Archive of SID

بررسی تغییرات مکانی و پهنه‌بندی برخی خواص فیزیکی و شیمیایی خاک سطحی و تأثیرپذیری آنها از مدیریت بهره‌برداری در زمین‌های کشاورزی جنوب تهران

حسین ترابی گل‌سفیدی[1]، ناصر دواتگر و شکوه قاسمی

دانشیار گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه شاهد؛ **htorabi@shahed.ac.ir**

استادیار موسسه تحقیقات خاک و آب کشور؛ **n_davatgar@yahoo.com**

دانش آموخته کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه شاهد؛ **shokouh.gh.1367@gmail.com**

دریافت: **93/8/19** و پذیرش: **95/3/9**

چکیده

گسترش مناطق مسکونی، تجاری، صنعتی و نوع استفاده از زمین در اراضی کشاورزی جنوب تهران، تغییر در برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی را به محیط خاک تحمیل نموده است. برای انجام این تحقیق نمونه‌برداری به صورت شبکه منظم 1000 در 1000 متر در 196 نقطه از عمق 30-0 سانتی متری خاک در 20000 هکتار از اراضی کشاورزی جنوب تهران انجام شد. اسیدیته گل اشباع، بافت خاک، درصد آهک، گنجایش تبادل کاتیونی و کربن آلی خاک اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل داده‌ها و تهیه نقشه آن‌ها با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و روش درون‌یابی کریجینگ انجام شد. نتایج نشان داد که 26/3 و 54/6 درصد از اراضی به ترتیب دارای کربن آلی کمتر از 0/9 و 1/2- 0/9 درصد هستند. اراضی دارای کربن آلی کمتر از 0/9 درصد، عمدتاً جزء کاربری‌های زراعی، مسکونی، صنعتی و بایر و اراضی دارای کربن آلی 2/2-0/9درصد زیر کشت انواع محصولات سبزی و صیفی قرار دارند. به غیر از 29/9درصد از اراضی، که متأثر از پساب‌ها، دارای پ‌هاش بیشتر از 8 هستند، بقیه مناطق در محدوده 7/5 الی 8 می‌باشند. حدود 81 درصد اراضی دارای 5 الی 15 درصد آهک و 78/6 درصد از اراضی دارای گنجایش تبادل کاتیونی 20 الی 35 سانتی مول بار بر کیلوگرم هستند. بهترین مدل واریوگرام برازش داده شده برای کربن آلی، اسیدیته گنجایش تبادل کاتیونی و آهک، مدل کروی، برای رس و سیلت، نمایی و برای شن، گوسی بود. استفاده از پسآب، کشاورزی متراکم و مدیریت خاص کشت انواع محصولات سبزی و صیفی روی ویژگی‌های خاک مورد مطالعه مؤثر بود.

واژهای کلیدی: کریجینگ، کربن آلی، مدل کروی، مدل نمایی، گنجایش تبادل کاتیونی

[1] نویسنده مسئول، آدرس: تهران، بزرگراه خلیج فارس، روبروی حرم حضرت امام خمینی (ره)، دانشگاه شاهد، دانشکده علوم کشاورزی، گروه مهندسی علوم خاک، صندوق پستی: 18151/159، کد پستی: 3319118651

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

شناخت و آگاهی از چگونگی تغییرات مکانی خصوصیات خاک از عوامل مؤثر در مدیریت پایدار اراضی است. داشتن اطلاعات دقیق از ویژگی های مهم خاک، نظیر بافت خاک، گنجایش تبادل کاتیونی، کربن آلی، آهک و پ هاش و نقشه پراکنش آنها، نقش بسیار مهمی در درک رفتار خاک در کاربری‌ها و مدیریت‌های مختلف دارد. پاسخ درست به بسیاری از مسایل و مشکلات موجود در خاک با شناخت دقیق ویژگی‌های فوق امکان پذیر خواهد بود.

تغییرپذیری خصوصیات خاک با این فرض که توزیع خصوصیات خاک در عرصه به صورت تصادفی است، اغلب توسط روش‌های آمار کلاسیک بیان می‌شود (حسنی پاک، 1386). در این روش‌ها نتایج بدست آمده از اندازه‌گیری نمونه‌ها مستقل از موقعیت فضایی آن‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد، بنابراین مقدار یک کمیت در یک نمونه هیچ‌گونه اطلاعاتی درباره مقدار همان کمیت در نمونه‌های دیگر به فواصل مختلف بدست نمی‌دهد (حسنی پاک، 1386). امروزه محققان از روش‌های زمین آماری جهت ارزیابی توزیع مکانی خصوصیات خاک استفاده می‌کنند. چرا که در زمین آمار می‌توان بین مقادیر یک کمیت در جامعه نمونه‌ها و فاصله و جهت قرار گرفتن نمونه‌ها نسبت به یکدیگر ارتباط برقرار کرد. بنابراین تخمین زمین‌آماری شامل دو مرحله است: مرحله اول شناخت و مدل‌سازی ساختار فضایی متغیر که بوسیله آنالیز واریوگرام قابل بررسی است و مرحله دوم، تخمین متغیر مورد نظر بوسیله توابع زمین آماری از جمله کریجینگ و کوکریجینگ می‌باشد (حسنی پاک، 1386). از این رو مطالعه‌ی تغییرپذیری مکانی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (از جمله؛ بافت خاک، کربن آلی، گنجایش تبادل کاتیونی، کربنات کلسیم وغیره) ضروری می‌باشد.

حبشی و همکاران (1385) با استفاده از کاربرد تکنیک زمین آمار، تغییرپذیری مکانی برخی خصوصیات خاک‌های جنگلی را مورد مطالعه قرار دادند. سرمدیان و همکاران (1388) کارایی روش‌های زمین آماری به منظور پهنه بندی برخی از ویژگی‌های خاک در منطقه اخترآباد را بررسی کردند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که برای پهنه‌بندی ویژگی‌های خاک، روش کریجینگ بر روش IDW برتری دارند، چون داده‌ها دارای ساختار مکانی قوی می‌باشند.

