تهیه نقشه شوری خاک سطحی بر پایه روش‌های درون‌یابی قطعی و زمین‌آمار (مطالعه موردی در اراضی توتکابن استان گیلان)

افشین اشرف‌زاده [۱]، محبوبه آقاجانی [۲]، الهام علیدوست [۳]
۱- استادیار گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان، ۲- دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۳- دانشجوی دکترای فیزیک و حفاظت خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده
ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی خاک تحت تاثیر نوع کاربری اراضی می‌باشد. شناخت سیستم مدیریت زراعی، شهری و صنعتی صحیح هر منطقه از تخریب منابع آب و خاک کشور جلوگیری می‌نماید. از آنجا که شوری منابع آب و خاک، عامل محدودکننده در مدیریت حوضه آبریز محسوب می‌شود، بنابراین در تحقیق حاضر با استفاده از روش‌های قطعی و زمین‌آمار، شوری خاک سطحی در انواع کاربری اراضی منطقه توتکابن (جنوب استان گیلان) بررسی شد. در این راستا، از روش‌های زمین‌آمار کریجینگ معمولی و کریجینگ ساده و روش‌های قطعی عکس فاصله، تابع شعاعی، تخمینگر موضعی و تخمینگر عام استفاده شد. در نهایت، با مقایسه روش‌های مختلف، روش زمین‌آمار کریجینگ معمولی و روش قطعی تابع شعاعی، به ترتیب با ضریب تبیین ۸۱/۰ و ۷۹/۰ به منظور درون‌یابی شوری خاک سطحی متناسب با الگوی کاربری اراضی توتکابن، مناسب تشخیص داده شدند.

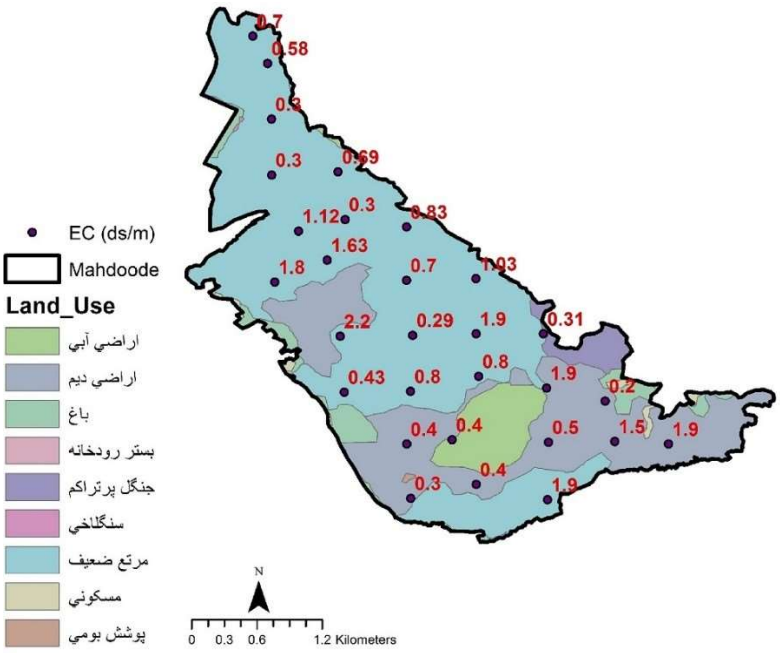
واژه‌های کلیدی: کریجینگ معمولی، روش تابع شعاعی، نرم‌افزار ArcGIS.

