

## تغییرپذیری مکانی برخی از خصوصیات خاک های کشت و صنعت نیشکر دعبل خزاعی در استان خوزستان

فرزاد مرادی<sup>۱</sup>، محمود دیانی<sup>۲\*</sup>، بیژن خلیل مقدم<sup>۳</sup>، حبیب الله نادیان<sup>۴</sup>

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان: farzadmp2@yahoo.com تلفن: ۰۶۱۲۳۲۲۵۲۸۹
- ۲- \*مکاتبه کننده و مربی گروه خاکشناسی دانشگاه کشاورزی رامین خوزستان: dayan1\_1983@yahoo.com تلفن: ۰۶۱۲۳۲۲۵۲۸۹
- ۳- استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان: moghaddam62@yahoo.ie تلفن: ۰۶۱۲۳۲۲۵۲۸۹
- ۴- دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان: Nadian.habib@yahoo.com تلفن: ۰۶۱۲۳۲۲۵۲۸۹

### چکیده

شناخت و آگاهی از چگونگی تغییرات مکانی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک که خود یکی از اهداف کشاورزی دقیق است از عوامل موثر در مدیریت پایدار اراضی است، بنابراین استفاده پایدار از مزارع نیشکر از این قاعده کلی مستثنی نیست. این تحقیق با هدف بررسی تغییرات مکانی برخی از خصوصیات خاک های کشت و صنعت نیشکر دعبل خزاعی از جمله توزیع اندازه ذرات، وزن مخصوص ظاهری، کربن آلی، درصد کربنات کلسیم، هدایت الکتریکی، pH، نسبت جذب سدیم، رطوبت حد خمیرایی، شاخص پایداری خاکدانه و مقاومت نفوذی، اندازه گیری شد. در طی عملیات میدانی تعداد ۴۰ نمونه از عمق ۰-۴۰ سانتی متر به صورت تصادفی از خاکهای کشت و صنعت نیشکر دعبل خزاعی برداشت شد. تغییرپذیری مکانی این پارامترها با استفاده از تغییرنما و نسبت واریانس اثر قطعه ای به واریانس کل مورد بررسی قرار گرفت. از روش کریجینگ جک نایف برای بهینه کردن مدل های برازش داده شده استفاده شد و برای تهیه نقشه داده های مورد مطالعه 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 و نمایی بهترین مدل برازش داده شده برای این متغیرها میباشد. دامنه وابستگی مکانی برای پارامترهای فیزیکی خاک ۱/۲ تا ۲ کیلومتر و برای پارامترهای شیمیایی خاک ۱/۱ تا ۱/۸ کیلومتر تعیین شد.

**واژه های کلیدی:** خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، زمین آمار، تغییرپذیری مکانی، نیشکر

### مقدمه

مدیریت پایدار مستلزم شناخت و ارزیابی تغییرات مکانی و زمانی در خصوصیات آن به منظور بهره برداری بهینه و پایدار از منابع می باشد. از مهمترین فاکتورهای موثر در مدیریت پایدار مزارع حفظ کیفیت خاک آن می باشد. به این منظور درک چگونگی توزیع مکانی خصوصیات خاک در عرصه مهم است (۳). تغییر در خصوصیات ممکن است منشاء اولیه یا ثانویه داشته باشد. منشاء اولیه تغییرات در خصوصیات خاک تحت تأثیر عوامل خاکزایی است در صورتی که منشاء ثانویه تغییرات می تواند بر اثر کاربری ها و مدیریت های مختلف در مزرعه اتفاق افتد. این تغییرات مکانی در محدوده وسیعی از خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک مشاهده می شود (۱). تغییر پذیری خصوصیات خاک با این فرض که توزیع خصوصیات خاک در عرصه به صورت تصادفی است، اغلب توسط روش های آماری کلاسیک بیان می شود. در این روش ها نتایج بدست آمده از اندازه گیری نمونه ها مستقل از موقعیت فضایی آنها مورد بررسی قرار ی گیرد بنابراین مقدار یک کمیت در یک نمونه هیچگونه اطلاعاتی درباره مقدار همان کمیت در نمونه های دیگر به فواصل مختلف به دست نمی دهد (۲). امروزه محققان از روش های زمین آماری جهت ارزیابی توزیع مکانی خصوصیات خاک استفاده می کنند. در زمین آمار می توان بین مقادیر یک کمیت در جامعه نمونه ها و فاصله و جهت قرار گرفتن نمونه ها نسبت به یکدیگر ارتباط برقرار کرد. بنابراین در این روش ابتدا به بررسی وجود یا عدم وجود ساختار مکانی بین داده ها پرداخته می شود و در صورت وجود ساختار مکانی، داده ها تحلیل می شود. بنابراین تخمین زمین آماری شامل دو مرحله است: مرحله اول

