جغرافیا و مخاطرات محیطی، شمارهٔهفتم، پاییز۱۳۹۲

صص ۱۳۶-۱۲۳

استخراج پهنه‌های شوری خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک با استفاده از نظریه زمین‌آمار (استان اصفهان)

سمیه صدر[۱]- مربی خاکشناسی، هیئت علمی دانشگاه پیام نور،کرمان، کشکوئیه، ایران

مجید افیونی- استاد خاکشناسی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

زهرا موحدی راد – مربی خاکشناسی، هیئت علمی دانشگاه پیام نور،کرمان، رفسنجان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۵/۱۷ تاریخ تصویب:۱۳۹۲/۹/۹

چکیده

افزایش جمعیت در سال‌های اخیر و رشد سریع مصرف آب شرب و آبیاری، که متاسفانه با گرم شدن تدریجی کره زمین و خشکسالی‌های منطقه خاورمیانه نیز همزمان بوده است، نیاز آبی موثر برای گیاهان را بالا برده است. این موضوع در عمل، خطر انهدام پوشش گیاهی و کویرزایی افزایشی در مناطق خشک و نیمه خشک را در بر دارد. این فرایند در نظر بسیاری از صاحب‌نظران یکی از خطراتی است که جوامع بشری رو به رشد را به قهقرا می‌کشاند. در این میان، استان اصفهان، به عنوان یکی از مراکز کشاورزی ایران که شرایط اقلیمی خشک و نیمه‌خشک بر آن حاکم است، از این روند مخرب در امان نیست. مسلماً آگاهی از نحوه پراکنش شوری خاک، از مهم‌ترین امور در شناسایی مناطق بحرانی، برنامه‌ریزی، مدیریت و بهره‌برداری از منابع خاک و همچنین توزیع آب جهت اصلاح خاک می‌باشد. در این پژوهش، شاخه‌ای از علم آمار کاربردی به نام زمین‌آمار، جهت تهیه نقشه‌های شوری خاک بکار گرفته شده است. در این مطالعه نمونه‌برداری به روش تصادفی نظام‌دار به تعداد ۲۵۵ نمونه از عمق ۰-۲۰ سانتی‌متری سطح خاک، انجام شد. هدایت الکتریکی در نمونه‌های خاک اندازه‌گیری گردید. تغییرنمای جهتی متغیر مورد بررسی، رسم و پس از کنترل اعتبار تغییرنما و به دست آوردن خطای تخمین، بهترین مدل تغییرنما انتخاب شد و پارامترهای آن برای انجام کریجینگ و ترسیم نقشه توزیع شوری مورد استفاده قرار گرفت.

کلید واژه‌ها: هدایت الکتریکی، WinGslib، کریجینگ، تغییرات مکانی.

۱ نویسندهٔ مسئول: ۰۹۱۳۹۹۳۱۰۸۹ Email: 2716sadr@gmail.com

۱. مقدمه

طبیعت در طول تاریخ، چهره خشن خود را با پدیده‌های ویرانگری نظیر زمین‌لرزه، فوران آتشفشان، خشکسالی و غیره به انسان نشان داده و شالوده زندگی بشر را از بدو پیدایش آن، با خطر مواجه کرده است. اما امروزه به علت مداخله بی‌رویه انسان در محیط زیست ابعاد این قبیل بلایا گسترده‌تر شده و از چارچوب مفاهیم رایج آن فراتر رفته است. انسان همواره به توسعه، که لازمه آن منابع طبیعی است، نیازمند بوده و بر این اساس سیمای طبیعت به ویژه زمین را تغییر داده است. از طرفی افزایش جمعیت، پیشرفت فناوری و در نتیجه گسترش فرهنگ مصرف و به دنبال آن نیاز بشر به منابع طبیعی و انرژی، موجب تغییرات شدیدتر و گسترده‌تر از گذشته در محیط زیست شده است. در این میان می‌توان شور شدن خاک را به عنوان یک خطر قابل توجه برای جوامع بشری در نظر گرفت که دامنه آن روز به روز در حال افزایش است(زهتابیان وهمکاران، ۱۳۸۵: ۳٦۹). هر چند که شور شدن خاک مانند سایرمخاطرات محیطی اثرات سریع و آنی ندارد(مترنیچ و همکاران[1]،۲۰۰۳: ۱) اما به دلیل عواقبی که بر زندگی بشری دارد در دنیای امروز بسیار مورد توجه قرار گرفته است و به عنوان یک مخاطره محیطی شدید مدنظر قرار گرفته است(یو و همکاران[2]،۲۰۱۰: ۱۹۵۲). به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک این معضل تاثیر بسیار زیادی برافزایش جمعیت و تأمین غذای مورد نیاز آنها نهاده است(فریفته و همکاران، ۲۰۰٦: ۱۹۲). مساحت کلی اراضی سطح زمین ۱۳/۲ میلیارد هکتار است که ۷ میلیارد هکتار از آن قابل کشت و ۱/۵ میلیارد هکتار تحت کشت است ونکته نگران‌کننده این است که ۲۳ درصد از اراضی تحت کشت در اراضی شور قرار دارند(سپاسخواه و همکاران،۱۹۸٦ :٤۰). درصد قابل توجهی از زمین‌های تحت آبیاری جهان در مناطق خشک و نیمه خشک دنیا واقع شده است و به طور خاص در بسیاری از نواحی خشک جهان، نمک‌هایی که به طور طبیعی در خاک وجود دارند باید با استفاده از آب آبیاری خارج شوند. اگر این نمک‌ها در لایه‌های زیرین خاک تجمع کنند، در نهایت به سطح خاک راه یافته و خاک را تحت تأثیر نامطلوب خود قرار می‌دهند. همچنین در شرایط زهکشی ضعیف خاک، آبیاری می‌تواند سطح آب زیرزمینی را تا ناحیه ریشه گیاه بالا ببرد و موجب از بین رفتن گیاه شود. افزایش تقاضا برای آب آبیاری در اقلیم‌های نیمه‌خشک به عنوان نتیجه‌ای از افزایش جمعیت، در نهایت موجب تشدید مشکل شوری ثانویه زمین‌ها خواهد شد. شوری ثانویه، پیامد جدی کشاورزی فاریاب است و هم اکنون پایداری کشاورزی را تهدید می‌کند. لازم به ذکر است مدیریت این‌گونه بحران‌ها، ترکیبی از علم و هنر و عمل است و در این میان برنامه‌ریزی، ابزاری است که ما را از وضعیت موجود به وضعیت مطلوب می‌رساند و اولین قدم برای برنامه‌ریزی صحیح، تبیین و شناخت وضعیت موجود می‌باشد، لذا هیچ راهکاری بهتر از در دسترس بودن اطلاعات لازم و ارزیابی این اطلاعات در جهت

