

پهنه‌بندی شوری خاک با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸

(مطالعه موردی: ساوه)

مهديه رومياني^۱، آزاده كاظمي^{۲*}، مهرداد هاديپور^۳، عباس احمدي^۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۸/۱۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۲۴

چکیده

خاک عنصر تجدیدناپذیر و پویاست که با مدیریت و کاربری ناصحیح اراضی مستعد تخریب می‌شود. شوری خاک یکی از معضلات خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک است و بخش وسیعی از خاک‌های ایران جزء این مناطق محسوب می‌شود. تحقیق حاضر با هدف جمع‌بندی و مطالعه همه شاخص‌های شوری که در سنجش از دور برای پهنه‌بندی شوری خاک منطقه شهرستان ساوه واقع در استان مرکزی انجام گرفته است؛ برای دستیابی به این هدف از ابزار نوین سنجش از دور و GIS استفاده شده است. اولین گام در سنجش از دور، استفاده از شاخص‌های طیفی برای استخراج نقشه‌های شوری خاک بود. به این منظور به مطالعه شاخص‌های شوری از قبیل BI، DVI، NDSI، IPVI، SI، SI1، SI2، SI3، SI5، SI6، SIA، SIT پرداخته و سپس ارزش روشی مربوط به نقاط نمونه‌برداری استخراج شد. برای صحت‌سنجی شاخص‌ها ۵۰ نقطه نمونه‌برداری شد و در آزمایشگاه مورد آنالیز قرار گرفت. با بررسی همبستگی بین داده‌های به‌دست‌آمده مشخص شد شاخص SIT و NDSI بیشترین همبستگی را با داده‌های زمینی دارند و برای تهیه نقشه‌های شوری بدون نمونه‌برداری زمینی بهترین روش به شمار می‌روند. در میان شاخص‌های مورد مطالعه از نظر کارایی DVI، IPVI، SI2 شاخص‌هایی هستند که کمترین دقت را در بارزسازی شوری داشته‌اند.

کلیدواژه‌ها: سنجش از دور، شاخص طیفی، شوری خاک، طبقه‌بندی، لندست ۸.

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم و مهندسی محیط زیست، گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده کشاورزی و محیط زیست، دانشگاه اراک
 ۲. استادیار گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده کشاورزی و محیط زیست، دانشگاه اراک، نویسنده مسئول، a-kazemi@araku.ac.ir
 ۳. دانشیار گروه آموزشی علوم گیاهی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه خوارزمی
 ۴. استادیار گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک
- * این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه اراک است.

۱. مقدمه

خاک از جمله سرمایه‌های ارزشمندی است که در تولید محصولات کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست نقش اساسی ایفا می‌کند. خاک جایگاهی مناسب برای رشد و نمو گیاه و ایجاد پوشش گیاهی بوده و اگر این سرمایه ارزشمند حفظ نگردد، کمبود مواد غذایی، فرسایش خاک و تخریب منابع طبیعی را به دنبال خواهد داشت (نصرت‌پور و همکاران، ۲۰۱۰). شاخص‌های متفاوتی برای تخریب اراضی ارائه شده‌اند که از آن میان، اشباع و شور شدن خاک، بیشترین عامل بیابان‌زایی را به خود اختصاص داده است (دادرسی و همکاران، ۲۰۰۶). طبق تخمین سازمان محیط زیست ایالات متحده آمریکا حدود ۲۰٪ از زمین‌های کشاورزی جهان تحت تنش شوری است و شوری خاک محدودیت بزرگی برای استفاده از زمین‌های قابل کشت محسوب می‌شود (رضایی و همکاران، ۲۰۰۶). در این میان، شوری خاک یکی از مشکلات اساسی در مناطق خشک و نیمه‌خشک است. بیش از یک‌سوم خاک‌های دنیا و بخش اعظم خاک‌های ایران در مناطق خشک و نیمه‌خشک واقع شده است (تاج‌گردان و همکاران، ۲۰۰۹). بنابراین، بررسی شوری خاک که سطوح زیادی از مناطق را غیر قابل استفاده و نامناسب برای فعالیت‌های کشاورزی و منابع طبیعی کرده است، ضروری می‌باشد. لذا به منظور استفاده بهینه از امکانات آب و خاک و ایجاد کمترین پیامدهای زیست‌محیطی، ارزیابی توان زیست‌محیطی می‌تواند به‌عنوان راهکاری مورد استفاده قرار گیرد (زارعی و میرسیار، ۲۰۰۸). استفاده از روش‌های آزمایشگاهی برای برآورد شوری، عموماً وقت‌گیر و پرهزینه است. همچنین به‌علت زیاد بودن تغییرات مکانی شوری خاک، بهتر است برای تعیین و پایش خاک‌های شور از روش داده‌های سنجش از دور استفاده کرد (سید^۱ و همکاران، ۲۰۱۴). به‌دلیل اهمیت موضوع و قابلیت سنجش از دور، از این تکنیک برای مطالعه شوری در داخل و خارج از ایران زیاد استفاده شده، ولی مطالعه با استفاده از تصاویر لندست ۸ و با همه شاخص‌های شوری به‌ندرت صورت گرفته است. اولین مطالعه در ایران در منطقه شرق اصفهان با

استفاده از داده‌های رقومی سنجنده TM و مدل‌های رگرسیون چندمتغیره صورت گرفت (چیت‌ساز، ۲۰۰۰). بررسی‌ها با انواع تصاویر ماهواره‌ای و شاخص‌های مختلف شوری طی این سال‌ها در نقاط مختلف ایران صورت پذیرفته است (درویش‌صفت و دماوندی، ۲۰۰۰؛ جعفری‌گرزین، ۲۰۰۳؛ علوی‌پناه و احسانی، ۲۰۰۵؛ رنگزن و مختاری، ۲۰۰۷؛ احمدیان و همکاران، ۲۰۱۰؛ تاج‌گردان و همکاران، ۲۰۰۹؛ محمودی و همکاران، ۲۰۱۲؛ نوحه‌گر و زارع، ۲۰۱۳؛ دلاوری و همکاران، ۲۰۱۵؛ عبدی‌زاده و همکاران، ۲۰۱۷؛ پیش‌نماز احمدی و همکاران، ۲۰۱۸). از مطالعاتی که خارج از کشور در این زمینه صورت گرفته است می‌توان به مطالعه دهنی و لونیس^۲ (۲۰۱۵) اشاره کرد که با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور به نقشه‌برداری خاک‌های متأثر از شوری در جنوب الجزایر پرداختند و در این روش از داده‌های چندطیفی سنجنده ETM+ از ماهواره لندست برای نقشه‌برداری زمینی استفاده کردند. شاخص‌های شوری خاک به‌کار برده شده در این تحقیق شامل شاخص^۳ NDSI، BI^۴، SPI^۵ بودند. در تحقیق دیگری یان^۶ و همکارانش (۲۰۱۶) به تغییرپذیری مکانی شوری و رطوبت خاک با استفاده از داده‌های سنجش از دور در نواحی ساحلی چین پرداختند. هدف اصلی این پژوهش استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ به منظور ارزیابی سرزمین و تهیه نقشه شوری خاک می‌باشد. همچنین مقایسه شاخص‌های طیفی مختلف برای تهیه نقشه شوری خاک از دیگر اهداف این مطالعه است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه در شمال استان مرکزی در محدوده ۳۱° ۵۰' الی ۴۹° ۵۹' طول شرقی و ۸' ۳۵° الی ۵۴' ۳۴° عرض شمالی به مساحت ۴۶۱۲ کیلومتر مربع واقع شده است. بلندترین ارتفاع منطقه ۹۹۵ متر و پست‌ترین نقطه آن ۹۴۰

2. Dehni and Lounis

3. Normalized Different Salinity Index

4. Brightness Index

5. Salinity Index

6. Yan

1. Said

آنالیز آزمایشگاهی

پس از نمونه‌برداری خاک، با انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه آب و خاک، مقادیر هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (EC) و هریک از نمونه‌ها با دستگاه EC متر تعیین شد.

تصحیح هندسی و طبقه‌بندی

با توجه به اینکه تصاویر لندست ۸ ژئورفرنس شده هستند، با استفاده از نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری صحت آن‌ها اثبات شد. از ترکیب باندهای ۳، ۴ و ۵ برای نمایش بهتر استفاده شد و طبقه‌بندی صورت گرفت. طبقه‌بندی از نوع نظارت‌شده و روش حداکثر احتمال انجام شد. سپس از نقشه شوری، مساحت هر کلاس استخراج گردید.

استخراج شاخص‌های شوری

در این پژوهش، شاخص‌های مختلف شوری از جمله BI، DVI، NDSI، IPVI، SI، SI1، SI2، SI3، SI5، SI6، SIA، SIT ایجاد شدند (جدول ۱).

جدول (۱): متغیرهای مورد استفاده در تهیه نقشه شوری خاک

Tabel (1): Variables used in soil salinity mapping

معادل انگلیسی شاخص	تعریف شاخص
NDSI	$(R-NIR)/(R+NIR)$
SI	$(\sqrt{B} \times R)$
SI-T	$(R/NIR) \times 100$
SI-A	$(R/B) \times 100$
SI1	(B/R)
SI2	$(B-R)/(B+R)$
SI3	$(G \times R) \times B$
SI5	$(B \times R)/G$
SI6	$(R \times NIR)/G$
BI	$(B_3^2 + B_4^2)^{1/2}$
DVI	NIR-R
IPVI	NIR/NIR+R

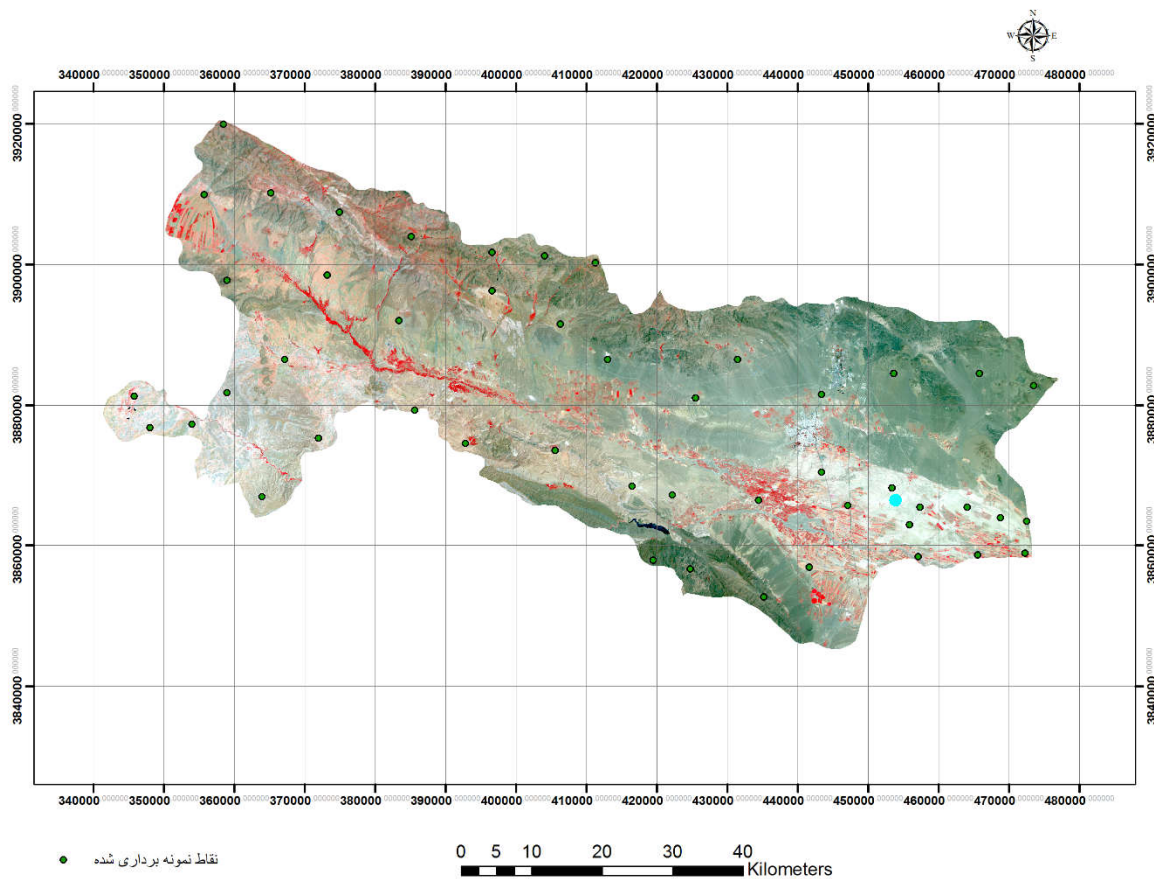
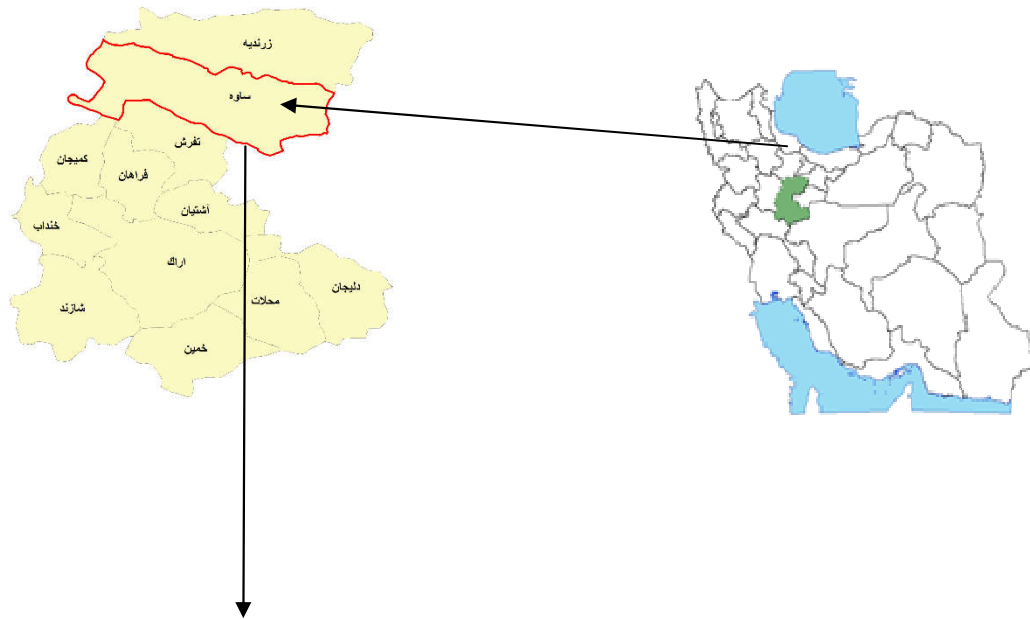
متر از سطح دریاست. دارای اقلیمی نیمه‌خشک با تابستان‌های گرم و زمستان‌های کمی سرد می‌باشد و اراضی این شهرستان بین کوهستان و بیابان واقع شده است. میزان بارندگی کم و حدود ۲۱۳ میلی‌متر در سال می‌باشد و بیشتر بارش نیز به صورت باران است. به لحاظ طبیعی در دشتی هموار واقع شده و از دیدگاه زمین‌شناسی استان مرکزی در دو زون زمین‌شناسی ایران مرکزی و سندج-سیرجان قرار گرفته است. عمده سنگ‌های منطقه، سنگ‌های آذرین (گدازه‌های ریولیتی و آلکان) بوده که شمال و غرب منطقه را فرامی‌گیرد. قاعده این تشکیلات که به دشت ختم می‌شود، شامل سنگ‌های دگرگونی (کنگلومر) و رسوبی (ماسه‌سنگ) است (شکل ۱).

روش تحقیق

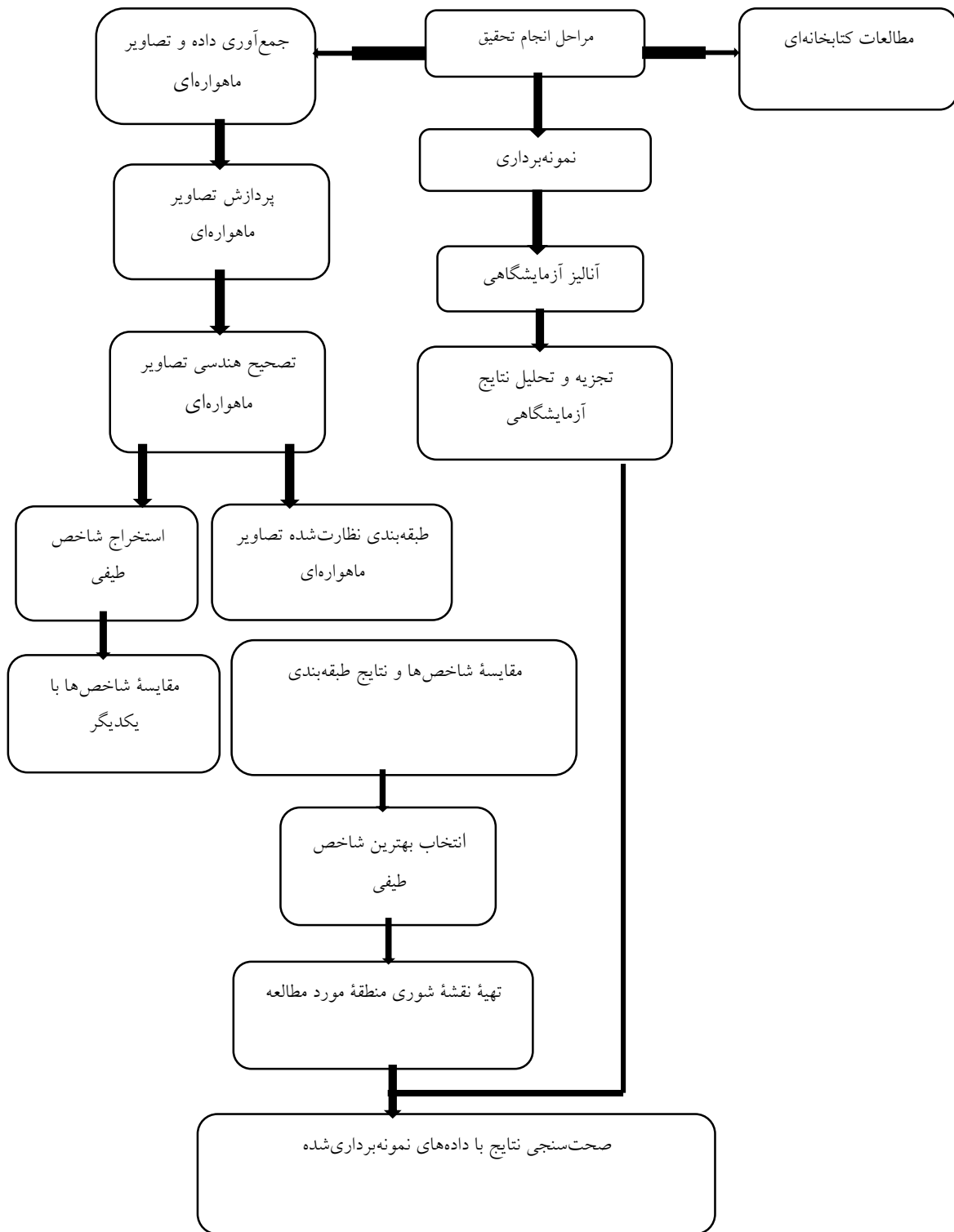
در این پژوهش، ابتدا نمونه‌های خاک در تاریخ ۵ می ۲۰۱۸ (۱۵ اردیبهشت ۱۳۹۷) برای تجزیه و تحلیل آزمایشگاهی جمع‌آوری شد. همچنین از باندهای ۳، ۴ و ۵ تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ تاریخ دهم می ۲۰۱۸ که نزدیک‌ترین زمان به زمان نمونه‌برداری است استفاده شد. سپس تصاویر ماهواره‌ای با استفاده از طبقه‌بندی نظارت‌شده به کمک نرم‌افزار ENVI مورد پردازش قرار گرفت و نقشه شوری تهیه گردید. سپس از شاخص‌ها استفاده شد و نتایج شاخص‌ها با یکدیگر و با نتایج طبقه‌بندی مقایسه گردید. سپس نتایج به دست آمده برای صحت‌سنجی با مقادیر حاصل از نقاط نمونه‌برداری شده مورد ارزیابی قرار گرفت. شکل (۲) طرح‌واره‌ای از مراحل اجرای تحقیق می‌باشد.

نمونه‌برداری خاک

با مشخص شدن محدوده مطالعاتی نمونه‌برداری از ۵۰ نقطه خاک به صورت تصادفی - سیستماتیک انجام شد. بدین منظور شبکه‌بندی ۱۰۰۰×۲۰۰۰ متر مربعی در سطح منطقه مورد مطالعه به مساحت ۴۶۱۲ کیلومتر مربع صورت پذیرفت. همچنین با استفاده از دستگاه GPS مختصات UTM هر نقطه نمونه‌برداری ثبت شد.



شکل (۱): منطقه مورد مطالعه
Figure (1): The study area region



شکل (۲): روش انجام تحقیق

Figure (2): Research Methods

با طبقه‌بندی تصویر ماهواره‌ای منطقه ۵ طبقه از اراضی شناسایی و کلاس‌بندی گردید که به ترتیب شامل کلاس ۱ مناطق شهری، کلاس ۲ مناطق شوری کم، کلاس ۳ مناطق

نتایج
نقشه حاصل از طبقه‌بندی

و شاخص SIA و SI6، SI5، SI2، SI1، SI، IPVI، DVI و همبستگی خوبی با میزان شوری خاک نداشت.

شوری زیاد، کلاس ۴ اراضی کوهستانی و کلاس ۵ اراضی کشاورزی تعیین شد (شکل ۳).

جدول (۲): نتایج حاصل از نرمال بودن شاخص‌ها

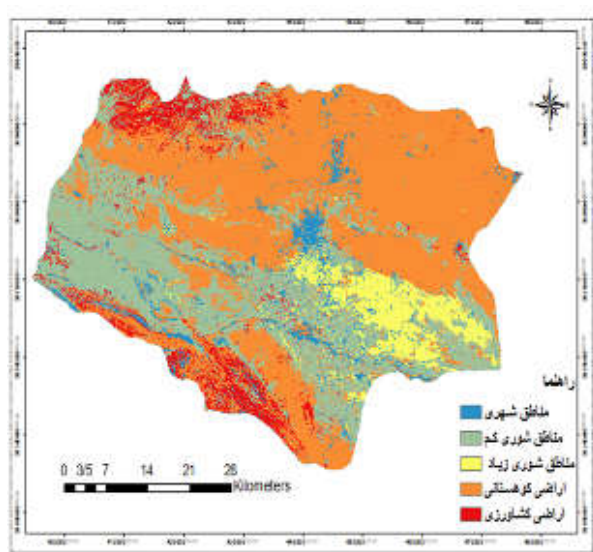
Table (2): Results of the indices normality

تست کولموگروف اسمیرنوف

پارامتر	تعداد	میانگین	انحراف معیار	واریانس
BI	۵۰	۳۰۹۰۵/۲۱۴۳۷	۵۹۲/۹۷۵۶۶۳۵	۳۵۱۶۲۰/۱۳۸
DVI	۵۰	۲۶۷۲/۳۴	۲۴۴/۷۱۸	۵۹۸۸۶/۸۸۲
NDSI	۵۰	۱/۴۶۴۰۱۱۶۲	۰/۰۵۰۰۹۲۶۷۴	۰/۰۰۳
IPVI	۵۰	۰/۵۳۴۱۹۱۵	۰/۰۰۰۰۱۴۵۷۷	۰/۰۰۰
SI	۵۰	۱۷۵۸۲/۷۴۷۰۹	۴۲۷/۴۰۴۷۰۶	۱۸۲۶۷۴/۷۸۳
SI1	۵۰	۰/۷۴۸۸۷۷۵	۰/۰۰۰۰۱۴۵۷۷	۰/۰۰۰
SI2	۵۰	۱/۷۱۴۸۶۲۶۲	۰/۰۵۹۶۷۸۰۶	۰/۰۰۴
SI3	۵۰	۲۸۲۵۵۱۶/۷۶۵	۱۵۵۵۳۲/۹۳۸۹	۱۴۲۱/۹۸۵
SI5	۵۰	۱۷۷۰۷/۶۸۹۵۷	۵۰۹/۱۶۶۷۵۴۳	۲۵۹۲۵۰/۷۸۴
SI6	۵۰	۲۶۸۱۷/۵۸۰۸۲	۸۵۹/۵۲۶۵۰۳۴	۷۳۸۷۸۵/۸۱
SIA	۵۰	۱۳۳/۳۶۵۸۲۵۲	۱/۳۴۲۶۰۹۶۸۵	۱/۸۰۳
SIT	۵۰	۰/۸۸۱۱۸۰۰۲	۰/۰۱۰۶۶۳۸۷۲	۰/۰۰۰
EC	۵۰	۱/۲۴۶	۰/۴۰۲	۰/۱۶۲

نتایج حاصل از مقایسه مساحت کلاس‌های شوری

برای صحت‌سنجی شاخص‌ها مقایسه با نتایج طبقه‌بندی صورت گرفت و مساحت هرکدام از کلاس‌های شوری خاک در محیط نرم‌افزاری Arc GIS10.4 به دست آمد که در جدول (۴) ارائه شده است. در این جدول، مساحت هر کلاس نمایش داده شده و بیانگر این است که شاخص NDSI و SIT در مقایسه با مساحت طبقه‌بندی نظارت‌شده بیشترین مساحت را به خود اختصاص داده است.



شکل (۳): نقشه طبقه‌بندی شده

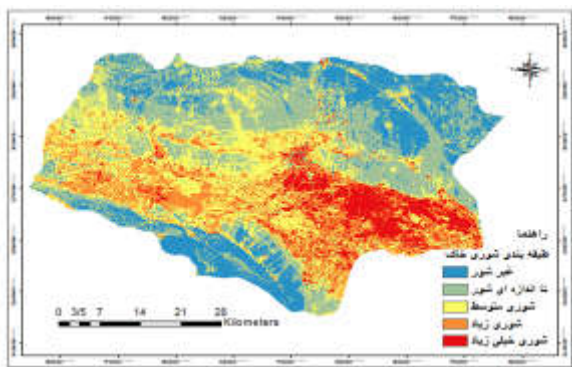
Figure (3): Classification Map

نتایج حاصل از شاخص‌های طیفی

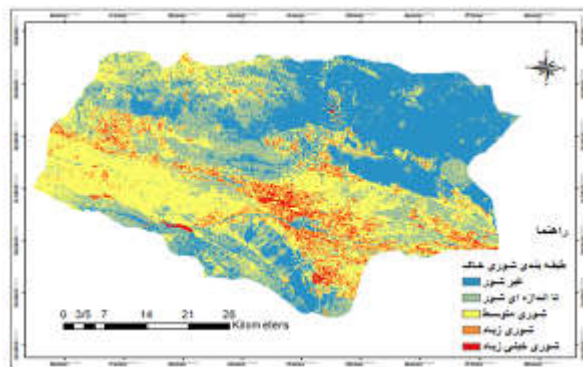
شاخص‌های طیفی شوری ابتدا به دست آمدند و سپس هریک از آن‌ها طبقه‌بندی (شکل ۴ تا ۱۵) و نتایجشان با نتایج حاصل از طبقه‌بندی تصویر ماهواره‌ای مقایسه شد.

نتایج مقایسه شاخص‌های شوری با یکدیگر

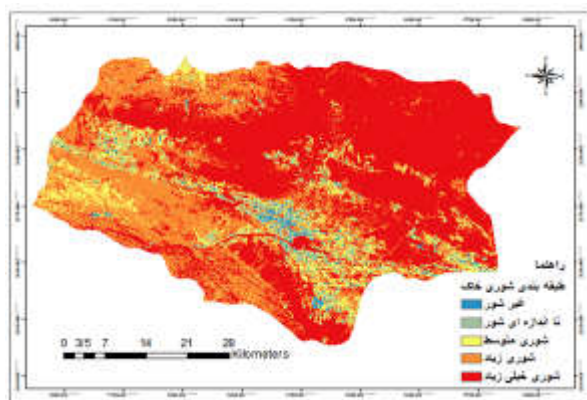
جدول (۲) مشخص می‌کند تمامی مقادیر حاصل از شاخص‌ها نرمال می‌باشد ولی پارامتر EC حاصل از داده‌های زمینی نرمال نبوده و این پارامتر به کمک تبدیل لگاریتمی نرمال شده است. بعد از مطمئن بودن از نرمال بودن داده‌ها رابطه همبستگی بین نقشه‌های حاصل از این شاخص‌ها و داده‌های واقعی زمینی برداشت‌شده از منطقه ایجاد شد و به این ترتیب، نقشه حاصل از شاخصی که بیشترین همبستگی را با داده‌های واقعیت زمینی داشت، به‌عنوان نقشه شوری خاک با استفاده از داده‌های دور سنجی مورد نظر قرار گرفت. جدول (۳) نشان می‌دهد شاخص NDSI، SIT بیشترین همبستگی را در سطح ۱٪ با میزان شوری خاک دارد، شاخص BI همبستگی خوبی با داده‌های آزمایشگاهی داشت



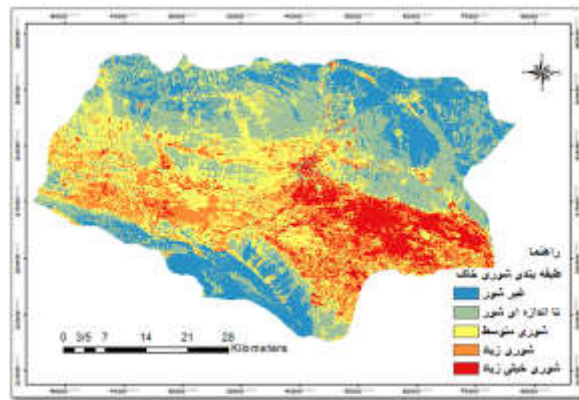
شکل (۴): نقشه شوری خاک حاصل از شاخص BI
 Figure (4): Salty Soil Map From BI Index



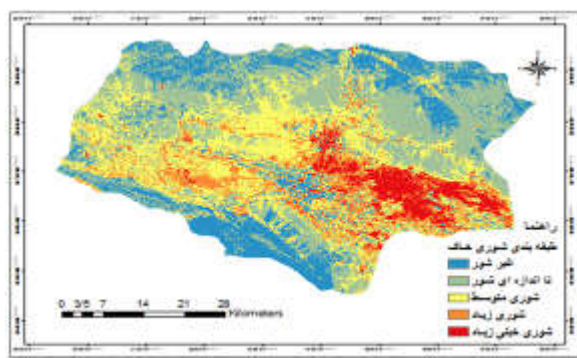
شکل (۵): نقشه شوری خاک حاصل از شاخص DVI
 Figure (5): Salty Soil Map From DVI Index



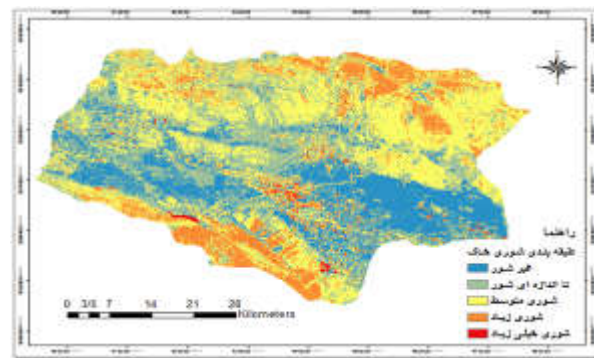
شکل (۶): نقشه شوری خاک حاصل از شاخص NDSI
 Figure (6): Salty Soil Map From NDSI Index



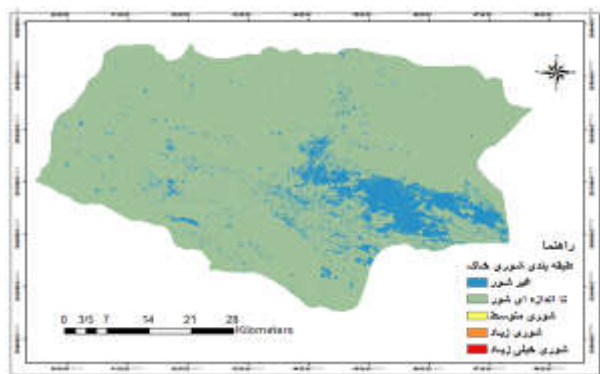
شکل (۷): نقشه شوری خاک حاصل از شاخص IPVI
 Figure (7): Salty Soil Map From IPVI Index



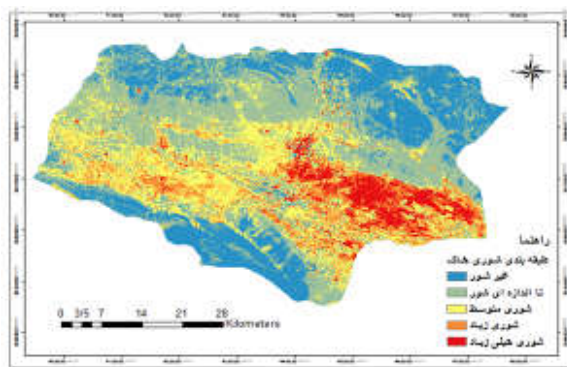
شکل (۸): نقشه شوری خاک حاصل از شاخص SI
 Figure (8): Salty Soil Map From SI Index



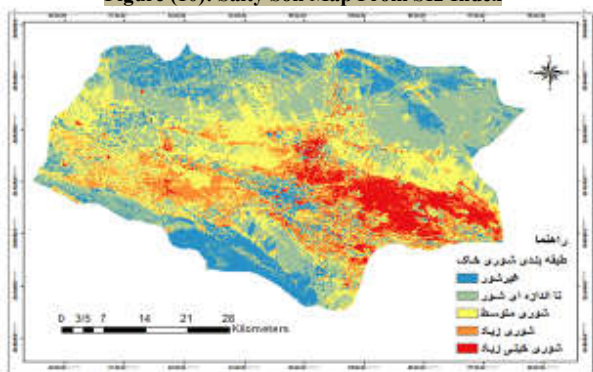
شکل (۹): نقشه شوری خاک حاصل از شاخص SII
 Figure (9): Salty Soil Map From SII Index



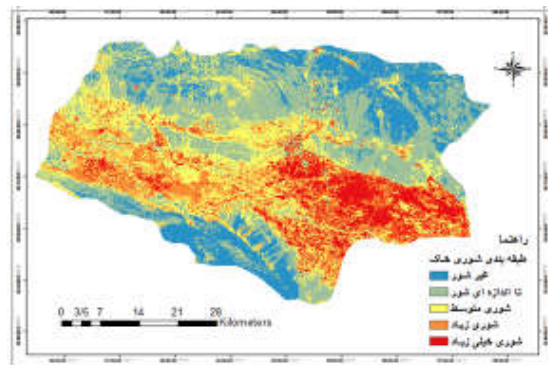
شکل (۱۰): نقشه شوری خاک حاصل از شاخص SI2
Figure (10): Salty Soil Map From SI2 Index



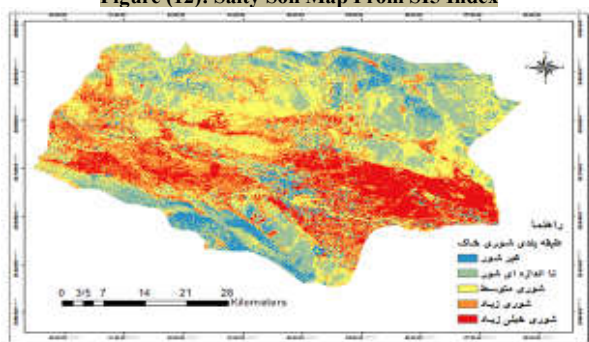
شکل (۱۱): نقشه شوری خاک حاصل از شاخص SI3
Figure (11): Salty Soil Map From SI3 Index



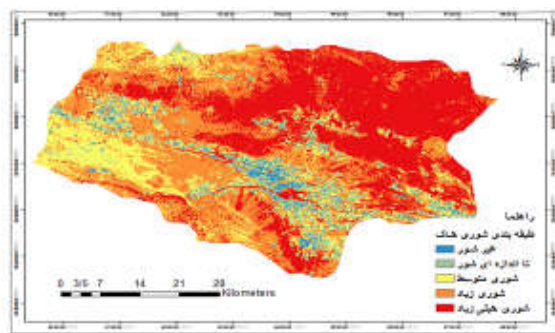
شکل (۱۲): نقشه شوری خاک حاصل از شاخص SI5
Figure (12): Salty Soil Map From SI5 Index



شکل (۱۳): نقشه شوری خاک حاصل از شاخص SI6
Figure (13): Salty Soil Map From SI6 Index



شکل (۱۴): نقشه شوری خاک حاصل از شاخص SIA
Figure (14): Salty Soil Map From SIA Index



شکل (۱۵): نقشه شوری خاک حاصل از شاخص SIT
Figure (15): Salty Soil Map From SIT Index

جدول (۳): همبستگی بین ارزش‌های روشنایی و شاخص‌های شوری خاک در شاخص‌های مختلف

Table (3): Correlation between DN values and soil salinity indices

	BI	DVI	NDSI	IPVI	SI	SI1	SI2	SI3	SI5	SI6	SIA	SIT	EC
BI	۱												
DVI	-۰/۰۷۷	۱											
NDSI	-۰/۵۸۷ ^{***}	-۰/۰۹۷	۱										
IPVI	-۰/۴۳۸ ^{***}	۰/۳۲۷ [*]	۰/۲۱۹	۱									
SI	۰/۲۷۰	۰/۰۷۰	-۰/۳۸۴ [*]	-۰/۰۷۶	۱								
SI1	-۰/۴۳۸ ^{***}	۰/۳۲۷ [*]	۰/۲۱۹	۱/۰۰۰ ^{***}	-۰/۰۷۶	۱							
SI2	-۰/۴۳۳ ^{***}	-۰/۱۶۵	۰/۶۴۱ ^{***}	۰/۱۹۴	-۰/۴۳۸ ^{***}	۰/۱۹۴	۱						
SI3	۰/۵۶۰ ^{***}	۰/۰۶۲	-۰/۷۶۷ [*]	-۰/۳۶۷ [*]	۰/۳۳۵ [*]	-۰/۳۶۷ [*]	-۰/۶۳۰ ^{***}	۱					
SI5	۰/۴۸۸ ^{***}	۰/۰۰۴	-۰/۶۵۴ ^{***}	-۰/۳۰۰ [*]	۰/۳۰۲ [*]	-۰/۳۰۰ [*]	-۰/۴۶۹ ^{***}	۰/۵۷۵ ^{***}	۱				
SI6	۰/۴۷۰ ^{***}	۰/۱۷۶	-۰/۴۶۳ ^{***}	۰/۰۰۱	۰/۱۴۶	۰/۰۰۱	-۰/۴۱۷ ^{***}	۰/۳۴۹ [*]	۰/۳۹۶ ^{***}	۱			
SIA	-۰/۰۹۶	۰/۰۴۶	-۰/۱۸۷	۰/۱۷۰	۰/۰۷۷	۰/۱۷۰	-۰/۰۶۲	۰/۰۸۳	-۰/۱۳۵	۰/۱۲۷	۱		
SIT	-۰/۲۴۶	-۰/۴۰۵ ^{***}	۰/۲۱۸	-۰/۱۷۷	-۰/۰۶۱	-۰/۱۷۷	۰/۱۶۰	-۰/۱۹۲	-۰/۰۴۱	-۰/۳۸۵ ^{***}	۰/۱۲۳	۱	
EC	-۰/۲۴۲	۰/۰۰۹	۰/۰۲۴	۰/۲۳۸	-۰/۳۰۲ [*]	۰/۲۳۸	۰/۱۳۸	-۰/۰۸۷	-۰/۲۷۵	-۰/۲۱۵	۰/۱۱۴	۰/۱۴۸	۱

نشان داده و مانند پوشش گیاهی عمل نمی‌کند، برای دستیابی به بهترین شاخص نیاز به استفاده تصاویر با قدرت تفکیک بالاتر و در منطقه وسیع‌تر نیاز به کار دارد تا نتایج قابل توجهی حاصل شود و بتوان شاخص منطقه‌ای تعریف کرد. طبق نتایج هدایت الکتریکی منطقه مورد نظر بین ۶/۱۱ و ۵/۱ دسی زیمنس بر متر می‌باشد و همچنین نقشه‌های شوری خاک، اراضی جنوب شرقی دارای شوری بیشتری هستند و از هر دوازده شاخص استفاده‌شده برای تشخیص شوری در منطقه مورد مطالعه، می‌توان برای جداسازی اراضی شور استفاده کرد، اما دقت و قدرت تفکیک آن‌ها متفاوت است. محققانی از جمله درویش‌صفت و همکاران (۲۰۰۰)، چیت‌ساز (۲۰۰۰) و عبدی‌نام (۲۰۰۴) با استفاده از ضرایب همبستگی ارزش‌های طیفی تصاویر و هدایت الکتریکی، نقشه‌های شوری را تهیه کرده‌اند. اخضری و اسدی می‌آبادی (۲۰۱۷) در تحقیق خود، شاخص NDSI را با ۰.۸۸ همبستگی مناسب‌ترین شاخص معرفی کرده و شاخص SI1 و SI2 را شاخص‌های نامناسب برای مطالعه شوری خاک در منطقه مورد مطالعه خود معرفی کردند. همچنین آبرول و همکاران (۱۹۸۸) شاخص NDSI را مناسب‌ترین شاخص برای مطالعه شوری خاک در منطقه الحثه عربستان معرفی کردند. در تحقیق حاضر، بهترین شاخص منطقه مورد مطالعه، بر اساس داده‌های نرم‌افزاری نسبت به شاخص‌های دیگر NDSI و SIT می‌باشد و نیز مشخص شد که کارایی شاخص‌هایی که کمترین دقت را در بارزسازی شوری داشته‌اند، DVI، IPVI، SI2 می‌باشند و همچنین بیشترین مساحت شوری مربوط به شاخص NDSI و SIT می‌باشد.

جدول (۴): مساحت هرکدام از کلاس‌های شاخص شوری

Table (4): Area of each salinity index class

کلاس مناطق شوری	مجموع مساحت (کیلومتر مربع)
BI	۱۶/۹۱۰۳۰۲
DVI	۴/۴۸۷۶۸۰
NDSI	۱۵۲۷/۴۰۵۳۶۶
IPVI	۳۸/۹۵۰۶۳۰
SI	۱۹۰/۲۲۷۶۹۱
SI1	۱۸/۴۳۳۷۷۴
SI2	۰/۰۰۱۲۲۸
SI3	۱۷۴/۶۵۲۷۳۵
SI5	۱۹۹/۳۳۱۳۱۴
SI6	۲۷۰/۹۱۶۰۵۳
SIA	۱۹۰/۲۲۷۶۹۱
SIT	۱۰۷۳/۵۳۸۸۷۶
طبقه‌بندی نظارت‌شده	۲۰۲/۲۵۹۹۴۲

بحث و نتیجه‌گیری

بهترین استفاده از اطلاعات ماهواره‌ای در رابطه با شوری، تهیه نقشه‌های دقیق شوری با استفاده از اطلاعات زمینی است و این اطلاعات قادرند دقت نقشه‌های نهایی را به مراتب افزایش دهند. نتایج این تحقیق حاکی از آن بود که برای تهیه نقشه‌های شوری خاک با استفاده از تکنیک‌های سنجش از راه دور، به لحاظ دقت و هزینه نسبت به روش‌های دیگر دارای برتری قابل ملاحظه‌ای است. به طور کلی می‌توان بیان داشت که سنجش از راه دور در تهیه نقشه‌های شوری خاک ابزار بسیار قدرتمندی بوده است. با توجه به پایین بودن قدرت تفکیک و رادومتریک سنجنده و اینکه تغییرات شوری خیلی حساس و قابل ردیابی نیست و شوری پارامتری است که به صورت غیرمستقیم انعکاس امواج را

منابع

- Abdi Nam, A., 2004. Investigation of Soil Salinity Mapping Using Correlation between Satellite Data and Numerical Soil Salinity in Qazvin Plain. Journal of Research and Construction, 7(3): 33-38.
- Abedizadeh, S., Taranj Zarr, H. and Ahmadi, A., 2017. Evaluation of SI Salinity Index and BI Lighting Index Methods for Preparing Soil Salinity Map in Arid and Semi-Arid Areas Using Remote Sensing Data. First National Conference on Sustainable Ecology and Development.
- Abrol, I., Yadav, JSP. and Massoud, F., 1988. Salt-affected soils and their management. Vol. 39. Food & Agriculture Organization of the United Nation, Rome, Italy.
- Ahmadian, M., Pakparvar, M. and Ashourlu D., 2010. Investigation of Soil Salinity Changes Using Landsat Digital Data Processing in Qahavand Plain (Hamadan Province). Soil Research (Soil and Water Sciences) 24(2): 179-191.
- Alavi Panah, S.K. and Ehsani, A., 2005. Diagnosis of

- Desertification Changes Using Multispectral Geographic Satellite Data Systems. *Geographical Research* 37(51): 51-64.
6. Akhzari, D. and Asadi Meyabadi, A., 2017. Soil salinity mapping using spectral analysis of OLI and field data (Case Study: South of Malayer Plain). *Journal of Remote Sensing and Geographic Information Systems in Natural Resources* 7(2): 87-100.
 7. Chitsaz V., 2000. Investigation of soil salinity and alkalinity mapping in East Isfahan region using digital TM data. M.Sc. thesis, Agricultural Research, Training and Jihad Organization 135p.
 8. Dadrasi, A.GH., Yamani, M., Pakparvar, M. and Davarzani Z., 2006. Evaluation of the Changes of Soil Salinity in South East of Sabzevar Arid Zones by Using the Remote Sensing Datum and GIS. *Geography and Development Iranian Journal* 4(7): 173-184
 9. Darvishsefat, A. and Damavandi, A.A., 2000. Review of the possibility to classify saline lands using Landsat satellite data in the Marvast area. *Iranian Journal of Rangeland and Desert Research* 15(2): 139-157.
 10. Dehni, A. and Lounis, M., 2012. Remote sensing techniques for salt affected soil mapping: application to the Oran region of Algeria. *Procedia Engineering*, 33:188-198.
 11. Delavari Kamyab, A., Mardian M. and Vorvani H., 2015. Using Remote Sensing Data for Soil Salinity Mapping Using NDVI Vegetation Index for Land Improvement. Second National Conference on Sustainable Agriculture and Healthy Environment
 12. Jafari Gorzin, B., 2003. Evaluation of Landsat ETM + Satellite Images Capability in Soil Salinity Studies. M.Sc. thesis, Faculty of Rangeland and Watershed Management, Gorgan University of Agriculture and Natural Resources, 127 p.
 13. Mahmoodi, Sh., Hoseinpoor, A., Mohamadi, G. and Naderi, M., 2012. Distribution of total concentration of heavy metals (Pb, Cd, Zn) in different parts of soil particle size and their spatial distribution in south of Isfahan. *Soil and Water Sciences Journal* 17(63): 81-93.
 14. Noohgar, A. and Zare Gh., 2013. Extraction of Soil Salinity Zones in Arid and Semi-Arid Areas Using Remote Sensing Data (Case Study: Darab County). *Geography and environmental hazards* 1(1): 49-64.
 15. Nosratpour, S., Ardalan, M., Fajnia, A. and Esmaliouri, A., 2010. Investigation of spatial distribution of soil fertility factors in maraghe farms by means of geographic information systems. *Watershed management research* 23(2): 1-10.
 16. Peshmaz Ahmadi, P., Rezaei Moghaddam, M.H. and Fezzadeh, B., 2018. Survey of Soil Salinity Indices and Mapping Using Remote Sensing Data (Case Study: Ajichi Delta). *Remote Sensing and Geographic Information Systems in Natural Resources (Application of Remote Sensing and GIS in Natural Resources Sciences)* 8(1): 85-96.
 17. Rangzan, K. and Mokhtari, M., 2007. Evaluation of Soil Salinity Ability Using Satellite Images. National Conference on Management of Irrigation and Drainage Networks, Shahid Chamran University, Faculty of Water Engineering
 18. Rezaei, M.A., Kavarinehad, R.A. and Fahimi, H., 2006. Effects of Salinity Effects on Natural Peroxidase Activity of Two Cotton Cultivars. *Conference or Journal*.
 19. Said, N., Henning, B. and Joachim H., 2014. Estimation of soil salinity using three quantitative methods based on visible and near-infrared reflectance spectroscopy: a case study from Egypt. *Arab J Geosci* 8 (7): 5127-5140.
 20. Tajgardan, T., Ayoubi, Sh., Shataii, Sh. and Khormali, F., 2009. Surface Soil Salinity Mapping Using ETM + Remote Sensing Data (Case Study: North Agha Qala, Golestan Province). *Water and Soil Conservation* 16(2): 1-18.
 21. Yan, G., Zhou, S., Lian-qing, Z. Xi. J., Yan-feng, T. and Hong-fen T., 2016. Integrating Remote Sensing and Proximal Sensors for the Detection of Soil Moisture and Salinity Variability in Coastal Areas. *Journal of Integrative Agriculture*, 12: 723-731.
 22. Zarei A.R. and Mirsayar S.A., 2008. Using Geographic Information System Capabilities in Environmental Capacity Assessment: A Case Study of Birjand Plain. *Geomatics Conference*.

Mapping soil salinity using Landsat 8 images for land evaluation: A Case Study of Saveh

Mahdieh Romiani¹, Azadeh Kazemi^{2*}, Mehrdad Hadipour³, Abbas Ahmadi⁴

Received: 14/01/2020

Accepted: 02/11/2020

Extended Abstract

Introduction: As a valuable asset that play a key role in the environment, natural resources, and the production of agricultural products, soil provided an appropriate ground for plant growth and vegetation development. Therefore, any disregard to the preservation of such a valuable capital may result in food shortages, soil erosion, and degradation of natural resources.

From among different indices offered for land degradation, soil saturation and salinity are regarded as the main factors involved in desertification. According to the estimates presented by the US Environmental Protection Agency, about 20 percent of the world's agricultural land is under salt stress, and soil salinity is a major constraint on the use of arable land. Meanwhile, soil salinity has rendered many parts of different regions unusable and inappropriate for agricultural activities and natural resources and it is considered as a major problem in arid and semiarid regions. Thus, as more than one-third of the world's soils and much of Iran's soils are located in arid and semi-arid regions, it is necessary to take soil salinity into account. In this regard, assessing the environmental potentials could be used a solution for optimal use of soil and water facilities with the least environmental consequences.

Using laboratory methods for estimating salinity is generally time-consuming and costly. Also, due to high spatial variability of soil salinity, it is better to use remote sensing data to determine and monitor saline soils. Considering the importance of the subject and the capability of remote sensing, this technique has been extensively used for studying salinity inside and outside Iran. However, few studies have ever been conducted with eight Landsat images and all salinity indices.

Materials and methods: this study sought to summarize and study all salinity indices used in remote sensing for soil salinity zonation. To this end, using modern remote sensing and GIS software is inevitable. Therefore, as the first step in applying the remote sensing method, spectral indices were used to extract the soil salinity map. For this purpose, after studying salinity indices such as BI, DVI, NDSI, IPVI, SI, SII, SI2, SI3, SI5, SI6, SIA, SIT, the brightness value of the sampling points was extracted. Based on satellite images, the study region was classified into urban areas (class 1), low salinity areas (class 2), high salinity areas (class 3), mountainous lands (class 4), agricultural lands (class 5). Considering the ability of each of these indices in presenting soil salinity maps, the data were analyzed by SPSS software. Except the EC parameter which was normalized via logarithmic transformation, all other parameters were found to be normal. Having assured of the normality of the data, the correlation between the maps derived from these indices and actual data collected from the area were compared and contrasted.

Results: Having examined the correlation between the obtained data, it was found that that NDSI and SI3 had the highest correlation with field study data, and that they were the best method for preparing salinity maps without any need to sampling. Moreover, from among the indices investigated in terms of effectiveness, DVI, IPVI, and SI2 were found to have the lowest accuracy in revealing salinity.

1. MSC Student, Department of Environmental Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Environment, Arak University

2 Assistant Professor, Department of Environmental Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Environment, Arak University; Corresponding Author: a-kazemi@araku.ac.ir

3. Associate Professor, Department of Plant Biology, Faculty of Biology Sciences, Kharazmi University

4. Assistant Professor, Department of Natural Resource, Faculty of Agriculture and Natural Resource, Arak Branch, Islamic Azad University

DOI: 10.22052/deej.2020.9.29.11

Discussion & conclusion: The findings of this study indicated that remote sensing techniques were much more useful in preparing soil's salinity maps than other methods in terms of accuracy and costs. Generally, it could be said that remote sensing is a very powerful tool in soil salinity mapping. Considering the sensor's low resolution and radiometric accuracy, the fact that salinity changes are not very sensitive and detectable, and that salinity, unlike vegetation, indirectly reveals the waves' reflections, it should be noted that achieving the best index requires higher resolution images in a wider region so that more significant results could be obtained for defining a regional index.

According to the study's findings, the electrical conductivity of the intended region ranged from 6/11 to 5/5. Ds/m. Moreover, based on soil salinity maps, the southeast lands were found to have more salinity, and that all twelve indices used for identifying the salinity of the region could also be used to distinguish the saline lands. Researchers such as Darwish Sadif et al. (2000), Chitaz (1999) and Abdi Nam (2004) have produced salinity maps using correlation coefficients of spectral values of images and electrical conductivity. Akhzari and Asadi (1395) introduced the NDSI index with 88% correlation as the most appropriate index and identified SII and SI2 as inappropriate indicators for soil salinity examination in their study area.

The findings of the current study indicated that NDSI and SIT were the best indices in the study region. Moreover, DVI, IPVI, SI2 were found to be the least efficient indices in salinity detection, and that the largest saline area belonged to NDSI and SIT.

Keywords: Classification, Landsat 8, Remote Sensing, Soil salinity, Spectral index.