شناخت و مدل سازی ساختار فضایی متغیر است که بوسیله آنالیز واریوگرام قابل بررسی است و مرحله دوم تخمین متغیر مورد نظر بوسیله توابع زمین آماری از جمله کریجینگ ( که مقادیر متغیرها را با استفاده از داده های موجود همان متغیر تخمین می زند ) می باشد ( ۲ ). استفاده از روش های زمین آماری در علوم خاک توسط محققین مختلفی بکار گرفته شده است. مک براتنی و همکاران ( ۲۰۰۳ ) نقشه های جامع خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک را با استفاده از روش های زمین آمار، GIS و سنجش از دور برای مناطق وسیعی از استرالیا تعیین کردند ( ۹ ). نل و همکاران ( ۲۰۰۴ ) خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در روش های مختلف مدیریتی برای منطقه ای در زاگرس را با کاربرد زمین آمار و روش های آماری درون یابی کردند ( ۱۰ ). دوفرا و همکاران ( ۲۰۰۶ ) توزیع مکانی خصوصیات خاک را بوسیله دو مدل ترکیبی واریوگرام و تحلیل مولفه های اصلی بررسی کرده و به این نتیجه رسیدند که می توان خصوصیات فیزیکی خاک را به دو دسته تقسیم کرد. یک دسته که با نقشه واحدهای خاک ارتباط دارند مثل بافت و گروهی که با واحدهای خاک ارتباط ندارند مثل تخلخل ( ۴ ). پانگولوس و همکاران ( ۲۰۰۶ ) خصوصیات فیزیکی خاک یک مزرعه را برای ایجاد نقشه قابلیت تولید کاهو با استفاده از زمین آمار و GIS درون یابی کردند ( ۱۲ ). رابینسون و همکاران ( ۲۰۰۶ ) روش های کریجینگ معمولی، کریجینگ لوگ نرمال و فاصله معکوس وزنی را برای درون یابی خصوصیات از خاک که در میزان محصول تاثیر دارند برای مزرعه وسیعی در استرالیا به کار بردند و نتایج مطلوبی را بدست آوردند ( ۱۴ ). از آنجا که شناخت چگونگی توزیع مکانی خصوصیات خاک در یک مزرعه به خصوص مزارع نیشکر کمک شایانی به مدیریت هر چه بهتر آن می نماید. بنابراین مطالعه حاضر با هدف ارزیابی توانایی روش های زمین آماری در بررسی تغییرات مکانی برخی خصوصیات خاک در مزارع نیشکر کشت و صنعت دعبیل خزاعی واقع در استان خوزستان صورت گرفته است.