1 Metternicht et al
2Yo

مبارزه با بلایا و مدیریت آن وجود ندارد. امروزه مطالعات بسیاری در سطح دنیا به منظور استخراج پهنه‌های شوری خاک انجام گرفته و فناوری‌های نوین در این عرصه پیشگام شده‌اند. در این میان می‌توان تکنیک‌های زمین‌آمار[1] را نام برد. توانایی بالای این تکنیک‌ها در پهنه‌بندی فرایندهای مکانی-زمانی، این روش‌ها را به ابزار مفیدی برای مطالعه در مورد متغیرهای محیطی تبدیل کرده است. به دلیل محدودیت‌های اقتصادی و دیگر مشکلات عملی، بسیاری از خصوصیات محیطی، از جمله ویژگی‌های خاک، در نقاط معدودی نمونه‌برداری و مشاهده می‌شود. برای اطلاع پیدا کردن از وضعیت پدیده یا مقادیر کمی متغیر مورد مطالعه در نقاطی که نمونه‌برداری صورت نگرفته است، بایستی اقدام به تخمین با استفاده از داده‌های در دسترس و مدل آماری ساخته شده کرد(محمدی، ۱۳۸۵: ۸). این تکنیک با استفاده از اطلاعات حاصل از نقاط نمونه‌برداری شده، قادر به ارائه مجموعه وسیعی از تخمین‌گرهای آماری به منظور برآورد ویژگی مورد نظر در نقاط نمونه‌برداری نشده می‌باشد. تخمین مقادیر متغیرها در مکان و زمان با استفاده از داده‌های همان متغیر(متغیر اصلی) را کریجینگ و بکار بردن اطلاعات متغیرهای دیگر (متغیرهای ثانویه یا کمکی)را کوکریجینگ می‌نامند. سودمندی متغیر ثانویه در شرایطی که متغیر اصلی به هر دلیل به تعداد کمتری مورد نمونه‌برداری قرار گرفته باشد، بیشتر نمایان می‌شود(احمدالی و همکاران،۱۳۸۷: ٦٣). مطالعات متفاوتی در جهت مقایسه این دو ابزار میانیابی در جهت استخراج پهنه‌های دقیق‌تر شوری خاک انجام گرفته است. در این میان می‌توان به مطالعات ذیل اشاره نمود. عالمی و همکاران (۱۹۸۸: ۱۲۹) با مقایسه روش‌های کریجینگ و کوکریجینگ در مطالعه‌ای که هدایت الکتریکی متغیر اصلی و درصد رس، متغیر ثانویه در نظر گرفته شد به این نتیجه رسیدند که استفاده از کریجینگ بهتر است. یانل و همکاران[2](۲۰۰۷: ۸۳۹)با بررسی روش‌های مختلف زمین‌آمار در برآورد شوری خاک در اراضی شور ساحل شانکای چین با تعداد داده‌های متفاوت، دریافتند که روش کریجینگ و رگرسیون کریجینگ دقت بیشتری در برآورد شوری دارد. احمدالی و همکاران (۱۳۸۷: ٦٣) در بررسی شوری و اسیدیته عمقی خاک اعلام کردند که هرچند روش کوکریجینگ از نظر مبانی نظری بسیار قوی و قابل توجه است، ولی در مطالعه، برتری محسوسی نسبت به روش ساده‌تر کریجینگ نشان نداده است و به دلیل پیچیدگی محاسباتی روش کوکریجینگ و دشواری مدل کردن واریوگرام‌های دو جانبه، استفاده از روش کریجینگ معمولی در اولویت قرار دارد. حسینی و همکاران (۱۹۹٤: ۱۸۰۵) نیز روش کریجینگ معمولی[3]را نسبت به سایر روش‌های میانیابی دقیق‌تر دانستند. با توجه به اهمیت شوری خاک در مناطق خشک و نیمه خشک، به منظور مشخص شدن پهنه‌های شوری و پایش آن در جهت توسعه اقدامات عمرانی و زیربنایی و کشاورزی، این تحقیق با هدف تخمین شوری

1 Geostatistic
2Yanl et al
3 Ordinary Kriging

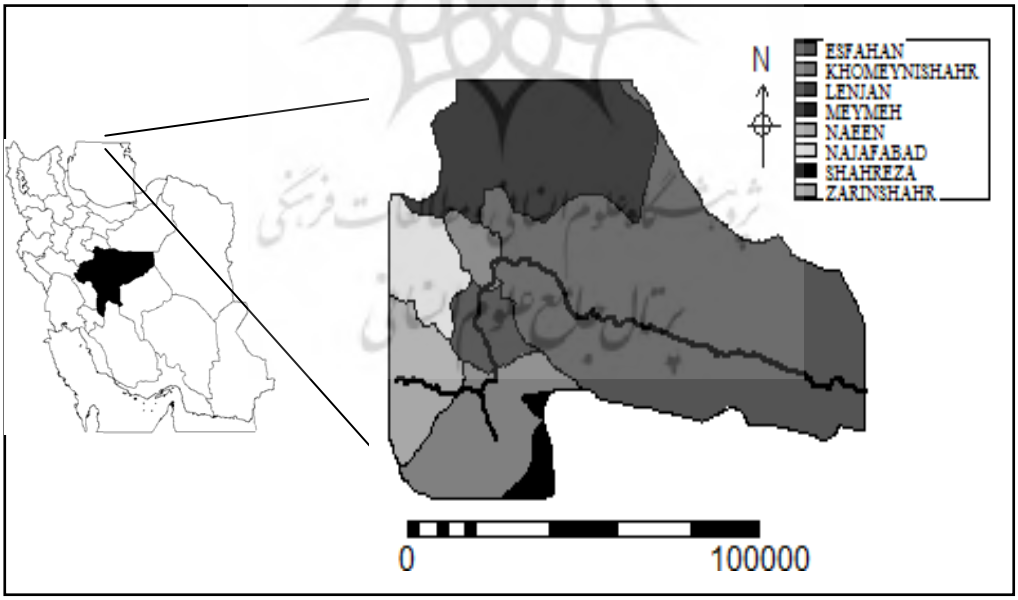
و تهیه نقشه‌های توزیع شوری در بخش‌هایی از استان اصفهان انجام گرفت. در این تحقیـق از روش کریجینـگ معمولی برای پهنه‌بندی شوری اراضی استفاده شد.

