یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران

پهنه‌بندی شوری 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

بررسی و شناخت ویژگی‌های خاک به منظور استفاده بهینه از خاک و مدیریت صحیح حاصلخیزی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار می‌باشد. از میان ویژگی‌های خاک، شوری خاک از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. این مطالعه جهت بررسی الگوی تغییرات مکانی و پهنه‌بندی شوری خاک در خاک-های 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، هدایت الکتریکی، اسیدیته، و میزان سدیم، کلسیم ومنیزیم با استفاده از روش‌های استاندارد آزمایشگاهی اندازه‌گیری شد. سپس با بهره-گیری از قابلیت‌های نرم افزار GIS نسبت به تهیه نقشه پراکنش مکانی شوری خاک اقدام گردید. نتایج نشان داد که روش میان‌یابی کریجینگ با ضریب تبیین برابر با ۰/۴۲ و جذر میانگین مربعات خطا برابر ۰/۰۲ نسبت به روش وزن معکوس فاصله عملکرد بهتری داشته است.

کلمات کلیدی: پراکنش مکانی، حاصلخیزی خاک، شوری خاک

Soil salinity 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

Investigating soil characteristics for proper soil use and fertility management is very important. Soil salinity is one of important soil characteristics. 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. 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 electrical conductivity, acidity, sodium, calcium and magnesium were measured using standard laboratory methods. Then the soil salinity map was prepared using the GIS software capabilities. The results showed that the Kriging interpolation method with an coefficient of determination equal to 0.42 and root mean square error equal to 0.02 was better than the inverse distance weighted method.

Keywords: spatial distribution, soil fertility, soil salinity

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

۱- مقدمه

سطح کل اراضی کره زمین ۱۳/۲ میلیارد هکتار است که ۷میلیاد هکتار آن را اراضی قابل کشت و ۱/۵ میلیارد هکتار از آن تحت کشت می‌باشد (Tanji 1990). از اراضی تحت کشت حدود ۲۳ درصد اراضی شور و ۳۷ درصد خاک‌های سدیمی می‌باشند (Sepaskhah et al. 1986). خاک‌های شور و سدیمی اغلب در اقلیم‌های خشک و نیمه خشک یافت می‌شوند (Sepaskhah et al. 1986).

شوری خاک از جمله مشکلات کشاورزی و زیست محیطی جدی در سراسر جهان، به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک است. بارندگی کم و تبخیر و تعرق بالا در این مناطق باعث افزایش غلظت کاتیون‌هایی چون سدیم، کلسیم و منیزیم می‌شود که عامل تشکیل سولفات‌ها و کلریدها در لایه‌های سطحی و نزدیک سطح خاک‌های این مناطق است و تاثیر مستقیمی بر خاک و رشد و نمو گیاهان دارد. به علاوه موجب کاهش محصولات زراعی، حاصلخیزی زمین و نهایتا تخریب اراضی می‌گردد (Singh 2009; Wang et al. 2008, Wang 2013) .

پراکنش زمانی و مکانی املاح و نمک‌ها در خاک، تعیین دقیق این پارامترها را در مطالعات میدانی با مشکل مواجه کرده است. اکثرمطالعات انجام شده در ارزیابی شور در مطالعات پیشین، بر اساس مطالعات غیر مستقم، در مقیاس کوچک و در دوره‌های زمانی کوتاه انجام گرفته است (Lesch 2005).

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، می‌باشد (Ayoubi et al. 2007).

Sakui and mahdian (2010) با کاربرد روش‌های زمین‌آماری برای پیش‌بینی ساختار مکانی عناصر غذایی خاک، پراکنش مکانی عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم را برای مدیریت کودی دشت ارومیه بررسی و به این نتیجه رسیدند که مدل کریجینگ با نیم واریوگرام گوسی بهترین روش برای استفاده می‌باشد. Walter McBratney (2001) در بررسی‌های تحلیل مکانی شوری، برای پیش‌بینی شوری سطح خاک از روش کریجینگ استفاده کردند.

