یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک
بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران

پهنه‌بندی ماده آلی خاک در اراضی فضای سبز شهرستان ابرکوه با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)

ندا ستار فیض آبادی[۱]، علی عباسپور[۲]، وجیهه درستکار[۳]، محمد هادی موحد نژاد[۳*]، روزبه مؤذن زاده[۳]

۱ دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه آب و خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود neda_19t@yahoo.com

۲ دانشیار گروه آب و خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود Abbaspour2008@gmail.com

۳ استادیار گروه آب و خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود ; vdorostkar@shahroodut.ac.ir moazenzadeh_r@yahoo.com

ایمیل نویسنده مسئول: Mhmovahed@yahoo.com

چکیده

ماده آلی خاک یکی از ویژگی‌های بسیار مهم خاک به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد. این مطالعه جهت بررسی الگوی تغییرات مکانی و پهنه‌بندی ماده آلی در خاک‌های فضای سبز استان یزد، شهرستان ابرکوه با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) انجام گردید. برای انجام این پژوهش ۱۰۰ نقطه در فضای سبز شهری انتخاب شد. در تمامی نقاط مورد مطالعه خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری سطح خاک جمع‌آوری و برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک نظیر بافت، هدایت الکتریکی، اسیدیته، و ماده آلی با استفاده از روش‌های استاندارد آزمایشگاهی اندازه-گیری شد. سپس با بهره‌گیری از قابلیت‌های نرم افزار GIS نسبت به تهیه نقشه پراکنش مکانی ماده آلی اقدام گردید. نتایج نشان داد که روش میان-یابی کریجینگ با ضریب تبیین برابر با ۰/۵۴ و جذر میانگین مربعات خطا برابر ۰/۵۷ نسبت به روش وزن معکوس فاصله عملکرد بهتری داشته است.

کلمات کلیدی: پراکنش مکانی، حاصلخیزی خاک، کربن آلی

Soil organic matter spatial distribution and mapping in Abarkouh green area using Geographic Information System (GIS)

Neda Satar Feizabadi[1], Ali Abbaspour[2], Vajiheh Dorostkar[3], Mohammad Hadi Movahednejad[3*], Roozbeh Moazenzadeh[3]

[1]MS Student, Water and Soil Department, Faculty of Agriculture, Shahrood University of Technology;
[2]Associate professor, Water and Soil Department, Faculty of Agriculture, Shahrood University of Technology
[3]Assistant professor, Water and Soil Department, Faculty of Agriculture, Shahrood University of Technology

Abstract

Soil organic matter is one of the important soil chemical properties. This study was carried out to investigate the soil salinity spatial distribution and mapping in the green areas of Yazd province, Abarkouh city using geographic information system (GIS). For this reason, 100 points were selected in urban green space of Abarkouh city. In all studied areas, soil was collected from a depth of 0-30 cm of soil surface and some physical and chemical properties of soil such as texture, electrical conductivity, acidity, and organic matter were measured using standard laboratory methods. Then the soil organic mattre map was prepared using the GIS software capabilities. The results showed that the Kriging interpolation method with an coefficient of determination equal to 0.54 and root mean square error of 0.57 was better than the inverse distance weighted method.

Keywords: Spatial Distribution, Soil Fertility, Organic Carbon

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران

* محمدهادی موحدنژاد، دانشگاه صنعتی شاهرود، دانشکده کشاورزی، گروه آب و خاک، تلفن: ۰۲۳-۳۲۵۴۴۰۲۰ و فکس: ۰۲۳-۳۲۵۴۴۰۲۰

۱-مقدمه

خاک به عنوان یکی از عوامل اصلی در تولید محصولات کشاورزی به شمار می‌رود که استفاده از آن بایستی براساس اصول صحیح و علمی صورت پذیرد تا بتوان از آن در تولید محصولات به عنوان یک منبع پایدار یاد نمود. هرگونه اشتباه در بهره‌برداری از آن موجب از بین رفتن این منبع با ارزش می‌گردد. بنابراین بهره‌برداری از خاک باید به گونه‌ای باشد که علیرغم رسیدن به حداکثر تولید، برای استفاده‌های بعدی نیز آسیب نبیند (Ayoubi et al. 2007).