۲. منطقه مورد مطالعه

الف-منطقه مطالعاتی

این مطالعه در استان اصفهان در منطقه‌ای به وسعت ٦۸۰۰ کیلومتر مربع به مرکزیت رودخانه زاینده رود انجام گرفت(

شکل۱). این منطقه قسمت‌های وسیعی از زمین‌های کشاورزی استان و مراکز بزرگ صنعتی را در بر می‌گیرد. ارتفاع منطقه از سطح دریا به طور متوسط ۱٦۰۰ متر است و متوسط بارندگی در منطقه مطالعاتی براساس سالنامه آماری استان در یک دوره ۳۰ ساله در حدود ۱۲۰ میلی‌متر در سال می‌باشد. در مطالعه حاضر به‌علت وسعت زیاد منطقه و وجود موانع زیاد جغرافیایی و شهری از روش نمونه‌برداری تصادفی طبقه‌بندی شده استفاده شد (مولا و همکاران[1]،۲۰۰۲). نمونه‌ها از عمق ۰ تا ۲۰ سانتی‌متری از سطح خاک و در کل ۲۵۵ نمونه از کل منطقه در شبکه‌های ٤×٤ کیلومتر برداشت شد. موقعیت جغرافیایی نمونه‌ها توسط دستگاه GPS تعیین گردیده و کاربری محل نمونه‌برداری ثبت شد. شکل ۲ موقعیت نقاط نمونه‌برداری را با تفکیک نوع کاربری نشان می‌دهد. موقعیت جغرافیایی در کلیه نقشه ها به صورت UTM گزارش شده است.

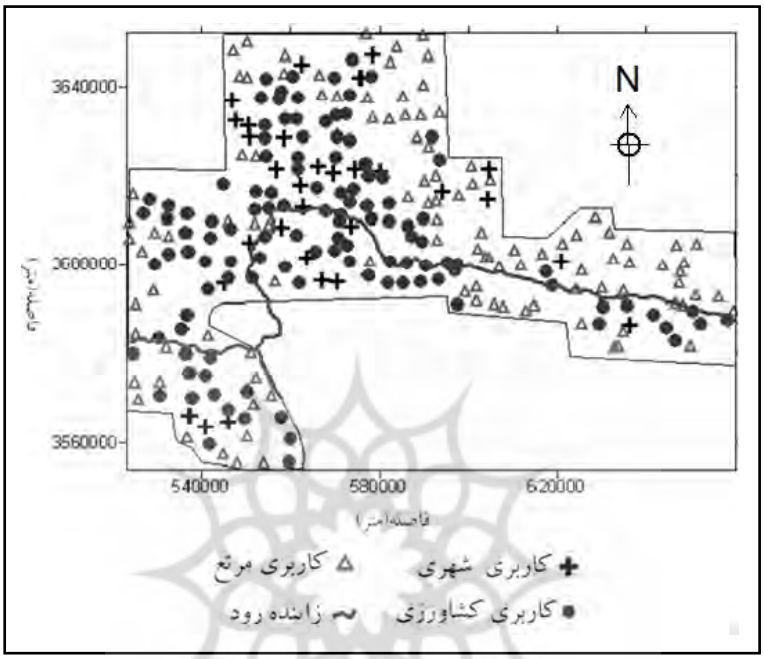


شکل۱ موقعیت منطقه مطالعاتی و تقسیمات شهری منطقه با استفاده از نرم افزار ILWISE 3.0

1 Mulla et al

ب- اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی

هدایت الکتریکی در نمونه‌های خاک توسط هدایت‌سنج الکتریکی در نسبت ۲/۵: ۱ (خاک به آب) اندازه‌گیری شد.



شکل۲ موقعیت نقاط نمونه برداری با تفکیک نوع کاربری

ج- بررسی‌های آماری

جهت تعیین اثر متقابل نمونه‌ها بر یکدیگر تا یک شعاع تأثیر معین، در زمین آمار از تغییر نما استفاده می‌شود، به این معنا که نمونه‌های مجاور تا فاصله معینی به هم وابستگی دارند و چنین فرض می‌شود که این وابستگی بین نمونه‌ها را می‌توان به صورت مدل ریاضی تحت عنوان تغییرنما[1] ارائه کرد. تغییرنما، سنجش‌گر میانگین عدم شباهت داده‌ها در دو موقعیت مکانی x و $x+h$ به عنوان تابعی از فاصله بین آنها(h) است. معادله (۱) روش بدست آوردن تغییرنما $\gamma(h)$را نشان می‌دهد(محمدی،۱۳۸۵: ۱۰۹).

$$2\gamma(h) = Ave\left[Z(X_i + h) - Z(x_i)\right]^2 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left[Z(x_i + h) - Z(x_i)\right]^2 \qquad (۱)$$

1 Variogram

تغییر نما ابزار اساسی جهت تخمین به وسیله انواع کریجینگ و تشریح پدیده‌های زمین‌شناختی است. بنابراین انتخاب مدل مناسب و تعیین پارامترهای دقیق آن از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است (ولتز و همکاران[1]، ۱۹۹۷: ۲٤). هر تغییر نما با پارامترهای آن یعنی اثر قطعه‌ای[2]، دامنه تاثیر[3] و سقف[4] مشخص می‌شود. مقدار تغییر نما به ازای h=0 را اثرقطعه‌ای می‌گویند که معمولاً ناشی از وجود مؤلفه‌های تصادفی در توزیع متغیر است و ناشی از خطاهای نمونه‌برداری، آماده‌سازی نمونه‌ها و آنالیزهای‌آزمایشگاهی‌است. باافزایش h مقدار تغییر نما تا فاصله معینی اضافه شده سپس به حد ثابتی می‌رسد که این فاصله را شعاع تأثیر و مقدار تغییر نما که ثابت شده است را حد آستانه می‌گویند (حسنی‌پاک،۱۳۷۷: ۹۵).

