

## تأثیر همزمان مدیریت آبی و بافت خاک بر الگوی تغییرپذیری شوری خاک باغ‌های پسته رفسنجان

علیرضا اوجی<sup>۱</sup>، اردوان کمالی<sup>۲</sup>

مقاله برگرفته از پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد دانشجویی

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۳/۲۴

تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۹/۱۲

### چکیده

شناخت تغییرات زمانی و مکانی خصوصیات خاک، به ویژه در اراضی کشاورزی، بدون شک راه گشای مدیریت بهینه و برنامه‌ریزی خاص مکانی است. در این پژوهش، تأثیر مدیریت آبی و بافت خاک بر الگوی پراکنش قابلیت هدایت الکتریکی بخشی از باغ‌های پسته‌ی منطقه‌ی هرمزآباد رفسنجان مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور، شبکه‌ای منظم با ابعاد ۵۰۰ در ۵۰۰ متر بر روی محدوده‌ی مطالعاتی اعمال گردید و مختصات جغرافیایی ۷۷ نقطه‌ی مشاهداتی به دست آمد. سپس در هر نقطه، از عمق‌های صفر تا ۴۰، ۴۰ تا ۸۰ و ۸۰ تا ۱۲۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری صورت گرفت. پس از انجام آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی لازم بر روی نمونه‌ها، به منظور ترسیم نقشه‌های کریجینگ معمولی خصوصیات مورد مطالعه، مراحل واریوگرافی و تخمین در نرم‌افزار ایلویس صورت پذیرفت. نتایج نشان دهنده‌ی اثر قابل توجه بافت خاک و مدیریت آبی منطقه در روند افزایش شوری خاک از سمت جنوب به طرف شمال منطقه در هر سه عمق مطالعاتی بود. به عبارت دیگر، ریزترشدن بافت خاک از یک سو و نیز افزایش دور آبیاری (از متوسط ۲۸ به ۵۲ روز) از سوی دیگر، موجبات افزایش شوری خاک‌ها از سمت جنوب به طرف شمال منطقه‌ی مطالعاتی را فراهم نموده است.

واژه‌های کلیدی: بافت خاک، زمین آمار، قابلیت هدایت الکتریکی، مدیریت آبی.

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد رشته‌ی خاکشناسی دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، تلفن تماس ۰۹۱۷۶۱۰۴۰۶۳.  
claymineral\_84@yahoo.com

۲- استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، تلفن تماس ۰۳۹۱-۳۲۰۲۰۱۹. a.kamali@vru.ac.ir

## مقدمه

گام منطقی به منظور مقابله با مشکلات آن‌ها و مدیریت بهینه در راستای برنامه‌ریزی خاص مکانی<sup>۱</sup> به شمار می‌رود (امینی، ۱۳۷۸). برای رسیدن به این مهم، استفاده از روش‌های زمین‌آماره که قادر به پردازش و خلاصه‌سازی الگوهای توزیع مکانی متغیرهای مورد نظر از طریق به‌کارگیری تکنیک‌های میان‌یابی می‌باشند، توسط محققین متعدد توصیه شده است (محمدی، ۱۳۸۵. وبستر و الیور، ۲۰۰۱. سمک و همکاران، ۲۰۰۷. دپاز و همکاران، ۲۰۱۱). زمین‌آماره<sup>۲</sup> یکی از زیرمجموعه‌های مهم آمار مکانی است که قادر به آرایه‌ی مجموعه‌ی وسیعی از تخمین‌گرهای آماری به‌منظور برآورد خصوصیات مورد نظر در مکان‌های نمونه‌برداری نشده با استفاده از اطلاعات حاصل از نقاط نمونه‌برداری شده می‌باشد (گوارتس، ۱۹۹۷). با توجه به اهمیت اقتصادی پسته که از محصولات درآمدزای کشور محسوب می‌شود، نقش و اهمیت پژوهش در ارتباط با تعیین مناطق مناسب‌تر و با پتانسیل بالاتر برای تولید پسته و به تبع آن، افزایش راندمان تولید این محصول، بیش از پیش احساس می‌شود. در این راستا شهرستان رفسنجان با سطح کشتی بالغ بر ۱۱۰ هزار هکتار، عمده‌ترین مرکز تولید این محصول در جهان، ایران و استان کرمان به شمار می‌آید. به‌طوری که سهم این شهرستان از سطح زیرکشت بارور این محصول در جهان، ایران و کرمان، به ترتیب، ۲۴، ۳۴ و ۶۰ درصد می‌باشد (میرزایی و چیدری، ۱۳۸۳).

هدف از این پژوهش تأثیر همزمان مدیریت آبی و بافت خاک بر الگوی تغییرپذیری قابلیت هدایت الکتریکی و ماده‌ی آلی باغ‌های پسته‌ی منطقه‌ی هرمزآباد رفسنجان می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

### معرفی منطقه مطالعاتی

منطقه‌ی مورد مطالعه با مساحتی حدود ۱۵۰۰ هکتار، در بیست کیلومتری حومه‌ی غربی رفسنجان- هرمزآباد- واقع شده است. از لحاظ موقعیت جغرافیایی، این منطقه در حد فاصل طول‌های جغرافیایی "۷/۸۷° ۴۳' ۵۵" تا "۵۸/۲۶° ۴۴' ۵۵" شرقی و عرض‌های جغرافیایی "۲۱/۱۹° ۲۷' ۳۰" تا

