پژوهش های آبخیزداری شماره ۹۴، بهار ۱۳۹۱
(پژوهش و سازندگی)

پهنه بندی خطر شور و سدیمی شدن خاک سطحی با استفاده از زمین آمار (مطالعه موردی: اراضی غرب رودخانه کارون در استان خوزستان)

• **محمود دیانی** (نویسنده مسئول)
مربی گروه خاک شناسی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان
• **سیروس جعفری**
استادیار گروه خاک شناسی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان
• **بیژن خلیل مقدم**
استادیار گروه خاک شناسی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان
• **امیر احمد دهقانی**
استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
تاریخ دریافت: اسفند ماه ۱۳۸۹ تاریخ پذیرش: خرداد ماه ۱۳۹۰
تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۶۱۲۳۲۲۵۲۸۹
Email: dayani_1983@yahoo.com -

چکیده

تغییر پذیری مکانی خواص شیمیایی خاک از اجزاء اساسی مدیریت گیاهان در منطقه مورد مطالعه می باشد. هدف از این مطالعه، بررسی تغییرپذیری مکانی شوری و سدیمی بودن خاک در بخشی از اراضی غرب رودخانه کارون در استان خوزستان است. برای تهیه نقشه های لازم نمونه برداری به صورت شبکه منظم ۲۰۰×۲۰۰ متر در ۱۲۰ نقطه و از عمق ۳۰-۰ سانتی متری سطح خاک صورت گرفت و هدایت الکتریکی عصاره اشباع (ECe)، (pH)، توزیع اندازه ذرات، کلسیم، منیزیم سدیم محلول و نسبت جذب سدیم (SAR) و اندازه گیری شد. تغییرپذیری مکانی این پارامترها با استفاده از تغییرنما و نسبت واریانس اثر قطعه ای به واریانس کل مورد بررسی قرار گرفت و برای تهیه نقشه داده های مورد نیاز از روش کریجینگ استفاده شد. اعتبار نقشه ها با کاربرد میانگین خطا و جذر میانگین مربعات خطا ارزیابی گردید. نتایج نشان داد که الگوی کروی برای هدایت الکتریکی، pH، نسبت جذب سدیم، درصد رس و درصد سیلت و الگوی نمایی برای درصد شن بهترین مدل برازش داده شده برای این متغیرها می باشد. دامنه وابستگی مکانی برای پارامترهای شوری و سدیمی بودن خاک ۴ تا ۴/۵ کیلومتر بدست آمد و همه پارامترها دارای وابستگی مکانی هستند. با توجه به نتایج بدست آمده مشخص شد که الگوی تغییر پذیری مکانی خواص شیمیایی به نوع مواد مادری خاک وابسته است. نقشه واریانس پارامترهای اندازه گیری شده نشان می دهد که در خط همسایگی منطقه نمونه برداری شده و فواصل بین نمونه ها مقادیر pH، SAR، ECe، درصد رس، درصد سیلت و درصد شن افزایش یافته اند و بیشترین واریانس تخمین وجود دارد.

کلمات کلیدی: شور وسدیمی، خوزستان، زمین آمار، پهنه بندی

www.SID.ir

Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi) No 94 pp: 86-95

Saline and Sodic mapping using Geostatistics Theory (A case study in western Karoon river land of Khozestan)

By: M. Dayani, (Corresponding Author; Tel: +986123225289) S. Jafari, B. Khalilmoghadam Instructor, Assist. Prof Respectively, Department of Soil Science, Agriculture Faculty, Ramin Agriculture and Natural Resources University, Ahvaz (Iran) and A. A. Dehghani, Assist. Prof, Department of Water Engineering, Gorgan Agriculture and Natural Resources University

The aim of this study was to characterise the spatial variability of soil saline and sodic properties in part of the western Karoon lands in Khozestan province. A total of 120 samples from the 0-30 cm of soil depth in a semi-systematic grid (200*200 m) were collected in order to provide the needed data. pH, pasted soil electrical conductivity (ECe), particle size distribution, sodium absorption ratio (SAR) and soluble Ca and Mg were measured in these samples. Spatial variability of parameters was investigated using semivariance and the ratio of nugget variance to total variance. Krigin method was used to create map of the needed data. The validation of the maps was evaluated using mean error (ME) and root mean square error (RMSE) between the observed and the estimated values. Results showed that the experimental variogram of chemical properties was fitted with a exponential and spherical model and 4 to 4.5 km radius was determined for spatial range in these saline and sodic parameters. All of the parameters were moderately to strongly spatially corolated. Spatiall variability of soil chemical properties is a fundamental element of site-specific crop management. The objective dependent based on these results, spatial patterns of chemical properties are linked to parent materials and soil types. Variance maps of these parameters show that ECe, SAR particle size distribution and PH is largely increased by sampling region in neighboring line and also in lower sample density of region.