کنترل اعتبار تغییرنما در واقع تخمین هر نقطه نمونه‌برداری شده در ناحیه با استفاده از مقادیر نمونه‌های همسایه (بدون در نظر گرفتن مقدار خود آن نمونه)، با روش کریجینگ می‌باشد. سپس به منظور درک این نکته که مدل فرضی و پارامترهای آن در تخمین کریجینگ، به‌درستی تغییرات فاصله‌ای مقادیر اندازه‌گیری شده را لحاظ می‌کند، مقادیر تخمینی با مقادیر واقعی مقایسه می‌شوند(جانگ و همکاران[5]،۱۹۹۷: ۳۵۷).معیارهای متفاوتی برای ارزیابی کارایی روش‌های میانیابی وجود دارد که در این تحقیق از معیار آماری مربع خطای تخمین[6] استفاده شد که در بهترین حالت نزدیک به ۱ است(اتیا و همکاران[7]،۱۹۹٤: ۳۱۷).

کریجینگ به عنوان بهترین تخمین‌زن نااریب وزن‌دار شناخته می‌شود و از مهمترین ویژگی‌های آن می‌توان به امکان دست‌یابی به خطای مرتبط با هر تخمین، اشاره کرد (حسنی‌پاک،۱۳۷۷: ۱۸۱). تخمین‌گر کریجینگ به صورت رابطه (۲)تعریف می‌شود:

$$Z^*_{(Xi)} = \sum_{i=1}^{n} \lambda_i Z_{(xi)} \qquad (۲)$$

که در آن Z^*تخمین مقدار متغیر Z در نقطه x_0، λ_i وزن‌های آماری اختصاص یافته به مقادیر Z در نقاط x_i و n تعداد نمونه به کار رفته در کریجینگ می‌باشد. شرط استفاده از این تخمینگر آن است که متغیر موردنظر توزیع نرمال داشته باشد. در صورتی که که متغیر توزیع نرمال نداشته باشد باید ابتدا تبدیلی پیدا کرد که آن را به توزیع نرمال تبدیل کند(حسنی‌پاک،۱۳۷۷: ۱۸۲).n این مطالعه بررسی و توصیف داده‌ها و آنالیز همبستگی بین ویژگی‌های مختلف، با کمک برنامه رایانه‌ای Spss11.5 صورت گرفت. برای ترسیم تغییرنما و میانیابی از برنامه رایانه‌ای WinGslib و به منظور تعیین مدل واریوگرام از برنامه رایانه‌ای Variowin استفاده شد. نقشه‌های کریجینگ و نقشه‌های واریانس تخمین توسط برنامه رایانه‌ای Surfer7 تهیه شد.

1Veltz et al
2 Nugget effect
3 Rang
4 Sill
5 Juang et al
6 Mean Square Error(MSE)
7 Atteia et al

۳. بحث و نتایج

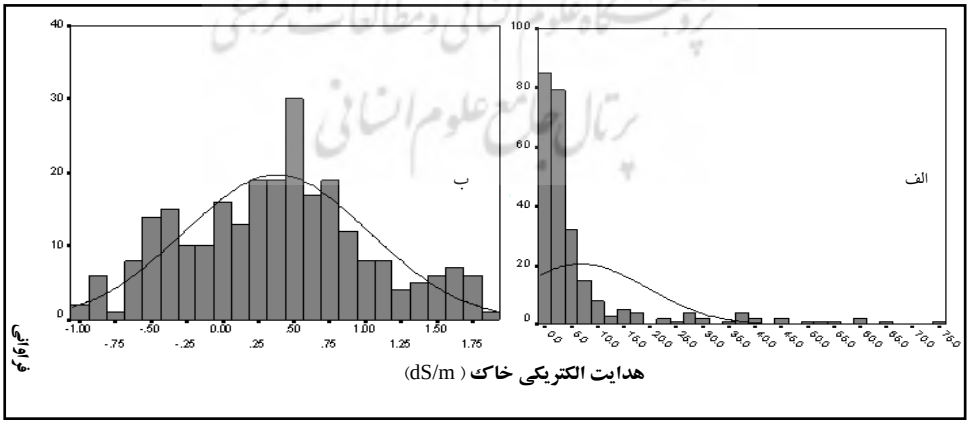
در جدول ۱ خلاصه‌ای از آماره‌های توصیفی پارامتر مورد بررسی ارائه شده است. بر اساس نتایج، میانگین هدایت الکتریکی در منطقه مطالعاتی ٦/٩٥ دسی‌زیمنس بر متر بود. دامنه تغییرات شوری بین ۱ تا ٧٤ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد. نتایج نشان داد که خاک‌های مورد مطالعه، دارای تغییرپذیری زیاد مکانی از نظر مقدار شوری هستند. در این راستا لیش و همکاران[1] (۲۰۰۵: ۳۷٤) در بررسی شوری اراضی کشاورزی بخش‌هایی از آمریکا تغییرپذیری زیاد مکانی را مشاهده کردند. این موضوع را می‌توان به وسعت زیاد منطقه، تفاوت در عمق آب زیرزمینی در نقاط مختلف، پستی و بلندی اراضی و وجود کانال‌های زهکشی در برخی مناطق نسبت داد.