## مواد و روش ها

کشت و صنعت دعبیل خزاعی در ۲۵ جاده اهواز - آبادان در جنوب شرقی اهواز واقع شده است که کل سطح قابل کشت نیشکر در حدود ۱۲۰۰۰ هکتار می باشد. سابقه کشت در این واحد عنی تا ۱۲ سال می باشد. روی هم رفته وضعیت توپوگرافی، شیب بسیار کم اراضی، ریزی بافت و ساختمان نامطلوب خاکها در این واحد باعث زهکشی بسیار ضعیف منطقه می باشد. وضعیت ماندابی بودن بخشی از اراضی و بالا بودن سطح ایستابی در بعضی نقاط باعث تشدید مشکلات و معضلات سدعی و شوری بودن خاکها گردیده است. نمونه برداری در یک واحد کاری به مساحت ۱۰۰۰ هکتار از عمق ۴۰ - ۰ سانتی متری خاک صورت گرفت. نمونه ها پس از جمع آوری به آزمایشگاه منتقل و پس از هوا خشک کردن و عبور از الک ۲ میلیمتری آنالیزهای فیزیکی از قبیل توزیع اندازه ذرات ( ۵ )، وزن مخصوص ظاهری رطوبت حد خمیری، درصد رطوبت اشباع، شاخص پایداری خاکدانه ( ۶ )، مقاومت نفودی خاک ( با استفاده از دستگاه پنترولاگر ) اندازه گیری شد. همچنین آنالیزهای شیمیایی از قبیل کربن آلی ( ۱۱ )، هدایت الکتریکی عصاره اشباع با استفاده از دستگاه هدایت سنج ( ۱۵ )، pH خاک با استفاده از دستگاه pH متر ( ۱۳ )، سدیم محلول به روش فلیم فوتومتری ( ۸ )، کلسیم و منیزیم با استفاده از تیتراسیون با ورسین ( ۸ ) و کربنات کلسیم ( ۷ ) صورت گرفت. آمار توصیفی آنالیزهای فیزیکی و شیمیایی نمونه های خاک با استفاده از نرم افزار statistica صورت گرفت. قبل از کاربرد تجزیه و تحلیل های زمین آماری، هر متغیر جهت تحلیل همسانگردی مورد بررسی قرار گرفت. تحلیل همسانگردی با استفاده از تغییرنمای رویه انجام شد. تجزیه و تحلیل ساختار مکانی عنصر مورد نظر با استفاده از تغییرنما صورت گرفت. تغییرنما تغییرات فاصله های یا ساختار تغییر پذیری یک متغیر خاص را نشان داده و از ابزارهای اساسی زمینآمار جهت بررسی تغییرات مکانی خصوصیات خاک میباشد. همچنین طبیعی ترین روش برای مقایسه دو کمیت مثلاً دو مقدار  $Z(x)$  و  $Z(x+h)$  در دو نقطه یکی به مختصات  $x$  و دیگری  $x+h$  که به فاصله  $h$  از هم قرار دارند، آن است که اختلاف آنها را بررسی کنیم. با استفاده از این مقادیر ساختار تغییرنمای مربوطه تهیه گردید. در مرحله بعد اقدام به برازش مدل بر تغییرنمای تجربی کردیم و مشخص شد که مدل کروی و نمایی بهترین الگوی برازش داده شده برای دادهها میباشد. پس از تعیین پارامترهای مدل، عمل کریجینگ به وسیله

وزنهای محاسبه شده برای هر نقطه صورت گرفت. جهت محاسبه و ترسیم تغییرنما از نرم افزار واریووین و نقشه‌های هم مقدار خصوصیات مورد مطالعه بوسیله نرم افزار سورفر رسم گردید.

