



دانشگاه گوارزی و منابع طبیعی

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک

جلد بیستم، شماره ششم، ۱۳۹۲

<http://jwsc.gau.ac.ir>

## تغییرپذیری قابلیت هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم خاک و تأثیر آن‌ها بر رشد پسته

\* معصومه زین‌الدینی<sup>۱</sup>، حسین شیرانی<sup>۲</sup>، وحید مظفری<sup>۲</sup> و عیسی اسفندیارپور<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه خاکشناسی، دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان، <sup>۲</sup> دانشیار گروه خاکشناسی،

دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان، <sup>۳</sup> استادیار گروه خاکشناسی، دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان

تاریخ دریافت: ۹۱/۳/۲۸؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۹/۲۵

### چکیده

شوری و سدیمی بودن خاک، یکی از مهم‌ترین مشکلات در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد. این پژوهش با هدف بررسی تغییرات مکانی شوری و نسبت جذب سدیم و همچنین بررسی اثرات متقابل آن‌ها بر رشد و عملکرد پسته در منطقه کوثرریز رفسنجان انجام گرفته است. به این منظور یک شبکه منظم نمونه‌برداری به فاصله ۵۰۰ متری در نظر گرفته شد و تعداد ۱۹۲ نمونه از دو عمق صفر تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری برداشت و قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک و نسبت جذب سدیم نمونه‌ها با استفاده از روش‌های استاندارد اندازه‌گیری و محاسبه شد. نتایج آماری نشان داد که براساس آزمون پیرسون بین نسبت جذب سدیم و شوری خاک در سطح یک درصد، همبستگی مثبتی وجود داشت که نشان می‌دهد بخش عمده املاح منطقه از نوع سدیم‌دار می‌باشند. نقشه‌های کریجینگ نشان دادند که تغییرپذیری مکانی قابلیت هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم در عمق اول بیشتر از عمق دوم است که احتمالاً به دلیل عملیات مدیریتی مختلف در منطقه است. براساس اطلاعات این نقشه‌ها وجود مقدار زیاد شوری و نسبت جذب سدیم به دلیل برداشت‌های بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی و خشک‌سالی‌های پی‌درپی در سال‌های اخیر، عامل اصلی کاهش عملکرد و حتی از بین رفتن بخش‌های عمده‌ای از باغ‌های پسته در منطقه می‌باشد. نتایج نشان داد که شوری و سدیمی بودن

\* مسئول مکاتبه: Zeinadini63@yahoo.com

خاک در مناطق بایر چندان شدید نیست که این خود بیانگر تأثیر مدیریت نادرست بر افزایش قابلیت هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم در مناطق پسته‌کاری می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** تغییرات مکانی، پسته، شاخص‌های شوری، کریجینگ

## مقدمه

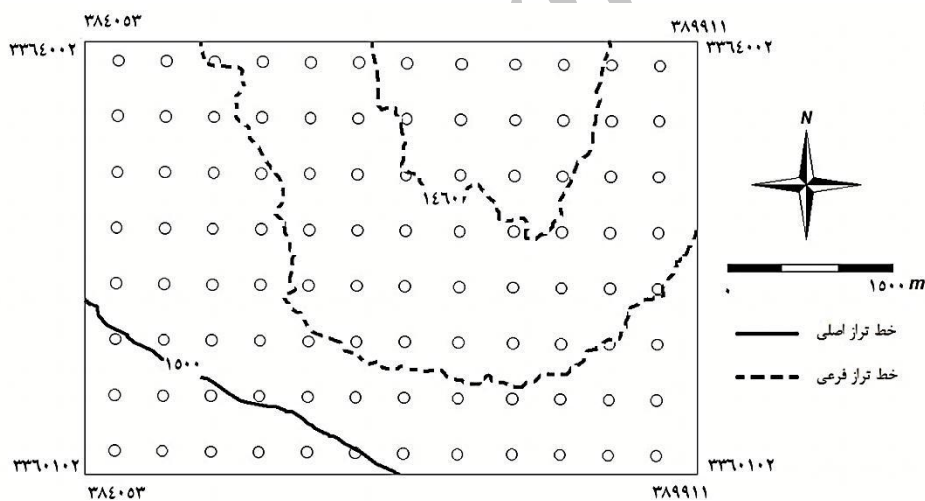
تغییرات مکانی خصوصیات خاک، یک موضوع اساسی و مهم در خاک می‌باشد که بایستی مورد توجه و بررسی قرار گیرد (اسچلسینگر و همکاران، ۱۹۹۶). به‌طور معمول، خصوصیات خاک از توزیع مکانی یکنواختی برخوردار نمی‌باشند. این عدم توزیع یکنواخت، منعکس‌کننده فرآیندهایی است که در اکوسیستم خاک اتفاق می‌افتند و تغییرات مکانی خصوصیات خاک، اثر زیادی بر روی مدل‌های فیزیکی و تجربی دارند (لیو و همکاران، ۲۰۰۵). وجود تغییرات مکانی در خصوصیات خاک امری طبیعی می‌باشد، ولی شناخت این تغییرات به‌ویژه در اراضی کشاورزی برای برنامه‌ریزی‌های دقیق و مدیریت صحیح، موضوعی اجتناب‌ناپذیر است. بنابراین، آگاهی از این موضوع، برای بهبود سودآوری و نیل به بهره‌وری پایدار خاک‌ها، کاملاً ضروری می‌باشد. خصوصیات خاک دارای تغییرات مکانی و زمانی از مقیاس کوچک تا مقیاس‌های بزرگ می‌باشند که خود تحت تأثیر خصوصیات ذاتی (فاکتورهای خاک‌سازی) و خصوصیات غیرذاتی (عملیات مدیریتی خاک و کوددهی) قرار می‌گیرند (کوین و ژانگ، ۲۰۰۲؛ گادوین و میلر، ۲۰۰۳). به‌منظور درک بهتر تأثیر فاکتورهای مدیریتی، آلودگی و عملیات زراعی بر ویژگی‌های خاک، شناسایی تغییرپذیری و غیریکنواختی خصوصیات خاک ضروری می‌باشد (بوسان و اگیو، ۲۰۰۳). شور و سدیمی بودن خاک یکی از مشکلاتی است که کشاورزی را در مناطق خشک و نیمه‌خشک تهدید می‌کند. خاک‌های شور و سدیمی، خاک‌هایی هستند که غلظت نسبتاً زیاد نمک‌های محلول در عصاره اشباع و یا تجمع نسبتاً زیاد سدیم تبادلی در آن‌ها، رشد و نمو بیشتر گیاهان را مختل می‌سازند و موجب کاهش حاصل‌خیزی خاک می‌شوند (اسواران و همکاران، ۲۰۰۱). به‌همین دلیل مطالعه وضعیت شوری و سدیمی بودن خاک و تغییرپذیری آن‌ها، می‌تواند برای اعمال مدیریت‌های صحیح کشاورزی و بهره‌برداری‌های اقتصادی از خاک بسیار مفید باشد.