مقدمه
مدیریت روش‌های خاک‌ورزی، کوددهی و به کارگیری درست سیستم‌های آبیاری، نقش مهمی در کشاورزی پایدار و حفظ محیط زیست ایفا می‌کند. همچنین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک تحت تاثیر روش‌های مدیریت شهری، صنعتی و زراعی قرار دارد. از جمله خطرهای بالقوه زیست محیطی می‌توان به شور شدن خاک‌ها اشاره نمود که به طور طبیعی و یا در اثر فعالیت‌های انسانی نظیر الگوی کشت و کاربری اراضی رخ می‌دهد.
باتوجه به شرایط اجرایی دشوار و هزینه بالای روش‌های صحرایی و آزمایشگاهی، ابزار زمین‌آمار به طور گسترده‌ای به منظور برآورد تغییرات مکانی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده قرار گرفته است (Abbas et al., ۲۰۱۳). در تحقیق دیگری، با تهیه نقشه شوری خاک بخشی از اراضی جنوب شرقی کشور کوبا، مشخص شد که شوری خاک در اراضی پست به علت کم‌عمق بودن سطح آب زیرزمینی، بیشتر است (Utset and Borroto، ۲۰۰۱). همچنین در پژوهش دیگری نقشه خاک‌های شور و سدیمی جنوب شهرستان مه‌ولات خراسان رضوی با استفاده از روش‌های دورسنجی و زمین‌آمار، تهیه شد (دائم‌پناه و همکاران، ۱۳۹۰). نتایج این مطالعه نشان داد که استفاده از روش کریجینگ در برآورد مقدار شوری و قلیاییت خاک، موجب کاهش انحراف معیار داده‌ها می‌شود.
بخش‌های وسیعی از مساحت کشور، به دلیل بالا بودن مقدار تبخیر و تعرق و پایین بودن میزان نزولات جوی در زمره مناطق خشک و نیمه‌خشک طبقه‌بندی شده و شوری خاك یکی از مشکلات این مناطق محسوب می‌شود. باتوجه به دشوار بودن اصلاح و بازیابی خاک‌های شور، حفاظت از خاک‌های سایر مناطق کشور نظیر استان‌های شمالی ایران در برابر پدیده شوری، ضروری می‌باشد. بنابراین این مطالعه با هدف انتخاب بهترین روش درون‌یابی به منظور مطالعه تغییرات کیفی و مکانی شوری خاک سطحی در کاربری‌های مختلف اراضی در منطقه توتکابن استان گیلان انجام شد.

مواد و روش‌ها
منطقه توتکابن در جنوب استاد گیلان و در مسیر رودخانه سفیدرود واقع شده است (شکل ۱). این منطقه در محدوده حوضه آبریز فرعی کوچصفهان و آستانه و در مجاورت زیرحوضه درجه ۲ سراب سد تاریک قرار دارد و براساس اقلیم‌نمای دومارتن دارای آب و هوای خشک می‌باشد. میانگین بارندگی منطقه ۸۰۰ میلیمتر، متوسط درجه حرارت سالانه ۱۴ درجه سانتیگراد و تبخیر و تعرق سالانه حوضه ۱۲۵۰ میلیمتر است. منطقه توتکابن براساس تحقیقی به لحاظ خشکسالی هواشناختی و بر مبنای شاخص‌های RDI و PNI، در اکثر سال‌ها در شرایط نرمال قرار داشته است. اما در شرایط خشکسالی منطقه‌ای، در معرض آسیب‌های این پدیده مخرب قرار دارد (اشرف‌زاده و آقاجانی، ۱۳۹۳).

شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه توتکابن

به منظور انجام تحلیل‌های زمین‌آماری، در مجموع ۳۰ نمونه خاک از عمق ۳۰-۰ سانتیمتری منطقه مورد مطالعه برداشت گردید که ۲۰ نمونه برای درون‌یابی و ۱۰ نمونه به منظور اعتبارسنجی مورد استفاده قرار گرفت. مقدار هدایت الکتریکی خاک (بر حسب دسی‌زیمنس بر متر) به عنوان شاخص شوری خاک سطحی مورد استفاده قرار گرفت. توزیع نقاط نمونه‌برداری و مقادیر شوری خاک سطحی در شکل ۲ ارائه شده است.



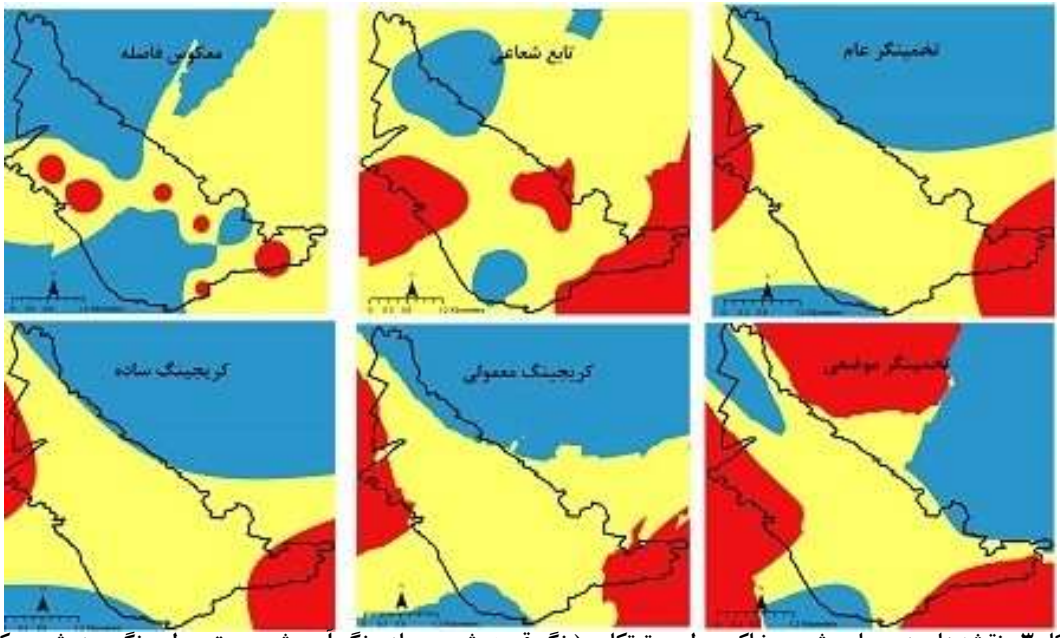
شکل ۲- نقشه کاربری اراضی و توزیع نقاط نمونه‌برداری

تبعیت از توزیع نرمال در روش‌های قطعی شرط غیرلازم و در روش‌های زمین‌آمار شرط لازم به جهت افزایش دقت درون‌یابی محسوب می‌شود. بنابراین ابتدا، بررسی تبعیت داده‌ها از توزیع نرمال در نرم‌افزار Mini Tab ۱۷ صورت پذیرفت. ضریب چولگی و نتیجه آزمون کولموگروف- اسمیرنف نشان دادند که توزیع داده‌های شوری خاک سطحی از توزیع نرمال تبعیت نمی‌کند. پس از آزمودن روش های مختلف، نرمال‌سازی توزیع داده‌ها با استفاده از تبدیل لگاریتمی انجام شد.

در مرحله بعد، نقشه‌های درون‌یابی بر اساس دو دسته روش درون‌یابی قطعی و زمین‌آمار و در نرم‌افزار ArcGIS تهیه شدند. روش‌های زمین‌آمار شامل کریجینگ معمولی[۶۳] و کریجینگ ساده[۶۴] و روش‌های قطعی شامل عکس فاصله[۶۵]، تابع شعاعی[۶۶]، تخمینگر موضعی[۶۷]، و تخمینگر عام[۶۸] بودند. در نهایت بهترین مدل درون‌یابی با توجه به شاخص‌های آماری ضریب تبیین (R^2) و مجذور مربعات میانگین خطا (RMSE) انتخاب گردید.

نتایج و بحث

با توجه به داده‌های شوری خاک سطحی منطقه توتکابن، نقشه‌های درون‌یابی در ۳ کلاس شوری کم (۰/۵- ۰ دسی‌زیمنس بر متر)، شوری متوسط (۱/۵- ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر) و شوری زیاد (۲/۵- ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر) طبقه‌بندی شدند. نقشه‌های تهیه شده بر اساس روش‌های زمین‌آمار و قطعی در شکل ۳ ارائه شده‌اند.



شکل ۳- نقشه‌های درون‌یابی شوری خاک سطحی توتکابن (رنگ قرمز: شوری زیاد، رنگ آبی: شوری متوسط و رنگ زرد: شوری کم)

مقادیر شاخص‌های آماری ضریب تبیین و مجذور مربعات میانگین خطا به منظور انتخاب بهترین روش درون‌یابی شوری خاک سطحی منطقه توتکابن در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- شاخص‌های ارزیابی روش‌های درون‌یابی

شاخص آماری	معکوس فاصله	تابع شعاعی	تخمینگر موضعی	تخمینگر عام	کریجینگ معمولی	کریجینگ ساده
ضریب تبیین	۵۶/۰	۷۹/۰	۵۳/۰	۶۱/۰	۸۱/۰	۷۳/۰
مجذور مربعات میانگین خطا	۳۲/۱	۷۳/۰	۶۵/۱	۱۷/۱	۶۵/۰	۶۹/۰

۶۳ - Ordinary Kriging
۶۴ - Single Kriging
۶۵ - Inverse Distance Weighting
۶۶ - Radial Basis Functions
۶۷ - Local Polynomial Interpolation
۶۸ - Global Polynomial Interpolation

نتایج جدول ۱ نشان داد که از بین روش‌های قطعی، روش تابع شعاعی برپایه تابع کرنل Completely Regularized Spline و از بین روش‌های کریجینگ، روش کریجینگ معمولی تابع کرنل نمایی، به دلیل داشتن R^2 بالاتر و RMSE کمتر جهت تولید نقشه تغییرات شوری خاک سطحی در منطقه توتکابن مناسب هستند.

همچنین مقایسه دو روش تابع شعاعی و کریجینگ معمولی نشان داد که روش کریجینگ معمولی با ضریب تبیین بالاتر و میزان اندک مجذور مربعات میانگین خطا، نسبت به روش تابع شعاعی ارجحیت داشته و لذا به عنوان روش نهایی در تهیه نقشه تغییرات شوری خاک در منطقه توتکابن گیلان انتخاب شد.

محمدی و چیت ساز (۱۳۸۱) نیز در مطالعه‌ای که به بررسی تغییرات برخی ویژگی‌های خاک سطحی شامل هدایت الکتریکی، درصد رطوبت اشباع، نسبت جذب سدیم و درصد آهک پرداخته بودند، دریافتند که روش کریجینگ معمولی راهکار مناسبی جهت انجام درون‌یابی است. در پژوهش دیگری حسینی و همکاران (۱۹۹۴) روش‌های کریجینگ معمولی، میانگین متحرک، عکس فاصله و نزدیک‌ترین همسایگی را برای برآورد شوری خاک در استان خوزستان مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق روش کریجینگ معمولی بهترین روش درون‌یابی تشخیص داده شد.

باتوجه به نقشه تهیه شده به روش کریجینگ معمولی، اراضی آبی و مراتع قسمت‌های مرکزی که بخش وسیعی از حوضه را دربرمی‌گیرد، در کلاس شوری کم طبقه‌بندی شدند. در حالی‌که مناطق مسکونی و اراضی دیم شمال‌غربی و جنوب‌شرقی توتکابن در کلاس شوری زیاد جای گرفتند. بنابراین توجه به سموم، کود کشاورزی و پسماندهای شهری موجب کنترل شوری خاک سطحی این منطقه می‌شود. در تحقیق دیگری بیان شد که گسترش اراضی شهری باعث افزایش شوری آب رودخانه و در نتیجه شور شدن اراضی می‌شود که مطالعه حاضر نیز موید این مطلب است (Pastuszak et al.، ۲۰۱۲). همچنین در پژوهش دیگری محققان دریافتند که کاربری‌های شهری و کشاورزی بر افزایش روند شوری آب رودخانه و خاک محدوده تأثیر بسزایی دارد که این یافته با نتیجه این مطالعه مطابقت دارد (Chessman and Townsend، ۲۰۰۹).

به طور کلی، بررسی تغییرات شوری در انواع کاربری‌های اراضی منطقه توتکابن نشان داد که مناطق مسکونی و اراضی کشت دیم به جهت وجود منابع آلاینده، در خطر افزایش شوری خاک سطحی قرار دارند. لذا توجه به مدیریت شهری، صنعتی و کشاورزی به جهت کنترل آلاینده‌های منجر به شوری خاک، ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین توجه به الگوی کشت و آبیاری نقش مهمی در کنترل شوری اراضی منطقه دارد. زیرا استفاده از آب‌های شور در آبیاری، انتقال املاح محلول اراضی مرتفع به مناطق پایین‌دست به کمك جریان آب، تبخیر شدید و عدم کفایت بارندگی از جمله دلایل افزایش شوری خاک سطحی است.

در پژوهشی با مدل‌سازی اثر روش‌های مختلف کاربری اراضی در حوضه‌ای در چین مشخص شد که کاربری‌های مختلف اراضی، اثرات متفاوتی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب و خاک حوضه بر جای می‌گذارد (Yang et al.،۲۰۰۸). همچنین پژوهشگر دیگری با دستیابی به نتایج مشابه بیان کرد که کیفیت آب و خاک محدوده رودخانه‌های ایالت کالیفرنیا، در اثر توسعة کشاورزی و فعالیت‌های دامداری و دامپروری دچار آلودگی شده است (Hasler،۲۰۰۴).

البته باید توجه داشت که شوری مواد مادری تشکیل‌دهنده خاك نیز عامل مهمی در شوری پایه خاک منطقه است. بنابراین توجه به بسترهای زمین‌شناسی دارای پتانسیل شوری و تراز آب زیرزمینی نقش تاثیرگزاری در انتخاب کابری اراضی به جهت کنترل شوری خاک منطقه دارد.

به طور کلی، مدیریت بهینه و ارتقای کیفیت منابع آب و خاک کشور، نیازمند دستیابی به مقادیر عددی و تغییرات مکانی و زمانی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب و خاک در یك منطقه جغرافیایی معین می‌باشد. در این تحقیق مشخص شد که برآورد و تحلیل مکانی شدت تغییرات ویژگی کیفی شوری خاک سطحی، با استفاده از روش‌های زمین‌آمار و قطعی، با دقت بالایی قابل استناد است.

منابع

اشرف‌زاده، ا. و آقاجانی، م. ۱۳۹۳. پایش زمانی و مکانی خشکسالی هواشناختی ایران بر اساس شاخص‌های RDI و PNI. صفحه‌های ۱ تا ۱۰. چهارمین همایش ملی مدیریت جامع منابع آب، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان.

دائم پناه، ر. حق نیا، غ. ح. علیزاده، ا. و کریمی کارویه، ع. ر. ۱۳۹۰. تهیه نقشه شوری و سدیمی خاک سطحی با روش‌های دورسنجی و زمین‌آماری در جنوب شهرستان مه‌ولات. نشریه آب و خاک (علوم کشاورزی و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۵، شماره ۳، صفحه‌های ۴۹۸ تا ۵۰۸.

محمدی، ج. و چیت ساز، ع. ۱۳۸۱. مقایسه تخمینگرهای ژئواستاتیستیکی و رگرسیون خطی جهت برآورد برخی از خصوصیات خاک سطحی به کمک داده‌های رقومی TM. . مجله علوم خاک و آب، شماره ۱۶، صفحه‌های ۹۵ تا ۱۰۲.

Abbas A., Khan S., Hussain N., Hanjra M.A. and Akbar S. ۲۰۱۳. Characterizing soil salinity in irrigated agriculture using a remote sensing approach. Physics and Chemistry of Earth, Parts, ۲۴ : ۴۳-۵۲.

Chesman B. and Townsend S. ۲۰۱۰. Differing effects of catchment land use on water chemistry explain contrasting behaviour of a diatom index in tropical northern and temperate southern Australia. Ecological Indicators, ۱۰ (۳): ۶۲۰-۶۲۶.

Hasler M. ۲۰۰۴. Animal grazing effects on runoff water quality in a semiarid grassland. Journal of Environmental Quality, ۲۱: ۱۰۲- ۱۰۵.

Hosseini E., Gallichand J.D. and Marcotte H. ۱۹۹۴. Theoretical and experimental performance of spatial interpolation methods for salinity analysis. Journal of Hydrology, ۳۶: ۱۷۹۹-۱۸۰۷.

Pastuszak M., St lnacke P., Pawlikowski K. and Witek Z. ۲۰۱۲. Response of Polish rivers (Vistula, Oder) to reduced pressure from point sources and agriculture during the transition period. Journal of Marine Systems, ۹۴: ۱۵۷-۱۷۳.

Utset A. and Borroto M. ۲۰۰۱. A modeling-GIS approach for assessing irrigation effects on soil salinization under global warming conditions. European Journal of Scientific Research, ۵۰: ۵۳-۶۳.

Yang J., Reichert P., Abbaspour K., Xia J. and Yang H. ۲۰۰۸. Comparing uncertainty analysis techniques for a SWAT application to the Chaohe Basin in China. Journal of Hydrology, ۳۵۸: ۱-۲۳.

Abstract

Soil chemical, physical and biological properties are affected by land use type. Understanding and application of correct agricultural, municipal and industrial management systems in each region mitigate the degradation of water and soil resources. Since the salinity of soil and water resources, is a limiting factor of catchment management, thus, soil salinity level in different land use of Tutkabon (south of Gilan Province) was studied by using of deterministic and geostatistics methods. In this regard, ordinary and simple kriging and some deterministic methods include Inverse Distance Weighting, Radial Basis Functions, Global Polynomial Interpolation, Local Polynomial Interpolation, Ordinary Kriging and Single Kriging was used. Finally, by comparing different methods of interpolation, ordinary Kriging method of geostatistics and Radial Basis Functions method of deterministic, were appropriate for the interpolation of surface soil salinity according to the land use pattern in Tutkabon with the R۲ of ۰.۸۱ and ۰.۷۹ respectively.