گالاردو (2003) تغییرپذیری مکانی 20 خصوصیت خاک در دشت‌های سیلابی شمال غرب اسپانیا را با استفاده از روش‌های زمین آمار و ضریب تغییرات بررسی و مطالعه کرده است. اقبال و همکاران (2005) با استفاده از تجزیه و تحلیل تغییرپذیری مکانی، خصوصیات فیزیکی خاک‌های آبرفتی را بررسی و با استفاده از نمودارهای هم تغییرنما (واریوگرام) بهترین فواصل نمونه‌برداری خاک برای اندازه‌گیری جرم مخصوص ظاهری، هدایت آبی اشباع، رس، شن و سیلت را تعیین نمودند. دیرکن و همکاران (2003) با هدف کاربرد استفاده از تغییرپذیری مکانی جهت بهبود مدیریت تکنیک‌های حفاظت از خاک، تغییرپذیری خصوصیات خاک (شامل؛ pH ، کربن آلی، فسفر و پتاسیم قابل جذب، گنجایش تبادل کاتیونی، بافت، ظرفیت تثبیت فسفر و کاتیون‌های بازی تبادلی) را روی تراس‌های منطقه آند در کشور اکوادور مورد مطالعه قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که استراتژی مدیریتی روی الگو و بزرگی تغییرات مکانی مؤثر بوده است. سالدانا و همکاران (1998) تغییرپذیری مکانی خصوصیات خاک (شامل؛ بافت خاک، pH، کربنات کلسیم و کربن آلی) با استفاده از روش‌های زمین آمار در مقیاس‌های مختلف را مورد بررسی و مطالعه قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که تغییرپذیری خصوصیات خاک از خاک‌های جوان در تراس پایین به خاک‌های قدیمی در تراس بالایی، کاهش یافت و این مسئله افزایش همگونی خاک با افزایش سن خاک را نشان می‌دهد. نایل و همکاران (2004) خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در روش‌های مختلف مدیریتی را برای منطقه‌ای در زاگرس با کاربرد زمین آمار و روش‌های آماری درون‌یابی کردند. نتایج آنها نشان داد که در مراتع و جنگل‌های حفاظت شده با افزایش کربن آلی، پایداری خاکدانه‌ها نیز به طور معنی‌داری افزایش یافته است.

بر اساس مطالعات ایزدی و همکاران (2008) رابطه‌ی مستقیمی بین سرعت تجزیه علف‌کش، درصد رس و موادآلی مشاهده شده است. مک‌براتنی و همکاران (2003) نقشه‌های جامع خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک را با استفاده از روش‌های زمین‌آمار، GIS و فن سنجش از دور برای مناطق وسیعی از استرالیا تعیین کردند. دوفرا و همکاران (2006) تغییرپذیری مکانی افقی و عمودی خصوصیات فیزیکی خاک (از قبیل بافت خاک، مقدار آب خاک، آب قابل استفاده گیاه، جرم مخصوص ظاهری، تخلخل کل، شاخص مخروطی و هدایت آبی اشباع) و ارتباط آن با واحدهای نقشه خاک در دشت-های ساحلی جنوب شرقی ایالات متحده امریکا را مورد بررسی و مطالعه قرار دادند. پاناگوپولوس و همکاران (2006) خصوصیات فیزیکی خاک برای

www.SID.ir

Archive of SID

تولید نقشه قابلیت تولید کاهو را با استفاده از زمین آمار و GIS تهیه کردند.

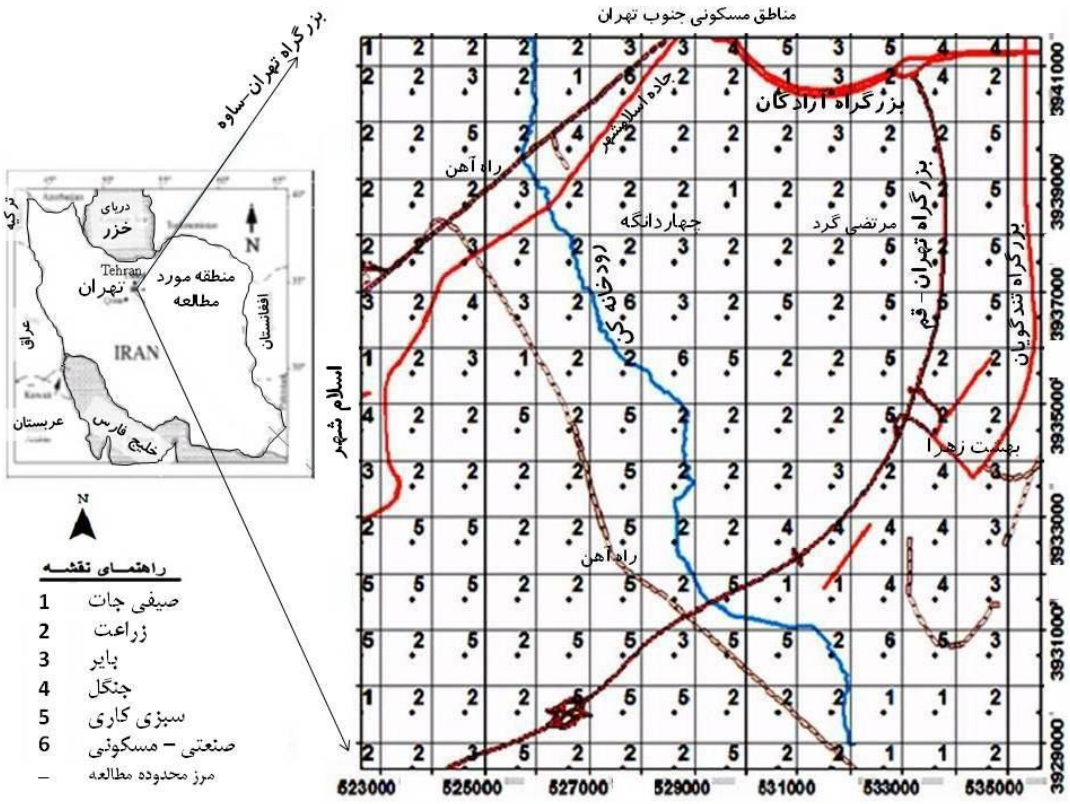
از آنجا که شناخت توزیع مکانی خصوصیات خاک و پهنه بندی آنها در یک عرصه، کمک شایانی به مدیریت هرچه بهتر آن می‌نماید. اهداف این مطالعه عبارتند از: کسب اطلاعات دقیق از مقادیر کمی برخی از خواص ذاتی خاک در اراضی کشاورزی جنوب تهران، بررسی تغییرات مکانی خصوصیات ذاتی، پهنه‌بندی آنها و بررسی تأثیرپذیری احتمالی این خصوصیات از مدیریت و کاربری‌های مختلف می‌باشد.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

استان تهران با مساحتی نزدیک به 19000 کیلومتر مربع در محدوده 51 الی 53 درجه طول شرقی و 35 درجه الی 36 درجه و 26 دقیقه عرض شمالی واقع شده است. متوسط بارش سالانه شهر تهران بر اساس میانگین آمار 55 سال اخیر ، 233میلی متر با میانگین درجه حرارت سالانه 17/2 درجه سانتی گراد می‌باشد.