پسته (*Pistachio vera L.*) گیاهی نیمه‌گرمسیری و مقاوم به شوری و خشکی محسوب می‌شود که محصول آن ارزش اقتصادی زیادی دارد. پسته در ایران به‌عنوان یک محصول استراتژیک، جایگاه خاصی در تولیدات کشاورزی کشور دارد و بخش عمده‌ای از صادرات غیرنفتی را تشکیل می‌دهد. ایران با دارا بودن ۵۰ درصد از حجم و ارزش صادراتی پسته، مقام اول را در دنیا دارد. شهرستان رفسنجان با سطح زیر کشتی بالغ بر ۱۱۰ هزار هکتار، عمده‌ترین مرکز تولید این محصول در استان کرمان، ایران و جهان محسوب می‌شود، به‌طوری که سهم این شهرستان از نظر سطح زیر کشت بارور پسته، در استان کرمان، ایران و جهان، به‌ترتیب، ۶۰، ۳۴ و ۲۴ درصد می‌باشد (میرزایی خلیل‌آبادی و چیزری، ۱۳۸۳). متأسفانه عدم تعادل بین آب استحصال شده و تقاضای آب کشاورزی در منطقه رفسنجان به‌وضوح قابل مشاهده است. این عدم تعادل باعث از بین رفتن منابع آب شیرین منطقه، افت آب‌های زیرزمینی و شور شدن آب آبیاری شده است. به‌طوری که باغداران منطقه، چاه‌های خود را عمیق‌تر کرده و در حال حاضر از سفره‌های آب شور برای آبیاری استفاده می‌نمایند. شوری آب آبیاری باعث شده که خاک‌های منطقه نیز از نظر شوری و سدیمی بودن، وضعیت نامطلوبی پیدا کنند. به‌طوری که از عوامل مهم کاهش محصول در منطقه، بعد از کم‌آبی (خشکی)، شوری و سدیمی بودن خاک است. بنابراین برای اعمال مدیریت صحیح کشاورزی و افزایش محصول پسته، نیاز به آگاهی از وضعیت خاک‌ها از نظر شوری و سدیمی بودن و تغییرپذیری آن‌ها در منطقه امری ضروری است. تاکنون هیچ بررسی منطقه‌ای از لحاظ شوری و سدیمی بودن خاک‌ها و ترسیم نقشه‌هایی که بیانگر وضعیت این ویژگی‌های مهم خاک باشد، در منطقه رفسنجان انجام نشده است. بنابراین، اهداف این پژوهش عبارت بودند از: ۱- بررسی تغییرپذیری مکانی قابلیت هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم خاک‌ها که امروزه یکی از مهم‌ترین مشکلات باغ‌های پسته در منطقه می‌باشند. ۲- تأثیر تغییرات این ویژگی‌ها بر وضعیت رشد گیاه پسته.

## مواد و روش‌ها

**معرفی منطقه:** منطقه کوثرریز در ۲۰ کیلومتری غرب شهرستان رفسنجان واقع شده است. این منطقه بین عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۲۲ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۲۴ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۴۷ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۵۱ دقیقه شرقی قرار دارد (شکل ۱). آب و هوای این منطقه گرم و خشک و نوسان درجه حرارت در زمستان و تابستان و حتی در شب و روز زیاد می‌باشد. میانگین

بارش سالانه ۸۷ میلی‌متر و دمای متوسط سالانه ۱۹/۱۸ درجه سلسیوس می‌باشد. رژیم رطوبتی خاک براساس روش نیوهال (۱۹۷۲) و تقسیم‌بندی وان‌وامبک برای آسیا (۱۹۸۵) اریدیک تعیین شده است. باتوجه به این‌که میانگین دمای هوا طبق آمار هواشناسی ۱۸/۹۳ درجه سلسیوس است، بنابراین دمای خاک ۱۹/۹۳ درجه سلسیوس می‌باشد به این ترتیب رژیم حرارتی خاک ترمیک است. منطقه مطالعاتی بر روی قاعده یک مخروطافکنه واقع گردیده است. بخش عمده‌ای از اراضی این منطقه به کشت پسته رقم اوحدی اختصاص یافته و مابقی آن را زمین‌های بایر تشکیل می‌دهند دلیل عمده عدم کشت در این مناطق، کمبود آب می‌باشد. بافت غالب خاک در منطقه لوم شنی بوده و میانگین pH خاک ۷/۶ می‌باشد. منطقه فاقد آب‌های سطحی بوده و به دلیل کمبود آب، آبیاری با آب‌های زیرزمینی با دور آبیاری زیاد و حجم کم صورت می‌گیرد. به‌طور متوسط دور آبیاری در منطقه ۶۰ روز و حجم آبیاری ۸۶۴ مترمکعب بر ساعت به ازای هر هکتار می‌باشد.



شکل ۱- موقعیت توپوگرافیکی منطقه مطالعاتی به همراه ۹۶ نقطه مشاهداتی.

مطالعات صحرائی و آزمایشگاهی: باتوجه به نقشه توپوگرافی منطقه با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، محدوده‌ای به‌وسعت ۲۴۰۰ هکتار برای مطالعه مشخص شد. پس از تعیین این محدوده بر روی نقشه، مطالعات لازم برای کسب اطلاعات از منطقه شامل بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی و مطالعه شرایط کلی منطقه از