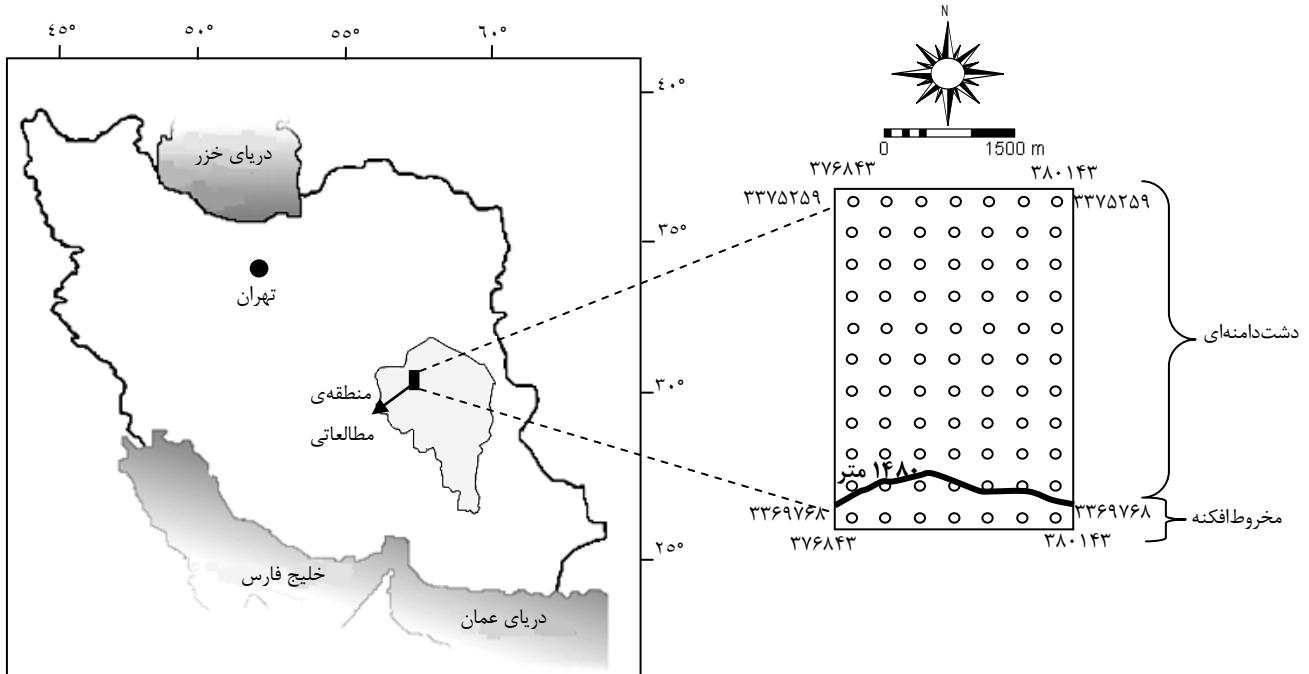
شوری خاک از محدودیت‌های مهم اراضی برای تولید محصولات کشاورزی است (دی و همکاران، ۲۰۱۱). این محدودیت به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک که مقدار تبخیر و تعرق پتانسیل از مقدار بارندگی زیادتر است، بیش از سایر نقاط به چشم می‌خورد (فائو، ۱۹۸۸؛ بردی و ویل، ۲۰۰۷). به‌همین دلیل مساحت زیادی از اراضی در نواحی خشک و نیمه‌خشک بر اثر شوری زیاد فاقد قابلیت کشاورزی هستند (سایز و همکاران، ۱۹۹۱؛ دنت و یانگ، ۱۹۸۱). با وجودی که شرایط آب و هوایی و ژئودولوژیکی (ژئومورفولوژی، سنگ‌شناسی و خاک)، از عوامل اصلی گسترش شوری در این مناطق گزارش شده‌اند (مؤمنی، ۲۰۰۷؛ عباسی، ۲۰۰۹)، شور شدن ثانویه زمین‌های غیرشور نیز به‌علت آبیاری با منابع آب با کیفیت نامناسب هم‌چنان باغ‌ها و مزارع کشاورزی را تهدید می‌نماید. تخریب اراضی ناشی از این نوع شورشدن، به‌خصوص در دهه‌های اخیر که رشد جمعیت و کاهش زمین‌های حاصلخیز جوامع را ناچار به استفاده از منابع خاکی و آبی نامرغوب و به‌کارگیری بیش از حد توان اراضی نموده‌است، به عمده‌ترین معضل زیست محیطی زمین‌های کشاورزی تبدیل شده‌است (فائو، ۱۹۹۴ و ۱۹۸۸). علاوه بر کیفیت آب آبیاری و نحوه مدیریت آن، ویژگی‌های خاک نیز در میزان محدودیت شوری اراضی موثر هستند (دوایک و همکاران، ۲۰۰۶؛ القباری، ۲۰۱۱). از میان این ویژگی‌ها، بافت خاک یکی از مهم‌ترین عوامل موثر بر شورشدن سرزمین است که بر روی خصوصیات چون عمق بحرانی سطح آب زیرزمینی، نفوذپذیری، مقدار و سهولت آب‌شویی املاح و زهکشی موثر است (هیل، ۲۰۰۴؛ مروین و کلیمپوت، ۲۰۰۵) و به عبارتی، تأثیری که مدیریت آبیاری بر اراضی دارد با توجه بافت خاک اراضی می‌تواند متفاوت باشد (اوجی و همکاران، ۱۳۹۰ و اقباری، ۲۰۱۱). از آنجا که خصوصیات مختلف خاک (از جمله بافت و شوری)، دارای تغییرات زمانی و مکانی از مقیاس‌های کوچک تا بزرگ می‌باشند که تحت تأثیر خصوصیات ذاتی (مانند فاکتورهای خاک‌سازی) و غیرذاتی (مانند عملیات مدیریتی خاک، کوددهی و تناوب زراعی) قرار می‌گیرند (کوئین و ژانگ، ۲۰۰۲ و گادوین و میلر، ۲۰۰۳)، شناسایی خاک‌های شور و پهنه‌بندی تغییرات مکانی ویژگی‌های مهمی نظیر بافت و شوری آن‌ها، نخستین

1 - Site-specific management

2- Geostatistics

منطقه، به طور عمده، درخت پسته می‌باشد. رقم غالب پسته در منطقه، اوحدی است و سن درختان، به طور متوسط، سی سال می‌باشد.

"۴/۶۷' ۳۰° شمالی قرار دارد. منطقه‌ی هرمزآباد، در واحد فیزیوگرافی دشت دامنه‌ای واقع شده است و مواد مادری آن، دارای منشأ آبرفتی می‌باشند. پوشش گیاهی



شکل (۱): موقعیت منطقه‌ی مطالعاتی به همراه ۷۷ نقطه‌ی مشاهداتی

### مطالعات زمین آماری

پس از به دست آمدن نتایج آزمایشگاهی با بررسی چگونگی توزیع داده‌ها، خلاصه‌ی آماری آن‌ها با استفاده از نرم‌افزار اسپ‌اس‌اس<sup>۱</sup> استخراج گردید. سپس، به منظور پهنه‌بندی متغیرهای مزبور در هر عمق، مرحله‌ی واریوگرافی و تهیه‌ی نقشه‌های کریجینگ با استفاده از نرم‌افزارهای ژئوئیز<sup>۲</sup>، وریوین<sup>۳</sup> و سورفر<sup>۴</sup> انجام گرفت. در نهایت، نقشه‌های کریجینگ هرکدام از متغیرها تهیه و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. فرمول واریوگرام مورد استفاده به صورت زیر می‌باشد.

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

که در این معادله،  $Z(x_i)$  بیان‌گر مقدار متغیر مورد نظر در موقعیت  $x$ ؛  $Z(x_i+h)$  مقدار متغیر مزبور در موقعیت

### مطالعات ستادی، صحرایی و آزمایشگاهی

از آن جایی که روش نمونه‌برداری شبکه‌ای منظم، معمول‌ترین شیوه در مطالعات زمین‌آماري می‌باشد (محمدی، ۱۳۸۵). شبکه‌ای منظم با ابعاد ۵۰۰ در ۵۰۰ متر بر روی محدوده‌ی مطالعاتی اعمال گردید و بدین ترتیب، مختصات جغرافیایی ۷۷ نقطه‌ی مشاهداتی به دست آمد. نظر به این که تراکم عمده‌ی ریشه‌ی درختان پسته‌ی بالغ در عمق‌های بیش از ۴۰ سانتی‌متری می‌باشد (حسینی‌فرد، ۱۳۸۸. حسینی‌فرد و همکاران، ۲۰۱۰) سه عمق صفر تا ۴۰، ۴۰ تا ۸۰ و ۸۰ تا ۱۲۰ سانتی‌متر تعیین و در هر نقطه و از سه هر عمق نمونه‌برداری صورت گرفت و پس از هواخشک نمودن نمونه‌ها و عبور آن‌ها از الک دو میلی‌متری، قابلیت هدایت الکتریکی عصاره‌ی اشباع خاک با استفاده از دستگاه هدایت‌سنج سنسو دایرکت (رودز، ۱۹۹۶) و بافت خاک با استفاده از روش هیدرومتر (جی و باوذر، ۱۹۹۶)، در هر یک از اعماق مزبور اندازه‌گیری شد.

