

بررسی قابلیت تصاویر ماهواره‌ای در طبقه‌بندی خاکهای تحت تأثیر شوری و قلیائیت

مسعود مسعودی^۱

چکیده

شوری و قلیائیت از مهمترین عاملهای کاهنده باروری خاکها در مناطق خشک و نیمه خشک به شمار می‌روند. استفاده از فنون سنجش از راه دور جای خود را در فرایند تهیه نقشه و بررسی توزیع مکانی خاکهای تحت تأثیر نمک گشوده است. در بیشتر موارد، این دسته از خاکها از بازتاب طیفی بیشتری در ناحیه مرئی و مادون قرمز طیف نسبت به خاکهای غیر شور برخوردارند. همچنین، خاکهای خیلی شور نسبت به خاکهای شور و سدیمی متوسط بازتاب طیفی بالاتری دارند. خاکهای تحت تأثیر نمک شامل سه گروه اصلی خاکهای شور، سدیمی و شور و سدیمی می‌باشند. در این نوشتار تحلیلی تلاش شده است تا نکات برجسته کاربرد تصاویر و فنون سنجش از راه دور در تفکیک گروهها و درجات شوری بر پایه تحقیقات انجام شده مورد بررسی قرار گیرند. نتایج این بررسی به طور کلی گویای قابلیت این روش در افزودن سرعت، دقت و کاهش هزینه بررسی خاکهای شور هستند؛ هر چند، مسایلی از قبیل تغییرات رطوبت خاک، زاویه ارتفاع خورشیدی، تیپ و پوشش غالب گیاهان مقاوم در برابر شوری، بافت سطحی خاک و ویژگیهای سطحی خاک از دلایل اصلی خطاهای طیفی می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: تصاویر ماهواره‌ای، بازتاب طیفی، خاکهای شور، خاکهای سدیمی.

۱- کارشناس ارشد بخش تحقیقات بیابان، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع. آدرس پست

مقدمه

اگر چه نیمرخ خاک را نمی‌توان با تصاویر ماهواره‌ای مورد ارزیابی کامل قرار داد، اما برخی خصوصیات سطح خاک را که با ویژگیهای پیکره خاک مرتبط هستند، می‌توان مورد بررسی قرار داد (آگبو و همکاران ۱۹۹۰). از دهه ۱۹۷۰ دانشمندان خاک شناس، تلاش برای استفاده از داده‌های ماهواره‌ای را برای مطالعات و تهیه نقشه‌های خاک آغاز کرده‌اند (آگبو و همکاران ۱۹۹۰).

شوری و قلیائیت خاکها مسأله‌ای حاد برای کشتهای آبی در اقلیمهای خشک و نیمه خشک به شمار می‌روند. شوری نتیجه افزایش املاح محلول آب در سطح خاک، افقهای زیرین خاک و آبهای زیرزمینی می‌باشد. این املاح شامل کلریدها، سولفاتها و کربناتهای عناصری از قبیل سدیم، منیزیم و کلسیم می‌باشد. قلیائیت خاکها نیز در نتیجه افزایش نسبی یون سدیم می‌باشد. شوری اولیه نتیجه عوامل زمین‌شناختی، اقلیمی و توپوگرافیک و شوری ثانویه نتیجه فعالیتهای انسانی و به صورت عمده آبیاری با آب نامطلوب و شور در سیستم‌های بازهکشی نامناسب می‌باشد.

خاکهای تحت تأثیر نمک شامل سه دسته اصلی: خاکهای شور، خاکهای سدیمی و خاکهای شور و سدیمی می‌باشند. خاکهای شور دارای هدایت الکتریکی^۱ (EC) بزرگتر از 4 dSm^{-1} و درصد سدیم قابل تبادل^۲ (ESP) کمتر از ۱۵ درصد می‌باشد. در خاکهای شور و سدیمی EC بزرگتر از 4 dSm^{-1} و ESP بزرگتر از ۱۵ درصد است. در خاکهای سدیمی ESP بزرگتر از ۱۵ درصد و مقدار EC کوچکتر از 4 dSm^{-1} و همچنین مقدار pH عموماً بیش از ۸/۵ می‌باشد. تفکیک پذیری این خاکها توسط سنجش از دور به نحو عمده به ویژگیهای بازتاب طیفی این خاکها بر می‌گردد. اگر چه در شرایط

1- Electrical Conductivity

2 - deci Simens per metre

3- Exchangeable Sodium Percentage

صحرائی، تفاوت در نوع نمک، بافت خاک، میزان ماده آلی و رطوبت خاک و اکسید آهن بر روی بازتاب طیفی تأثیرگذار می‌باشد (بک ۱۹۷۵، بوورس و هانکس ۱۹۶۵، مونتگومری ۱۹۷۶).

پیشرفتهای اخیر در کاربرد فن آوری سنجش از راه دور در تهیه نقشه و مدیریت زمینهای تحت تأثیر نمک؛ سرعت، دقت و هزینه مناسب این روش را نشان می‌دهند (ونکاتاراتنام ۱۹۸۳، سینگ و دوایودی ۱۹۸۹).

در این مقاله سعی بر این است که به جنبه‌های مختلف تشخیص خاکهای شور با استفاده از فنون سنجش از راه دور از قبیل زمان مناسب اخذ تصویر، تفسیر بصری و رقومی تصاویر و ویژگیهای طیفی اینگونه خاکها پرداخته شود.