نظر وضعیت خاک‌ها و وضعیت باغ‌های پسته، انجام گردید. باتوجه به اطلاعات صحرائی به‌دست آمده شامل ارتفاع ظاهری درختان پسته و تغییرات میکرو توپوگرافی منطقه، فواصل نمونه‌برداری تعیین شد. برای این منظور، منطقه موردنظر بر روی نقشه توپوگرافی به‌صورت ۲×۲ سانتی‌متر شبکه‌بندی شد. موقعیت ۹۶ نقطه نمونه‌برداری با فاصله ۵۰۰ متر (محل تقاطع قطرها) روی نقشه تعیین و موقعیت جغرافیایی نقاط به‌دست آمد. محل نقاط نمونه‌برداری با حضور در منطقه و استفاده از سیستم موقعیت‌یاب جهانی مشخص شدند. باتوجه به این‌که درختان پسته در منطقه ۲۰-۱۰ ساله بوده و ریشه درخت پسته ۲۰-۱۰ ساله تا عمق ۶۰ سانتی‌متر نفوذ می‌کند (حسینی‌فرد و همکاران، ۲۰۱۰)، نمونه‌های خاک از دو عمق صفر تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر (در مجموع، ۱۹۲ نمونه) برداشت گردیدند. نمونه‌ها پس از هواخشک شدن، از الک دو میلی‌متری عبور داده شدند. از هشت نمونه آب زیرزمینی موجود در منطقه که برای آبیاری درختان پسته مورد استفاده قرار می‌گرفتند نمونه‌برداری شد. بافت خاک به روش هیدرومتری (بیوکاس، ۱۹۵۱)، اسیدپته گل اشباع با دستگاه pH متر، قابلیت هدایت الکتریکی آب و عصاره اشباع خاک توسط دستگاه هدایت‌سنج SENS Direct CD24، کلسیم و منیزیم آب زیرزمینی و محلول به روش تیتراسیون با EDTA و غلظت سدیم در آب زیرزمینی و عصاره اشباع با دستگاه فلیم‌فتمتر GENWAY PSP7 (ریان و همکاران، ۲۰۰۱)، اندازه‌گیری شدند. نسبت جذب سدیم از معادله ۱ محاسبه گردید.

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{+2} + Mg^{+2}}{2}}} \quad (1)$$

**تجزیه و تحلیل‌های آماری و زمین‌آماري:** به‌منظور بررسی چگونگی توزیع داده‌ها و دستیابی به خلاصه‌ای از اطلاعات آماری خصوصیت‌های موردنظر، توزیع فراوانی داده‌ها با کمک ویژگی‌های میانگین، حداقل، حداکثر، انحراف معیار، ضریب تغییرات، چولگی و کشیدگی داده‌های خام بررسی گردید. برای بررسی نرمال یا غیرنرمال بودن توزیع داده‌ها، آزمون کولموگروف-اسمیرنوف مورد استفاده قرار گرفت. از آن‌جاکه پارامترهای آماری مزبور براساس مجموعه‌ای از نقاط گسسته نمونه‌برداری حاصل شده‌اند برای بررسی الگوی تغییرپذیری پیوسته نقاط نمونه‌برداری از زمین‌آمار

استفاده گردید. به‌طور کلی، تجزیه و تحلیل‌های زمین آماری مشتمل بر دو مرحله واریوگرافی و تخمین می‌باشند. مرحله واریوگرافی با استفاده از تابع واریوگرام (معادله ۲) انجام گرفت:

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

در این معادله  $N(h)$  عبارت است از جفت نمونه‌های جدا شده توسط فاصله  $h$ ،  $Z(x)$  و  $Z(x+h)$  بیانگر مقدار متغیر موردنظر در دو موقعیت مکانی  $x$  و  $x+h$  می‌باشند. به‌طور کلی، جفت نقاطی که دارای بیشترین میانگین شباهت باشند، کم‌ترین مقدار واریوگرام را خواهند داشت و بالعکس (کراوچنگو، ۲۰۰۳). مرحله تخمین نیز با به‌کارگیری تخمین‌گر کریجینگ معمولی که یکی از پرکاربردترین روش‌های کریجینگ است، صورت گرفت. به‌طور کلی، کریجینگ یک تکنیک درون‌یابی مکانی است که با به‌کارگیری یک مدل برای امتداد مکانی نقاط موجود در منطقه مطالعاتی و با استفاده از مقادیر نقاط همسایه، مقدار نقاط مشاهده نشده یا نمونه‌برداری نشده را درون‌یابی می‌کند (سانایلا و همکاران، ۲۰۰۴). در جریان درون‌یابی مکانی (کریجینگ)، یک مدل نظری مناسب بر داده‌ها برازش داده شد و ویژگی‌های واریوگرام شامل اثر قطعه‌ای، حدآستانه و دامنه مشخص گردیدند. اختلاف بین مقادیر تخمینی و واقعی مشاهدات با استفاده از آماره میانگین خطا<sup>۱</sup> و با استفاده از معادله ۳ محاسبه گردید:

$$ME = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [Z^*(x_i) - Z(x_i)] \quad (3)$$

در این معادله  $Z^*(x_i)$  و  $Z(x_i)$  به‌ترتیب بیانگر مقادیر تخمینی و واقعی مشاهدات و  $N$ ، تعداد مشاهدات را نشان می‌دهد. تصمیم‌گیری در مورد بهترین تخمین، با کمترین مقدار  $ME$  برای هر متغیر صورت پذیرفت. برای بررسی آماره‌های داده‌های خام از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ و از نرم‌افزار  $GS^+$  نسخه هفت، برای ترسیم واریوگرام، انتخاب مدل مناسب، تخمین مقادیر خصوصیات موردنظر در

نقاط مشاهده نشده و تهیه و ترسیم نقشه‌های پیوسته حاصل از کریجینگ استفاده شد. جدول ۱، مربوط به برخی ویژگی‌های آب آبیاری در منطقه می‌باشد.

جدول ۱- خلاصه آماری برخی ویژگی‌های آب‌های زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه.

متغیر	واحد	میانگین	حداقل	حداکثر
قابلیت هدایت الکتریکی	دسی‌زیمنس بر متر	۱۴/۵۰	۶/۱۲	۳۱
نسبت جذب سدیم	(میلی‌مول بر لیتر) <sup>۱/۲</sup>	۱۶/۱۶	۱۱	۲۲/۶۳
سختی کل	میلی‌گرم بر لیتر	۵۱۰	۳۲۰	۶۱۱

### نتایج و بحث

خصوصیات آماری متغیرهای مورد مطالعه در جدول ۲ آورده شده‌اند. با توجه به مقادیر سطح اطمینان، مشخص می‌شود که شوری در دو عمق مطالعاتی و نسبت جذب سدیم در عمق دوم، توزیع نرمال ندارند. بنابراین، شوری و نسبت جذب سدیم در عمق دوم به‌وسیله تبدیل لگاریتمی نرمال شدند. هم‌چنین برای نرمال کردن شوری در عمق اول به‌دلیل نرمال نشدن به‌وسیله تبدیل لگاریتمی از تبدیل ریشه دوم استفاده گردید.

جدول ۲- خلاصه آماری ویژگی‌های مورد مطالعه در عمق‌های مختلف.

