تغییرات مکانی شوری و بور قابل جذب در خاک‌های منطقه حسین‌آباد یزد

مریم مصلایی[1*]، حسین شیرانی[1]، وحید مظفری[1] و عیسی اسفندیارپور[1]

(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 یزد می‌باشد، علاوه‌بر مشکل شوری، علایمی شبیه سمیت بور در محصولات مشاهده شده‌اند. لذا این‌تحقیق با هدف ارزیابی و تحلیل تغییرات مکانی شوری خاک به‌عنوان یکی از جنبه‌های تخریب خاک و تهیه‌ی نقشه‌ی پراکنش مکانی شوری و بور قابل جذب خاک انجام شد. الگوی نمونه‌برداری به‌صورت 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 تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها و بررسی وضعیت توزیع آن‌ها، به‌منظور پهنه‌بندی متغیرهای مزبور از تخمینگر کریجینگ استفاده گردید. نتایج نشان داد که منطقه، دارای مشکل شوری و فاقد سمیت بور می‌باشد. با توجه به‌نسبت اثر قطعه‌ای 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 خاک، بین ۰/۰۷ تا ۱/٦ 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 اسپیرمن 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 سدیم‌دار 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

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.70.6.5]

مقدمه

در بخش وسیعی از جهان به‌خصوص در نواحی خشک و نیمه‌خشک، شوری آب و خاک از عوامل محدودکننده‌ی رشد گیاه به‌شمار می‌آید. طبق تخمین سازمان محیط زیست ایالات متحده‌ی آمریکا، 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 آبیاری‌شده، 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.

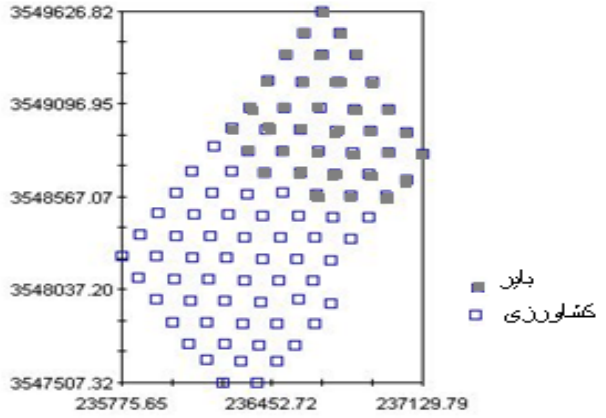
بور (B) در ارتباط با نمک‌های دیگر است (۱۲). غلظت‌های زیاد بور در خاک، مربوط به خاک‌های شور و آب چاه‌های شور است ، زیرا بور احتمالاً خیلی آهسته‌تر از آنیون‌های دیگر در طی آبشویی جابه‌جا می‌شود (۷). مشکلات سمیت بور در نواحی خشک جهان گزارش شده‌است (۱۲).

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 به‌صورت نوک سوختگی و لب سوختگی مشاهده می‌شود و در برخی محصولات علایم سمیت بور به صورت مرگ سرشاخه‌ها در اندام‌های هوایی جوان، چسبندگی زیاد در زاویه سطح فوقانی دمبرگ با ساقه و زخم‌های قهوه‌ای و چوب‌پنبه‌ای 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. پهنه‌بندی شوری و بور با استفاده از علم زمین آمار، یکی از راه‌کارهای بسیار مفید برای توصیف وضعیت شوری و بور در منطقه است که به‌وسیله‌ی 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 (٦). این علم، یکی از دقیق‌ترین روش‌هایی است که علاوه‌بر توصیف تغییرات زمانی و مکانی داده‌ها، قادر به تهیه‌ی نقشه‌های پراکندگی ویژگی‌های خاک (از قبیل شوری و بور) با حداقل واریانس ممکن می‌باشد (٦).

یکی از تکنیک‌های درون‌یابی 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 نااریب (در مفهوم حداقل پراکندگی و واریانس) می‌باشد (۳). در منطقه‌ی حسین‌آباد یزد که یکی از مناطق مهم کشاورزی شهرستان یزد می‌باشد، علاوه‌بر مشکل شوری، علایمی شبیه سمیت بور در محصولات مشاهده می‌شود (نوک‌سوختگی و لب‌سوختگی و در برخی محصولات علایم به‌صورت مرگ سرشاخه‌ها در اندام‌های هوایی جوان، چسبندگی زیاد در زاویه سطح فوقانی دمبرگ با ساقه و زخم‌های قهوه‌ای و چوب‌پنبه‌ای در طول ساقه و دمبرگ). به‌طوری که، بسیاری از کارشناسان این

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.70.6.5]



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

علایم را ناشی از وجود بور قابل جذب زیاد در خاک می‌دانستند. لذا این پژوهش به‌منظور 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

استان یزد با مساحتی در حدود ۱۳۱۵۷۵ کیلومترمربع، 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 شمال‌غربی استان واقع شده‌است. شمال و شمال‌شرقی منطقه‌ی مورد بررسی (حسین آباد)، دارای 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 به‌هم می‌باشند (کرت‌های کوچک)(شکل ۱). در شمال منطقه، خانه‌های اهالی این روستا واقع شده‌اند. رده‌ی خاک منطقه اریدیسول تا انتی‌سول می‌باشد.

مطالعات صحرایی، 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. درمجموع، ۱۰۴ نمونه‌ی خاک از منطقه برداشت شد که پس از هواخشک شدن و عبور از الک ۲ میلی‌متری، به‌منظور تجزیه‌های آزمایشگاهی، به آزمایشگاه منتقل شدند. برخی از ویژگی‌های

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.70.6.5]

جدول ۱. خصوصیات آماری پارامترهای مورد مطالعه

متغیر	میانگین	میانه	حداقل	حداکثر	درصد ضریب تغییرات	انحراف‌معیار	چولگی	کشیدگی
شوری (dS/m)	٦٢/٨١	۴٧/٩۵	٢	۴٠٢	١١٠/٦	٦٩/۵	٢/۴	٨/۵٢
بور	٠/٣٩	٠/٣٣	٠/٠٧	١/٦	٦۵/٧	٠/٢۵	٢/٣۴	٧/٣٢
واکنش خاک	٧/۵۴	٧/۵٦	٦/٩	٨/٣٩	۴/٧	٠/٣۵	٠/٠٠٣	-٠/٨
نسبت جذب سدیم $(mmol/l)^{0.5}$	١١٣	٧١/٠٦	١/٨٣	٦٣٨	١٠٨	١٢٣	١/٨١	٣/٨۴

شیمیایی خاک، ازجمله pH به‌وسیله‌ی الکترود شیشه‌ای (۱۸)، شوری یا قابلیت هدایت الکتریکی عصاره‌ی اشباع خاک توسط EC متر، بور قابل جذب به‌روش آزومتین-اچ (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 درصورت 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^+ 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 واریوگرام ها و مدل‌ها و از +GS برای کریجینگ معمولی، استفاده گردید.

نتایج و بحث

برخی از ویژگی‌های آماری خصوصیات خاک در منطقه، در جدول ۱ ارائه شده‌اند.

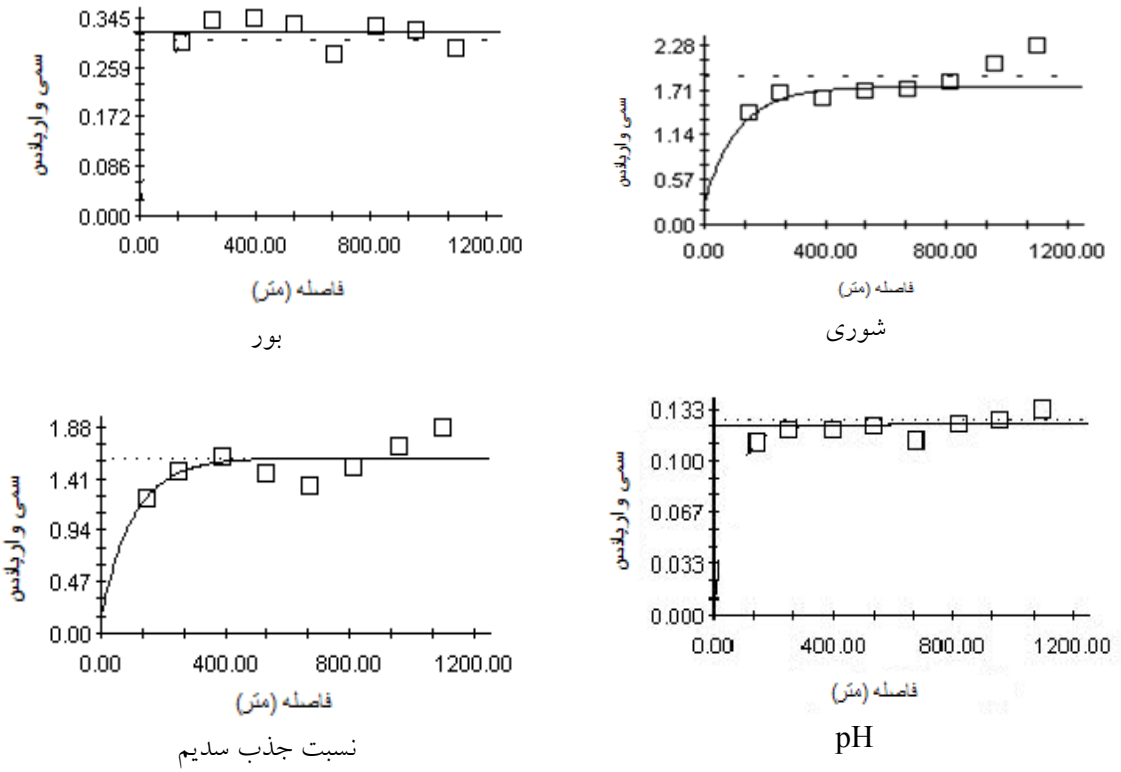
در مورد شوری، با توجه به شکل واریوگرام (شکل ۲)، و فاصله‌ی نمونه‌برداری در این تحقیق که ۱۵۰ متر است، می‌توان گفت احتمالاً و براساس تخمین زمین‌آماری تا فاصله‌ی ۳۴۱ متری می‌توان فاصله‌ی نمونه‌برداری را افزایش داد و شکل واریوگرام تغییری نخواهد داشت که بیان‌گر یک نمونه‌برداری بهینه برای این ده است و در زمان 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 به‌خصوص شوری در نواحی بایر و کشاورزی خیلی متفاوت بودند، کریجینگ معمولی، به‌خصوص در برآورد 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، اسکویی و همکاران (۱) در تحقیقی بیان کردند که هر دو روش کریجینگ و کوکریجینگ قابلیت کاربرد برای برآورد داده‌های مکانی اندازه‌گیری نشده شوری در منطقه را دارند ولی در مقایسه، روش کوکریجینگ گرچه انحراف برآورد کمتری دارد از خطای بیشتری برخوردار است ولی این دو روش زمین

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.70.6.5]

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

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

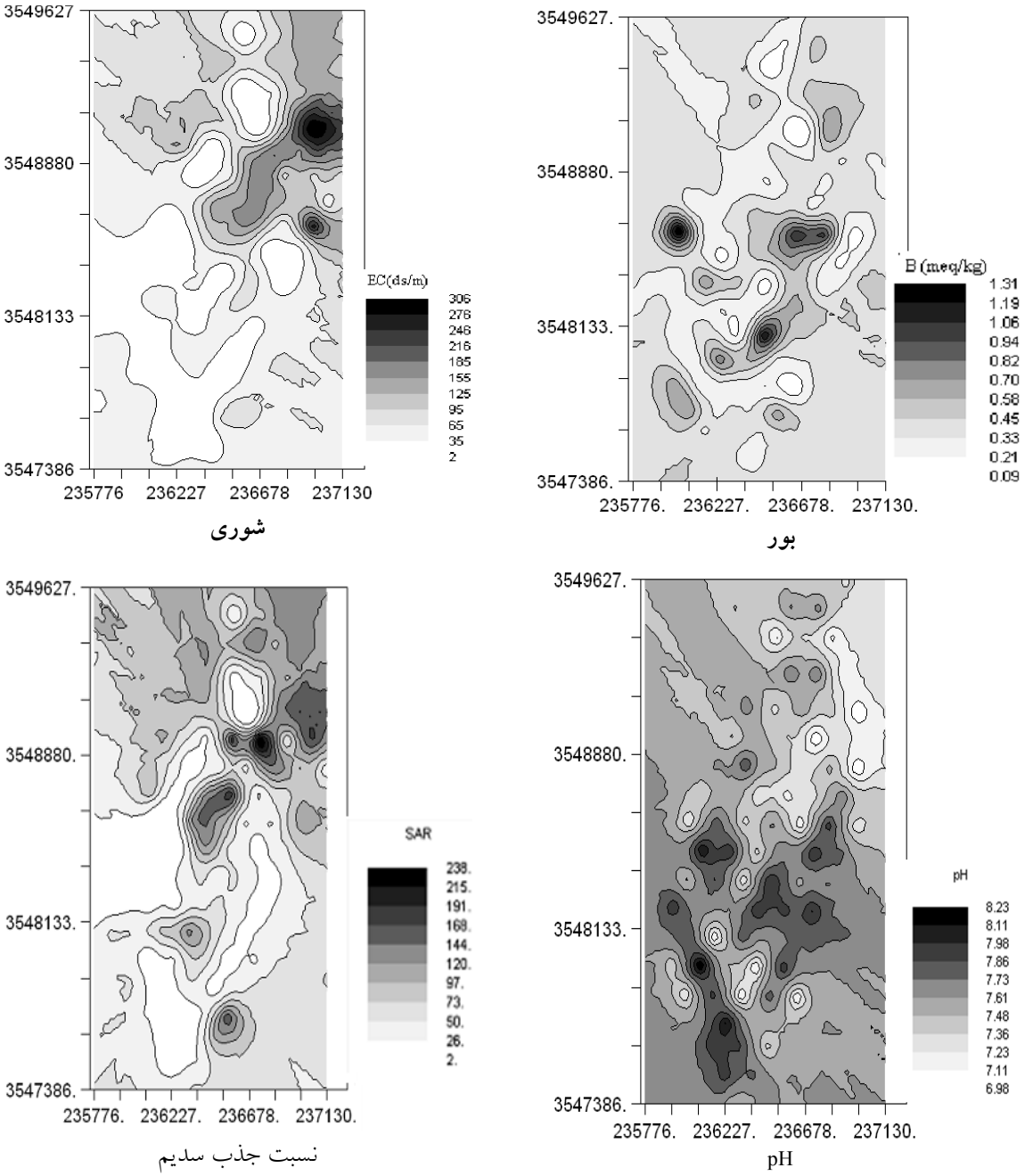


شکل۲. واریوگرام‌های همه جهته

آماری در مقایسه با میانگین متحرک وزن‌دار، تخمین‌های بهتری از شوری به‌دست 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 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.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.70.6.5]



شکل ۳. نقشه‌ی کریجینگ دوبعدی پارامترهای خاک

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

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.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.70.6.5]

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**

**معنی‌دار در سطح ۱ درصد

جدول۴. 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*

**: معنی‌دار در سطح ۱ درصد. *: معنی‌دار در سطح ۵ درصد.

در نقاط با ارتفاع کمتر، به‌علت کشت و کار و آبیاری محصولات، نمک شسته‌شده و به اعماق می‌رود، درنتیجه در عمق مورد بررسی (صفر تا۳۰ 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 کمبود بور را در برخی نواحی به‌صورت لکه‌ای مشاهده نمود. درنتیجه، علائم 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 محدوده‌ی pH خاک بین ۶ تا ۸ به‌خوبی رشد می‌کنند. بنابراین از نظر pH، برای رشد گیاهان مشکلی جدی وجود ندارد. با توجه به جدول ۲، مدل مناسب 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 معنی‌دار) 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. قانعی مطلق و همکاران (۲)، پژوهشی را به‌منظور تهیه‌ی نقشه‌ی شوری منطقه‌ی زراعی شمال شرقی دشت آق‌قلا انجام 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

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.70.6.5]

کیلوگرم است. منگل و کرکبی (۱۵)؛ پاور و ویلر(۱۷) گزارش کردند که کمبود و سمیت بور زمانی پدید می‌آید که غلظت آن، به‌ترتیب، 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 سطحی‌شده 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 میابد. رسم نقشه‌ی کریجینگ دوبعدی در این تحقیق نشان می‌دهد که بیشترین مقدار بور در مرکز منطقه است، ولی همبستگی بور و pH در آزمون پیرسون 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 پیرسون، در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود(جدول۴).

میزان بور محلول در خاک با افزایش میزان قابلیت هدایت الکتریکی عصاره‌ی اشباع خاک زیاد می‌شود. نتایج حاصل از تحقیق بر روی دو نوع خاک در پنجاب هندوستان، نشان داد 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 پیرسون و اسپیرمن ، معنی‌دار 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 برآورد دقیق‌تر 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 به‌دست 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.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.70.6.5]

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 باغبانی.۷۴ : ۲۵-۴۰.

۲. قانعی مطلق، غ.ر.، ع. پاشایی اول، ف. خرمالی و الف. مساعدی. ۱۳۸۷. تهیه نقشه شوری خاک به‌منظور مدیریت ویژه خاک‌های شور (مطالعه موردی: بخشی از اراضی زراعی شمال‌شرقی دشت آق‌قلا). 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. ۱۳۵٦. گزارش نهایی تشریح روش‌ها و بررسیهای آزمایشگاهی روی نمونه‌های خاک و آب. موسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه۱٦۸: 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 centeral 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 NA2SO4 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. 4th (Ed.), International potash Institute, Bern, Switcherland, P: 559-572.
16. Moa fpourian, 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.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.70.6.5]