منطقه مورد مطالعه در محدوده‌ای به وسعت حدود 20000 هکتار در جنوب تهران واقع شده است. این منطقه در حد فاصل بزرگراه های آزادگان، ساوه- تهران و تهران- قم قرار گرفته است. گسترش بی رویه و نامناسب شهر تهران به سمت دشت‌های جنوب این شهر باعث شده است که برخی از اراضی کشاورزی توسط مناطق مسکونی، تجاری و صنعتی احاطه شده و به شدت تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی این مناطق قرار گیرد. در این مطالعه به منظور نمونه‌برداری خاک محدوده‌ای به ابعاد 14 در 14 کیلومتر در بخش جنوبی بزرگراه آزادگان در جنوب تهران انتخاب شد و از روش شبکه‌بندی منظم با فواصل 1000 در 1000 متر، تعداد 196 نمونه خاک از مراکز شبکه و عمق 30-0 سانتی‌متری برداشته شد (شکل 1). به منظور افزایش دقت نمونه‌برداری، نمونه‌ها در 4 جهت متفاوت از نقطه اصلی و با فاصله حدود 20 متر از مرکز نقطه به صورت مرکب برداشت شدند. پس از عملیات نمونه‌برداری، نمونه‌های خاک به آزمایشگاه منتقل و هواخشک و پس از کوبیدن از الک 2میلی متری عبور داده شدند.



شکل 1- منطقه مورد مطالعه و نوع استفاده از زمین

www.SID.ir

Archive of SID

اندازه‌گیری بافت خاک به‌روش هیدرومتری (گی و دانی، 1996)، اندازه‌گیری pH گل اشباع با الکترود شیشه (توماس، 1996)، اندازه‌گیری میزان شوری خاک (ECe) در عصاره اشباع (رودس، 1996)، اندازه‌گیری کربنات کلسیم معادل با روش کلسیمتر فشاری (لویپرت و سوارز، 1996)، اندازه‌گیری کربن آلی خاک به‌روش اکسید کردن با اسید سولفوریک غلیظ در مجاورت دی کرومات پتاسیم (نیلسون و سامرز، 1996) و گنجایش تبادل کاتیونی به‌روش استات سدیم در pH برابر 8/2 (سامر و میلر، 1996) انجام شد.

روش‌های آماری و زمین‌آماری

اطلاعات اولیه آماری نمونه‌ها شامل توزیع فراوانی داده‌ها و شاخص‌های آماری مانند میانگین، میانه، واریانس، چولگی و کشیدگی محاسبه گردید، آنالیزهای آمار توصیفی با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد. در شرایطی که داده‌ها دارای توزیع نرمال نبودند با تبدیل‌های مناسب لگاریتمی یا ریشه دوم متغیر به توزیع نرمال تبدیل شدند. الگوهای تغییرنما بوسیله نرم افزار GS^+ رسم و بهترین الگوی تغییرنما انتخاب گردید و پهنه‌بندی برخی خصوصیات خاک با کمک نرم افزار ArcGIS 10 انجام گرفت.

قبل از استفاده از روش‌های درون‌یابی، آمار مکانی برای هر متغیر، آزمون داده‌های پرت، روند و همسانگردی انجام شد. وجود روند، با استفاده از برازش مدل‌های خطی و غیرخطی پلی‌نومیال بر مقادیر متغیر نسبت به فواصل نمونه‌برداری در جهت X (شرق- غرب) و جهت Y (شمال- جنوب) مورد بررسی قرار گرفتند. تغییرنماها، توابعی هستند که تغییرات متغیرهای ناحیه‌ای را کمی می‌کنند و مؤلفه بسیار مفیدی برای نشان دادن اختلاف بین نمونه‌ها در یک جهت یا در جهات مختلف می‌باشد (حسنی پاک، 1386؛ وبستر و اولیور، 2001؛ محمدی، 1385). تغییرنما از رابطه زیر محاسبه گردید:

(1)

$$\gamma_i(h) = \frac{1}{2N_i(h)} \sum_{j=1}^{N_i(h)} [Z_i(x_j) - Z_i(x_j + h)]^2$$

N زوج مشاهدات، Zi(xj) و $Z_i(x_j+h)$ مقدار متغیر در دو نقطه که به فاصله h از هم قرار دارند و $\gamma_i(h)$ را نیم واریانس می‌نامند. در این تحقیق با استفاده از نرم‌افزار GS^+ (Version 5.1) نیم‌تغییرنما مربوط به همه متغیرهای مورد مطالعه محاسبه و برای ارزیابی بهترین برازش مدل‌های تئوری (خطی، نمایی و کروی) بر نیم‌تغییرنما تجربی از آماره‌های مجموع مربعات باقیمانده (RSS) و ضریب تبیین (R^2) استفاده شد. برای پی بردن به قدرت ساختار (وابستگی) مکانی متغیر از رابطه‌ی $C_0/(C+C_0)$ استفاده شد که در آن، C_0 واریانس قطعه‌ای و C_0+C آستانه نیم‌تغییرنما می‌باشد. نسبت واریانس قطعه‌ای به آستانه، سهم واریانس قطعه‌ای از کل تغییرات را نشان می‌دهند. با کمک این نسبت می‌توان میزان نسبی اثر واریانس قطعه‌ای را در بین صفات مختلف مقایسه کرد (ترنگمار و همکاران، 1985) اگر مقدار این نسبت کمتر از 25 درصد باشد، متغیردارای وابستگی مکانی قوی، اگر بین 25 تا 75 درصد باشد، وابستگی مکانی متوسط، و اگر این نسبت بیشتر از 75 درصد باشد، وابستگی مکانی ضعیف می‌باشد (کامباردلا و همکاران، 1994). پهنه‌بندی و تخمین متغیرها در نقاط نمونه‌برداری نشده، با استفاده از روش درون‌یابی کریجینگ انجام شد.

