

## تغییرات مکانی شوری و بور قابل جذب در خاک‌های منطقه حسین‌آباد بزد

مریم مصلایی<sup>۱\*</sup>، حسین شیرانی<sup>۱</sup>، وحید مظفری<sup>۱</sup> و عیسی اسفندیارپور<sup>۱</sup>

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۳/۳۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۹/۸)

### چکیده

شوری و سمیت یون‌ها یکی از مشکلات عمده‌ی اراضی کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک از جمله ایران می‌باشد. در منطقه‌ی حسین‌آباد که یکی از مناطق مهم کشاورزی شهرستان بزد می‌باشد، علاوه‌بر مشکل شوری، علایمی شبیه سمیت بور در محصولات مشاهده شده‌اند. لذا این تحقیق با هدف ارزیابی و تحلیل تغییرات مکانی شوری خاک به عنوان یکی از جنبه‌های تخریب خاک و تهیه‌ی نقشه‌ی پراکنش مکانی شوری و بور قابل جذب خاک انجام شد. الگوی نمونه‌برداری به صورت شبکه‌ای منظم با فاصله ۱۵۰ متر بود. شوری و بور قابل جذب در عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری اندازه‌گیری شدند. در مجموع، تعداد ۱۰۴ نمونه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. پس از تعزیزه و تحلیل آماری داده‌ها و بررسی وضعیت توزیع آن‌ها، به‌منظور پنهان‌بندی متغیرهای مزبور از تخمین‌گر کریجینگ استفاده گردید. نتایج نشان داد که منطقه، دارای مشکل شوری و فاقد سمیت بور می‌باشد. با توجه به‌نسبت اثر قطبه‌ای به سقف، وابستگی مکانی بین تمامی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده به جز بور و pH، قوی بود. شوری در نواحی کشت‌شده به‌علت انجام فرایند آبشویی، کمترین مقدار را دارا بود. میزان بور اندازه ۰/۶ تا ۰/۰۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. لذا نه تنها مشکل سمیت بور مشاهده نشد، بلکه در بعضی نواحی می‌توان کمبود بور را مشاهده نمود. شوری و بور خاک در سطح اطمینان ۹۹ درصد، دارای همبستگی معنی‌داری بودند. براساس آزمون اسپرمن و پیرسون، بین نسبت جذب سطحی سدیم و شوری همبستگی مثبتی در سطح اطمینان ۹۹ درصد وجود دارد که نشان می‌دهد املاح منطقه، بیشتر از نوع سدیم دار هستند. هم‌چنین pH منطقه، مشکلی برای رشد محصولات ندارد.

واژه‌های کلیدی: بور، تغییرات مکانی، زمین‌آمار، شوری

۱. گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر(عج)، رفسنجان

\*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mmosalaei@yahoo.com

**مقدمه**

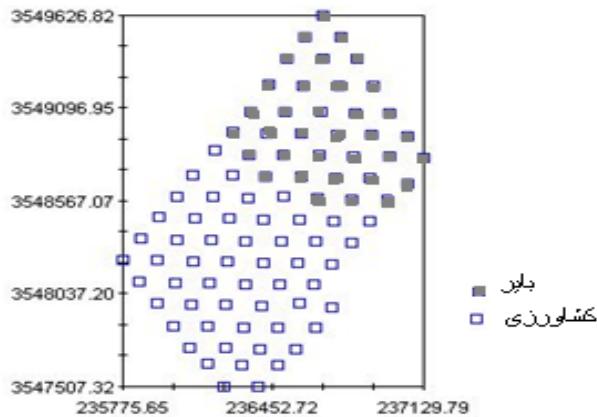
زخم‌های قهقهه‌ای و چوب‌پنهانی در طول ساقه و دمبرگ دیده می‌شود) در محصولات (زراعی و باغی) کشاورزی منطقه دیده شده است که برخی متخصصان کشاورزی آن را احتمالاً مربوط به سمیت بور می‌دانند، ولی تاکنون تحقیقی در زمینه‌ی تغییرات مکانی مقدار بور در خاک و حتی شوری خاک در این منطقه انجام نشده است. با توجه به اهمیت کشاورزی در اقتصاد استان یزد، بررسی وضعیت شوری و بور در خاک می‌تواند در مدیریت صحیح این اراضی برای تولید محصول مناسب کمک نماید. پنهانی‌بندی شوری و بور با استفاده از علم زمین‌آمار، یکی از راهکارهای بسیار مفید برای توصیف وضعیت شوری و بور در منطقه است که به وسیله‌ی آن می‌توان تغییرات این دو ویژگی مهم را بررسی نمود و مناطق دارای وضعیت نامناسب را تشخیص داد. این علم با استفاده از اطلاعات حاصل از نقاط نمونه‌برداری شده، قادر به ارائه‌ی مجموعه‌ی وسیعی از تخمین‌گرهای آماری به‌منظور برآورد خصوصیت مورد نظر در نقاط نمونه‌برداری نشده می‌باشد (۶). این علم، یکی از دقیق‌ترین روش‌هایی است که علاوه‌بر توصیف تغییرات زمانی و مکانی داده‌ها، قادر به تهییه نقشه‌های پراکندگی ویژگی‌های خاک (از قبیل شوری و بور) با حداقل واریانس ممکن می‌باشد (۶).