Key words: Saline, Sodic, Khozestan, Geostatistics, Mapping

مقدمه

حدود ۱۵۰ میلیون هکتار از اراضی تحت آبیاری جهان در مناطق خشک و نیمه خشک واقع شده اند که شوری خاک از عمده ترین مشکلات این مناطق می باشد (Haghnia و Kochaki، ۱۹۹۹). در ایران به خصوص در مناطق جنوب کشوریکی مهمترین مشکلات کشاورزی مسئله شور و سدیمی بودن خاک است که دلایل مهم آن عبارتند از نوع مواد مادری ، آبیاری با آب دارای کیفیت نامناسب، توپوگرافی، بارندگی کم و تبخیر و تعرق زیاد. حدود ده درصد از خاک های ایران دارای مشکل شور و سدیمی بودن هستند، بنابراین مدیریت اراضی شور و شناسایی مکان های دارای محدودیت بالا در این مناطق از اولویت های مهم مسائل کشاورزی می باشد(Barzegar، ۲۰۱۱). در این مناطق غالب خاک ها حاوی مقدار زیادی نمک است که آبیاری این اراضی باعث انتقال نمک به ناحیه رشد ریشه و در نتیجه افزایش فشار اسمزی و کاهش جذب عناصر غذایی گیاه و محصول می شود. تغییر پذیری مکانی این شرایط، اصلاح خاک را در صورت به کار بردن مدیریت های ویژه مکانی، مطلوب خواهد نمود (Sokouti و همکاران ۲۰۰۷،. Horney و همکاران ۲۰۰۵). روش های زمین آماری مانند کریجینگ به دلیل اینکه بهترین برآورد نا اریب خطی را برای تعیین مقادیر مجهول در مناطق نمونه برداری نشده به دست می دهند، در مطالعات خاک شناسی بسیار استفاده شده است (Odeh و همکاران ۱۹۹۵). همچنین Yan و همکاران (۲۰۰۵) یک مطالعه زمین آماری بر روی خصوصیات شوری خاک در چین انجام دادند و برای تخمین شوری خاک در مکان های نمونه برداری نشده از سه روش کریجینگ معمولی، کوکریجینگ و کریجینگ – رگرسیون استفاده کردند. Angel و همکاران (۲۰۰۰) تغییرات مکانی هدایت الکتریکی خاک را تحت شرایط قبل و بعد از زهکشی در زمینی به وسعت ۳۳ هکتار مورد مطالعه قرار دادند. قبل از زهکشی داده های هدایت الکتریکی در عمق ۰-۲۰ سانتی متری از ساختار مکانی قوی تری برخوردار بودند، در حالیکه تغییرنماهای عمق ۴۰-۶۰ سانتی متری خاک بعد از زهکشی ساختار مکانی بهتری را از خود نشان دادند. این مطالعه نشان داد که شرایط زهکشی هم مقادیر هدایت الکتریکی و هم تغییرات مکانی آنها را به طور قابل توجهی تحت تأثیر قرار می دهد. Chang و همکاران (۲۰۰۹)یک بررسی زمین آماری بر روی برخی از خصوصیات شیمیایی خاک در اطراف دریای زرد در چین انجام دادند. در این مطالعه برخی از خصوصیات از قبیل کلسیم، منیزیم، پتاسیم و بور دامنه وابستگی مکانی حدود ۴ کیلومتر و pH، هدایت الکتریکی و مواد آلی دامنه وابستگی مکانی حدود ۱/۵ کیلومتر داشتند. در بین این خصوصیات بور و منیزیم وابستگی مکانی قوی و بقیه خصوصیات ذکر شده وابستگی مکانی متوسطی داشتند. این محققین بیان داشتند که ارزیابی مکانی خصوصیات شیمیایی به خصوص در مورد خصوصیات دارای وابستگی مکانی قوی می تواند در مدیریت حاصلخیزی و ارائه طرحی برای کشاورزی دقیق مفید باشد. در همین راستا Sokouti و همکاران (۲۰۰۷) (Xing و همکاران ۲۰۰۷، Zang و همکاران ۲۰۱۰)، Catrignano و همکاران (۲۰۰۰)، Cerri و همکاران (۲۰۰۴) مطالعات گسترده ای را در زمینه کاربرد زمین آمار در بررسی تغییرات مکانی خصوصیات شیمیایی خاک انجام داده اند. منطقه مورد مطالعه قسمتی از اراضی غرب رودخانه کارون در استان خوزستان می باشد. با توجه به اینکه قسمت عمده خاک های خوزستان به خصوص در سال های اخیر در اثر کاهش بارندگی، سنگین بودن بافت خاک و نبود زهکش مناسب تحت فرآیند شور و سدیمی شدن هستند. لذا این تحقیق با هدف کاربرد نظریه زمین آمار جهت ارزیابی و تحلیل ساختار مکانی این شرایط در منطقه جنوب کشور و تهیه نقشه های هم مقدار معرف مقادیر کمی این خصوصیات انجام گردید.

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش ها

موقعیت و خصوصیات منطقه مطالعاتی

منطقــه مورد مطالعه قســمتی از اراضی غرب رودخانــه کارون واقع در استان خوزستان که در حد فاصل طول های جغرافیایی "۱۶ ´ ۴۶ °۴۸ و " ۷۷ ´ ۴۱ °۴۸ شــرقی و عرض های جغرافیایی "۶۶ ´ ۲۵ °۳۱ و "۵۵ ´ ۲۵ °۳۱ شمالی قرار دارد. وسعت تقریبی آن ۶۰۰۰ هکتار و دارای ارتفاع متوسط ۱۸ متر از سطح دریا می باشد. متوسط بارش سالیانه ۲۱۹ میلیمتر و حداکثر و حداقل ســالانه دما به ترتیب ۴۹ و ۳ درجه ســانتیگراد است. اراضی منطقه مورد مطالعه شــامل یک واحد فیزیوگرافی به نام دشــت آبرفتی رودخانه ای (River, Alluvial plain) می باشــد (جدول ۱). تنوع گیاهی بومی منطقه شامل گرامینه ها، خارشتر، خارزرد، سالیکرنیا و غیره می باشد. زراعت عمده منطقه و مناطق اطراف گندم، برنج، ذرت، هندوانه و بقولات می باشد.

داده های میدانی

کــه نمونه برداری به ابعاد ۲۰۰×۲۰۰ در منطقــه مورد مطالعه طراحی شد، ســپس به کمک دریافت کننده سامانه موقعیت جهانی GPS موقعیت نمونــه هــا در منطقه شناســایی و نمونه بــرداری در ۱۲۰ نقطــه و از عمق ۳۰-۰ ســانتیمتری خاک سطحی صورت گرفت. شــکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه و مکان های نمونه برداری را مشخص می کند.

تجزیه های آزمایشگاهی

تمامی نمونه ها پس از انتقال به آزمایشگاه، هوا خشک و خرد شده و از الک ۲ میلی متری عبور داده شدند. توزیع اندازه ذرات به روش هیدرمتری محاســبه شد. عصاره اشــباع تمامی نمونه های خاک به کمک پمپ خلاء و قیــف بوخنر تهیه و اســیدیته خاک (به کمک دســتگاه pH متر)، هدایت الکتریکی عصاره اشــباع (به کمک دستگاه هدایت سنج الکتریکی)، کلسیم، منیزیم و ســدیم محلول و نسبت جذب ســدیم همه نمونه ها اندازه گیری شد (Nelson، ۱۹۸۲).

روش های آماری

خلاصه آماری آنالیزهای آزمایشگاهی با استفاده از نرم افزار statistica محاســبه شــد جــدول (۱) (StatSoft، ۲۰۰۱). تجزیه و تحلیل ســاختار مکانی داده ها و محاســبه نیم تغییرنما با اســتفاده از بسته های نرم افزاری Geoeas Variowin ۲.۲(۱۹۹۶) و (Pannatier، England، ۱۹۸۰) انجام شــد. تغییرنما یک تابع ریاضی اســت که تغییرات فاصله ای یا ساختار تغییرپذیری یک متغیر ناحیه ای را صورت بندی می کند (Mohammadi، ۲۰۰۶). قبل از کاربرد تجزیه و تحلیل زمین آماری، هر متغیر تحلیل همسان گردی با استفاده از تغییرنمای رویه انجام شد. برای مقایسه دو کمیت در دو نقطه به مختصات مختلف، بررســی اختلاف آنها طبیعی ترین روش مقایسه

جدول ۱- تیپ اراضی، اجزاء واحد راضی در منطقه مورد مطالعه (World soil resources reports. ۲۰۰۶، Soil survey staff. ۲۰۰۶)

واحد فیزیوگرافی	منطقه	واحد اراضی	مساحت (درصد)	رده بندی آمریکایی ۲۰۰۶	رده بندی جهانی ۲۰۰۶
دشت آبرفتی رودخانه ای	کارون	۹,۱	۱۷/۶۸	Gypsic Aquisalids	Gypsic Solonchaks
	سوئیتچی	۹,۲	۹/۳۴	Typic Aquisalids	Haplic Solonchaks
	مکسر حسینی	۹,۳	۱۲/۹۷	Typic Aquisalids	Haplic Solonchaks
	کفیشه	۹,۴	۱۳/۷	Typic Aquisalids	Haplic Solonchaks
	ملیحان	۹,۵	۴/۱۴	Gypsic Aquisalids	Gypsic Solonchaks
	موشهر	۹,۶	۹/۳۸	Typic Aquisalids	Haplic Solonchaks
	زرگان	۹,۷	۱۱/۳۸	Typic Aquisalids	Haplic Solonchaks
	آبتیمور	۹,۸	۸/۶۳	Oxyaquic Haplustepts	Haplic Cambisols
	امطیر	۹,۹	۵/۴۴	Oxyaquic Haplustepts	Haplic Cambisols
	کاکولی	۹,۱۰	۶/۴۷	Aridic Ustifluvents	Haplic Fluvisols
جمع			۱۰۰		

۹: دشت آبرفتی، ۹,۱: بافت سطحی خیلی سنگین، تراوش پذیری خیلی آهسته، شرایط هیدرومرفی ۳-۲ متری، ۹,۲: بافت سطحی متوسط، تراوش پذیری متوسط، شرایط هیدرومرفی ۲-۱/۲ متری ، ۹,۳: بافت ســطحی متوســط، تراوش پذیری متوسط، شرایط هیدرومرفی ۳-۲ متری ، ۹,۴: بافت ســطحی متوسط، تراوش پذیری نسبتا آهسته، شرایط هیدرومرفی ۱/۲ متری،:۹,۵ بافت سطحی سنگین، تراوش پذیری آهسته، شرایط هیدرومرفی ۳-۲ متری ،۹,۶: بافت سطحی متوسط، تراوش پذیری نسبتامتوسط، شرایط هیدرومرفی ۱/۲ متری ،۹,۷: بافت سطحی سنگین، تراوش پذیری آهسته، شرایط هیدرومرفی ۱/۲ متری ،۹,۸: بافت سطحی سنگین، تراوش پذیری نسبتا آهسته، شرایط هیدرومرفی ۱/۲متری ، ۹,۹: بافت سطحی متوسط، تراوش پذیری آهسته، شرایط هیدرومرفی ۳-۲ متری ، :۹,۱۰ بافت سطحی سنگین، تراوش پذیری متوسط، شرایط هیدرومرفی۱/۵ متری.

www.SID.ir

است. بر این اساس برای تمام موقعیت ها می توان، توان دوم این اختلاف را تحت عنوان نیم تغییرنما به صورت معادله (۱) محاسبه کرد:

(۱)

$$\gamma(h)=\frac{1}{2N(h)}\sum_{i=1}^{N(h)}[Z(x_i+h)-Z(x_i)]^2$$

کـه در آن، N(h) تعـداد جفت های جدا شـده در فاصلـه گام (h)، z(xi) مقدار متغیر اندازه گیری شـده در نقطـه Xi و z(xi+h) مقدار متغیر اندازه گیری شده در موقعیت مکانی Xi+h است (Mohammadi، ۱۹۹۹). یک تغییرنمای ایدآل دارای سـه پارامتر شامل اثر قطعه ای، حد آستانه و دامنه موثر می باشـد. اثر قطعه ای بیـان کننده مؤلفهٔ غیرسـاختاری یا تصادفی واریانس می باشـد. حد آستانه تقریبی از واریانس کل را ارائه نموده و مقدار دامنه بیان گر فاصله ای است که در ماورای آن نمونه ها را می توان مستقل از یکدیگر به حسـاب آورد (Mohammadi، ۲۰۰۶). شـدت و درجه ی وابسـتگی مکانـی یک متغیر ناحیـه ای را می توان از تقسـیم واریانس اثر قطعه ای به واریانس کل یاحد آستانه به دست آورد. گاهی اوقات این نسبت در عدد ۱۰۰ ضرب و به صورت درصد بیان می شود. اگر نسبت مزبور کمتر از ۲۵ درصد باشد، متغیر دارای کلاس وابستگی مکانی قوی و اگر نسبت بین ۲۵ تا ۷۵ درصد باشـد، آنگاه متغیر مورد نظر دارای کلاس وابستگی مکانی متوسـط می باشد. اگر نسـبت بیش از ۷۵ درصد باشد، متغیر دارای کلاس وابسـتگی مکانی ضعیفی خواهد بـود (Amini، ۲۰۰۵). در مطالعه حاضر، از مـدل نظری کروی جهت برازش واریوگرام های تجربی هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم pH ، درصد رس و سیلت استفاده شد

(۲)

$$\gamma(h)=C_0+\begin{cases}c\left(\dfrac{3h}{2a}+\dfrac{1}{2}\left(\dfrac{h}{a}\right)^3\right) & for \quad h\le a\\ c & for \quad h>a\end{cases}$$

که در آن $\gamma(h)$ مقدار تغییرنما، C اثر قطعه ای، c حد آستانه، h فاصله و a دامنه می باشد (Mohammadi، ۲۰۰۶ Amini ۲۰۰۵). همچنین از مدل نمایی جهت برازش واریوگرام تجربی درصد شن استفاده شد.

$$\gamma(h)=c\left\{1-\exp\left(-\frac{h}{r}\right)\right\} \qquad (۳)$$

کـه در آن $\gamma(h)$ مقـدار تغییرنما، c حد آسـتانه، r را اصطلاحـاً فاکتور فاصلـه و h فاصله هسـتند (Mohammadi، ۲۰۰۶). در مرحله ی بعد، پس از محاسبه و مدل سازی واریوگرام های تجربی، اقدام به پهنه بندی متغیرهای مورد نظر با اسـتفاده از تخمینگر کریجینگ گردیـد. بطور کلی کریجینگ نامی تعمیم یافتـه برای کلیـه روش های آماری تخمین و برآورد متغیرهای ناحیه ای اسـت. مهمترین ویژگی کریجینگ که آن را از دیگر تخمین گرها متمایز می‌سازد ویژگی حداقل‌سازی واریانس خطا است. عمل کریجینگ توسط معادله (۴) انجام گرفت:

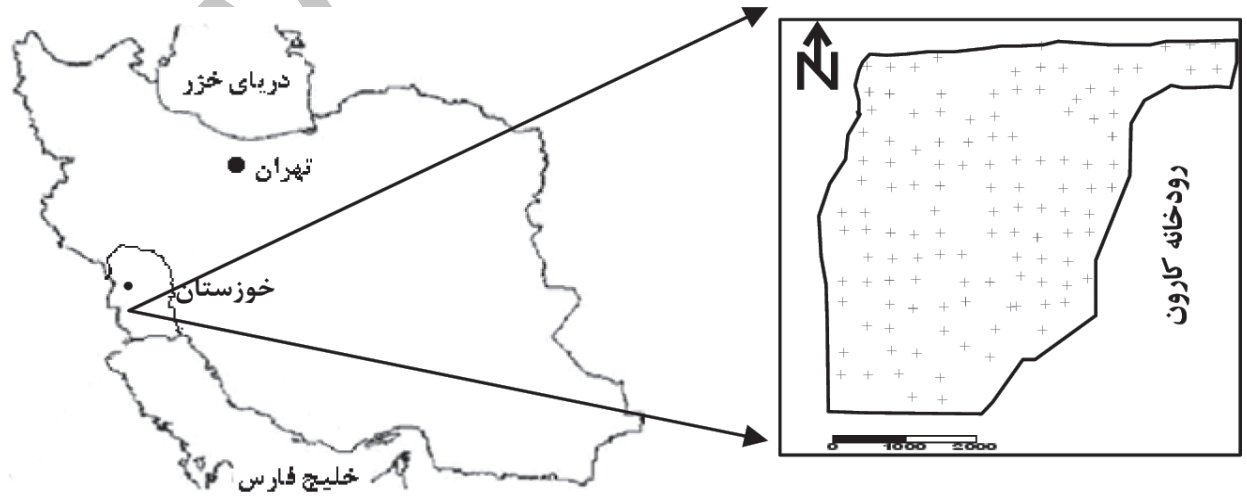
(۴)

$$\hat{Z}(x)=\sum_{i=1}^{n}\lambda_i\times Z(x_i)$$

کـه در آن، λ_i وزن متغیـر در نقـاط اندازه گیری شـده و مقدار متغیر در نقاط اندازه گیری شـده اسـت. همچنین کریجینگ و نقشه های خطای تخمین هر یک خصوصیات مورد مطالعه با اسـتفاده از سیسـتم محاسباتی کریجینگ معمولی بسـته نرم افـزاری (Surfer,۷.۰۲, ۲۰۰۰) تهیه شـد (Golden Software، ۲۰۰۰). در ایـن بررسـی بـرآورد آمـاری بـرای بلوک های دارای ابعاد ۲۰۰×۲۰۰ متر صورت گرفت.

نتایج و بحث

خلاصـه ای از آمـاره های توصیفی متغیرهای مـورد مطالعه در جدول ۲ آمده اسـت. میانگین غلظت هدایت الکتریکی -۱ ۵۶/dS m۵۱ و نسبت جذب سدیم و pH به ترتیب ۵۵/۴۰ و ۷/۵ می باشد. با توجه به میانگین‌های



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه و الگوی نمونه برداری

www.SID.ir
Archive of SID

بدست آمده برای EC و SAR شور و سدیمی بودن برای خاک های منطقه مورد مطالعه بسیار زیاد است. با توجه به درصد رس، سیلت و شن غالب خاک های منطقه از لحاظ نوع بافت در کلاس لومی رسی سیلتی، لومی رسی و رسی قرار گرفتند. با توجه به نتایج جدول ۲ و آزمون کولوموگروف – اسمیرنف داده های مورد مطالعه دارای توزیع نرمال هستند. بنابراین تمامی پردازش های زمین آماری با داده های اصلی صورت گرفت. به منظور پی بردن به چگونگی پراکنش مکانی داده ها، مقادیر هریک از خصوصیات به صورت نقشه های نقطه ای در شکل ۲ نمایش داده شده است. این نقشه ها قادر به ارائه تصویر روشنی از چگونگی پراکنش این خصوصیات در منطقه مورد مطالعه می باشند. بر اساس این شکل مقادیر زیاد شوری و سدیمی بودن خاک در قسمت شرق، غرب، شمال غرب و جنوب غربی منطقه قرار گرفته اند. به منظور بررسی و مطالعه ساختار تغییرات مکانی داده های مورد مطالعه تغییرنماهای تجربی با در نظر گرفتن متوسط فاصله h=۲۰۰ متر، به طور مجزا برای هر یک از خصوصیات ترسیم شدند. در ضمن نتایج تغییرنماهای رویه ای نشان داد که روند ناهمسانگردی در جهت خاصی وجود ندارد. مطالعه تغییرات مکانی برخی از خصوصیات خاک در منطقه نشان داد که این خصوصیات دارای وابستگی مکانی قوی و متوسط هستند جدول ۳ و دامنه این وابستگی برای خصوصیات شوری، نسبت جذب سدیم و pH تقریباً ۴ تا ۴/۵ کیلومتر و برای درصد رس، سیلت و شن ۲/۶ تا ۲/۹ کیلومترمی باشد که این نشان دهنده چگونگی پراکنش جغرافیایی مواد مادری و واحدهای فیزیوگرافی می باشد جدول ۱ تجزیه و تحلیل ساختارهای مکانی خصوصیات مورد مطالعه نشان داد که واریانس مؤلفه ساختاری بر واریانس مؤلفه تصادفی غلبه دارد، این مسئله بیانگر مناسب بودن الگوی نمونه برداری، فواصل کوچکتر نمونه برداری و دقت مناسب تجزیه های آزمایشگاهی می باشد.

کنترل اعتبار تغییرنما

در این تحقیق از روش جک نایف جهت برآورد پارامترهای تغییرنما استفاده شد. ابتدا مدل تغییرنمای مورد مطالعه تخمین زده می شود، آنگاه مدل حاصل جهت تخمین بکار می رود. سپس با آنالیزهای خطای تخمین صحت الگوی برازش شده بررسی می گردد. الگوی برازش یافته نباید موجب خطای نظام دار شود، به عبارت دیگر میانگین خطا (ME) و میانگین مجذور خطا (MSE) باید در حداقل مقدار خود باشند. در این تحقیق با سعی و خطا مناسب ترین الگوی متغیرهای مورد مطالعه تعیین گردید.معیارهای کنترل اعتبار تغییرنماهای مورد مطالعه در جدول ۴خلاصه شده است. مقادیر میانگین خطای تخمین نزدیک به صفر بوده و بیانگر ناریب بودن تخمین ها در روش کریجینگ می باشد، همچنین پایین بودن میانگین مجذور خطا نیز بیانگر دقت قابل قبول تخمین می باشد. لذا می توان اظهار نمود که نتایج کنترل اعتبار تغییرنما بیانگر مناسب بودن پارامترهای مدل های برازش داده شده بر تغییرنماهای تجربی و همچنین دقت بالای مقادیر تخمین مخصوصاً برای هدایت الکتریکی می باشد.

پهنه بندی خصوصیات مورد مطالعه

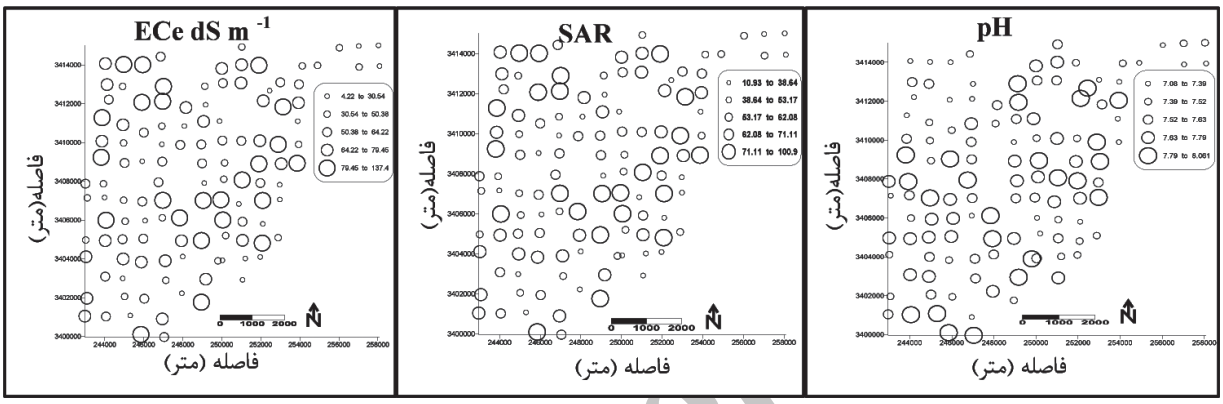
به منظور تهیه نقشه های پراکنش خصوصیات مختلف از روش کریجینگ معمولی جهت تخمین این خصوصیات برای قطعات به ابعاد ۲۰۰×۲۰۰ متر در سطح منطقه مطالعاتی استفاده شد. بدین ترتیب برای تخمین مقدار شوری در قطعه ای که نمونه برداری نشده است از داده های حاصل از حداکثر ۸ مشاهده که در همسایگی قطعه مورد نظر با شعاع ۴/۱ کیلومتر واقع شده اند، استفاده گردید. برای تخمین نسبت جذب سدیم در منطقه از داده های حاصل از حداکثر ۱۰ مشاهده با شعاع ۴/۳ کیلومتر و برای pH از حداکثر ۸ مشاهده با شعاع ۴/۱ کیلومتر استفاده گردید. در مورد رس از داده های ۸ مشاهده با شعاع ۳/۵ کیلومتر، برای سیلت از داده های ۹ مشاهده با شعاع ۳/۵ کیلومتر و در مورد شن از داده های حاصل از ۸ مشاهده با شعاع ۳ کیلومتر برای تخمین استفاده شد (جدول ۴). شکل های (۴، ۵) نقشه های حاصل از کریجینگ برای خصوصیات مورد مطالعه را نشان می دهند. Yang و همکاران (۲۰۰۷) نیز دامنه تقریباً یکسانی برای تخمین هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم و pH خاک بدست آوردند. لازم به ذکر است که از همین خصوصیات تغییرنماها و پارامترهای کنترل اعتبار تغییرنما برای تهیه نقشه های خطا استفاده شد که در شکل های ۴ و ۵ در کنار هر یک نقشه های خصوصیات مورد مطالعه نشان داده شده اند در واقع این نقشه ها نشان دهنده میزان دقت تخمینگر کریجینگ در مناطق نمونه برداری نشده است به طوری هر چقدر پراکنش نمونه ها ناهمگون تر باشد و از مرکز نمونه ها فاصله بگیریم دقت تخمین کاهش می یابد بنابراین روش صحیح نمونه برداری و پراکنش مناسب آنها در منطقه مطالعاتی در دقت تخمینگر کریجینگ و مقادیر برآورد شده مؤثر می باشد. همانطور که نقشه های کریجینگ نشان می دهند، اراضی واقع در غرب، شمال غرب، مرکز و جنوب غرب منطقه دارای شوری بسیار بالایی می باشند. بالا بودن سفره آب زیر زمینی (در اثر سنگینی بافت خاک و نبود زهکش مناسب)، فرآیند صعود مویینگی املاح محلول که با توجه به سنگین بودن بافت منطقه شکل ۵ می تواند از دلایل مهم باشد، ریز بافت بودن نوع مواد مادری و رسوبات موجود در منطقه، می تواند دلیلی بر شور شدن خاک اراضی این منطقه باشد. تغییرات تدریجی و پیوسته شوری خاک در سطح منطقه، به خوبی توسط نقشه های کریجینگ نشان داده شده است.

با توجه به نقشه های بدست آمده می توان گفت که بیشتر مناطق دارای محدودیت شوری غالباً بر روی اراضی پست قرار گرفته اند. همچنین مناطق دارای محدودیت کمتر عمدتاً در مجاورت رودخانه و شمال شرق منطقه مطالعاتی دیده می شوند. با توجه به نقشه های بدست آمده می توان گفت که بیشتر مناطق دارای محدودیت شوری غالباً بر روی اراضی پست قرار گرفته اند. این امر از یک سو به دلیل بافت متوسط خاک در اراضی مجاور رودخانه و از سوی دیگر خود رودخانه به عنوان یک زهکش عمل می کند که باعث تجمع کمتر شوری در این بخش از اراضی شده است. این نقشه ها هماهنگی خوبی را با پراکنش نقطه ای هدایت الکتریکی در اراضی مورد مطالعه دارد (شکل ۲). در مورد نسبت جذب سدیم همانطور که نقشه مربوطه شکل ۴ نشان می دهد اراضی که در غرب، شمال غرب، مرکز و جنوب غرب منطقه واقع شده اند، دارای نسبت جذب سدیم محلول بالایی هستند. با توجه به نقشه شکل ۴ بیشتر مناطق در معرض خطر سدیمی شدن هستند و مناطق دارای محدودیت کمتر از لحاظ سدیمی بودن عمدتاً در مجاورت رودخانه و شمال شرق منطقه مطالعاتی دیده می شوند. نقشه پهنه بندی نسبت جذب سدیم هماهنگی خوبی را با پراکنش نقطه ای این خصوصیت در خاک دارد (شکل ۲). با توجه به نقشه های بدست آمده و کلاس بندی پیوسته هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم محلول

Archive of SID

جدول ۲- خلاصه آماری داده های مربوط به پارامترهای اندازه گیری شده در منطقه مورد مطالعه

متغیر	واحد	حداقل	حداکثر	میانگین	میانه	انحراف استاندارد	ضریب تغییرات(%)
هدایت الکتریکی	$dS\ m^{-1}$	۴/۲۲	۱۳۷/۳۱	۵۶/۵۱	۵۷/۷۹	۲۸/۸	۵۰/۹۶
نسبت جذب سدیم	-	۱۰/۹۳	۱۰۰/۸۲	۵۵/۴۰	۵۸/۰۴	۱۸/۷۹	۳۳/۹۱
pH	-	۷/۸۰	۷/۰۸	۷/۵۰	۷/۵۵	۰/۲۲	۲/۹۳
رس	٪	۱۸	۷۰	۴۶/۵	۴۸	۱۳/۹۹	۳۰/۰۸
سیلت	٪	۱۰	۶۵	۴۱/۱۰	۴۳/۵	۱۵/۷۵	۳۸/۳۲
شن	٪	۱	۲۵	۱۵/۲۸	۱۵/۲۸	۶/۷۴	۴۴/۱۰



شکل ۲- نمایش نقطه ای هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم و پ- هاش در منطقه مورد مطالعه

جدول ۳- پارامترهای تغییر نمای خصوصیات اندازه گیری شده در منطقه مورد مطالعه

متغیر	واحد	مدل	دامنه (متر)	اثر قطعه ای	حد آستانه	درصد وابستگی مکانی*	کلاس وابستگی مکانی
هدایت الکتریکی	$dS\ m^{-1}$	کروی	۴۳۹۳	۹۸/۶۷	۶۳۷	۱۵/۳۷	قوی
نسبت جذب سدیم	-	کروی	۴۶۵۴	۳۹/۶	۲۸۶/۵۳	۱۳/۶۳	قوی
pH	-	کروی	۴۲۵۹	۲۲۵	۳۱۱۱/۴۵	۷/۲۳	قوی
رس	٪	کروی	۲۸۴۸	۶۶	۱۲۴/۵۳	۵۲/۹۹	متوسط
سیلت	٪	کروی	۲۶۳۰	۶۲/۵	۱۰۸/۳۵	۵۷/۶۷	متوسط
شن	٪	نمایی	۲۹۲۸	۱۷/۷۵	۵۲/۵۸	۳۳/۷۵	متوسط

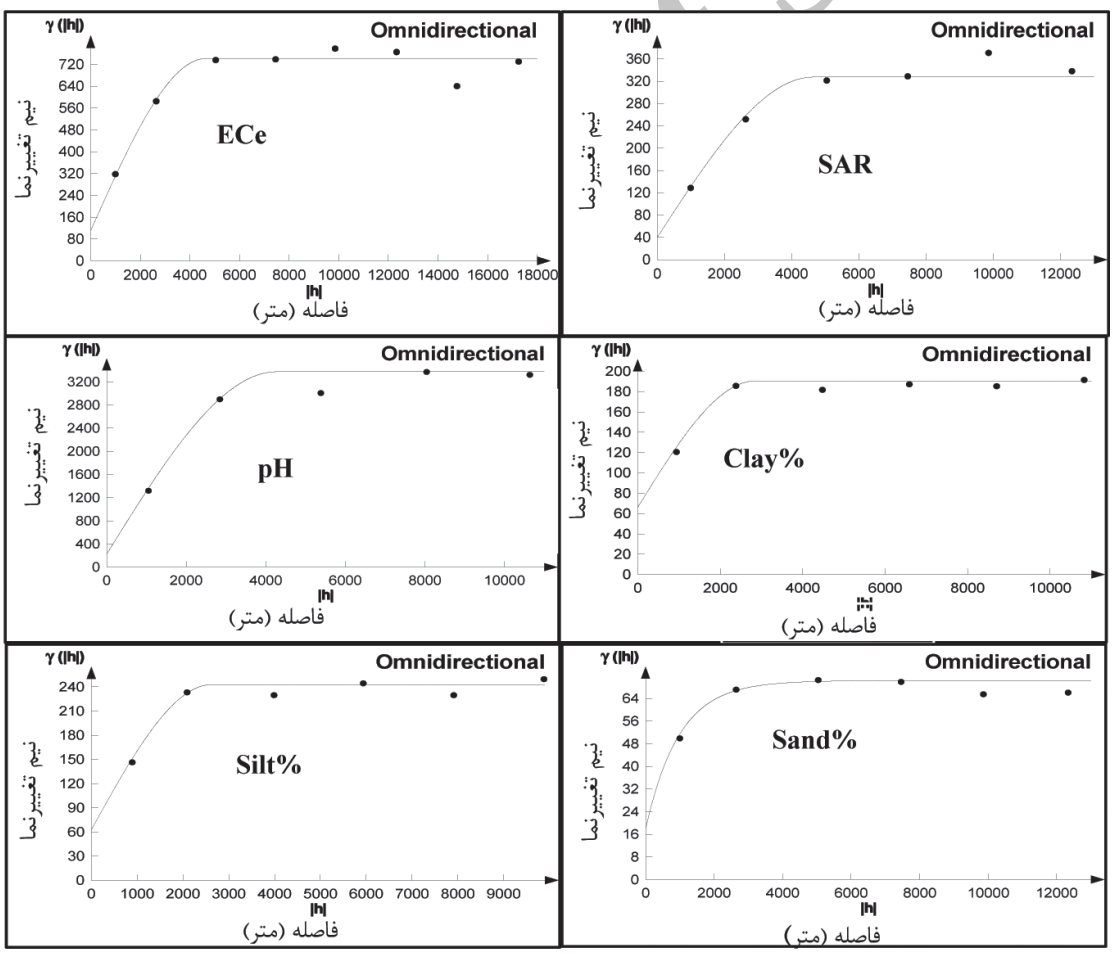
• نسبت واریانس اثر قطعه ای به واریانس حد آستانه (C۰ / Sill)

مـی توان گفت کـه خاک های منطقه مـورد مطالعه خصوصیـات خاک های شـور و سـدیمی را دارنـد. شـکل ۴ روند تغییـرات pH در منطقه را نشـان مـی دهد. اراضی واقع در قسـمت شـمال، مرکز، غرب و جنـوب غرب منطقه دارای بیشـترین مقادیر pH هسـتند و اراضی واقع در شـمال شـرق و شمال غرب منطقه دارای کمترین میزان pH می باشـند. تغییرات پیوسـته pH در سـطح خاک ها، نشـان دهنده ی خصوصیات خاک های شور و سدیمی است (EC >۴ و SAR>۱۳) زیـرا میزان pH این نوع خاک ها اغلب کمتر یا برابر ۸/۴ است. بنابراین مدیریت مربوط به خاک های شور و سدیمی در کل منطقه باید لحاظ شود، زیرا وقتی نمک اضافی در این خاک ها به وسیله آبشویی خارج شـود خواص این خاک ها به خا ک های سـدیمی تبدیل خواهد شـد. با غلبه سـدیم ذرات خاک پخشیده شـده و برای ورود آب و هوا محدودیت ایجاد می گردد، به همین خاطر برای اصلاح این خاک ها قبل از کشت باید از یک طرف نمک اضافی آبشویی گردد و از طرف دیگر میزان سدیم تبادلی کاهش یابد. در شـکل های ۴ و ۵ نقشـه های واریانس تخمین کریجینگ در مورد خصوصیات مورد مطالعه نشـان داده شده است، در حاشـیه منطقه و فواصل بین نمونه ها بیشترین واریانس تخمین وجود دارد که به دلیل کمتر بودن نقاط نمونه برداری و بیشـتر بودن فاصله بین نمونه ها در این محل هاسـت. Chang و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعات خود بر تغییرنمای تجربی هدایت الکتریکی و نسبت جذب سـدیم مدل کروی برازش دادند و نقشه های واریانس تخمین نشان داد که در حاشیه منطقه نمونه برداری بیشترین واریانس تخمین وجود دارد.

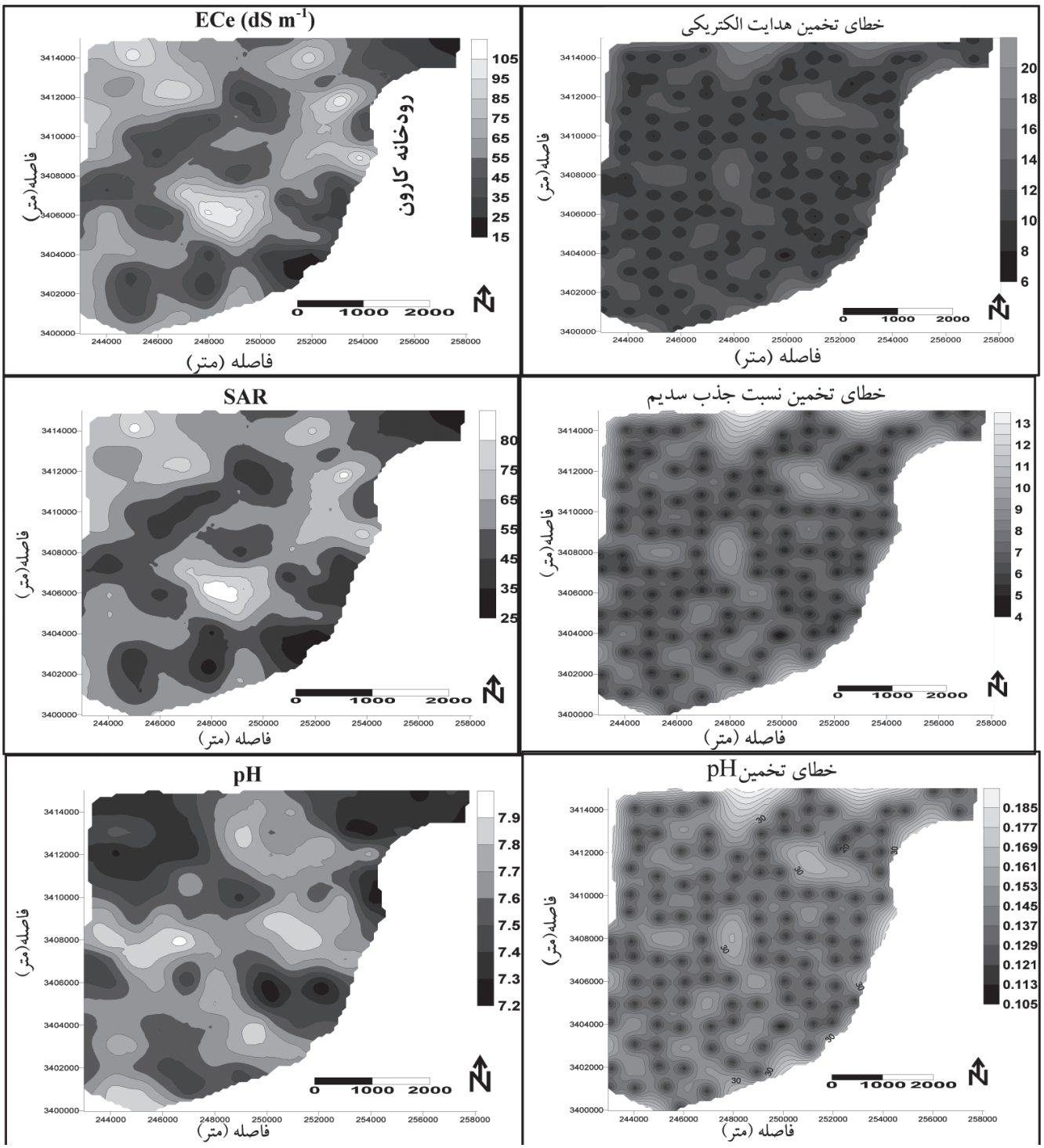
www.SID.ir

جدول ۴- پارامترهای کنترل اعتبار تغییرنماهای خصوصیات اندازه گیری شده در منطقه مورد مطالعه

متغیر	واحد	حداقل نقاط در دامنه جستجو	حداکثر نقاط در دامنه جستجو	شعاع دامنه جستجو	میانگین خطا (ME)	میانگین مجذور خطا (MSE)
هدایت الکتریکی	$dS\ m^{-1}$	کروی	۴۳۹۳	۹۸/۶۷	۶۳۷	۶/۳۹
نسبت جذب سدیم محلول	-	کروی	۴۶۵۴	۳۹/۶	۲۸۶/۵۳	۱۰/۷۸
pH	-	کروی	۴۲۵۹	۲۲۵	۳۱۱۱/۴۵	۷/۵۷
رس	٪	کروی	۲۸۴۸	۶۶	۱۲۴/۵۳	۱۴/۸۹
سیلت	٪	کروی	۲۶۳۰	۶۲/۵	۱۰۸/۳۵	۱۵/۷۰
شن	٪	نمایی	۲۹۲۸	۱۷/۷۵	۵۲/۵۸	۱۴/۷۵

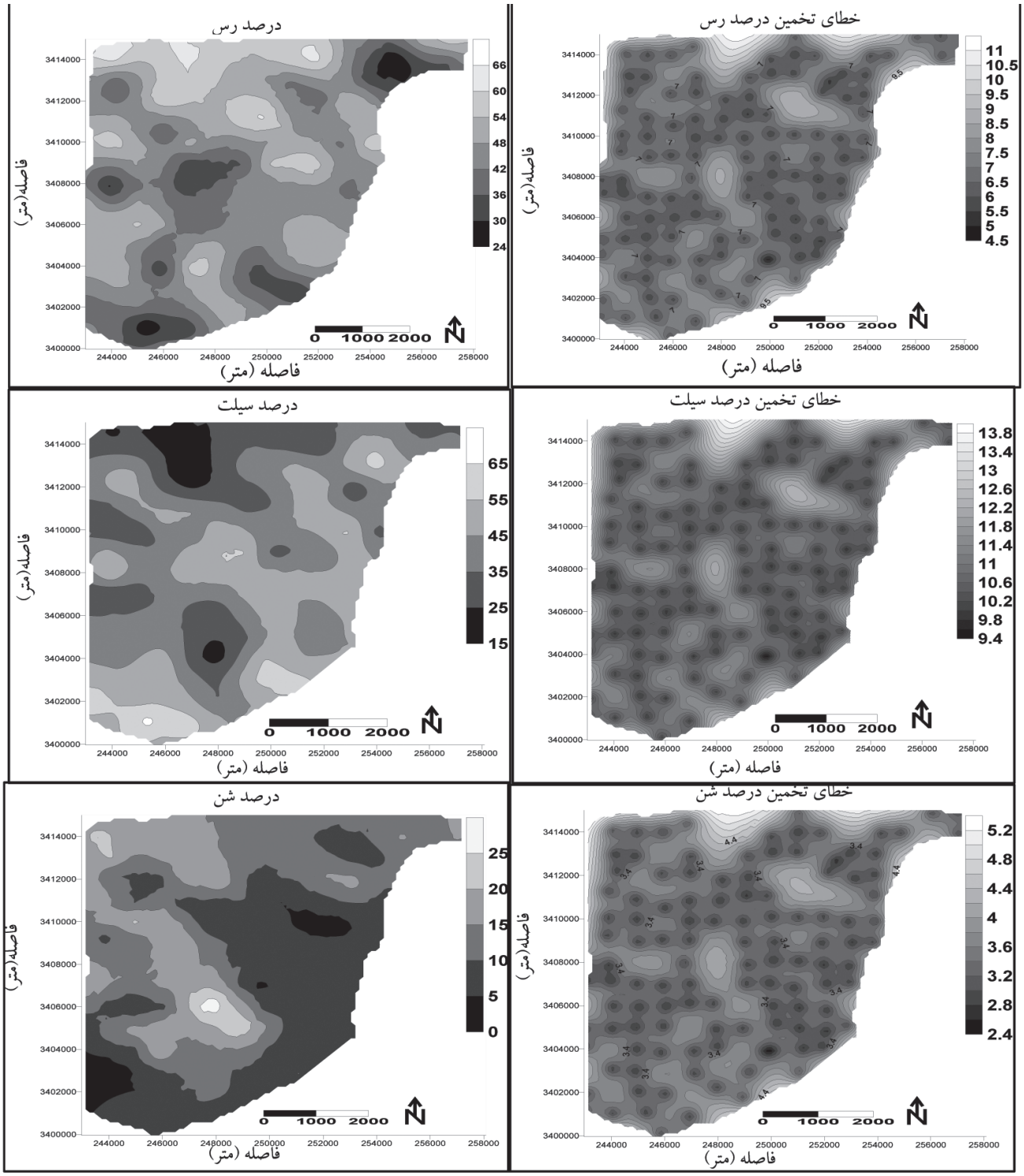


شکل ۳- تغییرنمای همه جهته خصوصیات اندازه گیری شده در منطقه مورد مطالعه



شکل ۴- نقشه های کریجینگ و خطای کریجینگ هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم و pH در منطقه مورد مطالعه

www.SID.ir



شکل ۵- نقشه های کریجینگ و خطای کریجینگ درصد رس، سیلت و شن در منطقه مورد مطالعه

سپاسگزاری

بخشـــی از هزینه این مطالعه از طریق دانشـــگاه کشـــاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان تأمین شده است که بدینوسیله تقدیر و تشکر به عمل می آید.

منابع مورد استفاده

1- Amini, M., Afyuni, M., Khademi, H., Abbaspour, K. C., Schulin, R. (2005) Mapping risk of cadmium and lead contamination to human health in soils of central Iran. *Science of the Total Environment.* Vol, 347. pp: 64-77.

2- Angel, U., Castellanos, A. (2000) Drainge effection spatial variability of soil electrical conductivity in a vertisol. *Agricultural Water Management*. Vol, 38. pp: 213-22.

3- Barzegar, A. (2001) *Soil salinity and sodium: Understanding and productivity.* Chamran University prees.

4- Catrignano, A., Giugliarini, L., Risaliti, R., Martinelli, K. (2005) Study of spatial relationships among some soil physico chemical properties of a field in central Itally using multivariate geostatistics. *Geoderma*. Vol, 97. No, 1. pp: 39 – 60.

5- Cerri, C. E. P., Bernoux, M., Choplut, V., Volkoff, B., Victoria, R. L., Melillo, J. M., Paustian, K. (2004) Assessment of soil property spatial variation in an Amazon pasture: basis for selecting an agronomic experimental area. *Geoderma*. Vol, 123. No, 2. pp: 51 – 68.

6- Chang, W. E., You, B. A., Yun, J. N., Zang, F., Xio, L. U. (2009) Spatial variability of soil chemical properties in the reclaiming marine foreland to Yellow sea of China. *Agricultural Sciences in China*. Vol, 8. No, 9. pp: 1103 – 1111.

7- Englund, E., Geo-Eas, USEPA. (1980) 600/4-88/033.

8- Golden Software Inc. (2000) *Surface Mapping System*, Surfer 7.02, Colorado.

9- Haghnia, G. H., Kochaki, A. (1999) *Sustainable soil management*. University of Mashhad press.

10- Horney, R. D., Taylor, B., Munk, D. S., Roberts, B. A., Lesch, S. M., Richard, E. P. (2005) Development of practical site-specific management methods for reclaiming salt-affected soil. *Computers and Electronics in Agriculture*. Vol, 46. pp: 379-397.

11- Mohammadi, J. (2000) Evaluation and mapping of soil salinity hazard in Ramhormoz area (Khuzestan) using disjunctive kriging. *Jornal of Agricultural Research.* Vol, 25. No, 6. pp: 45-57. 2000.

12- Mohammadi, J. (2006) *Pedometrics*. Tehran: Pelk press.

13- Nelson, R. E. (1982) *Methods of Soil Analysis*: Part I (ed.A.L.Page), pp. 181-197. Agronomy Handbook No 9, American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, WI.

14- Odeh, I. O. A., McBratney, A. B., Chittiebourough, D. J. (1995) Further results on prediction from terrain attributes: heterotopic co-kriging and regression – kriging. *Geoderma*. Vol, 67. pp: 512 – 526. 1995.

15- Pannatier, Y. (1996) *VARIOWIN: Software for spatial data analysis in 2D*. Statistics and computing series, Springer-Verlag, Berlin.

16- Robinson, T. D., Metternicht, G. (2005) Testing the performance of spatial interpolation techniques for mapping soil properties. *Computer and Electronics in Agriculture*. Vol, 50. No, 2. pp: 97 – 108.

17- Soil Survey Staff. (2006) *Keys to Soil Taxonomy*. U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.

18- Sokouti, R., Mahdian, M. H., Mahmoodi, S., Ghahremani, A. (2007) *Comparin the applicability of some geostatistics methods to predict the variability of soil salinity, a case study of Uromieh plain.* No, 74. pp: 90-98.

19- StatSoft, Inc. (2001) STATISTICA, (data analaysis software system), Version 6.0.

20- World soil resources reports. (2006) *World Reference Base for Soil Resources.* Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.

21- Xing, Y. Z., Yue, Y. S., Xu, D. Z., Kai, M., Herbert, S. J. (2007) *Spatial variability of nutrient properties in block soil of northeast China.* Pedospher.Vol, 17. No, 1. pp: 19 – 29.

22- Yang, L. I., Zho, S. H., Fang, W. U., Hong, Y. L. I., Feng, L. I. (2007) Improved prediction of sampling density for soil salinity by different geostatistical methods. *Agricultural Sciences in China.*Vol, 6. No, 7. pp: 632 – 841.

23- Zang, M. W., Bai, Z., Kai, S. S., Dian, W. L. (2010) Spatial variability of soil organic carbon under maize monoculture in the song Nen plain northeast China. *Pedospher*. Vol, 20. No, 1. pp: 80 – 89. 2010.

Archive of SID

www.SID.ir