### نتایج و بحث:

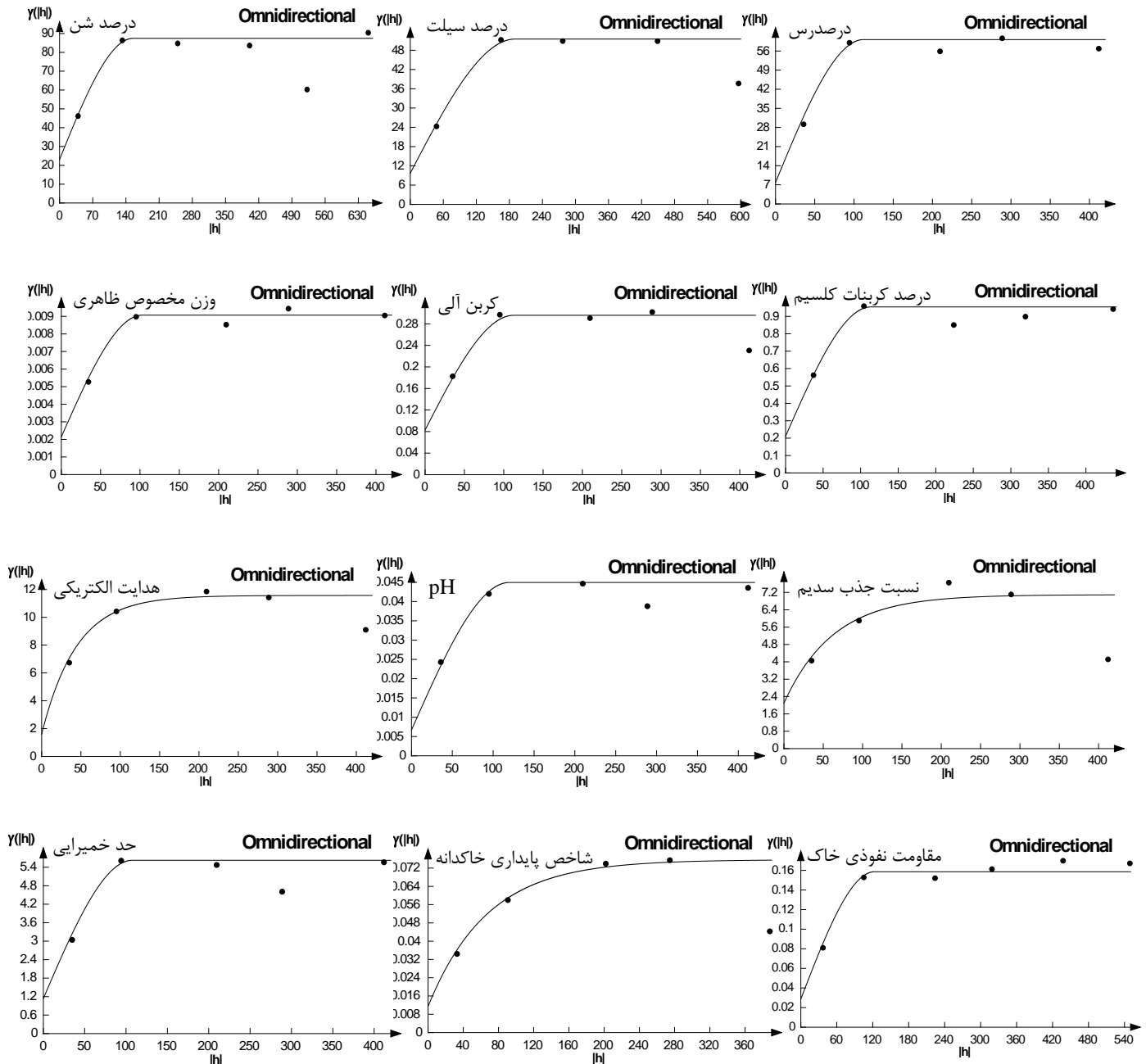
خلاصه‌های از آماره‌های توصیفی متغیرهای مورد مطالعه در جدول (۱) آمده است. میانگین درصدهای شن، سیلت و رس به ترتیب ۲۴/۱۶، ۳۸/۷۹ و ۳۸/۵ می باشد. میانگین وزن مخصوص ظاهری  $1.60 \text{ gr.cm}^{-3}$  می باشد. میانگین درصد کربن آلی و کربنات کلسیم به ترتیب ۱/۰۳ و ۴۰/۷۲ می باشد. میانگین هدایت الکتریکی، pH و نسبت جذب سدیم به ترتیب  $5.40 \text{ dS.m}^{-1}$ ، ۷/۷۶ و ۸/۳۷ می باشد. میانگین شاخص پایداری خاکدانه و مقاومت نفوذی خاک به ترتیب ۰/۸۶ سانتی متر و ۰/۹۸ MPa می باشد.

متغیر	واحد	حداقل	حداکثر	میانگین	میانه	انحراف استاندارد	ضریب تغییرات(%)
Sand	درصد	۴/۵	۶۴	۲۴/۱۶	۲۳	۹/۲۲	۳۸/۱۶
Silt	درصد	۱۸	۶۰	۳۸/۷۹	۳۸/۵۰	۷/۴۱	۱۹/۱۰
Clay	درصد	۱۸	۵۲/۵	۳۷/۰۱	۳۶/۵	۷/۹۴	۲۱/۴۵
Bd	$\text{gr.cm}^{-3}$	۱/۳۷	۱/۸۰	۱/۶۰	۱/۶۱	۰/۱	۶/۲۵
OC	درصد	۰/۱۹	۲/۴۹	۱/۰۳	۰/۸۷	۰/۵۱	۴۹/۵۱
CaCO <sub>3</sub>	درصد	۳۷/۸	۴۲/۲۷	۴۰/۷۲	۴۰/۸۲	۱/۱۰	۲/۷۰
EC	$\text{dS.m}^{-1}$	۲/۲۵	۱۷/۹	۵/۴۰	۳/۹۷	۳/۳۰	۶۱/۱۱
pH	-	۷/۲۷	۸/۱۲	۷/۷۶	۷/۷۷	۰/۲	۲/۵۷
SAR	-	۴/۶۴	۲۰/۴۲	۸/۳۷	۷/۸۰	۲/۶۶	۳۱/۷۸
PL	درصد	۱۶/۴۱	۲۷/۵۵	۲۰/۷۷	۲۰/۷۸	۲/۳۹	۱۱/۵۰
MWD	Cm	۰/۵	۱/۹۱	۰/۸۶	۰/۸۳	۰/۲۵	۲۹/۰۶
PR	MPa	۰/۲۳	۱/۷۵	۰/۹۸	۰/۹۹	۰/۳۹	۳۹/۷۹

جدول (۱) خلاصه آماری داده‌های مربوط به پارامترهای اندازه گیری شده در منطقه مورد مطالعه

### پهنه بندی خصوصیات مورد مطالعه

بدین منظور ابتدا همسانگردی و ناهمسانگردی دادهها مورد بررسی قرار گرفت و چون روند و ناهمسانگردی خاصی در دادهها مشاهده نگردید لذا الگوی همه جانبه جهت مطالعه برای تمامی خصوصیات در نظر گرفته شد. شکل ( ۱ ) و جدول ( ۲ ) تغییرنمای همه جهته و پارامترهای مربوط به خصوصیات مورد مطالعه را نشان می دهد.



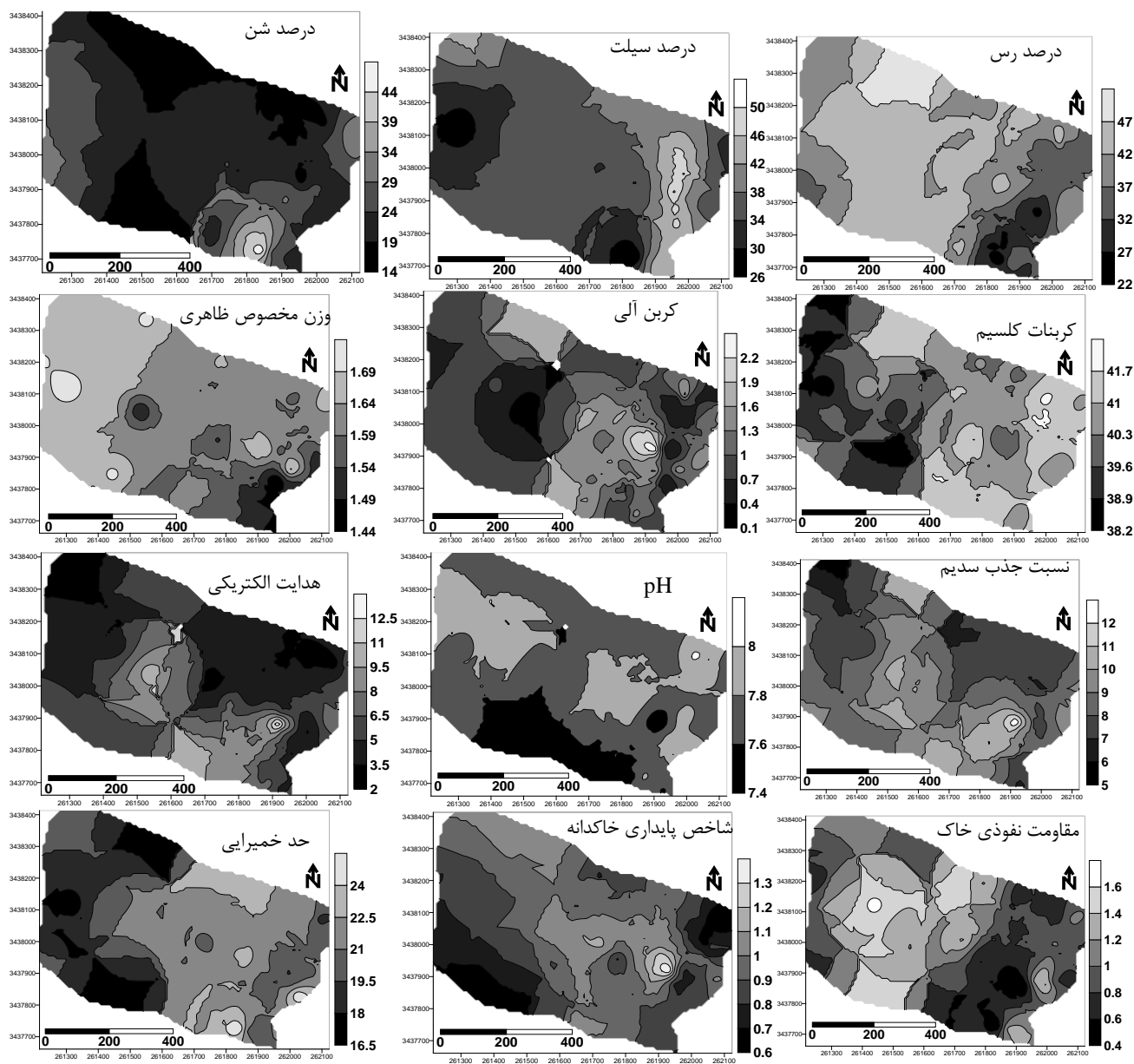
شکل ( ۱ ) تغییرنمای همه جهته خصوصیات اندازه گیری شده در منطقه مورد مطالعه

جدول (۲) پارامترهای تغییرنمای خصوصیات اندازه گیری شده در منطقه مورد مطالعه

متغیر	واحد	مدل	دامنه (متر)	اثر قطعهای	حد آستانه	درصد وابستگی مکانی*	کلاس وابستگی مکانی	میانگین خطا	مجذور میانگین خطا
Sand	درصد	کروی	۱۵۴/۷۷	۲۳/۰۸	۶۴/۳۶	۳۵/۸۶	متوسط	۰/۴۳	۷/۳۹
Silt	درصد	کروی	۱۹۰/۴۰	۹/۷۲	۴۱/۷۸	۲۳/۶۲	قوی	۰/۴۳	۷/۳۹
Clay	درصد	کروی	۱۱۴/۲۸	۷/۸۷	۵۳/۰۴	۱۴/۸۳	قوی	-۰/۶۲	۹/۲۸
Bd	gr.cm <sup>-3</sup>	کروی	۱۰۲/۸۵	۰/۰۰۲	۰/۰۰۶	۳۳/۳۳	متوسط	۰/۰۰۴	۰/۱۰۱
OC	درصد	کروی	۱۱۲/۴۶	۰/۰۸	۰/۲۱	۳۸/۰۹	متوسط	-۰/۰۱۵	۰/۶۲
CaCO <sub>3</sub>	درصد	کروی	۱۱۳/۴۱	۰/۲۱	۰/۷۴	۲۸/۳۷	متوسط	۰/۰۵۲	۱/۲۴
EC	dS.m <sup>-1</sup>	نمایی	۱۳۲/۴۲	۱/۶۰	۹/۹۷	۱۶/۰۴	قوی	-۰/۰۸۲	۴/۳۸
pH	-	کروی	۱۲۰	۰/۰۰۶	۰/۰۳۸	۱۵/۷۸	قوی	۰/۰۰۶	۰/۲۵
SAR	-	نمایی	۱۸۸/۵۶	۲/۰۹	۵	۴۱/۸۰	متوسط	-۰/۱۳۲	۰/۲۵
PL	درصد	کروی	۱۰۷/۵۷	۱/۱۴	۴/۴۸	۲۵/۴۴	متوسط	-۰/۱۷۷	۳/۰۱
MWD	Cm	نمایی	۲۰۲/۲۴	۰/۰۱	۰/۰۶	۱۶/۶۶	قوی	-۰/۰۰۲	۰/۲۹۵
PR	MPa	نمایی	۱۲۲/۷۹	۰/۰۲	۰/۱۲	۸/۳۳	قوی	۰/۰۰۱	۰/۴۷۰

\* نسبت واریانس اثر قطعهای به واریانس حد آستانه (C<sub>0</sub> / Sill)

همانطور که در شکل (۱) نشان داده شده است مدل کروی و نمایی بهترین مدل های برازش داده شده بر این داده ها است. با توجه به جدول (۲) خصوصیات فیزیکی مورد مطالعه در فاصله ۱/۲ تا ۲ کیلومتر دارای ساختار وابسته به مکان هستند و کلاس وابستگی آنها متوسط تا قوی می باشد. خصوصیات شیمیایی مورد مطالعه در فاصله ۱/۱ تا ۱/۸ دارای ساختار وابسته به مکان هستند و کلاس وابستگی آنها متوسط تا قوی می باشد. جهت کنترل اعتبار تغییر نماهای ترسیم شده روش کریجینگ - جک نایف بکار گرفته و سپس با استفاده از آنالیز خطای تخمین، پارامترهای میانگین خطای تخمین و میانگین مجذور خطای کاهش یافته، صحت الگوی برازش داده شده بررسی شد که این مطلب در جدول (۲) نشان داده شده است. میانگین خطای تخمین به صفر نزدیک می باشد و میانگین مجذور خطای کاهش یافته حداقل مقدار خود را دارد که این حاکی از دقت بالای مقادیر تخمینی می باشد. تراکم و مقاومت نفوذی خاک از عوامل موثر بر رشد نیشکر در مزارع می باشد. با تعیین مقاومت نفوذی خاک در مزارع نیشکر می توان مشکل تراکم خاک را مدیریت کرد. از عوامل موثر بر مقاومت نفوذی می توان به چگالی ظاهری، درصد رطوبت خاک، شاخص پایداری خاکدانه و بافت خاک اشاره کرد. نقشه های بدست آمده این امر را کاملاً نشان می دهند. با نگاهی بر نقشه های مقاومت نفوذی خاک، درصد اجزای خاک و وزن مخصوص ظاهری خاک در می یابیم که در جایی که درصد



شکل (۲) نقشه پارامترهای اندازه گیری شده در منطقه مورد مطالعه

رس افزایش یافته مقاومت نفوذی هم افزایش یافته است، در جایی که وزن مخصوص ظاهری زیاد شده مقاومت نفوذی هم زیاد شده است. با توجه به دامنه نسبتاً خوب ماده آلی (جدول ۱) و با در نظر گرفتن نتایج کانتون و همکاران (۲۰۰۹) که بیان کردند دامنه مقدار ماده آلی برای پایداری خاکدانه ها ی نسبتاً خوب ۲-۱٪ می باشد. بنابراین مقاومت نفوذی می تواند تحت تأثیر پایدار بودن خاکدانه ها نیز واقع شده و میانگین بالایی را نشان نمی دهد (جدول ۱). با افزایش شاخص پایداری خاکدانه چون ساختمان سازی افزایش می یابد مقاومت نفوذی کاهش می یابد که در نقشه مربوط به کربن آلی مقاومت نفوذی و شاخص پایداری خاکدانه این امر کاملاً مشهود است (شکل ۲). یعنی تقریباً در جاهایی از منطقه مورد مطالعه که کربن آلی افزایش یافته شاخص پایداری خاکدانه

نیز افزایش و مقاومت نفوذی کاهش یافته است. باتوجه به نتایج جدول ( ۱ ) و نقشه های بدست آمده و با توجه به مقادیر SAR، pH و EC می توان گفت که خاک های منطقه مورد مطالعه دارای شوری متوسطی هستند. نقشه هدایت الکتریکی نشان می دهد که خاک هایی که در مرکز و جنوب منطقه مورد مطالعه واقع شده اند دارای شوری نسبتاً بالایی می باشند.

#### منابع:

- ۱- ایوبی، ش.، جلالیان، ا. ۱۳۸۶. ارزیابی اراضی (کاربری های کشاورزی و منابع طبیعی). مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان، ۳۹۶ ص.
- ۲- حسنی پاک، ع. ا. ۱۳۷۷. زمین آمار (ژئواستاتیسیتیک)، چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران.
- 3- Cheng, X. S., An, J., Chen, B. L. 2006. Spatial relationships among species above-ground biomass, N, P in degraded grassland in ordos Plateau. *Journal of Arid Environment*, 30: 75-88.
- 4- Duffera, M., White, J. G., Weisz, R. 2006. Spatial variability of southwestern U.S. Coastal plain soil physical properties. *Geoderama*, 128: 121-133.
- 5- Gee, G. W., Bauder, J. W. 1986. Particle size analysis. In Klute A. (ed.) *Methods of Soil Analysis. Part 1. 2<sup>nd</sup> edition. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI*, pp, 404-407.
- 6- Kamper, D. W. and Rosenau, R. C. 1986. Aggregate stability and aggregate sizedistribution. In: Klute, A, 2<sup>th</sup> ed., *Method of Soil Analysis, part1, ASA- SSSA, Madison, WI*, pp, 425-442.
- 7- Loeppert, R. H., Suarez, D. L. 1996. Carbonate and gypsum. In Sparks, D.L. (ed.) *Methods of Soil Analysis. Soil Science Society of America Journal, Madison*, pp. 437-474.
- 8- Lu, R. K. 2000. *Analasis Methpods in Soil Agrochemistry. China Agriculture Scientist Press, Beijing*, pp, 24-86.
- 9- Mc Bratney, A. B., Mendonca, M. L., Minasny B. 2003. On digital soil mapping. *Geoderama*. 117: 3-52.
- 10- Neal, M., Khademi, H., Hajabbasi, M. A. 2004. Response of Soil quality indicators and their spatial Variability to land degradation in central Iran. *Applied Soil Ecology*, 27: 221-232.
- 11- Nelson, D. W., Sommers, L. E. 1996. Carbon, organic carbon, and organic matter. In Sparks, D.L. (ed.) *Methods of Soil Analysis. Soil Science Society of America Journal, Madison*, pp. 961-1010.
- 12- Panagopoulos, T., Jesus, J., Antunes, M. D. C., Beltrao, J. 2006. Analysis of spatial interpolation for optimizing management of a salinized field cultivated with lettuce. *European Journal of Agronomy*, 24: 1-10.
- 13- Rhoades, J. D. 1996. Salinity: electrical conductivity and total dissolved solids. In Sparks, D.L. (ed.) *Methods of Soil Analysis. Soil Science Society of America Journal, Madison*, pp. 417-435.
- 14- Robinson, T. P., metternicht, G. 2006. Testing the performance of spatial interpolation techniques for mapping soil properties. *Computer and Electronic in Agriculter*, 50: 97-108.
- 15- Thomas, G. W. 1996. Soil pH and soil acidity. In Sparks, D.L. (ed.) *Methods of Soil Analysis. Soil Science Society of America Journal, Madison*, pp. 475-490.