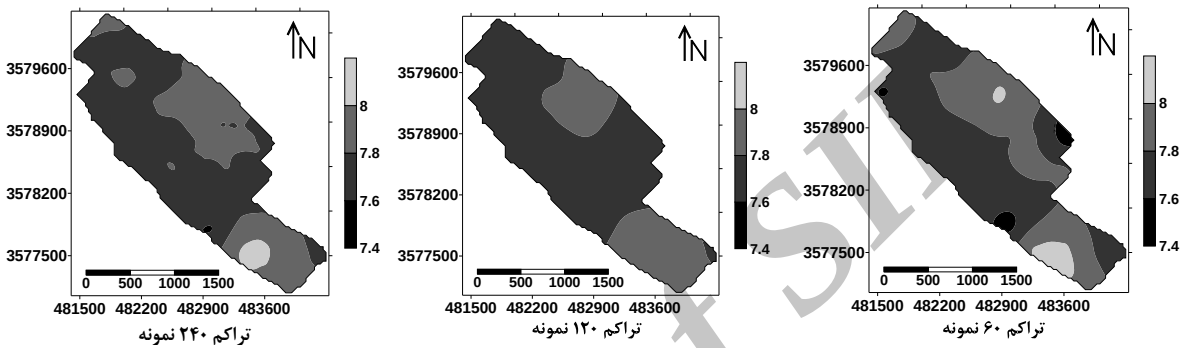
Archive of SID

www.SID.ir



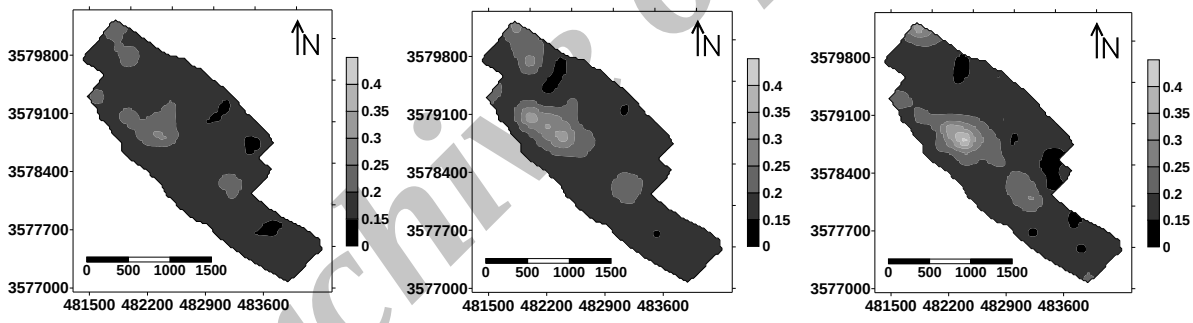
تراکم ۶۰ نمونه　　تراکم ۱۲۰ نمونه　　تراکم ۲۴۰ نمونه

شکل ۵ - نقشه‌های کریجینگ جرم‌مخصوص‌ظاهری در سه تراکم نمونه‌برداری



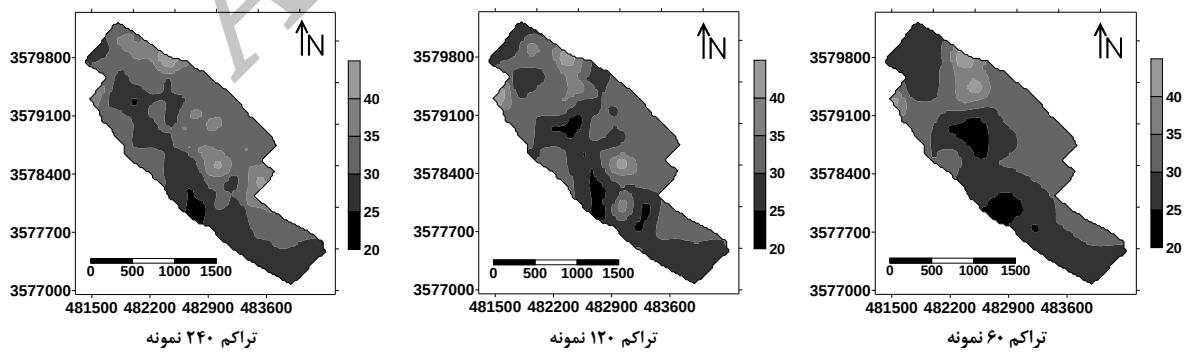
تراکم ۶۰ نمونه　　تراکم ۱۲۰ نمونه　　تراکم ۲۴۰ نمونه

شکل ٦ - نقشه‌های کریجینگ پ‌هاش در سه تراکم نمونه‌برداری



تراکم ۶۰ نمونه　　تراکم ۱۲۰ نمونه　　تراکم ۲۴۰ نمونه

شکل ۷ - نقشه‌های کریجینگ قابلیت هدایت الکتریکی در سه تراکم نمونه‌برداری

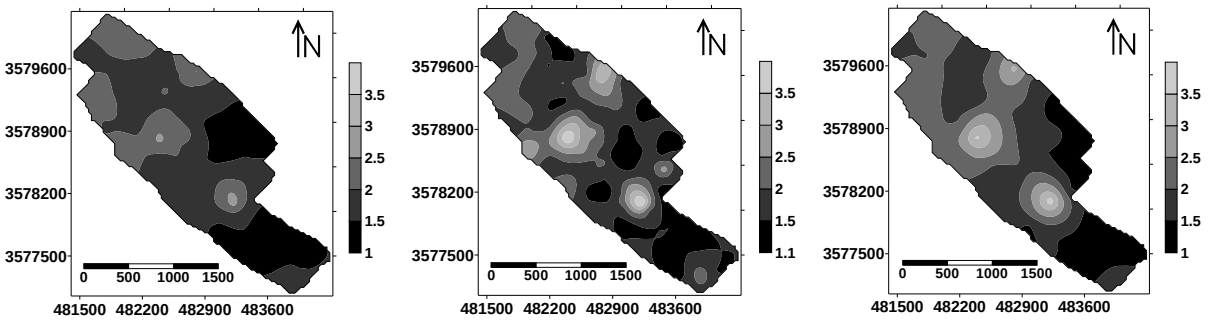


تراکم ۶۰ نمونه　　تراکم ۱۲۰ نمونه　　تراکم ۲۴۰ نمونه

شکل ۸ - نقشه‌های کریجینگ درصد کربنات‌کلسیم‌معادل در سه تراکم نمونه‌برداری

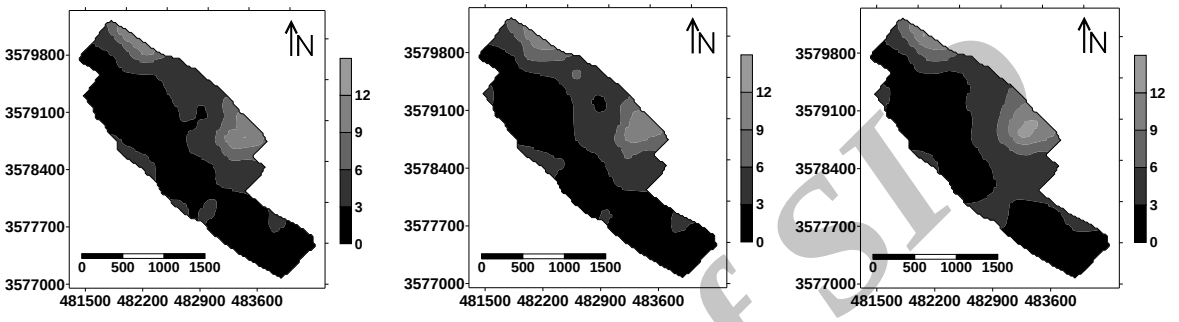
Archive of SID

www.SID.ir



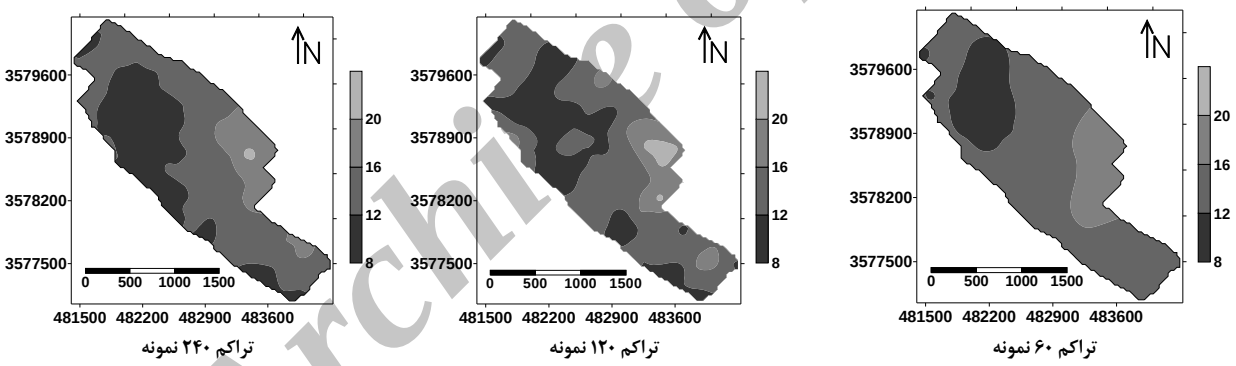
تراکم ۶۰ نمونه تراکم ۱۲۰ نمونه تراکم ۲۴۰ نمونه

شکل ۹ - نقشه‌های کریجینگ درصد ماده آلی در سه تراکم نمونه‌برداری



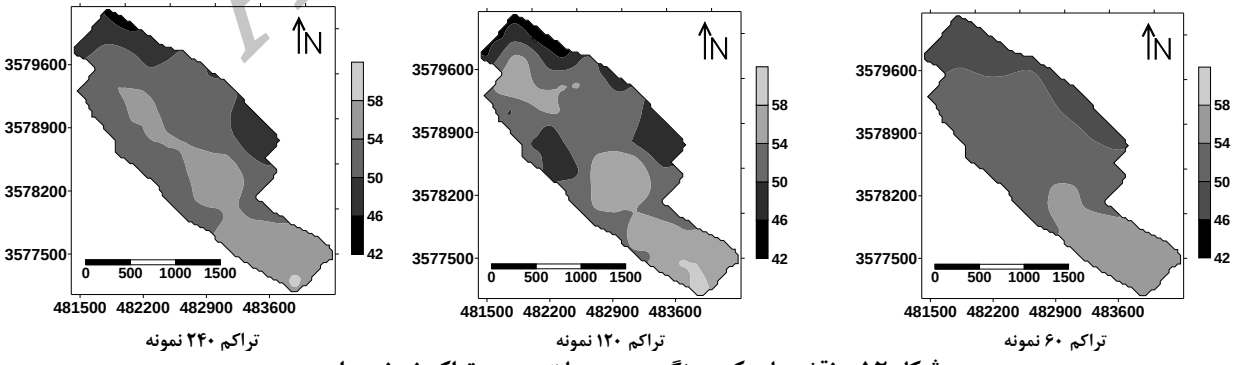
تراکم ۶۰ نمونه تراکم ۱۲۰ نمونه تراکم ۲۴۰ نمونه

شکل ۱۰ - نقشه‌های کریجینگ درصد حجمی سنگریزه در سه تراکم نمونه‌برداری



تراکم ۶۰ نمونه تراکم ۱۲۰ نمونه تراکم ۲۴۰ نمونه

شکل ۱۱ - نقشه‌های کریجینگ درصد شن در سه تراکم نمونه‌برداری

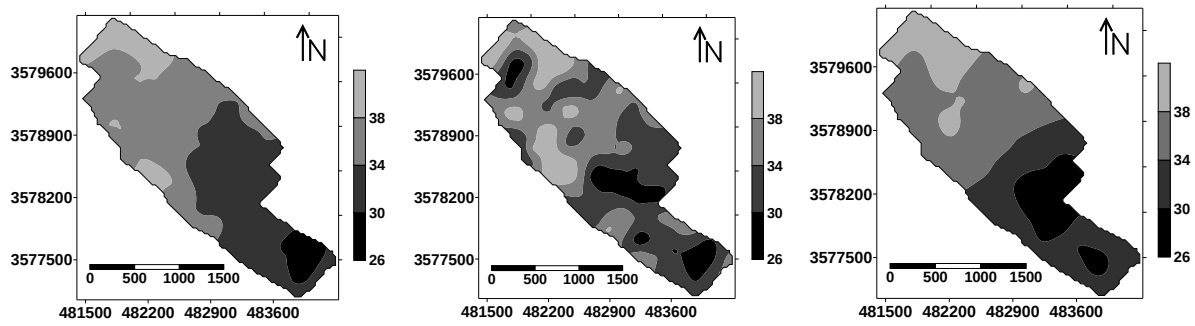


تراکم ۶۰ نمونه تراکم ۱۲۰ نمونه تراکم ۲۴۰ نمونه

شکل ۱۲ - نقشه‌های کریجینگ درصد سیلت در سه تراکم نمونه‌برداری

Archive of SID

www.SID.ir



تراکم ۶۰ نمونه　　تراکم ۱۲۰ نمونه　　تراکم ۲۴۰ نمونه

شکل ۱۳ - نقشه‌های کریجینگ درصد رس در سه تراکم نمونه‌برداری

جدول ٤ - مقادیر صحت عمومی و شاخص کاپا به‌دست آمده از روی‌هم‌اندازی نقشه‌های پراکنش ویژگی‌های خاک در تراکم‌های مختلف نمونه‌برداری

ویژگی خاک	بین تراکم‌های نمونه‌برداری ۲٤۰ و ۱۲۰ نمونه		بین تراکم‌های نمونه‌برداری ۲٤۰ و ٦۰ نمونه		بین تراکم‌های نمونه‌برداری ۱۲۰ و ٦۰ نمونه	
	صحت عمومی	شاخص کاپا	صحت عمومی	شاخص کاپا	صحت عمومی	شاخص کاپا
Bd ($grcm^{-3}$)	۷۳/۲۲	۵۹/۳۸	۶۶/۲۷	۴۷/۲۲	۸۷/۳۷	۷۸/۰۹
pH	۸۲/۰۸	۶۱/۰۶	۷۷/۵۷	۵۶/۸۲	۷۳/۶۶	۴۶/۶۹
EC (dSm^{-1})	۸۱/۲۵	۴۱/۳۹	۷۴/۸۱	۵۲/۸۸	۷۷/۴۵	۴۳/۱۷
%CCE	۶۶/۴۷	۴۴/۵۴	۵۹/۲۳	۴۳/۹۳	۷۱/۱۷	۵۳/۲۳
%O.M	۶۲/۹۳	۴۳/۴۵	۵۹/۱۵	۴۰/۱۷	۶۰/۱۱	۴۳/۳۴
%Gravel	۸۷/۵۴	۷۸/۰۶	۸۰/۱۳	۶۵/۸۷	۸۰/۶۸	۶۷/۳۱
%Sand	۷۳/۵۷	۵۴/۵۷	۷۱/۳۳	۴۸/۲	۶۹/۷۴	۴۵/۸۷
%Silt	۷۶/۷۳	۶۲/۹۳	۷۳/۸۱	۵۶/۳۵	۶۲/۷۸	۴۰/۸۳
%Clay	۶۱/۰۴	۴۱/۴۷	۶۳/۴۴	۴۵/۹۱	۵۵/۱۹	۳۶/۱۳

صالحی و همکاران (۲۲) در ویژگی‌های خاک مورد آزمایش در تحقیقشان، ارقام بالاتر از ۴۳ برای شاخص کاپا و ارقام بالاتر از ۶۰ برای صحت عمومی به‌دست آوردند و همخوانی بالا را برای این ویژگی‌ها گزارش کردند. صفایی و همکاران (۵) بیان داشتند که نقشه‌ی کریجینگ pH و کربنات‌کلسیم با ۵۰ نمونه (به‌ترتیب با صحت عمومی ۸۱/۵۹ و ۸۳/۸۵ و با شاخص کاپا ۶۰/۸۲ و ۸۱/۲۵)، دارای دقت تقریباً بالا و هم‌خوانی نسبتاً خوب با نقشه‌ی تعمیم داده شده‌ی اصلی (بر اساس ۸۰ نمونه) است، ولی هم‌خوانی در نقشه‌های کریجینگ برای ۴۰ نمونه، کم‌تر بود. آن‌ها میزان هم‌خوانی برای درصدحجمی سنگریزه و درصد رس در هر دو نقشه ۵۰ و ۴۰ نمونه را بسیار پائین به‌دست آوردند که عدم دقت این نقشه‌ها را بیان می‌کند. صالحی و همکاران (۲۰) در مقایسه‌ی نقشه‌های ماده آلی تخمین زده شده با دو روش LOI و WB در دشت‌های مختلف استان چهارمحال و بختیاری، مقادیر پائینی برای صحت عمومی (۳۶ و کمتر از آن) بدست آوردند و بیان داشتند اگرچه تخمین ماده‌آلی با استفاده از روش LOI دقیق نیست ولی استفاده از این روش برای تعیین روند تغییرات ماده آلی مناسب و کم‌هزینه‌تر است.

با وجودی‌که در تمام ویژگی‌های مورد مطالعه‌ی تحقیق حاضر، مقادیر هم‌خوانی‌ها بالاست اما در بین ویژگی‌های مورد بررسی درصد حجمی سنگریزه و pH و EC و جرم‌مخصوص‌ظاهری بیش‌ترین و درصد ماده‌آلی و درصد کربنات‌کلسیم معادل، کم‌ترین میزان هم‌خوانی را نشان می‌دهند، و این نتیجه با نتایج حاصل از ضریب تغییرات (جدول ۱)، مطابقت دارد چرا که در مورد ویژگی‌های با پائین‌ترین ضریب تغییرات مانند pH و EC و جرم مخصوص ظاهری میزان همخوانی نقشه‌ها در سه تراکم نمونه‌برداری بالاترین مقدار به‌دست آمد که ناشی از تغییرپذیری کم‌تر این ویژگی‌هاست و برعکس در مورد ویژگی‌های با بالاترین ضریب تغییرات مثل ماده‌آلی و درصد کربنات کلسیم در سه تراکم نمونه‌برداری میزان همخوانی نقشه‌ها پائین‌ترین مقدار به‌دست آمد که ناشی از تغییرپذیری بیش‌تر این ویژگی‌هاست. صالحی و همکاران (۲۲) نیز اظهار داشتند در مناطقی

Archive of SID

www.SID.ir

که تغییر ویژگی‌های خاک، زیاد است، کاهش تعداد نمونه باعث کاهش دقت مطالعات می‌شود، اما در مورد ویژگی‌هایی که تغییرات ناچیزی در منطقه دارند می‌توان از کاهش تعداد نمونه به‌همراه تعمیم-پذیری مدل‌های زمین‌آماری، در راستای کاهش هزینه و زمان مطالعات سود جست.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج به‌دست آمده، هم آمار کلاسیک و هم آمار مکانی بیانگر مشابه بودن میزان تغییرات هر یک از ویژگی‌های خاک در سه تراکم نمونه‌برداری هستند. لذا می‌توان نتیجه گرفت که انجام مطالعات نیمه‌تفصیلی به‌جای مطالعات تفصیلی و خیلی‌تفصیلی برای بررسی ویژگی‌های منطقه مورد مطالعه، کافی بنظر می‌رسد و با این کار در وقت و هزینه می‌توان صرفه‌جویی نمود. انجام مطالعه‌ای مشابه در سطح وسیع‌تر می‌تواند دیدگاه بهتری برای توصیه‌های مدیریتی و نقشه‌برداری خاک ایجاد نماید.

منابع

۱- اسفندیارپور بروجنی ع.، و محمدی ج.، و صالحی م.ح.، و تومانیان ن. ۱۳۸۸. تعمیم‌پذیری روش ژئوپدولوژی در نقشه‌برداری خاک. پایان‌نامه دکترای خاک‌شناسی. دانشکده کشاورزی. دانشگاه شهرکرد.

۲- افشار ح.، و صالحی م.ح.، و محمدی ج.، و محنت‌کش ع.م. ۱۳۸۷. تغییرپذیری عملکرد گندم و خصوصیات خاک در تعدادی از واحدهای نقشه تناسب کمی اراضی منطقه فرخشهر استان چهارمحال و بختیاری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاک‌شناسی. دانشکده کشاورزی. دانشگاه شهرکرد. ۷۵ صفحه.

۳- رفیع‌الحسینی م.، و محمدی ج. ۱۳۸۰. تجزیه و تحلیل پراکنش مکانی حاصلخیزی خاک و عملکرد محصول برای مدیریت زراعی دقیق. مجموعه‌ی مقالات هفتمین کنگره علوم خاک ایران، ۴ تا ۷ شهریورماه .دانشکده کشاورزی. دانشگاه شهرکرد. صفحات ۱۷۸ تا ۱۸۰.

۴- صالحی م.ح.، و خادمی ح. ۱۳۸۷. مبانی نقشه‌برداری خاک. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان.

۵- صفائی ز.، و صالحی م.ح.، و اسفندیارپور بروجنی ع. ۱۳۹۰. تأثیر کاهش تعداد نمونه در اعتبار نتایج زمین‌آماری روش ژئوپدولوژی. دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران. دانشگاه تبریز، تبریز.

۶- عبدالهی س.، و دلاور م.ا.، و صفری ی. ۱۳۹۱. ارزیابی اثرات فاصله نمونه‌برداری بر تغییرات مکانی ماده‌آلی خاک در منطقه انگوران زنجان. مجله مدیریت و کیفیت خاک. دانشگاه شهرکرد. صفحات ۴۵ تا ۵۳.

۷- محمدزمانی س.، و ایوبی ش.ا.، و خرمالی ف. ۱۳۸۶. بررسی تغییرات مکانی خصوصیات خاک و عملکرد گندم در بخشی از اراضی زراعی سرخنکلاته، استان گلستان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۱، شماره ۴۰ (الف)، ص ۹۱- ۷۹.

۸- محمدی ج. ۱۳۸۵. پدومتری، جلد اول، آمار کلاسیک. انتشارات پلک.

9- Cambardella C.A., Moormam T.B., Parkin T.B., Karlen D.L., Turco R.F., and Konopka A.E. 1994. Field scale variability of soil properties in central lowa soils.Soil Science Society of America Journal, 58:1501-1511.

10- Delbari M., Afrasib P., and Loiskandl W. 2009. Using sequential Gaussian simulation to assess the field-scale spatial uncertainly of soil water content. Catena, 79:163-169.

11- Doberman A. 1994. Factors causing field variation of direct-seeded flooded rice. Geoderma, 62:125-150.

12- Don A., Schumacher J., Scherer L., Scholten T., and Schulze E.D. 2007. Spatialand vertical variation ofsoil carbon at two grassland sites-implications for measuringsoil carbon stocks. Geoderma, 141:272–282.

13- Farifteh J., Van Der Meer F., Atzberger C., and Carranza E.J.M. 2007. Quantitative analysis of salt-affected soil reflectance spectra: a comparison of two adaptive methods (PLSR and ANN). Remote Sensing of Environment, 110:59-78.

14- Hengl T., Huvelink G.B.M., and Stein A. 2004. A generic framework for spatial prediction of soil 55 variables based on regression-kriging. Geoderma, 120:75-93.

15- Lopez-Granados F., Jurado-Exposito M., Atenciano S., Garcia-Ferrer A., De la Orden M.S., and Garcia-Torres L. 2002. Spatial variability of agricultural soil parameters in southern Spain. Plant and Soil, 246:97-105.

16- Miller M.P., Singer M.J., and Nielson D.R. 1988. Spatial variability of wheat yield and soil properties on complex hills. Soil Science Society of America Journal, 52:1133-1141.

Archive of SID

www.SID.ir

17- Park S.J., and Vlek P.L.G. 2002. Environmental correlation of three-dimensional soil spatial variability: a comparison of three adaptive techniques. Geoderma, 109:117-140.
18- Rossiter D.G. 2002. Methodology for soil resource inventories. Lecture notes, 2nd Revised Version Soil Science Division, International Institute for Aerospace Survey and Earth Science (ITC), Enschede, The Netherlands.
19- Sahrawat K.L., Rego T.J., Wani S.P., and Pardhasaradhi G. 2008. Stretching soil sampling towatershed: evaluation of soil-test parameters in a semi-arid tropical watershed. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 39:2950–2960.
20- Salehi M.H., Hashemi Beni O., Beigi Harcheghani H., Esfandiarpour Boroujeni I., and Motaghian H.R. 2011. Refining Soil Organic Matter Determination by Loss-on-Ignitation. Pedosfer, 21:473-482.
21- Salehi M.H., Karimian Eghbal M., and Khademi H. 2003. Comparison of soil variability in a detailed and a reconnaissance soil map in centeral Iran. Geoderma, 111:45-56.
22- Salehi M.H., Safaei Z., Esfandiarpour I., and Mohammadi J. 2013. Generalization of Continuous Models to Estimate Soil Characteristics into Similar Delineations of a Detailed Soil Map. Soil Research, 51 (4):350-361.
23- Sheng Y.U.D., Qi Z.Z., Hao Y., Zheng S.X., Zhi T.M., Xia S.W., and Jie W.H. 2011. Effect of soil sampling density on detected spatial variability of soil organic carbon in a red soil region of China. Pedosphere, 21(2):207–213.
24- Solie J.B., Raun W.R., and Stone M.L. 1999. Submeter spatial variability of selected soil and bermudagrass production variables. Published in Soil Science Society of America Journal, 63:1724-1733.
25- Valentine K.W.G. 1981. How soil map units and delineations change with survey intensity and map scale. Canadian Journal of Soil Science, 61:535-551.
26- Vieira S.R., and Paz Gonzalez A. 2003. Analysis of the spatial variability of crop yield and soil properties in small agricultural plots. Bragantia, Campinas, 62:127-138.
27- Wang C. 1982. Variability of soil properties in relation to size of map unit delineation. Canadian Journal of Soil Science, 62:657-662.

Archive of SID

www.SID.ir

Journal of Water and Soil
Vol. 28, No. 1, Mar.-Apr. 2014, p. 190-202

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۱، فروردین – اردیبهشت ۱۳۹۳، ص. ۲۰۲-۱۹۰

The Effect of Sampling Density on the Accuracy of Estimation for Some of Soil Properties in Shahrekord Plain

N. Hosseinzadeh[1*]- M.H. Salehi[2]- J. Mohammadi[3]

Received: 18-09-2013
Accepted: 10-02-2014

Abstract

Now a day, performing soil surveys by minimum time and budget as well as enough accuracy is one of the soil scientists' interests. The present study was investigated to study the effect of sampling density on statistical and geostatistical accuracy of estimation for some of soil properties in Shahrekord plain. For this purpose, 240 soil samples (horizon A) with 125 m interval were collected. Then, the physical and chemical analysis included bulk density, soil texture, volume percent gravel, percentage of calcium carbonate equivalent, organic matter, pH and electrical conductivity were determined. The second (120 samples) and third (60 samples) sampling densities were randomly selected the first samplings (240 samples) by considering uniform distribution throughout the region. Results showed that there are no significant differences among the studied soil properties for three sampling intervals. Also, by reducing the number of samples, no regular increase or decrease was observed for coefficient of variation, mean estimation error and root mean square error. The cross validation showed that mean estimation error was close to zero and the root mean square error was low which indicate the acceptable accuracy of estimations. Visual and quantitative interpretation of kriging maps showed high accordance for three sampling densities. Therefore, semi-detailed soil surveys can be replaced for detailed ones which allow saving time and budget.

Keywords: Sampling density, Accuracy, Accordance

Archive of SID

1,2,3- MSc Graduated and Associate Professors of Soil Science Department, College of Agriculture, Shahrekord University, Respectively
(*- Corresponding Author Email: narges_nh_n@yahoo.com)

www.SID.ir