پیش بینی تغییرات مکانی شوری خاک بااستفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی و دستگاه الکترومغناطیس EM۳۸ در منطقه میلشبار اردکان

سیدحسام قبله زاده [۱]، ناصرهنرجو [۲] و روح الله تقی زاده مهرجردی [۳]
۱-دانشجو کارشناسی ارشد خاک شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، ۲-استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان ،۳-استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان ،

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 و ایجاد مرز نسبی شروع به انجام مطالعه شد در مرحله بعد توسط دستگاه EM۳۸ در حدود ۸۰۰ قرائت به دو صورت عمودی و افقی صورت گرفت و دو نقشه با ورودی قرائت های دستگاه مذکور انجام شد در ادامه ۱۲۰ نقطه بصورت رندم از منطقه با طول و عرض جغرافیایی انتخاب شد و در سه عمق ۳۰-۰ ، ۶۰-۳۰ ، ۹۰-۶۰ سانتی متر نمونه برداری خاک انجام شد ودر آزمایشگاه با تهیه عصاره اشباع ۱:۱ نمونه ها میزان EC اندازه گیری شد و با استفاده از EC اندازه گیری شده نقشه شوری توسط نرم افزار GIS ترسیم گردید و در آخر کلیه قرائت های دستگاه مذکور و نتیجه عصاره گیری و هم چنین نتایج شوری به عنوان داده ورودی مدل شبکه عصبی مصنوعی قرار گرفت و از خروجی مدل آنالیز های مورد نظر انجام گرفت

واژه های کلیدی: نقشه رقومی، شبکه عصبی مصنوعی، 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 شبکه عصبی مصنوعی 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 با استفاده از دستگاه EM۳۸میتواند برای پیش بینی مواردی نظیر تغییرات تولید محصول (به علت تغییرات آب موجود در خاك) نیز مورد استفاده قرار گیرد.از آن جایی که در سطح کشور از این دستگاه استفاده زیادی بعمل نیامده است، لذا این دستگاه در برآورد شوری می تواند زمینه اقدامات دقیق وسریعی را در مبحث کشاورزی فراهم سازد.
بررسی تغییرات شوری خاك بویژه در مناطقی با وسعت زیاد، گران و زمان بر است. امروزه با پیشرفت علوم،استفاده از فناوري‌های جدید موجب کاهش هزینه و افزایش دقت و سرعت در انجام پروژه ها شده است.
استفاده از برخی ابزارهای برداشت سریع داده در این مرحله مي‌تواند نقش مهمی در کاهش هزینه و زمان مشاهدات ضروری زمینی برای مطالعات سنجش از دور را ایفا کند. در طی دو دهه اخیر بسیاری از تکنیکهای جدید مانند آرایه ونر [۱۶۹] (رودز و اینوالسون، ۱۹۷۱)، پروبهای هدایت الکتریکی رودز [۱۷۰](رودز، ۱۹۷۶)، روش انعکاس سنجی زمانی [۱۷۱] یا TDR و روش القای الکترومغناطیسی [۱۷۲] 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 می باشد. این دستگاه یا مستقیماً بر روی سطح زمین قرار می

[۱۶۹]- Wenner Array
[۱۷۰]- Rhoades Probe
[۱۷۱]- Time Domain Reflectometry
[۱۷۲]- Electromagnetic Induction

گیرد و یا اینکه بدون تماس با سطح خاك و در یك ارتفاع مشخص (مثلاً نیم متر)و موازی با سطح زمین قرارگرفته و قرائتهای آن انجام می شود. فراهم بودن امکان عدم تماس مستقیم این وسیله با سطح خاك است که آنرا 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). علاوه بر مؤلفه‌های اصلی از یك سری شاخص ماهواره‌ای که هر کدام مشخص کننده خصوصیتی در منطقه مورد مطالعه می‌باشند نیز استفاده گردید. یکی از معمولترین این شاخص‌ها NDVI می‌باشد که جایگزینی برای میزان پوشش گیاهی در منطقه می‌باشد (رز و همکاران، ۱۹۷۳)(ساندرز و بوتینگرگ ،۲۰۰۷) از شاخص‌های گیاهی به عنوان متغیر کمکی در تهیه نقشه رقومی کلاس در و یامینگ آمریکا استفاده کردند. (نیلد و همکاران، ۲۰۰۷) به طور موفقیت آمیزی B۵۷ را برای شناسایی خاکهای سرشار از گچ استفاده نمودند. (تقی‌زاده و همکاران، ۲۰۰۸) با برداشت ۴۸ نمونه خاک از دشت یزد- اردکان، شوری سطح خاک را اندازه‌گیری نمودند. آن‌ها برای تحقیق خود داده‌های ETM+ در سال ۲۰۰۲ را به کار بردند. با توجه به اینکه تهیه نقشه شوری خاک دقتی برابر با ۸۷ درصد داشت و ضریب کاپا در حدود ۴۷ درصد بود، صحت این کار قابل قبول بوده است. بکارگیری داده های ماهواره‌ای، اغلب موجب کاهش هزینه و افزایش دقت و سرعت می گردد (علوی پناه، ۱۳۸۲).

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 هکتار می باشد.از کل منطقه مذکور ۱۰۰ هکتار مورد بررسی پایش شوری قرار گرفت که دارای پوشش یونجه و گندم و بیشتر کاه و کلش است. منطقه مورد مطالعه بین طول‌های جغرافیایی ′۵۰ ۵۳ °۵ تا ′۱۰ ۵۴ °۵ شرقی و عرض‌های جغرافیایی ′۱۶ ۳۲ °۳ تا ′۲۷ ۳۲ °۳ 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 مطالعه به‌ترتیب برابر ۳۴۸۳ میلیمتر، ۵/۱۸ درجه سانتیگراد و ۷۵ میلیمتر است. بارندگی بسیار کم بوده و محدود به بارش‌های زمستانه می‌باشد. بنابراین رژیم رطوبتی و حرارتی خاک به ترتیب اریدیک و ترمیک طبقه‌بندی می‌شود

شکل(۱) نقشه منطقه

تحقیق حاضر سعی دارد تا با استفاده از انواع روش های مدل سازی رقومی و انواع داده های کمکی، اقدام به تهیه نقشه رقومی شوری خاک نماید. مراحل تحقیق به چهار گام تقسیم می شود. گام اول : تهیه داده های خاک، در این مرحله قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع نمونه های خاک در آزمایشگاه اندازه گیری شد بطوریکه با انتخاب ۱۲۰ نقطه با طول و عرض جغرافیایی مشخص بصورت تصادفی، توسط آگر از سه عمق ۳۰-۰ ، ۶۰-۳۰ ، ۹۰-۶۰ سانتی متری نمونه برداری خاک انجام گردید. جهت مدل سازی برای پهنه بندی شوری خاک متغیر در ابتدا معادله عمق از نوع اسپیلاین (بیشاپ و همکاران ،۱۹۹۹) به داده های قابلیت هدایت الکتریکی اندازه گیری شده برازش داده شد و سپس مقادیر پارامتر مورد نظر در ۵ عمق استاندارد ۵-۰ ، ۱۵-۵ ، ۳۰-۱۵ ، ۶۰-۳۰ ، ۹۰-۶۰ سانتی متری از معادله استخراج گردید که بعنوان متغیرهای وابسته در نظر گرفته شد. گام دوم: تهیه نقشه منطقه از Google Earths وانتخاب شبکه ای از نقاط به فاصله ۵۰ متر از یکدیگر با استفاده از GPS نقطه ها بر روی زمین مشخص گردید. قرائت های دستگاه EM۳۸ در منطقه و واسنجی دستگاه که بعنوان متغیرهای مستقل درنظرگرفته شد.لازم به ذکر است که در حدود ۶۰۰ نقطه توسط دستگاه قرائت گردید(EMv قرائت های افقی دستگاه EM۳۸ و EMh قرائت های عمودی EM۳۸) . گام سوم : در این مرحله اقدام به تهیه داده های کمکی گردید، داده های کمکی باندهای تصاویر ماهواره ای(ماهواره لندست JULY ۱۵ ، EMT ۲۰۱۵)که شامل باند ۱ تا ۶(BF،BE،BD،BC،BB،BA) ، BI [۱۷۳] شاخص روشنایی ، شاخص رس[۱۷۴] ، NDSI[۱۷۵]شاخص شوری ، SR[۱۷۶]نسبت شوری و NDVI جایگزین پوشش گیاهی(رز و همکاران،۱۹۷۳) هم چنین از DEM[۱۷۷] مدل رقومی ارتفاعی ، MrVBF[۱۷۸]شاخص هموار دره با درجه تفکیک بالا و wetnessndeشاخص رطوبت. گام چهارم: مدل سازی و در حقیقت ارتباط دادن داده های محیطی و قابلیت

[۱۷۳]-Brightness Index
[۱۷۴]-Clay Index
[۱۷۵]-Normalized Differential Salinity Index
[۱۷۶]-Salinity Ratio
[۱۷۷]-Digital elevation model
[۱۷۸]-Multi-resolution Valley Bottom Flatness index

هدایت الکتریکی می باشد. و پس از تعیین مدل و ورودی های مناسب اقدام به تهیه نقشه قابلیت هدایت الکتریکی تا عمق ۱ متری خاک گردید. در این تحقیق قرائت های دستگاه EM۳۸ و داده های تصاویر ماهواره ای و هم چنین مدل رقومی ارتفاع بعنوان متغیر کمکی در نظر گرفته شده است.

بنابراین داده های قابلیت هدایت الکتریکی خاک در ۵ عمق به عنوان متغیر وابسته و داده های EM۳۸ بعنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شده اند و در نهایت از این مدل و همچنین معادله عمق اسپیلاین و با ضریب لانداي مشخص در جهت تهیه نقشه شوری خاک توسط نرم افزار ArcGIS استفاده گردید. برای پهنه بندی شوری خاک در این تحقیق از مدل شبکه عصبی مصنوعی استفاده گردید

نرم افزار های مورد استفاده برای ترسیم نقشه از طریق درون یابی، نرم افزارهای متعددی وجود دارند که در حال حاضر Arc-GIS ، Neuro Solutionsاز جمله پرکاربرد ترین آنها در مطالعات شبکه عصبی مصنوعی محسوب می گردند. هم چنین از نرم افزار اکسل و مطلب نیز استفاده گردید.

در ارزیابی عملکرد و دقت مدل های مختلف در برآورد شوری خاک و نیز روش های پهنه بندی شوری خاک در این تحقیق از مجذور میانگین مربعات خطا[۱۷۹]، ضریب تبیین[۱۸۰] و میانگین خطا[۱۸۱] استفاد گردیده است (یانگ و همکاران ، ۲۰۰۹)

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

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

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

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

نتایج و بحث

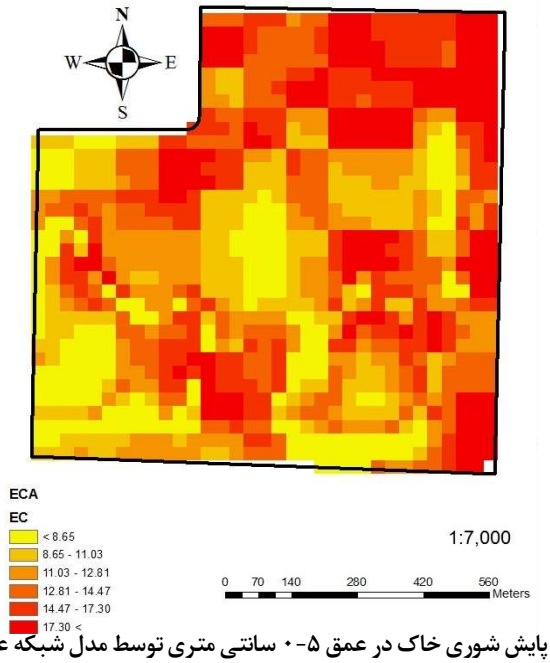
خلاصه آماری داده های شوری در جدول (۱) مشخص شده است. همان طور که مشاهده میشود ۲۲.۱۰ درصد از کل شوری منطقه متعلق است به سطح خاک (در فاصله ۵-۰ سانتی متری) است وهم چنین ECE (فاصله ۹۰-۶۰ سانتی متری) ۱۶.۲ درصد از شوری را به خود اختصاص داده است و این مسئله نمایانگر آن است خاک های منطقه مورد مطالعه در سطح شدیداً شور می باشند . بعنوان مثال ECA 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 ECA 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_e فاصله ۳۰-۱۵ سانتی متری و هم چنین بیشترین ضریب تغییرات مربوط به لایه های عمیق ۹۰-۶۰ سانتی متری است در طی پروسه انجام مدل شبکه عصبی مصنوعی ،در عمق ۵-۰ سانتی متری شاخص NDVI ، در عمق ۱۵-۵ سانتی متری شاخص Clay index ، در عمق ۳۰-۱۵ سانتی متری شاخص Clay index و NDVI ، در عمق ۶۰-۳۰ سانتی متری شاخص NDSI و در عمق ۹۰-۶۰ سانتی متری شاخص Clay index بیشترین تأثیر را برروی مدل خروجی قرار داده است بطور میانگین بیشترین اثر گزاری بر ۵ عمق را شاخص NDVI بوده است وهم چنین شاخص باند سوم کمترین اثر را بروی مدل خروجی نهاده است. از نقشه های مدل برداشت می شود ک هرچه از سطح به عمق برویم میزان شوری خاک تدریجاً کاهش می یابد. لازم بذکر است که در تحقیق حاضر از ۵ عمق استاندارد شده نمودار آنالیز حساسیت و نقشه شوری تهیه گردیده است که بعلت عدم وجود فضای کافی تنها دیاگرام و نقشه شوری عمق ۵-۰ سانتی متری ارائه گردید .

---

[۱۷۹] ۱-Root Mean Square Eroor
[۱۸۰] ۲-Coefficient oF determination
[۱۸۱] ۳-Mean Absolute Error

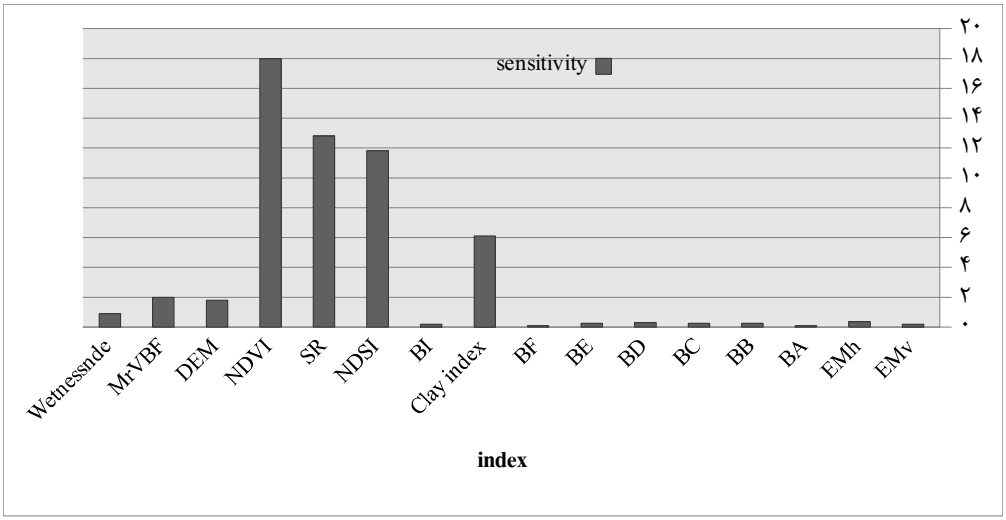
جدول ۱- آنالیز آماری

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



شکل۲- نقشه پایش شوری خاک در عمق ۵-۰ سانتی متری توسط مدل شبکه عصبی مصنوعی

شکل۳-اهمیت پارامترها در عمق ۵-۰ سانتی متری



منابع

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

علوی پناه ، س،ک.۱۳۸۲.کاربرد سنجش از دور در علوم زمین(علوم خاک). انتشارات دانشگاه تهران

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.

Saunders, A.M., Boettinger, J.L. ۲۰۰۷. Incorporating classification trees into a pedogenic understanding raster classification methodology, Green River Basin, Wyoming, USA. In: P. Lagacherie, A.B.McBratney, and M. Voltz (eds.), Digital SoilMapping: An introductory perspective. Developments in Soil Science Vol. ۳۱, Elsevier, Amsterdam, pp. ۳۸۹-۳۹۹.

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.

Rouse, J.W., Hass, R.H., Schell, J.A., Deering, D.W. ۱۹۷۳. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. p. ۳۰۹- ۳۱۷. In: Third ERTS Symposium, NASA SP-۳۵۱, Vol. ۱, Washington, DC.

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

Nield, S.J., Boettnger, J.L., Ramsey, R.D. ۲۰۰۷. Digitally mapping Gypsic and nitric soil areas using Landsat ETM data. Soil Sci. Soc. Am. J. ۷۱, ۲۴۵- ۲۵۲.

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.

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, which is a farm on which the needed provender for dairy cattle companies located in this area are planted. 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, ۱۲۰ points 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 ۱ : ۱. 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 artificial neural network. The desired analyses were performed on the outputs of the model.