یکی از چالش‌های مهم پیش روی کشاورزی پایدار خصوصاً در مناطق خشک و نیمه خشک، تخلیه خاک اراضی کشاورزی از کربن آلی (OC) است که در اکثر مناطق زیر کشت اراضی کشاورزی ایران کمتر از ۱ درصد می‌باشد.کربن آلی جزء اصلی اکوسیستم‌های خاکی است و تغییر در فراوانی و ترکیب آن اثرات اساسی بر روی فرآیندهای اکوسیستم دارد (Batjes 1996). مواد آلی خاک شامل بقایای گیاهی و جانوری تازه یا در حال تجزیه و تخریب، زیست توده موجودات زنده در خاک و مواد حاصل از تولید و تجزیه ریزجانداران موجود در خاک می‌باشد. با توجه به اینکه مواد آلی در بسیاری از خصوصیات خاک از جمله حاصلخیزی خاک، ساختمان خاک، نفوذ آب در خاک، ظرفیت نگهداری آب در خاک، تراکم خاک و فعالیت میکروبی خاک تأثیر دارد، به عنوان یکی از شاخص‌های پایداری خاک شناخته میشود (Lal et al. 1997; Tarkalson et al. 2009).

یکی از خصوصیات مشترک ویژگی‌های محیطی، تغییرات پیوسته مکانی آن‌ها می‌باشد. تغییرات متغیرهای محیطی ازنقطه‌ای به نقطه دیگر، به گونه‌ای است که مطالعه آن‌ها به وسیله‌ی روش‌های معمول تجزیه و تحلیل آماری به سادگی امکان پذیر نیست. شاخه‌ای از علم آمار کاربردی به نام زمین‌آمار قادر به ارائه مجموعه وسیعی از تخمین‌گرهای آماری به منظور برآورد خصوصیت مورد نظر در مکانی که نمونه‌برداری نشده است با استفاده از اطلاعات حاصله از نقاط نمونه‌برداری شده، می باشد (Ayoubi et al. 2007). Jalali و همکاران (1392) به منظور تهیه نقشه پراکنش مکانی برخی از عناصر غذایی در شرق استان مازندران، به مقایسه روش‌های مختلف میان‌یابی با استفاده از نرم افزار GIS پرداختند و میزان دقت نقشه پراکنش مکانی متغیرها را به کمک معیارهای آماری MAE، MBE و RMSE محاسبه نمودند. نتایج این پژوهش نشان داد که اگر فاصله نقاط نمونه‌برداری مناسب و تعداد نمونه کافی باشد، روش کریجینگ جهت تهیه نقشه پراکنش مکانی متغیرهای خاک مناسب می‌باشد.

در تحقیقی Ayoubi و همکاران (2007) با بررسی تغییرات مکانی عناصر غذایی پر مصرف خاک شامل فسفر و پتاسیم و ماده آلی خاک با استفاده از روش‌های مختلف زمین آماری در برآورد مقادیر این عناصر در تهیه نقشه‌های پراکنش مکانی آن‌ها برای توزیع مناسب کود در دشت ارومیه پرداختند. برای برآورد تغییرات این عناصر در نقاط نمونه‌برداری نشده، از روشهای کریجینگ، فازی کریجینگ، کوکریجینگ و میانگین متحرک وزندار در محیط GS^+ استفاده شد. برای فازی‌سازی داده‌ها از نرم افزارMATLAB و برای تهیه نقشه‌های نهایی از نرم‌افزار GIS استفاده شد. نتایج به‌دست آمده نشان داد روش تلفیقی منطق فازی به‌عنوان روش برتر می‌باشد که براساس این روش نقشه‌های پهنه‌بندی برای فسفر، پتاسیم و کربن‌آلی در محیط GIS تهیه گردید.

