



ارزیابی شوری خاک در شرق اصفهان بر پایه داده‌های سنجنده OLI و تجزیه و تحلیل عوارض توپوگرافی

خلیل حبشی^{۱*}، حمیدرضا کریم‌زاده^۲، سعید پورمنافی^۲

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲. استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

مشخصات مقاله

پیشینه مقاله:

دریافت: ۱۰ دی ۱۳۹۵

پذیرش: ۳۰ فروردین ۱۳۹۶

دسترسی اینترنتی: ۱۰ خرداد ۱۳۹۶

واژه‌های کلیدی:

سنجش از دور

لندست

توپوگرافی

شاخص شوری

اصفهان

چکیده

تحقیق حاضر با هدف بهبود دقت ارزیابی شوری خاک با استفاده از تصویر ماهواره‌ای لندست سنجنده OLI مربوط به تاریخ ۵ خرداد ۱۳۹۴ و پارامترهای توپوگرافی در منطقه شرق اصفهان انجام شد. داده‌های زمینی با استفاده از روش نمونه‌برداری تصادفی از ۲۹ سایت نمونه‌برداری از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر در نیمه دوم اردیبهشت ۱۳۹۴ جمع‌آوری شد. شاخص‌های طیفی مانند باندهای سنجنده OLI، شاخص‌های شوری SI_1 ، SI_2 و SI_3 ، شاخص‌های خاک SBI و SCI، شاخص‌های پوشش گیاهی NDVI و RVI با انجام پردازش‌ها و محاسبات لازم از تصویر زمین مرجع شده به دست آمدند. عوارض توپوگرافی شامل درصد شیب، جهت شیب و ارتفاع از سطح دریا از مدل رقومی ارتفاع (DEM) منطقه استخراج شدند. سپس مدل برآورد شوری با استفاده از رگرسیون خطی به روش گام به گام تهیه شد. نتایج تجزیه و تحلیل رگرسیونی نشان داد که در سطح آماری ۹۹ درصد همبستگی معنی‌داری بین EC نمونه‌های خاک سطحی، ارتفاع از سطح دریا و باند ۴ وجود دارد ($R^2=0/68$). نقشه شوری به دست آمده از مدل رگرسیونی نشان می‌دهد که میزان شوری در منطقه بسیار بالاست به طوری که بیش از ۷۰ درصد از مساحت منطقه دارای غلظت نمک بیش از ۶۰ دسی‌زیمنس بر متر است. در نهایت اعتبار مدل با استفاده از ۲۰ درصد نمونه‌ها ارزیابی شد. نتایج نشان داد که مدل می‌تواند با RMSE برابر با ۶/۵۴ دسی‌زیمنس بر متر شوری خاک را برآورد کند. بر اساس نتایج پژوهش، نتیجه‌گیری می‌شود که استفاده از پارامتر ارتفاع از سطح دریا در کنار داده‌های ماهواره‌ای در مطالعات شوری خاک منطقه مطالعاتی سودمند بوده و سبب بهبود دقت ارزیابی می‌شود.

*پست الکترونیکی مسئول مکاتبات: kh.habashi@yahoo.com

با مدل کروی می‌تواند شوری خاک را بسیار نزدیک به مقدار مشاهداتی برآورد کند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده ترکیب روش‌های دور و نزدیک سنجی منجر به ارزیابی سریع و نسبتاً دقیق شوری خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌شود. الحاج (۲۰) تحقیقی به‌منظور ارزیابی شوری خاک در اکوسیستم خشک با استفاده از سنجش از دور انجام داد. برای انجام این کار از شاخص‌های شوری (Salinity Index, SI)، شاخص روشنایی (Brightness Index, BI) و شاخص شوری استاندارد شده Normalized Difference Salinity Index، استفاده شد و به این نتیجه رسید که شاخص شوری (SI-۹) با همبستگی ($R^2=0/95$) می‌تواند شوری خاک منطقه مورد مطالعه را برآورد نماید. خانامانی و همکاران (۶) به ارزیابی وضعیت خاک با استفاده از سنجش از دور در دشت سگری اصفهان پرداختند، نتایج نشان داد که نقشه حاصل از تصویر ماهواره‌ای از دقت بیشتری برای تهیه شاخص خاک برخوردار است. فتاحی (۹) با استفاده از سنجش از دور به ارزیابی و طبقه‌بندی شوری‌زایی با استفاده از روش FAO-UNEP در حوزه آبخیز قمرود پرداخت. در این میان با تعدیل کردن شاخص پوشش گیاهی استاندارد شده NDVI شاخص طیفی جدیدی برای تهیه نقشه شوری خاک به نام CORSI (Combined Spectral Response Index) تهیه نمودند. وجود همبستگی بسیار بالا بین خصوصیات خاک شامل هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم با ارزش‌های طیفی این باند ترکیبی (به ترتیب $0/885$ و $0/857$)، به صورت یک مدل رگرسیونی برای تهیه نقشه شوری خاک ارائه شد. شاخص‌های شوری در مرتبه دوم قرار دارد. اخضری و اسدی می‌آبادی (۲) تحقیقی به منظور تهیه نقشه شوری خاک با استفاده از داده‌های زمینی و داده‌های سنجنده OLI ماهواره‌ای در جنوب ملایر انجام دادند. برای این منظور با استفاده از ۷۷ نقطه نمونه‌برداری، نقشه‌های پراکنش سدیم، منیزیم، پتاسیم، کلسیم، هدایت الکتریکی و اسیدیته به روش درون‌یابی کریجینگ تهیه گردید؛ سپس با استفاده از رگرسیون فضایی، همبستگی بین نقشه‌های تولید شده با نقشه شاخص‌های به‌دست‌آمده از

شوری خاک یک خطر زیست‌محیطی رایج در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان است در این مناطق حدود ۵۰ درصد اراضی کشاورزی آبی مشکل شوری خاک با درجات مختلف را دارند و سالانه حدود ۴۰ هزار هکتار از این اراضی به دلیل مشکلات شوری رها می‌شوند (۲۳، ۳۲ و ۳۳). خاک‌های مناطق خشک ایران در بعضی نقاط تحت تأثیر شوری و قلیائیت بوده و گاهی شدت آن به حدی است که مانع رشد گیاهان می‌شود. علاوه بر آن در اثر ازدیاد جمعیت، آب‌های زیرزمینی برای آبیاری، استفاده شهری، صنعتی و شرب، با حفر چاه‌های مجاز و غیرمجاز استخراج می‌گردند و استخراج این‌گونه آب‌های زیرزمینی باعث افزایش تبخیر از آن و در نتیجه بالا آمدن و تجمع نمک و بروز پدیده شوری در سطح خاک شده است (۷ و ۱۴). پراکنش مکانی شوری خاک وابسته به خصوصیات هر منطقه بوده و ممکن است به یک یا چندین عامل مربوط باشد (۱۳ و ۱۵). به منظور آشکارسازی تغییرات مکانی شوری خاک و رابطه آن با ساختارهای چشم‌انداز در مناطق وسیع باید به فناوری‌هایی با مقیاس زمانی و مکانی مناسب مجهز شد (۳۵). محققان زیادی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و اندازه‌گیری‌های میدانی اقدام به ارزیابی شوری خاک پرداخته‌اند. فرناندز بوسس و همکاران (۲۱) برای نقشه‌برداری شوری خاک در منطقه تکسکوکو مکزیک از داده‌های رقومی ETM^+ و عکس‌های هوایی استفاده کردند. نیلد و همکاران (۲۹) با استفاده از تصاویر ETM^+ به تهیه نقشه خاک‌های سدیمی و گچی در منطقه‌ای از آمریکا پرداختند. آن‌ها رفتار طیفی خاک‌های گچی و سدیمی را مورد بررسی قرار دادند و برای رسیدن به نتیجه مطلوب از نسبت‌گیری طیفی استفاده کردند. دینگ و یو (۱۶) به‌منظور پایش و ارزیابی تغییرات مکانی شوری خاک، از سنجش از دور و ابزار القای الکترومغناطیسی (EM38) استفاده کردند. ایشان برای رسیدن به هدف تحقیق از تصویر لندست TM، کریجینگ، رگرسیون شاخص‌های طیفی و روش رگرسیون-کریجینگ استفاده کردند. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که روش رگرسیون-کریجینگ

تشخیص دادند و در نهایت نقشه شوری خاک منطقه را بر اساس مدل رگرسیونی تهیه کردند.

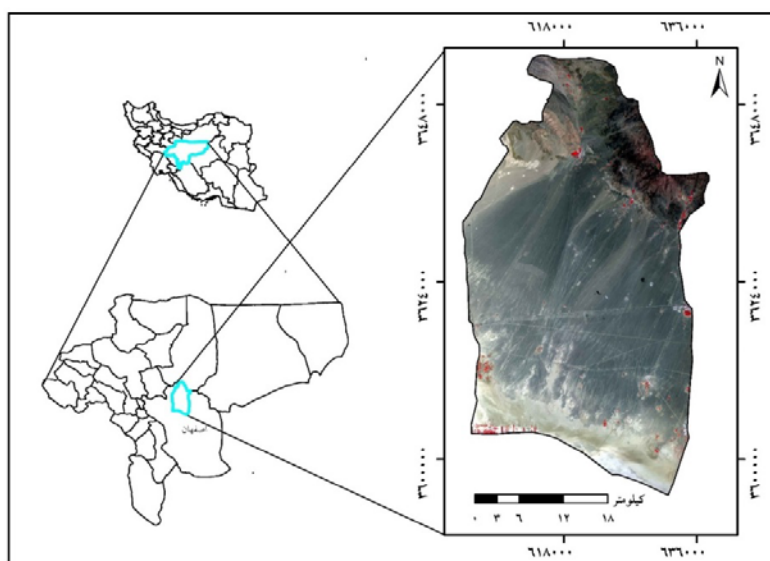
پژوهش حاضر با هدف بهبود دقت ارزیابی شوری خاک با استفاده از پارامترهای توپوگرافی به همراه داده‌های ماهواره‌ای لندست OLI در منطقه شرق اصفهان انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

در شرق اصفهان قرار دارد و از جهت غرب به مزرعه شور و دشت سگزی، از جهت شرق به شهرهای هرنند و کوهپایه، از جهت شمال به ارتفاعات کوه‌های شاهان و مارشنان و از جنوب به کانال زهکشی اراضی کناره رودخانه زاینده محدود می‌شود. این منطقه بخش کوچکی از منطقه وسیع ایران مرکزی متعلق به زون سنندج-سیرجان است که بین $6^{\circ} 52'$ تا $27^{\circ} 52'$ طول شرقی و $29^{\circ} 32'$ تا $33^{\circ} 31'$ عرض شمالی قرار گرفته است (شکل ۱). بر اساس آمار هواشناسی میانگین بارندگی و درجه حرارت سالیانه در منطقه به ترتیب $105/5$ میلی‌متر و $15/7$ درجه سلسیوس است. اقلیم منطقه نیز بر اساس طبقه‌بندی دومارتن در طبقه خشک قرار می‌گیرد (۴).

تصویر OLI مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که برای آشکارسازی پراکنش هدایت الکتریکی و سدیم با توجه به ضریب همبستگی ($R^2=0/88$) شاخص‌های شوری و شاخص شوری ملایر مناسب است. مصباح‌زاده و همکاران (۱۲) به‌منظور تهیه نقشه شوری خاک سطحی از تصویر ماهواره‌ای لندست TM و داده‌های EC آزمایشگاهی استفاده کردند. نتایج ایشان نشان می‌دهد که همبستگی بالایی بین مقادیر شوری و داده‌های تصویر ماهواره‌ای وجود دارد ($R^2=0/6$) همچنین اعتبارسنجی مدل با استفاده از ۲۰ درصد داده‌ها انجام شد و مقدار خطای میانگین، Mean Error (ME) و ریشه خطای مجذور میانگین مربعات (Root Mean Square Error, RMSE) به ترتیب $0/008$ و $2/54$ دسی‌زیمنس بر متر تعیین گردید. حسونندی و همکاران (۵) جهت تهیه نقشه شوری خاک سطحی با استفاده از داده‌های رقومی ماهواره لندست ETM^+ در منطقه‌ای در جنوب اهواز بین مقادیر شوری سطحی با باندهای ۲ و ۴ اصلی، شاخص روشنایی و شاخص پوشش گیاهی ارتباط معنی‌داری در سطح ۱ درصد به دست آوردند و با بررسی رابطه بین داده‌های طیفی و مقادیر عددی شوری خاک و همچنین بر اساس همبستگی بین آن‌ها، مناسب‌ترین مدل جهت بررسی شوری خاک را مدل رگرسیون خطی چند متغیره



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

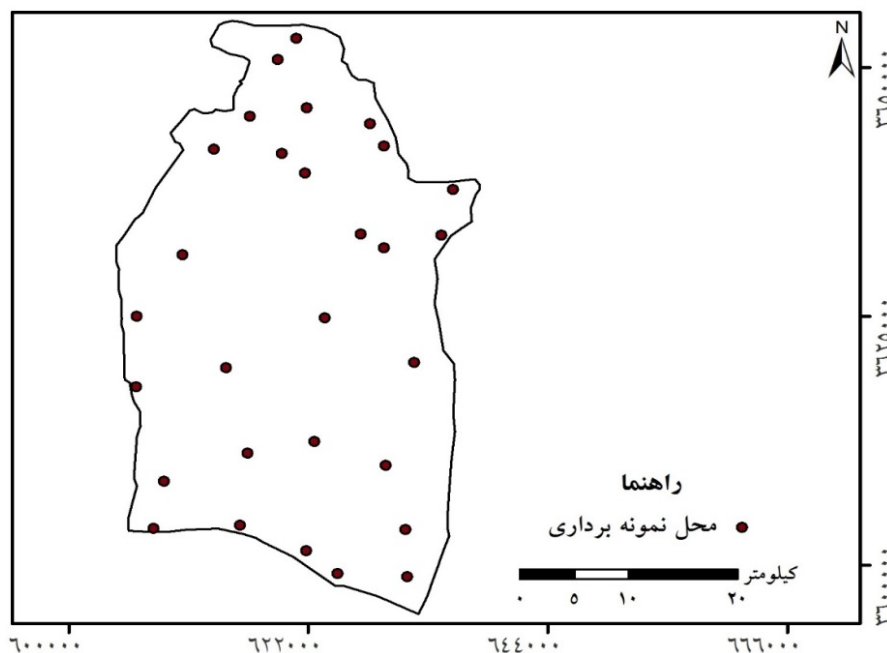
مختصات آن با استفاده از GPS (Global Positioning System) ثبت شد. سپس این نقطه به عنوان مرکز یک دایره فرضی به شعاع ۳۰ متر لحاظ گردید و در ۸ جهت متفاوت و به فاصله ۳۰ متری از نقطه مرکزی عمل نمونه برداری خاک از عمق ۰-۳۰ سانتی متر انجام شد. به طور کلی تعداد ۲۹ نمونه خاک با این روش در تاریخ نیمه دوم اردیبهشت ۱۳۹۴ برداشت شد (شکل ۲). هریک از نمونه های برداشت شده از شبکه های ۸۱۰۰ مترمربعی با هم مخلوط شده و به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه نمونه ها در مجاورت هوا خشک شدند و سپس از الک ۲ میلی متری عبور داده شدند و در نهایت با استفاده از دستگاه EC Meter، هدایت الکتریکی گل اشباع اندازه گیری و برای دمای ۲۵ درجه سانتی گراد تصحیح گردید.

داده های مورد استفاده

به منظور انجام تحقیق حاضر، تصویر لندست ۸ سنجنده OLI مربوط به تاریخ ۵ خرداد ماه ۱۳۹۴ با شماره ردیف و گذر به ترتیب ۱۶۳ و ۳۷ که با تاریخ نمونه برداری زمینی بیشترین انطباق را داشت از آرشیو پایگاه اینترنتی USGS انتخاب گردید. همچنین از مدل رقومی ارتفاع (DEM) منطقه با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر نیز استفاده شد. ساخت و ترکیب لایه ها با استفاده از نرم افزارهای ERDAS IMAGINE 2014 و ArcGIS[®] 10.1 و تجزیه و تحلیل آماری در محیط نرم افزار SPSS[®] 21 انجام شد.

مطالعات صحرائی و آزمایشگاهی

برای انجام این تحقیق، روش نمونه برداری به این صورت بود که ابتدا به صورت تصادفی یک نقطه مشخص گردید و



شکل ۲. محل نمونه برداری نمونه های خاک

ابتدا تصویر باند پانکروماتیک سنجنده OLI به نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه برداری کشور، با استفاده از معادله چندجمله ای درجه یک به روش نزدیک ترین همسایه و انجام

پیش پردازش تصویر ماهواره ای

به منظور کنترل تصویر از نظر ثبت دقیق زمینی، تصحیح هندسی بر روی تصویر انجام شد. برای رسیدن به این منظور،

بین می‌برد. در این مطالعه تصحیح اتمسفری بازتاب باندها با استفاده از روش ATCORE انجام شد.

پردازش تصویر ماهواره‌ای و استخراج شاخص‌های طیفی

در این تحقیق از چهار گروه داده طیفی شامل تصاویر باندهای ۱ الی ۷ سنجنده OLI، شاخص‌های شوری SI_1 ، SI_2 و SI_3 ، شاخص‌های پوشش گیاهی Normalized NDVI (Difference Vegetation Index) و (Ratio Vegetation Index) و شاخص‌های خاک، شاخص روشنایی خاک (Soil Brightness Index, SBI) و شاخص رنگ خاک (Soil Color Index, SCI) استفاده شد (جدول ۱).

نمونه‌برداری مجدد به سیستم مختصات (UTM Zone 39N) ثبت به نقطه شد. نقاط کنترلی مورد استفاده با پراکندگی یکنواخت در محل تقاطع جاده‌ها و آبراهه‌ها در نقشه توپوگرافی انتخاب شدند. در نهایت تصویر حاوی ۷ باند به باند پانکروماتیک با ۲۰ نقطه کنترل زمینی و با رعایت RMSE مناسب (۰/۲۸) زمین مرجع شد. اتمسفر بر روی طول موج‌های کوتاه‌تر از ۰/۵ میکرومتر، بیشترین و طول موج‌های بلندتر، کمترین تأثیر پراکنشی را دارد. پراکنش اتمسفری سبب پایین آمدن کیفیت در تصویر می‌شود؛ به عبارتی موجب روشنایی اضافی تصویر شده و در نتیجه مشکلاتی برای شناسایی پدیده‌ها ایجاد می‌کند. تصحیح اتمسفری اثر پخش و جذب ایجاد شده توسط اتمسفر بر روی امواج الکترومغناطیسی را از

جدول ۱. مشخصات شاخص‌های به کاررفته در تحقیق جهت پهنه‌بندی شوری

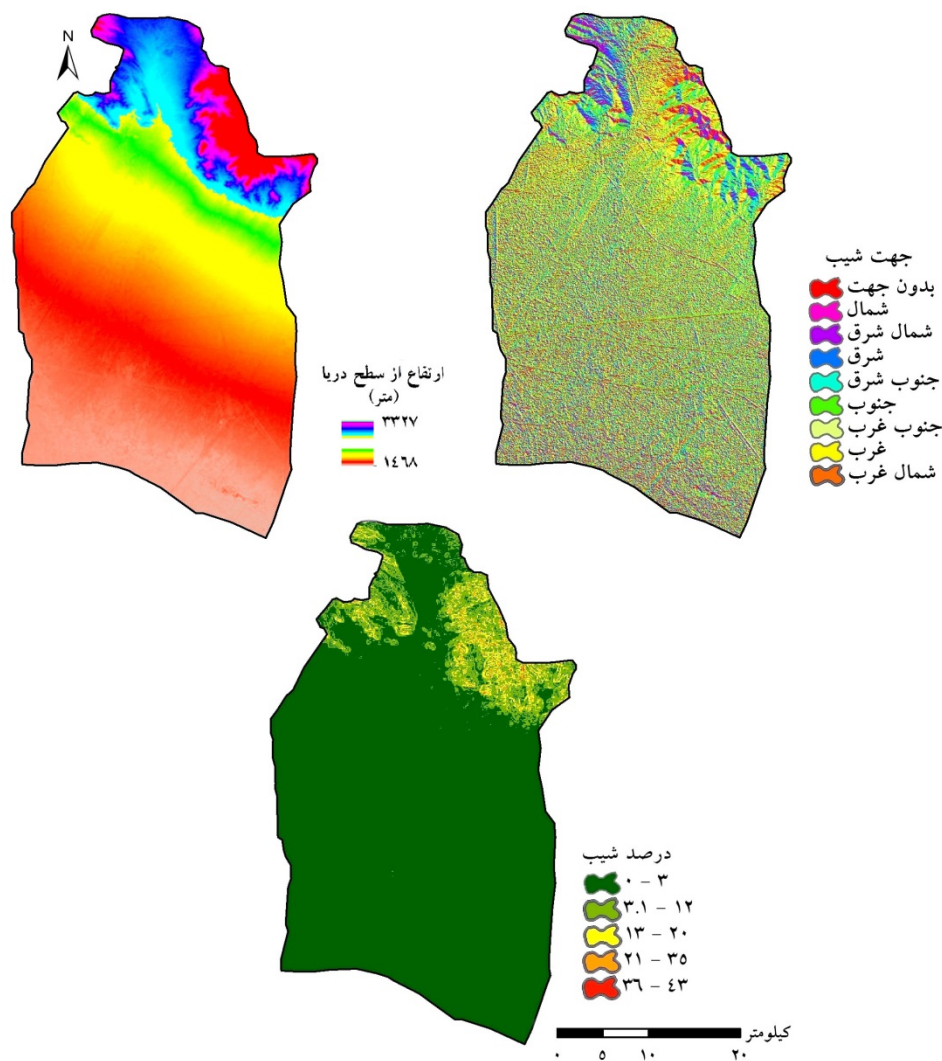
ردیف	نام شاخص	فرمول	منبع
۱	شاخص شوری اول	$SI_1 = (G^* \times R^*)^{0.5}$	(۲۵)
۲	شاخص شوری دوم	$SI_2 = (G^* + R^* + NIR^*)^{0.5}$	(۱۷)
۳	شاخص شوری سوم	$SI_3 = (R^* + G^*)^{0.5}$	(۱۸)
۴	شاخص پوشش گیاهی	$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R}$	(۳۰)
۵	شاخص پوشش گیاهی	$RVI = \frac{NIR}{R}$	(۳۰)
۶	شاخص روشنایی خاک	$SBI = (R^* + NIR^*)^{0.5}$	(۲۷)
۷	شاخص رنگ خاک	$SCI = R - G/R + G$	(۲۴)

* به ترتیب باندهای طیفی شماره ۳ (سبز Green)، ۴ (قرمز Red)، ۵ (مادون قرمز NIR) سنجنده OLI

استخراج عوارض توپوگرافی

ارتفاع می‌باشند. نقشه مربوط به هریک از این عوارض از DEM منطقه استخراج شد که در شکل ۳ آورده شده است.

عوارض توپوگرافی شامل درصد شیب، جهت شیب و



شکل ۳. نقشه عوارض توپوگرافی منطقه مورد مطالعه

رگرسیون چندمتغیره به روش گام به گام اقدام به تهیه معادله رگرسیونی شد. از بین معادلات به دست آمده جهت برآورد شوری خاک سطحی معادله ای انتخاب شد که؛ ضریب تعیین (R^2) بالاتری داشته باشد. مقدار این ضریب بین صفر و ۱ متغیر است و هر چه مقدار این شاخص بیشتر باشد بیانگر خوب بودن رابطه خطی است، معادله در سطح $P < 0.05$ و $P < 0.001$ معنی دار باشد، هم خطی چندگانه در بین متغیرهای مستقل آن وجود نداشته باشد و با توجه به اینکه یکی از فرض های رگرسیون چند متغیره عدم وجود هم خطی چندگانه (Multicollinearity) بین متغیرهای مستقل است لذا جهت بررسی مدل رگرسیونی از نظر وجود هم خطی از شاخص تورم

تجزیه و تحلیل آماری

جهت برآزش مدل شوری خاک منطقه، ابتدا میزان EC نمونه های خاک در آزمایشگاه تعیین شد. در مرحله بعد ارزش متناظر سطوح نمونه برداری از نقشه های شاخص های شوری، شاخص های پوشش گیاهی، شاخص های خاک، تصاویر بانندی سنجنده OLI و عوارض توپوگرافی، استخراج و از آنها میانگین گرفته شد. به منظور بررسی های آماری اعداد میانگین پیکسل ها به عنوان متغیر مستقل (X) و داده های مربوط به آنالیز آزمایشگاهی EC به عنوان متغیر وابسته (Y) در نظر گرفته شدند. با استفاده از آزمون همبستگی، مقدار همبستگی و سطح معنی داری برای داده ها مشخص شد سپس با استفاده از

محاسبه گردید.

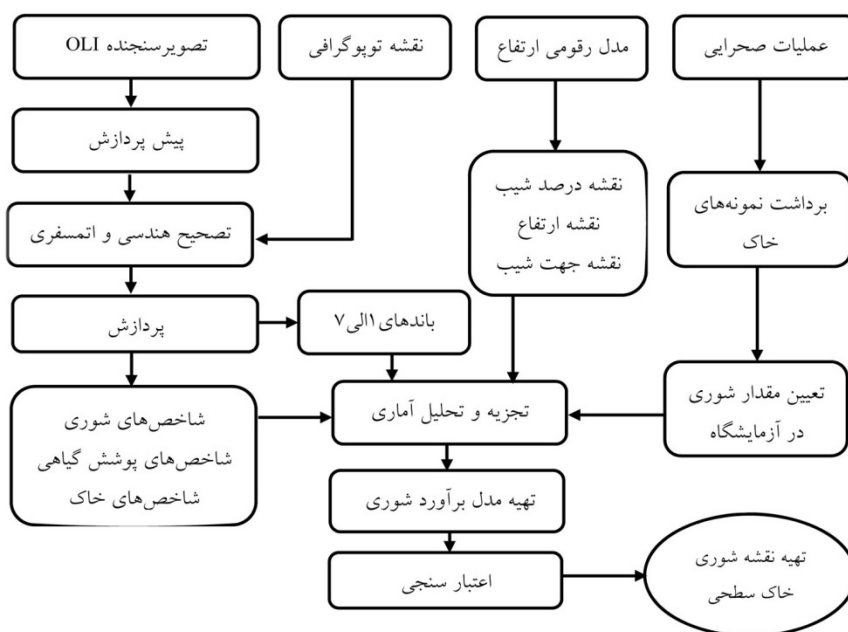
$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (Z(x_i) - Z'(x_i))^2}{N}} \quad [1]$$

در این رابطه؛ RMSE ریشه خطای مجذور میانگین مدل است که واحد اندازه‌گیری آن دسی‌زیمنس بر متر است. N تعداد نمونه‌های مورد مطالعه، $Z(x_i)$ مقدار واقعی EC خاک سطحی و $Z'(x_i)$ مقادیر تخمین زده شده است. نمودار جریانیه مراحل مختلف انجام تحقیق در شکل ۴ نشان داده شده است.

واریانس (Variance inflation factor, VIF) استفاده شد و مدل مقدار فاکتور F بالاتر و خطای استاندارد پایین برای متغیرها داشته باشد.

اعتبار سنجی مدل

برای مدل‌سازی از ۸۰ درصد داده‌ها و برای اعتبارسنجی مدل از ۲۰ درصد داده‌ها استفاده شد. لازم به ذکر است که جداسازی داده‌ها به صورت دو گروه مدل‌سازی و اعتبارسنجی به صورت تصادفی بوده است. شاخص RMSE از رابطه ۱



شکل ۴. نمودار جریانیه روش انجام تحقیق

شاخص‌های شوری، خاک و پوشش گیاهی نشان داد که کلیه شاخص‌های شوری مورد بررسی در تحقیق همبستگی معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد با EC خاک سطحی نشان می‌دهند. همچنین از بین دو شاخص خاک مورد بررسی تنها شاخص SBI همبستگی معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد با EC خاک سطحی نشان داد (جدول ۳).

نتایج

نتایج همبستگی بین EC خاک سطحی و تصاویر باندهای سنجنده OLI و شاخص‌های مستخرج از آن نشان می‌دهد که بیشترین همبستگی EC خاک سطحی به ترتیب با باندهای ۴، ۳، ۱ و ۲ وجود دارد که در سطح ۹۹ درصد معنی‌دار می‌باشند (جدول ۲). نتایج همبستگی EC نمونه‌های خاک با

جدول ۲. همبستگی بین EC خاک و تصاویر بانندی سنجنده OLI

	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇
EC نمونه‌های خاک	۰/۵۰۷**	۰/۴۹۰**	۰/۵۱۵**	۰/۵۲۱**	۰/۱۱۹	۰/۲۸۶*	۰/۲۷۶*

* معنی‌داری در سطح ۵٪ و ** معنی‌داری در سطح ۱٪

جدول ۳. همبستگی بین EC خاک سطحی و شاخص‌های شوری، شاخص‌های خاک و پوشش گیاهی

	SI ₁	SI ₂	SI ₃	SBI	SCI	NDVI	RVI
EC نمونه‌های خاک	۰/۵**	۰/۵۰۲**	۰/۵۰۳**	۰/۴۲۱**	۰/۲۵۶	۰/۱۳	۰/۱۰۱

** معنی‌داری در سطح ۱٪

همبستگی بین EC نمونه‌های خاک سطحی و پارامترهای توپوگرافی

نتایج حاصل از همبستگی EC نمونه‌های خاک سطحی با عوارض توپوگرافی در جدول ۴ نشان می‌دهد که از بین

عوارض مورد بررسی تنها ارتفاع از سطح دریا دارای همبستگی معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد با EC خاک سطحی است و عوارض درصد شیب و جهت شیب همبستگی معنی‌داری با EC خاک سطحی نشان نمی‌دهند.

جدول ۴. همبستگی بین EC خاک سطحی و پارامترهای توپوگرافی

	ارتفاع	جهت شیب	درصد شیب
EC نمونه‌های خاک	-۰/۵۶۳**	-۰/۰۰۱	-۰/۱۲۳

** معنی‌داری در سطح ۱٪

نقشه شوری خاک سطحی

جهت تهیه نقشه شوری خاک سطحی از روش رگرسیون خطی چند متغیره استفاده شد. برای این منظور اطلاعات کلیه عوارض توپوگرافی، شاخص‌های شوری، شاخص‌های خاک، شاخص‌های پوشش گیاهی و تصاویر بانندی سنجنده OLI، جهت تهیه مدل برآورد شوری خاک به‌عنوان متغیر مستقل (X) و داده‌های EC نمونه‌های خاک سطحی به‌عنوان متغیر وابسته (Y) وارد نرم‌افزار SPSS شدند و مدل برآورد شوری خاک سطحی به‌روش گام به گام به‌دست آمد (رابطه ۲). این رابطه

که بر اساس آنالیزهای رگرسیونی به‌دست آمده است، بیان‌گر بهترین ترکیبی است که می‌تواند تغییرات شوری خاک را برآورد کند. ضرایب مدل EC منطقه در جدول ۵ آورده شده است.

$$EC = 10.5/184 - 0.076Z + 0.007B4 \quad [2]$$

در این رابطه EC شوری خاک سطحی بر حسب‌سی‌زیمنس بر متر، Z ارتفاع از سطح آب‌های آزاد بر حسب متر و B₄ باند ۴ سنجنده OLI است.

جدول ۵. ضرایب همبستگی مدل EC سطحی

R	R ²	R ² تصحیح شده
۰/۸۲۵	۰/۶۸۰	۰/۶۴۳

خاک سطحی با ضریب تعیین و همبستگی به ترتیب ۰/۶۸ و ۰/۸۲ استفاده کرد. در نهایت با قرار دادن متغیرهای مستقل در رابطه ۲ نقشه EC خاک سطحی به روش مدل سازی رگرسیونی به دست آمد که در شکل ۵ آورده شده است. سپس با استفاده از ۲۰ درصد نمونه های EC خاک سطحی (۶ نمونه) و محاسبه شاخص RMSE اقدام به اعتبارسنجی مدل شد و مقدار این شاخص ۶/۵۴ دسی زیمنس بر متر به دست آمد.

با توجه به جدول آنالیز واریانس (جدول ۶) رابطه EC از نظر آماری در سطح ۹۹ درصد معنی دار است. همچنین برای استفاده از متغیرهای مستقل این مدل (ارتفاع و باند ۴) معنی دار بودن ضرایب رگرسیونی یعنی برابر بودن این ضرایب با یک مقدار ثابت (B) مورد آزمون قرار گرفت. همان طور که جدول ضرایب رگرسیونی نشان می دهد (جدول ۷) متغیرهای به کار رفته در معادله EC در سطح ۹۹ درصد معنی دار می باشند؛ بنابراین از این متغیرها می توان جهت تهیه نقشه پیوسته EC

جدول ۶. آنالیز واریانس مدل EC سطحی

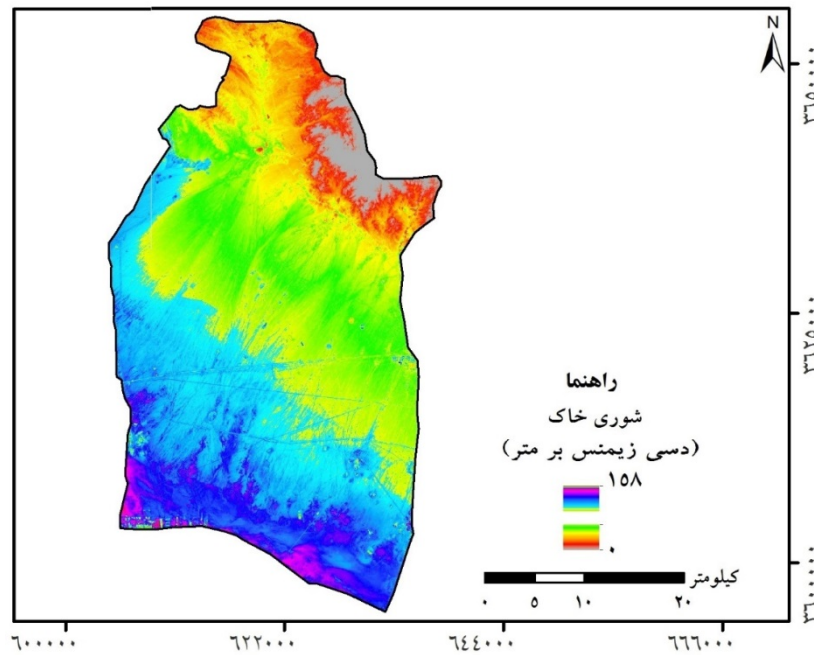
سطح معنی داری	F	میانگین مربعات	df	مجموع مربعات
۰/۰۰۱	۱۸/۱۰۴	۲۷۰۰۰/۱۱۲	۲	۵۴۰۰۰/۲۲۴
		۱۴۹۱/۳۸۴	۲۱	۲۵۳۵۳/۵۲۶
			۲۳	۷۹۳۵۳/۷۵۰

جدول ۷. ضرایب رگرسیونی مدل EC سطحی

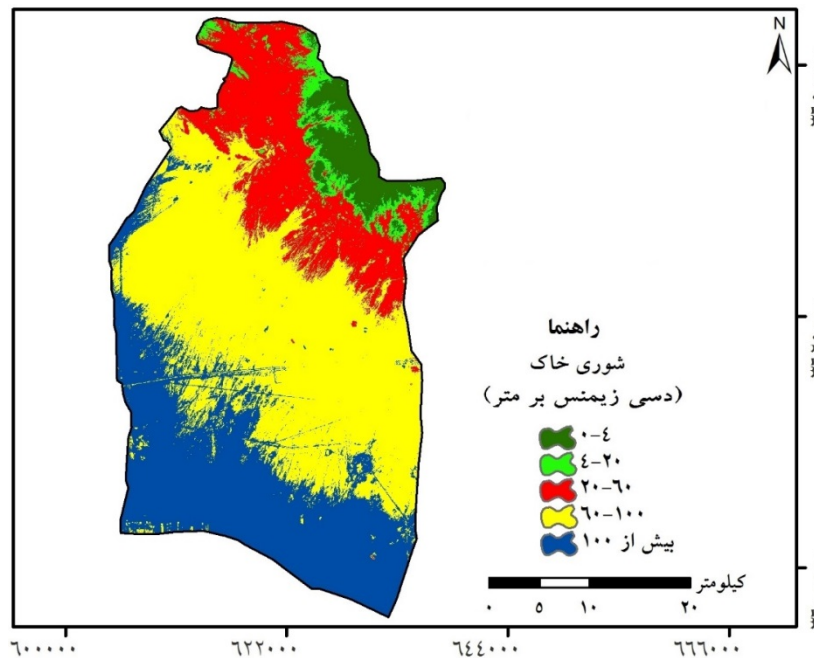
سطح معنی داری	VIF	T	Beta	Std. Error	B
۰/۰۰۰		۱/۳۵۶		۷۷/۵۶۴	۱۰۵/۱۸۴
۰/۰۰۵	۱/۴۳۳	-۳/۱۹۸	-۰/۵۲۵	۰/۰۲۴	-۰/۰۷۶
۰/۰۰۳	۱/۴۳۳	۲/۵۰۰	۰/۴۱۰	۰/۰۰۳	۰/۰۰۷

که در جدول ۸ آورده شده است. بر اساس این جدول کمترین و بیشترین مساحت مربوط به کلاس های شوری ۲۰-۴ و ۱۰۰-۶۰ دسی زیمنس بر متر است که هرکدام به ترتیب ۳/۳۹ و ۴۴/۴۴ درصد از مساحت منطقه را شامل می شوند.

در نهایت نقشه شوری تولید شده بر اساس داده های EC آزمایشگاهی به پنج طبقه شوری ۰-۴، ۴-۲۰، ۲۰-۶۰، ۶۰-۱۰۰ و ۱۰۰ دسی زیمنس بر متر برای منطقه کلاس بندی و تفسیر گردید (شکل ۶). همچنین مساحت و درصد مساحت هر یک از کلاس های شوری برای منطقه مطالعاتی محاسبه شد



شکل ۵. نقشه مطلق شوری خاک سطحی



شکل ۶. نقشه پهنه‌بندی شوری خاک سطحی

جدول ۸. مساحت پهنه‌های شوری منطقه مطالعاتی

درصد مساحت	مساحت (هکتار)	کلاس‌های شوری (دسی‌زیمنس بر متر)
۴/۹۵	۶۷۴۵	۰-۴
۳/۳۹	۴۶۲۲/۵۵	۴-۲۰
۱۷/۳۷	۲۳۶۳۹/۴۲	۲۰-۶۰
۴۴/۴۴	۶۰۴۷۳/۸۹	۶۰-۱۰۰
۲۹/۸۳	۴۰۵۹۵/۵۲	بیشتر از ۱۰۰
۱۰۰	۱۳۶۰۷۶/۴	جمع

بحث

پوشش گیاهی هیچ‌گونه همبستگی با شوری خاک نشان نمی‌دهند که دلیل آن را می‌توان به پوشش بسیار کم موجود در منطقه نسبت داد. همچنین از بین دو شاخص خاک مورد بررسی تنها شاخص SBI همبستگی معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد با EC خاک سطحی نشان داد.

الحاج (۲۰) جهت تهیه نقشه شوری خاک از شاخص‌های شوری استفاده کردند. فتاحی (۹) جهت ارزیابی و طبقه‌بندی شوری‌زایی با تعدیل کردن شاخص پوشش گیاهی استاندارد شده NDVI شاخص طیفی جدیدی برای تهیه نقشه شوری خاک تهیه نمودند. حسنوندی و همکاران (۵) در تهیه نقشه شوری خاک سطحی با استفاده از داده‌های رقومی ماهواره لندست ETM⁺ بین مقادیر شوری سطحی با باندهای ۲ و ۴ اصلی، شاخص روشنایی و شاخص پوشش گیاهی ارتباط معنی‌داری در سطح ۱ درصد به دست آوردند. اختری و اسدی می‌آبادی (۲) به منظور تهیه نقشه شوری خاک با استفاده از داده‌های زمینی و داده‌های سنجنده OLI ماهواره‌ای به این نتیجه رسیدند که برای آشکارسازی پراکنش هدایت الکتریکی و سدیم شاخص‌های شوری و شاخص شوری ملایر مناسب است.

بر اساس نتایج حاصل از همبستگی بین EC خاک با باندها و شاخص‌های استخراج شده از تصویر سنجنده OLI و نتایج سایر تحقیقات در زمینه شوری، نتیجه‌گیری می‌شود که استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، منطقه‌ای بوده و وابسته به زمان و مکان مورد مطالعه است. به همین دلیل محققان باندهای مختلفی را برای ارزیابی شوری خاک مناسب دانسته‌اند. اگرچه

مدل رگرسیونی در این تحقیق با در نظر گرفتن ارتباط بین EC اندازه‌گیری شده در آزمایشگاه با پارامترهای توپوگرافی، باندهای سنجنده OLI و خصوصیات طیفی شاخص‌ها تعیین و از نظر اعتبار مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت مدلی جهت تهیه نقشه شوری خاک انتخاب شد که دارای بیشترین ضریب تعیین بود. با استفاده از مدل به‌دست آمده می‌توان بهترین ترکیبات باندی سنجنده OLI و پارامترهای توپوگرافی را که توانایی تخمین تغییرات شوری در سطح منطقه مورد مطالعه دارند را تعیین نمود. محققانی از جمله سکودیرو و همکاران (۳۱)، وو و همکاران (۳۴)، گیوئی اشرف و همکاران (۱۰)، محمودی و همکاران (۱۱) با استفاده از ضرایب همبستگی ارزش‌های طیفی تصاویر ماهواره‌ای و هدایت الکتریکی، مدل‌های رگرسیونی مناسب جهت تهیه نقشه شوری خاک سطحی ارائه کرده‌اند.

نتایج همبستگی آنالیز شوری آزمایشگاهی نمونه‌های خاک سطحی با باندهای ۱ تا ۷ سنجنده OLI در جدول ۲ نشان می‌دهد که از بین باندهای مورد بررسی، باند ۴ با ضریب همبستگی ۰/۵۲۱ بیشترین همبستگی را با EC خاک منطقه دارد که در سطح ۹۹ درصد معنی‌دار است. نتایج همبستگی EC نمونه‌های خاک با شاخص‌های شوری (SI_1 ، SI_2 و SI_3)، شاخص‌های خاک (SBI و SCI) و شاخص‌های پوشش گیاهی (NDVI و RVI) در جدول ۳ نشان می‌دهد که کلیه شاخص‌های شوری مورد بررسی در تحقیق همبستگی معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد با EC خاک نشان می‌دهند. شاخص‌های

مقدار این شاخص برابر $6/54$ دسی زیمنس بر متر به دست آمد. محققین دیگری نیز از جمله ابراهیمی خوسفی و همکاران (۱)، مصباح زاده و همکاران (۱۲) و یحیوی و همکاران (۳۶) اعتبارسنجی مدل‌های رگرسیونی را با استفاده از شاخص RMSE انجام داده‌اند.

بر اساس نقشه شوری خاک (شکل ۶)، میزان شوری در منطقه مورد مطالعه بین $158-0$ دسی‌زیمنس بر متر متغیر است. بخش شمال شرقی منطقه دارای کمترین میزان شوری و بخش‌های جنوبی بیشترین میزان شوری را دارا می‌باشند. در نهایت نقشه شوری تولید شده بر اساس داده‌های EC آزمایشگاهی به پنج طبقه شوری $0-4$ ، $4-20$ ، $20-60$ ، $60-100$ و 60 و بیشتر از 100 دسی‌زیمنس بر متر برای منطقه پهنه‌بندی و تفسیر گردید (شکل ۷ و جدول ۸). نتایج پهنه‌بندی شوری خاک سطحی نشان می‌دهد که میزان شوری در منطقه شرق اصفهان بسیار بالاست به طوری که بیش از ۷۰ درصد از مساحت منطقه دارای غلظت نمک بیش از 60 دسی‌زیمنس بر متر است. از دلایل بالا بودن میزان نمک علاوه بر شرایط طبیعی اکوسیستم منطقه، کاربری نامناسب و روش‌های نامناسب آبیاری اراضی کشاورزی را می‌توان نام برد (۱۱).

با توجه به وابستگی شوری خاک با ارتفاع از سطح دریا پیشنهاد می‌شود که از این پارامتر در کنار داده‌های سنجش از دور، جهت مطالعه شوری خاک‌های مناطق مختلف استفاده گردد.

نتیجه‌گیری

شوری به عنوان یکی از عوامل مهم تخریب اراضی در مناطق خشک و نیمه‌خشک از طریق محدود کردن رشد گیاه باعث کاهش تولیدات کشاورزی می‌شود. از این رو تهیه نقشه‌های به‌روز خصوصیات خاک سطحی جهت شناسایی وضعیت کنونی منطقه از نظر غلظت نمک در جهت مدیریت طرح‌های کشاورزی و بیابان‌زدایی حائز اهمیت است. با توجه به کارایی بالای روش مدل‌سازی رگرسیونی در تهیه نقشه‌های شوری خاک علاوه بر صحت، دقت بالا و هزینه کم نسبت به

ممکن است یک باند در منطقه‌ای اهمیت نداشته باشد، اما مناسب بودن آن در مناطق دیگر گزارش شده است (۲۶). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در مناطق مختلف با درجات متفاوت شوری و نسبت‌های متنوع از نمک‌ها، شرایط اقلیمی، جغرافیایی و زمین‌شناسی مختلف، باندهای مختلف و در نتیجه شاخص‌های شوری و پوشش گیاهی متفاوتی می‌توانند تغییرات شوری خاک‌های آن منطقه را توصیف نمایند.

نتایج حاصل از همبستگی EC خاک سطحی با عوارض توپوگرافی (جدول ۴) نشان می‌دهد که از بین عوارض مورد بررسی تنها ارتفاع از سطح آب‌های آزاد دارای همبستگی معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد با EC خاک است که دلیل آن تغییرات بسیار زیاد ارتفاع 1859 متر (کمترین ارتفاع 1468 متر و بیشترین ارتفاع 3327 متر) در منطقه و وابستگی EC خاک سطحی به تغییرات ارتفاع است، بدین صورت که با افزایش ارتفاع از میزان شوری خاک کاسته می‌شود. عوارض درصد شیب و جهت شیب همبستگی معنی‌داری با EC خاک سطحی نشان نمی‌دهند که دلیل آن را می‌توان به تغییرات کم و نامنظم عوارض ذکر شده در منطقه مطالعاتی نسبت داد. یحیوی و همکاران (۳۶) در تحقیقی به منظور برآورد شوری خاک سطحی به این نتیجه رسیدند که از بین پارامترهای توپوگرافی (درصد شیب، جهت شیب، ارتفاع از سطح دریا و Hillshade) تنها ارتفاع از سطح دریا دارای همبستگی معنی‌دار با EC خاک است.

نقشه EC خاک سطحی به‌دست‌آمده به روش مدل رگرسیونی (شکل ۶)، تغییرات شوری خاک منطقه را با ضریب تعیین و تشخیص به ترتیب $0/68$ و $0/79$ نشان می‌دهد. محققین دیگر از جمله گرجی و همکاران (۲۲)، الدیری و همکاران (۱۹)، مهرجردی و همکاران (۲۸) و دشتکیان و همکاران (۸) استفاده از مدل‌های رگرسیونی را جهت تهیه نقشه‌های شوری خاک سطحی با ضریب تعیین بیش از $0/50$ مناسب دانسته‌اند. روش رگرسیونی به‌کاررفته با ضریب تعیین ۶۸ درصد در مقایسه با مطالعات فوق معتبر است؛ اما جهت اعتبارسنجی نقشه شوری از شاخص RMSE استفاده شد؛ و

- GIS ایران، ۲(۱): ۲۳-۳۶.
۲. اختری، د. و ا. اسدی می‌آبادی. ۱۳۹۵. تهیه نقشه شوری خاک با استفاده از تحلیل طیفی داده‌های سنجنده OLI و داده‌های میدانی (مطالعه موردی: جنوب دشت ملایر). سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۷(۲): ۸۷-۱۰۰.
 ۳. امینی، ا. ۱۳۸۹. سد زاینده‌رود و آثار آن بر کشاورزی حوضه زاینده‌رود از منظر حق‌آبه‌داران. اولین همایش ناگفته‌های سدسازی. دانشگاه صنعتی اصفهان، بیست و نهم اردیبهشت ماه.
 ۴. حبشی، خ. ۱۳۹۴. ارزیابی بیابان‌زایی شرق اصفهان با استفاده از مدل مدالوس و منطق فازی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان. ۱۵۳ صفحه.
 ۵. حسونندی، ن.، ا. لندی، ح. ر. متین‌فر و م. ح. طاهرزاده. ۱۳۹۳. تهیه نقشه شوری سطحی خاک با استفاده از داده‌های رقومی ماهواره لندست ETM⁺ در منطقه‌ای در جنوب اهواز. مهندسی زراعی، ۳۷(۱): ۲۳-۳۴.
 ۶. خنامانی، ع.، ر. جعفری، ح. سنگونی و ع. شهبازی. ۱۳۹۰. ارزیابی وضعیت خاک با استفاده از فن‌آوری سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: دشت سگری اصفهان). سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۲(۳): ۲۵-۳۷.
 ۷. خواجه‌الدین، س. ج. ۱۳۸۵. روند بیابان‌زایی در ایران. جنگل و مرتع، ۷۴: ۴۲-۴۵.
 ۸. دشتکیان، ک.، م. پاکپور و ج. عبداللهی. ۱۳۸۷. بررسی روش‌های تهیه نقشه شوری خاک با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای لندست در منطقه مروست. تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۵(۲): ۱۳۹-۱۵۷.
 ۹. فتاحی، م. م. ۱۳۹۰. کاربرد سنجش از دور و GIS در ارزیابی و طبقه‌بندی شوری‌زایی به روش FAO-UNEP (مطالعه موردی: حوضه آبخیز قمرود). سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۲(۲): ۱۱۱-۱۲۲.
 ۱۰. گیوئی اشرف، ز.، م. ع. حکیم‌زاده، م. زارع، ز. ابراهیمی خوسفی و ک. دشتکیان. ۱۳۹۳. پایش شوری خاک با استفاده از داده‌های سنجنده ASTER برای ارزیابی بیابان‌زایی در دشت مروست استان یزد. مرتع و آبخیزداری، ۶۷(۴): ۶۰۳-۶۱۶.
- روش‌های میدانی در انجام عملیات صحرائی، تحقیق حاضر با هدف بهبود دقت برآورد شوری خاک با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و پارامترهای توپوگرافی در شرق اصفهان انجام شد. از دلایل بالا بودن میزان نمک علاوه بر شرایط طبیعی اکوسیستم منطقه، کاربری نامناسب و روش‌های نامناسب آبیاری اراضی کشاورزی را می‌توان نام برد (۱۱). میزان EC در اراضی کشاورزی رها شده حاشیه پلایا در کلاس ۶۰ الی ۱۰۰ دسی‌زیمنس بر متر قرار می‌گیرد. از دلایل افزایش شوری در اراضی کشاورزی رها شده می‌توان به روش‌های آبیاری غرقابی، عدم تخصیص حق‌آبه منطقه از سد زاینده‌رود و خشک‌سالی‌های اخیر اشاره کرد. برداشت روزافزون از حوزه و سد زاینده‌رود برای کشاورزی، صنعت، شرب و مصارف شهری موجب زیر پا گذاشتن قوانین توزیع عادلانه آب و تضییع حقوق حق‌آبه‌داران شده و انگیزه را برای سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی کاهش داده است، بنابراین موجب رهاسازی اراضی و مهاجرت و فرار نیروهای کارآمد از بخش کشاورزی شده است. علاوه بر آن افت سطح آب زیرزمینی و پیشروی آب‌شور موجب از بین رفتن خاک‌های مرغوب منطقه شده و کویرزایی را در منطقه تشدید کرده است. این اثرات وقوع مشکلات زیست‌محیطی مهمی از جمله طوفان‌های گرد و غبار را موجب می‌گردد که تهدیدی جدی برای اکوسیستم منطقه و همچنین سلامت مردم اصفهان در آینده خواهد بود (۳). بر اساس نتایج پژوهش، نتیجه‌گیری می‌شود که استفاده از پارامترهای ارتفاع از سطح دریا در کنار داده‌های سنجنده OLI ماهواره‌ای در مطالعه شوری خاک بسیار سودمند است و سبب بهبود و بالا رفتن دقت ارزیابی شوری خاک می‌گردد.

منابع مورد استفاده

۱. ابراهیمی خوسفی، ز.، س. ر. فلاح شمسی، م. کمپانی زارع، م. ابراهیمی خوسفی، م. ر. اختصاصی و س. ز. حسینی. ۱۳۸۹. برآورد مؤلفه‌های شوری خاک، با استفاده از تبدیل طیفی تصاویر ETM⁺ و ASTER به رادیانس و بازتابش سطحی (مطالعه موردی: پلایای کویر ابرکوه، یزد). سنجش از دور و

- combined spectral response index for bare soil and vegetation: A case study in the former lake Texcoco, Mexico. *Journal of Arid Environments*, 65(4): 644-667.
22. Gorji T, Sertel E, Tanik A. 2017. Monitoring soil salinity via remote sensing technology under data scarce conditions: A case study from Turkey. *Ecological Indicators*, 74: 384-391.
 23. Hillel D. 2000. Salinity management for sustainable irrigation: integrating science, environment, and economics. World Bank Publications. 102 pp.
 24. Huete A, Liu H, De Lira G, Batchily K, Escadafal R. 1994. A soil color index to adjust for soil and litter noise in vegetation index imagery of arid regions. *Geoscience and Remote Sensing Symposium*, Pasadena, CA, USA, USA, 8-12 August.
 25. Khan NM, Rastoskuev VV, Shalina EV, Sato Y. 2001. Mapping salt-affected soils using remote sensing indicators—a simple approach with the use of GIS IDRISI, 22nd Asian Conference on Remote Sensing. Singapore, 5-9 November.
 26. Lesch S, Corwin D, Robinson D. 2005. Apparent soil electrical conductivity mapping as an agricultural management tool in arid zone soils. *Computers and Electronics in Agriculture*, 46(1): 351-378.
 27. Maniere R, Bassisty E, Celles J C, 1993. The use of spatial remote sensing for land use mapping in arid Mediterranean zones: Case of Ain Oussara (Algeria), *Orstome Handbooks: Series of Pedology*, 67-80.
 28. Mehrjardi RT, Mahmoodi S, Taze M, Sahebjalal E. 2008. Accuracy assessment of soil salinity map in Yazd-Ardakan Plain, Central Iran, based on Landsat ETM⁺ imagery. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 3: 708-712.
 29. Nield S, Boettinger J, Ramsey R. 2007. Digitally mapping gypsic and natric soil areas using Landsat ETM data. *Soil Science Society of America Journal*, 71(1): 245-252.
 30. Rouse JW, Haas RH, Schell JA. 1974. Monitoring the vernal advancement of retrogradation (greenwave effect) of natural vegetation type III final report RSC 1978-4. Remote Sensing Center, Texas A&M University. College Station, Texas, USA: 1-93.
 11. محمودی، ف.، ر. جعفری، ح. ر. کریمزاده و ن. رمضانی. ۱۳۹۴. پهنه‌بندی شوری خاک‌های منطقه جنوب شرق استان اصفهان با استفاده از داده‌های زمینی و سنجنده TM ماهواره‌ای. *علوم آب و خاک*، ۱۹(۱): ۳۱-۴۵.
 ۱۲. مصباح‌زاده، ط.، ح. احمدی، ف. سرمیدیان، م. جعفری، ح. آذرینوند، م. زارع چاهوکی و م. رستمی. ۱۳۹۳. تهیه نقشه شوری خاک سطحی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست (مطالعه موردی: بوئین‌زهره). *مرتع و آبخیزداری*، ۶۷(۴): ۶۳۱-۶۴۰.
 13. Allbed A, Kumar L. 2013. Soil salinity mapping and monitoring in arid and semi-arid regions using remote sensing technology: a review. *Advances in Remote Sensing*, 2: 373-385.
 14. Amiraslani F, Dragovich D. 2011. Combating desertification in Iran over the last 50 years: an overview of changing approaches. *Journal of Environmental Management*, 92(1): 1-13.
 15. Boettinger J, Ramsey R, Bodily J, Cole N, Kienast-Brown S, Nield S, Saunders A, Stum A. 2008. Landsat spectral data for digital soil mapping. In: *Digital soil mapping with limited data*. Springer, pp 193-202.
 16. Ding J, Yu D. 2014. Monitoring and evaluating spatial variability of soil salinity in dry and wet seasons in the Werigan-Kuqa Oasis, China, using remote sensing and electromagnetic induction instruments. *Geoderma*, 235: 316-322.
 17. Douaoui A, Lepinard P. 2010. Remote sensing and soil salinity: Mapping of soil salinity in the Algerian plain (Lower-Chelif). *Geomatics Expert*, 76: 36-41.
 18. Douaoui A, Nicolas H, Walter C. 2006. Detecting salinity hazards within a semiarid context by means of combining soil and remote-sensing data. *Geoderma*, 134(1): 217-230.
 19. Eldeiry AA, Garcia LA, Reich RM. 2008. Soil salinity sampling strategy using spatial modeling techniques, remote sensing, and field data. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 134(6): 768-777.
 20. Elhag M. 2016. Evaluation of different soil salinity mapping using remote sensing techniques in arid ecosystems, Saudi Arabia. *Journal of Sensors*, 2016: 1-8.
 21. Fernandez-Buces N, Siebe C, Cram S, Palacio J. 2006. Mapping soil salinity using a

- sensing in Central Iraq. *Geoderma Regional*, 2: 21-31.
35. Xi C, JinFeng Y, Zhi C, GePing L, Qing S, WenQiang X. 2009. A spatial geostatistical analysis of impact of land use development on groundwater resources in the Sangong Oasis Region using remote sensing imagery and data. *Journal of Arid Land*, 1(1): 1-8.
36. Yahiaoui I, Douaoui A, Zhang Q, Ziane A. 2015. Soil salinity prediction in the Lower Chelif plain (Algeria) based on remote sensing and topographic feature analysis. *Journal of Arid Land*, 7(6): 794-805.
31. Scudiero E, Skaggs TH, Corwin DL. 2015. Regional-scale soil salinity assessment using Landsat ETM⁺ canopy reflectance. *Remote Sensing of Environment*, 169: 335-343.
32. Wang Y, Li Y, Xiao D. 2008. Catchment scale spatial variability of soil salt content in agricultural oasis, Northwest China. *Environmental Geology*, 56(2): 439-446.
33. Wang Y, Li Y. 2013. Land exploitation resulting in soil salinization in a desert-oasis ecotone. *Catena*, 100: 50-56.
34. Wu W, Mhaimed A, Al-Shafie W, Ziadat F, Dhehibi B, Nangia V, De-Pauw E. 2014. Mapping soil salinity changes using remote



RS & GIS for Natural Resources

(Vol. 8/ Issue 1) spring 2017

Indexed by ISC, SID, Magiran and Noormags

<http://girs.iaubushehr.ac.ir>



Assessment soil salinity in east Isfahan based on OLI sensor data and topographic feature analysis

Kh. Habashi ^{1*}, H. R. Karimzadeh ², S. Pourmanafi ²

1. MSc. Graduated of Combating Desertification, College of Natural Resources, Isfahan University of Technology

2. Assis. Prof. College of Natural Resources, Isfahan University of Technology

ARTICLE INFO

Article history:

Received 30 December 2016

Accepted 19 April 2017

Available online 31 May 2017

Keywords:

Remote sensing

Landsat

Salinity index

Topography

Isfahan

ABSTRACT

The present study aims to improve the assessment, soil salinity accuracy, using of OLI Landsat satellite image dated to 26 May 2015 and topographic parameters in the eastern region of Isfahan. Ground data were collected in date second half May by using the random sampling method from 29 sampling sites from the depth of 0-30cm. Spectrum indexes include OLI sensor bands, salinity indexes SI_1 , SI_2 and SI_3 , soil indexes SBI and SCI, and vegetation indexes NDVI and RVI were obtained from processing referenced ground images. Also, topographic feature including slope percent, orientation of slope and elevation from sea level were extracted from Digital Elevation Model (DEM), then to estimate the salinity linear regression the stepwise method model was used. From analysis, regression indicated that on 99% statistical level, there is a meaningful correlation between EC of topsoil samples, elevation from sea level and band 4 ($R^2=0.68$). The salinity map acquired from the regression model indicates the salinity is very high in the region so that more than 70% of the area has a salt concentration of more than 60 ds/m. Finally, the reliability of the model was evaluated using 20 percent of the samples. Results indicated that the model can estimate soil salinity by an RMSE=6.54 ds/m. According to the research results, Conclusion They are using elevation from sea level parameter with satellite data is Beneficial in the soil salinity research and causes improve the accuracy of the assessment.

* Corresponding author e-mail address: kh.habashi@yahoo.com