مجله علمی پژوهشی مخاطرات محیط طبیعی، دوره دهم، شماره بیست و هفتم، بهار ۱۴۰۰
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۹/۱۰
تاریخ بازنگری نهایی مقاله: ۱۳۹۹/۰۹/۰۱
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۱۰/۰۳
صفحات: ۲۰ - ۱

مقاله (علمی پژوهشی)

پایش شوری خاک در راستای تخریب سرزمین با کمک تکنیک های سنجش از راه دور (مطالعهٔ موردی استان ایلام)

نورالله نیک پور[۱]، صمد فتوحی*[۲]، حسین نگارش[۳]، شهرام بهرامی[۴]، سید زین‌العابدین حسینی[۵]

۱. دانشجوی دکتری گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه سیستان و بلوچستان
۲*. دانشیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه سیستان و بلوچستان
۳. استاد گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه سیستان و بلوچستان
۴. دانشیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه شهید بهشتی
۵. استادیار گروه منابع طبیعی دانشگاه یزد

چکیده

شور شدن خاک‌ها از فرآیندهای غالب تخریب زمین در مناطق خشک و نیمه خشک بشمار می‌آید و یکی از مهمترین مشکلاتی است که باروری خاک را در نقاط مختلف جهان با مشکل جدی مواجه کرده است. در این مطالعه در اولین قدم، نمونه‌های خاک برداشت و کار پیش پردازش روی تصاویر لندست، با تشخیص بهترین ترکیب باندی (باند های ۷-۵-۲) صورت گرفت. از شاخص‌های سنجش از دوری مختلف شوری مانند NDSI (شاخص شوری نرمال شده)، BI (شاخص روشنایی) و SI (شاخص شوری) برای نقشه برداری شوری خاک منطقه مورد مطالعه استفاده شده است. همچنین اندازه گیری های آزمایشگاهی هدایت الکتریکی (EC) و اسیدیته خاک (PH) نیز روی نمونه‌های خاک انجام شده است. در این راستا مقادیر سه شاخص شوری NDSI, BI, SI برای سال‌های ۲۰۱۷، ۲۰۱۵، ۲۰۱۰، ۲۰۰۵، ۲۰۰۰ در محیط نرم افزار ENVI و GIS محاسبه شد و مناطق دارای شوری با رنگ قرمز در نقشه خروجی در محدوده مورد مطالعه نمایش داده شد. بر اساس نتایج حاصله از تجزیه و تحلیل تصاویر ماهواره‌ای زمین‌های دارای خاک شور به علل مختلفی از جمله (مجاورت با سازند گچساران، آبیاری شدن با آبهای زیرزمینی شور، جنس خاک و لم یزرع بودن اکثر زمین‌ها در منطقه و ...) به طور صد در صد در غرب و جنوب غرب استان ایلام (در زیر حوضه‌های مهران، موسیان-آبدانان، دشت عباس غربی – شرقی و مولاب) واقع هستند. با توجه به بازدیدهای میدانی و نمونه‌برداری خاک جهت آزمایش از مناطق مختلف استان ایلام نیز مشخص شد که فقط مقادیر PH در زیر حوضه مهران، جنوب دهلران و پایین دست سد سیمره بالای ۸/۵ بوده که نشان دهنده‌ی قلیایی و سدیمی بودن خاک این مناطق است. نتایج آزمایشگاهی EC و PH نمونه‌های خاک تا حدودی نتایج تجزیه و تحلیل‌های سنجش از دوری بدست آمده از داده‌های ماهواره‌ای در منطقه مورد مطالعه تایید می‌کند.

واژگان کلیدی: شوری خاک، تخریب سرزمین، شاخص های SI, BI، سنجش از راه دور، استان ایلام.

*- صمد فتوحی (نویسنده مسئول) Email: fotohi@gep.usb.ac.ir

مقدمه

شوری خاک یکی از مخاطرات زیست محیطی گسترده در سراسر جهان، به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک است. شور شدن خاک که عمدتا به دلیل آبیاری و سایر فعالیت های کشاورزی شدید صورت می‌گیرد، یکی از شدیدترین مشکلات در بین اشکال مختلف تخریب خاک است (آزاب دفتری و سونار، ۲۰۱۶؛ اکرم خانوو، ۲۰۱۱؛ اسفو و همکاران[1]، ۲۰۱۶). همچنین شور شدن خاک ها و توسعه آن در مناطق خشک و نیمه خشک از جمله مخاطرات محیطی است که در سال های اخیر بسیار مورد توجه پژوهشگران و مدیران مربوطه قرار گزفته است. این موضوع، روند بیابانی شدن اراضی و به دنبال آن شوری خاک تحت تأثیر کاهش نزولات جوی و افزایش تدریجی دما در مناطق مختلف در حال پیشروی است. پایش مستمر و مدیریت شوری خاک یکی از مهمترین مسائل کشاورزی خصوصاً در مناطقی که مقدار تبخیر و تعرق از بارش سالیانه بیشتر است، می‌باشد (متین فر و ظهر نیا، ۱۳۹۷). توسعه خاکهای شور یک پدیده پویا است که برای اطمینان از وسعت، شدت، توزیع مکانی، ماهیت و بزرگی آن باید به طور مرتب مورد نظارت قرار گیرد. برای نظارت بر فرآیندهای پویا، مانند شور شدن، داده های سنجش از راه دور دارای پتانسیل بسیار خوبی هستند. برای این کار معمولاً از عکاسی هوایی، مادون قرمز حرارتی یا داده های چند طیفی حاصل از سیستم عامل هایی مانند ماهواره لندست استفاده می‌کنند (عذاب دفتری و همکاران، ۲۰۱۶؛ اولبد و کومار[2]، ۲۰۱۳). بنابراین به منظور این هدف بهره‌گیری از ابزار نوین مانند سنجش از دور اجتناب ناپذیر است. در این زمینه مطالعات مختلفی در داخل و خارج کشور بر روی مناطق مختلف صورت گرفته است (دشتکیان و همکاران، ۱۳۸۷؛ عبدی زاده و همکاران، ۱۳۹۳؛ متین فر و همکاران، ۱۳۹۷؛ دلاوری کامیاب و همکاران، ۱۳۹۲). در سه دهه اخیر استفاده از تکنیک های میدانی و ترکیب آنها با داده های سنجش از دور، کمک قابل توجهی به تهیه نقشه اراضی شور کرده است. سنجش از دور قابلیت و توانمندی استخراج و مطالعه اراضی متاثر از شوری در پهنه های بزرگ مقیاس را دارا است. همچنین سنجش از دور امکان پیش بینی، ارزیابی اثرات شوری، تشخیص روند و سایر اطلاعات مورد نیاز را نیز فراهم می‌کند. نقشه های استخراج شده از داده های سنجش از دور کارایی زیادی در کشاورزی و دیگر فعالیت های انسانی دارند (علوی پناه، ۱۳۸۲). پیش از این شوری خاک با جمع آوری نمونه های خاک در مناطق مورد نظر اندازه گیری می‌شد و سپس نمونه ها در آزمایشگاه برای تعیین میزان هدایت الکتریکی (EC) در خاک مورد آزمایش قرار می‌گرفتند. اما این روش از نظر زمان و هزینه مناسب نبود. با این حال، داده های سنجش از دور ابزار و روش های کارآمدتر و اقتصادی‌تری برای نظارت و ترسیم نقشهٔ شوری خاک ارائه داده‌اند. ماهواره ها و سنسورهای بسیاری وجود دارد که در تشخیص و نظارت بر خاکهای شور استفاده می‌شوند. در این راستا ماهواراه ای چند طیفی همچون ترا (سنجنده ASTER, MODIS)، لندست (MSS, TM, ETM+, OLI)، اسپات (HRV, HRVIR)، IRS(PAN, LISS-3,WiFS) و ... با قدرت تفکیک متفاوت می‌توانند این کار را انجام دهند.

این سنسورها فقط سطح خاک را اسکن می‌کنند، در حالی که کل پروفایل خاک در آن دخیل است و باید در نظر گرفته شود. این محدودیت، ضرورت استفاده از داده ها و تکنیک های دیگر، همراه با سنجش از دور را برجسته می‌کند (فریفته[3]، ۲۰۰۶). یعنی استفاده از نمونه های خاک و برآورد شوری و اسیدیتهٔ (EC, PH) آنها، جهت

[1] - Azabdaftari & Sunarb, 2016: Akramkhanov, 2011: Asfaw et al, 2016
2 - Azabdaftari & Sunarb, 2016: Allbed and Kumar, 2013
[3] - Farifteh, 2006

کالیبراسیون با نتایج داده های ماهواره‌ای مورد نیاز است. چالشی که در دهه های آینده جهان با آن روبرو است تأمین مواد غذایی مناسب برای جمعیت در حال رشد است. تأمین غذا باید در سال ۲۰۰۰ برای ۶ میلیارد نفر جمعیت و در سال ۲۰۲۵ برای ۸ میلیارد نفر تهیه شود. کمبود تأمین مواد غذایی خصوصاً در مناطق خشک و نیمه خشک اتفاق می‌افتد. به همین دلیل تخریب زمین و بیابان‌زایی مهمترین تهدید برای توسعه پایدار کشاورزی به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود. وظیفه تأمین مواد غذایی برای جمعیت روبه رشد چالش اصلی توسعه پایدار کشاورزی در جهان است. نمکی شدن خاک یکی از رایج ترین فرآیندهای تخریب زمین در مناطق خشک و نیمه خشک به حساب می‌آید که در آنجا مقدار تبخیر از بارش بیشتر است (اسفو و همکاران[1]، ۲۰۱۶). در چنین شرایط آب و هوایی، نمک های محلول در خاک انباشته می‌شوند و با کاهش نهایی در بهره وری، خاصیت خاک و محیط را تحت تأثیر قرار می‌دهند. بنابراین، نقشه برداری از مناطق شور برای درک استفاده از منابع برای استفاده و مدیریت پایدار خاک امری ضروری است (بشیر و همکاران[2]، ۲۰۱۳). علاوه بر این، شور شدن خاک به عنوان نوعی از تخریب زمین و یک مخاطرهٔ اکولوژیکی زیست محیطی، همچنین می‌تواند کیفیت خاک را تخریب کرده و منجر به خطر انداختن اکوسیستم شود (هوانگ و همکاران، ۲۰۱۵؛ ژائو و همکاران، ۲۰۱۸؛ چن و همکاران، ۲۰۱۹)[3]. عوامل دخیل در تخریب خاک شامل پویایی عوامل طبیعی و ناشی از انسان هستند که منجر به تغییر در خصوصیات خاک و خصوصیات زندگی بشر می‌شوند. تخریب خاک یک مشکل جهانی است که باعث کاهش کیفیت خاک می‌شود و از این رو، عملکرد خاک از جمله بهره وری آن را کاهش می‌یابد. حدود ۳۳٪ از سرزمین های جهان به دلیل فعالیت های ناگوار انسانی مانند جنگل زدایی، چرای زیاد، استفاده بیش از حد از مواد شیمیایی و تعامل آنها با محیط‌های طبیعی، تخریب شده‌اند. شور شدن نوع خاصی از تخریب خاک است که اغلب در خاک مناطق خشک و نیمه خشک دیده می‌شود. که باعث تغییر در خصوصیات فیزیکی و شیمایی خاک (ساختار خاک، نفوذپذیری و تعادل شیمیایی) می‌شود. در مناطق کشاورزی، شور شدن از آن نظر نگران کننده است که نمک ها عمدتاً بر رشد محصول و بازده محصول، تأثیر می‌گذارند و میزان این اثر به میزان شوری خاک بستگی دارد (متنیت[4] و همکاران، ۲۰۱۷). همچنین شوری خاک ها تحت تأثیر پدیده های توپوگرافیکی و ژئومورفولوژیکی قرار دارد. به عنوان مثال، خاک های شور در مناطق مرتفع و بافت خیلی درشت، کم تر و برعکس در پلایا و مناطق پست، بیشتر مشاهده می‌شود. بنابراین از لایه های اطلاعاتی، از قبیل مدل رقومی‌ارتفاع و شیب، می‌توان برای بهبود صحت نقشه شوری استفاده کرد (خدادادی و همکاران، ۱۳۸۸).