جدول۱ آماره‌های توصیفی متغیر مورد مطالعه

	میانگین	مد	میانه	چولگی	کشیدگی	واریانس	انحراف‌معیار	حداکثر	حداقل
هدایت الکتریکی	٦/٩	۰/۳	۲/۳	۳	۹/٤	۱٥٤/۱	۱۲/٤	٧٤	۱

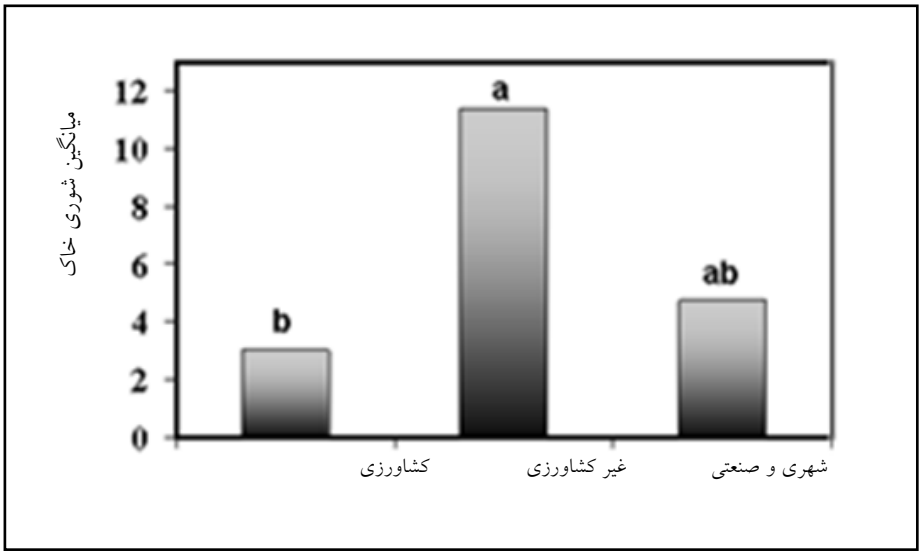
بر اساس هیستوگرام توزیع داده‌ها و تست کولموگروف- اسمیرنوف هدایت الکتریکی در منطقه، از توزیع نرمال تبعیت نمی‌کند (چولگی داده‌ها دارای مقدار بیش از ۱ است) و از روش تبدیل لگاریتمی برای نرمال کردن داده‌ها استفاده شد(شکل٤).

بر اساس نتایج مقایسه میانگین شوری خاک در کاربری‌های مختلف موجود در منطقه(شکل ۳)، بیشترین هدایت الکتریکی در زمین‌های غیرکشاورزی مشاهده شد. میانگین شوری در این زمین‌ها در سطح ۰/۰۰۱ دارای اختلاف معنی‌داری با زمین‌های دارای کاربری کشاورزی است ولی در این سطح اختلاف معنی‌داری با زمین‌های دارای کاربری شهری و صنعتی نشان نداد.



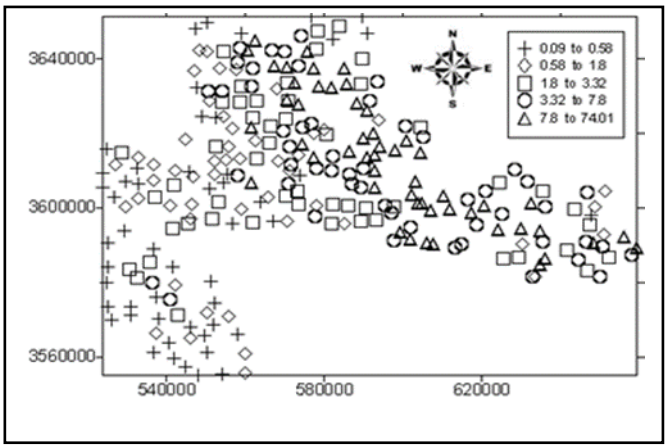
شکل٤ الف: توزیع فراوانی شوری در منطقه پیش از نرمال کردن؛ ب: توزیع فراوانی شوری در منطقه پس از نرمال کردن

1Lesch et al



شکل ۳ نمودار مقایسات میانگین شوری خاک در کاربری‌های مختلف

نقشه پراکنش نقاط با شوری متفاوت با توجه به طول و عرض جغرافیایی منطقه در شکل ۵ نشان داده شده است. جهت انجام آنالیز همبستگی مکانی، ناهمسانگردی داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت .چنانچه تغییرات متغیری نسبت به فاصله در همه جهت‌ها یکسان باشد آن متغیر همسانگرد می‌باشد ولی چنانچه تغییرات مکانی در جهت‌های گوناگون متفاوت باشد متغیر ناهمسانگرد است .در مطالعه حاضر برای تعیین ناهمسانگردی از رسم تغییرنماهای بدون جهت و جهتی در تمامی جهات با تحمل به زاویه ۱۵± درجه استفاده شد. داده‌های شوری در ٤٥ درجه بهترین تغییرات را نشان داد و ازنوع ناهمسانگرد می‌باشد. پس از تعیین مدل تغییرنما با استفاده از آزمون و خطا، به منظور کنترل اعتبار تغییرنما از حداقل ٤ و حداکثر ١٦ نقطه، جهت تخمین نقاط معلوم،توسط کریجینگ استفاده شد و سپس مربع خطای تخمین محاسبه شد. از میان ٦ الگوی تغییرنمای رسم شده، یک الگو که اعتبار بیشتری داشت انتخاب و پارامترهای آن برای انجام کریجینگ نهایی مورد استفاده قرار گرفت (شکل ٦). جدول ۲ مقایسه میان مقادیر به دست آمده توسط تخمین و مقادیر واقعی را نشان می‌دهد. بر اساس این نتایج، در تخمین هدایت الکتریکی، کریجینگ، اثر پیرایشی از خود نشان داده است به طوری که مقدار انحراف از میانگین در این متغیر پس از تخمین، کاهش یافته است. مقدار MSE محاسبه شده برای تغییرنما قابل قبول است و از عواملی که بر این پارامتر تأثیرگذار بوده می‌توان به وسعت منطقه، تنوع کاربری اراضی در منطقه، فاصله زیاد میان نمونه‌ها اشاره کرد. با کم کردن خطای ناشی از این عوامل انتظار می‌رود این پارامتر به ۱ نزدیک‌تر شود. همبستگی معنی‌دار میان مقادیر واقعی و مقادیر تخمینی(۷۷درصد)، با توجه به تعداد بالای نمونه‌ها، حاکی از این است که تخمین‌ها دارای دقت قابل قبولی بوده است.