Sakouti و همکاران (2007) ، با هدف ارزیابی و تحلیل تغییرات مکانی شوری خاک و تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی شوری،به مقایسه سه روش کریجینگ، کوکریجینگ و میانگین متحرک وزندار درمحیط GIS پرداخته و به این نتیجه رسیدند که روش کریجینگ با دقت ۰/۹۸ و نیم تغییرنمای مدل گوسی از دقت بالایی برای پهنه‌بندی برخوردار است. همچنین این محققان، در تحقیقی دیگر برای بررسی تغییرات مکانی عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک، به مقایسه روش‌های کریجینگ، کوکریجینگ و میانگین متحرک وزندار پرداخته و به این نتیجه رسیدند که روش کریجینگ با ضریب همبستگی ۰/۹۹ و نیم تغییر نمای مدل گوسی از دقت بالایی برخوردار بوده و براساس این روش نقشه‌های پراکنش مکانی این عناصر حاصلخیز کننده را برای این منطقه تهیه کردند

تقسیم بندی درصد ماده آلی خاک بر اساس استانداردهای موسسه تحقیقات خاک و آب کشور به شرح جدول ۱ می‌باشد.

جدول۱- تقسیم بندی خاک‌ها بر اساس میزان درصد ماده آلی

Table1- Soil organic matter classification

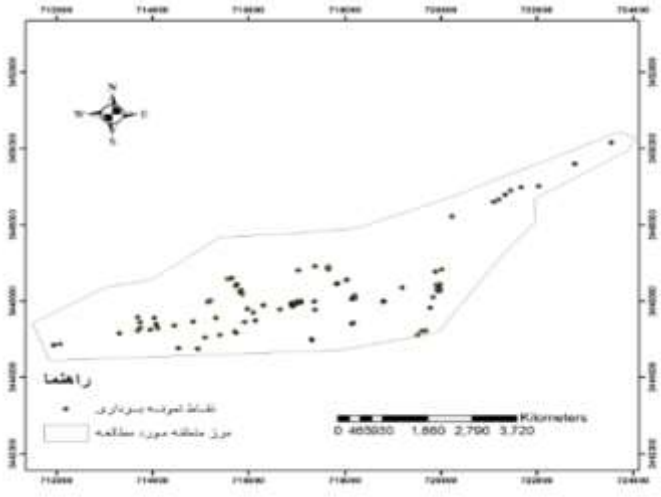
مقدار برحسب درصد	وضعیت ماده در خاک
کمتر از ۰/۵	فقیر
۱ - ۰/۵	متوسط
۱/۵ - ۱	خوب
بیش از ۱/۵	خیلی خوب

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران

با توجه به این که تاکنون در اراضی فضای سبز شهری، شهرستان ابرکوه مطالعه‌ای در زمینه پهنه‌بندی و توضیع مکانی کربن آلی خاک صورت نگرفته است و از سوی دیگر مدیریت این اراضی بدون توجه به ماده آلی آن‌ها امکان‌پذیر نمی‌باشد، این مطالعه با هدف بررسی توضیع مکانی میزان کربن آلی خاک در این شهرستان انجام گرفته است.

۲-مواد و روش ها

این پژوهش در خاک‌های فضای سبز استان یزد شهرستان ابرکوه انجام گردید. برای انجام این پژوهش ۱۰۰ نقطه در فضای سبز شهری انتخاب شد. پراکنش نقاط مورد مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است. در تمامی نقاط مورد مطالعه خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری سطح خاک جمع آوری و پس از هوا خشک شدن از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. برای تعیین موقعیت دقیق نمونه برداری‌ها از دستگاه مکان یاب جهانی (GPS) استفاده گردید.



شکل۱- پراکنش نقاط نمونه‌برداری
Figure 1- Soil sampling point

توزیع اندازه ذرات اولیه خاک (شن، سیلت و رس) به روش هیدرومتر اندازه‌گیری شد. برای تعیین کربن آلی خاک از روش اکسیداسیون تر استفاده شد. واریوگرام مربوط به ماده آلی خاک توسط نرم افزار Wariowin ۲,۱ بررسی و پس از به دست آمدن بهترین مدل واریوگرام از بین سه مدل گوسین، نمایی و کروی، پارامترهای مدل به نرم افزار ArcGIS 9.3 منتقل شد. برای تهیه نقشه پراکنش خاک از دو روش میان‌یابی کریجینگ و وزن معکوس فاصله استفاده شد.