پاسخگویی به نیازهای غذایی و انرژی فقرا در جهان، از منابع زمین در حال تضعیف، یکی از چالش های بزرگ امروزی پیش و روی بشر است. رخداد فعالیت های انسانی و تغییرات زیست محیطی در مقیاس های محلی به مقیاس جهانی، اکوسیستم ها را به شدت تحت تاثیر قرار داده‌اند به طوری که نیاز به شناسایی و پیش بینی تغییرات در عملکرد اکوسیستم، هرگز بیشتر نبوده است. به عنوان یک نتیجه از تغییرات بالا، فشارهایی بر منابع موجود زمین وجود دارد که به شکل‌های مختلف منجر به تخریب زمین می‌شود. در مقابل تخریب زمین نیز منجر به کاهش

[1] - Asfaw et al, 2016
[2] - Bashir et al, 2013
[3] - Huang et al., 2015; Zhao et al., 2018: Chen et al, 2019
[4] - Metternicht, et al, 2017

پتانسیل تولید هر منبع معینی خواهد شد (وارد[1] و همکاران، ۱۹۹۸). محرکان مستقیم اصلی که باعث تخریب زمین می‌شوند، کشاورزی ناپایدار، چرای بیش از حد بوسیلهٔ احشام اهلی و بهره برداری بیش از حد جنگل ها و بیشه زار ها است. تخریب زمین در اشکال مختلف از جمله فرسایش و شوری خاک، چرای بیش از حد، سوء مدیریت کشاورزی، جنگل زدایی و استفاده بیش از حد از منابع طبیعی، شوری، تخلیه و آلودگی منابع آب ظاهر می‌شود (آلن و بارنز، ۱۹۸۵؛ آلدمن و همکاران، ۱۹۹۱؛ باتجیس، ۲۰۰۱)[2]. کمیت و بزرگی انواع تخریب زمین در مکان های مختلف متفاوت است. به طور کلی شوری یعنی خاکهایی که املاح موجود در آنها بیشتر کاتیون‌های غیر سدیمی مانند کلسیم (Ca2+)، منیزیم (Mg2+)، می‌باشد. PH این خاک ها کمتر از ۸/۵ و EC کمتر از ۴ میلی موس بر سانتیمتر می‌باشد. به طور کلی مقدار اسیدیته خاک را با PH و میزان هدایت الکتریکی را با EC اندازه گیری می‌کنند.

از آنجا که مناطق خشک حدود ۴۱ درصد از سطح زمین در کل جهان را پوشش می‌دهند و با مقادیر متوسط حداقل بارش سالانه نسبت به تبخیر و تعرق بالقوه تعریف می‌شوند (یعنی میزان بارش نسبت به تبخیر بالقوه در این مناطق کمتر از ۰/۶۵ است)، پس این نواحی بیشتر از دیگر مناطق در معرض شوری خاک قرار دارند و باید مورد توجه باشند (سافریل و همکاران، ۲۰۰۵؛ توماس و میدلتون،۱۹۹۴)[3]. با این حال قسمت اعظم کشور ما دارای آب و هوای خشک و نیمه خشک بوده و حدود زیادی از سطح آن‌را رسوبات نمک و گچ پوشانده است. به همین دلیل وسعت زمین های شور با درجات شوری متفاوت در ایران قابل توجه می‌باشد. به طوری که که در مناطق شمالی ایران، در سواحل دریای خزر زمین هایی که تحت تأثیر دریا قرار دارند شور محسوب می‌شوند. در قسمت شمال غرب کشور سطح قابل توجهی از حوضهٔ شمالی دریاچه ارومیه شور است. مناطق دیگری نیز در بخش مرکزی دارای خاک شور و سدیمی، مانند دشت کویر، بیابان لوت، قم، طبس و... هستند. همچنین در سواحل جنوبی نیز زمین های شور در وسعت زیادی دیده می‌شوند. در غرب کشور در محدوده استان ایلام نیز با توجه به اینکه نوار غربی این استان دارای آب و هوای گرم و خشک می‌باشد و دارای کانی‌های ژیس (سازند گچساران) فراوانی است و همچنین ادامه دشت خوزستان بشمار می‌رود، بنظر از موضوع شوری خاک در اَمان نبوده و زمین های آن دارای شوری با درجات مختلف است.

توجه به عوامل و فرآیندهایی که منجر به پدیده تخریب سرزمین و بیابانزایی می‌گردند (مانند تخریب پوشش گیاهی و خاک، فرسایش آبی و بادی، شوری خاک، فشردگی سطح خاک، پایین رفتن سطح سفره های آب زیرزمینی و...) و نیز بررسی علل و عوامل ایجادکنندهٔ آن، به منظور کنترل و ارزیابی تخریب زمین، کاملاً ضروری است. استفاده از فناوری های اطلاعات زمینی با قابلیت های بسیار مناسب به منظور ارزیابی و کنترل، تأثیر بسزایی در انجام صحیح این عمل دارد. نتایج حاصل از این ارزیابی ها می‌بایستی توسط تصمیم گیران دولتی و یا محلی از طریق تخصیص اولویت‌های بودجه‌ای در سطوح محلی، ملی، منطقه‌ای و یا جهانی مورد استفاده قرار گیرند تا از وارد شدن زیان‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی و در نهایت انسانی جلوگیری گردد (مشکوه ،۱۳۷۷). تخریب اکوسیستم های مناطق خشک جهان، به عنوان بیابانزایی یا تخریب زمین در نظر گرفته می‌شود، و تهدیدی برای محیط زیست جهانی بشمار می‌رود، که مستقیما بر سلامت انسان تاثیر می‌گذارد و به عنوان یک مخاطره، در معکوس کردن دستاوردهای انسانی در بسیاری از نقاط جهان، به رسمیت شناخته شده است (UNU, 2006). با توجه به خشکسالی طولانی مدت

[1] - Ward et al. 1998
[2] - Allen and Barnes 1985; Oldeman et al. 1991; Batjes 2001
[3] - Safriel et al, 2005 & Thomas and Middleton 1994

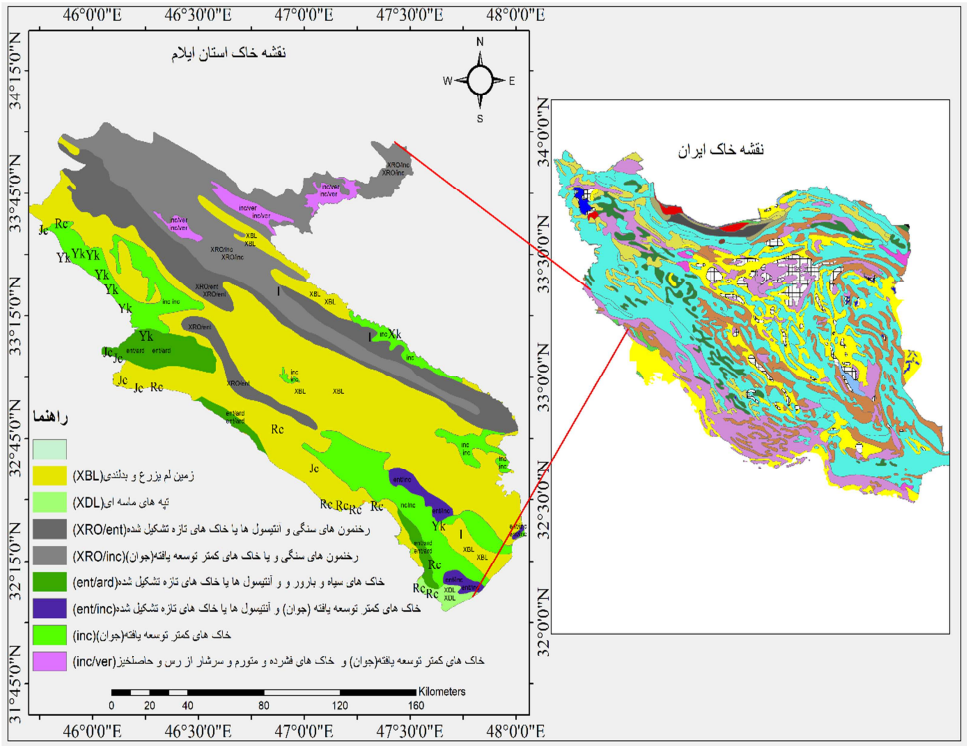
ساحل (آفریقا) در دهه های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ که باعث فاجعه انسانی شد، شرایط جهانی تخریب زمین و بیابانزایی، توجه جهانیان را به خود جلب کرد. در نتیجه کنفرانس سازمان ملل در مورد بیابانزایی در سال ۱۹۷۷ "برنامه اقدام برای مبارزه با بیابانزایی"(UNCOD[1]) را تصویب کرد. پیشرفت محدود در کاهش مسئلهٔ بیابان‌زایی از آن زمان به بعد، منجر به برگزاری کنفرانس ریو در سال ۱۹۹۲، جهت فراخوانی مجامع عمومی‌سازمان ملل برای آماده شدن در مذاکرات میان دولتی، کنوانسیون مبارزه با بیابانزایی (CCD[2]) شد. بنابراین، در سال ۱۹۹۴ UNCCD[3] (کنوانسیون سازمان ملل متحد برای مبارزه با بیابان) به تصویب رسید. و در سال ۱۹۹۶ پس از اخذ ۵۰ قرارداد در حال حاضر ۱۹۳ عضو آن را امضا کرده اند (هرمن و همکاران، ۲۰۰۵؛ مارین، ۲۰۱۵)[4] . امروزه به طور کلی تعاریف پذیرفته شده‌ای در مورد تخریب زمین و بیابانزایی توسط UNCCD ارائه شده است. با توجه به تعریف UNCCD تخریب زمین به عنوان "تنزل، خسارت یا از دست دادن بهره وری بیولوژیکی یا اقتصادی زمین های زراعی دیم، زمین های زراعی آبی، مراتع، جنگل، بیشه زار و... در مناطق خشک، نیمه خشک و خشک نیمه مرطوب، در نتیجهٔ استفاده از زمین، بواسطهٔ یک فرآیند یا ترکیبی از فرآیندها، از جمله فرآیندهای ناشی از فعالیت های انسانی و الگوهای مسکن می‌باشد. در مقابل بیابانزایی به عنوان "تخریب زمین در مناطق خشک، نیمه خشک و خشک نیمه مرطوب، به علت عوامل مختلف، از جمله تغییرات اقلیمی و فعالیت های انسانی" تعریف شده است (UNCCD, 1994). به طور کلی هدف از این تعاریف، پوشش کامل طیف وسیعی از فرآیندهای پیچیده است که باعث کاهش مداوم خدمات اکوسیستم در سراسر اکوسیستم های جهان در مناطق خشک می‌شوند (وت[5] و همکاران، ۲۰۱۱). این مطالعه با هدف شناسایی مناطق با خاکهای شور به کمک داده های سنجش از دور و میدانی (نمونه برداری و آزمایشگاه) در رابطه با روند تخریب سرزمین در استان ایلام پرداخته است. با شناسایی نقاط تحت تأثیر شوری خاک در منطقه می توانیم در آینده در جهت مقابله با پیشروی یا کاهش شوری خاک، برنامه ریزی و مدیریت تخریب سرزمین مناسبی ارائه داد. نوآوری این روش به این صورت می باشد که علاوه بر مطالعه‌ی سنجش از دوری، برای صحت سنجی نتایج از نمونه برداری خاک برای برآورد میزان EC, PH نیز استفاده شده است. همچنین در این مطالعه به شوری خاک به عنوان یکی از پارامترهای مهم تخریب سرزمین توجه شده است.

منطقه مورد مطالعه

استان ایلام در غرب کشور ایران، هم مرز با کشور عراق می‌باشد که مساحتی حدود ۲۰۱۵۰ کیلومتر مربع و ۱،۲ درصد از مساحت کل کشور را پوشش می‌دهد (شکل۱). از آنجا که استان ایلام یکی از مناطق مهم پرورش دام و کشاورزی در کشور ایران است، حفاظت از آب، خاک، پوشش گیاهی و پوشش سطح زمین یک چالش عمده در این زمینه است. به طور کلی قسمت شمالی منطقه نسبت به قسمت جنوبی و همچنین قسمت شرقی منطقه نسبت به قسمت غربی به لحاظ اقلیمی‌مرطوب تر و دارای توپوگرافی خشن تری (تاقدیس و ناودیس های متراکم) می‌باشد.

1 - United Nations Conference on Desertification
2 - Convention to Combat Desertification
3 - United Nations Convention to Combat Desertification
4 - Hermann and Hutchinson, 2005 & Marion Stellmes, 2015
5 - Vogt et al. 2011

غرب و جنوب غربی استان ایلام دارای آب و هوای گرم و خشک که جزئی از دشت خوزستان شمالی بحساب می‌آید. تأثیر این موارد در نوع پوشش سطح زمین در منطقه قابل ردیاب است. موقعیت جغرافیایی استان ایلام بین ۳۱ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی نسبت به استوا و ۴۵ درجه و ۴۴ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی نسبت به نصف‌النهار گرینویچ قرار دارد. به طور کلی استان ایلام به لحاظ واحد های ژئومورفولوژیکی به دو واحد کوهستان (شامل تاقدیس های کبیرکوه، دینارکوه، مانشت، قلارنگ و ...) و دشت (شامل دشت عباس، دشت دهلران و ناودیس های مرکزی) تقسیم می‌شود. از جمله مهمترین رودخانه هایی که در محدودهٔ جغرافیایی استان ایلام که از دامنه های شمالی و جنوبی کبیرکوه سرچشمه می‌گیرند، می‌توان به رودخانهٔ سیمره، دویرج، چنگوله، آبدانان، میمه و سیاه گاو و... اشاره کرد. همچنین به لحاظ زمین شناسی، ارتفاعات استان ایلام را سازند های گچساران، سروک، گرو، سورگاه، ایلام، پابده، آسماری و آغاجاری در برگرفته است (نیک پور، ۱۳۹۳). محدوده استان ایلام از شمال در زون چین خورده زاگرس و از سمت غرب و جنوب در زون چین نخورده خوزستان قرار دارد و به همین جهت به لحاظ ژئوموفولوژیکی و زمین شناسی دارای اشکال ژئوموفولوژیکی و سازند های متفاوتی می‌باشد نوع پوشش سطح زمین بسته به توپوگرافی و شرایط ژئومورفولوژیکی منطقه، تمرکز جمعیت، قابلیت دسترسی به منابع آبی و جنس خاک در سراسر منطقه یکدست نبوده و گونه های متفاوتی از پوشش سطح زمین در منطقه مشاهده می‌شود. و در نهایت به لحاظ خاکشناسی سرتاسر نیمه غربی و جنوب غرب منطقه را خاکهای لم یزرع و یک سوم قسمت شرقی و شمال شرق منطقه را راخنمون های سنگی در بر گرفته است.



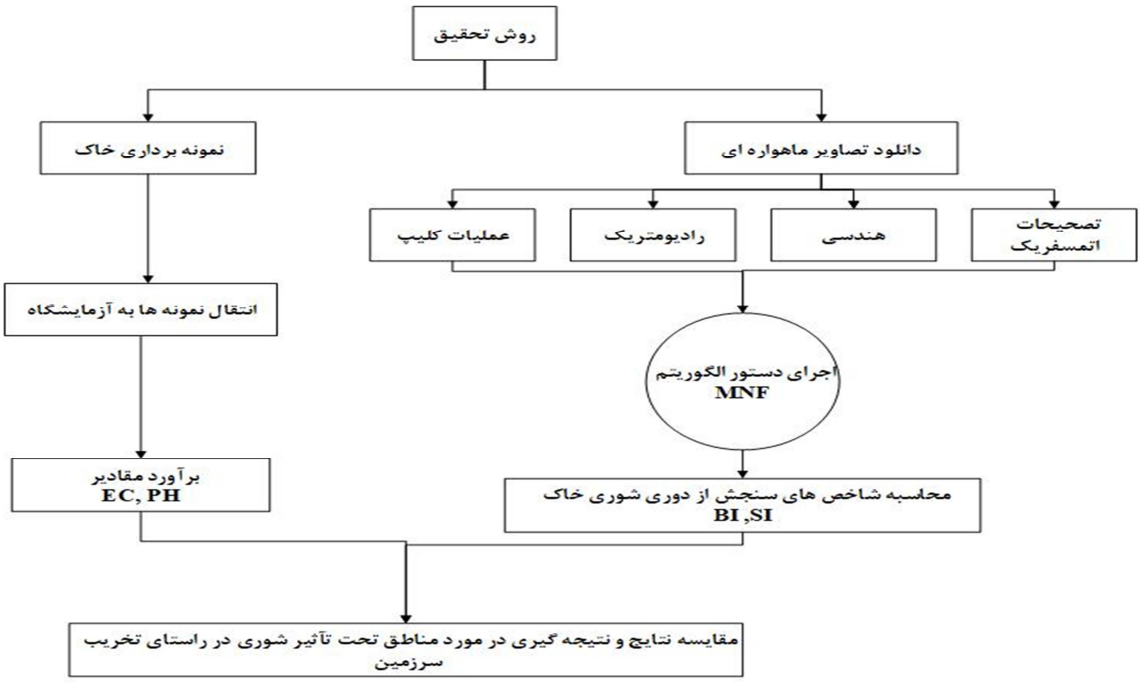
شکل ۱: معرفی منطقهٔ مورد مطالعه (نقشه خاک های استان ایلام)

داده ها و روش شناسی

روش و شاخص های مطالعهٔ شوری خاک

قبل از مطالعه شوری، داده های لندست ۷ و ۸ از سال های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ برای محدوده استان ایلام از سایت USGS دانلود شد و در لندست ۷ خطای Gapfill یا خطوط روی تصاویر که بخاطر اشکال در اسکنر لندست ۷ ایجاد شده بود.از طریق اکستنشن Landsat_Gapfill از روش درونیابی بین خطوط اسکن بالایی و پایینی بر اساس یک تصویر واحد (مثلث بندی)[1] یا درون‌یابی، تصیحح و برای تجزیه و تحلیل آماده شد. مرحله بعد تصحیحات اتمسفری به روش میانگین بازتاب نسبی درونی (IARR[2])، هندسی، رادیومتریک و ... در محیط ENVI5.3 روی تصاویر مورد نظر اعمال شد. بعد از اخذ داده های مورد نظر برای سالهای ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ از سایت مربوطه، دستور الگوریتم آماری غیر پارامتریک کسر کمترین نویز MNF[3] که در آن ابعاد واقعی داده ها با حفظ ویژگی های طیفی داده های اصلی مشخص می‌شود، اعمال شد. یعنی در زمان اعمال MNF روی داده ها اگر باندی مقدار MNF آن کمتر از ۱/۲ باشد یعنی دارای اختلال است در پردازش های بعدی، آن باند رو از پردازش حذف می‌کنیم. در مرحله آخر نقشه های شوری بر اساس ۲ شاخص (BI, SI) در محیط نرم افزار ENVI.5.3 و GIS10.3 تهیه شد (شکل ۲). این شاخص ها بشتر سه کانی ژیپس، هالیت و کلسیت را به عنوان شوری تشخصی می‌دهند. انواعی از شاخص های سنجش از دوری جهت مطالعه‌ی شوری خاک از جمله شاخص شوری، شاخص روشنایی، شاخص شوری استاندارد شده، شاخص ترکیب طیفی و شاخص شوری پوشش گیاهی خاک (BI, SI, NDSI, COSRI[4], VSSI[5]) و ... وجود دارد که ما در این مطالعه جهت مطالعه شوری از دو شاخص BI, SI, NDSI استفاده شده است ولی چون نتایج شاخص NDSI در منطقهٔ مورد مطالعه دور از واقعیت بود حذف شد. (https://www.indexdata base.de/db/i-single.php?id=57).

1 - triangulation
2 - Internal average relative reflectance
3 - Minmom Nois Fraction
4 - combined specteral reflective Index
5- Vegetation Soil Salinity Index



شکل ۲: فلوچارت روش تحقیق

به طور کلی خاکهای تحت تأثیر نمک در طول موج های مرئی (۰/۵۵ تا ۰/۷۷ میکرومتر) و مادون قرمز نزدیک (۰/۹ تا ۱/۳ می‌کرومتر) و ناحیهٔ مادون قرمز میانی (۱/۹۴ تا ۲/۱۵ می‌کرومتر) خودشان را نشان می‌دهند. طول موج ۱/۵ تا ۱/۷۳ برای شناسایی خاک‌های حاوی ژیپس کاربرد دارد. در ادامه فرمول شاخص SI, BI آورده شده است جدول شماره (۱).

جدول ۱: مشخصات شاخص های سنجش از دوری شوری خاک

روش های محاسبه شوری خاک	فرمول	توضیحات
شاخص SI[1] یا شاخص شوری	SQRT (R*NIR) OR SQRT (B4*B5)	B5ضربدر B4 یعنی جذر
شاخص BI[2] یا شاخص درجه روشنایی	SQRT [(R^2) * (NIR^2)] **OR** SQRT $B4^2$*$B5^2$	یعنی جذر $B4^2$ ضربدر $B5^2$

معادلات حد آستانه

برای تهیهٔ پیکسل‌های استخراجی جهت تهیهٔ نقشه های کانی‌ها، سنگها و خاکها از توابع حد آستانه استفاده می‌شود. برای پیدا کردن نقاط هدف در تصاویر از معادلات حد آستانه استفاده شده است. یعنی برای سطح اطمینان ۹۲٪ میانگین بعلاوه انحراف معیار، برای سطح اطمینان ۹۵٪ میانگین بعلاوه دو برابر انحراف معیار و برای سطح اطمینان ۹۸٪ میانگین را بعلاوه سه برابر انحراف معیار می‌کنند. اساس کار به این صورت است که اول باید تصاویر لندست را بین بازه ۲۵۵-۰ برسد بعد یک محاسبه آماری روی همان تصویر اعمال شود و میانگین و انحراف معیار آن تصویر را در معادله حد آستانه بکار بگیریم تا سطح اطمینان حاصل شود. حال اگر عدد بدست آمده در هر سطح اطمینانی

1 - Salinity Index
2 - Brightness Index

کمتر از ۲۵۵ باشد آن سطح اطمینان مبنای محاسبات در فرآیند تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. فرآیند آین محاسبات در جدول (۲) به طور کامل آمده است. با توجه به نتایج بدست آمده سطح اطمینان بدست آمده برای شاخص های BI و SI در همه سالها ۹۵٪ بدست آمده، بجز سال ۲۰۱۷ که شاخص BI در سطح اطمینان ۹۸٪ قابل قبول بوده است.

جدول ۲: معادلات حد آستانه

At Confidence 98%	Band DN Threshold= mean+3×(Standard Deviation)
At Confidence 95%	Band DN Threshold= mean+2×(Standard Deviation)
At Confidence 92%	Band DN Threshold= mean+1×(Standard Deviation)

ضریب شاخص بهینه OIF[1]

ترکیب باندی یک تصویر، دارای مقادیر سبز، آبی و قرمز مساوی در هر پیکسل است. یک تبدیل رنگی کاذب با تغییر دادن رنگ ها در حالت نمایشی RGB انجام می‌شود. ترکیب رنگی کاذب معمولاً برای تأکید روی عوارض خاص به کار می‌روند. ترکیب رنگی کاذب از باندهای غیر مرئی هم استفاده می‌کند و ارزش بیشتری نسبت به تصاویر تک باندی دارا می‌باشد. هر ترکیب باندی از سه رنگ تشکل می‌شود که هر رنگ به یک باند اختصاص دارد. همچنین می‌توان با توجه به منطقهٔ مورد مطالعه و هدف از نسبت های باندی نیز بهره گرفت و برای بازسازی تفکیک پدیده ها، هر نسبت باندی را به یک رنگ نشان داد. این روش اغلب برای نشان دادن کانی ها و مواد معدنی کاربرد دارد. برای بدست آوردن ترکیب باندی های مهم می‌توان از شاخص های مختلف استفاده کرد. قبل از محاسبهٔ شاخص ها باید تعداد ترکیب باندی های سه تایی هر سنجنده را با استفاده از معادله (۵-۱) محاسبه کرد. در این مطالعه بهترین ترکیب باندی ۷-۵-۲ تشخیص داده شده است.

$$\begin{bmatrix} N \\ 3 \end{bmatrix} = \frac{Ni}{3i\,(N-3)i} \qquad (۱)$$

شاخص OIF یکی از شاخص های سنجش از دوری است که به منظور تعیین بهترین ترکیب باندی برای دستیابی به حداکثر تباین در آنالیز ساخت تصاویر رنگی مجازی استفاده می‌شود. که در محیط نرم افزار ENVI از طریق Spectral Analysis بهترین ترکیب باندی را مشخص می‌کند و روش OIF با ارزیابی کمی بین باندها انتخاب بهترین ترکیب باندی را راحت تر خواهد کرد و همچنین محاسبات آماری هر سه باند را به صورت RGB نشان می‌دهد (علوی پناه، ۱۳۷۹). فاکتور شاخص بهینه (OIF) بر اساس مقدار واریانس کلی و همبستگی بین باندهای سنجنده عمل می‌کند و مقادیر متفاوتی را به دست می‌دهد (کاید و بساورجاپا، ۲۰۱۰). الگوریتم مورد استفاده جهت محاسبه OIF برای هر سه باند به صورت رابطه (۵-۲) تعریف می‌شود:

$$OIF = MAX\left[\frac{\sum_{i=1}^{n}\sigma(i)}{\sum_{j=1}^{n}|r=(j)|}\right] \qquad (۲)$$

که در آن $\sigma(i)$ فاکتور مجموع انحراف معیارها از k باند و $r=(j)$ مقادیر قدر مطلق ماتریس ضریب همبستگی می‌باشند. مقدار OIF نشان دهنده بیشترین اطلاعات در باندها (انحراف معیار بالا) با حداقل تکرار (همبستگی پایین

1 - optimum index factor

باندهاست) (رین و عبدسلیم، ۲۰۱۱). تمام مراحل بالا در جهت آماده سازی داده ها جهت برآورد شوری انجام می‌شود.

آزمایشگاه خاک

(الف) اصول اندازه گیری PH & EC

در این قسمت برای صحت سنجی نتایج شوری خاک که به کمک شاخص های سنجش از دوری (BI, SI) از آزمایش نمونه های خاک در منطقه استفاده شده است، تعداد ۱۸ نمونه (هر نمونه حدود ۱ کیلوگرم) خاک از عمق ۵تا۲۰ سانتیمتری سطح زمین از نقاط مختلف استان جهت آزمایش میزان (PH, EC) انتخاب شد. و جهت برآورد شاخص های مورد نظر به آزمایشگاه منتقل شد. به طور کلی در این مطالعه در جهت مطالعات خاک شناسی منطقه، از نمونه برداری دست خورده در راستای برآورد PH, EC استفاده شده است. یعنی با توجه واحد های ژئومورفولوژیکی (کوهستان و دشت)، محدودهٔ مورد مطالعه را به چند زیر حوضه تقسیم و از هر زیر حوضه چند نمونه جهت انجام آزمایش انتخاب و در نهایت نتایج حاصله را با نتایج سنجش از دوری مقایسه و مورد ارزیابی قرار گرفت .

(ب)چارچوب نمونه برداری خاک

نمونه برداری و برآورد پارامتر های فیزیکی و شیمایی خاک می‌تواند به پژوهشگران و محققان در شناخت تخریب زمین کمک فراوانی بکند. به همین خاطر تعداد ۱۸ نمونه خاک از نقاط مختلف منطقهٔ مورد مطالعه برای محاسبه میزان EC و PH برداشت شد و عملیات تجزیه و تحلیل بر روی آنها صورت گرفت. نمونه‌های خاک از اعماق ۲۰-۰ سانتی متر (لایه بالایی) با استفاده از بیلچهٔ نمونه برداری جمع آوری شد. نمونه‌های خاک تهیه شده با استفاده از روش های استاندارد شده، برای برآورد خواص عمدهٔ شیمیایی خاک، در آزمایشگاه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. همچنین نقشه های میزان شوری خاک به کمک داده های لندست ۷و۸ از طریق نرم افزار های مختلف برای منطقه مورد مطالعه تهیه شده است. PH خاک متداول ترین آزمایشی است که در کلیه آزمایشگاه های خاک شناسی صورت می‌گیرد. لزوم این آزمایش از طرفی به واسطه اهمیتی است که در کشاورزی و خاک شناسی برای این عامل قائل و از جانب دیگر به دلیل رابطه‌ی است که PH خاک با سایر خصوصیات شیمیایی خاک دارد. PH در شرایط طبیعی در نوسان است، زیرا نسبت آب به خاک به دلیل تغییر اقلیم، کشت و زرع، رشد گیاهان و سایر عوامل، پیوسته در تغییر است. بنابراین PH یک خاک ممکن است در هر زمانی فرق کند. مثلا PH خاکی که تازه از مزرعه گرفته شده با PH همان نمونه پس از خشک کردن متفاوت است. PH خاک را به روشهای مختلف اندازه گیری می‌کنند که متداول ترین آن روش الکتریکی می‌باشد. در این روش به عصاره ها و یک PH سنج الکتریکی نیاز است. برای بدست آوردن EC نیز همان روش PH مد نظر قرار می‌گیرد. جدول تقسیم بندی خاک ها بر اساس هدایت الکتریکی مشخص می‌کند که نمونه خاک های ما کدام درجات شوری را به خود اختصاص می‌دهند (جدول شماره ۳).

(پ) طرز عمل

۱- دستگاه PH متر را بازدید کرده و الکترود آن را توسط آب مقطر شسته و توسط کاغذ صاف خشک می‌کنیم. ۲- درجه حرارت عصاره مورد آزمایش را اندازه گیری می‌کنیم. ۳- دستگاه PH متر را ابتدا با درجه حرارت محلول تنظیم و سپس توسط محلول های تامپون با PH مشخص (مثلاً ۴ ،۷ و ۱۰) تنظیم می‌کنیم. ۴- دستگاه را در هر بار تنظیم

فوق با آب مقطر شسته و با کاغذ صافی خشک می‌کنیم. ۵- محلول مورد آزمایش را زیر الکترود PH متر قرارداده و PH آن را قرائت می‌کنیم. ۶- الکترودها را در پایان کار در آب مقطر قرار می‌دهیم (اشکال شماره ۳).



تصویری از دستگاه PH و EC سنج — دستگاه عصاره گیر

آماده سازی نمونه های خاک

شکل ۳: تصاویری از کار های آزمایشگاهی صورت گرفته

جدول ۳: تقسیم بندی خاک ها بر اساس هدایت الکتریکی (EC) آنها *(علوی پناه[1] و همکاران، ۲۰۰۳)*

هدایت الکتریکی عصاره خاک بر حسب ds/m^{-1}	نوع خاک	واکنش گیاهان
کمتر از ۴	غیر شور	قابل رویش برای اکثر گیاهان
۸ - ۴	شوری کم	کاهش محصول گیاهان حساس به شوری
۱۶ - ۸	شوری متوسط	کاهش زیاد محصول اکثر گیاهان
۳۲ - ۱۶	شوری زیاد	فقط گیاهان مقاوم به شوری رشد نرمال دارند
بیشتراز۳۲	شوری خیلی زیاد	اغلب گیاهان مزوفیت در این شوری کاهش محصول دارند

بحث و نتایج

تجزیه و تحلیل نتایج شوری خاک

برای محاسبه درصد اطمینان نتایج حاصله از شاخص OIF[2] (مجوع انحراف معیار ها را تقسیم بر مجموع همبستگی می‌کنند) بهترین ترکیب باندی برای تصاویر بدست می‌آورد. در این مطالعه بهترین ترکیب باندی ۷-۵-۲ تشخیص داده شده است. در نهایت برای پیدا کردن نقاط هدف در تصاویر از معادلات حد آستانه استفاده شده است. یعنی برای سطح اطمینان ۹۲٪ میانگین بعلاوه انحراف معیار، برای سطح اطمینان ۹۵٪ میانگین بعلاوه دو برابر انحراف معیار و برای سطح اطمینان ۹۸٪ میانگین را بعلاوه سه برابر انحراف معیار می‌کنند (جدول شماره ۲). نتایج فرآیند این محاسبات در جدول (۴) به طور کامل آمده است. با توجه به نتایج سطح اطمینان بدست آمده برای شاخص های BI و SI در همه سالها ۹۵٪ بدست آمده، بجز سال ۲۰۱۷ که شاخص BI در سطح اطمینان ۹۸٪ قابل قبول بوده است.

1 - Alavi panah
2 - Optimum Index Factor

جدول ۴: محاسبات حد آستانه بدست آمده برای بدست آوردن مقدار شوری در سال های مختلف

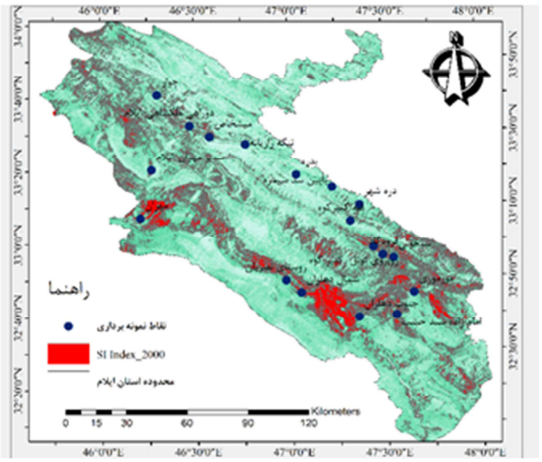
سال	۲۰۰۰	min	max	mean	SD	۰/۹۲	۰/۹۵	۰/۹۸
شاخص	BI index	۰	۲۵۵	۵۰/۷۵۹۷۳۴	۷۳/۴۳۳۸۰۱	۱۲۴/۱۶۳۵۴	۱۹۷/۶۲۷۳۴	۲۷۱/۰۶۱۱۴
شاخص	Si index	۰	۲۵۵	۵۷/۹۸۴۱۹۳	۸۰/۰۶۹۷۶۸	۱۳۸/۰۵۳۹۵	۲۱۸/۱۲۳۷۳	۲۹۸/۱۹۳۵
سال	۲۰۰۵	min	max	mean	SD	۰/۹۲	۰/۹۵	۰/۹۸
شاخص	BI index	۰	۲۵۵	۵۰/۹۴۱۹۶۵	۷۲/۶۴۸۱۶۹	۱۲۲/۹۲۰۱۳	۱۹۵/۵۶۸۳	۲۶۸/۲۱۶۴۷
شاخص	Si index	۰	۲۵۵	۵۷/۹۴۱۹۶۵	۷۹/۹۷۲۱۰۴	۱۳۷/۹۱۴۰۷	۲۱۷/۸۸۶۱۷	۲۹۷/۵۸۸۲۸
سال	۲۰۱۰	min	max	mean	SD	۰/۹۲	۰/۹۵	۰/۹۸
شاخص	BI index	۰	۲۵۵	۴۷/۹۸۸۴۳۴	۷۱/۱۸۵۵۷۸	۱۱۹/۱۷۴۰۱	۱۹۰/۳۵۹۵۹	۲۶۱/۵۴۵۱۷
شاخص	Si index	۰	۲۵۵	۵۴/۶۶۰۹	۷۷/۴۱۶۱۰۱	۱۳۲/۰۷۷	۲۰۹/۴۹۳۱	۲۸۶/۹۰۹۲
سال	۲۰۱۵	min	max	mean	SD	۰/۹۲	۰/۹۵	۰/۹۸
شاخص	BI index	۰	۲۵۵	۵۵/۱۳۱۵۲۴	۷۷/۴۷۲۸۴۸	۱۳۲/۶۰۴۲۷	۲۱۰/۰۷۷۰۲	۲۸۷/۵۴۹۷۷
شاخص	Si index	۰	۲۵۵	۶۰/۳۰۶۵۸۸	۸۲/۳۰۵۰۶۹	۱۴۲/۶۱۱۶۶	۲۲۴/۹۱۶۷۳	۳۰۷/۲۲۱۸
سال	۲۰۱۷	min	max	mean	SD	۰/۹۲	۰/۹۵	۰/۹۸
شاخص	BI index	۰	۲۵۵	۴۳/۰۱۵۱۵۷	۶۴/۸۳۴۱۰۳	۱۰۷/۸۴۹۲۶	۱۷۲/۶۸۳۳۶	۲۳۷/۵۱۷۴۷
شاخص	Si index	۰	۲۵۵	۴۹/۱۹۰۶۷۸	۷۰/۸۵۳۳۰۷	۱۲۰/۰۴۳۹۹	۱۹۰/۸۹۷۲۹	۲۶۱/۷۵۰۶

مقادیر دو شاخص شوری برای سال های ۲۰۱۷، ۲۰۱۵، ۲۰۱۰، ۲۰۰۵، ۲۰۰۰ در محیط نرم افزار ENVI و GIS محاسبه و در نقشه خروجی مناطق دارای شوری با رنگ قرمز در محدوده مورد مطالعه نشان داده شده است (اشکال شماره ۴). با توجه به اینکه شاخص NDSI برای مشخص کردن زمین های شور حداقل برای سرزمینی با مشخصات آب و هوایی، توپوگرافی و ژئومورفولوژیکی استان ایلام بسیار حساس بوده و نتایج آن غیر واقعی و با نتایج شاخص های BI و SI متفاوت بود، به همین خاطر در این مطالعه به نتایج شاخص NDSI استناد نشده است. بر اساس نتایج حاصله از تجزیه و تحلیل تصاویر ماهواره‌ای (لندست ۷ و ۸)، زمین های دارای شوری به طور صدرصد در غرب و جنوب غرب استان ایلام (زیر حوضه های مهران، موسیان-آبدانان، دشت عباس غربی – شرقی و مولاب) واقع هستند. با توجه به بازدید های میدانی و نمونه برداری خاک جهت آزمایش از مناطق مختلف استان ایلام نیز مشخص شد که مقادیر PH زیر حوضه مهران، جنوب دهلران و پایین دست سد سیمره بالای ۸/۵ بوده و نشان از قلیایی و سدیمی‌بودن خاک این مناطق دارد و دیگر نمونه ها داری خاک غیر شور – معمولی تا کمی‌شور را نشان می‌دهند (جدول شماره ۵). یعنی نتایج تجزیه و تحلیل های سنجش از دوری تا حدودی داده های بدست آمده از برآورد میزان EC و PH خاک در منطقه مورد مطالعه را تایید می‌کند (قسمت آزمایشگاه خاک). به طور کلی از نقشه های تولید شده در بخش شوری می‌توان نتیجه گرفت که میزان شوری از سال ۲۰۰۰ به سمت سال ۲۰۱۷ با شیب آرامی‌در حال کاهش است. که دلیل آن می‌توان زیر کشت رفتن زمین های شور و ایجاد طرح های جنگل کاری در بخش های غربی استان توسط سازمان منابع طبیعی در سال های اخیر برای جلو گیری از بیابانزایی و مقابله با ریزگردها دانست. در راستای جنگل کاری و مقابله با بیابانزایی استان ایلام به عنوان پایلوت کشور برگزیده شده است (مدیر کل منابع طبیعی استان ایلام). به طور مثال طرح ۸۲ کیلومتری جنگل‌کاری در داخل کشور عراق و از سمت

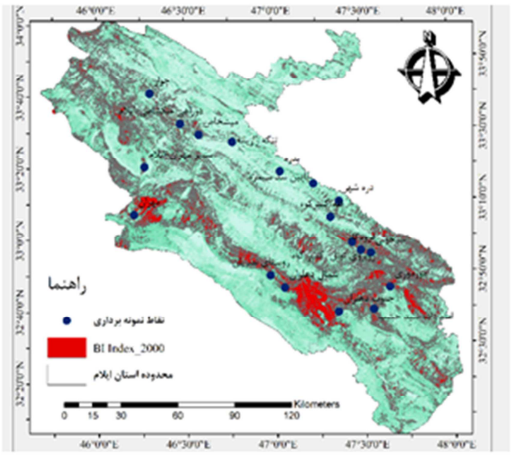
مرز مهران و زرباطیه عراق در استان ایلام در حال انجام است. همچنین بنا بر گفتهٔ آذرکردار مدیرکل منابع طبیعی و آبخیزداری ایلام بر اساس اطلاعات و آمارهای موجود، اکنون هشت و نیم برابر ظرفیت مراتع دام در عرصه های ملی این استان وجود دارد. و علاوه بر این برای دامدار های غیر بومی(کرمانشاه و همدان) نیز در فصل پاییز و زمستان پروانه چرا صادر می‌شود و از مراتع جنوب استان برای چراگاه استفاده می‌کنند. که این باعث شده بحران تخریب زمین و پوشش گیاهی در غرب و جنوب غرب استان بیشتر و بیشتر شود، هر چند طرح های آبخیز داری و جنگل کاری در مهران و پایین دست رودخانه دویرج در چند سال اخیر هنوز آنطور که باید نتوانسته از تخریب زمین و شوری خاک در این مناطق جلوگیری کند. در نهایت با توجه به وسعت بیابان‌های استان (۴۲۵هزار هکتار)، طرح جنگل کاری و بیابان زدایی در وسعت حدود ۴۰ هزار هکتار در زیر حوضه های مهران و دهلران در سال های اخیر نتوانسته تخریب زمین (انسانی و طبیعی) در غرب استان ایلام را مهار کند.

جدول ۵ : اطلاعات مربوط به نمونه های خاک

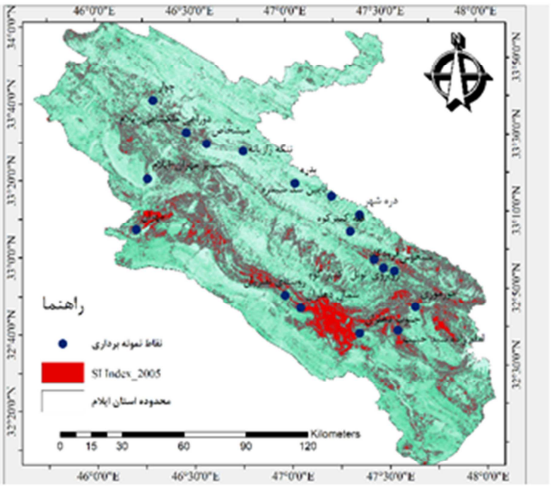
مکان نمونه برداری	مقدار EC	مقدارPH	نوع خاک	مقایسه بر اساس نوع خاک منطبق بر نقشه خاک ایران (شکل شماره ۱)	ارتفاع منطقه از سطح دریا
مورموری	۰/۷۴۵	۸/۱۷	خاک غیر شور	خاک های لم یزرع وبدلندی	۵۴۶
امام زاده سید حبیب	۰/۶۸۴	۸/۱	خاک غیر شور	خاک های لم یزرع وبدلندی	۳۰۸
جنوب دهلران	۱/۸	۸/۵۴	سدیمی-قلیایی	محدوده تحت تاثیر تپه های ماسه ای	۲۷۳
شمال دهلران	۱/۴۷	۸/۱۹	خاک غیر شور	خاک های لم یزرع وبدلندی	۳۰۹
روستای نصریان	۱/۲۲	۸/۳۱	خاک غیر شور	خاک های لم یزرع و بدلندی	۲۹۸
مهران	۲/۸۱	۸/۶۶	سدیمی-قلیایی	آنتیسول یا خاک های تازه تشکیل شده بارور	۱۶۰
مسیر مهران-ایلام	۰/۷۳۵	۸/۱	خاک غیر شور	خاک های لم یزرع وبدلندی	۴۲۶
چوار	۲	۷/۹۳	خاک غیر شور	رخنمون سنگی و خاک های جوان	۱۰۶۰
دوراهی ملکشاهی-ایلام	۱/۳۲	۸/۱۸	خاک غیر شور	رخنمون سنگی و خاک های جوان	۱۳۱۷
میشخاص	۰/۵۹۷	۸/۰۳	خاک غیر شور	رخنمون سنگی و خاک های جوان	۱۳۲۴
تنگه رازیانه	۱/۳۵	۸/۲۹	خاک غیر شور	رخنمون سنگی و خاک های جوان	۱۱۳۰
بدره	۰/۳۸۸	۸/۴۹	خاک غیر شور	رخنمون سنگی و خاک های جوان	۹۸۷
پایین سد سیمره	۲/۰۵	۸/۵۷	سدیمی-قلیایی	خاک های لم یزرع وبدلندی	۶۴۷
دره شهر	۰/۸۴۵	۸/۴۳	خاک غیر شور	خاک های لم یزرع وبدلندی	۶۴۶
قله کبیرکوه	۰/۴۱۲	۸/۲۸	خاک غیر شور	رخنمون سنگی و خاک های جوان	۱۴۳۷
سیخونی	۲/۴۷	۷/۷۴	خاک غیر شور	خاک های لم یزرع وبدلندی	۷۵۸
فرودگاه	۰/۷۹۵	۸/۱۴	خاک غیر شور	خاک های لم یزرع وبدلندی	۷۷۸
روبروی تونل کبیر کوه	۰/۵۵۹	۸/۳۴	خاک غیر شور	خاک های لم یزرع وبدلندی	۸۳۰
میانگین	۱/۱۸	۸/۲	خاک غیر شور	----------	۷۳۳
حداقل	۰/۳۸۸	۷/۷۴	----------	----------	۱۶۰
حد اکثر	۲/۸۱	۸/۶۶	----------	----------	۱۴۳۷



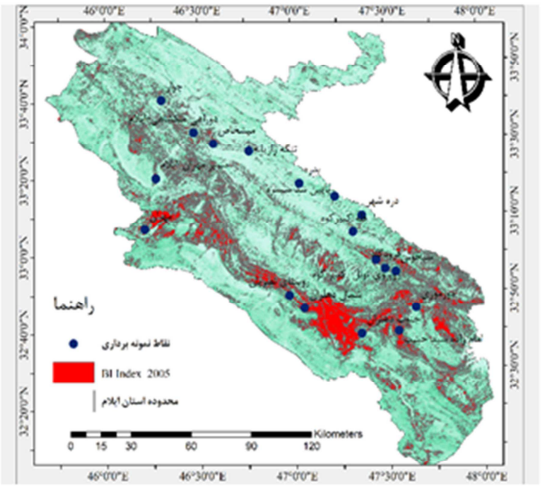
نقشه شوری شاخص SI برای سال ۲۰۰۰



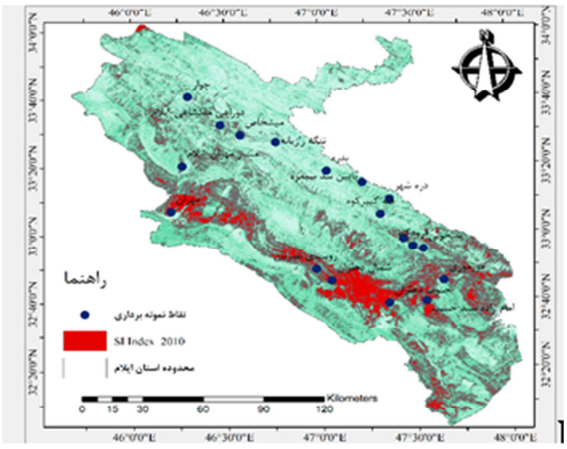
نقشه شوری شاخص BI برای سال ۲۰۰۰



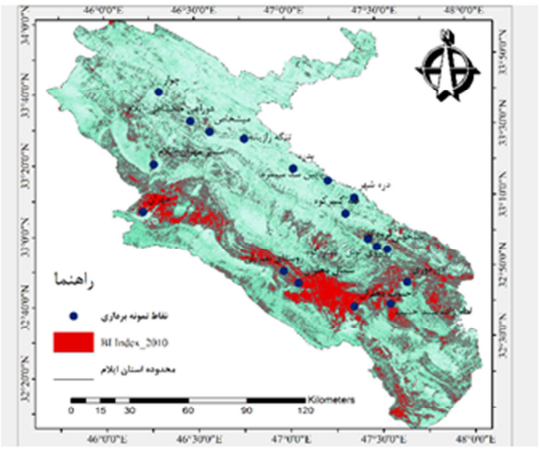
نقشه شوری شاخص BI برای سال ۲۰۰۵



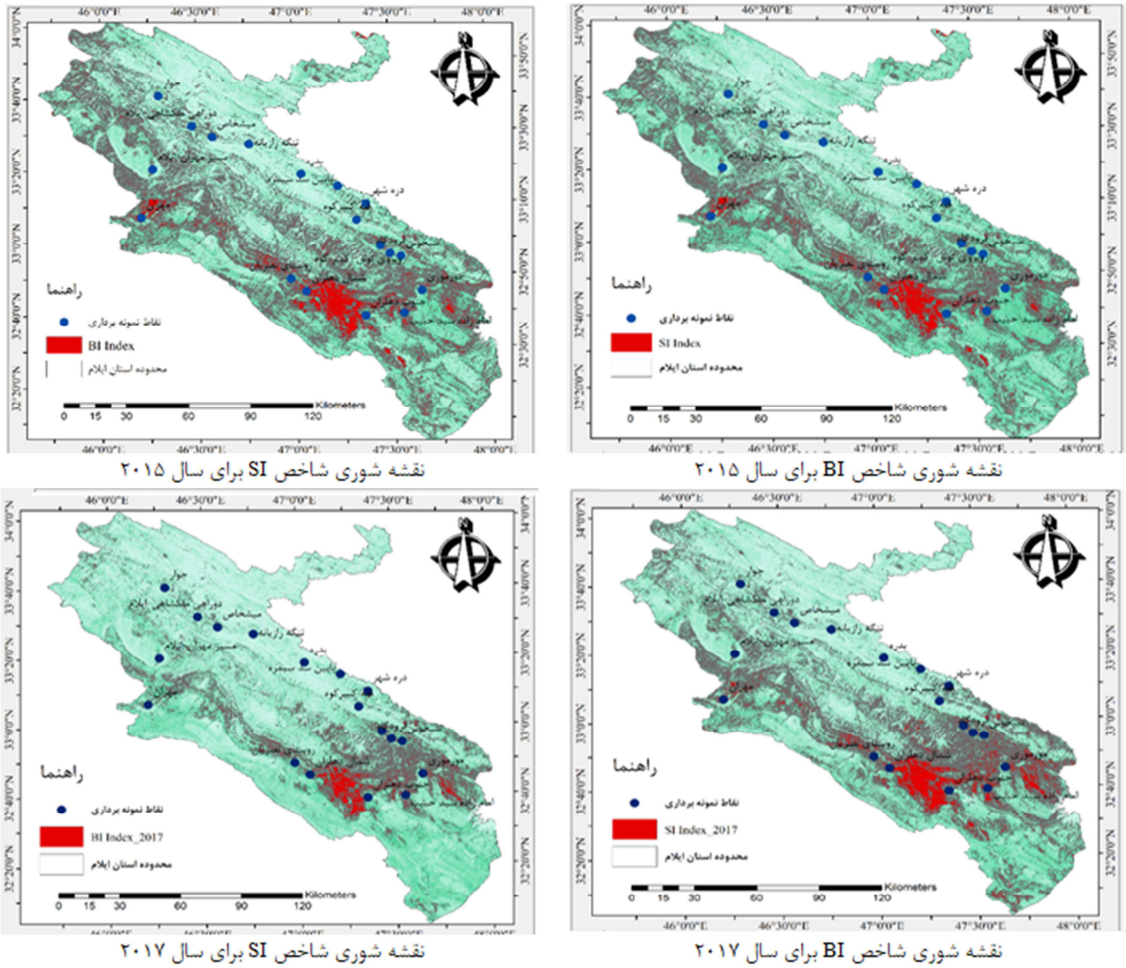
نقشه شوری شاخص SI برای سال ۲۰۰۵



نقشه شوری شاخص BI برای سال ۲۰۱۰



نقشه شوری شاخص SI برای سال ۲۰۱۰



شکل ۴: نقشه های شاخص BI و SI شوری خاک برای سال های (۲۰۱۷-۲۰۱۵-۲۰۱۰-۲۰۰۵-۲۰۰۰)

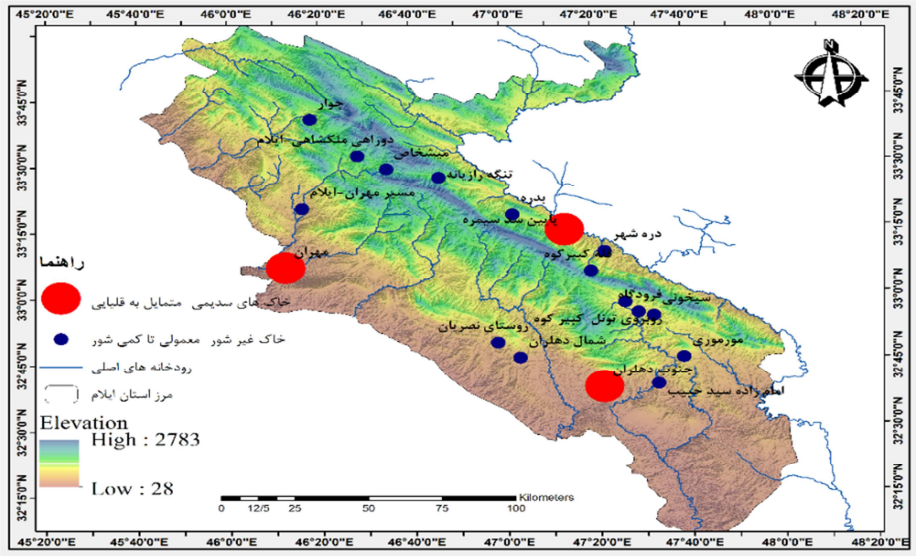
آزمایشگاه خاک

با توجه به جداول EC و PH (جداول شماره ۳ و ۵) و همچنین با توجه به نتایج بدست آمده از آزمایش نمونه های خاک (جدول شماره ۵) در سطح استان ایلام مشخص شد که مقدار EC یا هدایت الکتریکی در تمام نمونه ها کمتر از ۴ می‌باشد و نشان می‌دهد خاکهای استان ایلام در مناطقی که نمونه برداری صورت گرفته خاکهای غیر شور هستند. و مقدار PH در کمترین مقدار خود ۷/۷۴ و در بیشترین مقدار ۸/۶۶ بوده است که بجز خاکهای جنوب دهلران (۸/۵۴)، پایین دست سد سیمره (۸/۵۷) و مهران (۸/۶۶) که متمایل به قلیایی است که در نقشه های تهیه شده موقعیت نمونه های خاک بخوبی نمایش داده شده است (اشکال شماره ۴و۵)، دیگر نمونه ها نشان دهندهٔ خاکهای معمولی غیر شور تا کمی‌شور می‌باشد. همانطور که در مناطق خیلی مرطوب و بارانی به علت شسته شدن کاتیونهای بازی، خاک حالت اسیدی به وجود می‌آید و بر عکس در نواحی گرم و خشک خاکها اغلب قلیایی هستند، نتایج این آزمایشات نیز با توجه به وضعیت گرم و خشک در غرب منطقه به واقعیت نزدیک است (اشکال ۴و۵). PH قلیایی

باعث می‌شود که حلالیت عناصر غذایی ضروری برای گیاه کاهش پیدا بکند و کمبود عناصر غذایی مثل سرب (pb)، آهن (fe)، روی (zn) و منگنز (mn) در گیاه مشاهده شود.

جدول ۶ : راهنمای طبقه بندی خاک‌های شور (*خورسندی و همکاران، ۱۳۹۵*)

معیار	عنوان فارسی	خاک غیرشور	خاک شور	خاک شور –سدیمی	خاک سدیمی
EC	هدایت الکتریکی	< ۴	> ۴	> ۴	< ۴
SAR	نسبت سدیمی‌شدن	<۱۳	<۱۳	>۱۳	>۱۳
ESP	درصد سدیم تبادلی	<۱۵	<۱۵	>۱۵	>۱۵
pH	فشار هیدروژن	<۸/۵	≤۸/۵	≤۸/۵	>۸/۵ (۹-۱۰)
شرایط فیزیکی		طبیعی	طبیعی	متغیر	ضعیف
رنگ		طبیعی	روشن–سفید	سفید–خاکستری	تیره–سیاه
❖	❖ مقدار SAR= 13 تقریبا برابر ESP = 15				



شکل ۴: نقشه موقعیت نقاط خاکهای غیر شور و سدیمی–قلیایی در سطح استان ایلام

نتیجه گیری

به طور کلی خاکهای تحت تأثیر نمک در طول موج های مرئی (۰/۵۵ تا ۰/۷۷ میکرومتر) و مادون قرمز نزدیک (۰/۹ تا ۱/۳ میکرومتر) و ناحیهٔ مادون قرمز میانی (۱/۹۴ تا ۲/۱۵ میکرومتر) خودشان را نشان می‌دهند. در این راستا مقادیر سه شاخص شوری NDSI, BI, SI برای سال های ۲۰۱۷، ۲۰۱۵، ۲۰۱۰، ۲۰۰۵، ۲۰۰۰ در محیط نرم افزار ENVI و GIS جهت ارزیابی شوری خاک در استان ایلام محاسبه و مناطق دارای شوری با رنگ قرمز در نقشه خروجی در محدوده مورد مطالعه نمایش داده شد. با توجه به اینکه شاخص NDSI برای مشخص کردن زمین های شور حداقل برای سرزمینی با مشخصات آب و هوایی، توپوگرافی و ژئومورفولوژیکی استان ایلام بسیار حساس بوده و نتایج آن غیر واقعی و با نتایج شاخص های BI و SI متفاوت بوده، به همین خاطر در این مطالعه به نتایج شاخص

NDSIاستناد نشده است. بر اساس نتایج حاصله از تجزیه و تحلیل تصاویر ماهواره ای (لندست ۷ و ۸) زمین های دارای شوری به طور صدرصد در غرب و جنوب غرب استان ایلام (زیر حوضه های مهران، موسیان-آبدانان، دشت عباس غربی – شرقی و مولاب) واقع هستند. همچنین برای صحت سنجی نتایج حاصله از داده های سنجش از راه دور اقدام به بازدید های میدانی و نمونه برداری خاک جهت آزمایش از مناطق مختلف استان ایلام شد که مقادیر PH زیر حوضه مهران، جنوب دهلران و پایین دست سد سیمره بالای ۸/۵ بوده و نشان از قلیایی و سدیمی بودن خاک این مناطق دارد و دیگر نمونه ها داری خاک غیر شور – معمولی تا کمی‌شور را نشان می‌دهند. یعنی نتایج تجزیه و تحلیل های سنجش از دوری تا حدودی داده های بدست آمده از برآورد میزان EC و PH خاک در منطقه مورد مطالعه را تایید می‌کند. به طور کلی از نقشه های تولید شده در بخش شوری می‌توان نتیجه گرفت که میزان شوری از سال ۲۰۰۰ به سمت سال ۲۰۱۷ با شیب آرامی بخصوص در زیر حوضهٔ مهران در حال کاهش است. که دلیل آن با توجه به بازدید میدانی از منطقه می‌تواند به علت زیر کشت رفتن زمین های شور و ایجاد طرح های جنگل کاری در بخش های غربی استان توسط سازمان منابع طبیعی در سال های اخیر برای جلو گیری از بیابانزایی و مقابله با ریزگردها و همچنین تسطیح اراضی زیادی از زیر حوضهٔ مهران جهت پارکینگ مسافران زیارتی کربلا دانست. زیرا که استان ایلام به عنوان پایلوت کشور در راستای جنگل کاری و مقابله با بیابانزایی برگزیده شده است (مدیر کل منابع طبیعی استان ایلام). به طور مثال طرح ۸۲ کیلومتری جنگلکاری در داخل کشور عراق و از سمت مرز مهران و زرباطیه عراق در استان ایلام در حال انجام است (در سال های اخیر جهت رفاه حال مسافران زیارتی کربلا). همچنین بنا بر گفتهٔ مسئولین اداره ی منابع طبیعی و آبخیزداری ایلام بر اساس اطلاعات و آمارهای موجود، اکنون هشت و نیم برابر ظرفیت مراتع دام در عرصه های ملی این استان وجود دارد. و علاوه بر این برای دامدار های غیر بومی(کرمانشاه و همدان) نیز در فصل پاییز و زمستان پروانه چرا صادر می‌شود و از مراتع جنوب استان برای چراگاه استفاده می‌کنند. که این باعث شده بحران تخریب زمین و پوشش گیاهی در غرب و جنوب غرب استان بیشتر و بیشتر شود، و به وسعت زمین های لم یزرع و شور در منطقه افزوده شود. هر چند طرح های آبخیز داری و جنگل کاری در مهران و پایین دست رودخانه دویرج در چند سال اخیر هنوز آنطور که باید نتوانسته از تخریب زمین در این مناطق جلوگیری کند. در نهایت با توجه به وسعت بیابانهای استان (۴۲۵هزار هکتار)، طرح جنگل کاری و بیابان زدایی در وسعت حدود ۴۰ هزار هکتار در زیر حوضه های مهران و دهلران در سال های اخیر نتوانسته تخریب زمین (انسانی و طبیعی) در نوار غربی استان ایلام را مهار کند. به طوری کلی پایش تخریب سرزمین در منطقهٔ مورد مطالعه به لحاظ شوری خاک در نوار غربی محدودهٔ مورد مطالعه متمرکز شده و نتایج جهت مدیریت بیشتر در این زمینه به مدیران و سازمان‌های مربوطه پیشنهاد می‌شود.

به طور کلی آزمایش نمونه های خاک: نشان داد که نتایج محاسبات PH, EC نمونه های خاک در منطقه مشخص شد که مقدار EC یا هدایت الکتریکی در تمام نمونه ها کمتر از ۴ می‌باشد و نشان می‌دهد خاکهای استان ایلام در مناطقی که نمونه برداری صورت گرفته خاکهای غیر شور هستند. و مقدار PH در کمترین مقدار خود ۷/۷۴ و در بیشترین مقدار ۸/۶۶ بوده است که بجز خاکهای جنوب دهلران (۸/۵۴)، پایین دست سد سیمره (۸/۵۷) و مهران (۸/۶۶) که متمایل به قلیایی است، دیگر نمونه ها نشان دهندهٔ خاکهای معمولی غیر شور تا کمی‌شور می‌باشد.

همانطور که در مناطق خیلی مرطوب و بارانی به علت شسته شدن کاتیونهای بازی، خاک حالت اسیدی پیدا می‌کند و بر عکس در نواحی گرم و خشک خاکها اغلب قلیایی هستند، نتایج این آزمایشات نیز با توجه به وضعیت گرم و خشک در غرب منطقه به واقعیت نزدیک است. Ph قلیایی باعث می‌شود که حلالیت عناصر غذایی ضروری برای گیاه کاهش پیدا بکند و کمبود عناصر غذایی مثل سرب (pb)، آهن (fe)، روی (zn) و منگنز (mn) در گیاه مشاهده شود. در ادامه نمونهٔ خاکهای مهران، جنوب دهلران و پایین دست سد سیمره در طبقه خاکهای سدیمی- قلیایی قرار می‌گیرند. این نتایج آزمایشگاه نمونه های خاک در منطقه تقریباً با نتایج سنجش از دوری مطالعهٔ شوری یکسان است و دقیقاً همان مناطقی که از طریق شاخص های شوری به عنوان زمین های شور معرفی شدند در نتایج آزمایشگاه نیز همان نتایج بدست آمد.

منابع

خدادادی، مارال؛ عسکری، محمدصادق؛ سرمدیان، فریدون؛ رفاهی، حسینقلی؛ نوروزی، علی اکبر؛ حیدری، احمد؛ متین فر، حمیدرضا. (۱۳۸۸)، تهیه نقشه خاک های تحت تاثیر شوری با استفاده داده های سنجنده+ETM از در بخشی از دشت قزوین، مجله مهندسی و مدیریت آبخیز، جلد۱، شماره۲، صص ۱۱۱-۹۹. https://journals.ut.ac.ir/article_12775.html

خورسندی، فرهاد؛ هاشمی نژاد، یوسف. (۱۳۹۵). کشاورزی در شرایط شور راهنمای تصویری ویژه زارعین، باغداران و مروجان کشاورزی (راهنمای شماره ۳ : طبقه بندی خاکهای شور)، جزوه، نشر، انتشار و استفاده از این مطالب برای بهره برداران کشاورزی آزاد و بلامانع است.

دشتکیان، کاظم؛ پاک پرور، مجتبی؛ عبدالهی، جلال. (۱۳۷۸)، بررسی روشهای تهیه نقشه شوری خاک با استفاده از داده های ماهواره ای لندست در منطقه مروست، فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۱۵ ، شمارهٔ ۲، صص ۱۳۹-۱۵۷.

دلاوری، کامیاب، ابوالفضل؛ وروانی، جواد؛ ترنج زر، حمید؛ احمدی، عباس. (۱۳۹۲)، ارزیابی روشهای شاخص شوری BI و شاخص شوری NDSI در تهیه نقشه هی شوری خاک مطالعهٔ موردی منطقهٔ فراهان، اولین همایش توسعهٔ پایدار کشاورزی با کاربرد الگوی زراعی ۲۴ بهمن، صص ۶-۱./https://civilica.com/doc/278129

عبدی زاده، سعیده؛ ترنج زر، حمید؛ احمدی، عباس. (۱۳۹۳)، ارزیابی روش های شاخص شوری SI و شاخص روشنایی BI در تهیه نقشه شوری خاک در مناطق خشک و نیمه خشک با استفاده از داده های سنجش از دور، همایش ملی زیست بوم پایدار و توسعه- ۱۸ اردیبهشت ماه، صص ۱۰-۱./https://civilica.com/doc/256801

علوی پناه، سید کاظم. (۱۳۸۲)، کاربرد سنجش از دور در علوم زمین (علوم خاک)، انتشارات دانشگاه تهران. صص ۴۹۶.

متین فر، حمیدرضا؛ ظهرنیا، علیرضا. (۱۳۹۷)، مقایسه شاخصهای مختلف استخراج شده از تصاویر ماهواره لندست به منظور بررسی تغییرات شوری خاک در منطقه جنوب غربی استان خوزستان، اولین همایش بین المللی و سومین همایش ملی مدیریت پایدار منابع خاک و محیط زیست ۱۳ و ۱۴ شهریورماه، صص ۸-۱./https://civilica.com/doc/808498

مشکوه، محمد علی. (۱۳۷۷)، روشی موقت برای ارزیابی و تهیه نقشه بیابان زایی (سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد و برنامه زیست ملل متحد)، ترجمه، موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع.

Ahmadia, A., Kazemi, A., Toranjzarc, H. (2018). Comparison of spectrum indices for mapping soil salinity in saline lands of Chezan plain (Markazi province), J Desert 23-2 (2018) PP 211-220.

Akramkhanov, A., Martius, C., Park, S. J., Hendrickx, J. M. H. (2011). "Environmental factors of spatial distribution of soil salinity on flat irrigated terrain." Geoderma, 163(1-2): pp 55-62.

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): pp 373-385.

Allen, J. C., Barnes, D. F. (1985). The causes of deforestation in developing countries, Annals f the Association of American Geographers 75 (2): pp 163–184, 1985.

Asfaw, E., Suryabhagavan, K.V., Argaw, M. (2016). Soil salinity modeling and mapping using remote sensing and GIS: The case of Wonji sugar cane irrigation farm, Ethiopia, Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, pp:1-9, http://dx.doi.org /10.1016/j.jssas.2016.05.003.

Azabdaftari, A., Sunarb, F. (2016). SOIL SALINITY MAPPING USING MULTITEMPORAL LANDSAT DATA, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLI-B7, 2016 XXIII ISPRS Congress, 12–19 July 2016, Prague, Czech Republic, PP 3-9. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLI-B7-3-2016.

Bashir, N., Azalarib0, A., Hamdi, Z. (2013). Soil Salinity Mapping Model Developed Using RS and GIS in Libya, Conference: Annual International Conference 7th Edition of Geotunis At: Southern Hammamet, Tunis, https://www.researchgate.net/publication/272886801_Soil_Salinity_Mapping_Model_Developed_Using_RS_and_GIS_in_Libya. Pp 1-4.

Batjes, N. H. (2001). Options for increasing carbon sequestration in West African soils: an explanatory study with special focus on Senegal. Land Degradation & Development 12: pp 131-142.

Bouaziz, M., Matschullat, J., Gloaguen, R. (2011). Improved remote sensing detection of soil salinity from a semi-arid climate in Northeast Brazil. Comptes Rendus Geoscience. 343. pp795-803.

Chen, H., Gengxing, Z., Yuhuan, L., Danyang, W., Ying, M. (2019). Monitoring the seasonal dynamics of soil salinization in the Yellow River delta of China using Landsat data. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 19, 1499–1508, 2019, pp1500-1508 https://doi.org/10.5194/nhess-19-1499-2019.

Farifteh, J., Farshad, A., George, R. (2006). "Assessing salt-affected soils using remote sensing, solute modelling, and geophysics." Geoderma 130(3): pp 191-206.

Homas, D.S.G., Middleton N.J. (1994). Desertification exploding the myth.Wiley Blackwell.

Huang, J. Y., Shi, Z., Biswas, A. (2015): Characterizing Anisotropic Scale-specific Variations in Soil Salinity from a Reclaimed Marshland in China, Catena, 131, 64–73, https://doi.org/10.1016/j.catena.2015.04.017.

Metternicht, G., Richardson, D., Castree, N., Goodchild, M., Kobayashi, A., Liu, W., Marston, R., John Wiley., Sons. (2017). Soils: Salinization. The International Encyclopedia of Geography, DOI: 10.1002/9781118786352.wbieg1044, pp 1-10.Eds.

Oldeman, L. R., Hakkeling, R. T. A., Sombroek, W. G. (1991). World map of the status of humaninduced soil degradation: an explanatory note. UNEP and ISRIC, Wageningen, the Netherlands.

Safriel, U., Z. Adeel, D. Niemeijer, J. Puigdefabregas, R. White, R. Lal, M. Winslow, J. Ziedler, S. Prince, E. Archer, C. King, B. Shapiro, K. Wessels, T. Nielsen, B. Portnov, I. Reshef, J. Thonell, E. Lachman, and D. McNab. (2005). Dryland systems. In R.M. Hassan, R.J. Scholes & N. Ash (Eds.) Millenium Ecosystem Assessment: Ecosystems and Human Well-being: Current State 1 and Trends: Findings of the Condition and Trends Working Group. Washington, DC: Island Press, PP: 623-662.

Samieea, M., Ghazavia, R., Pakparvarb, M., Valia, A.A. (2018). Mapping spatial variability of soil salinity in a coastal area located in an arid environment using geostatistical and correlation methods based on the satellite data, J Desert 23-2 (2018), pp 233-242.

UNCCD, (1994). United Nations Convention to Combat Desertification in Countries Experiencing Serious Drought And or Desertification, Particularly in Africa, A/AC.241 /27, Paris. http://www.unccd.int/convention /text/pdf/conv-eng.pdf.

UNU. (2006). International year of deserts and desertification. United Nations University–Institute for Water, Environment and Health, http://inweh.unu.edu/ desert ification06/ (accessed March 15th 2014). 2006.

Vogt, J.V., U. Safriel, G. Von Maltitz, Y. Sokona, R. Zougmore, G. Bastin, and J. Hill. (2011). Monitoring and assessment of land degradation and desertification: Towards new conceptual and integrated approaches, Land Degradation & Development DOI:10.1002/ldr.1075, 2011.

Ward, D., Ngairorue, B. T., Kathena, J., Samuels, R., Ofran, Y. (1998). Land degradation is not a necessary outcome of communal pastoralism in arid Namibia, Journal of Arid Environments 40: pp 357–371, 1998

Yong-Ling, W., Peng, G., Zhi-Liang, Z. H. U. (2010). A Spectral Index for Estimating Soil Salinity in the Yellow River Delta Region of China Using EO-1 Hyperion Data. Pedosphere 20(3): pp 378-388.

Zhao, W., Wei, H., Jia, L., Daryanto, S., Zhang, X., Liu, Y. (2018): Soil erodibility and its influencing factors on the Loess Plateau of China: a case study in the Ansai watershed, Solid Earth, 9, pp 1507–1516, https://doi.org/10.5194/se-9-1507-2018.

Research Article

Monitoring of Soil Salinity in Land Destruction Using Remote Sensing Techniques (Ilam Province Case Study)

Noorallah Nikpour[1], Samad Fotoohi[2*], Hossein Negaresh[3], Shahram Bahrami[4], Seyed Zeynalabedin Hosseini[5]

1. PhD Student of Geomorphology, Faculty of Geography and Environmental Planning, Sistan and Baluchestan University, Zahedan, Iran
2*. Associate Professor, Dept of Physical Geography, Faculty of Geography and Environmental Planning, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran.
3. Professor, Dept of Physical Geography, Faculty of Geography and Environmental Planning, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran.
4. Associate Professor, Dept of Physical Geography, School of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
5. Assistant professor, Faculty of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, Iran

Received: 01-12-2019 Final Revised: 21-11-2020 Accepted: 23-12-2020

Abstract

Soil salinization is one of the dominant processes of land degradation in arid and semi-arid regions. Soil salinity is one of the most important problems affecting many parts of the world. Salty soils in agricultural areas reduce the annual crop yield of most crops. As a first step, soil sampling and Landsat images are pre-processed. Different salinity indices such as NDSI (normalized salinity index), BI (brightness index) and SI (salinity index) were used to map the salinity of the study area. As well as Laboratory measurements of electrical conductivity (EC) and soil acidity (pH) have also been performed. In this regard, the values of three salinity indices NDSI, BI, SI for 2017, 2015, 2010, 2005, and 2000 were calculated in ENVI and GIS software. Based on the results of satellite imagery analysis, saline soils in the west and southwest of Ilam province (sub-basins of Mehran, Musian-Abdanan, Abbas-west-east and Molab basins) are located. According to field surveys and soil sampling for different areas of Ilam province, it was found that pH values below Mehran basin, south Dehloran and downstream of Simareh Dam are above 8.5 and indicate alkaline and sodium soils. And other examples show unusual, up to slightly salted soil. This means that the results of the remote sensing analyzs partially confirm the data obtained from estimating soil EC and pH values in the study area.

Keywords: Soil salinity, Land degradation, SI, BI indices, remote sensing, Ilam province.

* Corresponding Author Email: fotohi@gep.usb.ac.ir

References

References (in Persian)

Abdizadeh, Saeedeh, Tarang Zare Hamid, Ahmadi Abbas (2014), Evaluation of SI Salinity Index and BI Lighting Index Methods for Soil Salinity Mapping in Arid and Semi-Arid Areas Using Remote Sensing Data, National Sustainable Ecological Conference And Development - May 18, pp. 1-10. [In Persian].

Alavi Panah Seyed Kazem (2003), Application of Remote Sensing in Geosciences, Tehran University Press. Pp. 475-478. [In Persian].

Delavari Kamyab Abolfazl, Verwani Javad, Tarang Zar Hamid and Ahmadi Abbas (2013), Evaluation of BI Salinity Index and NDSI Salinity Index in Soil Salinity Mapping Case Study of Farahan Region, First Conference on Sustainable Agricultural Development Using 24 Bahman Agronomic Model, pp 1-6. [In Persian].

Khodadadi Maral, Askari Mohammad Sadegh, Sarmadian Fereidoun, Rafahi Hosseinkoli, Noroozi Ali Akbar, Heidari Ahmad and Matinfar Hamid Reza (2009), Mapping of Soils Affected by Salinity Using ETM + Sensor Data in Part of Qazvin Plain, Journal of Engineering and Watershed Management, Volume 1, Number 2, pp. 99-111. [In Persian].

Dashtakian Kazem, Pakparvar Mojtaba and Abdollahi Jalal (1999), Surveying Methods of Soil Salinity Mapping Using Landsat Satellite Data in Marvast Area, Iranian Journal of Range and Desert Research, Volume 15, Number 2, pp. 139- 157. [In Persian].

Matinfar Hamidreza, Zahrnia Alireza (1397), Comparison of Different Indices Extracted from Landsat Satellite Images to Investigate Soil Salinity Changes in Southwest of Khuzestan Province, First International Conference and Third National Conference on Sustainable Soil and Environmental Resources Management 13 and 14 September, pp. 1-8. [In Persian].

Mohammad Ali Meshkouh (1998), a Provisional Method for Evaluation and Preparation of Desertification (UN Food and Agriculture Organization and United Nations Biodiversity Program), Translation, Institute of Forests and Rangelands Research. Pp: 1-15 [In Persian]

References (in English)

Ahmadia, A., Kazemi, A., Toranjzarc, H. (2018). Comparison of spectrum indices for mapping soil salinity in saline lands of Chezan plain (Markazi province), J Desert 23-2 (2018) PP 211-220.

Akramkhanov, A., Martius, C., Park, S. J., Hendrickx, J. M. H. (2011). "Environmental factors of spatial distribution of soil salinity on flat irrigated terrain." Geoderma, 163(1-2): pp 55-62.

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): pp 373-385.

Allen, J. C., Barnes, D. F. (1985). The causes of deforestation in developing countries, Annals f the Association of American Geographers 75 (2): pp 163–184, 1985.

Asfaw, E., Suryabhagavan, K.V., Argaw, M. (2016). Soil salinity modeling and mapping using remote sensing and GIS: The case of Wonji sugar cane irrigation farm, Ethiopia, Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, pp:1-9, http://dx.doi.org /10.1016/j.jssas.2016.05.003.

Azabdaftari, A., Sunarb, F. (2016). SOIL SALINITY MAPPING USING MULTITEMPORAL LANDSAT DATA, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLI-B7, 2016 XXIII ISPRS Congress, 12–19 July 2016, Prague, Czech Republic, PP 3-9. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLI-B7-3-2016.

Bashir, N., Azalarib0, A., Hamdi, Z. (2013). Soil Salinity Mapping Model Developed Using RS and GIS in Libya, Conference: Annual International Conference 7th Edition of Geotunis At: Southern Hammamet, Tunis, https://www.researchgate.net/publication/272886801_Soil_Salinity_Mapping_Model_Developed_Using_RS_and_GIS_in_Libya. Pp 1-4.

Batjes, N. H. (2001). Options for increasing carbon sequestration in West African soils: an explanatory study with special focus on Senegal. Land Degradation & Development 12: pp 131-142.

Bouaziz, M., Matschullat, J., Gloaguen, R. (2011). Improved remote sensing detection of soil salinity from a semi-arid climate in Northeast Brazil. Comptes Rendus Geoscience. 343. pp795-803.

Chen, H., Gengxing, Z., Yuhuan, L., Danyang, W., Ying, M. (2019). Monitoring the seasonal dynamics of soil salinization in the Yellow River delta of China using Landsat data. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 19, 1499–1508, 2019, pp1500-1508 https://doi.org/10.5194/nhess-19-1499-2019.

Farifteh, J., Farshad, A., George, R. (2006). "Assessing salt-affected soils using remote sensing, solute modelling, and geophysics." Geoderma 130(3): pp 191-206.

Homas, D.S.G., Middleton N.J. (1994). Desertification exploding the myth.Wiley Blackwell.

Huang, J. Y., Shi, Z., Biswas, A. (2015): Characterizing Anisotropic Scale-specific Variations in Soil Salinity from a Reclaimed Marshland in China, Catena, 131, 64–73, https://doi.org/10.1016/j.catena.2015.04.017.

Metternicht, G., Richardson, D., Castree, N., Goodchild, M., Kobayashi, A., Liu, W., Marston, R., John Wiley., Sons. (2017). Soils: Salinization. The International Encyclopedia of Geography, DOI: 10.1002/9781118786352.wbieg1044, pp 1-10.Eds.

Oldeman, L. R., Hakkeling, R. T. A., Sombroek, W. G. (1991). World map of the status of humaninduced soil degradation: an explanatory note. UNEP and ISRIC, Wageningen, the Netherlands.

Safriel, U., Z. Adeel, D. Niemeijer, J. Puigdefabregas, R. White, R. Lal, M. Winslow, J. Ziedler, S. Prince, E. Archer, C. King, B. Shapiro, K. Wessels, T. Nielsen, B. Portnov, I. Reshef, J. Thonell, E. Lachman, and D. McNab. (2005). Dryland systems. In R.M. Hassan, R.J. Scholes & N. Ash (Eds.) Millenium Ecosystem Assessment: Ecosystems and Human Well-

being: Current State 1 and Trends: Findings of the Condition and Trends Working Group. Washington, DC: Island Press, PP: 623-662.
Samieea, M., Ghazavia, R., Pakparvarb, M., Valia, A.A. (2018). Mapping spatial variability of soil salinity in a coastal area located in an arid environment using geostatistical and correlation methods based on the satellite data, J Desert 23-2 (2018), pp 233-242.
UNCCD, (1994). United Nations Convention to Combat Desertification in Countries Experiencing Serious Drought And or Desertification, Particularly in Africa, A/AC.241 /27, Paris. http://www.unccd.int/convention /text/pdf/conv-eng.pdf.
UNU. (2006). International year of deserts and desertification. United Nations University–Institute for Water, Environment and Health, http://inweh.unu.edu/ desert ification06/ (accessed March 15th 2014). 2006.
Vogt, J.V., U. Safriel, G. Von Maltitz, Y. Sokona, R. Zougmore, G. Bastin, and J. Hill. (2011). Monitoring and assessment of land degradation and desertification: Towards new conceptual and integrated approaches, Land Degradation & Development DOI:10.1002/ldr.1075, 2011.
Ward, D., Ngairorue, B. T., Kathena, J., Samuels, R., Ofran, Y. (1998). Land degradation is not a necessary outcome of communal pastoralism in arid Namibia, Journal of Arid Environments 40: pp 357–371, 1998
Yong-Ling, W., Peng, G., Zhi-Liang, Z. H. U. (2010). A Spectral Index for Estimating Soil Salinity in the Yellow River Delta Region of China Using EO-1 Hyperion Data. Pedosphere 20(3): pp 378-388.
Zhao, W., Wei, H., Jia, L., Daryanto, S., Zhang, X., Liu, Y. (2018): Soil erodibility and its influencing factors on the Loess Plateau of China: a case study in the Ansai watershed, Solid Earth, 9, pp 1507–1516, https://doi.org/10.5194/se-9-1507-2018.