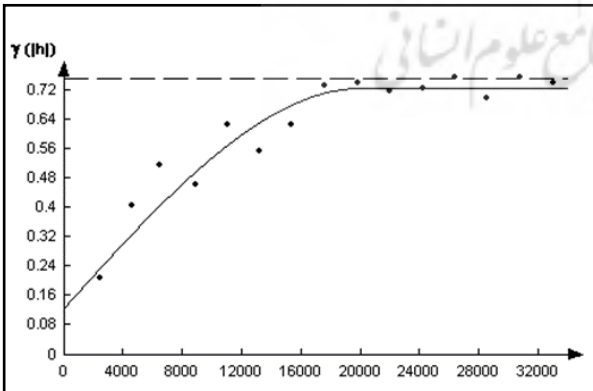


شکل۵ پراکندگی هدایت الکتریکی خاک در منطقه (dS/m)

به منظور دستیابی به پهنه‌بندی شوری خاک، کریجینگ قطعه‌ای با استفاده از الگوی تغییرنمای جهتی داده‌ها و در نظر گرفتن ناهمسان گردی به کمک حداکثر ۱۶ نقطه وحداقل ۳ نقطه در ناحیه جستجو، انجام شد. شکل ۷ نقشه حاصل از کریجینگ قطعه‌ای هدایت الکتریکی در خاک منطقه مطالعاتی و به عنوان نتیجه نهایی این تحقیق و به منظور بررسی صحت تخمین‌ها نیز نقشه توزیع واریانس تخمین در شکل ۸ ارائه شده است.

با بررسی نقشه حاصل ازتوزیع شوری، خاک‌های منطقه مورد مطالعه‌را می‌توان به دو دسته تقسیم نمود: شوری های کمتر از ۷ دسی زیمنس بر متر که سطح زیادی از اراضی را به خود اختصاص داده است و شوری بالای ۷ دسی زیمنس بر متر که بخش‌هایی از شهرستان اصفهان منطبق بر دشت سگزی وقسمت‌های کوچکی از شاهین شهر و برخوار را شامل می‌شود.

دشت سگزی در فاصله ٤٠ کیلومتری شرق اصفهان واقع شده است. اقلیم این منطقه بر اساس روش گوسن، نیمه بیابانی است .پوشش گیاهی طبیعی این دشت در اکثر موارد کمتر از ۵ درصد می‌باشد و پوشش گیاهی کشت شده شامل مزارع، فضای سبز، مناطق مسکونی و صنعتی است. دشت سگزی که هم اکنون بحرانی‌ترین کانون بیابانی استان اصفهان می‌باشد.



ویژگی ساختاری تغییر نمای منتخب برای انجام کریجینگ

مدل	کروی
ناهمسانگردی	٤٥
دامنه تاثیر	۲۱۰۰۰
حد استانه	۰/٦
اثرقطعه ای	۰/۱۲۷
MSE	۰/۱٦۷

شکل٦ تغییرنما جهتی هدایت الکتریکی (زاویه ٤٥ درجه) به همراه پارامترهای الگو

جدول۲ نتایج حاصل از مقایسه تخمین‌های حاصل از کریجینگ قطعه‌ای با مقادیر واقعی

آماره	داده‌های واقعی	کریجینگ‌قطعه‌ای
میانگین	٦/٩٥	٤/٦٨
انحراف معیار	١٢/٤	٥/٤٤
میانه	٢/٥	٢/٤٦
حداکثر	٧٤	٣٢/٠٨
حداقل	٠/٠٩	١١/٠
MSE		٠/١٦٧
ضریب پیرسون		**٠/٧٧

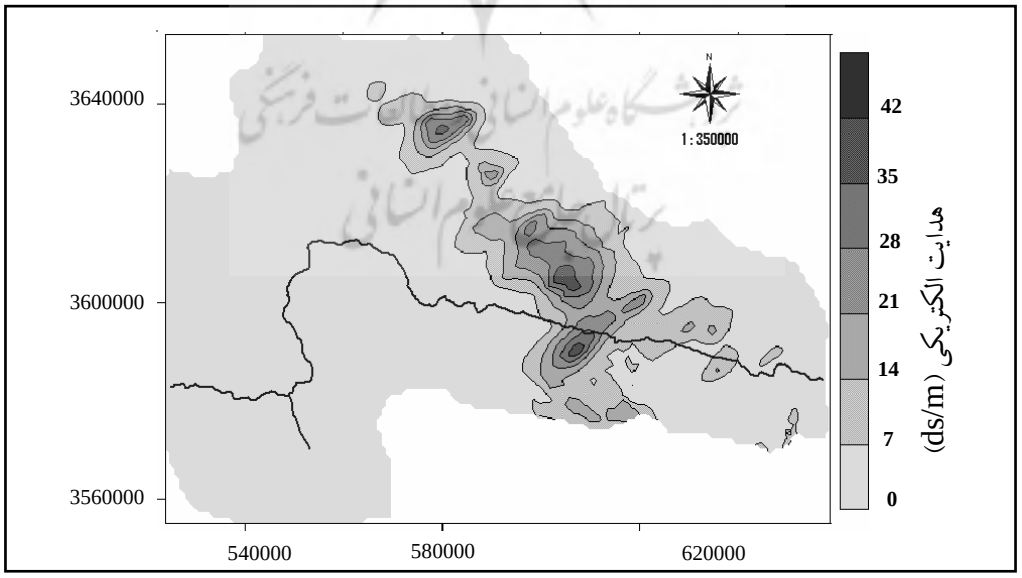
** – در سطح ٠/٠١معنی دار است

٤٠ سال پیش دارای سفره‌های آب زیرزمینی بالا، محیط طبیعی مناسب به همراه خاک حاصل‌خیز و پوشش غنی بوده است. بررسی‌ها حاکی از این است که این دشت در گذشته، چمن زار تالاب گاوخونی بوده و حتی تا چند دهه پیش، به عنوان چراگاه شترها استفاده می‌شده است .در آن زمان، این منطقه دارای سطوح مقاوم و سنگ فرش بیابانی بوده است .درسال‌های اخیر برداشت بی‌رویه از شن‌زارها، معادن گچ، تردد کامیون‌های حامل گچ و وجود کوره‌های گچ‌پزی، در عین زیان‌های بهداشتی وآلودگی هوا، تشدید فرسایش خاک را در پی داشته است .این فعالیت‌های غیراصولی موجب نابود شدن پوشش گیاهی حافظ خاک منطقه و سبب ایجاد ذرات کم ثبات گردیده که با وزش کمترین باد، به هوا برخاسته و طوفان‌های گرد و غبار را بر روی شهر اصفهان، فرو می‌ریزد. آب و هوای شهرستان اصفهان و شاهین‌شهر به سمت شرق استان به دلیل نزدیکی به دشت لوت، میانگین بارندگی کمتر و متوسط دمای بالاتری نسبت به مناطق مرکزی و غربی و جنوب غربی دارد. با تطابق نقشه‌های شوری و کاربری اراضی، مناطق بحرانی بیشتر در محدوده اراضی غیر کشاورزی هستند. همان‌طور که قبلا هم اشاره شد، میانگین شوری در اراضی غیر کشاورزی تفاوت معنی‌داری با اراضی کشاورزی داشته است. پائین بودن هدایت الکتریکی در زمین‌های کشاورزی را می‌توان به علت آبشویی املاح موجود در این اراضی به اعماق توسط آب آبیاری دانست. در حالی که در اراضی غیر کشاورزی به علت رژیم رطوبتی اریدیک حاکم بر منطقه، آبشویی املاح به کندی انجام می‌شود و حتی تبخیر و تعرق باعث خروج آب از سطح خاک و در نتیجه باعث افزایش غلظت نمک‌های محلول در محلول خاک خواهد شد .خشک شدن خاک سطحی توسط تبخیر و تعرق یک شیب مکشی ایجاد می‌کند که باعث حرکت صعودی آب و نمک خواهد شد. به ویژه، اگر سطح آب زیرزمینی نزدیک سطح خاک باشد، این حرکت صعودی فرایندی است که در خیلی مناطق باعث شور شدن خاک‌ها می‌شود(ریچاردز،١٩٥٤). به طور کلی، عمق بحرانی آب زیر۱ تا ۳ متر بسته به خصوصیات خاک، عمق ریشه، مقدار نمک موجود در آب زیرزمینی و غیره، متغیر است. برای اطمینان از شور نشدن ناحیه رشد ریشه، باید از تبخیر آب زیرزمینی جلوگیری و عمق آب زیرزمینی در زیر حد

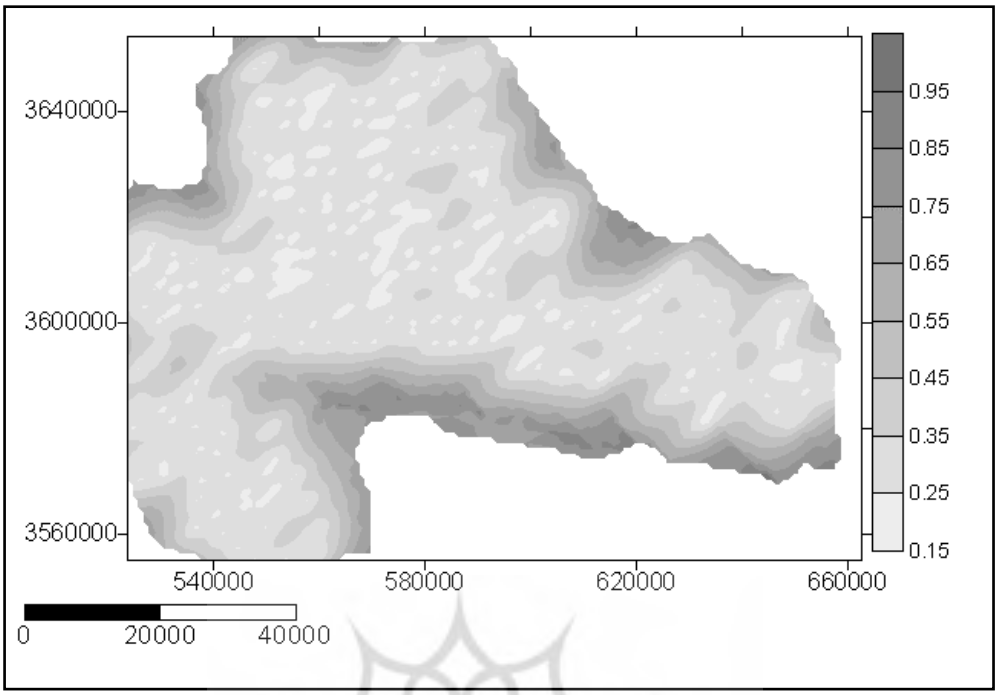
بحرانی که باعث شور شدن سریع خاک می‌گردد، نگهداری شود .اگر مسئله شوری خاک توأم با آب زیرزمینی بالا باشد، اصلاح اراضی از جنبه‌های فنی و اقتصادی مستلزم انجام فعالیت‌های بیشتر و در نتیجه صرف هزینه بیشتر است(جواهری، ۱۳۵۳) اما خوشبختانه زه‌دار نبودن اکثریت خاک‌های شور کشور(۰/۵ میلیون هکتار از ٦/۸میلیون هکتار)، مزیتی است که اصلاح آنها را از جنبه‌های فنی و اقتصادی پر هزینه نمی‌سازد(مومنی،۱۳۸۹: ۲۰۸). لازم به ذکر است که در منطقه مورد مطالعه سفره‌های آب زیرزمینی که عمق کمی دارند، قنات‌ها و چشمه‌ها دارای کیفیت مناسبی بودند اما سفره‌های آب نیمه عمیق موجود در منطقه به علت تغذیه سطحی از خاک شور منطقه کیفیت نامطلوبی داشته‌اند و برای کشاورزی توصیه نمی‌شوند(ابراهیمی و همکاران،۱۳۸۸: ٦).

٤. نتیجه‌گیری

به طور کلی دستاورد این تحقیق مشخص کردن پهنه‌های شوری خاک بوده است با این امید که بتوان گامی موثر در خصوص انتخاب روش‌های مدیریتی برای اصلاح و به‌سازی خاک‌های منطقه مورد مطالعه برداشت و از طرفی با توجه به هزینه‌های زیاد اصلاح و به‌سازی خاک، تهیه نقشه‌های شوری، با کاهش هزینه‌های اقتصادی همراه خواهد بود. از نتایج این تحقیق می‌توان چنین برداشت نمود که تقریباً کلیه خاک‌های منطقه مورد مطالعه دارای محدودیت شوری هستند اما مناطق بحرانی تهدید نمک استان اصفهان، در منطقه سگزی و بخش‌هایی از شاهین‌شهر و برخوار متمرکز است بخصوص در نواحی غیر کشاورزی که تغییر کاربری این اراضی منوط به برنامه‌ریزی خاص و مدیریت ویژه اینگونه مناطق است. از سوی دیگر انتقال نمک از این نواحی به نواحی دیگر نیز یکی از معضلات است که نیاز به مدیریت و برنامه ریزی دارد.