Mohammadi (2000) با استفاده از تخمینگرهای زمین آماری و با کمک گرفتن از اطلاعات رقومی سنجنده TM به عنوان متغیر ثانویه، برخی از خصوصیات خاک سطحی شامل شوری، درصد رطوبت اشباع، نسبت جذب سدیم و درصد آهک را برآورد نموده است. وی در این تحقیق ضمناً کارآیی روش‌های مختلف زمین آماری شامل کوکریجینگ، کریجینگ و رگرسیون خطی را مورد مقایسه قرار داده و به این نتیجه رسیده است که تخمین‌گرهای زمین آماری نسبت به روابط همبستگی خطی از برتری نسبی برخوردار بوده و روش کریجینگ به عنوان روش برتر برآورد داده‌های مکانی خاک معرفی شده است.

Sakui و همکاران (1386) 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. جدول ۱ تقسیم‌بندی خاک‌ها را بر حسب تغییرات هدایت الکتریکی نشان می‌دهد (Barzegar 1387).

جدول ۱- تقسیم‌بندی خاک‌ها بر حسب تغییرات هدایت الکتریکی

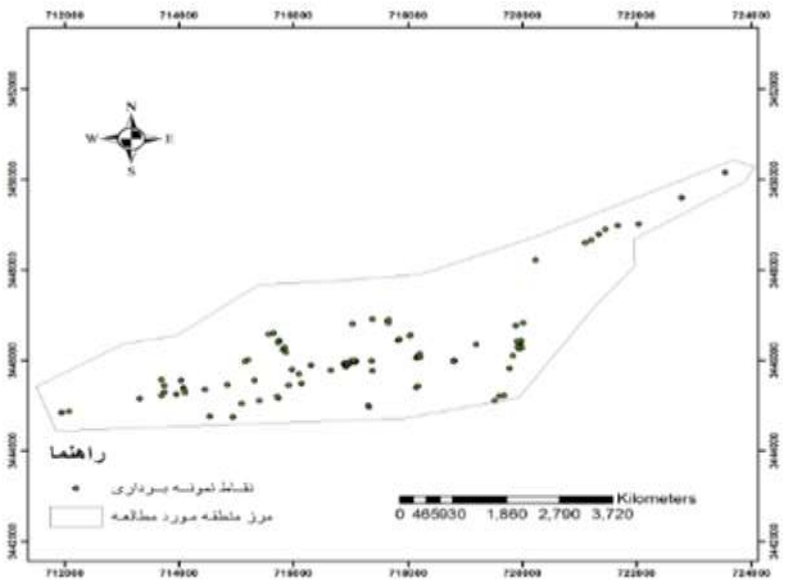
Table1- Soil electrical conductivity classification

گروه	هدایت الکتریکی (mmhos/cm)	درجه شوری	اثر شوری بر رشد و نمو گیاه
۱	۰ - ۲	خیلی کم	تأثیری ندارد.
۲	۲ - ۴	کم	اثر کمی روی گیاهان حساس دارد.
۳	۴ – ۸	متوسط	اثر قابل ملاحظه‌ای دارد.
۴	۸ – ۱۶	زیاد	فقط تعداد محدودی از گیاهان می‌توانند رشد کنند
۵	بیش از ۱۶	خیلی زیاد	گیاهان فوق‌العاده مقاوم می‌توانند کمی رشد کنند.

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

در این تحقیق اندازه‌گیری اسیدیته و هدایت الکتریکی خاک در عصاره گل اشباع به ترتیب به کمک دستگاه pH متر و هدایت سنج الکتریکی استفاده شد. نسبت جذب سدیم توسط رابطه زیر محاسبه گردید.

$$SAR = \frac{Na^{+}}{\sqrt{\frac{Ca^{2+}+Mg^{2+}}{2}}} \quad (۱)$$

که در آن Na^{+}، Ca^{2+} و Mg^{2+} به ترتیب غلظت کاتیون‌های سدیم، کلسیم و منیزیم برحسب میلی‌اکی‌والان بر لیتر می‌باشد. غلظت سدیم با دستگاه فلیم فتومتر و غلظت کلسیم و منیزیم به روش تیتراسیون محاسبه می‌گردد (Page et al. 1982). واریوگرام مربوط به هدایت الکتریکی 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 9.3 ArcGIS 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 2002).

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.

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

$$RMSE = \left[\frac{\sum_{i=1}^{n} (\hat{y}_j - y_j)^2}{n} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (۲)$$

$$R^2 = \frac{\left[\sum_{i=1}^{n} (\hat{y}_i - \hat{y})(y_i - \bar{y}) \right]^2}{\sum_{i=1}^{n} (\hat{y}_i - \hat{y})^2 \sum_{i=1}^{n} (y_i - \bar{y})^2} \quad (۳)$$

که در آن‌ها $\hat{y}_j$ و $\hat{y}$ مقادیر پیش‌بینی‌شده و y_i و y_j مقادیر مشاهداتی، $\bar{y}$ متوسط مقادیر مشاهداتی و n تعداد 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 میزان شوری خاک منطقه مورد مطالعه در کمترین مقدار برابر ۱/۱۰ و در بیشترین مقدار ۹۹ دسی زیمنس بر متر می‌باشد. میانگین عددی شوری خاک در منطقه مورد مطالعه برابر۱۴/۴۴ دسی زیمنس بر متر می‌باشد. بیشترین میزان واکنش خاک در منطقه مورد مطالعه ۸/۸۸ و کمترین میزان واکنش خاک ۶/۹۸ می‌باشد. همچنین میانگین عددی واکنش خاک در منطقه مورد مطالعه ۷/۷۴ بوده است. میزان منیزیم خاک در منطقه مورد آزمایش در کمترین مقدار برابر صفر و در بیشترین مقدار نیز۲/۵۲ میلی‌گرم بر لیتر خاک بوده است.

همچنین میانگین عددی میزان منیزیم خاک در منطقه مورد مطالعه ۱/۶۹ نشان داده شد. میزان کلسیم خاک در منطقه مورد آزمایش در کمترین میزان برابر ۳/۵ و در بیشترین میزان ۳/۹۲ میلی‌گرم بر لیتر بوده و میانگین عددی کلسیم خاک در منطقه مورد مطالعه ۳/۶ میلی‌گرم بر لیتر نشان داده شد. میزان سدیم خاک در کمترین مقدار برابر ۱/۰۴ و در بیشترین میزان نیز برابر ۶/۳۸ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد. همچنین میزان عددی میانگین سدیم خاک در منطقه مورد مطالعه ۴/۸ میلی‌گرم بر کیلو گرم خاک نشان داده شد. نسبت جذب سدیم خاک در کمترین مقدار برابر ۰/۲۴ و در بیشترین مقدار خود برابر ۹۰/۵۳ می‌باشد. همچنین میانگین عددی نسبت جذب سدیم در منطقه مورد مطالعه ۱/۳۵ نشان داده شد.

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

Table 2- Statistical analyses of some of soil chemical properties

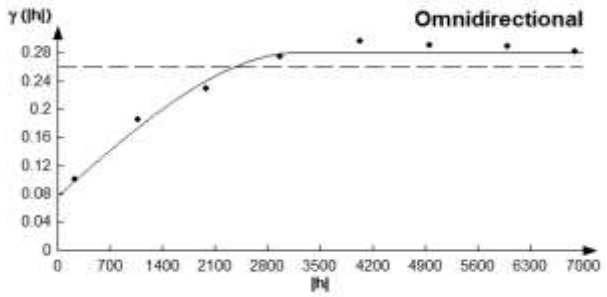
پارامتر	واحد	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	چولگی
شوری	dS/m	۱/۱۰	۹۹	۱۴/۴۴	۲/۰۹۲	۰/۵۷۱
واکنش خاک	-	۶/۹۸	۸/۸۸	۷/۷۴	۰	۰/۷۶
سدیم	Mg/l	۱/۰۴	۶/۳۸۲	۳/۳۲	۱/۱۴۹	-/۴۱۵
کلسیم	Mg/l	۳/۵۵	۳/۹۲۰	۳/۶۲	۶/۸۷۶	۰/۳۳۴
منیزیم	Mg/l	۰	۲/۵۲	۱/۶۹	۴/۰۸	۰/۳۰۱
نسبت جذب سدیم		۰/۲۴	۹۰/۵۳	۱۴/۳۵	۱/۲۸	۰/۹۴

جدول ۳ نشان می‌دهد که از بین مدل‌های استفاده شده در بررسی وریوگرام شوری خاک مدل نمایی با میزان خطای $۲/۰۵ \times ۱۰^{-۳}$ نسب به دو مدل گوسی و کروی عمکرد بهتری داشته است.

جدول ۳- بررسی کارایی مدل‌های مختلف برای وریوگرام شوری خاک

Table 3- Different variogarm model for soil salinity

نام مدل	خطای مدل	nagget	Rang	sill
نمایی	۲/۰۵× ۱۰$^{-۳}$	۰/۰۷	۴۷۶۰	۰/۲۲
گوسی	۹/۵۸× ۱۰$^{-۳}$	۰/۰۹	۲۴۱۴	۰/۱۷
کروی	۴/۸۰× ۱۰$^{-۳}$	۰/۰۷	۳۲۴۲	۰/۲۰



شکل ۲- وریوگرام شوری خاک با مدل نمایی

Figure 2- Soil variogram with exponential model

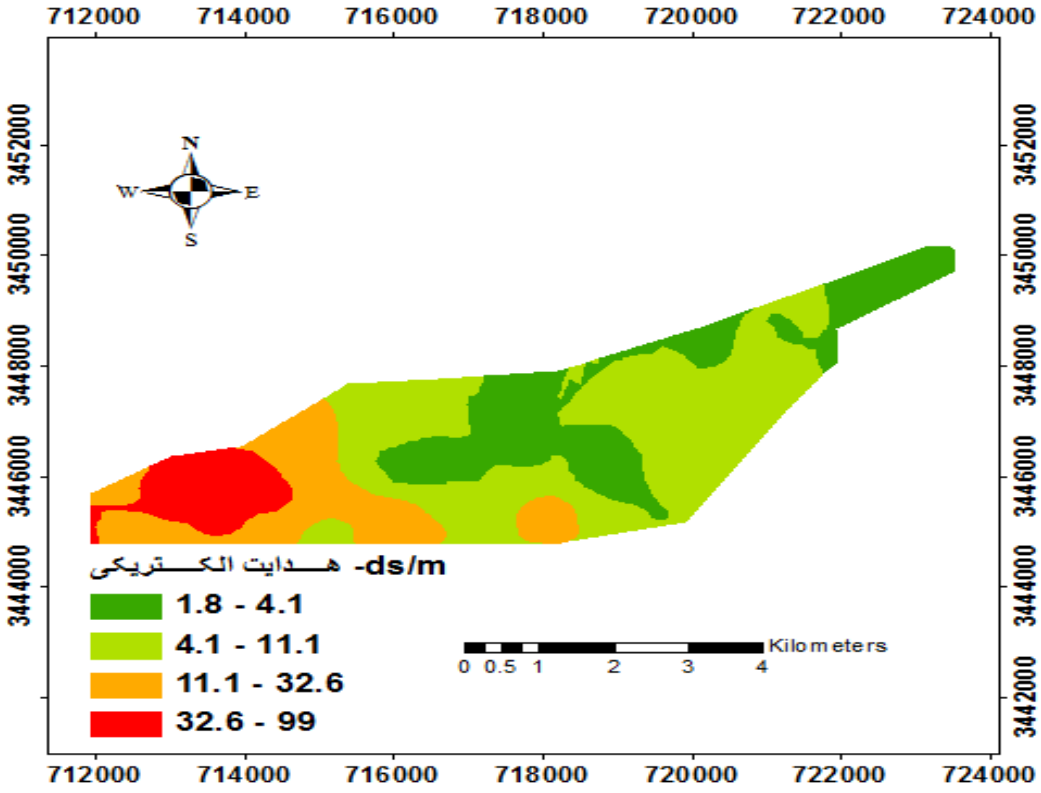
بررسی جدول ۴ نشان می‌دهد که برای پارامتر شوری خاک روش میان‌یابی کریجینگ با ضریب تبیین برابر با ۰/۴۲ و RMSE برابر ۰/۰۲ نسبت به روش وزن معکوس فاصله عملکرد بهتری داشته است.

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

Table 4- Soil salinity map error investigation with different model

نام پارامتر	نام الگو	RMSE	R^2
شوری خاک	کریجینگ	۰/۰۲	۰/۴۲
	وزن معکوس فاصله	۰/۱۶	۰/۳۸

شکل ۴ نشان می‌دهد که بیشترین میزان شوری خاک ۶ درصد از مساحت کل منطقه مورد را شامل می‌شود که این میزان شوری خاک بین ۳۲/۶ تا ۹۹ دسی زیمنس بر متر می‌باشد. همچنین کمترین میزان شوری خاک در منطقه مورد مطالعه ۱۰ درصد از مساحت کل منطقه مورد مطالعه را شامل می‌شود که این میزان شوری خاک بین ۱/۸ تا ۴/۱ دسی زیمنس بر متر می‌باشد. بیشترین مساحت از منطقه مورد مطالعه میزان شوری خاک بین ۴/۱ تا ۱۱/۱ دسی زیمنس بر متر را دارا می‌باشد که ۴۷ درصد از مساحت کل منطقه مورد مطالعه را شامل می‌شود. شوری خاک در منطقه مورد آزمایش در حدود ۹۰ درصد از مساحت منطقه بیش از ۴ دسی زیمنس بر متر بوده که بر روی رشد گیاهان اثر قابل ملاحظه ای خواهد داشت. همچنین این میزان شوری تا ۹۹ دسی زیمنس بر متر نیز رسیده است. از دلایل این مقدار شوری میتوان به ورود زه‌آب‌های ناشی از فاضلاب شهری، ترکیبات خروجی ناشی از سوخت اتومبیل‌ها و نشستن آنها بر روی خاک فضای سبز و از همه مهم‌تر آبیاری فضای سبز با آب شور اشاره کرد.



شکل ۳- توزیع مکانی شوری خاک با روش میان‌یابی کریجینگ

Figure 3- Soil salinity map with kriging method

۴- نتیجه‌گیری

نتایج آزمایشات نشان داد که در اکثر مناطق مورد مطالعه میزان شوری خاک بسیار بالا بوده و از این نظر جزء خاک‌های خیلی شور به شمار میروند.

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).

Lesch, S. M. (2005). Sensor-directed response surface sampling designs for characterizing spatial variation in soilproperties.*Computers, and Electronics inAgriculture*, 46, 153-179.

Page, A.L., Miller, R.H. and Keeney, D.R. (1982). Methods of Soil Analysis. Part 2 - Chemical and Microbiological Properties, 2nd Edition. Agronomy Society of America. Madison, WI

Sepaskhah, A., Amin Schani, S., and Abtahi, A. (1986). Leaching and salt control in saline and sodic Area. Research report Number 5. Agriculture faculty. Shiraz university. 47Pp. (In Persian)

Singh,G. (2009). Salinity-related desertification and management strategies: Indian experience. *Land Degradation &Development*, 20, 367-385.

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.

Sokouti, R., Mahdian, M., Mahmoodi, Sh., 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).

Tanji, K.K. (1990). AgriculturalSalinity Asse ssment and Management. ASCe, New York, 619Pp

Walter, C., and McBratney, B. (2001). Spatial prediction of topsoil salinity in the Chelif Valley,

Algeria, using local ordinary Kriging with local variograms versus whole-area variogram. *Australian Journal of Soil*

Research, 39, 248-259.
Wang, Y., and Y. Li. (2013). Land exploitation resulting in soil salinization in a desert oasisecotone. *Catena*, 100, 50-56.
Wang, Y., Li, Y., and Xiao, D. (2008). Catchment scale spatial variability of soil salt content in agricultural oasis,Northwest China. *Environmental Geology*, 56, 439-446.

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