ویژگی بازتاب طیفی خاکهای شور

مشاهدات صحرائی و اندازه‌گیریهای رادیومتری نشان می‌دهند که در طول موجهای مرئی و مادون قرمز نزدیک، مهمترین عوامل مؤثر بر روی بازتاب خاکهای تحت تأثیر نمک شامل مقدار و مینرالوژی نمک سطح خاک و همچنین رنگ، رطوبت و زبری سطح خاک می‌باشند. زمینهای شور به علت رنگ سطح خاک و رویه نرمتر آنها نسبت به زمینهای غیر شور از مقدار بازتاب بیشتری در طول موجهای مرئی و مادون قرمز نزدیک برخوردارند (اوریت و همکاران ۱۹۸۸).

در حالتی که رطوبت خاک کم باشد، خاکهای تحت تأثیر نمک دارای بازتاب بالا در محدوده مرئی به خصوص در ناحیه طول موج آبی می‌باشند. وجود بازتاب کم در ناحیه مادون قرمز میانی به علت وجود آب هیگروسکوپي در کانیهای نمک یا رطوبت زیاد موجود در نمکهای مرطوب می‌باشد (اوریت و همکاران ۱۹۸۸، ساها و همکاران ۱۹۹۰، موجنوت و همکاران ۱۹۹۳). ناحیه مادون قرمز حرارتی نیز معمولاً برای تعیین رطوبت و شوری بکار می‌رود. در این محدوده طیفی جذب انرژی طیفی توسط

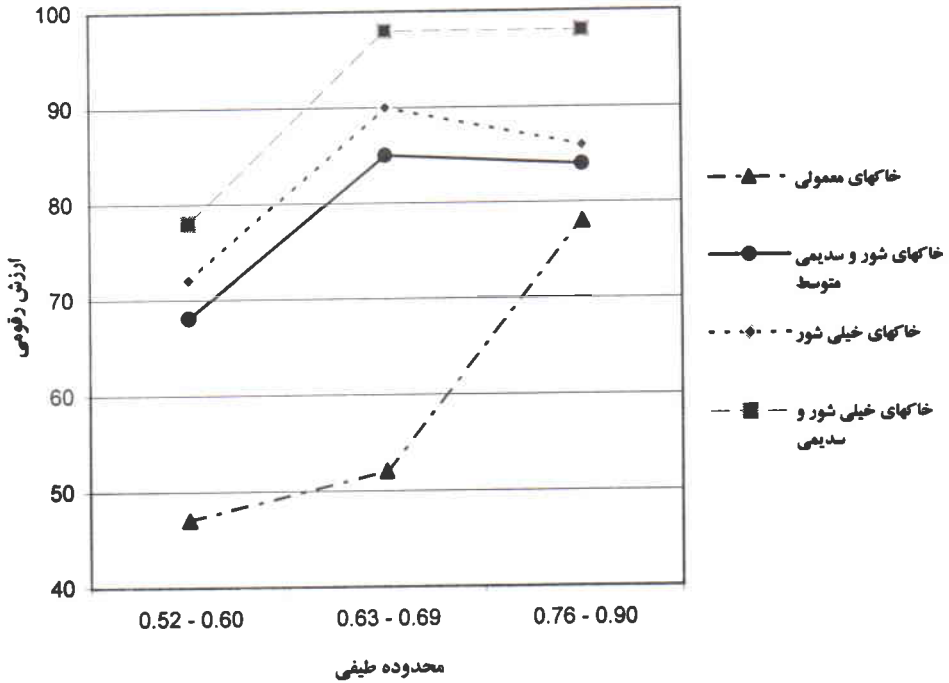
سولفاتها، فسفاتها و کلریدها صورت می‌گیرد (سیگال و گیلسیبی ۱۹۸۰، مولدرس ۱۹۸۷).

رائو و همکاران (۱۹۹۵) اشاره کرده‌اند که در چهار باندها TM میزان درصد بازتاب خاکهای مشروحه زیر به ترتیب افزایش می‌یابد (شکل شماره ۱):

الف) خاکهای معمولی (ب) خاکهای شور و سدیمی متوسط

ج) خاکهای به شدت شور (د) خاکهای به شدت شور و سدیمی.

نکته قابل توجه، ناچیز بودن ارزش رقومی DN خاکهای معمولی نسبت به سایر خاکها در باندهای ۱، ۲ و ۳ و بعد افزایش مقادیر DN این خاکها در باند ۴ به علت پوشش گیاهی می‌باشد. همچنین به علت تفاوت قابل ملاحظه بازتاب طیفی میان خاکهای شور و سدیمی متوسط و به شدت شور و سدیمی می‌توان به کمک تصاویر ماهواره‌ای دو منطقه فوق را تشخیص داد و مدیریت لازم را برای احیای این گونه خاکها از قبیل ژپسوم مورد نیاز و آب برای شستشو توصیه نمود. همچنین در خاکهای به شدت شور و سدیمی و خاکهای نسبتاً شور و سدیمی دارای پوشش گیاهی، وجود پوشش گیاهی باعث می‌شود که میزان DN مناطق فوق در باندهای ۲ و ۳ نسبت به خاکهای شور، ولی عاری از پوشش گیاهی کاهش قابل ملاحظه یافته و باعث سهولت در تفکیک آنها گردد؛ ولی در باند ۴، DN افزایش یافته و تباین بین خاکهای شور و لخت و خاکهای شور و سدیمی با پوشش گیاهی کاهش می‌یابد و در طبقه‌بندی آنها اثری منفی می‌گذارد.

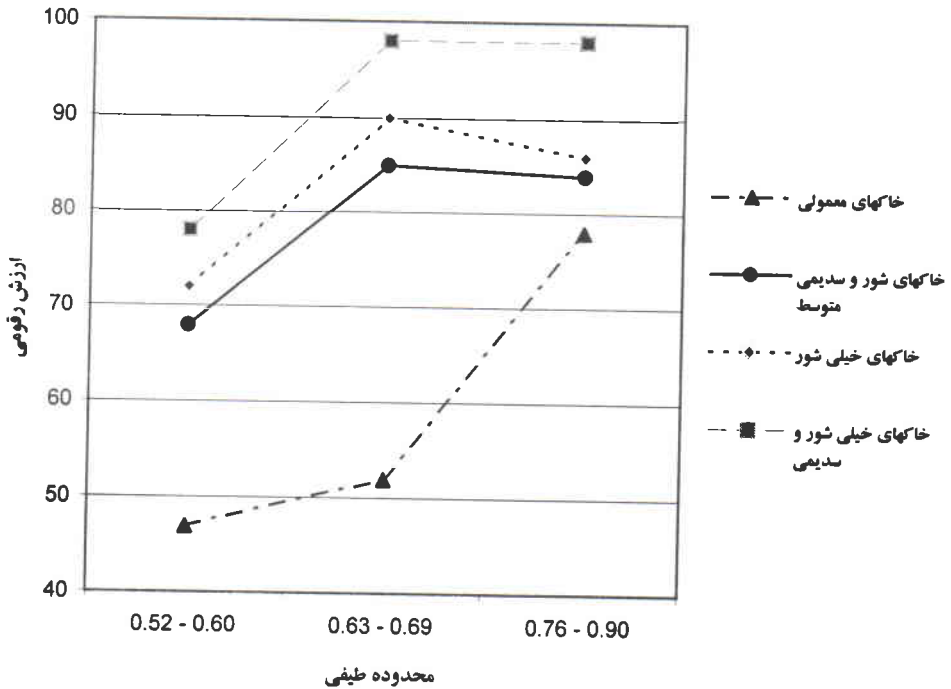


شکل شماره ۱- وضعیت طیفی خاکهای با درجات مختلف شوری و قلیائیت (رائو و همکاران ۱۹۹۵).

زمان مناسب برای مطالعه

بهترین زمان برای مطالعات درباره شوری خاکها هنگامی است که پوشش گیاهی بر روی زمین کمتر از همیشه باشد.

ورما و همکاران (۱۹۹۴) بهترین زمان تشخیص خاکهای شور را در ایالت اوتار پرادش هند، با استفاده از داده‌های TM لندست در فاصله زمانی بین ماه مارس و هفته



شکل شماره ۱- وضعیت طیفی خاکهای با درجات مختلف شوری و قلیائیت (رائو و همکاران ۱۹۹۵).

زمان مناسب برای مطالعه

بهترین زمان برای مطالعات درباره شوری خاکها هنگامی است که پوشش گیاهی بر روی زمین کمتر از همیشه باشد.

ورما و همکاران (۱۹۹۴) بهترین زمان تشخیص خاکهای شور را در ایالت اوتار پرادش هند، با استفاده از داده‌های TM لندست در فاصله زمانی بین ماه مارس و هفته

اول آوریل به دلیل تباین بیشترین خاکهای شور و خاکهای معمولی ذکر کرده‌اند. کالرا و جوشی (۱۹۹۶) در تحقیق خود در منطقه خشک هند شناسایی طبقات شوری را به قدرت تفکیک سنجنده‌ها و فصلی که داده‌ها دریافت می‌شوند مرتبط دانسته‌اند. تصاویر با ترکیب رنگ مجازی سنجنده‌های MSS و TM ماهواره لندست که در اکتبر و آوریل بدست آمده بود، یک نقشه با دو طبقه شوری ایجاد نمود. در حالی که تشخیص خاکهای شور - سدیمی، تنها به وسیله داده‌های بدست آمده از ماه ژانویه قابل اجرا بود. داده‌های سنجنده LISS-II ماهواره IRS در شناسایی تمام دسته‌های شوری موجود در منطقه مورد مطالعه موفق بود. در کل در تحقیق مورد نظر چنین نتیجه‌گیری شد که تفکیک طبقات شوری به وسیله تصاویر ماههای آوریل و مه در این منطقه قابل تعیین است، ولی برای جدایی مرز خاکهای شور و سدیمی مناسبترین زمان، ماه ژانویه و با استفاده از تصاویر رنگی کاذب می‌باشد.

نمونه برداری

به منظور طبقه‌بندی و شناسایی پدیده‌های مختلف با استفاده از اطلاعات ماهواره‌ای نیاز به نمونه‌برداری از طبقات مختلف است. تعیین و انتخاب نمونه‌های آموزشی مهمترین و وقت گیرترین مرحله طبقه‌بندی محسوب می‌شود. مهارت مفسر در تعیین نمونه‌های آموزشی نیز فوق‌العاده مهم می‌باشد. تعیین نمونه‌ها از طریق بازدید صحرایی یا با استفاده از سایر منابع اطلاعاتی نظیر نقشه‌های موجود، گزارشها و مطالعات پیشین بدست می‌آید.

برخی از متخصصان سنجش از راه دور تعداد نمونه‌ها را ۱۰ تا ۱۰۰ برابر تعداد باندهای بکار رفته در طبقه‌بندی برای اطمینان از تناسب نمونه‌ها پیشنهاد می‌کنند (سوین و دیویس، ۱۹۷۸). چون واریانس طبقات مختلف، متفاوت است بنابراین نمونه‌ها بایستی طوری انتخاب گردند تا تمامی ویژگیهای طبقات را داشته باشند و به طور خلاصه نماینده و معرف خوبی از طبقات خود باشند. برای این امر نمونه‌ها بایستی به

صورتی انتخاب شوند که بر روی پدیده‌های مختلف تصویر، به شکل مناسب پراکنده شده باشند تا حتی المقدور، هیچ یک از درجات یا ارزشهای طیفی حذف نشوند.

چون امواج دریافت شده توسط سنجنده‌های ماهواره‌ای در واقع بازتاب سطح رومی پدیده‌های مختلف است، به عبارت دیگر امواج منعکس شده بیانگر خواص و خصوصیات سطحی پدیده‌ها است تا خصوصیات عمقی و درونی آنها، به همین سبب مناسبتر آن است که نمونه‌های خاک مورد نظر به صورت سطحی برداشت شوند.

دماوندی (۱۳۷۶) ۵۲ عدد نمونه خاک سطحی را در دو عمق (۲-۰ cm) و (cm) ۱۵-۰ در دو جهت و با آزیموت‌های ۱۱۰، ۶۰ و به فواصل به ترتیب ۱۰۰ و ۱۵۰ متر میان نمونه‌ها برداشت و EC، pH و بافت آنها را اندازه‌گیری کرد.

ابطحی (۱۳۷۸) نمونه برداری از خاک سطحی (۱۰-۰ cm) را انجام داد و به منظور افزایش دقت، علاوه بر نمونه برداری از نقطه اصلی، نمونه‌های کمکی را در سه جهت متفاوت (زاویه ۱۲۰ درجه) و با فاصله ۵۰ متر از نقطه اصلی برداشت و با آن مخلوط نمود. از این نقاط به عنوان نمونه تعلیمی استفاده شد، در واقع با این روش نمونه‌های تعلیمی به جز پیکسل اصلی که نمونه روی آن واقع می‌شود پیکسل‌های مجاور را نیز در بر می‌گیرد. بعد موقعیت دقیق هر نقطه اصلی نمونه برداری به کمک دستگاه GPS^۱ مشخص شد. پس از نمونه برداری مؤلفه‌های شوری EC، SAR، pH، درصد گچ، درصد آهک، بافت خاک و درصد سنگریزه اندازه‌گیری شدند.

مترینچت و زینک (۱۹۹۷) نمونه‌های تعلیمی خود را برای طبقه‌بندی از عمق Cm ۵-۰ در منطقه شرق آند در کشور بولیوی برداشت کردند و پس از طبقه‌بندی در نهایت ۹ طبقه اطلاعاتی برای شوری و قلیائیت ایجاد و خاکهای آهکی را به راحتی با تفسیر

چشمی جدا و با طبقات شوری ادغام نمودند. مقادیر EC بر حسب dSm^{-1} مورد توجه در تحقیق ایشان شامل ۴، ۰، ۸، ۱۶، ۳۲، ۶۴ و > ۶۴ SAR شامل ۱۳، ۲۶-۱۳، ۲۶ $>$ گزارش شده است. پس از طبقه‌بندی اولیه نتیجه‌ای که عاید گردید این بود که به جای عامل SAR که مقادیر داده‌های آن دارای توزیع غیر متعادل هستند، بهتر است که از pH برای تعیین قلیائیت خاکها استفاده شود.

طبقه‌بندی اطلاعات^۱

هدف اساسی از طبقه‌بندی اطلاعات ماهواره‌ای تبدیل ارزشهای طیفی به اطلاعات مفید و قابل استفاده می‌باشد. به عبارتی استخراج اطلاعات کمی در مورد عوامل زیست محیطی و منابع طبیعی از داده‌های ماهواره‌ای هدف اصلی فن‌سنجش از راه دور می‌باشد. روشهای مختلفی در این مورد ابداع و گسترش یافته‌اند. روشهای طبقه‌بندی اطلاعات ماهواره‌ای به دو روش تقسیم می‌شوند که به شرح هر یک از آنها در ارتباط با شناسایی خاکهای تحت تأثیر نمک می‌پردازیم:

۱- تفسیر چشمی اراضی تحت تأثیر نمک

در این روش محقق با بررسی و تجزیه و تحلیل چشمی تصویر با استفاده از ویژگی طیفی و فضایی عوارض و پدیده‌ها بر روی آن، انواع پدیده‌های مورد نظر را شناسایی و استخراج می‌نماید. همچنین کاربرد بایستی در این روش از اطلاعات جانبی نظیر عکسهای هوایی و اطلاعات حاصل از عملیات صحرائی، انواع نقشه‌های موضوعی و سایر اطلاعات بهره بگیرد. اطلاعات ذکر شده به نحوی او را در مراحل تفسیر یاری نموده و موجب افزایش کیفیت آن می‌شود.

در تصاویر رنگی کاذب^۱ (TM (FCC و عکسهای هوایی می‌توان مناطق و زمینهای شور را به صورت لکه‌ها و مناطق سفید تار و سفید درخشان تشخیص و حتی با مشاهدات و اندازه‌گیریهای صحرائی این مناطق را تا حد ۲ الی ۳ طبقه به صورت تفسیر بصری طبقه‌بندی نمود (رائو و همکاران ۱۹۹۱، ورما و همکاران ۱۹۹۴).

رائو و همکاران (۱۹۹۵) استفاده از تصاویر FCC را برای تشخیص خاکهای تحت تأثیر نمک به صورت تفسیر بصری مناسب دانسته‌اند. ایشان بر روی تصاویر رنگی کاذب ایجاد شده، مشاهده نمودند که تصاویری که دارای یکی از باندهای مادون قرمز میانی (TM5 و TM7) باشند از تباین مناسبتری برای تشخیص خاکهای شور برخوردارند. تصاویر رنگی کاذب حاوی باندهای (۳، ۴، ۵) و (۳، ۴، ۷) به صورت (B، G و R) مناسبترین تصاویر می‌باشند.

البته گاهی تشخیص بعضی از عوارض از مناطق با خاک شور بر روی تصاویر رنگی کاذب به راحتی صورت نمی‌گیرد. چنانچه ورما و همکاران (۱۹۹۴) گزارش کرده‌اند که یکی از مشکلات، عدم تشخیص خاکهای شنی از خاکهای تحت تأثیر نمک در تصاویر رنگی کاذب استاندارد TM بوده است. در این حالت هر دو گروه خاک دارای تن سفید تار بر روی این تصاویر بوده‌اند. این مشکل شباهت طیفی از طریق بکارگیری باند ترمال (TM6) در FCC حل شد. در این حالت خاکهای شور با تن خاکستری تیره و خاکهای شنی با همان تن سفید تار مشاهده گردیدند. علت تیره‌تر بودن خاکهای شور ناشی از ویژگی سنگین‌تر بودن بافت این خاکهاست. در واقع خاکهای رسی نسبت به خاکهای شنی رطوبت بیشتری در خود نگهداری کرده و به علت جذب انرژی و بازتاب کم آب در محدوده طیفی مادون قرمز، این خاصیت در خاکهای شور که دارای خاک رسی می‌باشند باعث شده بازتاب آنها قدری کمتر از خاکهای شنی در باند ترمال گردد.

۲ - تفسیر رقومی اراضی تحت تأثیر نمک

روشهای رقومی شامل استفاده از سخت‌افزار و نرم‌افزار، داده‌های رقومی و روشهای تجزیه و تحلیل و پردازش اطلاعات کمی است. این روشها یکی از رایج‌ترین روشهای مورد استفاده در استخراج اطلاعات از داده‌های طیفی می‌باشند. مزیت روشهای رقومی در این است که طبقه‌بندی را با استفاده از چندین تصویر به طور همزمان در مدت زمانی کوتاه و به صورت قابل تکرار اجرا می‌کنند. روشهای رقومی از این نظر که طبقه‌بندی را در سطح پیکسل انجام می‌دهند دقتی بیشتر از روشهای بصری دارند. از تمام ویژگیهای داده‌ها و قدرت تفکیک انرژی به طور کامل در آنها استفاده می‌شود و بررسی دقت در این روشها به سهولت انجام می‌شود. در ضمن برخی از ویژگیهای کمی نظیر مساحت طبقات مختلف نیز در آنها قابل محاسبه می‌باشند. برای پردازش میزان گسترده‌ای از اطلاعات و داده‌ها در زمانی کوتاه روشهای رقومی مناسبتر می‌باشند.

طبقه‌بندی رقومی داده‌های ماهواره‌ای به طور کلی شامل مراحل زیر می‌شود:

۱- انتخاب یک سیستم طبقه‌بندی مناسب که شامل انواع طبقات مختلف اطلاعاتی می‌شود،

۲- انتخاب باندهای مناسب،

۳- انتخاب پیکسلهایی از هر یک از طبقات مورد نظر به عنوان نمونه‌های آموزشی که نماینده واقعی یا معرف طبقات تعریف شده می‌باشند،

۴- برآورد مؤلفه‌های آماری مربوط به هر طبقه از نمونه‌های آموزشی،

۵- انتخاب روش طبقه‌بندی مناسب،

۶- طبقه‌بندی،

۷- تهیه جدول خلاصه نتایج طبقه‌بندی همراه با تصویر طبقه‌بندی شده.

بر اساس نتایج حاصل از امکان طبقه‌بندی اراضی شور بر اساس ویژگیهای طیفی این

اراضی، این امکان برای نمونه‌های نوع سطحی در اکثر باندها وجود دارد. ترسیم و تعیین

حدود این نواحی به طور وسیعی با استفاده از اطلاعات ماهواره‌ای (بصری و رقومی) صورت گرفته است و موفقیت‌های زیادی در این مورد کسب گردیده و بخش بیشتر این کارها در کشورهای خارجی به خصوص هند انجام شده است. البته در کشور ما مطالعات بسیار کمی در این زمینه انجام گردیده که امید به افزایش این مطالعات در آینده می‌رود. شرح تعدادی از کارهای مناسب انجام شده در زیر به اختصار ارائه می‌گردد:

رحمان و همکاران (۱۹۹۴) در میان باندهای ماهواره اسپات، باند ۳ (XS-3) را مناسبترین باند برای مطالعات شوری خاک دانسته‌اند. نتایج آماری نشان می‌دهند که در میان نسبت‌های طیفی مورد استفاده در تحقیق، شاخص درخشندگی یا BI (NIR + Red + Grn) دارای همبستگی معنی دار مثبت با EC، Na محلول، Ca و Mg و نیز دارای همبستگی منفی با Mn می‌باشد. همچنین بررسی NDVI یا شاخص پوشش گیاهی^۱ (NIR-RED / NIR+RED) و شاخص RI (NIR/RED) نشان می‌دهند که این دو نسبت دارای همبستگی منفی با pH، EC، Na محلول، Ca و Mg می‌باشند که گویای این است، که بهتر بودن پوشش گیاهی نشانه پایین بودن مقدار شوری و نمک‌های محلول می‌باشد. در واقع بررسی ارزشهای BI توسط ایشان نشان می‌دهد که هر چه میزان ارزش BI افزوده گردد، میزان EC، Na محلول، pH، Ca و Mg نیز بالاتر و برعکس میزان Zn و Mn پایین‌تر است. همچنین بررسی ارزشهای NDVI و RI که هر دو از شاخصهای تعیین پوشش گیاهی هستند نشان می‌دهد که با افزایش مقادیر ارزشهای آنها میزان EC، pH، Na محلول و Ca خاک کاهش یافته و برعکس بر میزان Mn افزوده می‌گردد. بنابراین مقادیر کم NDVI و RI نشان دهنده کم بودن پوشش گیاهی ناشی از بالا بودن املاح موجود در خاک می‌باشد. نتایج آماری نشان می‌دهند که گرچه XS-3 از همبستگی معنی دار مثبت با EC و Na برخوردار است، لیکن استفاده از نسبت‌های طیفی

1- Normalized Difference Vegetation Index

مانند BI مناسبتر از استفاده از داده‌های خام می‌باشد. در واقع به عقیده ایشان نسبت طیفی BI بهترین نسبت برای بررسی خصوصیات خاک سطحی است.

ورما و همکاران (۱۹۹۴) نیز در تحقیقی در ایالت اوتارپرادش هند خاکهای تحت تأثیر نمک منطقه را براساس درصد پوشش نمک به ۵ طبقه طبقه‌بندی نمودند. در تحقیق فوق نه تنها نقشه دقیقی از خاکهای شور بدست آمد، بلکه از نظر چگونگی اصلاح قلیابیت این خاکها مقادیر ژیسوم مورد نیاز نیز پیشنهاد گردیده است.

رائو و همکاران (۱۹۹۵) نیز ضمن تأیید داده‌های ماهواره‌ای برای تهیه نقشه شوری، تفکیک پذیری خاکهای به شدت شور و سدیمی را با خاکهای نسبتاً شور و سدیمی امکان‌پذیر دانسته و بر اساس آن مقادیر مورد نیاز ژیسوم و اصلاح‌کننده‌های دیگر را توصیه نمودند.

جوشی و ساهای (۱۹۹۳) استفاده از داده‌های MSS و TM را برای تهیه نقشه و مدیریت خاکهای شور در ایالت گجرات هند مناسب دانسته‌اند. منطقه مورد مطالعه بر اساس مؤلفه های خاک، هیدرولوژی و پوشش گیاهی و با کمک باندهای اصلی به سه بخش شوری شدید (شامل پوسته‌های نمک)، شوری متوسط (شامل خاکهای شور، ولی قابل کشت) و شوری کم تقسیم شدند. نقشه‌های تهیه شده با داده‌های MSS و TM با دقت ۷۴ و ۹۰ درصد نشان دهنده مناسب بودن استفاده از تصاویر رقومی لندست، به خصوص TM دارد.

در تحقیقات صورت گرفته، در زمینه محدوده‌های طیفی و باندهای مناسب برای طبقه‌بندی خاکهای تحت تأثیر نمک نتایج ارزشمندی عاید گردیده‌اند. وقتی نوع نمک غالب کربنات سدیم (Na_2CO_3) باشد، برای مطالعات شوری خاک محدوده‌های طیفی مرئی (۰/۷۷ - ۰/۵۵ میکرومتر) و مادون قرمز نزدیک (۱/۳ - ۰/۹ میکرومتر) برای استفاده در طبقه‌بندی مناسب می‌باشند (سیلاگ و همکاران ۱۹۹۳).

اما یکی از باندهای مطالعاتی که در چند سال اخیر بسیار مورد توجه محققان مطالعه

کننده خاکهای شور واقع گردیده است باند TM6 لندست یا به عبارتی محدوده مادون قرمز حرارتی (باند ترمال) می‌باشد. گوسنز و وان رانست (۱۹۹۶) و علوی پناه و همکاران (۱۹۹۸) در تحقیقات خود، به نقش کلیدی باند ترمال ماهواره لندست TM در تشخیص خاکهای شور از گچی به ترتیب در مناطق دلتای نیل مصر و اردکان یزد اشاره کرده‌اند. همچنین طبق گزارش سیگال و گیلسی (۱۹۸۰) و مولدرز (۱۹۸۷) برای تشخیص خاکهای دارای سولفات، باند ۶ ترمال (حرارتی)، باند مناسبی می‌باشد؛ زیرا در ناحیه ۱۰/۲ میکرومتر ناحیه جذبی داریم که تحت تأثیر مولکولهای آب همراه سولفاتها می‌باشد. برای تشخیص و تفکیک طبقات شوری و قلیائیت به خصوص قلیائیت نیز استفاده از باند TM6 مناسب قلمداد گردیده است و با بکارگیری باند TM7 طبقه‌بندی برای قلیائیت بهبود بیشتری می‌یابد، زیرا در محدوده طیفی ۱۱ الی ۱۲ میکرومتر و ۲/۳۴ میکرومتر مناطقی هستند که کربنات آزاد جذب قوی انرژی در ناحیه باند ترمال و جذب سطحی در ناحیه باند مادون قرمز میانی دارد (سیگال و گیلسی، ۱۹۸۰).

همچنین برای تفکیک سولفاتها (مانند گچ) و کلریدها (مانند هالیت) از یکدیگر وقتی که هر دو در وضعیت خشک باشند باندهای مادون قرمز میانی به علت تأثیر جذب آب و OH مناسب می‌باشند (بک و همکاران ۱۹۷۶).

لازم به ذکر است که برای افزایش دقت طبقه‌بندی می‌توان از تکنیکهای پردازش تصویر مانند استفاده از نسبتهای طیفی، تجزیه مؤلفه‌های اصلی^۱ (PCA) و ترکیب باندها، جهت ایجاد باندهای مصنوعی استفاده کرد. دماوندی (۱۳۷۶) بهترین نتایج در طبقه‌بندی خاکهای شور را در منطقه حوض سلطان قم ترکیبی از باندهای اصلی و باندهای حاصل از تجزیه مؤلفه‌های اصلی (PCA) دانسته است. در صورتی که تصاویر

نتیجه گیری

به طور کلی در مورد امکان و قابلیت اطلاعات ماهواره‌ای در شناسایی و طبقه‌بندی اراضی شور در این مقاله، نتایج زیر قابل ذکر هستند:

۱- خاکهای شور معمولاً از بازتاب بیشتری نسبت به خاکهای غیر شور برخوردارند و با افزایش نمک سطح خاک بر مقدار این بازتاب افزوده می‌گردد. البته در این میان عوامل متعددی بر روی این بازتابها مؤثرند که از آن جمله می‌توان به مقدار و مینرالوژی نمک، بافت، رطوبت، زبری و مواد آلی در افق سطحی خاک و تیپ و تراکم پوشش گیاهی اشاره کرد.

۲- بهترین تصاویر برای مطالعات شوری و قلیائیت خاکها، تصاویری می‌باشند که در زمان اخذ و تصویربرداری آنها، سطح خاک دارای حداقل پوشش گیاهی و سطح اراضی فوق از بیشترین مغایرت نسبت به خاکهای معمولی برخوردار باشد.

۳- طبقه‌بندی خاکهای تحت تأثیر نمک با دوروش طبقه‌بندی چشمی (بصری) و رقومی امکانپذیر می‌باشد. در تفسیر بصری این امکان برای محقق وجود دارد که اراضی تحت تأثیر نمک را تا حد ۲ الی ۳ طبقه با استفاده از تصاویر رنگی کاذب، مشاهدات و اندازه‌گیریهای صحرایی طبقه‌بندی نماید. استفاده از تصاویر با قدرت تفکیک طیفی مناسب مانند تصاویر TM لندست و تصاویر با قدرت تفکیک زمینی مناسب مانند باندهای پانکروماتیک ماهواره‌های IRS هند و SPOT قابل توصیه می‌باشد. طبقه‌بندی رقومی به علت ویژگیهای پردازشهای رایانه‌ای از قابلیت بهتری نسبت به طبقه‌بندیهای بصری برخوردار می‌باشد. در طبقه‌بندیهای رقومی این امکان برای کاربر وجود دارد که اراضی تحت تأثیر نمک را تا حد درجات مختلف برای اراضی شور طبقه‌بندی کرده و خاکهای سدیمی، شور و سدیمی و گچی را نیز از خاکهای شور تفکیک نماید.

۴- برای افزایش دقت طبقه‌بندی استفاده از باندهای مناسب مانند باند ترمال لندست (TM6)، مؤلفه‌های اصلی (PCA) و نسبتهای طیفی مانند شاخص درخشندگی

NDVI و RI،(BI) یا شاخص پوشش گیاهی همراه باندهای اصلی مناسب دیگر ضروری می‌باشد.

۵- برای بهبود طبقه‌بندی و تصحیح خطاهای ایجاد شده استفاده از عملیات پس پردازش مانند استفاده از فیلترهای مناسب توصیه می‌گردد. همچنین استفاده از نقشه‌های کمکی، لایه‌های اطلاعاتی و الگوی رقومی ارتفاعی در سیستم اطلاعات جغرافیایی گامی در جهت بالا بردن دقت نقشه‌های تولیدی می‌باشد.

منابع

- ۱- ابطحی، س.، م.، ۱۳۷۸. بررسی روند بیابانزائی (تخریب اراضی) در منطقه کاشان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- ۲- دماوندی، ع.، ۱۳۷۶. بررسی امکان کاربرد داده‌های ماهواره‌ای در شناسائی و طبقه بندی اراضی شور به روش رقومی. پایان نامه کارشناسی ارشد، مرکز تحقیقات مناطق کویری و بیابانی ایران، دانشگاه تهران.

- 1- Agbu, P. A., J. Donald, and J. Ivan. 1990. Soil property relationships with SPOT satellite digital data in east central Illinois. *Soil Science Soc. Am. J.*, 54, 807 -812.
- 1-Alavi-panah, S. K., R. Goossens, and M. De Dapper. 1998. Study of soil salinity in the Ardakan area (Iran), based upon field observation, remote sensing and GIS approach. EARSEL/NSEOG, Symposium on Operational Remote Sensing for Sustainable Development, Enschede, the Netherlands, May 11-14.
- 2-Beck, R. H. 1975. Spectral characteristics of soils related to the interaction of soil moisture, organic carbon and clay content. M.S. thesis, Purdue University, West Lafayette, Indiana, U.S.A.
- 3-Beck, R. H., B. Robinson, W. McFee, and J. Peterson. 1976. Information Note 081176. Laboratory of Applications of Remote Sensing, Purdue University, West Lafayette, Indiana, U.S.A.
- 4-Bowers, S. A., and R. J. Hanks. 1965. Reflectance of radiant energy from soils. *Soil Science*, Vol. 100, 130-138.
- 5-Csillag, F., L. Pasztor, and L. Biehl. 1993. Spectral band selection for the characterization of salinity status of soils. *Remote Sensing of Environment*, Vol. 43, 231-242.

- 6-Everitt, J., D. Escobar, A. Gerbermann, and M. Alaniz. 1988. Detecting saline soils with video imagery. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. Vol. 54, 1283-1287.
- 7-Goossenes, R., and E. Van Ranst. 1996. The use of remote sensing and GIS to detect gypsiferous soils in the Ismailia Province (Egypt). *Proceeding of the International Symposium on Soils with Gypsum*. Lleida. 15-21 September, 1996. Catalonia, Spain.
- 8-Joshi, M. D., B. Sahai. 1993. Mapping of salt affected land in Saurashtra coast using Landsat satellite data. *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 14, 1919-1929.
- 9-Kalra, N. K., and C. D. Joshi. 1996. Potentially of Landsat, SPOT and IRS satellite imagery for recognition of salt affected soils in Indian arid zone. *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 17, 3001-3014.
- 10-Metternicht, G., and J. A. Zinck. 1997. Spatial discrimination of salt and sodium affected soil surfaces. *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 18, 2571-2586.
- 11-Montgomery, O. L. 1976. An investigation of the relationship between spectral reflectance and the chemical, physical and genetic characteristics of soils. Ph.D. thesis Purdue University, West Lafayette, Indiana, U.S.A.
- 12-Mougenot, B., M. Pouget, and G. Epema. 1993. Remote sensing of salt affected soils. *Remote Sensing Reviews*, 7, 241-259.
- 13-Mulders, M. 1987. *Remote Sensing in Soil Science: Developments in Soil Science* (Amsterdam Elsevier). p. 379.
- 14-Rahman, S., G. F. Vance, and L. C. Munn. 1994. Detecting salinity and soil nutrient deficiencies using SPOT satellite data. *Soil Science*,

- Vol. 158, 31-39.
- 15-Rao, B., R. Dwivedi, L. Venkataratnam, T. Ravisankar, S. Thammappa, G. Bhargaw, and A. Singh. 1991. Mapping the magnitude of sodicity in part of the Indo-Gangetic plains of Uttar Pradesh, Northern India using Landsat-TM data. *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 12, 419-425.
- 16-Rao, B., R. Dwivedi, L. Venkataratnam, T. Ravisankar, S. Thammappa, R. Sharma, and S. Das. 1995. Spectral behaviour of salt-affected soils. *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 16, 2125-2136.
- 17-Saha, S., M. Kudrat, and S. Bhan. 1990. Digital processing of Landsat TM data for Wasteland mapping in parts of Aligarh District Uttar Pradesh, India. *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 11, 485-492.
- 18-Siegal, B., and A. O'Gillespie. 1980. *Remote Sensing in Geology* (New York: John Wiley).
- 19-Singh, A. N., and R. S. Dwivedi. 1989. Delineation of salt affected soils through digital analysis of Landsat MSS data. *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 10, 83-92.
- Swain, P. H., and S. M. Davis. 1978. *Remote Sensing the Quantitative Approaches*. New York, McGraw-hill.
- 20-Verma, K., R. Saxena, A. Barthwal, and Deshmukh. 1994. Remote sensing technique for mapping salt affected soils. *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 15, 1901-1914.
- 21-Venkataratnam, L. 1983. Monitoring of soil salinity in Indo-Gangetic plains of north-western India using multirate Landsat data. *Proceedings of 17th International Symposium on Remote Sensing of Environment*. Ann Arbor, Michigan, 9-13 May 1983, 369-377.

Investigation of satellite imagery capability for classification of salt and sodium affected soils

*Masoud Masoudi*¹

Abstract

Salinization and alkalization is one of the most important fertility soil degradation process in semiarid and arid regions. For mapping and monitoring the spatial distribution of salt-affected soils using remotely sensing data, is paramount importance. salt-affected soils, in general, showed relatively higher spectral response in the visible and near-infrared regions of the spectrum as compared to normal non-saline soils. Further strongly saline-sodic soils were found to have a highre spectral response as compared to moderetly saline-sodic soils. The salt-affected soils mainly consist of three catogories, viz, saline, sodic and saline-sodic soils. This paper tries to show important points of applying remote sensing in classification of salinity and analyze the result of today researches. At this study remote sensing technology in mapping and monitoring salt-affected soils have shown great promise of enhanced speed, accuracy and cost effectiveness. Of course, problems such as variation in the sun elevation angle, soil moisture, the type and abundance of salt-tolerant vegetation cover, topsoil textures and topsoil properties are the main causes of spectral confusions.

Key words: Satellite imagery, spectral response, saline soils , sodic soils.

1- Department of Desert, Research Institute Forests and Rangelands