در تئوری کریجینگ معمولی با فرض اینکه مقادیر متغیر Z در n نقطه اندازه‌گیری شده باشد:

(2)

$$Z = (Z(x_1), Z(x_2), ..., Z(x_n))$$

تخمین مقدار Z در نقطه x_0 توسط تخمین‌گر کریجینگ به شکل زیر بیان می‌شود:

(3)

$$Z^*(x_0) = \sum_{i=1}^{n} \lambda_i Z(x_i)$$

مهم ترین بخش معادله کریجینگ، تعیین وزن‌های آماری λi می‌باشد که برای ناااریب بودن تخمین‌ها این اوزان باید به گونه‌ای تعیین گردد که مجموع آنها برابر1 باشد ($\sum_{i=1}^{n} \lambda_i = 1$). برای دقیق بودن تخمین‌ها، باید واریانس تخمین حداقل باشد، به عبارت دیگر:

(4)

$$Var[Z^*(x_0)] = E[(Z^*(x_0) - Z(x_0))^2] = \min$$

به منظور ارزیابی کارایی روش در پیش‌بینی خواص در نقاط نمونه‌برداری نشده از آماره‌های میانگین خطا و جذر میانگین مربعات خطای تخمین و ضریب تبیین استفاده شد. میانگین خطا مقدار اریب تخمین را نشان می‌دهد و اگر به صفر میل کند، روش نا اریب است (روبینسون و میترنیخت، 2005). آماره RMSE معیاری از صحت تخمین است و هر اندازه RMSE یک متغیرکوچک باشد، صحت آن بیشتر خواهد بود. ضریب تبیین (R^2) باید به عدد 1 نزدیک باشد تا نشانگر مناسب بودن روش تخمین باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج و بحث

آمار توصیفی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی در جدول (1) ارائه شده است با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف نرمال بودن داده‌ها آزمایش شد و مشخص گردید که پراکنش داده‌ها نرمال می‌باشد، مقادیر چولگی ارائه شده در جدول (1) برای خصوصیات مختلف بین 1+ و 1- قرار گرفته است که موید همین مطلب است. وجود چولگی بالا را می‌توان به ویژگی‌های ذاتی متغییر، شرایط محیطی نظیر فعالیت‌های انسانی و نیز نحوه نمونه‌برداری و تعداد نمونه‌های برداشت شده ارتباط داد. از شاخص ضریب تغییرات (cv) جهت بیان تغییرپذیری خصوصیات استفاده گردید بیشترین تغییرپذیری مربوط به درصد آهک، کربن آلی و شن است. ضریب تغییرات بالای این خصوصیات، با تأثیر فعالیت‌های انسانی هماهنگی دارد. کشاورزی متراکم در برخی مناطق که گاهی مواقع به سه کشت در سال نیز می‌رسد، با مصرف زیاد آب همراه بوده و می‌تواند در انحلال آهک و انتقال آن از عمق شخم به لایه زیر شخم تأثیر داشته باشد. در بررسی نیمرخ خاک چند نقطه‌ی محدود، مقدار آهک اندازه‌گیری شده در لایه‌ی زیر شخم 2 تا 5 درصد بیشتر از افق‌های سطحی بوده است. تفاوت در کاربری اراضی (زراعی، بایر، سبزی و صیفی) و کاربرد سالیانه کود حیوانی پوسیده و شن خیلی ریز در اراضی سبزی‌کاری، باعث توزیع نامتقارن کربن آلی و شن در منطقه مورد مطالعه شده است.

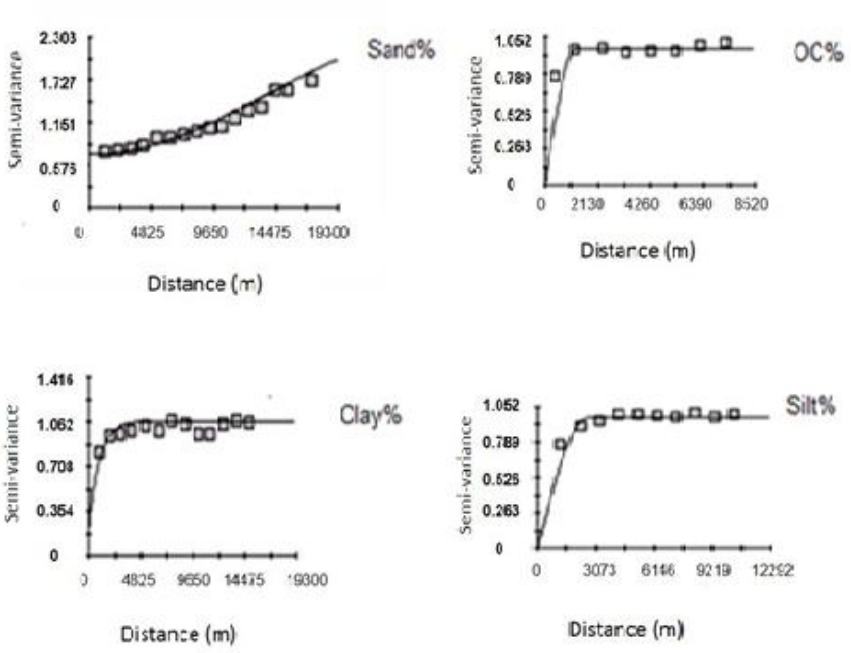
جدول 1-خلاصه آماری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه

متغییر	تعداد	کمینه	بیشینه	میانگین	واریانس	چولگی	کشیدگی	ضریب تغییرات
pH	196	7/13	8/5	8/03	0/048	-1/202	3/013	2
درصد آهک	196	0/2	23	7/98	29/78	0/093	-0/811	68
گنجایش تبادل کاتیونی ($cmol_c kg^{-1}$)	100	10	34	22/24	17/38	-0/417	1/604	18
درصد کربن آلی	196	0/7	2/92	1/04	0/178	0/811	1/906	40
درصد رس	196	9/59	51/03	32/36	54/55	-0/595	0/109	22
درصد سیلت	196	8/33	59/03	40/14	51/38	-0/186	1/571	17
درصد شن	196	11/35	57/15	27/43	93/77	0/867	0/357	35

نتایج تغییرنماهای رویه‌ای نشان دادند که روند ناهمسانگردی خاصی در متغییرها وجود ندارد بنابراین جهت بررسی و مطالعه ساختار تغییرات مکانی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، با در نظرگرفتن متوسط فاصله h=1000 متر، واریوگرام تجربی رسم گردید. شکل (3) واریوگرام تجربی و مدل نظری برازش داده شده را نشان می دهد. از تخمینگر کریجینگ معمولی بر اساس تغییرنماهای همسانگرد برای تخمین مقادیر هر یک از پارامترهای مورد مطالعه در نقاط نمونه‌برداری نشده استفاده گردید. بهترین مدل برازش داده شده برای پارامترهای رس، سیلت و پ هاش مدل نمایی، کرین آلی مدل کروی، شن مدل گوسی می‌باشد. پارامترهای مربوط به این مدل در جدول (2) آورده شده است. دامنه تأثیر پارامترهای مورد مطالعه بیانگر این مطلب است که در مطالعات آتی می‌توان برای اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی فوق، در فواصلی بیش‌تر از 1000 متر نمونه‌برداری نمود. دامنه تأثیر خصوصیات خاک تابعی از مقیاس مورد مطالعه و فاصله نمونه‌برداری و موقعیت سیمای اراضی می‌باشد. بدیهی است که دامنه تأثیر بزرگتر دلالت بر ساختار مکانی گسترده تر، پراکنش پیرایشی‌تر (رونددار) و در حقیقت پیوستگی مکانی بیشتر در مقادیر متغیر مورد نظر دارد. هر چه دامنه گسترده‌تر باشد به تعداد نمونه کمتری جهت تعیین نقاط نمونه‌برداری نشده نیاز است (حسنی پاک، 1386). از پارامترهای دیگر تغییرنما، اثر قطعه‌ای می‌باشد. اثرقطعه‌ای آن مقدار از واریانس است که در نتیجه عواملی مانند تغییرات مشخصه مورد بررسی در فواصل کمتر از کوتاه‌ترین فاصله نمونه‌برداری، خطاهای اندازه‌گیری، خطای نمونه‌برداری و آزمایشگاهی و دیگر تغییرات غیر قابل پیش‌بینی می‌باشد (محمدی، 1385). جهت بررسی استحکام ساختار فضایی با کمک نسبت $C_0/(C+C_0)$ مشخص شد که خصوصیات مورد مطالعه دارای ساختار فضایی قوی می‌باشد. وابستگی مکانی قوی بوسیله تغییرات ذاتی ویژگی‌های خاک مانند بافت خاک و کانی‌ها تحت تأثیر قرار می‌گیرد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل 2- واریوگرام‌های تجربی و مدل برازش داده شده برخی خصوصیات خاک