روش‌های درون‌یابی

کریجینگ(Kriging)

کریجینگ یک روش برآورد زمین آماری است که بر پایه میانگین متحرک وزن‌دار استوار است. به طوری که می‌توان گفت این روش بهترین برآورد کننده خطی نااریب می‌باشد(Mohammadi 1385). روش Kriging بر خلاف روش IDW که یک روش میان‌یابی محلی است، روشی جهانی می‌باشد. به این معنا که در این روش تمامی مشاهدات منطقه مورد استفاده قرار می‌گیرند (Anderson 2000).

روش وزن معکوس فاصله (IDW)

در این روش برای هرکدام از نقاط اندازه‌گیری شده ،بر اساس فاصله بین آن نقطه تا موقعیت نقطه مجهول، وزن مشخصی در نظر گرفته می‌شود. به نقاط نزدیک نمونه وزن بیشتر و به نقاط دورتر وزن کمتر اختصاص می‌یابد .البته باید توجه داشت که این روش بدون توجه به موقعیت و آرایش نقاط، فقط فاصله آنها را در نظر می‌گیرد، یعنی نقاطی که دارای فاصله یکسانی از نقطه برآورد هستند دارای وزن یکسانی می‌باشند(Carlson and Foley 1991).

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران (ماشین های کشاورزی)

برای ارزیابی نقشه‌های تهیه شده از دو پارامتر ضریب تبیین و جذر میانگین مربعات خطا استفاده شد.

$$RMSE = \left[\frac{\sum_{i=1}^{n} (\hat{y}_j - y_j)^2}{n} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (۱)$$

$$R^2 = \frac{\left[\sum_{i=1}^{n} (\hat{y}_i - \hat{y})(y_i - \bar{y}) \right]^2}{\sum_{i=1}^{n} (\hat{y}_i - \hat{y})^2 \sum_{i=1}^{n} (y_i - \bar{y})^2} \quad (۲)$$

کـه در آن‌ها $\hat{y}$ و $\hat{y}$ مقـادیر پیش‌بینی‌شده و $\hat{y}_i$ و y_j مقادیر مشاهداتی، $\bar{y}$ متوسط مقادیر مشـاهداتی و n تعـداد داده‌ها می‌باشد.

۳-نتایج و بحث

جدول ۲ نتایج تجزیه آماری برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که خاک‌ها از نظر توزیع اندازه ذرات اولیه (بافت) دارای تنوع مطلوبی بوده است. به طوری که دامنه تغییرات شن، سیلت و رس به ترتیب ۷۴، ۵۳ و ۳۳ درصد می‌باشد. از این‌رو کلاس‌های مختلف بافت خاک را شامل می‌شوند. حداقل و حداکثر مقدار ماده آلی در منطقه مورد مطالعه ۰/۲۸ و ۳/۸۷ درصد و با میانگین ۱/۶۳ درصد بوده است. این نشان می‌دهد ورودی مواد آلی در مناطق مختلف مورد مطالعه یکسان نبوده است.

جدول ۲- نتایج تجزیه آماری برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

Table 2- Statistical analysis of some of soil physical and chemical properties

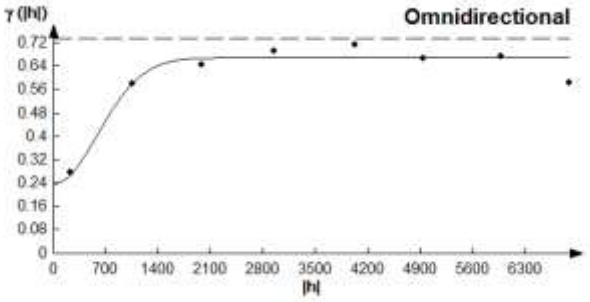
پارامتر	واحد	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	چولگی
شن	درصد	۱۷	۹۱	۶۳/۸۳	۱۷/۴۰	۰/۴۲
سیلت	درصد	۶	۵۹	۲۴/۶۹	۱۰/۲۴	۰/۹۷
رس	درصد	۱	۳۴	۱۱/۴۷	۸/۶۷	-۰/۲۸
ماده آلی	درصد	۰/۲۸	۳/۸۷	۱/۶۳	۰/۸۴	-۰/۴۱

جدول ۳- بررسی کارایی مدل‌های مختلف برای وریوگرام ماده آلی خاک

Table 3- Different variogarm model for soil organic matter

نام مدل	خطای مدل	nagget	rang	sill
نمایی	$۵/۱۲ \times ۱۰^{-۳}$	۰/۱۶	۲۴۸۳	۰/۵۳۵
گوسین	$۲/۵۹ \times ۱۰^{-۳}$	۰/۲۴	۱۴۴۸	۰/۴۳۲
کروی	$۳/۶۷ \times ۱۰^{-۳}$	۰/۱۹	۱۷۹۳	۰/۴۷۲

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (ماشینهای کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران



شکل ۲- وریوگرام ماده آلی خاک با مدل گوسین

Figure 2- Soil organic matter variogram with Gaussian model

جدول ۳ نشان می‌دهد که از بین مدل‌های استفاده شده در بررسی وریوگرام ماده آلی خاک مدل گوسین با میزان خطای $۲/۵۹\times ۱۰^{-۳}$ نسب به دو مدل کروی و نمایی عمکرد بهتری داشته است.

بررسی جدول ۴ نشان می‌دهد که برای پارامتر ماده آلی روش میان‌یابی کریجینگ با ضریب تبیین برابر با ۰/۵۴ و RMSE برابر ۰/۵۷ نسبت به روش وزن معکوس فاصله عملکرد بهتری داشته است.

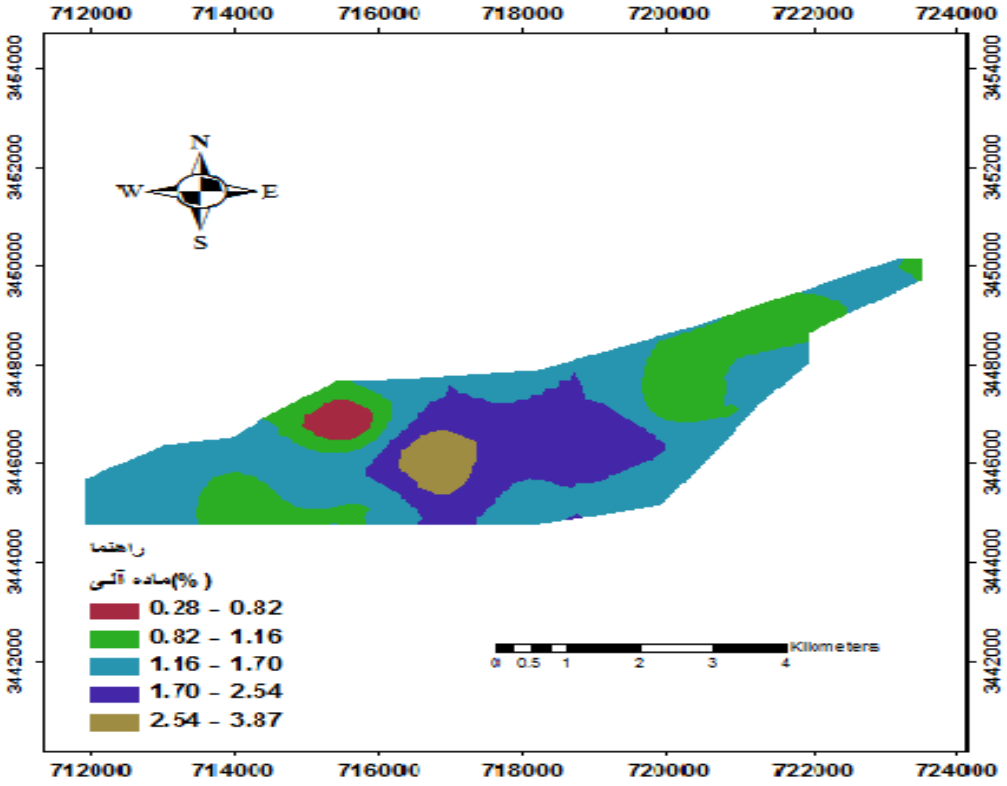
جدول ۴-ارزیابی خطا با روش‌های مختلف میان‌یابی برای تهیه نقشه ماده آلی خاک

Table 4- Soil organic matter map error investigation with different model

نام پارامتر	نام الگو	RMSE	R^2
ماده آلی	کریجینگ	۰/۵۷	۰/۵۴
	وزن معکوس فاصله	۰/۶۲	۰/۴۶

شکل ۳ بیانگر این است که بیش‌ترین میزان درصد ماده آلی خاک ۴ درصد از مساحت کل منطقه مورد مطالعه بوده که دارای ماده آلی بین ۲/۵۴ تا ۳/۸۷ درصد می‌باشد. همچنین کمترین میزان ماده آلی خاک در منطقه مورد مطالعه ۲/۳ درصد از مساحت کل منطقه مورد مطالعه را شامل می‌شود که این میزان ماده آلی خاک بین ۰/۲۸ تا ۰/۸۲ درصد می‌باشد. بیشترین مساحت از منطقه مورد مطالعه میزان ماده آلی خاک بین ۱/۱۶ تا ۱/۷۰ درصد بوده که ۴۹ درصد از مساحت کل منطقه مورد مطالعه را شامل می‌شود. مشاهدات بیانگر این است که میزان ماده آلی در اکثر قسمت‌های منطقه مورد آزمایش پایین بوده و خاک این نقاط جزء خاک‌های فقیر به شمار می‌رود. اما در برخی قسمت های منطقه مورد آزمایش میزان ماده آلی بالا بوده که از دلایل بالا بودن آن می‌توان به اضافه نمودن کود دامی و سایر کودها توسط کارگرهای شهرداری به فضای سبز این قسمت‌ها اشاره نمود.

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (ماشین‌های کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران



شکل ۳- توزیع مکانی ماده آلی خاک با روش میان‌یابی کریجینگ

Figure 3- Soil organic matter map with kriging method

۴- نتیجه‌گیری

نتایج آزمایشات نشان داد که در اکثر مناطق مورد مطالعه میزان ماده آلی پایین بوده و از این نظر جزء خاک‌های فقیر به شمار میروند، که باید جهت افزایش کربن آلی این مناطق اقدامات لازم صورت گیرد.

۵- منابع

Ayoubi, S.h., Zamani, S., and Khormali, F. (2007). Prediction total N by organic matter content using some geostatistic approaches in part of farm land of Sorkhankalateh, Golestan Province. *J.Agric. Sci. Natur. Resour*, 14, 1-10 (Persian).

Sokouti, R., Mahdian, M., Mahmoodi, S.h., Ghahremani, A. (2007). Comparing the applicability of some geostatistic methods to predict the variability of soil salinity, a case study of Uromieh plain. *Pajauhsh & Sazandegi*, 74, 90-98 (Persian).

Sokouti, R., and Mahdian, M. H. (2008). Comparative Efficacy of Some Geostatistical Methods for the Estimation of Spatial Variability of Topsoil Salinity. *Journal of Applied Sciences*, 9, 588-592 (Persian).

Batjes, N. H. (1996). Total carbon and nitrogen in the soils of the world. *Eurpean Journal of soil science*, 47, 151-163.

Lal, R., Kimble, J., and Follett, R. (1997). Soil quality management for carbon sequestration p. 1-8. In R. Lal et al. (ed.) Soil properties and their management for carbon sequestration. USDA, NRCS, NSSC, Lincoln, NE.

Tarkalson, D. D., Brown, B. Kok, H. and Bjorneberg., D. L. (2009). Irrigated small-grain residue management effects on soil chemical and physical properties and nutrient cycling. Soil Science, 174, 303-311.

Tian, Y. Q., Anthony, D. F., Changjiang, Y. and Ashley, B. (2013). Effects of climate and land-surface processes terrestrial dissolved organic carbon export to major U.S. coastal rivers. Ecol. Engineer. 54: 192-201.

Jing, W. J. Hui, C. Yue, Y. F., Shen, C. Y., and Hung, Y. F. (2011). Effect of land use and soil management practices on soil fertility quality in North China cities urban fringe. African J. of Agric. Res, 69, 2059- 2065.

Wang, K., Zhang, C., Li, W. (2013). Predictive mapping of soil total nitrogen at a regional scale: A comparison between geographically weighted regression and co Kriging. Applied Geography, 42,73-85.

Anderson, S. (2002). An evaluation of spatial interpolation methods on air temperature in Phoenix, AZ. Department of Geography, Arizona State University.

Carlson R.E., and Foley T.A. (1991). The parameter R2 in multiquadric interpolation. Computers and Mathematic Apply, vol. 21, pp. 29-42.

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (ماشین‌های کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران