

تهیه نقشه شوری و سدیمی خاک سطحی با روشهای دورسنجی و زمین آماری در جنوب شهرستان مه ولات

راضیه دائم پناه^{۱*} - غلامحسین حق نیا^۲ - امین علیزاده^۳ - علیرضا کریمی کارویه^۴

تاریخ دریافت: ۸۹/۵/۲۷

تاریخ پذیرش: ۹۰/۲/۴

چکیده

در چند دهه گذشته استفاده از روش های زمین آمار و دورسنجی برای تهیه نقشه شوری خاک و پایش تغییرات آن توسعه پیدا کرده است. هدف از این مطالعه مقایسه قابلیت روش های زمین آمار و سنجش از دور برای تهیه نقشه شوری و سدیمی خاک سطحی در بخشی از پلایای واقع در جنوب شهرستان مه ولات استان خراسان رضوی می باشد. تعداد ۸۸ نمونه از عمق ۱۰-۰ سانتی متری خاک سطحی از محل تقاطع خطوط یک شبکه منظم با ابعاد ۱۰۰۰×۱۰۰۰ متری برداشت و EC، pH و SAR نمونه ها اندازه گیری شد. پس از تبدیل داده های غیرنرمال به نرمال، بررسی ناهمسانگردی و تعیین پارامترهای وارپوگرام، نقشه های شوری و سدیمی با روش کریجینگ و با دقت های ۵۸ و ۶۰ تهیه شد. نتایج نشان داد که روش کریجینگ روی داده های شوری و سدیمی اثر پیرایشی داشته و موجب کاهش انحراف معیار داده ها شده است. برای تهیه نقشه شوری و سدیمی با فن دورسنجی از تصاویر ماهواره IRS-P6 هند استفاده شد. پس از انجام عملیات پیش پردازش، تصاویر PCA، شاخص های شوری SI1، SI2، BI و NDSI تهیه و سپس ارزش روشناهی مربوط به نقاط نمونه برداری استخراج گردید. با بررسی همبستگی بین داده ها و ارزش روشناهی تصاویر، شاخص SI1 که دارای بالاترین ضریب همبستگی بود، گزینش و نقشه شوری خاک سطحی با روش طبقه بندی نظارت شده و دقت ۸۱ درصد تهیه شد. به دلیل نبود همبستگی میان تصاویر با داده های سدیمی و همچنین بین داده های سدیمی با شوری و اسیدیته، امکان استخراج تهیه نقشه سدیمی با این روش ضعیف ارزیابی شد. مقایسه بین این دو روش نشان می دهد که به منظور افزایش دقت در نقشه های بدست آمده از روش کریجینگ باید تعداد نقاط زیادتری برداشت نمود، در صورتی که در روش دورسنجی می توان با تعداد نقاط کمتر، صرفه جویی در وقت و هزینه به نقشه های دقیق تری دست یافت.

واژه های کلیدی: سنجش از دور، زمین آمار، نقشه شوری خاک، شهرستان مه ولات

مقدمه

کشاورزی استفاده می شود که حدود ۵۰ درصد آن به درجه های مختلف مشکل شوری، سدیمی یا غرقابی را دارد (۵).

بررسی تغییرات شوری خاک بویژه در مناطقی با وسعت زیاد، گران و زمان بر است. از این رو نیاز به روش هایی احساس می شود 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 فناوری های جدید مانند دریافت و پردازش داده ها از طریق ماهواره و به کارگیری نرم افزارها و سیستم های پردازش اطلاعات مانند زمین آمار، نقش مهمی در مدیریت منابع آب و خاک دارد. این فناوری ها اغلب موجب کاهش هزینه و افزایش دقت و سرعت در انجام پروژه ها می گردد. اطلاعات و داده های ماهواره ای حاوی اطلاعات بسیار سودمند و سازنده ای، از ویژگی های خاک سطحی شامل بافت و مواد معدنی خاک، ماده آلی، شوری و مانند آن می باشد (۶).

پژوهش های بسیاری برای تهیه نقشه شوری خاک با استفاده از تصاویر ماهواره ای، عکس های هوایی، شیوه های زمینی رادیومتری و

شور و سدیمی شدن خاک یکی از مهم ترین فرآیندهای مخرب خاک بویژه در مناطق خشک و نیمه خشک می باشد. در این مناطق تبخیر و تعرق بالقوه بیش از مقدار بارندگی است و به همین دلیل نمک های محلول در خاک انباشته شده و موجب افزایش شوری و کاهش باروری خاک می شود. همچنین وجود سدیم زیاد در خاک، سبب پراکنش ذرات خاک و تخریب خاک شده و فرسایش خاک را تشدید می کند (۱۰). به طور میانگین ۲۰ درصد از زمینهای دنیا متاثر از پدیده شوری هستند. سرعت شور شدن زمین ها در برخی کشورها مانند ایران، مصر و آرژانتین ۳۰ درصد بیشتر از کشورهای دیگر است (۱۱). حدود ۱۲ درصد مساحت ایران (۱۹ میلیون هکتار) برای تولید

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد و استادیار گروه علوم خاک،

دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(*) نویسنده مسئول: (Email: R_Daempanah@yahoo.com)

۳- استاد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

خساراتی به پوشش منطقه شده اند، از حضور هر نوع گونه گیاهی جلوگیری می کند (۲).

در این پژوهش به منظور نمونه برداری خاک از روش شبکه‌ای منظم استفاده شد. برای این منظور شبکه‌ای منظم به فاصله‌های ۱۰۰۰ متری بر روی منطقه تشکیل و تعداد ۸۸ نمونه خاک از تقاطع بین خطوط و عمق ۱۰-۰ سانتی متر برداشت شد. به منظور افزایش دقت نمونه برداری، نمونه‌های کمکی در سه جهت متفاوت از نقطه اصلی با زاویه ۱۲۰ درجه و با فاصله حدود ۲۳ متر از مرکز نقطه برداشت و با نمونه اصلی مخلوط شد تا در تهیه نقشه شوری و سدیمی با روش دورسنجی، نتایج به ۹ پیکسل اطراف نقطه اصلی بر روی تصویر قابل تعمیم باشند.

پس از عملیات نمونه برداری، نمونه‌ها به آزمایشگاه انتقال و هوا خشک گردیدند و پس از کوبیدن و عبور از الک ۲ میلی‌متری، از آنها گل اشیاع تهیه و عصاره‌گیری شد. در مرحله بعد هدایت الکتریکی به وسیله دستگاه هدایت سنج، اسیدیته با دستگاه pH متر، کاتیون سدیم به روش شعله سنجی و کاتیون‌های منیزیم و کلسیم به روش تیتراسیون اندازه‌گیری گردید (۱۵).

برای تهیه نقشه شوری و سدیمی خاک به روش زمین آماری، با استفاده از نرم افزار SPSS10 اطلاعات اولیه آماری نمونه‌ها، دربرگیرنده توزیع فراوانی داده‌ها و شاخص‌های آماری مانند میانگین، میانه، واریانس انحراف معیار، چولگی و کشیدگی محاسبه گردید. پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها و تبدیل داده‌های غیرنرمال به نرمال، الگوهای تغییر نما برای عناصر مختلف بوسیله نرم افزار GS⁺ رسم و بهترین الگوی تغییر نما انتخاب گردید. خصوصیات ناهمسانگردی داده‌ها در منطقه مورد بررسی قرار گرفت (۱). در این مطالعه درون‌یابی به روش کریجینگ و با وارد کردن مشخصات هر تغییر نما در نرم افزار ARCGIS9.2 انجام گرفت. اعتبار واریوگرام‌ها با تست Cross Validation مورد آزمون قرار گرفت و نقشه‌های شوری و سدیمی خاک با نرم افزار ARCGIS9.2 محاسبه گردید.

برای تهیه نقشه شوری و سدیمی خاک به روش دورسنجی، از تصاویر ماهواره IRS-p6 (محصول کشور هندوستان) مربوط به اکتبر ۲۰۰۸ استفاده شد. در این بخش به بررسی تصویر ماهواره‌ای منطقه مورد نظر پرداخته و انواع خطاهای داده‌ای مورد بررسی قرار گرفت و سپس با استفاده از نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه برداری و تعداد ۹ نقطه به عنوان نقاط کنترل زمینی و بهره‌گیری از توابع ریاضی چند جمله‌ای اقدام به تصحیح هندسی تصویر گردید. در مرحله بعد با استفاده از نرم افزارهای ERDAS و ARCGIS و روش‌های تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی و نسبت‌گیری، اقدام به ساخت تصاویر جدید از ۴ باند ماهواره IRS تحت عنوان تصاویر PCA (۱ تا ۴)، و شاخص‌های شوری SI1، SI2، BI و NDSI گردید. شیوه محاسبه شاخص‌های شوری در ذیل آورده شده است.

بر اساس همبستگی بین انعکاس‌های مربوط به حضور نمک و شاخص‌های شوری و سدیمی انجام شده است. مسعودی (۴) قابلیت تصاویر ماهواره‌ای را در طبقه‌بندی خاک‌های شور و سدیمی مورد تحلیل قرارداد. وودی و سرینواس (۹) خاکهای زیر تاثیر نمک جلگه‌های آبرفتی ایندوگانجیتیک هندوستان را با استفاده از داده‌های لندست سالهای ۱۹۷۵ و ۱۹۹۲ مطالعه کرده‌اند.

والتر و برانتسی (۱۶) برای تهیه نقشه شوری خاک از روش کریجینگ استفاده کردند. محمدی و چیت ساز (۳) با استفاده از تخمینگرهای زمین‌آماري و با کمک گرفتن از اطلاعات رقومی سنجنده لندست بعنوان متغیر ثانوی، تغییرات مکانی برخی از ویژگی‌های خاک سطحی از جمله هدایت الکتریکی، درصد رطوبت اشیاع، نسبت جذب سدیم و درصد آهک را برآورد کردند.

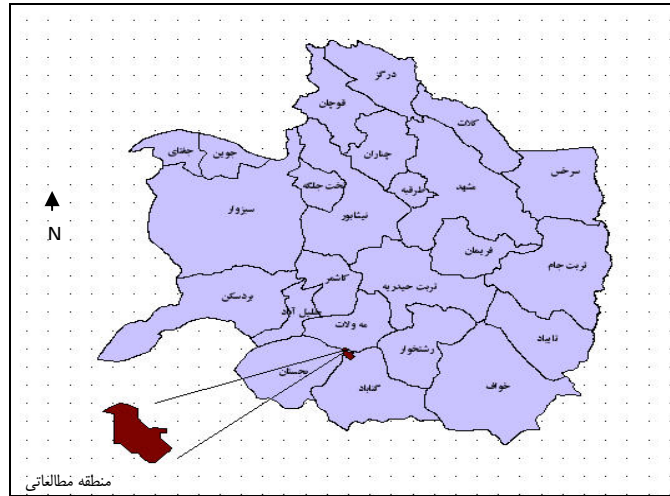
بخش عمده‌ای از شهرستان مهولات با دشواری شوری و سدیم زیاد روبرو بوده و نقشه‌های خاک به دلیل داشتن مقیاس کوچک و کهنه بودن، پاسخگوی نیازهای کنونی منطقه نمی باشد. دینامیک بودن ویژگی‌های شوری و سدیمی خاک، و تغییرات اقلیمی، موجب تغییر در سطوح متاثر از نمک‌های محلول می‌شود. از این رو تهیه نقشه‌های شوری و سدیمی این شهرستان با روش‌های جدید و مقیاس بزرگ مانند استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و یا زمین‌آمار، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. هدف از این پژوهش تهیه نقشه شوری و سدیمی خاک شهرستان مهولات با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای IRS و فن زمین‌آمار و سپس مقایسه دو روش گفته شده در تهیه نقشه شوری و سدیمی خاک می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مطالعاتی بخشی از یک پلایا با مساحتی معادل ۶۸۲۸ هکتار در جنوبی‌ترین قسمت شهرستان مهولات استان خراسان رضوی حد فاصل عرض جغرافیایی "۳۳' ۴۱' ۳۴" تا "۶۰' ۴۷' ۳۴" شمالی و طول جغرافیایی "۴۲' ۳۵' ۵۸" تا "۳۱' ۴۳' ۵۸" شرقی قرار دارد.

میانگین بارندگی سالانه این منطقه در یک دوره آماری ۲۵ ساله (۱۳۸۳-۱۳۵۸) ۱۴۴ میلی‌متر می‌باشد. بخشی از مساحت منطقه به مسیل کال شور اختصاص دارد که تقریباً از میان آن عبور نموده و محدوده مطالعاتی را به دو بخش غربی و شرقی تقسیم نموده است. دق^۱ و سطوح پف کرده نمکی^۲ دو سطح ژئومورفیک عمده محدوده مورد مطالعه را تشکیل می‌دهند. وضعیت بیابانی حاکم بر این منطقه و اقلیم شکننده آن، بروز خشکسالی در سال‌های اخیر، هجوم آفات از جمله ملخ که به دنبال کمبود بارندگی در منطقه رخ داده و سبب بروز

- 1- Clay flat
- 2- Puffy ground



شکل ۱- موقعیت منطقه مطالعاتی در استان خراسان رضوی

محاسبه گردید. همچنین به علت پایین بودن قدرت بیان کنندگی این فاکتور و حذف عامل شانس شاخص کاپا نیز محاسبه شد (۱۴).

نتایج و بحث

تهیه نقشه شوری با استفاده از زمین آمار

ویژگی‌های آماری شوری و سدیمی نمونه‌های مورد مطالعه در جدول ۱ آورده شده است.

میانگین شوری در منطقه ۶۱/۶ دسی زمینس بر متر می باشد که نشان دهنده شوری زیاد منطقه مورد بررسی است. دامنه تغییرات شوری بین ۲/۵ تا ۱۸۰ دسی زمینس است. بیشترین مقدار شوری، طبق نقشه پوشش گیاهی منطقه در شوره زارهای بدون پوشش گیاهی در نزدیکی کال شور قرار دارد و کمترین آن، مربوط به بلندیهای با پوشش مرتعی درجه سوم واقع در شمال منطقه مطالعاتی است.

میانگین نسبت جذب سدیم نیز در منطقه ۸۱/۶ و دامنه تغییرات آن بین ۰/۳ تا ۳۲۰ است. بیشترین مقدار نسبت جذب سدیم در منطقه ۳۲۰ گزارش شده که مربوط به خاکهای نزدیک کال شور می باشد و کمترین مقدار آن ۰/۳ بوده که مربوط به ماسه‌های بادی جنوب منطقه مطالعاتی است.

برای بررسی وضعیت توزیع داده‌ها هیستوگرام هر یک از متغیرها رسم گردید. شاخص های شوری و سدیمی دارای چولگی مثبت بوده و از توزیع نرمال تبعیت نمی کنند. آزمون اسمیرنوف- کلموگروف نیز بیانگر نرمال نبودن داده ها است. برای انجام درون یابی به روش کریجینگ بهتر است که داده ها نرمال باشند (۱۲).

$$SI1^1 = (B2 * B3)^{0.5} \quad (1)$$

$$SI2 = (B2^2 + B3^2 + B4^2)^{0.5} \quad (2)$$

$$BI^2 = (B3^2 + B4^2)^{0.5} \quad (3)$$

$$NDSI^3 = (B3 - B4) / (B3 + B4) \quad (4)$$

در همه فرمولهای بالا، B2، B3 و B4 به ترتیب، دومین، سومین و چهارمین باندهای طیفی ماهواره IRS می باشند (۱۳).

در مرحله بعد تصاویر مصنوعی ساخته شده و تصاویر مربوط به ۴ باند ماهواره IRS، به همراه فایل مربوط به نقاط نمونه برداری شده که دارای اطلاعات توصیفی مربوط به شوری و سدیمی نمونه‌های خاک می باشد در نرم افزار ARCGIS فراخوانی شده و ارزش رقومی (DN^4) میانگین ۹ پیکسل اطراف نقطه نمونه برداری استخراج گردید. سپس اطلاعات (اعداد رقومی) استخراجی به همراه اطلاعات مربوط به شوری و سدیمی نمونه‌ها وارد محیط نرم افزار SPSS شده و آنالیزهای آماری از جمله وجود همبستگی بین داده ها مورد بررسی قرار گرفته و بهترین تصویر برای طبقه‌بندی گزینش شد.

در مرحله بعد برای شناخت اجمالی پدیده‌ها و دستیابی به چگونگی توزیع کلاس های طیفی یک طبقه‌بندی نظارت نشده با ۶ طبقه بر روی تصویر منتخب مرحله قبل انجام گردید. سپس طبقه‌بندی نظارت شده با ۶ کلاس شوری و استفاده از روش ماکزیم شباهت بر روی تصویر اعمال و نقشه شوری خاک تهیه شد.

برای سنجش دقت نقشه بدست آمده، درستی کلی از نسبت پیکسل‌های صحیح طبقه‌بندی شده به تعداد کل پیکسل‌های نمونه

- 1- Salinity Index
- 2- Brighty Index
- 3- Normalized Difference Salinity Index
- 4- Digital Number

جدول ۱- ویژگی‌های آماری شوری و سدیمی خاک

متغیر	تعداد	میانگین	میانه	انحراف معیار	دامنه	چولگی	کشیدگی	حداقل	حداکثر
EC	۸۱	۱/۶۱	۸/۱۷	۱/۶۳	۵/۱۷۷	۴۸/۰	۳۸/-۱	۵/۲	۱۸۰
SAR	۸۸	۶/۸۱	۲/۷۷	۶/۷۸	۹/۳۱۹	۰/۴۹/۱	۸۵/۰	۳/۰	۲/۳۲۰
pH	۸۸	۷	۹/۶	۳۲/۰	۶/۱	۰۰۹/-۰	۵۲/-۰	۲/۶	۸/۷

جدول ۲- مشخصات آماری داده های شوری (EC)

داده های اصلی	داده های نرمال شده به روش لگاریتم طبیعی
میانگین	۳/۰۷
میانه	۲/۸۸
انحراف معیار	۱/۶۷
دامنه	۴/۲۷
کمترین	۰/۹۲
بیشترین	۵/۱۹
چارک اول	۱/۳
چارک دوم	۲/۸
چارک سوم	۴/۷
چولگی	۰/۰۱۱
کشیدگی	-۱/۸۷
عدد اسمیرنف	۱/۸۸
تعداد نمونه	۸۱

جدول ۳- مشخصات آماری داده های سدیمی (SAR)

داده های اصلی	داده های نرمال شده به روش ریشه دوم
میانگین	۷/۶
میانه	۸/۴
انحراف معیار	۴/۹
دامنه	۱۷/۳۴
کمترین	۰/۵۵
بیشترین	۱۷/۸۹
چارک اول	۱/۹۳
چارک دوم	۸/۴
چارک سوم	۱۰/۹۸
چولگی	۰/۲۱
کشیدگی	-۱/۰۵۴
عدد اسمیرنف	۱/۳۴
تعداد نمونه	۸۸

پیش و پس از نرمال شدن نشان می دهند.

آنالیز همبستگی مکانی

با انجام آزمون و خطا، نصف فاصله بین نقاط نمونه برداری (۶۷۰۰)

از این رو داده های مربوط به شوری با لگاریتم طبیعی و داده های سدیمی خاک با ریشه دوم به داده های نزدیک به نرمال تبدیل شدند. تنها متغیری که از توزیع نرمالی برخوردار است اسیدیتته خاک است. جداول ۲ و ۳ مشخصات آماری داده های شوری، سدیمی را

شوری و سدیمی در جهت‌های مختلف تغییرات چندانی نداشته و از نوع همسانگرد می‌باشند.

پس از تعیین مدل واریوگرام‌ها، درستی الگوی برازش داده شده بوسیله خطای تخمین بررسی می‌گردد. میانگین خطای تخمین^۱ باید برابر صفر و میانگین خطای کاهش یافته^۲ برابر یک باشد. پس از تایید درستی واریوگرام‌ها کریجینگ انجام می‌گیرد. در مطالعه حاضر با استفاده از آزمون و خطا مناسب‌ترین الگوهای تغییر نما تعیین گردید و سپس به وسیله تست MSE خطای تخمین آن بدست آمده و بهترین الگو برای کریجینگ بلوکی انتخاب گردید. جدول ۵ نشان دهنده مقادیر کنترل اعتبار برای تخمین کریجینگ شوری و سدیمی خاک است.

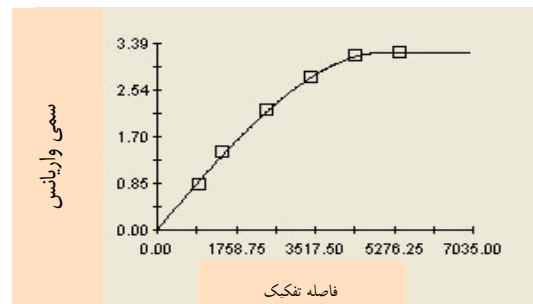
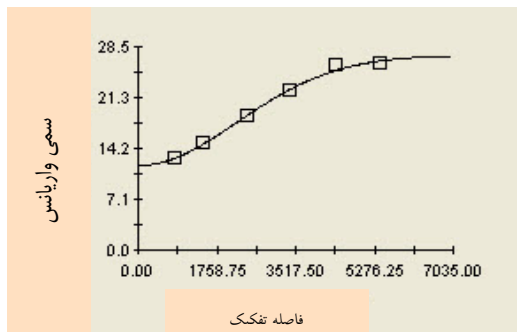
متر) به عنوان حداکثر فاصله مجاز، به منظور رسم واریوگرام و فاصله ۱۰۰۰ متر به عنوان مبنا برای گام در نظر گرفته شد. سپس واریوگرام مربوط به شوری و سدیمی خاک مورد مطالعه با مدل‌های مختلف رسم و بهترین مدل‌ها برای برآورد مقادیر شوری و سدیمی خاک گزینش شدند. جدول ۴ نشان دهنده پارامترهای تغییر نمای داده های شوری و سدیمی در مدل های انتخابی می باشد.

در مرحله بعد ناهمسانگردی داده ها مورد بررسی قرار گرفت. چنانچه تغییرات متغیری نسبت به فاصله در همه جهت ها یکسان باشد آن متغیر همسانگرد می باشد ولی چنانچه تغییرات مکانی در جهت های گوناگون متفاوت باشد متغیر ناهمسانگرد است. درمطالعه حاضر برای تعیین ناهمسانگردی از تغییر نماهای جهت دار استفاده شد. همانگونه که در شکل های ۴ و ۵ مشخص است داده های

جدول ۴- پارامترهای تغییرنمای شوری و سدیمی خاک در مدل های انتخابی^۱

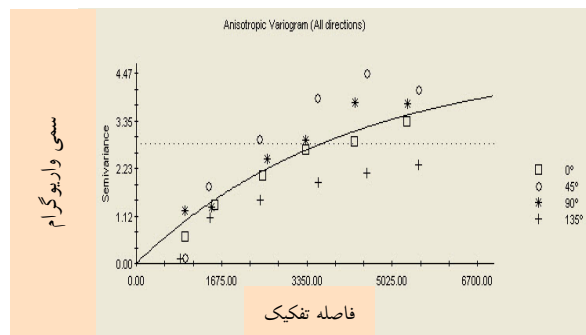
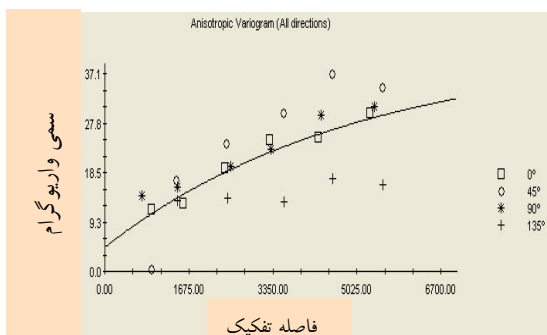
متغیر	مدل	اثر قطعه ای C0	دامنه تاثیر A1	حد آستانه C0+C	ضریب همبستگی مدل
شوری	کروی	۰/۰۱	۵۰۸۰	۳/۲۳	۰/۹۹۹
سدیمی	گوسی	۱۱/۸۳	۵۴۲۱	۲۷/۲۶	۰/۹۹۶

شکل‌های ۲ و ۳ نشان دهنده واریوگرام های ترسیمی داده های شوری و سدیمی در مدل های گزینش شده هستند.



شکل ۳- واریوگرام داده های سدیمی خاک

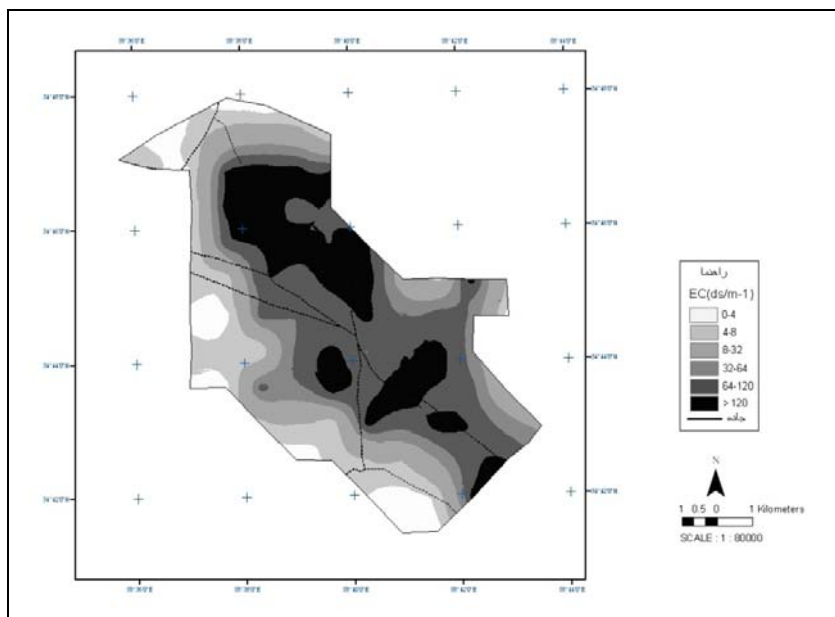
شکل ۲- واریوگرام داده های شوری خاک



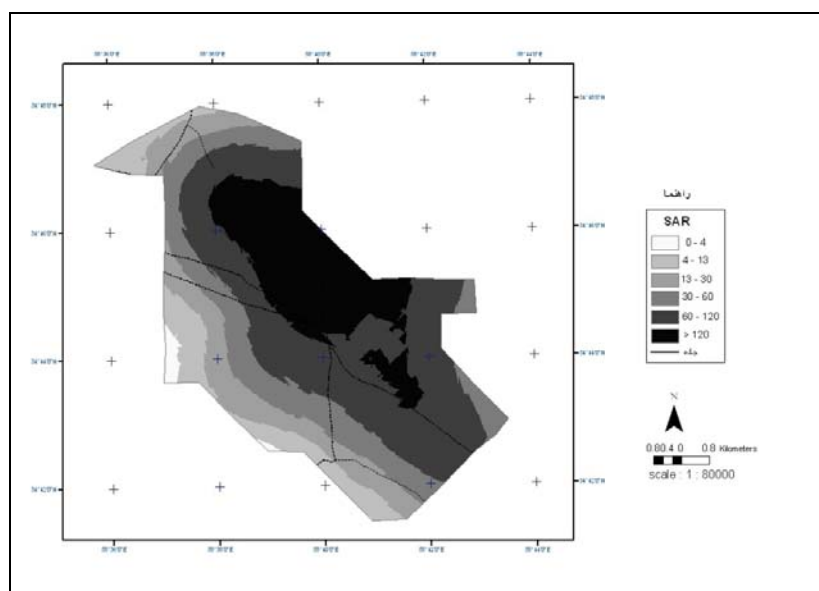
شکل ۵- واریوگرام داده های سدیمی خاک در ۴ جهت

شکل ۴- واریوگرام داده های شوری خاک در ۴ جهت

- 1- Mean Estimation Error
- 2- Mean Square Error



شکل ۶- نقشه کریجینگ داده های شوری خاک



شکل ۷- نقشه کریجینگ داده های سدیمی خاک

مقایسه روش‌های تخمین کریجینگ، حداقل بودن MSE و حداکثر بودن ضریب پیرسون است که نشانه بالا بودن دقت تخمین است (۸). در این مطالعه به منظور محاسبه معیارهای آماری از ۸۱ داده برای شوری و ۸۸ داده برای سدیمی خاک استفاده شد که هر کدام دارای مقدار مشخصی بودند. آنگاه در هر مرحله یکی از داده‌ها حذف و مقدار آن به وسیله کریجینگ و سایر نمونه‌های اطراف تخمین زده شدند. جدولهای ۶ و ۷ مقایسه کریجینگ شوری و سدیمی را با داده‌های واقعی نشان می‌دهند.

کریجینگ

به منظور دستیابی به پهنه بندی شوری و سدیمی خاک، کریجینگ بلوکی داده‌ها با استفاده از الگوی تغییر نمای همه‌سویه و در نظر گرفتن ناهمسانگردی انجام شد. شکل‌های ۶ و ۷ نشان‌دهنده کریجینگ بلوکی شوری و سدیمی خاک است. برای سنجش درستی داده‌های برآورد شده با مقادیر واقعی، معیارهای گوناگونی وجود دارد. یکی از مناسب‌ترین معیارها برای

جدول ۵- مقادیر کنترل اعتبار برای تخمین کریجینگ شوری و سدیمی خاک

پارامتر	مدل	اثر قطعه ای	دامنه تاثیر	حد آستانه	MSE	ME
شوری	کروی	۰/۰۱	۵۰۸۰	۳/۲۳	۱/۱۰	۰/۰۲
سدیمی	گوسی	۱۱/۸۳	۵۴۲۱	۲۷/۲۶	۰/۹۷۱۸	۰/۰۳۸

جدول ۶- مقایسه کریجینگ بلوکی شوری خاک با داده های واقعی

معیار	داده های استفاده شده در تخمین	کریجینگ بلوکی
تعداد	۸۱	۸۱
میانگین	۶۱/۱	۴۷/۸
انحراف معیار	۶۳/۲	۵۱/۵
کمترین	۲/۵	۲/۴
بیشترین	۱۸۰	۱۹۴
ME	-	۰/۰۲
MSE	-	۱/۱۰
ضریب پیروسون	-	**۰/۶۰

**در سطح ۰/۰۱ معنی دار

جدول ۷- مقایسه کریجینگ بلوکی سدیمی خاک با داده های واقعی

معیار	داده های استفاده شده در تخمین	کریجینگ بلوکی
تعداد	۸۸	۸۸
میانگین	۸۱/۶	۶۸/۲۴
انحراف معیار	۷۸/۶	۴۸/۸
کمترین	۰/۳	۲/۳
بیشترین	۳۲۰/۲	۱۹۲/۴۶
ME	-	۰/۰۳۸
MSE	-	۰/۹۷۱۸
ضریب پیروسون	-	**۰/۵۸

**در سطح ۰/۰۱ معنی دار

در مرحله بعد، پس از ساختن تصاویر ترکیبی مختلف (PCA، SI2، SI1، BI و NDSI) و تطبیق داده‌های شوری و سدیمی (واقعیت زمینی) بر روی باندهای مختلف ماهواره و تصاویر ساخته شده اقدام به استخراج ارزش روشنایی مربوط به هر نقطه داده زمینی گردیده و همبستگی بین داده های آزمایشگاهی و ارزش روشنایی مورد بررسی قرار گرفت. جدول ۸ مقادیر همبستگی بین داده ها را نشان می دهد.

از میان تصاویر ساخته شده، شاخص SI1 به علت دارا بودن ضریب همبستگی بالا برای تهیه نقشه شوری انتخاب شد. به دلیل پایین بودن همبستگی میان داده های سدیمی خاک و باندهای مختلف ماهواره IRS و همچنین بین داده های سدیمی، شوری و اسیدیته خاک نقشه سدیمی خاک تهیه نشد.

دقت کلی نقشه شوری ۶۰ درصد و نقشه سدیمی ۵۸ درصد می باشد. در تخمین شوری و سدیمی خاک کریجینگ اثر پیرایشی داشته است، زیرا انحراف استاندارد نسبت به مقادیر واقعی کاهش یافته است. بالا بودن ضریب پیروسون در هر دو نیز نشان دهنده دقت بالای تخمین در این روش است.

تهیه نقشه شوری و سدیمی با روش دورسنجی

در مرحله اول پردازش تصویر، اقدام به تصحیح هندسی باندهای مختلف تصویر ماهواره IRS گردید. میزان خطای کلی ناشی از نقاط کنترل زمینی (RMSE¹) در این پژوهش بسیار پایین و حدود ۰/۵ پیکسل می باشد.

1- Root Mean Square Error

تشکیل یک نمونه انجام شد. به دلیل اینکه داده های شوری خاک بیشتر در دو دسته شوری زیاد و شوری کم قرار دارد، کلاس های میانی ۳۲-۶۴ و ۸-۳۲ دارای نمونه های تعلیمی کم بوده و لذا ناگزیر از همه نمونه های آنها بدون توجه به انحراف معیار برای انجام طبقه بندی استفاده شد.

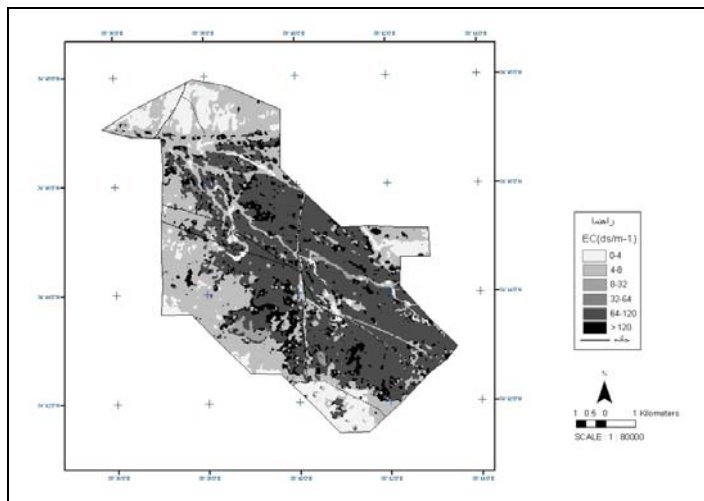
پس از انجام طبقه بندی، نقشه تولید شده مورد پردازش نهایی قرار گرفت. بدین منظور فیلتر مازوریتی با پنجره ۳×۳ روی نقشه اعمال گردید تا چند ضلعی های بسیار کوچکی که تولید شده اند، در چند ضلعی های بزرگتر مجاور خود ادغام شوند. شکل ۸ نشان دهنده نقشه شوری تهیه شده با این روش می باشد.

پس از تهیه نقشه نسبت به برآورد دقت طبقه بندی در کلاس های مختلف شوری و کل نقشه اقدام گردید. جدول ۹ نشان دهنده درستی طبقه بندی در کلاس های مختلف شوری است.

در کلاسهای با شوری کم (۴-۸ و ۰-۴) و شوری بسیار زیاد (بیشتر از ۱۲۰) درستی تولید کننده ۱۰۰،۹۰ و ۸۶/۹ درصد بیان کننده آن است که درصد بالایی از پیکسل های آنها در واقعیت زمینی، درست طبقه بندی شده اند.

طبقه بندی رقومی تصویر

با انجام یک طبقه بندی نظارت نشده برروی تصویر شاخص شوری شماره ۱ مشخص شد مناطق ماسه بادی در جنوب غرب منطقه و بلندیهای اطراف که غیر شور می باشند از زمین های اطراف کال شور که دارای شوری بالا هستند به خوبی قابل تفکیک هستند. با توجه به داده های آزمایشگاهی ۶ کلاس برای شوری تعریف و طبقه بندی نظارت شده برروی تصویر شاخص SII اعمال شد. کلاس های تعلیمی گزینشی بر پایه تفسیر تصویر ماهواره شامل ۶ کلاس خاک (۰-۴، ۴-۸، ۸-۳۲، ۳۲-۶۴، ۶۴-۱۲۰ و بیشتر از ۱۲۰ دسی زیمنس بر متر) می باشد. نمونه های همگن و درعین حال دارای پراکنش مناسب در سراسر تصویر گزینش و سپس برای کنترل میزان تفکیک پذیری کلاس ها، نمودار طیفی آنها ترسیم و مورد ارزیابی قرار گرفت و با بررسی میانگین، انحراف معیار و نمودار دوبعدی، اقدام به اصلاح نمونه برداری شد. در عمل نمونه گیری، نمونه های تعلیمی که انحراف معیار بالا داشتند، حذف گردیدند، زیرا انحراف استاندارد بالا نشان دهنده ناخالص بودن پیکسل در توصیف طبقه مورد نظر می باشد. لذا طبقه بندی در هر کلاس با گزینش هایی که از نظر آماری به نرمال نزدیک تر بودند و سپس ترکیب آنها با هم و



شکل ۸- نقشه کلاسهای شوری منطقه مطالعاتی

جدول ۸- همبستگی بین ارزش روشنایی و داده های شوری و سدیمی خاک در تصاویر مختلف

پارامتر	مقادیر شوری	مقادیر سدیمی	پارامتر	مقادیر شوری	مقادیر سدیمی
BI	**۰/۴۹۰	-	باند ۴	**۰/۴۶۸	**۰/۳۷۰
SII	**۰/۵۹۱	-	باند ۵	**۰/۴۵۳	**۰/۳۶۲
SI2	**۰/۴۹۹	-	PC23	** ۰/۵۰۸	**۰/۴۱۷
NDSI	**۰/۲۶۱	-	PCA2345	**۰/۵۰۲	**۰/۴۱۴
باند ۲	**۰/۵۰۳	**۰/۴۲۶	PC35	**۰/۵۲۶	**۰/۴۳۹
باند ۳	**۰/۵۰۳	**۰/۴۲۰			

**در سطح ۰/۰۱ معنی دار

**در سطح ۰/۰۵ معنی دار

جدول ۹- درستی طبقه بندی کلاسهای مختلف شوری خاک

ضریب کاپا	درستی کاربر	درستی تولید کننده	کلاس شوری
۰/۸۸	۹۰	۹۰	۰-۴
۰/۷۸	۸۵	۱۰۰	۴-۸
۰/۳۰	۳۳/۳	۳۳/۳	۸-۳۲
۰/۶۴	۶۶/۶	۵۰	۳۲-۶۴
۰/۷۱	۸۵/۷	۵۴/۵	۶۴-۱۲۰
۰/۸۳	۸۰	۸۶/۹	بیشتر از ۱۲۰
	۸۱/۳۳		درستی کلی نقشه
	۰/۷۵		ضریب کاپا

قابلیت نیز می‌باشد که با داشتن تصاویر مربوط به سال‌های مختلف و استخراج نقشه‌های شوری در این سال‌ها، می‌توان میزان تغییرات شوری را در زمان‌های مختلف مورد بررسی قرار داده و با مشخص کردن روند افزایشی یا کاهش سطوح شور، کمک زیادی در مدیریت عرصه‌ها نمود.

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که تهیه نقشه‌های شوری با استفاده از فن دورسنجی از نظر دقت و هزینه نسبت به روش زمین‌آمار، برتری دارد. با توجه به وجود املاح در سطح خاک‌های شور این خاک‌ها به راحتی از سایر خاک‌ها به دلیل داشتن بازتاب بالا بر روی تصاویر ماهواره ای قابل تشخیص اند. همبستگی مناسب بین داده‌های ماهواره‌ای (درجات روشنائی) و مقادیر عددی شوری خاک، کار تهیه نقشه شوری خاک را سرعت می‌بخشد.

دقت نقشه شوری تهیه شده به روش دورسنجی حدود ۸۱ درصد با شاخص کاپا ۰/۷ می‌باشد. لیکن دقت تهیه نقشه با روش زمین‌آمار ۶۰ درصد است. نقشه‌های تهیه شده به روش زمین‌آمار نسبت به نقشه‌های تهیه شده با روش دورسنجی از دقت کمتری برخوردار بودند.

در منطقه مورد مطالعه pH نمونه‌ها دارای نوسان بسیار کم و عموماً مقدار آن بیشتر از ۷ است. ضریب همبستگی آن با شوری و سدیمی خاک معنی دار نیست. همچنین بین داده‌های شوری و سدیمی خاک نیز رابطه معنی داری پیدا نشد. بنابراین امکان مطالعه سدیمی خاک با استفاده از دورسنجی در محدوده مورد مطالعه ضعیف ارزیابی شد.

به صورت کلی می‌توان بیان کرد که سنجش از دور در تهیه نقشه‌های شوری و سدیمی خاک ابزاری بسیار قوی بوده که در صورت موجود بودن تصاویر می‌توان با تعداد نقاط محدود و صرف هزینه کم نقشه‌های بسیار دقیقی تهیه نمود، اما گفتن این نکته ضروری است که دورسنجی و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی

همچنین درستی کاربر ۹۰، ۸۵ و ۸۰ این کلاسها نشان‌دهنده درصدی از پیکسل‌های آنها است که در طبقه‌بندی به درستی به این کلاسها اختصاص یافته‌اند. بالا بودن شاخص کاپا در این کلاسها نیز نشان‌دهنده دقت بسیار زیاد در طبقه‌بندی آنها می‌باشد. کلاس شوری ۳۲-۸ با درستی کاربر و تولید کننده ۳۳/۳ درصد و شاخص کاپا ۰/۳ از دقت پایینی در طبقه‌بندی برخوردار است. طبقات ۳۲-۶۴ و ۶۴-۱۲۰ نیز با شاخص کاپا ۰/۶ و ۰/۷ از دقت طبقه‌بندی خوبی برخوردار بودند.

مقایسه دو روش دورسنجی و زمین‌آمار

مقایسه نقشه‌های تولید شده نشان می‌دهد که روش دورسنجی که ماهیت آن در ارتباط دادن بین میزان شوری و بازتاب امواج، برای پهنه‌بندی سطوح شور می‌باشد، روشی قابل اعتمادتر نسبت به روش‌های زمین‌آمار است؛ زیرا کلاس‌های شوری در این روش بر اساس تفاوت در خصوصیات طیفی سطوح مختلف شوری بوجود آمده است. برای مثال، هرچه شوری خاک بیشتر باشد، میزان بازتاب امواج از سطح آن نیز بالاتر خواهد بود. درستی کلی نقشه تهیه شده به روش دورسنجی، ۸۱ درصد و در روش زمین‌آمار ۶۰ درصد می‌باشد. زمین‌آمار روشی تخمینی برای برآورد داده‌ها در مناطق نمونه برداری نشده با توجه به نقاط نمونه‌برداری شده و با استفاده از مدل‌های ریاضی و در نظر نگرفتن خصوصیات طیفی پدیده‌ها می‌باشد، که برای تخمین دقیق پدیده‌ها نیاز به برداشت تعداد زیادی نقطه با صرف هزینه زیاد دارد. در صورتی که در سنجش از دور برای طبقه‌بندی تصویر، احتیاج به نمونه‌برداری یک درصد پیکسل‌های تصویر است و سایر پیکسل‌ها بطور خودکار طبقه بندی می‌گردند؛ به همین دلیل در دورسنجی با تعداد نمونه کمتر، حجم وسیعی از یک منطقه را می‌توان پایش نمود. همچنین واحدهای شوری جدا شده با روش دورسنجی بسیار کوچکتر و ریزتر و کاربردی‌تر از روش زمین‌آمار است. در روش زمین‌آمار پهنه‌بندی شوری به صورت کلی انجام گرفته و تنها روند شوری منطقه را نشان می‌دهد. روش دورسنجی دارای این

سیاسگزاری

بدینوسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد، در حمایت و تامین بخش از هزینه ها، معاون فنی اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری آقای مهندس احمدی، ریاست اداره فنی مهندسی آقای مهندس سلیمی، معاون اداره فنی مهندسی آقای مهندس بدیعی، مشاور محترم شرکت توساب، خانم مهندس راحله سرحدی و خانم مهندس مهناز گوهری که در انجام این طرح پژوهشی اینجانب را یاری نمودند، تشکر و قدر دانی می شود.

تکمیل کننده نیازهای یکدیگر می باشند. برای نمونه GIS ابزاری بسیار مفید برای آماده سازی نقشه می باشد. ترکیب نقشه های زمین شناسی، توپوگرافی و مدل های رقومی عوارض زمینی تفسیر شده بر اساس اطلاعات ماهواره ای به وسیله GIS بسیار دقیق تر و سریعتر انجام می شود. از این رو می توان با بهره گیری از این دو فن به صورت توأم به ابزاری قوی در زمینه تهیه نقشه های خاک شناسی پرداخت.

منابع

- ۱- حسنی پاک ع.ا. ۱۳۷۷. زمین آمار (ژئواستاتستیک). انتشارات دانشگاه تهران. ۳۱۴ ص.
- ۲- سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور. ۱۳۸۶. گزارشات پوشش گیاهی، زمین شناسی و ژئومرفولوژی، منابع آب، فرسایش ورسوب و تلفیق و برنامه ریزی طرح اجرایی کانون بحران فرسایش بادی میاندهی فیض آباد.
- ۳- محمدی ج. و چیت ساز و. ۱۳۸۱. مقایسه تخمینگرهای ژئواستاتستیک و رگرسیون خطی جهت برآورد برخی از خصوصیات خاک سطحی به کمک داده های رقومی TM. مجله علوم خاک و آب، ۱۶: ۹۵-۱۰۲.
- ۴- مسعودی م. ۱۳۸۰. بررسی قابلیت تصاویر ماهواره ای در طبقه بندی خاک های تحت شوری و قلیائیت. موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع.
- ۵- میر محمدی میدی ع.م. و قره یاضی ب. ۱۳۸۱. جنبه های فیزیولوژیک و بهنژادی تنش شوری گیاهان. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان. ۲۸۸ ص.
- 6- Alavipanah S.K. 1997. Study of soil salinity in the Ardakan (Iran) based upon field observation, remote sensing and GIS. Ph.D Thesis, Gent University. 292pp.
- 7- Brady N.C., and Weil R. 1999. The Nature and Properties of Soils. Prentice-Wesley Iberoamericana, Murcia, Jersey, USA. 740pp.
- 8- Douaoui A.E.K., Nicolas H., and Walteer Ch. 2006. Detecting salinity hazards within a semiarid context by means of combining soil and remote sensing data, Geoderma, 134: 217-230.
- 9- Dwivedi R.S., and Sreenivas K. 1998. Imaging transforms as a tool for the study of soil salinity and alkalinity dynamics. International Journal of Remote Sensing, 19: 605-619.
- 10- Farifte J., Farshad A., and George R.J. 2005. Assessing salt – affected soils using remote sensing, solute modeling , and geophysics. Geoderma 130 : 191-206.
- 11- Ghassemi F., Jakeman A.J., and Nix H.A. 1995. Salinisation of land and water resources: human causes, extent, management and case studies. Canberra, Australia: The Australian National University, Wallingford, Oxon, CAB International.
- 12- Goovaerts P. 1997. Geostatistics for Natural Resources Evaluation. Oxford University.
- 13- Kappa M., Shawan A., and Erasmi S. 2005. Remote sensing based classification of salt affected soils as an indicator for landscape degradation in the south of Aleppo, Syria. UN convention to combat desertification, Trier, Germany.
- 14- Naesset E. 1996. Use of weighted kappa coefficient in classification error assessment of thematic maps. International Journal of Geographical Information Systems, 10: 591– 604.
- 15- Page A.L., Miller R.H., and Keeney D.R. 1982. Methods of soil analysis. Part2 chemical and microbiological properties (2nd edition). Am. Soc. Of agronomy, Soil Sci. Am. Publisher. Madison, Wasconsin. USA. 1159pp.
- 16- Walter C., and Mc Bratney B. 2001. Spatial predication of topsoil salinity in the Chelif Valley, Algeria, using local ordinary kriging with local variograms verus whole-area varoigram. Australia. Journal of Soil Research, 39: 248-259.



Mapping Salinity and Sodicity of Surface Soil by Remote Sensing and Geostatistic Methods in South Side of Mah Valat County

R. Daempanah^{1*} - Gh. Haghnia² - A. Alizadeh³ - A. Karimi⁴

Received:18-8-2010

Accepted:24-4-2011

Abstract

In the recent decades, application of geostatistic and remote sensing for mapping salinity and sodicity of surface soil and monitoring its changes have been developed. The goal of this research was to compare the capability of geostatistic and remote sensing methods for mapping salinity-sodicity of soils in playa from southern Mah Valat county, in the Khorasan Razavi province. 88 samples of surface soil from depth of 0 to 10cm on the crossing lines of 1000×1000 meter grids were taken, and their EC, PH and SAR were measured. After normalizing variables, checking anisotropy and determining the parameters of variogram, the salinity and sodicity maps of soil were prepared using kriging method with an accuracy of 60 and 58 percent. The Results revealed that kriging had trimmed salinity and sodicity data because it had lowered the standard deviation. The IRS-P6 images were used to map salinity and sodicity maps. After pre-processing of images, PCA, salinity indexes of SI1, SI2, BI and NDSI were calculated and digital number of sampling points were extracted. By checking the correlation between variables and digital numbers of images, the SI1 that had the highest Pearson coefficient, was selected and salinity map of surface soil was prepared by the method of supervised classification. There was no correlation between images and sodicity data, and also between sodicity, salinity and pH data. Probability of extracting sodicity map by this method was evaluated poor. The result of this research also showed that for increasing accuracy in kriging maps more points should be taken, while in the remote sensing with less points while saving time and money, it's possible to have more accurate maps.

Keywords: IRS, EC, Geostatistic, Salinity index, Supervised classification, Mah Valat

1,2,4- MSc Student, Professor and Assistant Professor, Department of Soil Science, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Respectively

(* - Corresponding Author Email: R_Daempanah@yahoo.com)

3- Professor, Department of Water Engineering, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad