

برآورد شوری خاک با استفاده از داده های سنجش از دور چند طیفی

در اراضی کشاورزی

بهروز ارسطو ۱، احمد اخیانی ۲

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۱/۲۲

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۷/۲/۲۹

صفحات: ۳۷-۵۱

چکیده:

شور شدن خاک به عنوان یکی از عوامل اصلی تخریب اراضی در مناطق خشک و نیمه خشک و یکی از عوامل بسیار مهم محدود کننده تولید فرآورده های کشاورزی اهمیت فراوان دارد. بنابراین در مدیریت طرحها و پروژه های کشاورزی، محیط زیستی و همچنین اطمینان از وجود امنیت غذایی، ارزیابی و شناسایی شوری خاک ضروری به نظر می رسد. تهیه نقشه شوری خاکی کی از گام های اولیه در جهت شناسایی این اراضی خواهد بود که با توسعه فن آوری سنجش از دور استفاده از تصاویر ماهواره ای (داده های ماهواره ای) روشی بروز و کارآمد می باشد. در این پروژه، به منظور شناسایی و ارزیابی شوری خاک، تعداد ۶۵ نمونه در استان سمنان، بخش مرکزی سمنان، از افق شناسایی سطحی خاک (میانگین ۱۵-۰ سانتیمتر) برداشت و به آزمایشگاه ارسال شد. سپس برای بررسی ارتباط بین هدایت الکتریکی و بازتاب های طیفی ماهواره، از تلفیق تصاویر ماهواره ای لندست+ETM در تاریخ ۱۴ اکتبر ۲۰۰۸ و مدل های آماری استفاده شد و به کمک پاره ای از شاخص های طیفی مانند شوری، پوشش گیاهی انتقال طیفی و مولفه های اصلی، اقدام به شناسایی و ارزیابی شوری شد. نتایج نشان داد که بین EC خاک با تصاویر ماهواره ای و چند شاخص مشتق شده از تصاویر، رابطه معناداری وجود دارد. در بین این شاخص ها، باند ۷ ماهواره لندست+ETM بیشترین همبستگی را (۷۵٪) با هدایت الکتریکی خاک مشاهده ای داشته و می تواند در پیش بینی و برآورد آن استفاده شود. سپس روش های رگرسیونی مختلف برای برآورد شوری استفاده شد. پس از ارزیابی دقت و رابطه آماری ارائه شده با استفاده از ۱۵ نقطه آزمون، روش گام به گام (Stepwise) با ضریب تبیین ۶۰٪ برای منطقه مورد مطالعه انتخاب گردید، که میزان آماره های RMSE و MBE برای این رابطه بهتر تیب ۲.۸۳۳ و ۰.۸۰۸- می باشد.

کلمات کلیدی: آمار مکانی، ارزیابی شوری خاک، تصاویر لندست+ETM، سمنان

۱- محقق مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان

۲- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان (شاهرود)

مقدمه

ثانویه رخ می‌دهد (Metternicht and Zinck, 2003). شور شدن اولیه با تجمع نمک، از طریق فرآیندهای طبیعی ناشی از شوری زیاد مواد مادری و یا آب زیرزمینی به وجود می‌آید، در حالی که شوری ثانویه بر اثر فعالیت‌های انسانی به صورت آبیاری با آب نامناسب و یا زهکشی ضعیف خاک به وجود می‌آید (همایی، ۱۳۸۱). افزون بر آن، شورشیدن ثانویه با انجام عملیات انسانی دیگری، مانند تخریب مناطق جنگلی، عملیات نامناسب کشاورزی، احداث جاده و مخازن به مناطق دیگر و اراضی مجاور گسترش می‌یابد (Mitsuchi et al., 1989). تاثیر کاربری‌های نادرستو همچنین تغییرات آب و هوایی بویژه خشکسالی در تشدید و گسترش شوری، بسیار چشمگیر بوده که لازم است این موارد بررسی و مطالعه شوند (Metternicht and Zinck, 2003).

ارزیابی و پایش فرآیند شور شدن خاک به همراه پیش بینی روند گسترش آن ضروری است. در این راستا، استفاده از اطلاعات و روش‌های قابل اعتماد با دقت کافی در انجام این پژوه، دارای جایگاه ویژه‌ای خواهد بود. با توجه به رشد روزافزون جمعیت و نیاز به تامین بیشتر غذا و با در نظر گرفتن شرایط اقلیمی ایران، افزایش سطح زیر کشت و افزایش حاصلخیزی خاک، دو راهکاری هستند که در حال حاضر برای دستیابی به این مهم مورد توجه می‌باشند. لیکن اجرای نادرست این راهکارها، تخریب اراضی را به همراه داشته است. یکی از عمده‌ترین شاخص‌های چنین تخریبی، شور شدن خاک بر اثر عملیات نادرست کشاورزی است. شوری باعث تشکیل سخت لایه‌ها و جلوگیری از رشد ریشه گیاه، کاهش نفوذپذیری و شرایط زهکشی خاک، محدود شدن فعالیت میکروارگانیسم‌ها و در نهایت کاهش حاصلخیزی خاک می‌شود (همایی، ۱۳۸۱).

امروزه تخریب اراضی به عنوان عاملی در پسرقت کیفیت اراضی و کاهش تولید فرآورده های کشاورزی، و به دلیل تاثیرات آن بر امنیت غذایی و محیط زیست، توجه خاصی را در مجامع جهانی به خود جلب نموده است. به طوری که تخریب اراضی، زندگی حدود یک میلیارد نفر جمعیت را در بیش از صد کشور جهان در یک سوم اراضی کره زمین تحت تاثیر قرار داده است (Eswaran et al., 2001). تخریب اراضی دارای تعریف پیچیده ای است و طی مراحل مختلف فیزیکی و شیمیایی ایجاد می‌شود. شور شدن خاک یکی از انواع غالب و گسترده این معضل می باشد که از دوران گذشته تاکنون بر تولیدات کشاورزی و امنیت غذایی تاثیرات بسیاری گذاشته است (Epstein et al., 1980). شوری خاک به تجمع نمک در لایه‌های سطحی و زیرسطحی خاک مربوط می‌شود. تمرکز این نمک های محلول به صورت هدایت الکتریکی قابل اندازه گیری می‌باشد (Zarei, Homae and Schmidhalter, 2008). (Zarei et al., 2010; et al., 2009).

آمار و ارقام در خصوص وسعت اراضی شور دنی ابین محققین، متفاوت است؛ برآورده انزدیک به یک میلیارد هکتار را نشان می دهند که حدود هفت درصد قاره‌های زمین رامی پوشاند (Ghassemi et al., 1995). افزون برن و احی شور شده طبیعی، نزدیک به ۷۷ میلیون هکتار از اراضی در اثر فعالیت‌های انسان شور شده که ۵۸ درصد آن ناشی از آبیاری بوده است. به طور متوسط ۲۰ درصد اراضی آبی جهان تحت تاثیر شوری قرار دارند که این مقدار در کشورهایی، نظیر ایران و مصر تا ۳۰ درصد نیز احتمال افزایش وجود دارد (Ghassemi et al., 1995). فرآیند شور شدن خاک به دو صورت اولیه و

ساختمان خاک سطحی و ترکیب خصوصیات خاک سطحی تحت تاثیر شرایط خشک می باشد. اختلاف نوع نمک، ساختمان خاک سطحی و میزان مواد آلی، تاثیر معنی داری در جمع آوری علائم و سیگنالها بوسیله سنجنده ها دارد. آنها توانستند از طریق طبقه بندی نظارت شده، خاکهای متاثر از نمک را در نه طبقه تقسیم بندی نمایند؛ ضمناً دریافتند که سیلت و رسد رساختمان خاک سطحی، عامل اصلی تداخل طیفی بین خاکهای تحت تاثیر نمک، به خصوص بین درجات متفاوتی از قلیائیت سطحی خاک است (Metternicht and Zinck, 1997).

علوی پناه و همکاران (Alavi Panah, 2000; Alavi Panah et al., 2002)، برای بررسی رابطه بین شوری خاک و بازتاب های آن، هفت باند TM و چهار باند سنجنده MSS را در خاکهای کویر مرکزی ایران مطالعه نمودند. نتایج حاصله نشان داد که وضعیت سطوح، از جمله پوسته ها، بیابانی، سطوح گراولی و سطوح فرسایشی نقش کاهشی در ضریب همبستگی بین شوری خاک و انعکاس سطوح دارد؛ همچنین رفتار باند 6TM در خاکهای گچی نسبت به خاکهای شور متفاوت می باشد؛ بنابراین 6TM اطلاعات مفیدی را از خاکهای شور در اختیار می-گذارد. در پژوهشی، خراسانی و ایزدپناه (۱۹۹۲) روند تغییرات شوری را در بخشی از کویر مرکزی ایران با استفاده از دادههای ماهواره ای MSS 1975 مورد بررسی قرار دادند و نتایج را با انعکسهای پهنای ۱۹۹۵ مقایسه کردند. نتایج حاصل از طریق تفسیر چشمی با مشاهدات صحرایی همخوانی داشت. طی تحقیقی Metternicht در سال ۲۰۰۳، برای بررسی تغییرات پراکنش مکانی خاکهای شور در دوره زمانی مختلف، سنجندههای مختلفی را مورد مطالعه قرار داد. وی دریافت که فرآیند تغییر و تبدیل بر رویدادهای خام

بررسی فرآیند شور شدن خاک با استفاده از روشهای صحرایی کاری بسیار دشوار، زمان بر و پرهزینه بوده؛ و ارزیابی و پایش فرآیند شور شدن خاک ضروری می-باشد. بدین منظور در این پژوهش تلاش می شود مدل‌های آماری و تصاویر ماهواره‌ای چند طیفی اقدام به شناسایی و ارزیابی شوری شد. لیکن، بررسی نحوه گسترش و پراکنش مکانی شوری خاک، بسیار زمان برو پرهزینه می‌باشد. لذا ایجاد و توسعه روشی تلفیقی به کمک داده-های ماهواره‌ای و روش‌های آماری برای شناسایی و ارزیابی شوری خاک ضروری است. Rao و همکاران (Rao et al., 1998) با ایجاد تصویر ترکیب رنگی کاذب استفاده از باندهای ۲ و ۴ داده‌های TM، خاک‌های با قلیائیت تشدید رابه رنگ سفید روشن از خاک‌های با قلیائیت تم توسط، بهرن گتیرهم تمایل به قهوه‌ای پررنگ تفکیک و شناسایی نمودند.

در سال (۱۹۹۳) Csillag باندازه‌گیری انعکاس‌های طیفی خاک‌های تحت تاثیر نمک با تفکیک طیفی ۱۰ نانومتر (بین ۴۹۵ تا ۲۳۹۵ نانومتر)، ۱۶ طبقه طیفی برای عوامل SAR، ESP، EC، PH تعریف نمود. و بیاتجزیه آماری از طریقت جزیه مؤلفه های اصلی (PCA) و به صورت گام به گام، محدوده های طیفی از طول موج مرئی، ما دونقرمز نزدیک و ما دونقرمز میانی را مشخص کرد و موفق شد طبقات مختلف خصوصیات خاک را از یکدیگر تفکیک نماید (Csillag et al., 1993).

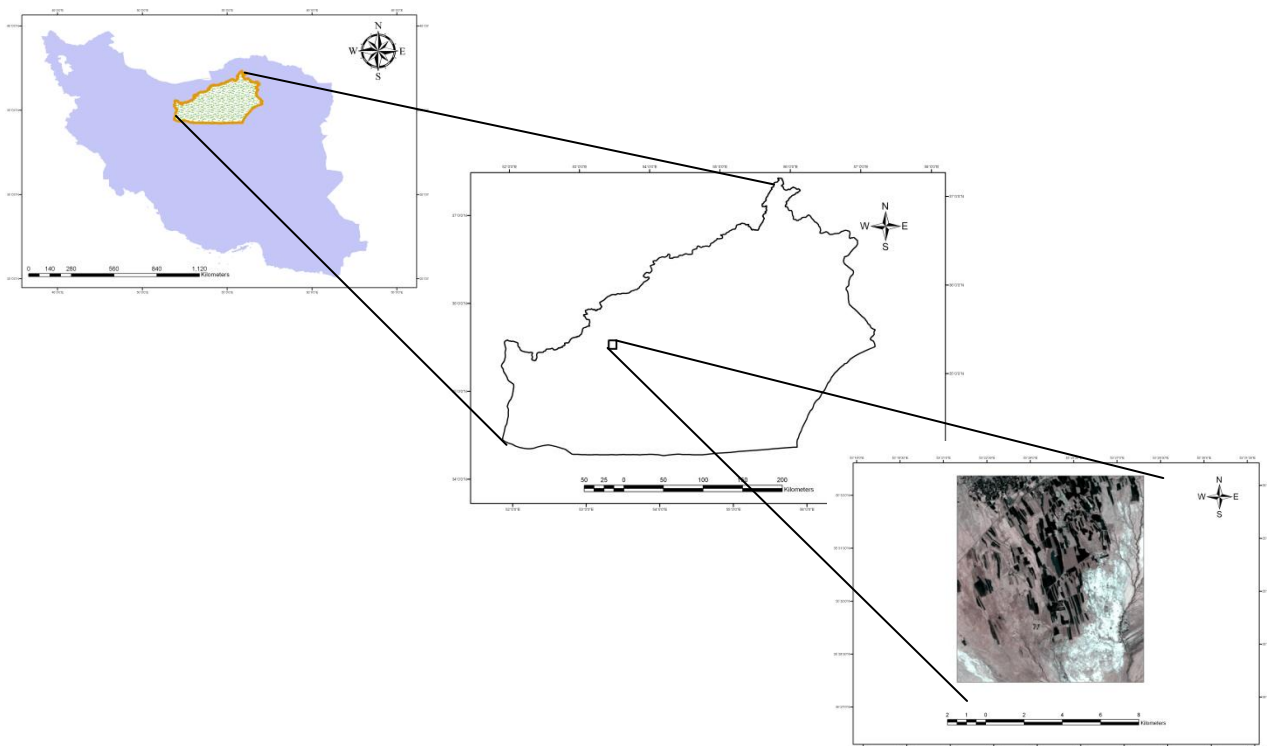
طی تحقیقی Zinck و Metternicht (۱۹۹۷) با استفاده از ش شباند انعکاسی TM، به بالاترین تفکیک پذیری بین طبقات خاک تحت تاثیر سدیم و نمک دست یافتند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که عامل اصلی تداخل طیفی بین سطوح مختلف شوری و قلیائیت، تفاوت در میزان و فراوانی تیپهای پوشش گیاهی، تحمل به شوری،

– منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در جنوب شهر سمنان بین ۳۹۲۶۴۳۰ متر عرض شمالی و ۷۱۳۶۹۳ متر طول شرقی تا ۳۹۳۷۷۳۷ متر عرض شمالی و ۷۲۳۴۲۷ متر طول شرقی در زون ۳۹ سیستم مختصات UTM قرار گرفته است و مساحتی بیش از ۱۰ هزار هکتار را در بر میگیرد.

سنجندها برای تشخیص پدیدهها و نقشه برداری آنها ضروری است؛ لذا برای نیل به این منظور از روش-هایی، نظیر طبقه بندی پیکسلها بر اساس حداکثر احتمال، طبقه بندی فازی، نسبت باندها، شاخص های مختلف، مانند NDVI، و SAVI و معادلات همبستگی استفاده کرد (Metternicht and Zinck, 2003).

مواد و روشها



شکل (۱) موقعیت جغرافیایی منطقه

در این طرح به بررسی ارتباط بین شوری خاک و بازتاب های طیفی تصاویر ماهواره ای و شاخص های برآورد شده از آن به منظور ارزیابی و شناسایی شوری خاک توسط تکنیک سنجش از دور پرداخته

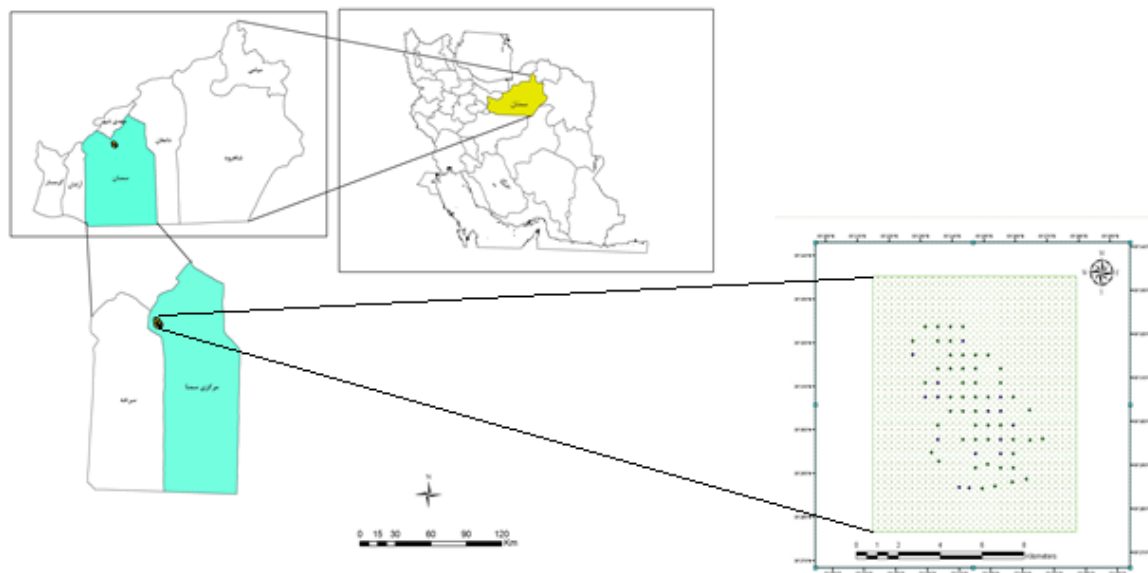
می شود. به این منظور ابتدا محدوده مورد مطالعه با استفاده از نقشه های توپوگرافی به همراه پیمایش-های میدانی تعیین می گردد. پس از تعیین نقاط نمونه برداری، پروفیل ایجاد شده و نمونه برداری از

ارتباط بین شوری خاک با هر یک از شاخص های بدست آمده از تصاویر ماهواره ای از نرم افزار آماری SPSS استفاده می شود. روابط آماری ارائه شده با نقاط آزمون اعتبارسنجی شده و در نهایت بهترین رابطه شناسائی شوری خاک در منطقه مورد مطالعه براساس بالاترین دقت و کمترین خطای آماره ها انتخاب می گردد.

نمونه برداری خاک

ابتدا ۶۵ نمونه خاک به روش نمونه گیری تصادفی (در داخل شبکه های ۱×۱ کیلومتری)، در اراضی کشاورزی و زمین های اطراف آن ها و از اعماق مختلف خاک در تاریخ ۱۰ تا ۲۵ مهر سال ۱۳۸۷ برداشت شد؛ مختصات دقیق پروفیلها به کمک GPS در طی عملیات صحرائی ثبت شد. آنگاه برای تجزیه و تحلیل و تعیین خصوصیات شیمیائی و فیزیکی به آزمایشگاه ارسال شدند پس از انتقال نمونه ها به آزمایشگاه، میانگین EC و PH افق شناسائی سطحی خاک تا عمق ۰-۳۰ سانتی متری اندازه گیری و ثبت گردید. همانطور که در شکل (۳-۷) ملاحظه می گردد، این نقاط در شهرستان سمنان و بخش مرکزی آن واقع هستند.

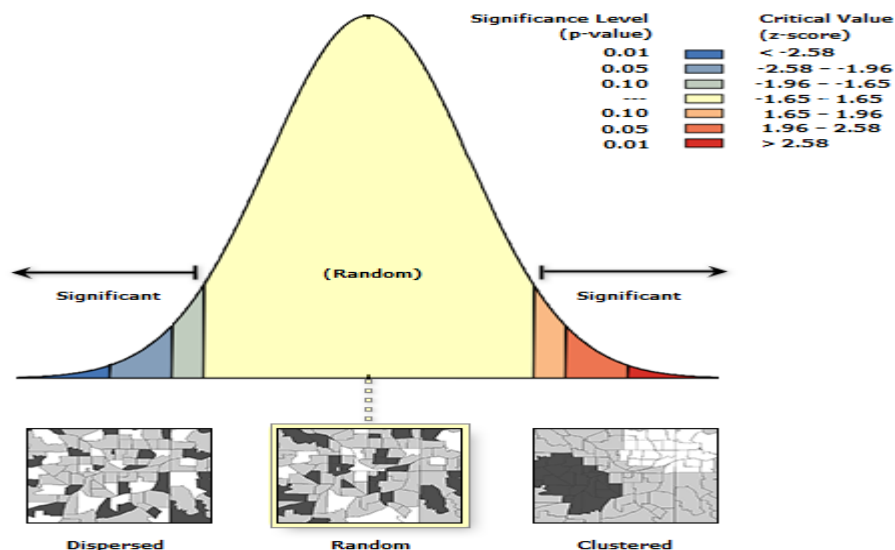
لایه سطحی خاک صورت می گیرد. میانگین EC افق شناسائی سطحی خاک در آزمایشگاه اندازه گیری می شود. برای بررسی ارتباط بین هدایت الکتریکی و بازتاب های طیفی ماهواره، تصاویر لندست منطبق با تاریخ نمونه برداری از تارنمای [\[http://earthexplorer.usgs.gov\]](http://earthexplorer.usgs.gov) دریافت می شود. به منظور زمین مرجع نمودن (Geo Referencing) تصاویر با استفاده از نقاط کنترل زمینی بدست آمده از نقشه های توپوگرافی (GCP)، با هدف مختصات دار نمودن تصاویر تصحیحات هندسی انجام می شود. برای بررسی ارتباط شوری با شاخص های برآورد شده توسط تصاویر لندست، نقشه شاخص های شوری (SI1, SI2, SI3, NDSI)، شاخص های پوشش گیاهی (NDVI)، شاخص های مولفه های اصلی (PCA) و انتقال طیفی (TasseledCap) با ساخت یک مدل گرافیکی (gmd) در نرم افزار ERDAS (نوروزی، ۱۳۹۰) بر روی تصاویر ماهواره ای لندست برآورد می شود. سپس نقشه شاخص های برآورد شده با نقاط نمونه برداری همپوشانی (Overlay) و تلاقی (Cross) داده می شوند. برای بررسی همبستگی و



شکل (۲): موقعیت نقاط نمونه برداری شده

نقشه پراکنش نقاط نمونه برداری در محیط GIS تهیه شد. سپس توزیع مکانی نقاط با استفاده از شاخص مورانز^۱ بررسی گردید. همانطور که در شکل (۳-۸) ملاحظه می شود، مقدار مطلوب این شاخص زمانی است که پراکنش نقاط در قسمت کاملاً تصادفی نمودار باشد. اگر توزیع خوشه‌ای یا پخشیده باشد حالت مناسبی نیست و با استفاده از الگوی پراکنش نقاط شاخص مکانی مورانز داده‌هایی که بیش از حد خوشه‌ای یا پخشیده هستند، تعیین شده و حذف شدند.

^۱Morans



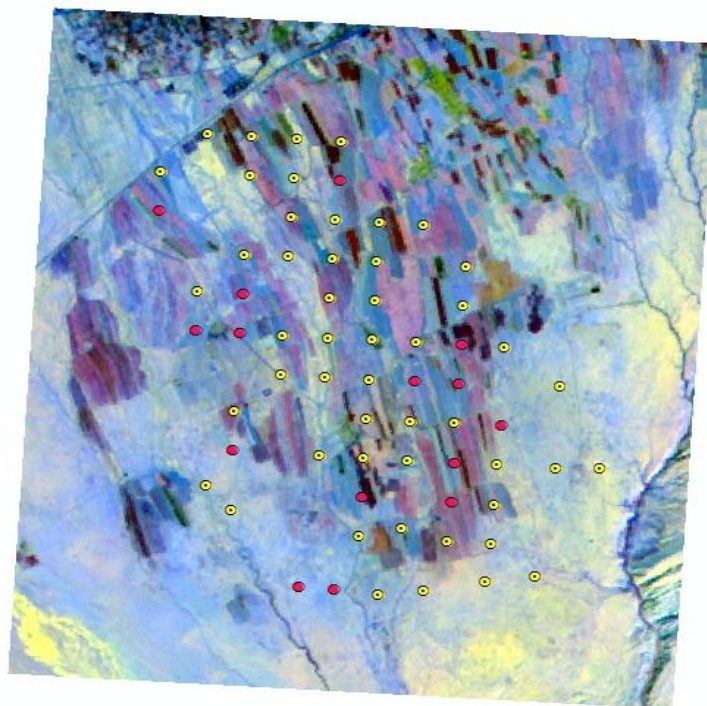
شکل (۳): منحنی توزیع مکانی نقاط با استفاده از شاخص مکانی مورانز

مطالعاتی را برش داده و به شکل یک مجموعه باندی (Layerstack) در نرم افزار ERDAS به منظور پردازش های لازم وارد گردید.

سپس در محیط ArcGIS با استفاده از Geostical Analyst، نقاط را به نسبت ۷۵ به ۲۵ به دو قسمت نقاط آموزش^۲ و آزمون^۳ تفکیک می کنیم (شکل ۳-۹). نرمال بودن مقادیر آموزش و وجود داده های پرت در نرم افزار آماری SPSS بررسی شده و داده های پرت حذف شدند.

تصاویر لندست (سنجنده ETM⁺) مربوط به تاریخ ۱۴ اکتبر ۲۰۰۸ از آرشیو سایت USGS سفارش داده شد از آنجایی که منطقه مورد مطالعه در قسمت نويز تصاویر لندست ۷ نبود، محدوده منطقه

²Train
³Test

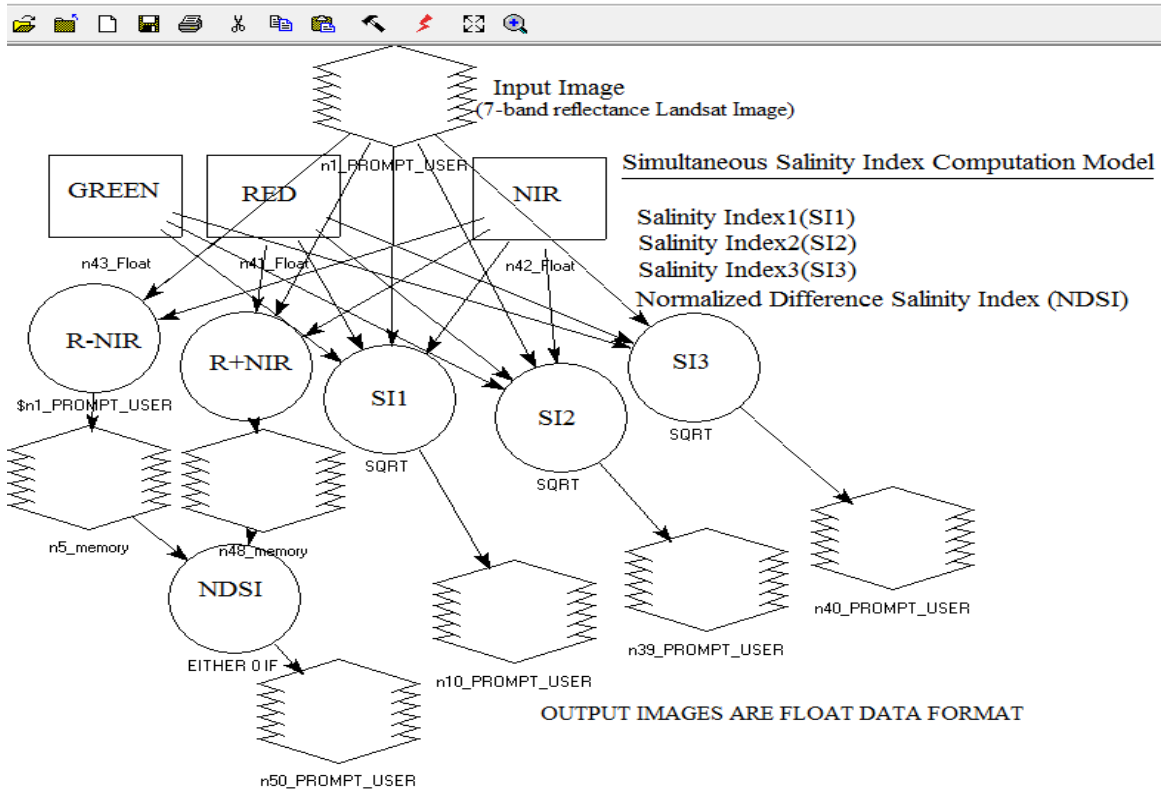


شکل (4): نقاط آزمون (قرمز) و آموزش (زرد)

(Tasseledcap1,2,3)، به اضافه ۷ باند ماهواره ای بودند که مجموعاً ۱۷ متغیر برای تجزیه و تحلیل آماری و تعیین ارتباط با شوری خاک مورد استفاده قرار گرفتند؛

پس از آن اطلاعات EC افق سطحی خاک در داخل نرم افزار ArcGIS نسخه ۱۰.۲ بر روی تک تک ۱۷ متغیر همپوشانی (Overlay) شد؛ و پس از تلاقی (Cross)، مقادیر طیفی هر یک از شاخصها بر اساس مختصات هر نقطه در قالب جدول توصیفی استخراج و ذخیره گردید.

تصاویر اخذ شده که دارای تصحیحات اتمسفری، رادیومتری و هندسی بودند پس از کنترل با نقشه های توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰ و تایید مختصاتی مورد استفاده قرار گرفتند. در نرم افزار ERDAS، شاخصهای پوشش گیاهی، شوری و مولفه های اصلی (PCA) و انتقال طیفی (Tasseled cap) به صورت یک مدل گرافیکی (gmd) ساخته شده و مورد آزمون قرار گرفتند. شاخص های جاد شده شامل ۲ شاخص پوشش گیاهی (SAVI, NDVI)، ۴ شاخص شوری (SI1, SI2, SI3, NDSI)، ۳ مولفه اصلی (PCA1, 2, 3) و ۳ شاخص انتقال طیفی



شکل(۵): مدل گرافیکی تهیه شاخص های مختلف در محیط نرم افزار ERDAS

اعتبار سنجی:

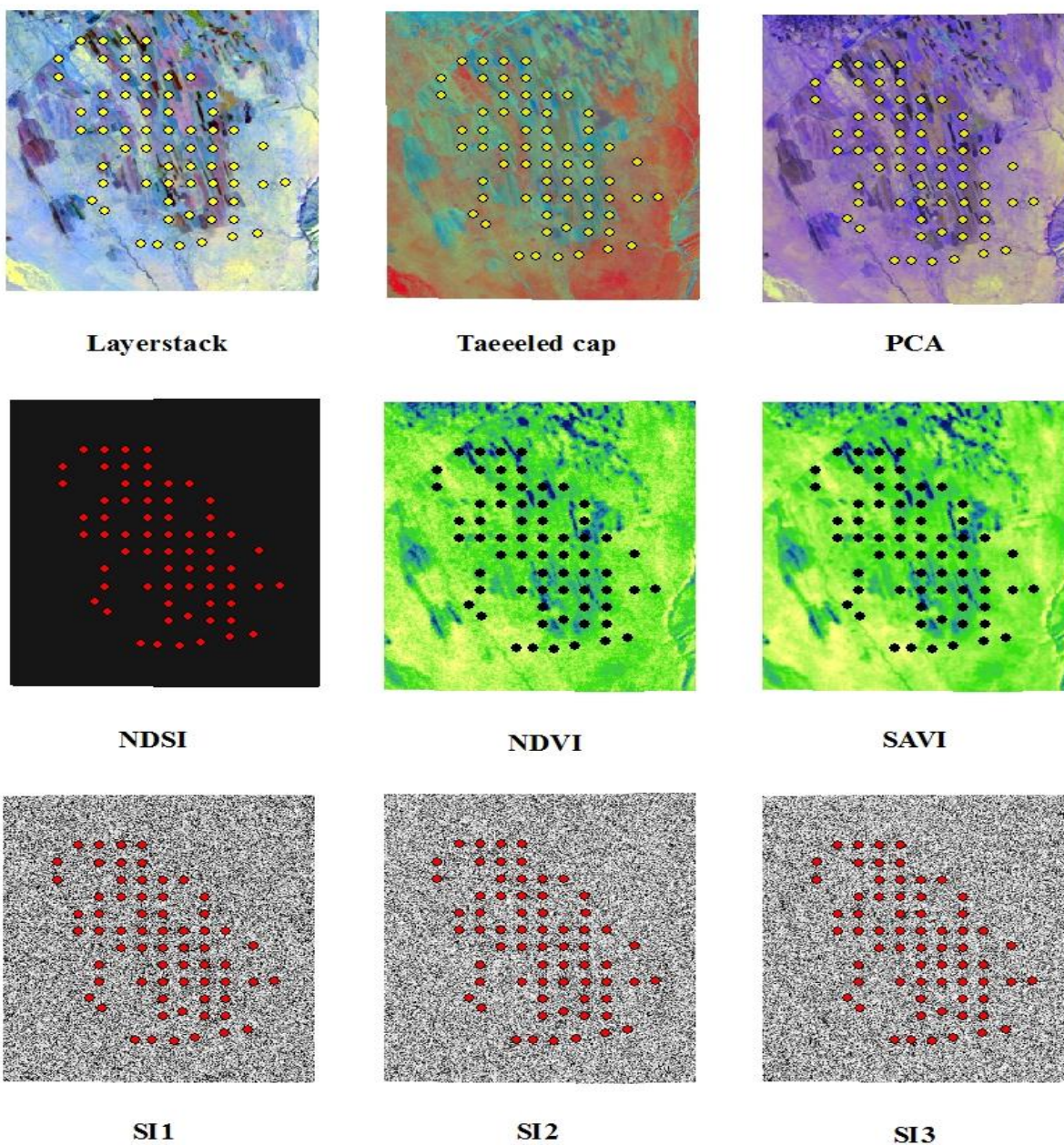
به منظور ارزیابی دقت و موفقیت رابطه نهائی، اعتبار سنجی بر روی ۱۵ نقطه که در ابتدای تحقیق بدین منظور کنار گذاشته شده بود، انجام گرفت؛ که این نقاط که همزمان با نقاط برداشتی گرفته شده بودند. روابط به دست آمده، که منجر به تولید نقشه EC شد با نقاط آزمون تلاقی داده شد و نتیجه به صورت جدول توصیفی، که حاوی ۱۵ نقطه مشاهده ای EC و نقاط پیشبینی شده مدل بود، استخراج و برای بررسی میزان دقتم دل، در

برآورد و اعتبار سنجی بکاربرده شد. به منظور بررسی درجه موفقیت روابط و میزان خطا، در پیشبینی شوری و انتخاب مناسبترین رابطه از آماره های (Mean Absolute Error) MBE و (Root Mean Square Error) RMSE استفاده شد.

$$MBE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_{est,i} - y_{obs,i}) \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$RMSE = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (y_{est} - y_{obs})^2}{n} \right]^{1/2} \quad \text{رابطه (۲)}$$

طیفی هریک از شاخصها بر اساس مختصات هر نقطه در قالب جدول توصیفی استخراج و ذخیره گردید؛ شاخص ها برای تخمین شوری برآورد شده و مقادیر همانطور که در شکل (6) ملاحظه می شود،



شکل (6) نقشه شاخص های برآورد شده برای تخمین شوری

۴-۲ آنالیز آماری

در محیط ArcGIS با استفاده از شاخص همبستگی مکانی مورانتز و زیع مکانی نقاط بررسی شد. سپس نرمال بودن داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS چک شد. همبستگی بین شاخصها با میزان

شوری بررسی شد. همانطور که در جدول ملاحظه میشود ، شوری با همه شاخصها به جز باند ۲ و ۳ شاخص PCA همبستگی دارد و بیشترین همبستگی را با باند ۸ تصویر لندست دارد.

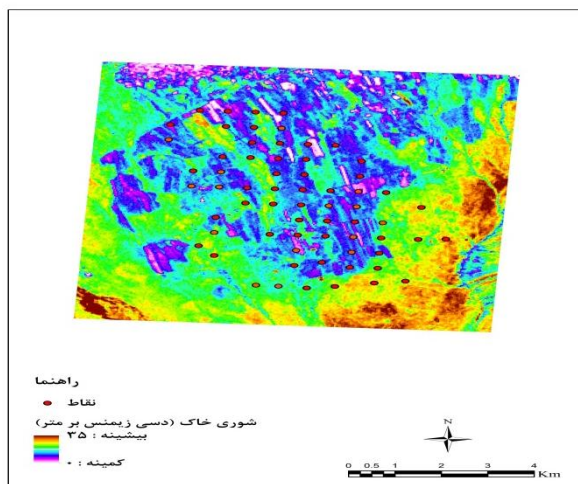
جدول (۱) رابطه همبستگی بین EC با شاخصها

	EC	Tasseled cap			PCA			Ndsi	B1	B2	B3	B4	B5	B7	
		Band1	Band2	Band3	Band1	Band2	Band3								
Pearson Correlation	1	.644*	-	-	.713*	-.032	.049	.534*	.686*	.644*	.420*	.438*	.646*	.746*	.690**
Sig. (2-tailed)		.000	.693*	.493*	.000	.834	.750	.000	.000	.000	.004	.003	.000	.000	.000
N	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45

-اعتبارسنجی

روابط ارائه شده توسط روش Forward نیز روابط یکسانی با Stepwise ارائه داد. سپس روابط بدست آمده با استفاده از نقاط آزمون اعتبارسنجی شد و با استفاده از دو آماره RMSE و MBE میزان خطا مشخص شد (جدول (۴-۴) و جدول (۵-۴)). با توجه به میزان MBE هر دو رابطه ارائه شده برای بیشتر نقاط کم برآوردی داشته اند. از آنجائیکه میزان آماره RMSE برای هر دو رابطه از میزان میانگین مقادیر واقعی کمتر است ، می توان نتیجه گرفت که

روابط ارائه شده برای منطقه مورد مطالعه قابل قبول است. در نهایت مدل رگرسیون گام به گام برای منطقه پیشنهاد میگردد، گرچه ضریب تبیین مدل Backward بالاتر است (۰.۷۵) اما در رابطه Stepwise متغیرهای کمتری مورد نیاز است و آماره های MBE و RMSE برای این مدل مقادیر کمتری دارند که نشاندهنده دقت بالاتر آن است شایان ذکر است این نقاط بیشتر در اراضی کشاورزی و اطراف آنها بودند بنابراین رابطه بدست آمده هم برای نقاط با شوری متوسط قابل استفاده است و دقت بالاتری دارد.



شکل (۷) نقشه شوری

چند زمانه-چند مکانی. رساله دکتری دانشگاه

تربیت مدرس. دانشکده کشاورزی. ایران. ۱۵۷ ص.

- 6- Alavi Panah, S.K., G.R., (2002). A data base approach for soil salinity mapping and generalization form remotely sensed data and geographic information system. FIGXXII. International Congress, Washington, D.C. USA.
- 7- Bressler, E., B.L. McNeal, and D.L. Carter, (1982). Saline and Sodic soils. Springer- Verlag, New York.
- 8- Brunner, P., Li, H.T., Li, W.P., and W, Kinzelbach., (2006). Generating electrical conductivity maps of soil by integrating measurements on the ground and remote sensing data. International Journal of Remote Sensing.
- 9- Compbell JB. (1996). Introduction to remote sensing. London: Taylor and Francis.
- 10- Csillage, F., L, Paztor., and L, Biehl, (1993). Spectral band selection for the characterization of salinity status of soils. Remote Sensing of Environment, 43:231-242.
- 11- De Jong, S.M. (1994). Applications of reflective Remote sensing for land degradation studies in a Mediterranean environment. Netherlands, Geografisch Studies 177.
- 12- Dwivedi, R.S., and K. Sreenivas., (1996). Delineation of salt-affected soils and waterlogged areas in the Indo-Gangetic plains using MSS data. International Journal of Remote Sensing.
- 13- Dwivedi, R.S., and K. Sreenivas., (1997). Delineation of salt-affected soils and waterlogged areas in the Indo-Gangetic plains using IRS-1c LISS-III data. International Journal of Remote Sensing 19.
- 14- Eastman, J. R., (2006). IDRISI Andes Guide to GIS and Image Processing (Manual Version 15.00)

منابع

- ۱- برزگر، عبدالرحمن. (۱۳۷۹). خاکهای شور و سدیمی، انتشارات دانشگاه چمران.
- ۲- خراسانی، نعمت‌الله و ایزدپناه علی، (۱۳۷۱)، بررسی حوضه آبریز کویر مرکزی و ارزیابی تغییرات شوری در یکی از زیرحوضه‌های آن با استفاده از ماهواره لندست. مجموعه مقالات بررسی مسائل مناطق بیابانی و کویری ایران - مرکز تحقیقات مناطق کویری و بیابانی ایران - یزد - ۳ تا ۲۷ اردیبهشت‌ماه ۱۳۷۱، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۳- همایی، مهدی. (۱۳۸۱). واکنش گیاهان به شوری. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی. تهران، ایران، ۹۸ص.
- ۴- مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری. (۱۳۸۷). پروژه ملی اطلس سیمای حوزه‌های آبخیز کشور. همایی، مهدی. (۱۳۸۹). اصول و مبانی مدلسازی در فیزیک خاک. جزوه درسی گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.
- ۵- نوروزی، ع.ا. (۱۳۹۰). مدل‌سازی پیش‌بینی شورشدن خاک مبنای تلفیق تصاویر ماهواره‌ای

- 30- Kovda, V.A., (1973). Irrigation, drainage and salinity: An International Sourcebook F.A.O & Unesco.
- 31- Lark, R.M., S.R. Kafka., and D.L. Corwin., (2003). Multiresolution analysis of data on electrical conductivity of soil using wavelets.
- 32- Merrill, S.D., J.R. Deutsch., and M.W. Pole., (1987). Saturation percentage. Reclaiming Mine Soils and Overburden in the Western United states, Williams, D.R., and G.E. Schuman, Eds., soil Conservation Society America, Ankeny, Iowa.
- 33- McGowen, I., and S. Mallyon., (1996). Detection of dryland salinity using single and multi-temporal Landsat imagery. In Proceedings of the 8th Australasian Remote Sensing Conference, Canberra, Australia.:26-3.4
- 34- Metternicht, G., (1998). Fuzzy classification of JERS-1 data, an evaluation of its performance for soil salinity mapping. *Ecological modeling* III:61-74.
- 35- Metternicht, G. I., and J.A. Zinck., (2003). Remote sensing of soil salinity: Potentials and constraints. *Remote Sensing of Environment* 85:1-20.
- 36- Metternicht, G.I. 2001. Assessing temporal and spatial changes of salinity using fuzzy logic, remote sensing and GIS : Foundation for an expert system.
- 37- Metternicht, G.L., and J. A. Zink., 1997. Spatial discrimination of salt sodium affected soil surface. *International Journal of Remote sensing* 18:2571-2586.
- 38- Metternicht, G.L., and J. A. Zink., (2009). Remote Sensing of Soil Salinization Impact on Land Management. CRC Press, Taylor & Francis Group.
- 39- Mitsuchi, M., P. Wichaidit., and S. Jeungnijirund., (1989). Soils of the Northeast Plateau, Thailand. Technical Bulletin of the Tropical Agriculture Research Center:25-55.
- 40- Mougnot, B., M. Pouget., and G.F. Epema., (1993). Remote sensing of salt affected soils. *Remote sensing Review* 7:241-259.
- 41- Mulders, M., (1987). Remote sensing in soil science. Elsevier, Amsterdam, the Netherlands.
- 42- Mulla, D.J., (1991). Using geostatistics and GIS to manage spatial patterns in soil fertility. Automated Agriculture for the 21st Century, G. Kranzler (Ed.).
- 43- Naseri, M.Y., (2001). Characterization of salt-affected soils for modelling sustainable land management in semiarid environment: A case study in the Gorgan region, northeast Iran. ITC dissertation 52, International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, Enschede, the Netherlands.
- 44- Patel, R.M., S.O. Prasher., P.K. Goel., and R. Bassi., (2002). Soil salinity prediction using artificial neural networks.
- 45- Peng, W., (1998). Synthetic analysis for extracting information on soil salinity using remote sensing and GIS: A case study of Yanggao basin in China. [Software] (Massachusetts, USA: Clark Labs, Clark University).
- 15- Eastman, J. R., (2006). IDRISI Andes Tutorial (Manual Version 15.00) [Software] (Massachusetts, USA: Clark Labs, Clark University).
- 16- Eldiery A., L. A. G. a. r. M. R. (2005). Estimating soil salinity from remote sensing data in corn fields. Hydrology days 2005 Available at <http://hydrologydays.colostate.edu/papers-2005>
- 17- Epema, G.F. (1992). Mapping surface characteristics and their dynamics in a desert area in southern Tunisia with Landsat TM. PhD Thesis, Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands.
- 18- Epstein, E., JD. Norlyn., DW. Rush., RW. Kingsbury., DB. Kelly., GA. Cunningham., and AF. Wrona., (1980). Saline culture of crops: A genetic approach. *Science* 210:399.
- 19- Eswaran, H., R. Lal., and PF. Reich., (2001). Land degradation: An overview. In Response to Land Degradation, Bridges EM, Hannam ID, Oldeman LR, de Vries FWTP, scherr SJ, sombatpanit S (eds). Oxford and IBH publishing CO. Pvt. Ltd: New Delhi: 20-30.
- 20- FAPRI. (2009). U.S. and World Agricultural Outlook. Food and Agricultural Policy Research Institute.
- 21- Farifteh, J., F. van der Meer., M.C. Atzberger., and E.J.M.d. Carranza., (2007). Quantitative analysis of salt affected soil reflectance spectra: a comparison of two adaptive methods (PLSR and ANN). *Remote Sensing of Environment* 110:59-78.
- 22- Farshad, A., and D. P. Shresta., (2009). Mapping salinity Hazard: An integrated application of remote sensing and modeling-based techniques.
- 23- Ghassemi, F., A.J. Jankeman., and H.A. Nix., (1995). Salinisation of land and water Resources: Human causes, Extent, Management and case studies. The Australian National University, Canberra, Australia and CAB international, Wallingford, Oxon, UK.
- 24- Giks, W.R., (1996). Markov Chain monte Carlo in Practice. Chapman & Hall/CRC.
- 25- Goldenshleger, N., E. Ben-Dor., Y. Benyamini., M. Agassi., and D. Blumber., (2001). Characterization of soil's structural crust by spectral reflectance in the SWIR region (1.2-2.5um). *TerraNova* 13:12-17.
- 26- Homae, M., and Schmidhalter, Urs., (2008). Water integration by plants root under non-uniform soil salinity. *Irrigation Science*, 27:83-95.
- 27- Huang, W.A.F. S., (2002). Neural network modeling of salinity variation in Apalachicola River.
- 28- Hunt, G., and J. Salisbury., (1971). Visible and Near infrared spectra of mineral and rocks. II. carbonates. *Modern Geology*, 2.
- 29- Karavanova, E. I., (2000). Application of remote sensing techniques for the study of soil salinity in semi-arid Uzbekistan.

- 56- Triantafyllis, J., I.O.A. Odeh., and A.B. McBratney., (2001). Five geostatistical models to predict soil salinity from electromagnetic induction data across irrigated cotton. *Soil science society of American Journal* 65:869-878.
- 57- Udelhoven, T., C. Emmerling., and T. Jarmer., (2003). Quantitative analysis of soil chemical properties with diffuse reflectance spectrometry and partial least-square regression: A feasibility study.
- 58- US Salinity Laboratory Staff. (1954). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Handbook 60, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.
- 59- USSLS. (1969). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Agriculture Handbook United States Salinity Laboratory Staff, US Government Printing Office: Washington, DC 60.
- 60- Von neumann, J., (1966). Theory of self-reproducing automata. Urbana, II: University of Illinois
- 61- Yang, H., P.R. Griffiths., and J.B. Tate., (2003). Comparison of partial least squares regression and multi-layer neural networks for quantification of nonlinear systems and application to gas phase Fourier transform infrared spectra.
- 62- Zarei, G., M. Homae., A.M. Liaghat., and A.H. Hoorfar., (2010). A model for soil surface evaporation based on Campbell's retention curve. *Journal of hydrology* 380:356-361.
- 63- Zarei, G., M. Homae., and A.M. Liaghat., (2009). Modeling Transient Evaporation from Descending Shallow Groundwater Table Based on Brooks-Corey Retention Function. *Water Resources Management*, 23:2867-2876.
- 46- Rahman, S., G.F. Vance and L.C. Munn., 1994. Detecting salinity and soil nutrient deficiencies using SPOT satellite data. *Journal of Soil Science*. 158: 31-39
- 47- Rao, B.R. and V. L., (1998). Monitoring of salt affected soils : A case study using aerial photographs, Salyut 7 space photographs, and Landsat TM data. . *Geocarto international*, 6:5-11.
- 48- Rhoades, J.D., P.J. Shouse., W.J. Alves., N.A. Manteghi., and S.M. Lesch., (1999). Determining soil salinity from soil electrical conductivity using different models and estimates.
- 49- Saleh A. Al-Hassoun., (2009). Remote Sensing of soil salinity in an arid areas in Saudi Arabia. *International Journal of Civil & Environmental Engineering IJCEE-IJENS* 1(2).
- 50- Sherestha R. P., (2006). Relating Soil electrical Conductivity to remote sensing and other soil properties for assessing soil salinity in Northeast Thailand. *land degradation & development* 17: 677-689
- 51- Sharma, R., and GP. Bhargawa., (1988). Landsat imageries for mapping saline soils and wetlands in north-west India. *International Journal of Remote Sensing* 9:320-3218.
- 52- Soliman, A.S., A. Farshad., R.J. Sporry., and D.P. Shrestha., (2004). Predicting salinization in its early stage, using electro magnetic data and geostatistical techniques: a case study of Nong Suang district, Nakhon Ratchasima, Thailand. In: *ACRS 2004: Proceedings of the 25th Asian conference on remote sensing, ACRS 2004 Silver jubilee: November 22-26, 2004, Chiang Mai, Thailand*. Chiang Mai: Geo-Informatics and Space Technology Development Agency (GISTDA), 2004. pp. 847-852.
- 53- Szablocs, I., (1989). Salt-affected soils. CRC press, Inc. Boca Raton, Florida., 274p.
- 54- Todd, D.E., (1970). *The water Encyclopedia*. Water Information Center. NY. 559 P.
- 55- Tóth, T., S. Kabos., L. Pasztor., and L. Kuti., (2002). Statistical prediction of the presence of salt-affected soils by using digitized hydrogeological maps.

Estimation of Soil Salinity Using Spectral Survey Data

In agricultural lands

Behrooz Arasto 1, Ahmad Ahijani

Abstract:

Soil salinization is one of the main factors of land degradation in arid and semi-arid regions and one of the most important factors limiting the production of agricultural products is of great importance. Therefore, evaluating and identifying soil salinity seems necessary in managing agricultural and environmental projects and projects, as well as ensuring food security. Soil salinity mapping is one of the first steps in identifying this land, which is an innovative and efficient way of developing remote sensing technology using satellite imagery. In this project, in order to identify and evaluate soil salinity, 65 samples were taken from Semnan central part of Semnan province, from the surface of soil identification (average 0-15 centimeters) and sent to the laboratory. Then, to investigate the relationship between electrical conductivity and spectral reflections of the satellite, ETM + satellite images were used on October 14, 2008 and statistical models were used and a number of spectral indices such as salinity, vegetation spectral transfer and main components were identified and evaluated for salinity. The results showed that there is a meaningful relationship between the EC soil with the images of the cells and some derivatives of the images. In these indices, the 7th ETM + band of the 9th satellite is more than ninth (75%) with the electrical power of the observed soil and can be used for prediction and estimation. Different regression methods were used to estimate salinity. After assessing the statistical significance of the presentations, using the 15 test points, the stepwise method with the 60% explanatory factor was chosen for the study area, which is the rate of RMSE and MBE for this relationship is 2.833 and -808 respectively

Keywords: Spatial statistics, Soil salinity assessment, ETM + images, Semnan