جدول 2– ضرایب مدل‌های برازش داده شده بر واریوگرام تجربی خصوصیات خاک و مقادیر کنترل اعتبار برای تخمین کریجینگ

پارامتر	مدل	اثرقطعه‌ای (C_0)	مقدارآستانه	دامنه تأثیر (A)	$(C_0/C+C_0)$	R^2	RMSE
درصدکربن آلی	کروی	0/06	0/99	1300	0/06	0/98	0/27
pH	کروی	0/016	0/0496	1460	0/32	0/94	0/29
گنجایش تبادل کاتیونی ($cmol_c kg^{-1}$)	کروی	5	17	2100	0/29	0/13	5/29
درصد آهک	کروی	14/7	29/98	6740	0/49	0/99	1/91
درصد رس	نمایی	0/08	1/08	3000	0/07	0/47	0/32
درصد سیلت	نمایی	0/001	0/97	2670	0/001	0/85	0/1
درصد شن	گوسی	0/71	2/81	3400	0/25	0/89	0/33

RMSE : ریشه میانگین مربعات خطای تخمین ، R^2 : ضریب تبیین

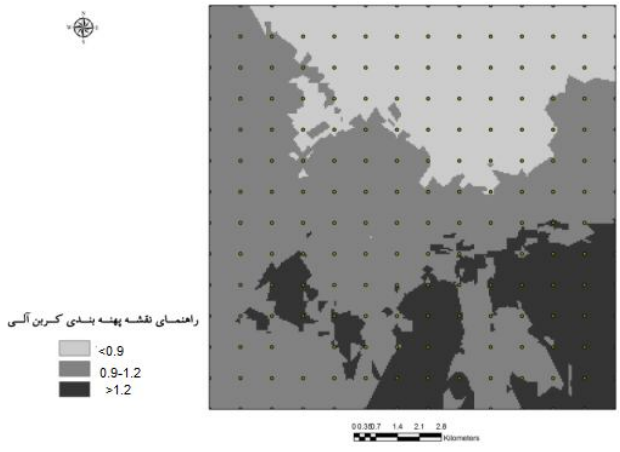
نقشه پراکنش و پهنه‌بندی پارامترهای فوق الذکر با استفاده از روش کریجینگ در شکل‌های3 تا 8 نشان داده شده است. با توجه به داده‌های بدست آمده از تجزیه کربن آلی خاک نمونه‌های برداشت شده از منطقه مورد مطالعه، 3 محدوده کربن آلی خاک برای تهیه نقشه کربن آلی خاک (شکل3) مشخص گردید. محدوده‌های کربن آلی خاک به ترتیب شامل: کمتر از 0/9، 1/2-0/9 و بیشتر از 1/2 درصد می‌باشند. نتایج نشان داد که خاک‌های مورد مطالعه دارای تغییرپذیری زیاد مکانی از نظر کربن آلی می‌باشند (جدول2). استارک و همکاران (2004) نیز در مطالعه خود عوامل اقلیمی را دلیل بالا بودن دقت تخمین مقادیر میکروارگانیسم‌ها ذکر کرده‌اند و از آنجایی که رابطه مستقیمی بین میکروارگانیسم‌ها و مواد آلی وجود دارد، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد. برای کربن آلی

www.SID.ir

Archive of SID

بهترین مدل برازش داده شده مدل کروی بود که جعفری و همکاران، (1387) نیز مدل کروی را بهترین مدل برای کمی کردن تغییرات مکانی کربن آلی خاک گزارش دادند. چراکه ماده آلی در منطقه مورد مطالعه تأثیرپذیری زیادی از مدیریت اراضی داشته است. لیو و همکاران (2006) مدل نمایی را بهترین مدل برای کمی کردن تغییرات مکانی کربن آلی خاک نشان دادند. با روی هم گذاری نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه (شکل8) و نیز بر اساس نتایج بدست آمده از نقشه پهنه‌بندی کربن آلی، 26/3 درصد (5268/8 هکتار) از اراضی منطقه مورد مطالعه دارای مواد آلی کمتر از 0/9 هستند که این مناطق عمدتاً در کاربری‌های زراعی، مسکونی، صنعتی و بایر می‌باشند (شکل1 و 8). برخلاف انتظار، اراضی که منحصراً به کشت محصولات زراعی اختصاص می‌یابند نیز جزء اراضی فقیر از نظر کربن آلی قرار دارند که علت آن عدم افزودن کود آلی (حیوانی یا گیاهی) به این اراضی می‌باشد. بررسی علل عدم توجه یا توجه کم به افزودن مواد آلی به این اراضی نشان داد که اغلب صاحبان اصلی این اراضی، زمین کشاورزی خود را هر سال اجاره می‌دهند و از آنجایی که افزودن کود آلی هزینه تولید یک سال را برای اجاره کننده زمین، غیر اقتصادی جلوه می‌دهد، از افزایش کود آلی اجتناب می‌نمایند. یکی دیگر از علل کاهش کربن آلی در زمین‌های زراعی، سوزاندن بقایای گیاهانی مثل گندم و جو به منظور آماده سازی سریع زمین برای کشت دوم است. 54/66 درصد (10932/5 هکتار) دارای کربن آلی 1/2-0/9 درصد و تنها 19 درصد (3798/7 هکتار) دارای کربن آلی بیشتر از 1/2 درصد می‌باشند. تطبیق لایه کاربری اراضی با توزیع کربن آلی نشان داد که اغلب این اراضی یا در حال حاضر و یا به صورت متناوب به کشت انواع محصولات سبزی و صیفی اختصاص داشته اند. از آنجایی که افزودن کود آلی برای کشت چنین محصولاتی در جنوب تهران به فرهنگ عام تبدیل شده است، این اراضی از نظر کربن آلی در وضعیت نسبتاً مناسب تری قرار دارند. نتایج نشان می‌دهد که هیچ یک از اراضی مورد مطالعه از نظر مقدار کربن آلی در وضعیت بسیار خوب و ایده آل نیستند.

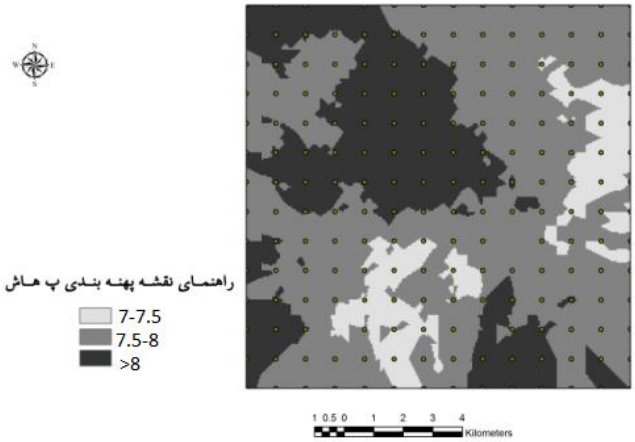
با توجه به داده‌های بدست آمده از پ هاش خاک نمونه های برداشت شده از منطقه مورد مطالعه، 3 محدوده برای تهیه نقشه پ هاش خاک (شکل4) مشخص گردید، که به ترتیب شامل: 7/5-7 ، 8-7/5 و بیشتر از 8 می‌باشند که هر کدام از این محدوده‌های پ هاش به ترتیب شامل 11/6، 58/52 و 29/88 درصد از کل مساحت منطقه مورد مطالعه می‌باشند. به عبارت دیگر 2320/98 هکتار دارای پ هاش 7/5-7، 11705/92 هکتار دارای پ هاش 8-7/5 و 5973/1 هکتار دارای پ هاش بیشتر از 8 هستند که اغلب در نزدیک مناطق صنعتی و تحت تأثیر پساب‌های صنعتی می‌باشند. پ هاش خاک دارای وابستگی مکانی قوی بود. حبشی و همکاران (1385) نیز در مطالعه خاک‌های جنگل کلاس وابستگی مکانی قوی برای پ‌هاش خاک بدست آوردند. بهترین مدل برازش داده شده برای پ‌هاش مدل کروی بود.



شکل 3- نقشه پهنه بندی کربن آلی در عمق 30-0 سانتی متری

www.SID.ir

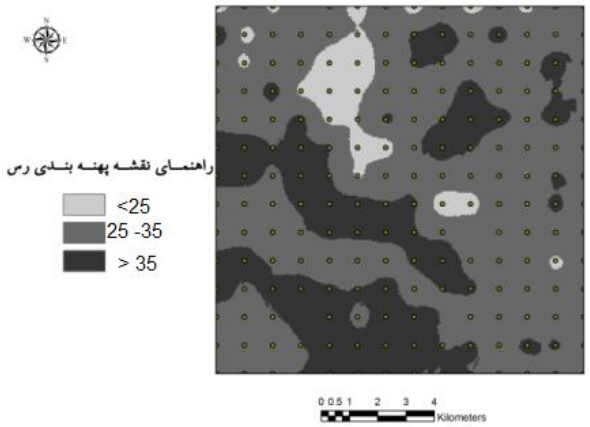
Archive of SID



شکل 4- نقشه پهنه بندی پ‌هاش در عمق 30-0 سانتی متری

با توجه به داده‌های بدست آمده از مقدار رس، 3 محدوده برای تهیه نقشه رس خاک (شکل5) مشخص گردید، که به ترتیب شامل کمتر از 25، 35- 25 و بیشتر از 35 درصد می‌باشد که هر کدام از این محدوده‌های رس به ترتیب 5/9 درصد (1192/9 هکتار)، 66/1 درصد (13226/2هکتار) و 28 درصد (5580/8 هکتار) از مساحت کل منطقه مورد مطالعه می‌باشند. بهترین مدل برازش داده شده برای رس، مدل نمایی بود که کلاس وابستگی مکانی قوی را نشان داد. بررسی تغییرات مکانی مقادیر رس، سیلت و شن توسط برنارد و بوگوسلاو (2002) در خاک‌های معدنی لهستان نشان داد که رس افق سطحی وابستگی مکانی قوی داشته و مدل نمایی برای این فاکتور بکار برده شد در حالی که سرمدیان و تقی زاده (1388) بهترین مدل برازش داده شده برای تعیین مقدار رس را مدل کروی بیان نمودند و کلاس وابستگی مکانی متوسط برای این متغیر بدست آوردند.

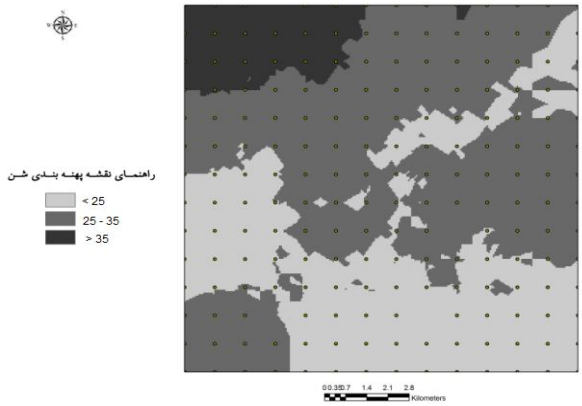
با توجه به داده‌های بدست آمده از شن خاک نمونه‌های برداشت شده از منطقه مورد مطالعه، 3 محدوده برای تهیه نقشه شن خاک (شکل6) مشخص گردید، که به ترتیب شامل کمتر از 25، 35-25 و بیشتر از 35 درصد می‌باشد که هر کدام از این محدوده‌های شن به ترتیب 38/2 درصد (7639/7 هکتار)، 52/6 درصد (10518/7 هکتار) و 9/2 درصد (1841/6 هکتار) از مساحت کل منطقه مورد مطالعه می‌باشند. برای متغییر شن بهترین مدل برازش داده شده مدل گوسی بوده و وابستگی مکانی قوی نیز داشته است. جعفری و همکاران (1387) مدل کروی را بهترین مدل برای شن گزارش نمودند. تطابق مناطق سبزی‌کاری با نقشه پهنه‌بندی شن نشان از تأثیر این نوع کاربری بر افزایش مقدار شن داشته است. نتایج بررسی-های صحرایی نشان داد که برای ایجاد بستر مناسب جهت جوانه زنی سبزیجات، خاک نرم حاوی شن خیلی ریز و سیلت درشت به همراه کود آلی پوسیده حیوانی به سطح خاک اضافه می‌گردد.



شکل 5- نقشه پهنه بندی رس در عمق 30-0 سانتی متری

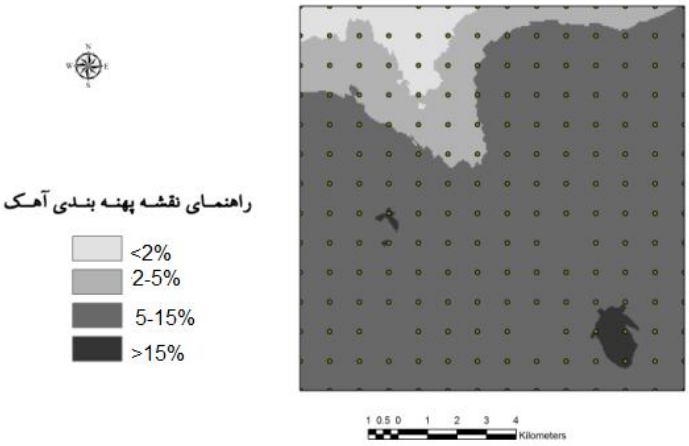
www.SID.ir

Archive of SID



شکل 6- نقشه پهنه بندی شن در عمق 30-0 سانتی متری

با توجه به داده‌های بدست آمده از آهک خاک نمونه‌های برداشت شده از منطقه مورد مطالعه، 4 محدوده برای تهیه نقشه آهک خاک (شکل7) مشخص گردید، که به ترتیب شامل کمتر از 2، 5-2، 15-5 و بیشتر از 15 درصد می‌باشند که هر کدام از این محدوده‌های آهک به ترتیب شامل 4/87 درصد (975/4هکتار)، 12/3درصد (2461/4 هکتار)، 81/14 درصد (16282/9 هکتار) و 1/4 درصد (280/3 هکتار) از مساحت کل منطقه مورد مطالعه می‌باشند. خاک‌های که زیر 2درصد آهک دارند تأثیر آهک بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خیلی معنی‌دار نیست و خاک‌های غیرآهکی هستند. خاک‌های که دارای آهک 15-5 درصد و بیشتر از 15 درصد هستند جزء خاک‌های با آهک نسبتاً زیاد و زیاد قرار می‌گیرند که در بعضی از مناطق با پ‌هاش بیشتر از 7/5 تناسب دارند در نتیجه امکان کاهش جذب عناصر غذایی مثل آهن در این مناطق وجود دارد. برای متغییر آهک بهترین مدل برازش داده شده مدل کروی بوده و وابستگی مکانی متوسط نیز داشته است. جعفریان و همکاران (1389) در بررسی تغییرپذیری مکانی ویژگی‌های خاک در مراتع واوسرکیاسر بهترین مدل برازش داده شده برای آهک را مدل کروی و کلاس وابستگی مکانی آن را قوی گزارش کردند.



شکل 7- نقشه پهنه بندی آهک در عمق 30-0 سانتی متری

خاک‌های منطقه مورد مطالعه از نظر دسته‌بندی گنجایش تبادل کاتیونی در 3 محدوده قرار گرفتند، که به ترتیب شامل کمتر از 10، 20-10، 35-20 سانتی مول بار بر کیلوگرم خاک می‌باشند که هر کدام از این محدوده‌های گنجایش تبادل کاتیونی به ترتیب کمتر از 2درصد، 21/4درصد و 78/6 درصد از اراضی را شامل می‌شوند. اراضی که دارای کمتر از 10 سانتی مول بر کیلوگرم هستند خاک‌هایی هستند که توان ذخیره عناصر غذایی و حمایت از گیاه در آن‌ها کم است. بیشتر اراضی منطقه (78/6 درصد) جزء اراضی مناسب از نظر توان ذخیره عناصر غذایی و حمایت از گیاه قرار دارند چرا که دارای 35-20 سانتی مول بار بر کیلوگرم گنجایش تبادل کاتیونی هستند. برای متغیر گنجایش تبادل کاتیونی بهترین مدل

www.SID.ir

Archive of SID

برازش داده شده مدل کروی بوده و وابستگی مکانی متوسط نیز داشته است.

شکل 8- نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه

نتیجه‌گیری

با روی هم گذاری نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه و نیز نقشه پهنه‌بندی هر یک از خصوصیات به صورت مجزا، 5268/8 هکتار از اراضی منطقه مورد مطالعه دارای مواد آلی کمتر از 0/9 هستند که این مناطق عمدتاً در کاربری‌های زراعی، مسکونی، صنعتی و بایر می‌باشند. 3798/7 هکتار دارای کربن آلی بیشتر از 1/2 درصد می باشند. اغلب این اراضی یا در حال حاضر و یا به صورت متناوب به کشت انواع محصولات سبزی و صیفی اختصاص دارند. نتایج نشان داد که هیچ یک از اراضی مورد مطالعه از نظر مقدار کربن آلی در وضعیت بسیار خوب و ایده آل نیستند. 5973/1 هکتار دارای پ-هاش بیشتر از 8 هستند که اغلب در نزدیک مناطق صنعتی و تحت تأثیر پساب‌ها بوده و از پسآب فاضلاب‌ها به عنوان آب آبیاری استفاده می‌گردد. خاک‌هایی که دارای آهک 15-5 درصد (16282/9 هکتار) و بیشتر از 15 درصد (280/3 هکتار) هستند، در بعضی از مناطق با پ-هاش بیشتر از 7/5 تناسب دارند در نتیجه امکان کاهش جذب عناصر غذایی مثل آهن در این مناطق وجود دارد. بیشتر اراضی منطقه (78/6 درصد) جزء اراضی مناسب از نظر توان ذخیره عناصر غذایی و حمایت از گیاه قرار دارند، چرا که دارای گنجایش تبادل کاتیونی 35-20 سانتی مول بار بر کیلوگرم هستند تطابق نقشه‌های پهنه-بندی خواص خاکی مورد مطالعه با کاربری اراضی نشان داد که مقدار آهک با تراکم کشت ارتباط دارد و در مناطقی که هر ساله تحت دو کشت یا بیشتر قرار دارند، دارای مقدار کمتری آهک در خاک سطحی هستند. مناطقی که تحت کشت محصولات سبزی قرار دارند، دارای مقدار بیشتری کربن آلی می‌باشند. استفاده از پسآب، کشاورزی متراکم و مدیریت خاص کشت انواع محصولات سبزی و صیفی روی ویژگی‌های خاک مورد مطالعه مؤثر بوده است.

فهرست منابع:

1. جعفری، م.، ح. عسگری، م. معظمی، م. بی نیازی و م. طهمورث. 1387.بررسی توزیع مکانی برخی از خصوصیات خاک با کاربرد روش‌های زمین آماری. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی.شماره80، 191-177.
2. جعفریان، ز.، م. کارگر و ج. قربانی. 1389. بررسی تغییرپذیری برخی خصوصیات خاک تحت تأثیر تاج پوشش و تراکم بوته های درمنه کوهی (مطالعه موردی: مراتع واوسر کیاسر). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد 64. شماره 1، 13-24.

www.SID.ir

Archive of SID

3. حبشی ه.، م. حسینی، ج. محمدی و ر. رحمانی. 1385. کاربرد تکنیک زمین آمار در مطالعه خاک‌های جنگلی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد چهارم، شماره اول، 10-1.
4. حسنی پاک، ا . 1386 . مبانی زمین آمار ، انتشارات دانشگاه تهران.
5. سرمدیان ف.، ر. تقی‌زاده مهرجردی. 1388. بررسی کارایی روش های زمین آماری به منظور پهنه بندی برخی از ویژگی های خاک در منطقه اخترآباد. نشریه مرتع و آبخیز داری ایران. دوره62 شماره 3، 388-377.
6. محمدی، ج.، 1385. پدومتری (آمارمکانی)، جلد دوم، انتشارات پلک، تهران، 453 صفحه.
7. Bernard, U.L and U. Boguslaw. 2002. Spatial variability of soil particle size distribution in Poland. 17th WCSS. p 14-21 August, Thailand.
8. Cambardella, C.A., T.B. Boorman, J.M. Novak, T.B. Parkin, D.L. Karlen, R.F. Turco, and A.E. Konopka. 1994. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 58: 1501-1511.
9. Dercon, G, J. Deckers, G. Govers, J. Poesen, H. Sánchez, R. Vanegas, M. Ramırez, and G. Loaiza.2003. Spatial variability in soil properties on slow-forming terraces in the Andes region of Ecuador. Soil & Tillage Research 72, 31–41.
10. Duffera, M., J.G. White and R. Wesiz. 2006. 2007. Spatial variability of Southeastern U.S. Coastal Plain soil physical properties: Implications for site-specific management. Geoderma 137:327-339.
11. Gallardo, A. 2003. Spatial variability of soil properties in a floodplain forest in Northwest Spain. Ecosystems, 6: 564-576.
12. Gee, W.G., and O. Dani. 1996. Particle size analysis, p475-490. In G.S. Campbell, et al. (Eds.), *Methods of Soil Analysis.* Part 4, Physical methods. by: Soil Sci. Soc. of Am., Inc. Madison, Wisconsin, USA.
13. Iqbal, J., J.A. Thomasson, J.N. Jenkins, P.R. Owens, and F. D. Whisler. 2005. Spatial variability analysis of soil Physical properties of alluvial soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 69:1-14.
14. Izadi, E., M.H. Rashed, E. Mohassel, E.Z. Nassiri and A. Lakzian. 2008. Evaluation of soil texture and organic matter on Atrazine degradation. Environmental Science, Vol.5, No.4, 53-64.
15. Liu N., G.M. Bond, A. Abel, B.J. McPherson and J. Stringer. 2006. Biometric sequestration of CO_2 in carbonate forms: Role of produced waters and other brines. Fuel Process Techno. 86:1615-1625.
16. Loeppert, R.H., and D.L. Suarez. 1996. Carbonate and Gypsum, p 437-490. In D.W. Nelson, et al. (Eds.), *Methods of Soil Analysis.* Part 3, Chemical methods. Pub. by: Soil Sci. Soc. of Am., Inc. Madison, Wisconsin, USA.
17. McBratney, A.B., M.L. Mendonca, B. Minasny. 2003. Digital soil mapping, Geoderma 117:3-52.
18. Nael, M., H. Khademi, and M.A. Hajabbasi. 2004. Response of soil quality indicators and their spatial variability to land degradation in central Iran, Applied Soil Ecology 27: 221-232.
19. Nelson, D.W. and L.E. Sommers. 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter, 961-1010. In D.W. Nelson, et al. (Eds.), *Methods of Soil Analysis.* Part 3, Chemical methods. Pub. by: Soil Sci. Soc. of Am., Inc. Madison, Wisconsin, USA.
20. Panagopoulos, T., J. Jesus, M.D.C. Antunes and J. Beltrao. 2006. Analysis of spatial interpolation for optimizing management of salinized field cultivated with lettuce, European J.of Agronomy 24: 1-10.
21. Rhoades, J.D. 1996. Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids, p 417-435. In D.W. Nelson, et al. (Eds.), *Methods of Soil Analysis.* Part 3, Chemical methods. Pub. by: Soil Sci. Soc. of Am., Inc. Madison, Wisconsin, USA.

www.SID.ir

Archive of SID
22. Robinson, T.P. and G. Metternicht. 2005. Testing the performance of spatial interpolation techniques for mapping soil properties. Elsevier B.V. All rights reserved.doi:10.1016/j. compag.
23. Saldana, A., A. Stein, and J.A. Zinck. 1998. Spatial variability of soil properties at different scales within three terraces of the Henares River (Spain). Catena, 33. 139–153.
24. Stark, C.E., L.M. Condron, A. Stewart, H.J. Di, and M. Callaghan. 2004. Small scale spatial variability of selected soil biological properties, Soil biology and Biochemistry.36:601-608.
25. Sumner, M.E. and W.P. Miller. 1996. Cation exchange capacity and exchange coefficient, 1201-1229. In D.W. Nelson, et al. (Eds.), *Methods of Soil Analysis.* Part 3, Chemical methods. Pub. by: Soil Sci. Soc. of Am., Inc. Madison, Wisconsin, USA.
26. Thomas, G.W. 1996. Soil pH and soil acidity, 475-490. In D.W. Nelson, et al. (Eds.), *Methods of Soil Analysis.* Part 3, Chemical methods. Pub. by: Soil Sci. Soc. of Am., Inc. Madison, Wisconsin, USA.
27. Trangmar, B.B., R.S. Yost and G. Uehara.1985. Application of geostatistics to spatial studies of soil properties. Advanced. Agr. Vol. 38, 45-94.
28. Webster, R. and M.A. Oliver. 2001. *Geostatistics for environmental scientists.* John Wiley and Sons, Brisbane, Australia.
www.SID.ir