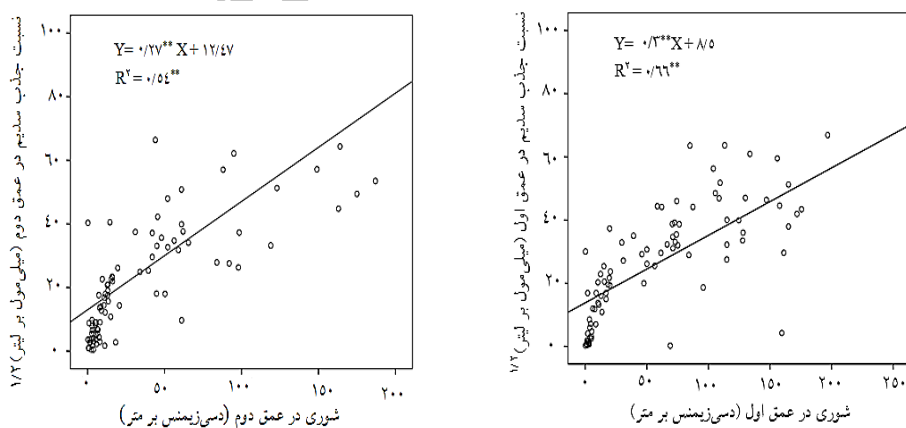
متغیر	واحد	عمق خاک (سانتی‌متر)	میانگین	حداقل	حداکثر	ضریب تغییرات (درصد)	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی	Pvalue
قابلیت هدایت الکتریکی	دسی‌زیمنس بر متر	۰-۳۰	۵۹/۸۰	۲	۱۸۲	۱۰۳/۳۵	۵۷/۸۶	۰/۸۹	-۴/۲۵	۰/۰۰۳°
نسبت جذب سدیم	(میلی‌مول بر لیتر) <sup>۱/۲</sup>	۳۰-۶۰	۳۴/۳۷	۲	۹۲	۷۸/۱۸	۴۳/۹۸	۱/۸۰	۲/۸۹	۰/۰۰°
سختی کل	میلی‌گرم بر لیتر	۰-۳۰	۲۶/۵۸	۲/۵۰	۷۸	۱۳۹/۴۰	۱۹/۰۷	۰/۵۰	۰/۰۶	۰/۵۴
		۳۰-۶۰	۲۴/۷۱	۰/۵۰	۲۲۰	۶۴/۹۰	۳۸/۰۷	۶/۷۰	۵۶/۱۶	۰/۰۰°

\* در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار می‌باشد.

ضریب تغییرات<sup>۱</sup> معیار مستقلی از پراکنش نسبی متغیرها می‌باشد. طبق طبقه‌بندی ویلدینگ (۱۹۸۵) در صورتی که ضریب تغییرات کم‌تر از ۳۵ درصد باشد بیانگر تغییرپذیری کم، بین ۳۵ تا ۶۰

1- Coefficient of Variation

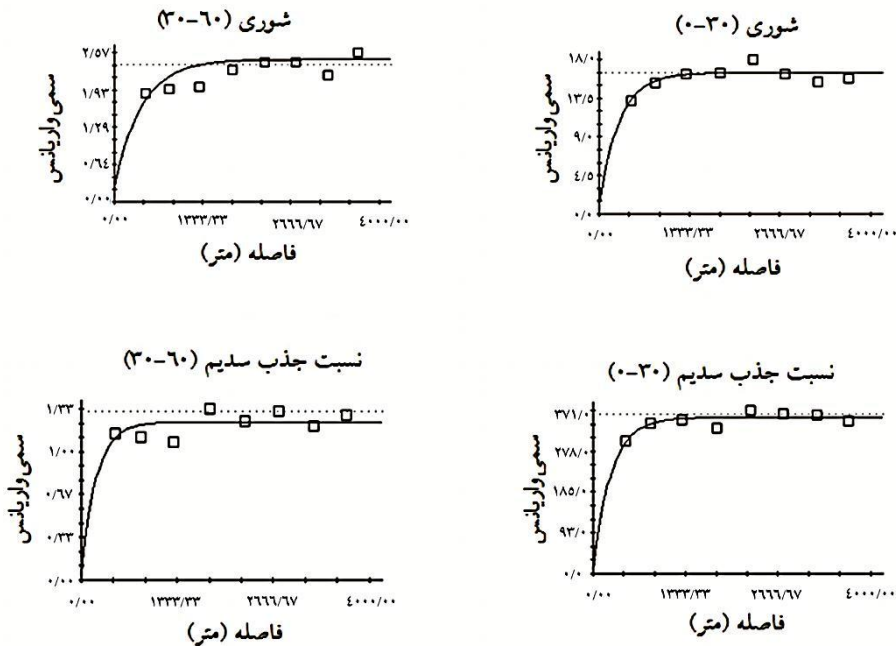
درصد تغییرپذیری متوسط و بیشتر از ۶۰ درصد بیانگر تغییرپذیری زیاد می‌باشد. باتوجه به این طبقه‌بندی، شوری و نسبت جذب سدیم در هر دو عمق دارای تغییرپذیری زیاد می‌باشند. ولی مقدار آن برای هر دو ویژگی در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر، بیشتر از عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر می‌باشد. خاک سطحی بیشتر تحت تأثیر کشت و کار و مدیریت‌های مختلف قرار می‌گیرد و تغییرپذیری بیشتری دارد (لیو و همکاران، ۲۰۰۷؛ سمک و همکاران، ۲۰۰۷). با مقایسه میانگین شوری در دو عمق، مشاهده می‌شود که شوری خاک در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر، بیشتر از عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر است. در واقع به دلیل کیفیت پایین آب‌های آبیاری مورد استفاده برای باغ‌های پسته در منطقه مطالعاتی از یک طرف و فواصل آبیاری زیاد در منطقه و گرم و خشک بودن اقلیم از سوی دیگر، باعث می‌گردد که ذخیره رطوبت خاک در اثر خیز مویینگی خیلی سریع به سطح خاک انتقال یابد و پس از تبخیر آب، املاح آن در سطح خاک باقی‌مانده که نتیجه آن افزایش شوری در سطح خاک‌های منطقه می‌باشد (جدول ۱). در دو عمق نمونه‌برداری میانگین نسبت جذب سدیم تقریباً مشابه است، ولی درصد ضریب تغییرات برای نسبت جذب سدیم در عمق اول بیشتر است. تغییرپذیری بیشتر در این عمق به دلیل عملیات مدیریتی مختلف از جمله تفاوت در کیفیت، مقدار آب مصرفی و دور آبیاری در باغ‌های مختلف باشد. براساس آزمون پیرسون در سطح یک درصد آماری بین شوری و نسبت جذب سدیم در عمق اول و دوم ضرایب همبستگی بالا و مثبت به ترتیب ۰/۸، ۰/۷۵ وجود دارد که احتمالاً نشان دهنده آن است که نوع غالب نمک‌های تجمع یافته از نوع سدیمی است (شکل ۲).



شکل ۲- رابطه بین شوری و نسبت جذب سدیم در دو عمق صفر تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر.



نظر به این‌که تغییرات هیچ‌یک از متغیرهای مورد مطالعه وابسته به جهت جغرافیایی خاصی نبود (واریوگرام‌های رویه‌ای)؛ بنابراین از واریوگرام همه‌جهته در ارتباط با متغیرها استفاده گردید. واریوگرام‌های همه‌جهته در شکل ۳ و خصیصه‌های مربوط به آن‌ها در جدول ۳ ارائه شده‌اند.

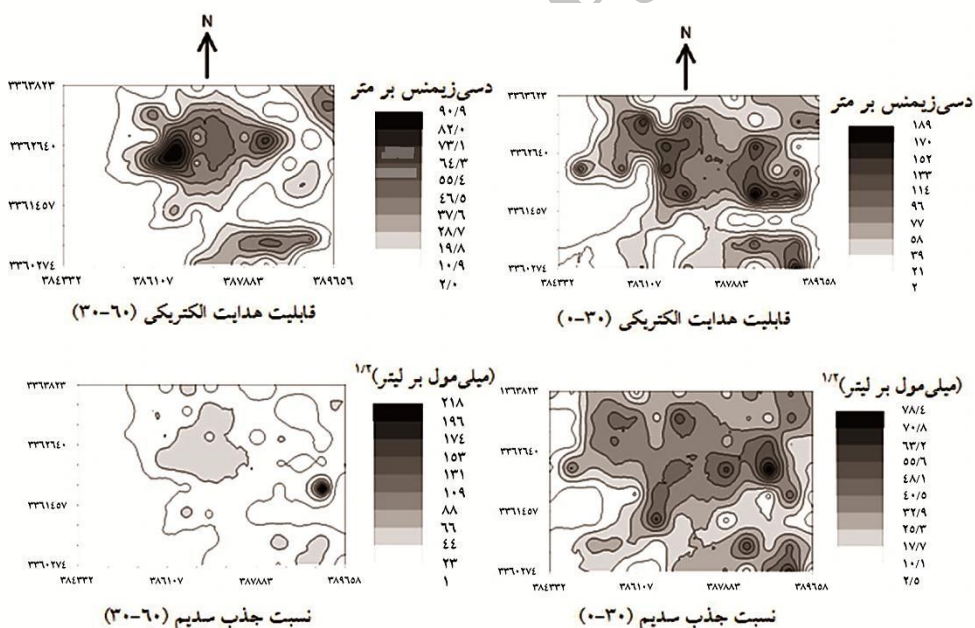


شکل ۳- واریوگرام‌های همه‌جهته مربوط به متغیرهای شوری و نسبت جذب سدیم خاک در دو عمق مطالعاتی.

جدول ۳- مدل‌های واریوگرامی، خصیصه‌های درونیابی و آماره‌های اعتبارسنجی ویژگی‌های مطالعه شده در عمق‌های مختلف.

متغیر	واحد	عمق (سانتی‌متر)	مدل	اثر قطعه‌ای	سقف	دامنه (متر)	نسبت اثر قطعه‌ای به سقف	میانگین خطا (ME)
قابلیت هدایت الکتریکی	دسی‌زیمنس بر متر	۰-۳۰	نمایی	۱/۴۴	۱۶/۵۴	۹۳۹	۰/۰۸	۱۰/۸۳
نسبت جذب سدیم	(میلی‌مول بر لیتر) <sup>۱/۲</sup>	۰-۳۰	نمایی	۵/۲۰	۳۵۴/۴۰	۷۷۷	۰/۰۸	-۰/۷۵
		۳۰-۶۰	نمایی	۰/۰۵	۱/۲۳	۶۳۰	۰/۰۴	۲/۲۴

مدل برازش شده برای دو ویژگی قابلیت هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم در دو عمق مورد مطالعه مدل‌نمایی بود. در بسیاری از پژوهش‌های انجام شده نیز مشخص شده است که بهترین مدل برازش داده شده برای ویژگی‌های پارامترهای شیمیایی خاک، مدل‌های نمایی و کروی می‌باشند (رن و همکاران، ۲۰۰۸؛ اسفندیارپور و همکاران، ۲۰۱۰). نسبت اثر قطعه‌ای به سقف، یکی از فاکتورهای مهم در سنجش میزان وابستگی مکانی داده‌ها است که میزان کمتر از ۰/۲۵، بیانگر وابستگی مکانی قوی، ۰/۲۵ تا ۰/۷۵، وابستگی مکانی متوسط و بیشتر از ۰/۷۵، وابستگی مکانی ضعیفی را نشان می‌دهد (کمبردلا و همکاران، ۱۹۹۴). با توجه با این طبقه‌بندی، مشخص می‌شود که ویژگی‌های موردنظر در دو عمق نمونه‌برداری دارای وابستگی مکانی قوی هستند. نگاهی به مقادیر دامنه نیز نشان می‌دهد که میانگین دامنه در عمق اول و دوم به ترتیب ۹۹۴ و ۷۰۳ متر و میانگین ۸۴۵ متر می‌باشد. این مقدار بیانگر یک نمونه‌برداری بهینه برای مطالعات آینده است که در زمان و هزینه‌ها صرفه‌جویی می‌شود و می‌توان فاصله نمونه‌برداری را نسبت به این پژوهش که ۵۰۰ متر است، تا حدود ۸۰۰ متر افزایش داد. شکل ۴ نقشه‌های کریجینگ ویژگی‌های مورد مطالعه در منطقه را نشان می‌دهند.



شکل ۴- نقشه کریجینگ شوری و نسبت جذب سدیم خاک در دو عمق مطالعاتی.

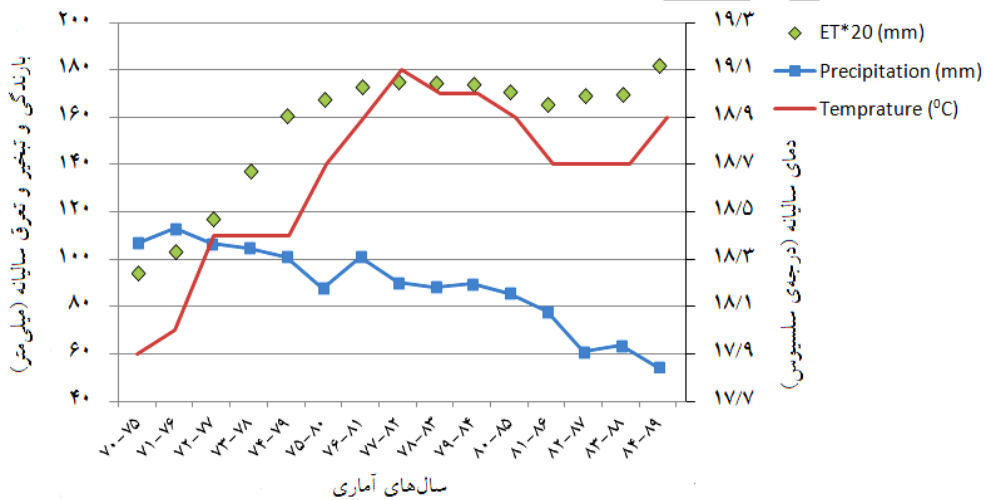
نقشه‌های کریجینگ قابلیت هدایت الکتریکی در عمق اول و دوم نشان می‌دهند که بیشترین مقادیر شوری در قسمت‌های مرکز و شمال محل نمونه‌برداری (محل‌های پست‌تر) مشاهده می‌شود (شکل ۴). براساس اطلاعات این نقشه‌ها مکان‌های با ارتفاع بیشتر و عملیات کشت و کار کمتر شوری کمتری دارند. دلیل این موضوع، آبیاری با آب شور در مناطق پست است. درختان پسته در قسمت‌های مرکزی منطقه نسبت به سایر قسمت‌ها از لحاظ رشد و عملکرد وضعیت مطلوبی نداشته، صاحبان باغ‌ها نیز عنوان کردند که با توجه به اندازه‌گیری EC خاک باغ خود در آزمایشگاه مؤسسه پژوهشی پسته کشور واقع در شهرستان رفسنجان و نظر کارشناسان این مؤسسه، شوری و یون سدیم زیاد، از عوامل اصلی کاهش عملکرد و ارتفاع و حتی خشک شدن درخت در این باغ‌ها است. به‌طور مثال، عملکرد درختان پسته (رقم اوحدی) در منطقه در سال ۸۹، ۱/۲۶ تن در هکتار و در سال ۸۵، ۱/۶ تن در هکتار گزارش شده است (مؤسسه تحقیقات پسته رفسنجان، ۱۳۹۰) که بیانگر کاهش عملکرد در دو دهه اخیر می‌باشد. ضیغمی‌نژاد (۲۰۱۱) طی پژوهشی نشان داد که به‌طور کلی مقادیر سدیم و کلر جذب شده توسط گیاه پسته در منطقه کوثرریز زیاد بوده و در مناطق مرکزی نسبت به قسمت‌های دیگر، مقدار سدیم و کلر جذب شده توسط پسته بیشتر از سایر نقاط می‌باشد. وی هم‌چنین عنوان نمود که در بعضی قسمت‌های مرکزی منطقه، میزان عملکرد به صفر درصد کاهش یافته است و این شرایط باعث خشک شدن قسمتی از باغ‌های پسته شده است. نتایج این پژوهش نشان داد که در مناطق مرکزی، مقدار شوری بیشتر از سایر نقاط می‌باشد. اگرچه در پژوهش‌ها نشان داده شده است که پسته یک گیاه متحمل به شوری است (پیکچونی و مایاماتو، ۱۹۹۰)، نتایج به‌دست آمده از پژوهش‌های قبلی نیز بیانگر آن است که افزایش شوری، رشد نهال‌های پسته را کاهش می‌دهد (پارسا و کریمیان، ۱۹۷۵؛ سپاس‌خواه و مفتون، ۱۹۸۲؛ سپاس‌خواه و مفتون، ۱۹۸۸) و درجه تحمل پایه‌های مختلف پسته به شوری متفاوت است (سپاس‌خواه و مفتون، ۱۹۸۲؛ سپاس‌خواه و مفتون، ۱۹۸۸). براساس پژوهش‌های انجام شده، شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر حد آستانه تحمل شوری برای رشد پسته در نظر گرفته شده و بالاتر از این حد، رشد و عملکرد پسته کاهش می‌یابد (پارسا و کریمیان، ۱۹۷۵؛ سپاس‌خواه و مفتون، ۱۹۸۸). باتوجه به حد آستانه شوری و مقدار قابلیت هدایت الکتریکی در منطقه، می‌توان پیش‌بینی کرد که در حال حاضر و آینده زیان‌های جبران‌ناپذیری به باغ‌های پسته وارد خواهد شد. حسینی‌فرد و همکاران (۲۰۰۸) تغییرات مکانی فاکتورهای شیمیایی آب‌های زیرزمینی و تأثیر آن‌ها بر عملکرد پسته را در منطقه انار رفسنجان که در مجاور منطقه مورد مطالعه است را بررسی کردند و

نتیجه گرفتند که شوری و نسبت جذب سدیم در بیشتر نقاط مطالعاتی بیشتر از حد آستانه تحمل پسته می‌باشد.

مقایسه نقشه‌های کریجینگ شوری در دو عمق نشان داد که شوری در عمق اول به دلیل اعمال مدیریت‌های متفاوت، دارای تغییرپذیری مکانی زیادتری نسبت به عمق دوم می‌باشد و شوری به صورت موضعی کم و زیاد شده و در عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر روند یکنواخت‌تری وجود دارد (شکل ۴). یثربی و همکاران (۲۰۰۸) در پژوهشی در شیراز به منظور بررسی تغییرات مکانی خصوصیات خاک، به این نتیجه رسیدند که خاک‌های مورد مطالعه دارای تغییرپذیری مکانی زیادی از لحاظ شوری هستند. جیمز و همکاران (۲۰۰۳) نیز گزارش کردند در خاک‌های بریتانیا به دلیل اعمال مدیریتی، شوری خاک تغییرپذیری مکانی بالایی را نشان داده است.

باتوجه به نقشه‌های کریجینگ نسبت جذب سدیم در عمق اول و دوم، مشخص می‌شود که در قسمت‌های مرکزی منطقه نسبت جذب سدیم بیشتر بوده و تشکیل سله نیز در بعضی از نقاط در این مناطق دیده می‌شود (شکل ۴). نسبت جذب سدیم بالا می‌تواند باعث کاهش نفوذپذیری خاک و رشد گیاه شود. کورک (۲۰۰۱) اظهار کرد که نسبت جذب سدیم بالا باعث تخریب ساختمان خاک و تشکیل سله در سطح خاک می‌گردد. بنابراین می‌توان دلایل مهم کاهش رشد و عملکرد گیاه پسته را در منطقه مرکزی، شوری و نسبت جذب سدیم بالا به حساب آورد که هم از نظر سمیت بعضی از عناصر مانند سدیم و کلر، بر رشد گیاه تأثیر منفی داشته و هم از نظر تأثیر سوء بر خواص فیزیکی مثل سله، کاهش تهویه و نفوذپذیری ضعیف موجب کاهش رشد درختان در این منطقه شده است. هرچه مقدار نسبت جذب سدیم افزایش یابد، اثرات سوء بیشتری در خاک و در نتیجه بر روی پسته برجای می‌گذارد. با بالا رفتن نسبت جذب سدیم تا ۲۸، تأثیر سوء روی عملکرد پسته مشاهده نشده است (شریعتی، ۱۹۹۶). با توجه به این که در مناطق پسته‌کاری در این مطالعه، نسبت جذب سدیم به طور عمده بیشتر از ۲۸ بود، می‌توان نتیجه گرفت که این ویژگی نیز یک عامل محدودکننده رشد و عملکرد برای گیاه پسته در منطقه محسوب می‌شود. با مقایسه نقشه‌های کریجینگ نسبت جذب سدیم در دو عمق مشخص می‌شود که در عمق دوم همانند شوری روند مشخصی وجود دارد، ولی در عمق سطحی به دلیل اعمال مدیریتی نظم خاصی وجود ندارد و نسبت جذب سدیم به صورت موضعی کم یا زیاد می‌شود.

یکی از مهمترین دلایل افزایش شوری و نسبت جذب سدیم باغ‌های پسته در منطقه را می‌توان تغییرات اقلیمی در دو دهه گذشته بیان کرد به نحوی که منطقه مرطوب‌تر و بارندگی بیشتری داشته و به‌همین دلیل باغ‌داران پسته با توجه به جنبه‌های اقتصادی اقدام به افزایش سطح زیر کشت پسته به‌صورت گسترده در منطقه نموده‌اند. با گذشت زمان به‌دلیل استحصال بیش از حد منابع آب و وجود خشک‌سالی‌های متوالی منابع آب شیرین منطقه کاهش یافته و آبیاری با آب‌های با کیفیت نامناسب موجب افزایش شوری و سدیمی شدن خاک‌های منطقه شده است. شکل ۵ تغییرات اقلیمی منطقه مطالعاتی را در طی دو دهه گذشته نشان می‌دهد.



شکل ۵- نمودار مربوط به میانگین متحرک پنج‌ساله بارندگی، تبخیر و تعرق و دمای سالانه در دوره آماری ۱۳۸۹-۱۳۷۰.

باتوجه به شکل ۵، می‌توان دریافت که طی ۲۰ سال گذشته در منطقه، تغییر اقلیم رخ داده است، به‌طوری که در دو دهه گذشته در منطقه میانگین بارندگی ۸۸/۳ میلی‌متر، و در سال ۸۹، ۵۴ میلی‌متر بارندگی بوده و مقدار آن ۳۴ درصد کاهش یافته است. بارندگی سالانه با گذشت زمان سیر نزولی داشته و دما و تبخیر و تعرق سیر صعودی داشته‌اند و روند مشابهی را نیز طی می‌کنند. تقریباً در سال ۷۵ نمودار بارندگی پایین‌تر از نمودار دما و تبخیر و تعرق قرار گرفته که خود بیانگر کاهش شدید

بارندگی و پیامدهای مربوط به آن می‌باشد. در صورتی که این روند ادامه داشته باشد، بایستی شاهد نابودی باغ‌های پسته در اثر کمبود آب و افزایش بیش از حد قابلیت هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم خاک‌ها در آینده نزدیک بود.

### نتیجه‌گیری

باتوجه به این که منطقه مطالعاتی در قسمت‌های شمالی و مرکزی پست‌تر بوده و از طرفی، تراکم باغ‌های پسته در این مناطق بیشتر بود، به دلیل آبیاری با آب شور، شوری و نسبت جذب سدیم خاک بیشتر شده که خود عامل اصلی کاهش عملکرد و از بین رفتن درختان پسته در این قسمت‌ها بود. بنابراین، در منطقه مورد مطالعه به منظور کاهش اثرات سوء شوری و سدیمی بودن زیاد بایستی عملیات مدیریتی مختلفی انجام داد که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- ۱- جایگزین کردن روش‌های آبیاری سنتی و غرقابی توسط روش‌های آبیاری مدرن به منظور صرفه‌جویی در مصرف آب، ۲- استفاده از موادی اصلاحی (مثل گچ) به منظور جایگزین شدن سدیم تبدالی توسط کلسیم موجود در گچ و ۳- انجام آب‌شویی زمستانه.

### منابع

1. Bosun, S.Z., and Qiguo, Z. 2003. Evaluation of spatial and temporal changes of soil quality based on geostatistical analysis in the hill region of subtropical, china. *Geoderma*. 115: 85- 99.
2. Bouyoucos, G.J. 1951. A recalibration of hydrometer method for making mechanical analysis of soil. *Agron. J.* 43: 434-438.
3. Cambardella, C.A., Moorman, T.B., Nowak, J.M., Parkin, T.B., Karlen, D.L., Turco, R.F., and Konopka, A.E. 1994. Field- scale variability of soil properties in central Iowa soils. *Soil Sci Soc. Am. J.* 58: 1501-1511.
4. Cemek, B., Guler, M., Kilic, K., Demir, Y., and Arslan, H. 2007. Assessment of spatial variability in some soil properties as related to soil salinity and alkalinity in Bafra plain in northern Turkey. *Emiron monit Assess.* 124: 223-234.
5. Esfandiarpour Borujeni, I., Mohammadi, J., Salehi, M.H., Toomanian, N., and Poch, R.M. 2010. Assessing geopedological soil mapping by statistical and geostatistical methods: A case study in the Borujen region, Central Iran. *Catena*. 82: 1-14.
6. Eswaran, H.E., Berg, V.D., and Almaraz, A. 2001. Global distribution of Aridisols and their characteristics. *In: Proc. Of the international workshop in*

- classification and management of arid desert soils. Urmqi, china. 53: 1312-1320.
7. Godwin, R.J., and Miller, P.C.H. 2003. A review of the technologies for mapping within-field variability. *Biosyst. Eng.* 84: 393-407.
  8. Hosseini-fard, J., Khademi, H., and Kalbasi, M. 2010. Different forms of soils potassium as affected by the age of pistachio (*Pistachio vera* L.) trees in Rafsanjan, Iran. *Geoderma*. 155: 289-297.
  9. Hosseini-fard, J., Salehi, M.H., Esfandiarpour, I., and Mohammadi, J. 2008. Spatial variability of groundwater quality and its relationship with Pistachio yield in Anar region, Iran. *J. of Appl. Sci.* 8: 3697-3702.
  10. James, I.T., Waive, T.W., Bradley, R.I., Taylor, J.C., and Godwin, R.J. 2003. Determination of soil type boundaries using electromagnetic induction scanning techniques. *Biosyst. Eng.* 86: 421-430.
  11. Kravchenko, A.N. 2003. Influence of spatial structure on accuracy of interpolation methods. *Soil Sci. Soc. of Am. J.* 67: 1564-1571.
  12. Liu, X., Chunjian, S., Liang, W., Jiang, Y., Jiang, D., and Steinberger, Y. 2007. Spatial variability of soil properties related to salinity and alkalinity in meliorated grassland of Horqin sand land, Northeast China. *Agric. J.* 2: 564-569.
  13. Liu, F.M., Meng, F.X., Liang, W.J., Jiang, Y., and Wen, D.Z. 2005. Engineering, measures and their effects on melioration of degraded grassland in Horqin region. *J. Liaoning Tech.* 24: 257-259.
  14. Mirzaei Khalilabadi, H.R., and Chizari, V.H. 2004. Determine the technical performance and optimum water in the production of Pistachio. *J. Research and development in Agriculture and horticulture.* 62: 43-49.
  15. Newhall, F., 1972. Calculation soil moisture from the climate record. SCS- USDA. Rev. 4. Washington, D.C. 172p.
  16. Parsa, A.A., and Karimian, N. 1975. Effects of sodium chloride on seeding growth of two major varieties of Iranian pistachio (*Pistachio vera* L.). *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 50: 41-46.
  17. Picchioni, G.A., and Miyamoto, S. 1990. Salt effects on growth and ion uptake of pistachio rootstock seeding. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115: 647-653.
  18. Quine, T.A., and Zhang, Y. 2002. An investigation of spatial variation in soil properties and crop production within an agricultural field in Devon, U.K. *Journal of soil and water conservation.* 57: 50-60.
  19. Quirk, J.P. 2001. The significance of the threshold and turbidity concentration in relation to sodicity and microstructure. *Aust J. Soil Res.* 39: 1185-1217.
  20. Rafsanjan Pistachio Research Institute. 2011. Yield of Pistachio production in 2006-2010 years.
  21. Ren, C., Zhang, B., Wang, Z., Song, K., Liu, D., and Yang, G. 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 Sci. 55: 421-432.
22. Ryan, J., Estefan, G., and Rashid, A. 2001. *Soil and plant analysis laboratory manual*, 2th Edition. International center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). Aleppo. Syria. 320P.
23. Schlesinger, W.H., Raikes, J.A., Hartley, A.E., and Cross, A.F. 1996. On the spatial pattern of soil nutrients in desert ecosystems. *Ecology*. 77: 363- 374.
24. Sepaskhah, A.R., and Maftoun, M. 1982. Growth and chemical composition of pistachio seeding as influenced by irrigation regimes and salinity levels of irrigation water. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 57: 469-476.
25. Sepaskhah, A.R., and Maftoun, M. 1988. Relative salt tolerance of pistachio cultivars. *J. Hort. Sci.* 63: 157-162.
26. Shariati, M. 1996. Review of Research in Agricultural Research Center, Kerman Pistachio. Abstract papers seminar on Pistachios issues. Kerman, university. 15p.
27. Sunila, R., Laine, E., and Kremenova, O. 2004. Fuzzy model and kriging for imprecise soil polygon boundaries. *Proceedings of the 12<sup>th</sup> International Conference on Geoinformatics-Geospatial Information Research*. June 7-9, Bridging the Pacific and Atlantic Universities of Gavle, Sweden, Pp: 489-495.
28. Van wambeke, A., 1985. Calculated soil moisture and temperature regimes of Asia. SCS- SMSS. Tech. Monogr. No. 9.
29. Wilding, L.P. 1985. Spatial variability: its documentation, accommodation and implication to soil surveys, In Nielsen, D.R., Bouma, J, (Eds.), *Soil Spatial Variability*. Pudoc, Wageningen, The Netherlands, Pp: 166-194.
30. Yasrebi, J., Safari, M., Fathi, H., Karimian, N., Emadi, M., and Baghernejad, M. 2008. Spatial variability of soil fertility properties for precision agricultural in Southern Iran. *J. of Appl. Sci.* 8: 1642-1650.
31. Zeighami negad, T. 2011. Spatial variability of some characteristics Pistachio plant in Kosarrize Region in Rafsanjan. The Master Thesis, Faculty of Agriculture, University of Vali-Asr- Rafsanjan. 105p.





Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Water and Soil Conservation, Vol. 20(6), 2013*  
<http://jwsc.gau.ac.ir>

## **Variability of soil electrical conductivity and sodium adsorption ratio and their impact on growth Pistachio**

**\*M. Zeinadini<sup>1</sup>, H. Shirani<sup>2</sup>, V. Mozafari<sup>2</sup> and I. Esfandiarpour<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>M.Sc. Graduate, Dept. of Soil Science, Vali-e-Asr University of Rafsanjan,

<sup>2</sup>Associate Prof., Dept. of Soil Science, Vali-e-Asr University of Rafsanjan,

<sup>3</sup>Assistant Prof., Dept. of Soil Science, Vali-e-Asr University of Rafsanjan

Received: 06/17/2012 ; Accepted: 12/15/2012

### **Abstract**

Soil salinity and alkalinity are considered as the most important problems in arid and semi arid areas. This study has been done to investigate the spatial variability of salinity and sodium adsorption ratio which have reciprocal effects on pistachio growth in the Kosarrize region in Rafsanjan. For this purpose a regular network of 500 meter intervals was considered and 192 soil samples were from 0-30 and collected 30-60 cm depths. Electrical conductivity of saturated soil extract (EC) and sodium adsorption ratio (SAR) were measured using standard methods. Statistical results showed that based on Pearson test, high positive correlation exists between EC and SAR at 99% confidence level. Therefore most of the salts must be of na type. Kriging maps illustrate that the variability of both parameters are greater in the first depth than the second one which is the result of different management strategies in the area. Also maps showed that Existences of excess salinity, SAR and also immethodical groundwater withdrawal and successive droughts in recent years have been considered as the main reasons of weak yield and even the loss of a major part of pistachio orchards in the region. The results showed that soil salinity and sodium in non planting areas are severe which illustrates the impact of mismanagement of the increased EC and SAR in the pistachio regions.

**Keywords:** Kriging, Pistachio, Salinity indicators, Spatial variation

---

\* Corresponding author; Email: Zeinadini63@yahoo.com