پیش بینی تغییرات مکانی شوری خاک بااستفاده از مدل زمین آمار و دستگاه الکترومغناطیس EM۳۸ در منطقه میلشبار اردکان

فائزه غنی نسب شورکی [۱]، روح الله تقی زاده مهرجردی [۲]، ناصرهنرجو [۳]
۱-دانشجو کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، ۲-استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان،۳-استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد

چکیده
شناسایی رقومی خاک ها به عنوان ابزاری برای تأمین اطلاعات مکانی خاک محسوب می شود که راه حل هایی را برای نیاز رو به افزایش نقشه های خاک با تفکیک مکانی بالا ارائه می کند. در این مطالعه که با هدف نقشه برداری رقومی خاک در منطقه میلشبار اردکان که از مزارع زیرکشت علوفه های مورد نیاز شرکت گاوداری میلشباراست انجام گردید. در ابتدا با شناسایی کامل منطقه و کاربری کنونی و قبلی شروع به انجام مطالعه شد در مرحله بعد توسط دستگاه EM۳۸ در حدود ۶۰۰ قرائت به دو صورت عمودی و افقی صورت گرفت و دو نقشه با ورودی قرائت های دستگاه مذکور تهیه گردید. در ادامه ۱۲۰ نقطه بصورت تصادفی از منطقه انتخاب شد واز سه عمق ۳۰-۰ ، ۶۰-۳۰ ، ۹۰-۶۰ سانتی متر نمونه برداری خاک انجام شد ودر آزمایشگاه با تهیه عصاره اشباع نمونه ها میزان EC اندازه گیری شد و با استفاده از EC اندازه گیری شده نقشه شوری توسط نرم افزار ArcGIS ترسیم گردید و در آخر کلیه قرائت های دستگاه مذکور و نتیجه عصاره گیری و هم چنین نتایج شوری به عنوان داده ورودی مدل زمین آمار قرار گرفت و از خروجی مدل آنالیز های مورد نظر انجام گرفت.

واژه های کلیدی: نقشه رقومی، مدل زمین آمار، GIS، دستگاه EM۳۸

مقدمه
بررسی تغییرات شوری خاك بویژه در مناطقی با وسعت زیاد، گران و زمان بر است. از این رو روش هایی نیاز است که بتواند براحتی سطح گسترده ای از مناطق را پایش کرده و روند تغییرات شوری را مورد بررسی قرار دهد. امروزه با پیشرفت علوم، استفاده از فناوري‌های جدید موجب کاهش هزینه و افزایش دقت و سرعت انجام پروژه ها شده است.
در این میان از دو روش، تکنیك القای الکترومغناطیسی به دلیل اینکه برای انجام اندازه‌گیری نیاز به برداشت نمونه خاک در همه نقاط نیست در واقع تعداد نمونه برای تهیه نقشه خاک با استفاده از مدلینگ کم می شود.و نیز به کارگیری نرم افزارها و سیستم های پردازش اطلاعات مانند زمین آمار از سهولت و راحتی قابل توجهی برخوردار است. متداول ترین نوع دستگاه که در کشاورزی مورد استفاده قرار مي‌گیرد مدل EM۳۸ است. بررسی های موجود نشان می دهد که تغییرات مکانی شوری ثبت شده با استفاده از دستگاه EM۳۸ میتواند برای پیش بینی مواردی نظیر تغییرات تولید محصول (به علت تغییرات آب موجود در خاك) نیز مورد استفاده قرار گیرد.
امروزه با پیشرفت علوم،استفاده از فناوري‌های جدید موجب کاهش هزینه و افزایش دقت و سرعت در انجام پروژه ها شده است. (مترنیخ و زینک, ۲۰۰۳).
در طی دو دهه اخیر بسیاری از تکنیکهای جدید مانند آرایه ونر[۲۲۶] (رودز و اینوالسون، ۱۹۷۱)، پروبهای هدایت الکتریکی رودز[۲۲۷](رودز، ۱۹۷۶)، روش انعکاس سنجی زمانی[۲۲۸] یا TDR و روش القای الکترومغناطیسی[۲۲۹] یا EM (مك نیل، ۱۹۸۰ الف و ۱۹۸۰ ب) برای اندازه‌گیری شوری خاك در شرایط مزرعه مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در این میان تکنیك القای الکترومغناطیسی به دلیل اینکه برای انجام اندازه‌گیری نیاز به گرفتن نمونه خاك ندارد، از سهولت و راحتی بیشتری برخوردار است (رحیمیان و هاشمی نژاد، ۱۳۸۹). متداول ترین نوع این دستگاه که در کشاورزی مورد استفاده قرار مي‌گیرد، مدل EM۳۸ است که بوسیله شرکت ژئونیکس کانادا ساخته شده است. این دستگاه مستطیل شکل است که طول آن ۱ متر، پهنای آن ۱۰ سانتیمتر و ضخامتش حدود ۵ سانتیمتر مي باشد. این دستگاه یا مستقیماً بر روی سطح زمین قرار می گیرد و یا اینکه بدون تماس با سطح خاك و در یك ارتفاع مشخص (مثلاً نیم متر)و موازي با سطح زمین قرارگرفته و قرائتهای آن انجام می شود. فراهم بودن امکان عدم تماس مستقیم این وسیله با سطح خاك است که انرا در زمره ابزارهای سنجش ازدور نیز قرار داده است. تغییرات مکانی شوری ثبت شده بوسیله دستگاه EM۳۸ می تواند برای پیش بینی تغییرات تولید محصول (به علت تغییرات آب موجود در خاك) نیز استفاده شود (هرمان و همکاران، ۲۰۰۰). تریانتافیلیس وهمکاران (۲۰۰۱)نیز با مقایسه پنج روش زمین آماری برای برآورد شوری دریافتند روش کریجینگ رگرسیونی

[۲۲۶]- Wenner Array
[۲۲۷]- Rhoades Probe
[۲۲۸]- Time Domain Reflectometry
[۲۲۹]- Electromagnetic Induction

براورد بهتری را نسبت به روشهای کریجینگ معمولی، کریجینگ سه بعدی و کوکریجینگ بدست میدهد ولی در پایان بـه بررسـی و در نظر گرفتن سود و هزینه ها برای انتخاب روش مورد استفاده تاکید نمودند.

مواد و روش‌ها

تشریح محدوده مطالعاتی

مزرعه میلشبار واقع در شمال اردکان بعد از پلیس راه اردکان - نائین واقع شده است. مساحت کل مزرعه ۱۸۰ هکتـار مـی باشـد.از کل منطقه مذکور ۱۰۰ هکتار مورد بررسی پایش شوری قرار گرفت که دارای پوشش یونجه و گندم و بیشتر کاه و کلـش اسـت. منطقـه مورد مطالعه بین طول‌های جغرافیایی '۵۰ °۵۳ تا '۱۰ °۵۴ شرقی و عرض‌های جغرافیایی '۱۶ °۳۲ تا '۲۷ °۳۲ شمالی قرار دارد و دارای مشکلات شوری منابع آب و خاك است (شکل ۱). میانگین تبخیر و تعرق مرجع، دما و بارندگی سالیانه منطقه مورد مطـالعه به‌ترتیـب برابر ۳۴۸۳ میلیمتر، ۵/۱۸ درجه سانتیگراد و ۷۵ میلیمتر است. بارندگی بسیار کم بوده و محدود بـه بارش‌هـای زمسـتانه می‌باشـد. بنابراین رژیم رطوبتی و حرارتی خاک به ترتیب اریدیک و ترمیک طبقه‌بندی می‌شود.

شکل(۱) نقشه منطقه

عملیات صحرایی شامل شناسایی منطقه و تشخیص مکان های نمونه برداری است. با مطالعه تحقیقات گذشـته و بـر اسـاس مـدل اسکورپن (مک براتنی و همکاران , ۲۰۰۳) در نقشه برداری رقومی خاک نیاز به داده های هدف (شوری خاک) مـی باشـد، بنـابراین بعد از تهیه نقشه منطقه از Google Earths وانتخاب شبکه ای از نقاط به فاصله ۵۰ متری از یکدیگر با استفاده از GPS نقطـه هـا بـر روی زمین مشخص و توسط دستگاه EM۳۸ قرائت گردید. لازم به ذکر است که در حدود ۶۰۰ نقطه توسط دستگاه EM۳۸ بصـورت عمـودی و افقی قرائت شد. هم چنین با انتخاب ۱۲۰ نقطه با طول و عرض جغرافیایی مشخص بصورت تصادفی توسط آگـر از سـه عمـق ۳۰-۰ ، ۶۰-۳۰ ، ۹۰-۶۰ سانتی متری نمونه برداری خاک انجام گردید.

در این تحقیق قرائت های دستگاه EM۳۸ بعنوان متغیر کمکی در نقشه برداری رقومی خاک در نظر گرفتـه شـده اسـت. مـی تـوان مراحل تحقیق را به چهار گام تقسیم کرد. گام اول : تهیه داده های خاک، که در آن قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشـباع نمـونه هایی که به آزمایشگاه منتقل شده بودند اندازه گیری شد سـپس بـه داده هـا تـابع اسـپیلاین بـرازش شـده و مقـادیر قـابلیت هـدایت الکتریکی در عمق های اسـتاندارد تعیـین گردیـد (بیشـاپ و همکـاران ،۱۹۹۹). گـام دوم: قرائـت هـای دسـتگاه EM۳۸ در منطقـه و واسنجی دستگاه. گام سوم : تهیه داده های کمکی. گام چهارم: مرحله مدل سازی و در حقیقت ارتبـاط دادن داده هـای محیطـی و قابلیت هدایت الکتریکی می باشد. پس از تعیین مدل و ورودی های مناسب اقدام به تهیه نقشه قابلیت هدایت الکتریکی تـا عمـق ۱ متری خاک گردید.

برای پهنه بندی شوری خاک در این تحقیق از مدل زمین آمار (کریجینگ و کوکریجینگ) استفاده گردید.

نرم افزار مورد استفاده برای ترسیم نقشه از طریق درون یابی Arc-GIS بود کـه از جملـه پرکـاربردترین نـرم افـزار در مطالعـات زمیـن آمار(کریجینگ و کوکریجینگ) محسوب می گردند. هم چنین از نرم افزار اکسل و مطلب نیز استفاده گردید. از جمله پرکـاربردترین آنها در مطالعات زمین آمار(کریجینگ و کوکریجینگ) محسوب می گردند. هم چنین از نرم افزار اکسل و مطلب نیز استفاده گردید.

معیار های ارزیابی مدل از مجذور میانگین مربعات خطا[۲۳۰]،ضریب تـبیین[۲۳۱] و میـانگین خطـا[۲۳۲] اسـتفاده گردیـده اسـت (یانـگ و همکاران ، ۲۰۰۹)

۲۳۰۱-Root Mean Square Eroor

۲۳۱۲-Coefficient oF determination

۲۳۲۳-Mean Absolute Error

$$RMSE = \sqrt{\left[\frac{\sum(x_0 + x_e)^2}{n}\right]}$$

$$R^2 = \left[\frac{\sum(X_e - \bar{X}_e)(X_o - \bar{X}_o)}{\sqrt{\sum(X_e - \bar{X}_e)^2(X_o - \bar{X}_o)^2}}\right]^2$$

$$ME = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_0 - x_e)$$

X_O و X_e به ترتیب شوری مشاهداتی و تخمین زده شده

$\bar{x}_e$ و $\bar{x}_o$ به ترتیب میانگین شوری مشاهداتی و تخمین زده شده

n تعداد داده ها می باشد .

لایه (سانتی متر)	حداقل	حداکثر	میانگین	میانه	ضریب تغییرات	واریانس	خطا استاندارد	چارک اول	چارک سوم
EC_A ۵-۰	۳۵/۳	۹۶/۲۳	۰۲/۱۲	۰۳/۱۲	۸/۳۳	۵۵/۱۶	۰۶/۴	۷۷/۸	۹۵/۱۴
EC_B ۱۵-۵	۸۱/۳	۹۶/۲۳	۹۹/۱۱	۹۴/۱۱	۱۹/۳۳	۷۱/۱۵	۹۶/۳	۷۱/۸	۵۷/۱۴
EC_C ۳۰-۱۵	۶۹/۴	۱/۲۲	۶۰/۱۱	۶۲/۱۱	۴۸/۳۱	۳۷/۱۳	۶۵/۳	۹۱/۸	۳۲/۱۳
EC_D۶۰-۳۰	۶۹/۴	۱/۲۲	۹۰/۹	۷۵/۱۰	۱۳/۴۳	۴۷/۱۳	۶۷/۳	۹۲/۷	۵۳/۱۲
EC_E۹۰-۶۰	۶۹/۴	۱/۲۲	۸۶/۸	۱۱/۱۰	۱۱/۳۹	۶۶/۱۵	۹۵/۳	۰۵/۷	۳۳/۱۲

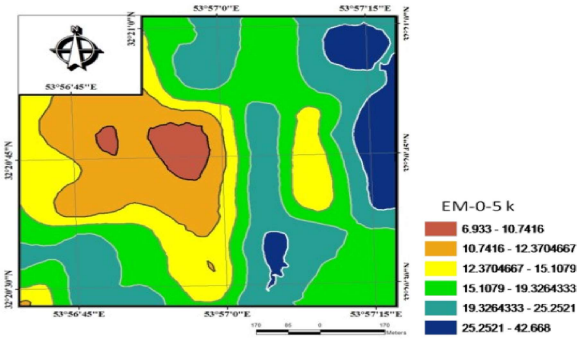
جدول ۱- خلاصه اماری

نتایج و بحث

خلاصه آماری داده های شوری در جدول (۱) ارائه شده است. بعنوان مثال EC_A که در عمق ۵-۰ سانتی متری سطح خاک است دارای حداقل میزان شوری ۳.۳۵ و حداکثر ۲۳.۹۶ با میانگین ۱۲.۰۲ دسی زیمنس بر متر است . چنانچه ملاحظه می شود میانگین شوری در عمق ۵-۰ سانتی متری بیشتر و با افزایش عمق کم می شود که این بیانگر وضعیت نامطلوب جامعه مورد بررسی از نظر شوری است. واریانس و خطای استاندارد بالا بیانگر انحراف شدید داده ها از میانگین جامعه می باشد . بعنوان مثال EC_A که در عمق ۵-۰ سانتی متری سطح خاک است دارای بیشترین خطای استاندارد و واریانس است و به دلیل اینکه انحراف معیار از میانگین جامعه زیاد است نمی توان میانگین را به عنوان تخمین از متغیر مورد بررسی در جامعه مورد مطالعه به کار برد. ضریب تغییرات مجموعه به ما نشان می دهد که کمترین میزان آن مربوط است به لایه های میانی که همان EC_C (فاصله ۳۰-۱۵ سانتی متری) و هم چنین بیشترین ضریب تغییرات مربوط به لایه های عمیق ۹۰-۶۰ سانتی متری است از نقشه های مدل برداشت می شود که هرچه از سطح به عمق برویم میزان شوری خاک تدریجاً کاهش می یابد.

در این تحقیق، روش کریجینگ پهنه بندی شوری خاک با استفاده از داده های EM۳۸ در سطح خاک را به علت دارا بودن خطای کم نسبت به روش کوکریجینگ بهتر نشان می دهد.

همان طور که در نتایج نشان میدهد، روند تغییرات شوری در سطح منطقه مورد مطالعه به میزان حداکثر رسیده وبا افزایش عمق، این میزان به تدریج کم شده است. و ممکن است علت آن فعالیت های بی رویه کشاورزی و استفاده ناصحیح از کود و یا تبخیر و تعرق بالا در این منطقه باشد.و بر اساس نقشه خروجی نحوه پراکنش شوری در سطح منطقه مورد مطالعه با استفاده از مدل کریجینگ دارای نقاط حداکثر بیشتری است.



شکل (۲) -نقشه رقومی شوری خاک پیش بینی شده با استفاده از داده های EM۳۸ در عمق ۵-۰ به روش کریجینگ

جمع بندی :

در تحقیق حاضر اقدام به پیش‌بینی مکانی شوری خاک با استفاده از مدل زمین آمار، توسط دستگاه هدایت گر الکترومغناطیس پرداخته شد. نتایج کلی این تحقیق را می‌توان به این صورت ارائه داد:

قابلیت هدایت الکتریکی ظاهری به خوبی می‌تواند تغییرات شوری خاک را در سطح خاک برآورد نماید. در مواقعی که قادر به استفاده مستقیم از داده‌های دستگاه هدایتگر الکترومغناطیس جهت بررسی شوری نمی‌باشیم، یک راه جایگزین استفاده از سایر متغیرهای کمکی و مدل‌سازی در فرآیند چارچوب کاری اسکورپن می‌باشد.

در این تحقیق مدل کریجینگ به عنوان بهترین مدل برای پهنه‌بندی شوری خاک معرفی می‌شود.

تکنیک‌های زمین آماری یا به عبارت دیگر تکنیک‌های نقشه‌برداری رقومی خاک می‌توانند فرآیند نقشه‌برداری خاک‌ها را در گستره‌ای وسیع و متشکل از هر گونه عوارض طبیعی به یک‌باره انجام داده، روش سنتی را ارتقاء بخشیده، سرعت عمل و کارآمدی نقشه‌ها را در انتقال داده‌ها و اطلاعات افزایش داده و قابلیت استفاده آن‌ها را برای قشر وسیعی از شاخه‌های علمی امکان‌پذیر نماید.

کاربرد معادلات عمق (اسپیلاین) در این تحقیق به ما اجازه داد تا به راحتی بتوان به بررسی تغییرات عمقی و سطحی شوری خاک بپردازیم.

منابع

رحیمیان م ح، هاشمی نژاد ی. ۱۳۸۹. واسنجی دستگاه القاءگر الکترومغناطیس (EM۳۸) برای ارزیابی شوری خاك. مجله پژوهشهای خاك،علوم خاك و آب،الف، جلد ۲۴، شماره ۳، صفحات ۲۵۲-۲۴۳.

Rhoades, J.D., Ingvalson, R.D. ۱۹۷۱. Determining salinity in field soils with soil resistance measurements. Soil Science Society of America Proceedings ۳۵, ۵۴-۶۰.

Rhoades, J.D. ۱۹۷۶. Measuring, mapping and monitoring field salinity and water depths with soil resistance measurements. FAO Soils Bulletin ۳۱, ۶۹-۱۰۹.

Heermann D F, Hoeting J, Duke H R, Westfall D G, Buchleiter G W, Westra P, Peairs F B, Fleming K. ۲۰۰۰. Irrigated Precision Farming for Corn Production. Proceedings of Second International Conference on Geospatial Information in Agriculture and Forestry, pp. ۱۴۴-۱۵۱, Lake Buena Vista, Florida.

Bishop, T.F.A., McBratney, A.B., Laslett, G.M. ۱۹۹۹. Modelling soil attribute depth functions with equal-area quadratic smoothing splines. Geoderma. ۹۱, ۲۷-۴۵.

McBratney, A.B., Mendonça-Santos, M.L., Minasny, B. ۲۰۰۳. On digital soil mapping. Geoderma, ۱۱۷, ۳-۵۲.

Mcneill, J.D. ۱۹۸۰b. Electromagnetic terrain conductivity measurements at low induction numbers. Technical note TN-۵ Geonics Ltd. Mississauga, Ontario, Canada, p.۱۵.

Metternicht, G., Zinck J.A. ۲۰۰۳. Remote Sensing of Soil Salinity : Potentials and Constraints. Remote Sensing of Enviroment ۸۵, ۱-۲۰.

Mcneill, J.D. ۱۹۸۰b. Electromagnetic terrain conductivity measurements at low induction numbers. Technical note TN-۵ Geonics Ltd. Mississauga, Ontario, Canada, p.۱۵.

Mcneill, J.D., ۱۹۸۰a. Electrical conductivity of soil and rocks. Technical note TN-۵ Geonics Ltd. Mississauga, Ontario, Canada, p.۲.

Triantaflis J I, Odeh,and O A, Mc BratneyA B. ۲۰۰۱. "Five geostatistical methods to predict soil salinity from electromagnetic induction data across irrigated cotton",Soil Sci.Am. J.,Vol.۶۵,Pages۸۶۹-۸۷۸.

Abstract
Digital identification of soils is regarded as a tool to provide locality information on them; this introduces some solutions for the increasing need of high spatial resolution maps. The current study aims at digital mapping of soil in the area of Mileshbar, Ardakan. At first, the study was conducted by the identification of the current and previous application of the area and by creation of a partial border. In the next stage, around ۸۰۰ readings were done by EM۳۸ both vertically and horizontally. Then, two maps were made with the inputs obtained from the device readings. In the next step, ۱۲۰points with different latitude and longitude were randomly selected and three soil samplings were done in the depth of ۰-۳۰, ۳۰-۶۰ and ۶۰-۹۰ centimeters. The EC of the samples were measured in the laboratory by the preparation of saturation extract. Using the measured EC, the salinity map was drawn by geographic information system (GIS). Finally, all the readings of the mentioned device, the results of extraction as well as the results of salinity test were used as input data of Geo statistic model. The desired analyses were performed on the outputs of the model.