1 - SPSS  
2 - Geoeas  
3 - Variowin  
4 - Surfer

## نتایج و بحث

قبل از انجام هرگونه تجزیه و تحلیل آماری، سازمان‌دهی داده‌های اولیه و آرایه‌ی یک خلاصه‌ی آماری از توزیع داده‌ها ضروری است. خلاصه‌ی آماری داده‌ها در جدول (۱) نمایش داده شده‌اند. اولین کار برای ورود به یک مطالعه‌ی زمین‌آماری، بررسی تبعیت داده‌ها از توزیع نرمال است. هرچند تبعیت از توزیع نرمال شرط لازم نیست، اما در صورتی که توزیع داده‌ها نرمال باشد، فرایند میان‌یابی از دقت بالاتری برخوردار خواهد بود (ویستر و الیور، ۲۰۰۱). بررسی ضریب چولگی و نیز نتیجه‌ی حاصل از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف<sup>۵</sup> نشان داد که تنها، شوری خاک در عمق اول (صفر تا ۴۰ سانتی‌متری) از توزیع نرمال تبعیت نمی‌کند. بنابراین، ابتدا داده‌های مربوط به قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع این عمق با استفاده از تبدیل لگاریتمی، نرمال شدند و سپس، نقشه‌ی کریجینگ معمولی تمامی اعماق سه‌گانه متغیرهای مورد بررسی ترسیم گردید (شکل ۳).

$x+h$  و  $N(h)$  تعداد جفت نمونه‌های به کار رفته در محاسبه به ازای فاصله‌ی  $h$  است (ویستر و الیور، ۲۰۰۱ و لی و هیپ، ۲۰۰۸). هرچند بررسی نقشه‌های کریجینگ ذرات شن، سیلت و رس که بر مبنای نمایش یک متغیر هدف پایه‌ریزی شده‌اند، تا حدود زیادی واقعیت موجود در منطقه را به عرصه‌ی ظهور می‌گذارد. لیکن استفاده از ساختارهای ترکیبی متغیرها و اعمال برهم‌کنش آن‌ها دید بهتری از روند تغییرپذیری خصوصیات خاک را برای منطقه‌ی مورد مطالعه در اختیار قرار می‌دهد. لازم به توضیح است که القمری و الاشکار (۱۹۶۲) به منظور تعیین کلاس بافت خاک، مثلثی را طراحی نمودند که در آن، برخلاف مثلث بافت خاک آرایه‌شده توسط سازمان کشاورزی ایالات متحده<sup>۱</sup>، تنها از درصد نسبی دو ذره‌ی شن و رس استفاده شده است. بنابراین، به منظور ترسیم نقشه‌ی کریجینگ بافت خاک، ابتدا فرمان نمایی<sup>۲</sup> مبنی بر بازسازی مثلث بافت خاک مزبور در محیط نرم‌افزاری ایلویس<sup>۳</sup> نوشته شد و سپس، نقشه‌های کریجینگ دو ذره‌ی شن و رس با یکدیگر تلفیق شدند. در نهایت، نقشه‌ی کریجینگ بافت خاک‌های منطقه‌ی مطالعاتی ترسیم گردید. به منظور بررسی دقت اندازه‌گیری‌ها و محاسبات کریجینگ از درصد کارایی مدل (EF<sup>۴</sup>) استفاده گردید (گرینوود و همکاران، ۱۹۸۵ و ویسنت-سرانو و همکاران، ۲۰۰۳). فرمول مربوط به این شاخص به صورت رابطه زیر است:

$$EF = \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (x' - x)^2}{\sum_{i=1}^n (\bar{X} + x)^2} \right) \cdot 100 \quad (2)$$

که در این رابطه،  $\bar{X}$  میانگین مقادیر مشاهدات،  $x'$  مقادیر تخمینی،  $x$  مقادیر مشاهده شده و  $n$  تعداد مشاهدات می‌باشند.

1- United States Department of Agriculture; USDA

2- Script

3- ILWIS

4- Model Efficiency

5 - Kolmogrov-Smirnov test

جدول (۱): خلاصه‌ی آماری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مطالعه شده در هرمزآباد

متغیر	عمق (سانتی‌متر)	میانگین	میانه	واریانس	حدافل	حداکثر	چولگی	P-value <sup>۱</sup>
رس (%)	۰-۴۰	۵/۹۰	۵/۵۴	۹/۷۵	۱/۵۰	۱۶/۵۰	-۰/۸۳	-۰/۳۱
	۴۰-۸۰	۵/۹۰	۵/۴۵	۸/۰۶	۰/۵۰	۱۲/۵۰	-۰/۳۷	-۰/۴۰
	۸۰-۱۲۰	۶/۳۷	۵/۰۰	۱۷/۰۴	۱/۰۰	۱۹/۵۰	-۰/۷۶	-۰/۰۵
سیلت (%)	۰-۴۰	۷۰/۴۶	۷/۲	۲۳۳/۷۱	۳۲/۵۰	۹۸/۰۰	-۰/۳۹	-۰/۹۲
	۴۰-۸۰	۶۶/۴۸	۷/۰۸	۳۳۱/۲۲	۳۳/۰۰	۹۶/۰۰	-۰/۳۲	-۰/۱۳
	۸۰-۱۲۰	۶۷/۴۷	۷/۵۰	۴۴۰/۷۴	۲۹/۵۰	۹۸/۰۰	-۰/۳۴	-۰/۰۵
شن (%)	۰-۴۰	۲۳/۶۵	۲/۲۹	۱۶۵/۷۱	۲/۰۰	۶۲/۰۰	-۰/۵۷	-۰/۸۱
	۴۰-۸۰	۲۷/۶۲	۲/۵۳	۲۵۵/۶۹	۲/۰۰	۵۹/۵۰	-۰/۳۶	-۰/۲۱
	۸۰-۱۲۰	۲۶/۱۶	۲/۱۳	۳۰۱/۴۲	۱/۰۰	۵۷/۰۰	-۰/۳۱	-۰/۰۶
قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع (dS/m)	۰-۴۰	۳/۵۷	۲/۶۶	۷/۲۶	۰/۳۷	۱۳/۱۴	۱/۳۴	-۰/۰۲*
	۴۰-۸۰	۴/۶۵	۳/۴۱	۱۰/۴۵	۰/۳۶	۱۳/۳۳	-۰/۵۷	-۰/۰۵
	۸۰-۱۲۰	۵/۲۳	۴/۸۳	۱۲/۴۵	۰/۳۱	۱۲/۳۳	-۰/۲۸	-۰/۲۸

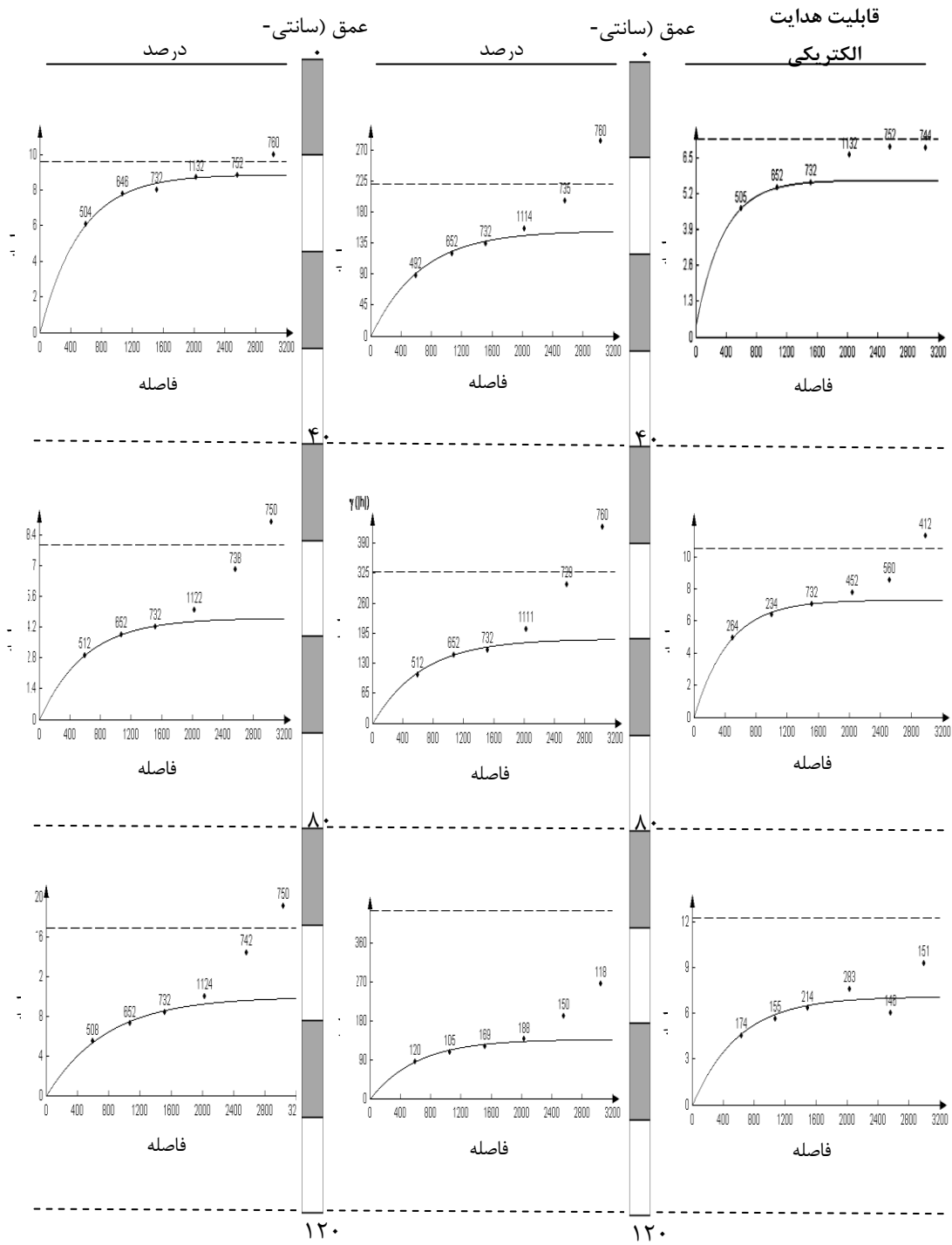
<sup>۱</sup>: اعداد مربوطه، بیان‌گر نتیجه‌ی حاصل از آزمون نرمالیت‌هی کولموگروف - اسمیرنوف می‌باشند که علامت \*، نشان‌دهنده‌ی معنی‌دار بودن آن‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد است.

نگاهی کلی به اغلب واریوگرام‌ها نشان می‌دهد که منطقه‌ی مورد مطالعه در فواصل بیش‌تر از ۲۱۰۰ متری، دارای نوعی روند بلند دامنه یا به‌عبارتی وجود تغییرات بلند دامنه در مقادیر میانگین برای موقعیت‌های مختلف است (وبستر و الیور، ۲۰۰۱) (شکل ۲).

بررسی واریوگرام رویه‌ای<sup>۱</sup> متغیرهای مورد بررسی در منطقه‌ی مطالعاتی نشان داد که تغییرپذیری آن‌ها در منطقه، مستقل از جهت جغرافیایی خاص می‌باشند (داده‌ها ارایه نشده‌اند). بنابراین، از واریوگرام همه جهت<sup>۲</sup> برای بررسی ساختار تغییرات مکانی متغیرهای مزبور استفاده گردید (شکل ۲).

1- Variogram surface

2- Omni-directional variogram



شکل (۲): واریوگرام‌های مربوط به قابلیت هدایت الکتریکی عصاره‌ی اشباع خاک، درصد شن و درصد رس خاک در عمق‌های مختلف (۰ تا ۴۰، ۴۰ تا ۸۰ و ۸۰ تا ۱۲۰ سانتی‌متری)

و ژانگ-مینگ و همکاران (۲۰۱۰) نیز کلاس همبستگی مکانی قوی را برای خصوصیت‌های فیزیکی و شیمیایی مختلف خاک گزارش نموده‌اند. در هر حال، قوی بودن ساختار مکانی خصوصیت‌های مورد مطالعه بدان معنا است که استفاده از روش‌های زمین آماری به خوبی می‌تواند در تجزیه و تحلیل الگوی تغییرپذیری متغیرهای مورد مطالعه مفید واقع شود. گرینوود و همکاران (۱۹۸۵) و ویسنت-سرانو (۲۰۰۳) بیان نمودند که هرچه درصد کارایی مدل به عدد ۱۰۰ نزدیک‌تر باشد؛ تخمین‌های کریجینگ از صحت بالاتری برخوردار خواهند بود و چنانچه درصد کارایی مدل به عدد صفر نزدیک‌تر باشد، بر قابلیت اعتماد بالاتر میانگین مقادیر واقعی نسبت به مقادیر تخمینی و نیز محدودیت‌های عمده‌ی مدل دلالت دارد. با توجه به نزدیک بودن مقدار EF تمامی خصوصیت‌های فیزیکی و شیمیایی مورد مطالعه به عدد ۱۰۰ (جدول ۲)، می‌توان استنباط نمود که استفاده از مقادیر تخمینی متغیرها، بهتر از کاربرد میانگین عام مشاهدات در نقاط نمونه‌برداری نشده است (لی و هیپ، ۲۰۰۸). به‌دیگر سخن، نتایج پژوهش حاضر بیانگر آن است که کریجینگ معمولی به عنوان تخمینگری مناسب در پهنه‌بندی خصوصیات مورد بررسی در منطقه‌ی مطالعاتی عمل نموده است.

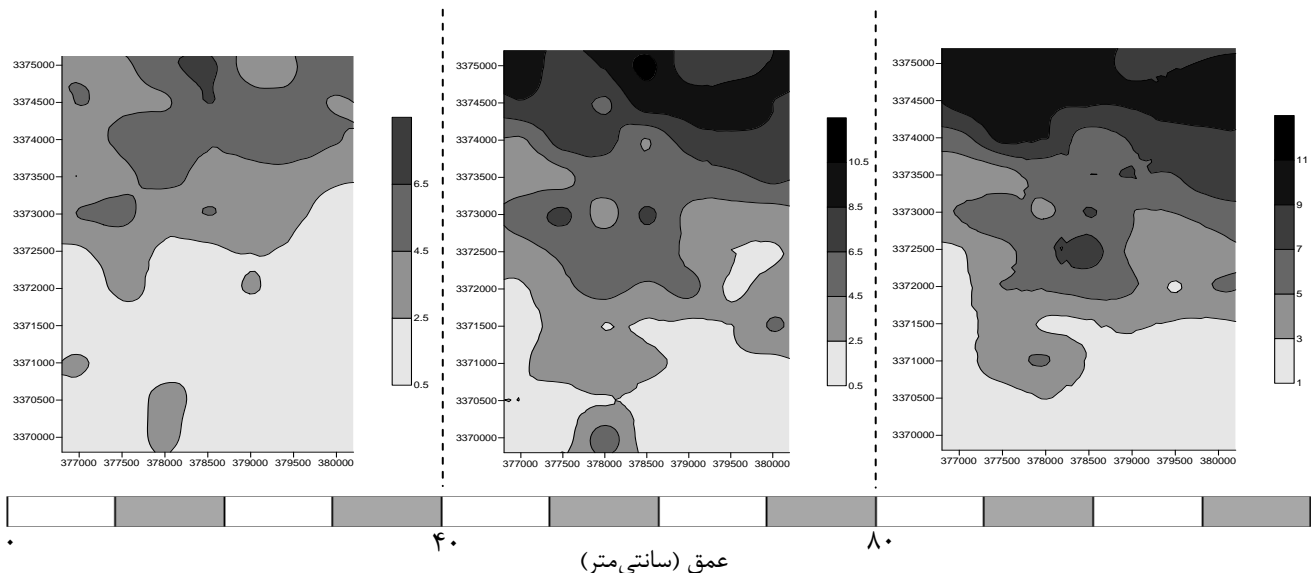
جدول (۲)، نشان دهنده‌ی پارامترهای واریوگرام مربوطه و معیارهای کنترل اعتبار تخمینگر کریجینگ برای متغیرهای مورد مطالعه در منطقه‌ی مطالعاتی می‌باشد. براساس اطلاعات این جدول، مشخص می‌گردد که مدل نمایی<sup>۱</sup>، تنها مدل برازش یافته بر تمامی متغیرهای مطالعاتی است. مقدار عددی واریوگرام در گام صفر (یا نزدیک به صفر) را اثر قطعه‌ای می‌نامند که منعکس کننده‌ی واریانس خطاهای نمونه‌گیری و واریانس مکانی در فواصل کوتاه‌تر از حد فاصله‌ی نمونه‌برداری است (لی و هیپ، ۲۰۰۸) که در مورد تمامی متغیرها به جز عمق اول قابلیت هدایت الکتریکی (۰/۴۳) صفر به دست آمد. حد آستانه، بیانگر مقدار عددی واریوگرام (در واریوگرام‌های دارای حد آستانه) در شرایطی است که تابع مورد نظر به مقدار نسبتاً ثابتی می‌رسد و فاقد هرگونه تغییرات معنی‌دار می‌باشد که بیشترین آن در مورد ذرات شن (۱۵۹/۳۵) و کمترین آن مربوط به قابلیت هدایت الکتریکی (۶/۶) می‌باشد. شعاع تأثیر یا دامنه، تعیین کننده‌ی حد همبستگی مکانی هر یک از متغیرهای مورد مطالعه می‌باشد (ویستر و الیور، ۲۰۰۱) که بیشترین آن در بین متغیرهای بررسی‌شده مربوط است به عمق سوم ذرات رس (۲۲۹۶ متر) و کمترین آن مربوط است به عمق اول قابلیت هدایت الکتریکی (۱۰۸۴ متر). ایساکس و سربوآستاوا (۱۹۸۹) نسبت اثر قطعه‌ای به حد آستانه را "اثر قطعه‌ای نسبی"<sup>۲</sup> نامیدند که با توجه به آن می‌توان قدرت ساختار مکانی هر متغیر را به دست آورد. پژوهشگران مختلفی نظیر کمبردلا و همکاران (۱۹۹۴)، کراوچنکو (۲۰۰۳)، هوانگ و همکاران (۲۰۰۶)، رزی و همکاران (۲۰۰۹) و ونگ و همکاران (۲۰۰۹)، اثر قطعه‌ای نسبی کوچکتر از ۲۵ درصد، ۲۵ تا ۷۵ درصد و بیش از ۷۵ درصد را به ترتیب دلیلی بر قوی، متوسط و ضعیف بودن همبستگی مکانی یک متغیر بیان نموده‌اند. از آنجا که اثر قطعه‌ای نسبی به دست آمده در مورد اکثر خصوصیت‌های مورد مطالعه صفر می‌باشد و در مورد بقیه نیز کمتر از ۲۵ درصد است. بنابراین، تمامی این خصوصیت‌ها دارای همبستگی مکانی قوی در منطقه می‌باشند (جدول ۲). لوپزگرانادوس و همکاران (۲۰۰۲)، ویرجیلیو و همکاران (۲۰۰۷)، یثربی و همکاران (۲۰۰۸)،

1- Exponential

2- Relative nugget effect

جدول (۲): مدل‌های واریوگرامی، ویژگی‌های میان‌یابی و آماره‌های اعتبارسنجی خصوصیت‌های مورد مطالعه

متغیر	عمق (سانتی‌متر)	مدل	دامنه (متر)	اثر قطعه‌ای	حد آستانه	اثر قطعه‌ای نسبی (درصد)	کلاس هم‌بستگی مکانی	درصد کارایی مدل (EF)
رس (%)	۰-۴۰	نمایی	۱۵۵۴	۰	۸/۹۲	۰	قوی	۹۴/۴۹
	۴۰-۸۰	نمایی	۱۷۷۰	۰	۴/۶۵	۰	قوی	۹۷/۹۷
	۸۰-۱۲۰	نمایی	۲۲۹۶	۰	۱۰/۰۱	۰	قوی	۹۷/۲۶
سیلت (%)	۰-۴۰	نمایی	۱۹۲۵	۰	۱۱۸/۵۸	۰	قوی	۹۴/۷۲
	۴۰-۸۰	نمایی	۱۷۷۳	۰	۱۴۷/۱۴	۰	قوی	۹۷/۳۵
	۸۰-۱۲۰	نمایی	۱۶۱۵	۰	۹۵/۸۱	۰	قوی	۹۷/۲۴
شن (%)	۰-۴۰	نمایی	۱۹۵۲	۰	۱۵۴/۵۲	۰	قوی	۹۹/۲۱
	۴۰-۸۰	نمایی	۱۹۲۹	۰	۱۸۴/۶۰	۰	قوی	۹۹/۴۴
	۸۰-۱۲۰	نمایی	۱۸۳۲	۰	۱۳۸/۹۱	۰	قوی	۹۹/۴۱
قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع (dS/m)	۰-۴۰	نمایی	۱۰۸۴	۰/۴۳	۵/۲۹	۸/۱۹	قوی	۸۹/۲۰
	۴۰-۸۰	نمایی	۱۳۱۹	۰	۷/۳۶	۰	قوی	۹۲/۶۶
	۸۰-۱۲۰	نمایی	۱۷۷۳	۰	۷/۱۵	۰	قوی	۹۵/۰۳



شکل (۳): نقشه‌های کریجینگ مربوط به قابلیت هدایت الکتریکی در عمق‌های مختلف (۰ تا ۴۰، ۴۰ تا ۸۰ و ۸۰ تا ۱۲۰ سانتی‌متری)

دور آبیاری در کاهش یا افزایش شوری (از طریق فرایند آب‌شویی)، این عامل، دلیل احتمالی افزایش میزان شوری از قسمت جنوبی یا اراضی بالادست دشت مطالعاتی (با متوسط دور آبیاری ۲۸ روز) به طرف نواحی شمالی یا اراضی پایین‌دست دشت مزبور (با متوسط دور آبیاری ۵۲ روز) شناخته شد. البته ریزتر شدن بافت خاک (شکل ۴) در راستای جنوبی-شمالی منطقه‌ی مورد مطالعه از طریق کاهش نفوذپذیری آب در خاک و در نتیجه کاهش در میزان آب‌شویی نیز می‌تواند در روند افزایشی مذکور مؤثر باشد. از

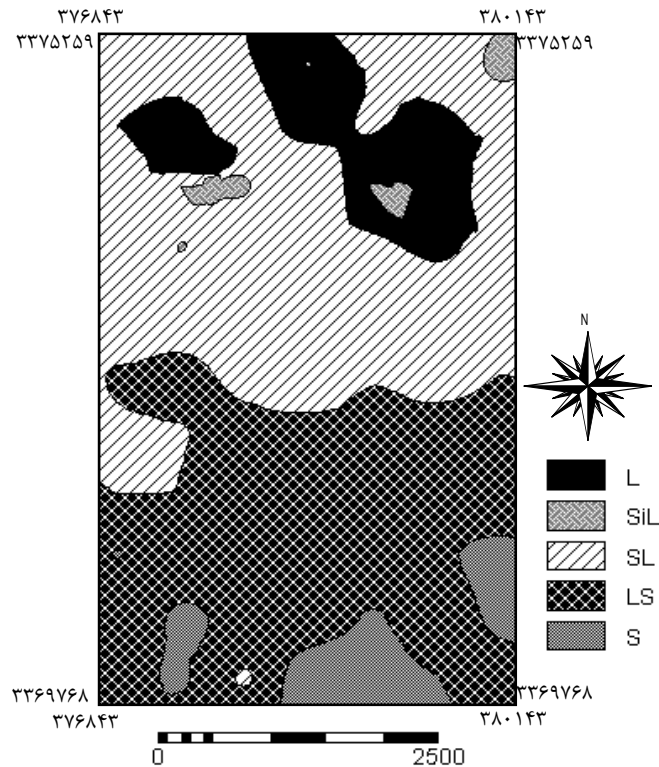
نتایج به دست آمده از نقشه‌های کریجینگ شوری (شکل ۳)، بیانگر این واقعیت است که مقادیر قابلیت هدایت الکتریکی عصاره‌ی اشباع خاک، در ارتباط مستقیم با خصوصیات سیمای اراضی<sup>۱</sup> منطقه‌ی مطالعاتی است. به عبارت دیگر، با نزدیک‌تر شدن به مرکز دشت هرمزآباد، میزان شوری خاک در هر سه عمق، روند افزایشی را نشان دادند که این نتایج، با مطالعات آتست و بوراتو (۲۰۰۱) و هنری و همکاران (۲۰۰۵) مشابهت داشت. با توجه به نقش

1 - Landscape



مدیریت باغ‌ها و از جمله‌ی آن مدیریت آبی می‌تواند از جمله عوامل ایجادکننده‌ی روند بلند دامنه دانست. این روند را در نقشه‌های کریجینگ تهیه‌شده نیز به‌خوبی نمایان است؛ که البته وضوح تفکیکی ارایه شده توسط نقشه‌های کریجینگ برای لایه‌های دوم و سوم به دلیل بهم‌خوردگی کمتر آن‌ها بیش‌تر است. نظر به این که تراکم عمده‌ی ریشه‌ی درختان پسته‌ی بالغ در عمق‌های بیش از ۴۰ سانتی‌متری می‌باشد (حسینی‌فرد، ۱۳۸۸. حسینی‌فرد و همکاران، ۲۰۱۰) و با توجه به حد آستانه‌ی شوری پسته که در منابع مختلف، ۸ دسی‌زیمنس بر متر گزارش شده است (ساندن و همکاران، ۲۰۰۵). این احتمال وجود دارد که افزایش شوری اعماق مزبور، از جمله‌ی مهم‌ترین عوامل کاهش عملکرد مشاهده شده برای باغات پسته‌ی منطقه‌ی مطالعاتی در سالیان اخیر باشد (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۸۹). در نتیجه، اصلاح روش‌های مدیریت آب و توجه به تغییرپذیری مکانی خصوصیات خاک، موضوعی ضروری در افزایش عملکرد باغ‌داران منطقه خواهد بود. محدود بودن مقدار آب در مناطق پسته‌کاری کشور به ویژه در استان کرمان، لزوم استفاده بهینه از منابع آبی موجود را قوت بخشیده و استفاده از سیستم‌های مدرن آبیاری را امری اجتناب‌ناپذیر نموده است. به‌عنوان نمونه، تحقیقات انجام‌شده در روش‌های آبیاری قطره‌ای و زیرسطحی نشان از آن دارد که عموماً این سیستم‌ها باعث کاهش مصرف آب به میزان ۲۵ تا ۵۰ درصد برای گیاهان ردیفی و حتی صرفه‌جویی بیشتر برای باغ‌های مرکبات می‌شود (داویس، ۱۹۶۷).

آن‌جایی که شوری آب تمامی چاه‌های منطقه براساس طبقه‌بندی فائو (۱۹۹۴)، دارای محدودیت شدید می‌باشند (حسینی‌موحد، ۱۳۸۹). کیفیت آب نمی‌تواند عاملی اثرگذار بر روند تغییرات شوری در منطقه محسوب شود. شکل (۳)، نمودار تغییرات سطح اراضی شور در سه عمق نمونه‌برداری‌شده را نشان می‌دهد. به‌طوری که ملاحظه می‌گردد، با افزایش عمق، درصد مساحت اشغال شده توسط شوری‌های بالا ( $\geq 8 \text{ dS/m}$ ) و پایین ( $< 8 \text{ dS/m}$ )، به ترتیب، افزایش و کاهش یافته است. روند مزبور می‌تواند تأثیر آبیاری در آب‌شویی املاح از سطح و تجمع آن‌ها در اعماق پایین‌تر را گوشزد کند، گرچه از اثر بافت خاک بر تجمع املاح نباید غافل شد. به‌طور کلی، نتایج به دست آمده از نقشه‌ی کریجینگ بافت خاک (شکل ۴) بیانگر این واقعیت بود که این ویژگی، در ارتباط مستقیم با خصوصیات سیمای اراضی منطقه‌ی مطالعاتی است؛ به گونه‌ای که با نزدیک‌تر شدن به مرکز دشت (شمال منطقه)، روند سنگین‌تر شدن بافت خاک قابل مشاهده است. طبیعی است که اگر بافت خاک تغییر کند، پیامد آن پارامترهای دیگر هم نظیر شوری تغییر می‌کند. هرچند پنج کلاس بافتی در منطقه موجود است اما به‌طور کلی دو پهنه‌ی شمالی که عمدتاً کلاس بافت شن لومی و پهنه‌ی جنوبی که عمده‌ی آن را کلاس بافت لوم شنی تشکیل می‌دهد (شکل ۴). نگاهی به مرز دو پهنه نشان می‌دهد که این مرز از حدود ۲۱۰۰ متری به طرف شمال منطقه واقع شده است. شاید این قضیه را به توان توجیهی بر روند بلند دامنه‌ی موجود در واریوگرام‌ها از ۲۱۰۰ متری به بعد دانست. هم‌چنین تفاوت در نحوه‌ی



شکل (۴): نقشه‌ی کریجینگ معمولی بافت خاک، پس از اعمال ضرایب وزنی و تلفیق اطلاعات مربوط به اجزای مکانیکی خاک در سه عمق مورد مطالعه

### نتیجه‌گیری

۱- نقشه‌های کریجینگ، بیانگر این واقعیت بود که مقادیر قابلیت هدایت الکتریکی عصاره‌ی اشباع خاک، در ارتباط مستقیم با خصوصیات سیمای اراضی منطقه‌ی مطالعاتی است. به عبارت دیگر، با نزدیک‌تر شدن به مرکز دشت هرمزآباد، میزان شوری خاک در هر سه عمق، روند افزایشی را نشان داد. ریزتر شدن بافت خاک‌های مطالعاتی از سمت جنوب به شمال منطقه می‌تواند توجیهی بر این قضیه باشد.

۲- علاوه بر ریزتر شدن بافت خاک، افزایش دور آبیاری نیز از دلایل احتمالی افزایش شوری به طرف شمال منطقه می‌تواند باشد.

### منابع

۱. امینی، م. ۱۳۷۸. بررسی زمین آماری شوری و قلیابیت خاک در برخی از خاک‌های منطقه‌ی رودشت. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
۲. اوجی، ع. ا. کمالی، ع. اسفندیارپور و س.ج. حسینی‌فرد. ۱۳۹۰. بررسی تغییرات مکانی شوری در اعماق مختلف خاک باغ‌های پسته‌ی منطقه‌ی هرمزآباد رفسنجان. دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران. دانشگاه تبریز. ۱۲ تا ۱۴ شهریور ماه.

۳- از حدود ۲۱۰۰ متری به طرف شمال منطقه نوعی روند بلند دامنه مشاهده می‌شود. تفاوت در بافت خاک هم‌چنین تفاوت در نحوه‌ی مدیریت باغ‌ها و از جمله‌ی آن مدیریت آبی می‌تواند از جمله عوامل ایجادکننده‌ی این روند باشد.

۴- با توجه به شاخص‌های خطای به‌کار برده‌شده، کریجینگ معمولی به عنوان تخمین‌گری مناسب در پهنه‌بندی خصوصیات مورد بررسی در منطقه‌ی مطالعاتی عمل نموده است.

۳. حسینی موحد، س. ۱۳۸۹. نقش کمبودهای زیست اقلیمی در ارزیابی کمی تناسب اراضی برای پسته با استفاده از مدل میکروولیز در منطقه‌ی کوثرریز رفسنجان. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان.
۴. حسینی فرد، س.ج. ۱۳۸۸. تغییر و تحولات کانی‌شناسی و شیمیایی برخی کانی‌های پتاسیم‌دار در محیط ریشه‌ی پسته و گندم. پایان‌نامه‌ی دکترای خاک‌شناسی، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
۵. حق نیا، غ. ۱۳۷۴. دشواری‌های نفوذ آب در خاک، دانشگاه فردوسی مشهد.
۶. محمدی، ج. ۱۳۸۵. پدومتری: آمار مکانی. جلد دوم. انتشارات پلک، تهران.
۷. میرزایی خلیل‌آبادی، ح.ر. و ا.ح. چیدری. ۱۳۸۳. تعیین کارایی فنی و مقدار بهینه‌ی آب در تولید پسته. مجله‌ی پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. (شماره‌ی ۶۲)، ۴۳-۴۹.
۸. وزارت جهادکشاورزی، ۱۳۸۹. آمارنامه کشاورزی معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، دفتر آمار و فناوری اطلاعات.
9. Abbassi, H. 2009. Monitoring of soil and water characteristic in Garmsar Plain. R. I. o. F. a. Rengelds, Research Institute of Forests and Rengelds 82-0320417000-07.
10. Al-Ghobari, H.M. 2011. Effect of Irrigation Water Quality on Soil Salinity and Application Uniformity under Center Pivot Systems in Arid Region. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5(7): 72-80.
11. Brady, N.C., and R.R. Weil. 1996. The Nature and Properties of Soils. 11th edition. Prentice Hall, Inc. 740 pp.
12. Camberdella, C.A., T.B. Moorman, 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.
13. Cemek, B., M. Guler, K. Kilic, Y. Demir and H. Arslan. 2007. Assessment of spatial variability in some soil properties as related to soil salinity and alkalinity in Bafra plain in northern Turkey. Environ. Monit. Assess, 124: 223-234.
14. Dai, X. and Z. Huo; H. Wang. 2011. Simulation for response of crop yield to soil moisture and salinity with artificial neural network. Field Crops Research, 121: 441-449.
15. Davis, S. 1967. Subsurface irrigation. Agric. Eng., 48: 654-655.
16. De Paz, J.M., F. Visconti and J.L. Rubio. 2011. Spatial evaluation of soil salinity using the WETsensor in the irrigated area. J. Plant Nutr. Soil Sci., 174: 103-112.
17. Douaik, A., M. Van Meirvenne and T. Toth. 2006. Temporal Stability of Spatial Patterns of Soil Salinity Determined from Laboratory and Field Electrolytic Conductivity. Arid Land Res. Manage., 20: 1-13.
18. Elghamry, W. and M. Elashkar. 1962. Simplified textural classification triangles. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 26: 612-613.
19. FAO. 1988. Salt-affected soils and their management, by I.P. Abrol, J.S.P. Yadav & F.I. Massoud. FAO Soils Bulletin No. 39. Rome.
20. FAO. 1994. Water quality for agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper, No. 29. Rome, Italy.
21. Gee, G.W. and J.W. Bauder. 1986. Particle size analysis. In: A. Klute (ed.), Methods of soil analysis, Part 1. Am. Soc. Agron., Inc., Madison, WI, USA, 383-411.
22. Godwin, R.J. and P.C. H. Miller. 2003. A review of the technologies for mapping within-field variability. Bio. Eng., 84: 393-407.
23. Goovarets, P. 1997. Geostatistics for natural resources evaluation. Oxford Univ. Press, UK.
24. Greenwood, D.J., J.J. Neeteson nad A. Draycott. 1985. Response of potatoes to N fertilizer: dynamic model. Plant Soil, 85: 185-203.
25. Honery, R.D., B. Taylor, D.S. Munk, B.A. Roberts, S.M. Lesch and E.P. Richard. 2005. Development of practical site-specific management methods for reclaiming salt-affected soil. Comp. Elec. Agri., 46: 379-397.
26. Hosseinifard, S.J., H. Khademi and M. Kalbasi. 2010. Different forms of soil potassium as affected by the age of pistachio (*Pistachio vera* L.) trees in Rafsanjan, Iran. Geoderma, 155: 289-297.

27. Huang, S.W., J.Y. Jin, L.P. Yang and Y.L. Bai. 2006. Spatial variability of soil nutrients and influencing factors in a vegetable production area of Hebei Province in China. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 75: 201–212.
28. Isaaks, E.H. and R.M. Srivastava. 1989. An introduction to applied geostatistics. Oxford University Press. New York.
29. Juan, P., J. Mateu, M.M. Jordan, J. Mataix-Solera, I. Melendez-Pastor and J. Navarro-Pedreno. 2011. Geostatistical methods to identify and map spatial variations of soil salinity. *Journal of Geochemical Exploration*, 108: 62- 72.
30. Kravchenko, A.N. 2003. Influence of spatial structure on accuracy of interpolation methods. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 67: 1564-1571.
31. Layon, T.L., H.O. Buckman and N.C. Brady. 1999. *The Natural and Properties of Soil*. 12<sup>th</sup> ed. Mac Millan Co., New York, 378 pp.
32. Li, J. and A.D. Heap. 2008. A Review of Spatial Interpolation Methods for Environmental Scientists. *Geoscience Australia*.
33. Lopez-Granados, F., M.J. Exposito, S. Atenciano, A. Garcia-Ferrer, M.S. Orden and L.G. Torres. 2002. Spatial variability of agricultural soil parameters in southern Spain. *Plant and Soil* 2002 Kluwer Academic Publishers, 246: 97-105.
34. Meirvenne, M.V. and L.V. Cleemput. 2005. Pedometrical techniques for soil texture mapping at different scales. *Environ. Soil-Landscape Model*, 3011: 323-342.
35. Momeni, A. 2007. LandUnit and Land resources map Preparation in Scale 1mil. Soil and water research Institute report.
36. Quine, T.A. and Y. Zhang. 2002. An investigation of spatial variation in soil erosion, soil properties and crop production within an agricultural field in Devon, UK. *Journal of soil and Water Conservation*, 57: 50-60.
37. Ren, C., B. Zhang, Z. Wang, K. Song, D. Liu and G. Yang. 2008. Spatial variability of soil organic carbon in relation to site properties: A case study in Tong Yu county, Jilin province. *Ago ecology*, Chinese academy of sciences, Chang Chun, China, 85 pp.
38. Rhoades, J.D. 1996. Salinity: Electrical conductivity and total dissolved soils.. In D. L. Sparks (ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 3: Chemical Methods*, SSSA Book Series Number 5, Soil Science Society of America, Madison, WI. 417-435.
39. Rossi, J., A. Govaerts, B.D. Vos, B. Verbist, A. Vervoort, J. Poesen, B. Muys and J. Deckers. 2009. Spatial structures of soil organic carbon in tropical forests a case study of Southeastern Tanzania. *Catena*, 77: 19-27.
40. Sanden, B., A. Fulton and L. Ferguson. 2005. Managing salinity, soil and water amendment. Pp: 129-146. In: Ferguson LE (ed). *Pistachio production manual*. 4<sup>th</sup> edition. Division of Agriculture and Natural Resources. University of California. Oakland.
41. Utset, A. and M. Borroto. 2001. A modeling-GIS approach for assessing irrigation effects on soil salinization under global warming conditions. *Agricultural Water Management*, 50: 53-63.
42. Vicente-Serrano, S.M., M.A. Saz-Sánchez and J.M. Cuadrat. 2003. Comparative analysis of interpolation methods in the middle Ebro Valley (Spain): application to annual precipitation and temperature. *Climate Research*, 24: 161-180.
43. Virgilio, N.D., A. Monti and G. Venturi. 2007. Spatial variability of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) yield as related to soil parameters in a small field. *Field Crops Research*, 101: 232-239.
44. Wang, Y., X. Zhang and C. Huang. 2009. Spatial variability of soil total nitrogen and soil total phosphorus under different land uses in a small watershed on the Loess Plateau, China. *Geoderma*, 150: 141-149.
45. Webster, R. and M.A. Oliver. 2001. *Geostatistics for Environmental Scientists*. John Wiley and Sons Ltd., Chichester, UK.
46. Yasrebi, J., M. Saffari, H. Fathi, N. Karimian, M. Emadi and M. Baghernejad. 2008. Spatial variability of soil properties for precision agriculture in southern Iran. *Asian Network for Scientific Information. Journal of Applied Sciences*, 8(9): 1642-1650.
47. Zong-Ming, W., Z. Bai, S. Kai-Shan, L. Dian-Wei and R. Chun-Ying. 2010. Spatial variability of soil organic carbon under maize monoculture in the Song-Nen plain, Northeast China. *Pedosphere*, 20: 80-89.

## The effect of irrigation management and soil texture on the pattern of soil salinity variability in pistachio orchards of Rafsanjan.

Alireza Owji<sup>1</sup>, Ardavan Kamali<sup>2</sup>

### Abstract

Mapping the temporal and spatial soil variations addresses to the optimal site specific management in agricultural lands. In this paper, the impact of water management and soil texture on the distribution pattern of the electrical conductivity of pistachio orchards in Hormozabad, Rafsanjan was investigated. For this purpose, a regular 11 by 7 grid with a distance of approximately 500 m between sampling locations was designed and 77 sampling sites determined. Afterwards, three samples were collected from the depths of 0 to 40, 40 to 80 and 80 to 120 cm at any point and the necessary physical and chemical analyses were performed on them. The ordinary kriging maps of the selected soil characteristics were prepared in ILWIS software after variography and estimation stages were carried. The obtained results illustrated the significant effects of soil texture and water management on the increase of soil salinity. So that, the increased irrigation intervals (average of 28 to 52 days) on the one hand and the finer soil texture on the other hand, have caused soil salinity to be increased in all depths from the southern to the northern parts of the studied area.

**Keyword:** Electrical conductivity, Geostatistic, Soil texture, Water management.

---

1 - Former M. Sc. Student in Soil Science, Vali-e-Asr University of Rafsanjan  
Email address: claymineral\_84@yahoo.com

2 - Assistant Prof., Soil Science Department, Vali-e-Asr University of Rafsanjan  
Email address: a.kamali@vru.ac.ir