یکی از تکنیک‌های درون‌بایی زمین‌آماری، کریجینگ نامیده می‌شود و کریجینگ یک تخمین‌گر زمین‌آماری می‌باشد که ماترون به افتخار کریج این نام را بر آن نهاد. این تخمین‌گر، بهترین تخمین‌گر خطی ناواریب (در مفهوم حداقل پراکندگی و واریانس) می‌باشد (۳). در منطقه‌ی حسین‌آباد یزد که یکی از مناطق مهم کشاورزی شهرستان یزد می‌باشد، علاوه‌بر مشکل شوری، عالیمی شبیه سمیت بور در محصولات مشاهده می‌شود (نوک‌سوختگی و لب‌سوختگی) و در برخی محصولات عالیم به صورت مرگ سرشاخه‌ها در اندام‌های هوایی جوان، چسبندگی زیاد در زاویه سطح فوقائی دمبرگ با ساقه و زخم‌های قهقهه‌ای و چوب‌پنهانی در طول ساقه و دمبرگ). به طوری که، بسیاری از کارشناسان این

در بخش وسیعی از جهان به‌خصوص در نواحی خشک و نیمه‌خشک، شوری آب و خاک از عوامل محدود کننده‌ی رشد گیاه به‌شمار می‌آید. طبق تخمین سازمان محیط زیست ایالات متحده‌ی امریکا، حدود ۲۰ درصد از زمین‌های کشاورزی جهان، تحت تنش شوری است و شوری خاک، محدودیت بزرگی برای استفاده از زمین‌های قابل کشت محسوب می‌شود (۹). به‌علت مدیریت ضعیف خاک و آب در نواحی آبیاری شده، مسئله‌ی شوری اهمیت زیادی برای تولیدات کشاورزی در این مناطق دارد (۱۳). تنش شوری که خود از تنش‌های غیرزنده محسوب می‌شود، یکی از عوامل کاهش قابلیت اراضی در تولید محصولات کشاورزی می‌باشد (۱۹). بخش وسیعی از کشور ایران را نیز مناطق خشک و نیمه‌خشک دربرگرفته و در این مناطق، خاک‌ها به‌علت تبخیر فراوان و بارندگی کم، روزبه‌روز شورتر می‌گردند و چه‌بسا هکتارها از زمین‌های قابل کشت و کار، بر اثر تجمع بیش از حد نمک‌ها غیر قابل کشت می‌شوند.

بور (B) در ارتباط با نمک‌های دیگر است (۱۲). غلظت‌های زیاد بور در خاک، مربوط به خاک‌های شور و آب چاه‌های شور است، زیرا بور احتمالاً خیلی آهسته‌تر از آنیون‌های دیگر در طی آبشویی جایه‌جا می‌شود (۷). مشکلات سمیت بور در نواحی هشک جهان گزارش شده‌است (۱۲).

استان یزد با حدود ۱۳۱۵۷۵ کیلومترمربع وسعت، چهارمین استان وسیع کشور است که در قسمت مرکزی فلات ایران در حاشیه‌ی دشت کویر لوت قرار دارد. با توجه به آب و هوای خشک و هم‌چنین کمبود آب، شوری خاک یکی از مشکلات اساسی کشاورزی این استان می‌باشد و احتمال سمیت بور نیز وجود دارد. اخیراً علائمی (در برخی محصولات به صورت نوک‌سوختگی و لب‌سوختگی مشاهده می‌شود و در برخی محصولات عالیم سمیت بور به صورت مرگ سرشاخه‌ها در اندام‌های هوایی جوان، چسبندگی زیاد در زاویه سطح فوقائی دمبرگ با ساقه و



شکل ۱. شمایی از نحوه نمونه‌برداری مورد مطالعه، علامت  $\square$  نقاط نمونه‌برداری را نشان می‌دهد  
(X و Y بیان‌گر موقعیت منطقه در سامانه UTM)

ارتفاع بیشتری نسبت به سایر نواحی می‌باشد (تپه‌ماهور) که غیر زراعی و بایر است. سایر نقاط، زیر کشت و دارای کاربری‌های متفاوت (باغی و زراعی) و نزدیک به هم می‌باشند (کرت‌های کوچک) (شکل ۱). در شمال منطقه، خانه‌های اهالی این روستا واقع شده‌اند. رده‌ی خاک منطقه اریدیسول تا انتی‌سول می‌باشد.

علایم را ناشی از وجود بور قابل جذب زیاد در خاک می‌دانستند. لذا این پژوهش به منظور بررسی وضعیت شوری در خاک و همچنین بررسی علمی صحت نظر کارشناسان مبنی بر وجود بور در حد سمیت در خاک انجام گرفت.

## مواد و روش‌ها

### معرفی منطقه

**مطالعات صحراوی، آزمایشگاهی و آماری**  
در این پژوهش از روی نقشه‌ی توپوگرافی منطقه (با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰) و با توجه به فواصل نمونه‌برداری (۱۵۰ متر)، شبکه‌بندی روی نقشه انجام گردید و نمونه‌برداری در محل برخورد خطوط شبکه انجام شد. مساحت منطقه حدود ۵۰۰ هکتار می‌باشد. با توجه به موقعیت جغرافیایی نقاط نمونه‌برداری روی نقشه و تعیین محل آنها با استفاده از GPS در روی زمین، نمونه‌های خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری گرفته شدند. در مجموع، ۱۰۴ نمونه‌ی خاک از منطقه برداشت شد که پس از هواخشک شدن و عبور از الک ۲ میلی‌متری، به منظور تجزیه‌های آزمایشگاهی، به آزمایشگاه منتقل شدند. برخی از ویژگی‌های

استان یزد با مساحتی در حدود ۱۳۱۵۷۵ کیلومتر مربع، از نظر بزرگی و وسعت، چهارمین استان کشور محسوب می‌شود و از نظر پستی و بلندی متنوع است. محدوده‌ی این استان، جزئی از فلات مرکزی ایران است که کویرهای ایران نیز عمدتاً در این فلات جای دارند. آب و هوای استان عمدتاً گرم و خشک و میزان بارندگی بین ۵۰ تا ۳۵۰ میلی‌متر در سال است. مابین عرض‌های ۲۹ درجه و ۵۲ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی و ۵۲ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۳۷ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار مبدأ واقع شده است. منطقه‌ی مورد مطالعه (حسین‌آباد)، در شمال غربی استان واقع شده است. شمال و شمال شرقی منطقه‌ی مورد بررسی (حسین‌آباد)، دارای

جدول ۱. خصوصیات آماری پارامترهای مورد مطالعه

متغیر	میانگین	میانه	حداقل	حداکثر	انحراف معیار	درصد ضریب تغییرات	چولگی	کشیدگی
شوری (dS/m)	۶۲/۸۱	۴۷/۹۵	۲	۴۰۲	۱۱۰/۶	۶۹/۵	۲/۴	۸/۰۲
بور	۰/۳۹	۰/۰۷	۰/۰۷	۱/۶	۶۵/۷	۰/۲۵	۲/۳۴	۷/۳۲
واکنش خاک	۷/۵۴	۷/۵۶	۷/۹	۸/۳۹	۴/۷	۰/۳۵	۰/۰۰۳	-۰/۰۸
نسبت جذب سدیم (mmol/l) <sup>۱۲</sup>	۱۱۳	۷۱/۰۶	۱/۸۳	۶۳۸	۱۰۸	۱۲۳	۱/۸۱	۳/۸۴

جدول ۱ ارائه شده‌اند.

در مورد شوری، با توجه به شکل واریوگرام (شکل ۲)، و فاصله‌ی نمونه‌برداری در این تحقیق که ۱۵۰ متر است، می‌توان گفت احتمالاً و براساس تخمین زمین‌آماری تا فاصله‌ی ۳۴۱ متری می‌توان فاصله‌ی نمونه‌برداری را افزایش داد و شکل واریوگرام تغییری نخواهد داشت که بیان‌گر یک نمونه‌برداری بهینه برای این ده است و در زمان و هزینه‌ها صرفه‌جویی می‌شود. هم‌چنین شکل ۲ نشان می‌دهد که تا حدود ۸۰۰ متری تغییرات ثابت بوده، ولی از ۸۰۰ متر به بعد، مقدار واریوگرام رو به افزایش است که نشان‌دهنده‌ی وجود روند در واریوگرام است و کریجینگ معمولی در این خصوص نمی‌تواند واقعیت منطقه را نشان دهد. با توجه به این‌که در منطقه، بعضی ویژگی‌ها به خصوص شوری در نواحی بایر و کشاورزی خیلی متفاوت بودند، کریجینگ معمولی، به خصوص در برآورده نقاط مرزی، دچار خطای زیادی است و استفاده از روش‌های دیگر کریجینگ مثل کریجینگ جامع، پیشنهاد داده می‌شود. در مقایسه کارایی برخی روش‌های زمین آمار برای پیش‌بینی پراکنش مکانی شوری خاک، اسکوویی و همکاران (۱) در تحقیقی بیان کردند که هر دو روش کریجینگ و کوکریجینگ قابلیت کاربرد برای برآوردهای مکانی اندازه‌گیری نشده شوری در منطقه را دارند ولی در مقایسه، روش کوکریجینگ گرچه انحراف برآورده کمتری دارد از خطای بیشتری برخوردار است ولی این دو روش زمین

شیمیایی خاک، از جمله pH به وسیله‌ی الکترود شیشه‌ای (۱۸)، شوری یا قابلیت هدایت الکتریکی عصاره‌ی اشبع خاک توسط EC متر، بور قابل جذب به روش آزمون آج (۵) تعیین گردیدند. هم‌چنین ویژگی نسبت جذب سدیم (SAR) محاسبه و بررسی شد. در این پژوهش، ویژگی‌های آماری (تعداد، حداکثر، حداقل، میانگین، میانه، چولگی، انحراف معیار و واریانس) توسط نرم‌افزار SPSS محاسبه و بررسی گردیدند. هم‌چنین، توزیع داده‌ها به سه روش هیستوگرام، بررسی چولگی و کشیدگی و آزمون آماری کولموگروف- اسمیرنف مورد بررسی قرار گرفت و در صورت نرمال نبودن توزیع داده‌ها از تبدیل لگاریتمی استفاده گردید (یکی از شروط استفاده از زمین آمار نرمال بودن داده‌ها است که در این تحقیق شوری و بور نرمال نبوده که پس از تبدیل لگاریتمی داده‌ها نرمال شده و نمودارهای مربوطه توسط GS<sup>+</sup> رسم شدند).

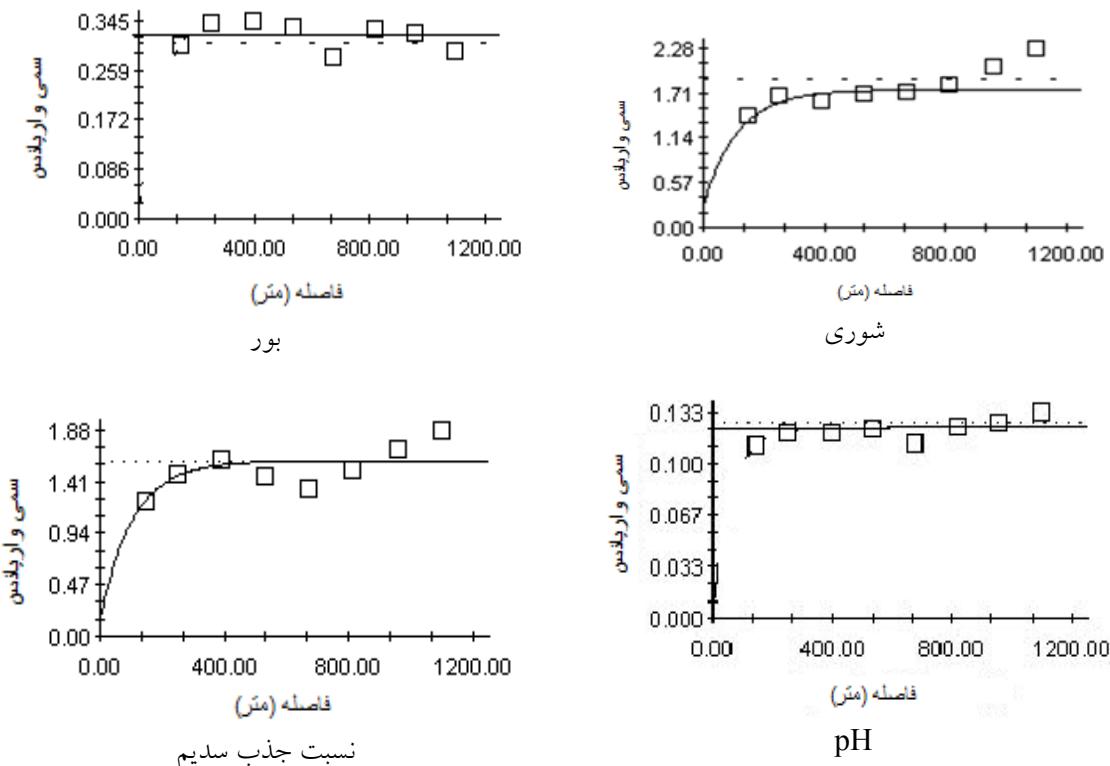
در خصوص تجزیه و تحلیل زمین‌آماری نیز واریوگرام‌های ویژگی‌های مورد نظر رسم و اجزای آن توصیف گردیدند و سپس با استفاده از کریجینگ معمولی، نقشه‌های پهنه‌بندی شوری، بور و SAR در منطقه رسم شدند. در این پژوهش برای بررسی‌های زمین‌آماری، از نرم‌افزار Variowin برای رسم واریوگرام‌ها و مدل‌ها و از GS<sup>+</sup> برای کریجینگ معمولی، استفاده گردید.

## نتایج و بحث

برخی از ویژگی‌های آماری خصوصیات خاک در منطقه، در

جدول ۲. مدل واریوگرامها و پارامترهای آن برای ویژگی‌های مختلف خاک

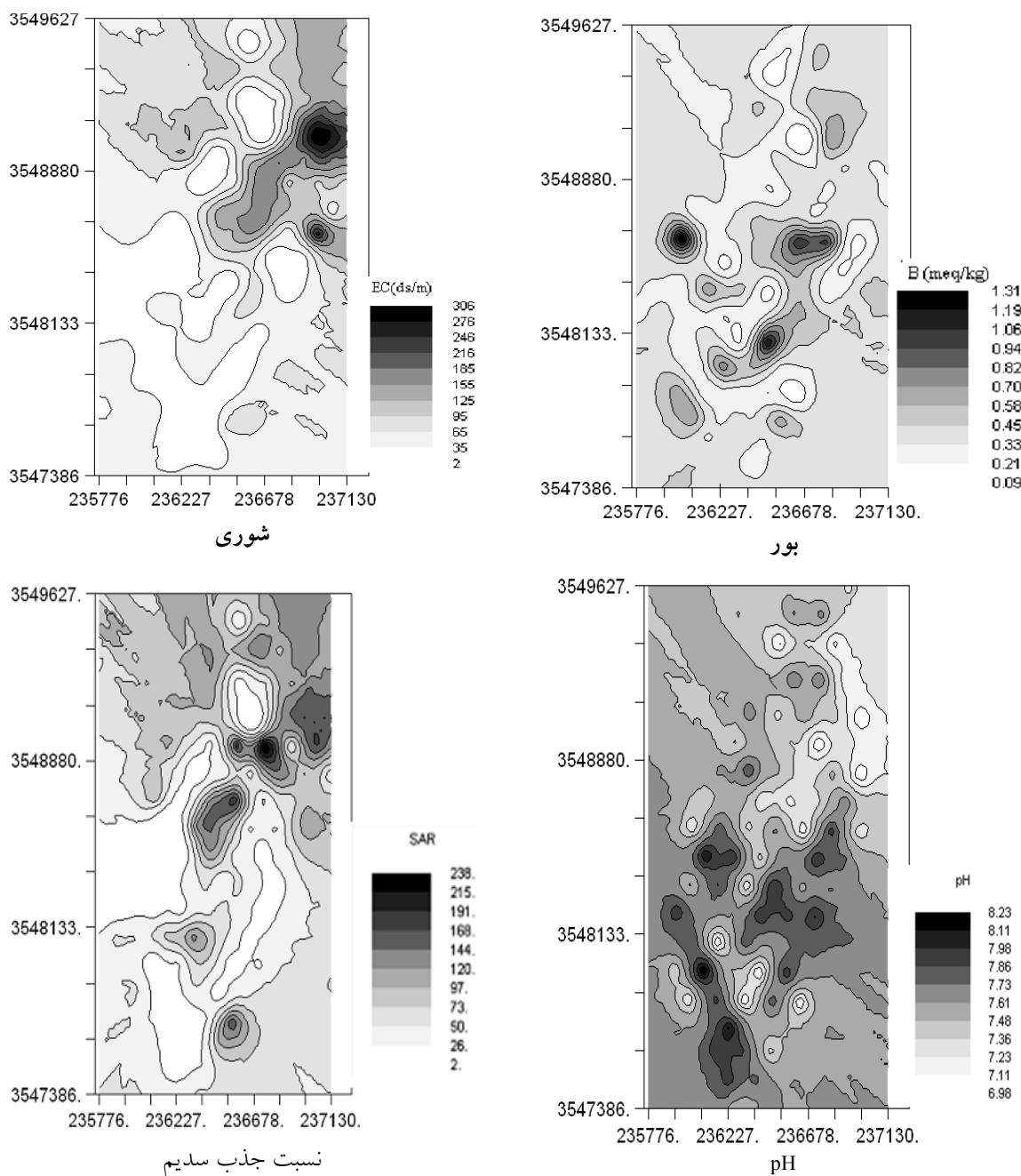
MSE	نسبت اثر قطعه‌ای به سقف	دامنه	سقف	اثر قطعه‌ای	مدل	متغیر
۱۳/۴	۰/۱۶	۳۴۱	۱/۷۵	۰/۲۸	نمایی	شوری
۰/۰۰۷	۱۰۰	۱۸۲	۰/۳۲	۰/۳۲	اثر قطعه‌ای محض	بور
۰/۰۰۰۷	۱۰۰	۱۹۲	۰/۱۲	۰/۱۲	اثر قطعه‌ای محض	واکنش خاک
۴/۲۹	۰/۰۹۷	۳۱۸	۱/۶۰	۰/۱۵	نمایی	نسبت جذب سدیم



شکل ۲. واریوگرام‌های همه جهت

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 (۸). در مورد شوری، این نسبت برابر ۰/۱۶ است (جدول ۲). در جدول ۲.

آماری در مقایسه با میانگین متحرک وزن دار، تخمین‌های بهتری از شوری به دست دادند همچنین در این تحقیق مدل گوسی مدل مناسب انتخاب شد. نسبت اثر قطعه‌ای به سقف، یکی از فاکتورهای مهم در سنجش میزان وابستگی مکانی



شکل ۳. نقشه‌ی کریجینگ دوبعدی پارامترهای خاک

نقشه‌ی دوبعدی کریجینگ شوری خاک، نشان می‌دهد که در قسمت شمال و شمال شرق محل نمونه‌برداری، یعنی محل‌های مرتفع و بایر، بیشترین مقدار شوری مشاهده می‌شود.

پارامترهای واریوگرام و همچنین مربع خطای تخمین آورده شده‌اند که کمترین خطای تخمین مربوط به داده‌های بور و pH است.

جدول ۳. ضریب همبستگی بین شوری و نسبت جذب سدیم توسط آزمون‌های اسپیرمن و پیرسون

N=۹۰	SAR	LogSAR
EC ضریب همبستگی اسپیرمن	۰/۷۷**	
LogEC ضریب همبستگی پیرسون	۰/۸۰۵**	

\*\* معنی دار در سطح ۱ درصد

جدول ۴. ضریب همبستگی بین بور و شوری، بور و رس توسط آزمون‌های اسپیرمن و پیرسون.

N=۹۰	EC	LogEC	CLAY	LogCLAY
B ضریب همبستگی اسپیرمن	۰/۴۱۶**		۰/۴**	
LogB ضریب همبستگی پیرسون	۰/۳۹۶**		۰/۲۴*	

\*: معنی دار در سطح ۱ درصد. \*\*: معنی دار در سطح ۵ درصد.

برای دو پارامتر بور و pH، مدل اثر قطعه‌ای محض (pure Nugget) است که بیان‌گر وابستگی مکانی ضعیف برای این دو پارامتر است که نشان می‌دهد فاصله نمونه‌برداری زیاد بوده و تغییرپذیری را نشان نمی‌دهد بنابراین باید در مطالعات آتی فواصل کمتری را انتخاب نمود تا روند تغییرات نشان داده شوند.

براساس آزمون اسپیرمن و پیرسون بین نسبت جذب سدیم و شوری همبستگی مثبتی وجود داشته (در سطح ۱ درصد معنی دار) که بیان‌گر این است که املاح بیشتر سدیم‌دار هستند (جدول ۳). نتایج شوری نشان دادند که خاک‌های منطقه‌ی مورد بررسی از نظر شوری، دارای تغییرپذیری زیادی می‌باشند. قانع مطلق و همکاران (۲)، پژوهشی را به منظور تهیه‌ی نقشه‌ی شوری منطقه‌ی زراعی شمال شرقی داشت آق‌قلاءنجام دادند و گزارش کردند که خاک‌های مورد مطالعه، دارای تغییرپذیری زیاد مکانی از لحاظ مقدار شوری هستند. لیش و همکاران (۱۴)، در تهیه‌ی نقشه‌ی شوری ۱۳ هکتار از اراضی کشاورزی آمریکا، گزارش نمودند که این ویژگی، تغییرپذیری مکانی زیادی در منطقه دارد. جیمز و همکاران (۱۱) نیز تغییرپذیری مکانی زیادی را در مورد شوری خاک‌های بریتانیا گزارش کردند.

دامنه‌ی تغییرات بور قابل جذب، ۰/۰۷ تا ۱/۶ میلی‌گرم بر

در نقاط با ارتفاع کمتر، به علت کشت و کار و آبیاری محصولات، نمک شسته‌شده و به اعماق می‌رود، درنتیجه در عمق مورد بررسی (صفراً ۳۰ سانتی‌متری)، شوری کمتر است. در کل، شوری منطقه‌ی مورد بررسی زیاد می‌باشد. نتایج نشان داد که خاک‌های منطقه‌ی مورد مطالعه از نظر شوری، دارای تغییرپذیری زیادی می‌باشند. احتمالاً تغییر کاربری اراضی در نقاط مختلف منطقه، باعث ایجاد این تغییرپذیری زیاد در شوری شده‌است.

نقشه‌ی کریجینگ دوبعدی بور نشان می‌دهد که در کل، مقدار بور قابل جذب منطقه‌ی زیاد نیست و مشکل سمیت بور در منطقه وجود ندارد. حتی می‌توان کمود بور را در برخی نواحی به صورت لکه‌ای مشاهده نمود. درنتیجه، علاوه مشاهده شده که شبیه به سمیت بور بوده، مربوط به سمیت بور نیست و باید علت آنها را در عوامل دیگری جستجو نمود. همان‌طور که در نقشه‌ی کریجینگ دوبعدی pH خاک مشاهده می‌شود، بیشترین pH در نواحی تحت کشت است که ممکن است آبیاری و شست و شوی املاح و کاهش شوری خاک، موجب افزایش pH در نقاط زیر کشت باشد. اغلب گیاهان در محدوده pH خاک بین ۶ تا ۸ به خوبی رشد می‌کنند. بنابراین از نظر pH، برای رشد گیاهان مشکلی جدی وجود ندارد. با توجه به جدول ۲، مدل مناسب

که با افزایش شوری خاک، مقدار بور قابل جذب به حد قابل توجهی افزایش یافت. ملکوتی و کشاورز(۴) گزارش کردند که شوری، موجب حلالیت بور نامحلول خاک شده و احتمالاً موجب مسمومیت بور در محصولات زراعی که در این شرایط رشد می‌کنند، خواهد شد. آزمون همبستگی پرسون و اسپیرمن، معنی دار بودن همبستگی بین EC و مقدار بور را در سطح یک درصد در نواحی تحت کشت نشان دادند(جدول ۴).

### نتیجه‌گیری کلی

با توجه به وجود اراضی بایر و کشاورزی در منطقه‌ی مورد بررسی، برای برآورده دقيق‌تر نقاط مرزی، بهتر است از روش‌های دیگر کریجینگ مثل کریجینگ جامع که دقت بالاتری دارند استفاده کرد. نتایج این پژوهش نشان داد که مشکل شوری در منطقه نسبتاً زیاد بوده و کشت محصولات مقاوم به شوری ارجح می‌باشد. هم‌چنین نتیجه‌ی مهمی که در این پژوهش بدست آمد، مربوط به نبود وجود بور در حد سمیت در خاک می‌باشد. بنابراین، ذهنیت موجود در خصوص سمیت بور بهویژه در میان کارشناسان کشاورزی، به احتمال قوی صحیح نیست. البته بایستی وضعیت بور در گیاه و آب آبیاری نیز برای نتیجه‌گیری دقیق‌تر بررسی شود.

### تشکر و قدردانی

از حوزه‌ی معاونت محترم پژوهشی دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، بهدلیل حمایت‌های مالی در انجام این پژوهش قدردانی می‌گردد.

کیلوگرم است. منگل و کربکی (۱۵): پاور و ویلر (۱۷) گزارش کردند که کمبود و سمیت بور زمانی پدید می‌آید که غلظت آن، به ترتیب، کمتر از یک و بیش از پنج میلی‌گرم در کیلوگرم خاک باشد. بنابراین، در منطقه‌ی مورد مطالعه، مشکل سمیت بور وجود ندارد. ملکوتی و کشاورز (۴) گزارش کردند که عواملی مانند نوع مواد مادری، بافت خاک، غلظت نمک‌های محلول، رطوبت خاک، pH خاک، دمای خاک و غیره، بر غلظت بور در خاک مؤثر هستند. گلوبیگ و گلدبرگ (۱۰) گزارش کردند که بین میزان بور محلول و بور جذب سطحی شده در خاک با pH خاک، همبستگی معنی‌داری وجود دارد و میزان بور محلول و جذب سطحی بور با افزایش pH خاک در محدوده‌ی ۳ تا ۹، افزایش و در دامنه‌ی ۱۰ تا ۱۱/۵ دوباره کاهش می‌یابد. رسم نقشه‌ی کریجینگ دو بعدی در این تحقیق نشان می‌دهد که بیشترین مقدار بور در مرکز منطقه است، ولی همبستگی بور و pH در آزمون پرسون و اسپیرمن معنی‌دار نبود. دلیل آن احتمالاً مربوط به تغییرات کم pH در منطقه است که بین حدود ۷ تا ۸/۳ بود. بافت‌های متوسط و درشت خاک، غالباً دارای بور کمتری نسبت به بافت‌های ریز و رسی هستند. در پژوهش‌های انجام شده، موآپوریان و شولا(۱۶) گزارش کردند که بین رس خاک و میزان بور همبستگی مثبتی وجود دارد.

در این مطالعه، همبستگی بین بور و رس در آزمون اسپیرمن، در سطح ۱ درصد و در آزمون پرسون، در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود(جدول ۴).

میزان بور محلول در خاک با افزایش میزان قابلیت هدایت الکتریکی عصاره‌ی اشبع خاک زیاد می‌شود. نتایج حاصل از تحقیق بر روی دو نوع خاک در پنجاب هندستان، نشان داد

## منابع مورد استفاده

۱. سکوتی اسکوئی، ر.، م.، ح. مهدیان، ش. محمودی و ا. قهرمانی. ۱۳۸۵. مقایسه کارآیی برخی روش‌های زمین‌آماری برای پیش‌بینی پراکنش مکانی شوری خاک، مطالعه موردی دشت ارومیه. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باگبانی. ۷۴: ۲۵-۴۰.
۲. قانعی مطلق، غ.ر.، ع. پاشایی اول، ف. خرمالی و الف. مساعدي. ۱۳۸۷. تهیه نقشه شوری خاک به منظور مدیریت ویژه خاک‌های شور (مطالعه موردی: بخشی از اراضی زراعی شمال‌شرقی دشت آق‌قلای). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۵(۶): ۸۲-۷۵.
۳. کردوانی، پ. ۱۳۸۱. حفاظت خاک، چاپ ششم. انتشارات دانشگاه تهران. تهران. ۲۸۸ صفحه.
۴. ملکوتی، م.ج. و پ. کشاورز. ۱۳۸۱. نگرشی بر حاصلخیزی خاک‌های ایران (شناسایی و بهره‌برداری). وزارت جهاد کشاورزی، مؤسسه تحقیقات خاک و آب. انتشارات سنا. تهران. ۲۷۴ صفحه.
۵. منطقی، ن. ۱۳۵۶. گزارش نهایی تشریح روش‌ها و بررسیهای آزمایشگاهی روی نمونه‌های خاک و آب. موسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه ۱۶۸۴: ۱۵۲-۱۵۳.

6. Adriano, D.C. 1986. Trace Elements in the Terrestrial Environment. Spring-verlag, New York, Spring-verlag. (Ed.), pp. 533.
7. Alpaslan, M. and A. Gunes. 2001. Interactive effects of boron and salinity stress on the growth, membrane permeability and mineral composition of tomato and cucumber plants. Plant Soil 236: 123-128.
8. Cambardella, C.A., T.B. Moorman, J.M. Nowak, 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.
9. Flowers, T. J., M. A. Hajibagheri and N. J. W. Clipson. 1986. Halophytes. Annu. Rev. Biol. 61:313-337.
10. Goldberg, S. and R. A. Glaubig. 1986. Boron adsorption on California soils. Soil Sci. Soc. of Am. J. (SSSA Journal), 50: 1176- 1183.
11. James, I.T., T.W. Waine, R.I. Bradley, J.C. Taylor and R.J Godwin. 2003. Determination of Soil Type Boundaries using Electromagnetic Induction Scanning Techniques. Biosystems Eng., 86: 4. 421-430.
12. Kent, G., J. Apostol, Z. wiazek and D. Michael. 2002. NaCl and Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> alter responses of Jack pine (*Pinus banksiana*) seedlings to boron. Plant Soil, 240: 321-329.
13. Khosravinejad, F., R. Heydari and T. Farboodnia. 2008. Effects of salinity on photosynthetic pigments, respiration, and water content in two barley varieties. J. Biol. Sci. 11(20): 2438-2442.
14. Lesch, S.M., D.L. Corwin and D.A. Robinson. 2005. Apparent soil electrical conductivity mapping as an agricultural management tool in arid zone soils. Computers and Electronics in Agriculture. Elsevier 46: 351-378.
15. Mengle, K. and E. A. Kirekby. 1987. Principles of Plant Nutrition. 4<sup>th</sup> (Ed.), International potash Institute, Bern, Switzerland, P: 559-572.
16. Moafpourian, G. R. and L. M. Shula. 2002. Status of available boron in major soil series of Delhi. Ann. Agric. Res. New series, 23(4): 554-557.
17. Power, I. L., D. M. Wheeler. 1995. Compare of plant uptake and plant toxicity of various ions in wheat. Plant Soil. 172:167-173.
18. Richards, L. A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U. S. D. A. Handbook., Washington, DC. (Ed.), USA. p. 60.
19. Satti, S. M. E. and M. Lopez. 1993. Salinity induced in vegetative and reproductive growth in tomatoes. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 25:5-6.