شکل۷ نقشه حاصل از کریجینگ نقطه‌ای هدایت الکتریکی



شکل۸ نقشه توزیع واریانس تخمین توسط کریجینگ نقطه‌ای هدایت الکتریکی

فهرست منابع و مآخذ

ابراهیمی، خدیجه و دیگران. (۱۳۸۸). بررسی کیفی منابع آب زیرزمینی دشت سگزی. همایش ملی بحران آب در کشاورزی و منابع طبیعی.

احمدالی، خالد و دیگران. (۱۳۸۷). ارزیابی روش‌های کریجینگ و کوکریجینگ در تخمین شوری و اسیدیته عمقی خاک (مطالعه موردی: اراضی منطقه بوکان). مجله پژوهش آب در ایران. سال دوم. شماره ۳. صص۵۵-٦٤.

جواهری، پرهام. (۱۳۵۳) .فعالیت ها و بررسیهای مرکز تحقیقات اصلاح خاک آهوچر. موسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه شماره ۳۹۸.

حسنی پاک، علی اصغر. (۱۳۷۷). زمین آمار(ژئواستاتیستیک). چاپ تهران: انتشارات دانشگاه تهران .صص ۳۱٤

کریم زاده، حمید رضا. (۱۳۸۱). تکوین و تکامل خاک در لندفرم‌های مختلف و منشایابی رسوبات فرسایش یافته بادی در منطقه شرق اصفهان. رساله دکتری خاکشناسی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

محمدی، جهانگرد. (۱۳۸۵). پدومتری جلد ۲ (آمارمکانی- ژئواستاتیستیک). چاپ تهران: مؤسسه انتشارات پلک. صص.٤٥۳.

مومنی، عزیز.(۱۳۸۹). پراکنش جغرافیایی و سطوح شوری منابع خاک ایران. مجله پژوهشهای خاک (علوم خاک و آب). جلد ۲٤. شماره ۳. صص۲۰۳-۲۱۵.

Ahmadali, K.H., Nikmehr, S., Liaghat, A., 2008. A Comparison between Kriging and Cokriging methods in estimating soil salinity and pH (Case study: Boukan region). Iran Water Reserch J. 2(3), 55-64.

Alemi, M.H., Shahriari, M.R., Nielsen, D.R., 1988. Kriging and Cokriging of soil properties. Soil Technology. 1,117- 132.

Atteia, O., Dubois, J.P., 1994. Geostatistical analysis of soil contamination in the Swissjura. Environ. pollut. 86, 315-327.

Ebrahimi, K.H., Rostami, M., Jafari, M., Rostamizade, G.H., 2009. Qualitative evaluation of groundwater resources Plain Segzi. National Conference on Water Crisis in Agriculture and Natural Resources. 6 p.

Farifteh, J., van der Meer, F., van der Meijde, M., Atzberger, C., 2008. Spectral characteristicsof salt-affected soils: A laboratory experiment. Journal of Geoderma 145, 196–206.

Hasani pak, A., 1999. Geostatistics. Tehran University press. Tehran. 314p

Hossaini, E., Gallichand, J., Marcotte, D., 1994. Theoretical and experimental performance of spatial interpolation methods for salinity analysis. Trans ofthe ASAE. 36, 1799-1807.

Javaheri, P., 1974. Research activities and studies to improve soil Ahucher. Soil and Water Research Institute. ISSUE 398.

Juang, K.W.,1998. A comparison of three kriging methods using auxiliary variables in heavy metal contaminated soils. J. Environ. Qual. 27, 355-363.

Karimzade, H., Jalaleyan, A., 2003, genesis and evolution of soil in different landforms and source ruting of Wind Eroded Sediment in the East of Esfehan. phd thesis.IUT.

Lesch, S.M., Corwin, D.L., Robinson, D.A., 2005. Apparent soil electrical conductivity mapping as an agricultural management tool in arid zone soils. Computers and Electronics in Agriculture 46, 351-378.

Metternicht, G., Zinck, J., 2003. Remote sensing of soil salinity: potentials and constraints. Journal ofRemote Sensing of Environment 85, 1 –20.

Momeni, A., 2010. Geographic distribution and salinity of soil resources. Journal of Soil Research(soil and water science).24(3), 203-215

Mohamadi, J., 2006. Spatial statistic (volume 2). Pelk publication. Tehran. 453p.

Mulla, D.J., McBratney, A.B., 2002. Soil spatial variability- CRC press LLC, Pp: 363-368.

Richards, L.A., 1954. Diagnosis and improvements of saline and alkali soils. USDA Agriculture Handbook 60.160 p.

Sepaskhah, A., AminSchani, S., Abtahi, A., 1986. Leaching and salt control in saline and sodic. Area. Research report Number 5. Agricultural faculty. Shiraz univ. 47Pp (in Farsi)

Voltz,M.,Lagacherie, P.,Louchart,X., 1997. Predicting soil properties over a region using sample information from a mapped reference area. Eur. J. of soil science 48, 19-30.

Yanl,LI.,Zhou,SHI.,Ci-fang ,WU., Hong-yi,LI,Feng ,LI., 2007. Improved prediction andreduction of sampling density for soil salinity bydifferent geostatistical methods. AgriculturalSciences in China 6, 832-841.

Yu,R.,Liu,T.,Xu,Y.,Zhu,C.,Zhang,Q.,Qu,Z.,Liu,X., Li,C., 2010. Analysis ofsalinization dynamics by remote sensing in Hetao Irrigation District of North China. Agricultural Water Management 97,952–1960

Zehtabian,G.h.,Tayeb,M.,Sori,M., 2005. Investigation of soil salinity in Kerman province(Case study: Kabotar Khan Plains). Journal of research range and desert of Iran 13,368- 384.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی