

تفکیک پذیری خاک‌های مناطق خشک با استفاده از داده‌های سنجنده LISS_III : مطالعه موردی منطقه آران - بیدگل

حمیدرضا متین‌فر^۱، سیدکاظم علوی‌پناه^۲، عباس ملکی^۳ و احمد کریمی^۴

چکیده

تفکیک‌پذیری خاک‌ها و سایر پوشش‌های اراضی با به‌کارگیری داده‌های رقومی سنجنده LISS_III در منطقه آران-بیدگل مورد بررسی قرار گرفت. پس از تصحیح هندسی و رادیومتری و به‌کارگیری لایه کمکی (DEM)، ترکیب‌های مختلفی از داده‌ها برای استخراج اطلاعات به کار گرفته شد. نتایج حاصل از پردازش رقومی باندهای LISS_III برای تفکیک‌پذیری خاک‌ها مورد بررسی قرار گرفت. با تفکیک واحدهای همگن بر روی تصاویر رنگی و بهره‌گیری از اطلاعات جانبی و پژوهش‌های میدانی، نمونه‌های آموزشی انتخاب شدند. به منظور ارزیابی تفکیک‌پذیری خاک‌ها، میانگین، انحراف معیار و واریانس نمونه‌های آموزشی محاسبه و مورد ارزیابی قرار گرفت. تصاویر به روش نظارت شده و با الگوریتم حداکثر همسایگی طبقه‌بندی گردیدند. سپس به‌منظور ارزیابی طبقه‌بندی، نتایج با نقشه واقعی زمینی مقایسه شدند. نتایج نشان داد که سنجنده LISS_III قابلیت تفکیک خاک‌های Typic Haplosalids از Typic Aquisalids را ندارد. خاک‌های Gypsic Aquisalids تقریباً در تمامی باندهای سنجنده دارای بیش‌ترین بازتاب و خاک‌های Typic Aquisalids دارای کم‌ترین بازتاب بودند، به طوری که این خاک با خاک‌های Typic Torriorthents که بر روی اراضی بادبزی‌شکل سنگریزه‌دار تشکیل شده‌اند تداخل طیفی داشت. سطح خاک Gypsic Aquisalids پوشیده از نمک و گچ بود. در حالی که سطح خاک Typic Aquisalids را پوسته‌های اسفنجی و چندوجهی که در لایه مرطوب زیرین بودند، پوشاند. نمک‌های سدیمی و منیزیمی، نمک‌های غالب در این دو خاک بودند. نتایج نشان داد که خاک‌های شور با پوسته‌های صاف، براق و پف کرده، پوسته‌های صاف و تیره با تجمع کم تا متوسط نمک در سطح، پوسته‌های اسفنجی و چندوجهی نمکی در یک کلاس طبقه‌بندی شدند. به طور کلی چنانچه شناسایی خاک‌های مناطق خشک در سطح تحت‌گروه؛ مدّ نظر باشد، داده‌های ماهواره هندی به علت دسترسی آسان و کمتر بودن هزینه تهیه داده‌های رقومی، مناسب هستند.

واژه‌های کلیدی: پردازش رقومی، روش نظارت شده، روش حداکثر همسایگی

۱. استادیار گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان

۲. دانشیار گروه سنجش از دور دانشگاه تهران

۳. استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه لرستان

۴. استادیار گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه شهرکرد

مقدمه

حدود یک سوم اراضی سطح کره زمین را مناطق خشک و نیمه‌خشک تشکیل می‌دهند. عمده‌ترین دلایل خشک بودن این اراضی اثرات توپوگرافی، دوری از منابع آب، وجود توده‌های هوای خشک و پایدار، کمبود جریان‌های دریایی و رطوبت می‌باشد (درنجی، ۱۹۷۶). مشخصات بارز مناطق خشک بالاتر بودن تبخیر و تعرق پتانسیل نسبت به بارندگی در بیشتر ماه‌های سال، تنک بودن پوشش نباتی و وجود سطوح برهنه در بین این پوشش تنک می‌باشد. به علت کمبود رطوبت و محدود بودن فرآیندهای بیولوژیکی و فعل و انفعالات فیزیکی و شیمیایی، فرآیندهای خاک‌سازی و تکاملی خاک در مناطق خشک کند بوده به طوری که خاک‌ها اغلب مشخصات مواد مادری خود را حفظ کرده‌اند. خاک‌های این مناطق در مراحل اولیه تکامل بوده و علائم ضعیفی از جابجایی کربنات‌ها، گچ و دیگر املاح در پروفیل خاک مشاهده می‌شود، بنابراین در اغلب موارد شناسایی ویژگی‌های سطحی این خاک‌ها راهنمای مفیدی برای پهنه‌بندی آن‌ها می‌باشد. در مناطق خشک و نیمه خشک هنگامی که درصد پوشش گیاهی کمتر از ۳۰ درصد باشد خاک‌های با ویژگی فیزیکی و شیمیایی متفاوت ممکن است بازتاب طیفی متفاوتی داشته باشند و ممکن است بتوان از داده‌های ماهواره‌ای برای شناسایی و پهنه‌بندی خاک‌های این مناطق استفاده نمود (ورما و همکاران، ۱۹۹۴). کارواناوا و همکاران (۲۰۰۰) از تکنیک سنجش از دور برای مطالعه و تفکیک خاک‌های شور منطقه ازبکستان استفاده کرده، باندهای مورد استفاده سبز، قرمز و مادون قرمز بود. با استفاده از این باندها خاک‌های منطقه را در پنج کلاس شوری طبقه‌بندی نمودند که دارای ۷۰ درصد دقت بود وی هم‌چنین نتیجه گرفت که: صرف نظر از تغییرات رطوبت خاک عمده‌ترین فاکتورهای موثر بر ویژگی‌های طیفی خاک‌های شور، مواد آلی، کربنات‌ها،

گچ و املاح محلول در آب می‌باشد. دیویدی و رائو (۱۹۹۲) با استفاده از داده‌های ماهواره لندست، تغییرات فصلی و سالانه‌ی شوری خاک را مطالعه کردند. پژوهش‌های دیگری در زمینه‌ی شوری مانند مطالعه‌ی پیشروی شوری با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای (گوسن و رانست، ۱۹۹۸)، نقش باند حرارتی در مطالعه‌ی شوری (علوی پناه و گوسن، ۲۰۰۱)، صورت گرفته است. میچرنیچ و زینک (۱۹۹۶) با ترکیبی از طبقه‌بندی رقومی و مشاهدات میدانی، کلاس‌های شوری را شناسایی کردند. سریواستاوا و ساکسنا (۲۰۰۳) داده‌های سنجنده LISS-III^۱ و باند پانکروماتیک با قدرت تفکیک طیفی ۵/۸ متر ماهواره IRS را به منظور تولید نقشه بزرگ مقیاس خاک‌های منطقه ماهراشترای هندوستان بکار بردند. با تکنیک تبدیل IHS باند پانکروماتیک را با باندهای LISS-III تلفیق نمودند. نتایج این پژوهش نشان داد که با تلفیق تصاویر و کمک گرفتن از نقشه توپوگرافی و داده‌های زمینی نقشه بزرگ مقیاس خاک تولید نمود.

دیویدی و سرینیواس (۱۹۹۸) داده‌های ماهواره IRS-IC را جهت شناسایی خاک‌های تحت تاثیر شوری در جلگه‌های آبرفتی گنگ هندوستان استفاده نمودند. آن‌ها جهت بررسی روند تغییرات شوری خاک‌های تحت تاثیر نمک، از داده‌های LISS-III و LISS-II استفاده کردند. آن‌ها با افزایش کنتراست تصویر، خوشه‌بندی پیکسل‌های مشابه و فشرده‌سازی داده‌ها، پیکسل‌های نواحی تحت تاثیر نمک، اراضی غرقابی، اراضی کشاورزی و سایر پدیده‌ها را بر مبنای تجربه کارشناسی و داده‌های فرعی دیگر شناسایی نمودند و جهت برقراری ارتباط بین ویژگی‌های طیفی و تغییرات پدیده‌ها، از داده‌های صحیح قابل دسترس زمینی مانند نتایج تجزیه شیمیایی نمونه‌های خاک تحت تاثیر نمک، استفاده

1. Linear Imagine Self Scanning System

رده Entisols و Aridisols قرار می‌گیرند (موسسه تحقیقات خاک و آب، ۱۳۷۱)، لذا افق‌های تجمعی آهک، گچ و املاح در خاک‌های منطقه تشکیل شده است که از مشخصه بارز خاک‌های مناطق خشک می‌باشد.

تصاویر ماهواره‌ای

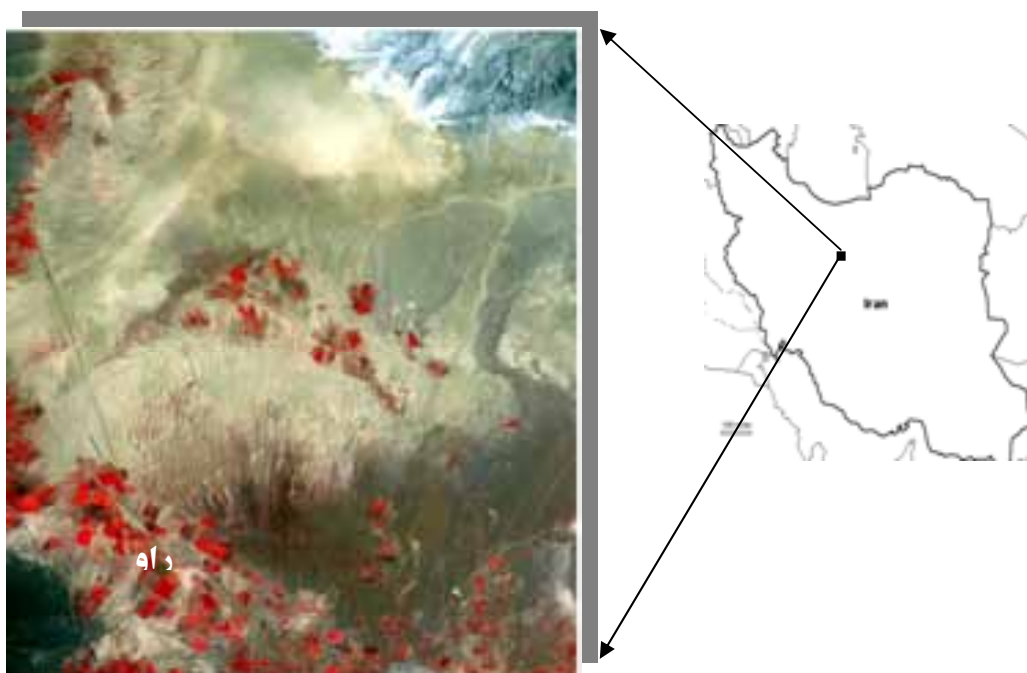
سنجنده LISS-III دارای سه باند در محدوده مرئی و مادون قرمز نزدیک، با قدرت تفکیک مکانی ۲۳/۵ متر و باند مادون قرمز موج کوتاه با قدرت تفکیک مکانی ۷۰/۵ متر می‌باشد (جدول ۱). قدرت تفکیک رادیومتریک سنجنده ۷ بیت است. باندهای ۲ و ۳ سنجنده LISS_III دارای مقادیر میانگین درجه روشنایی و انحراف معیار تقریباً مشابه هستند که می‌تواند موید وجود اطلاعات مشترک در این دو باند باشد، باندهای ۳ و ۴ نیز وضعیتی تقریباً مشابه دارند.

کردند و بالاخره موفق شدند سطوح مختلف شوری را تفکیک نمایند. هدف از این پژوهش بررسی قابلیت‌های سنجنده LISS-III نصب شده بر روی سکوی IRS-1D به منظور شناسایی پدیده‌های مختلف و تفکیک خاک‌های منطقه خشک آران و بیدگل می‌باشد.

مواد و روش‌ها

موقعیت منطقه مطالعاتی

منطقه مورد بررسی شامل اراضی آران و بیدگل بین ۳۳ درجه تا ۳۳ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه تا ۵۱ درجه و ۱۵ دقیقه طول شرقی می‌باشد (شکل ۱). بر مبنای داده‌های هواشناسی رژیم حرارتی خاک‌های منطقه ترمیک و رژیم رطوبتی آن اریدیک می‌باشد. طبق پژوهش‌های پیشین و بررسی‌های میدانی خاک‌های منطقه در دو



شکل ۱: منطقه مطالعاتی و تصویر رنگی کاذب (FCC 432) از محدوده آن

(مقیاس ۱:۵۰۰۰۰) ابتدا رقومی شده سپس در محیط نرم‌افزار ILWIS با روش درون‌یابی به مدل رقومی ارتفاع (فرمت رستری) تبدیل گردید. تصویرها و مدل رقومی ارتفاع نسبت به یک پیکسل واحد (۲۳/۵ متر) بازنویسی شدند.

تصاویر سنجنده LISS-III، ماه می ۲۰۰۳ نسبت به نقشه توپوگرافی (مقیاس ۱:۵۰۰۰۰) با ۱۶ نقطه کنترل که بر روی تصاویر به وضوح قابل شناسایی بودند تطبیق داده شد، از سیستم UTM برای نمایش تصاویر استفاده گردید. نقشه توپوگرافی

جدول ۱: مشخصات داده های رقومی سنجنده LISS_III

باندها				خصوصیات باندها
B5	B4	B3	B2	
۱/۵۵-۱/۷	۰/۸۶-۰/۷۷	۰/۶۸-۰/۶۲	۰/۵۲-۰/۴۶	طول موج (میکرون)
۷۰/۵	۲۳/۵	۲۳/۵	۲۳/۵	قدرت تفکیک مکانی (متر)
۱۶۶/۰	۱۶۳/۸	۱۵۶/۳	۱۵۵/۳	میانگین درجات روشنایی
۱۷/۸	۱۶/۹	۲۲/۰	۱۹/۱	انحراف معیار درجات روشنایی
۲۰۰/۰	۲۰۰/۰	۲۰۲/۰	۲۱۰/۰	حداکثر درجات روشنایی
۱۱۴/۰	۱۱۴/۰	۱۰۲/۰	۱۱۳/۰	حداقل درجات روشنایی

فرآیند طبقه‌بندی

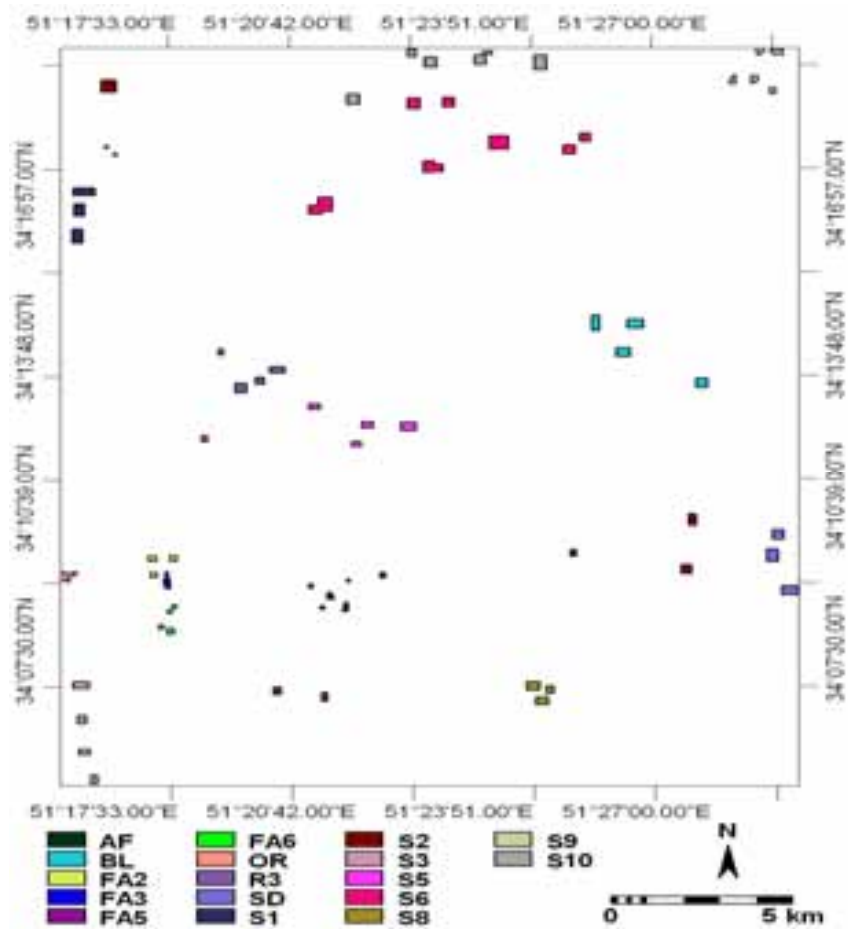
در این پژوهش ابتدا با بررسی‌های میدانی و نقشه‌های خاک، شوری و قلیایی بودن، کاربری اراضی و نقشه توپوگرافی روزآمد شده منطقه آران (موسسه تحقیقات خاک و آب، ۱۳۷۵)، از تمامی تصویرها رقومی سنجنده پنجره‌ای تفکیک گردید (مساحت ۶۰۰۰۰ هکتار) و جهت حفظ وحدت عملیات، تمام تصویرها دارای سیستم مختصات یکسان گردیدند. هم‌چنین کلیه لایه‌های کمکی هم دارای همین ابعاد و سیستم مختصات شدند. الگوریتم انتخابی برای طبقه‌بندی نظارت شده، حداکثر احتمال با آستانه ۲۰ است که یکی از شناخته شده‌ترین الگوریتم‌ها می‌باشد (ویلسن، ۱۹۸۶؛ علوی پناه، ۱۳۷۹).

نقشه واقعیت زمینی که برای مقایسه نتایج طبقه‌بندی تهیه گردید شامل تمامی کلاس‌های اطلاعاتی منطقه است (شکل ۲ و جدول ۲). شاخص روشنایی^۱ به دلیل آن که اراضی متأثر از شوری را با وضوح بالاتری آشکار می‌سازد برای داده‌های سنجنده محاسبه شد و به عنوان یک تصویر ثانویه در ترکیب جداگانه همراه تصویر ثانویه مولفه‌های اصلی، طبقه‌بندی و مورد ارزیابی قرار گرفت.

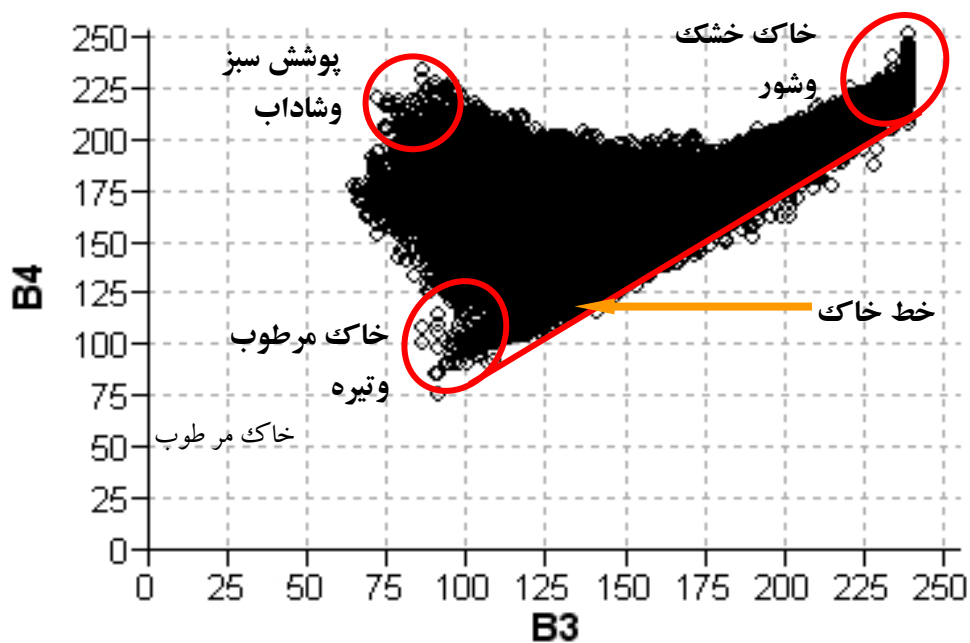
انعکاس امواج الکترومغناطیس از سطح خاک‌ها تابع عوامل متعددی از جمله فراوانی و

اندازه ذرات رس، شن، سیلت و سنگ و سنگریزه‌ها، درصد نمک، رنگ مواد سطحی، مقدار رطوبت، میزان بقایای آلی، فراوانی و نوع گونه‌های گیاهی و مرحله رشد گیاهان است (کاروانو و همکاران، ۲۰۰۰؛ میچرنیچ و زینک، ۲۰۰۳). چنانچه پیکسل‌های باندهای قرمز و مادون قرمز را در مقابل یکدیگر رسم نماییم، در طول یک خط (خط خاک) توزیع خواهند شد که به مفهوم همبستگی مثبت بازتاب خاک در باند قرمز با باند مادون قرمز می‌باشد. چنانچه این توزیع را برای منطقه‌ای که مخلوطی از پوشش‌های خاک و گیاه را در بر دارد ترسیم نماییم به خط فوق الذکر «خط خاک» می‌گویند (لیانگ شانلین، ۲۰۰۴). این خط قاعده مثلثی را تشکیل می‌دهد که در راس آن پیکسل‌های مربوط به پوشش سبز می‌باشد، یعنی پیکسل‌هایی که دارای بالاترین درجه روشنایی در باند مادون قرمز نزدیک و کم‌ترین درجه روشنایی در باند قرمز هستند، مربوط به پوشش‌های گیاهی سبز و متراکم می‌باشند. پیکسل‌های نزدیک به محور مختصات مربوط به خاک مرطوب و تیره و پیکسل‌های مقابل آن مربوط به خاک خشک و شور می‌باشد (شکل ۳).

1. Brightness Index



شکل ۲: نقشه واقعیت زمینی و کلاس‌های اطلاعاتی در محدوده مورد پژوهش



شکل ۳: توزیع پیکسل‌ها در فضای دوبعدی باند قرمز در مقابل باند مادون قرمز نزدیک

چگونگی انتخاب ترکیب باندی

بر مبنای شاخص بهینه^۱ محاسبه شده ترکیب باندهای ۳، ۴ و ۵ (OIF₁) دارای بالاترین مرتبه می‌باشند. بنابراین دو ترکیب باندی با OIF₁ و DEM ساخته شد و دو ترکیب هم با شرکت همه باندها و DEM و بالاخره یک ترکیب هم با باندهای تبدیلی تهیه گردید (جدول ۳).

ضرایب همبستگی باندها (شکل ۴) نشان

می‌دهد باندهای این سنجنده دارای همبستگی بالایی با یکدیگر می‌باشند. ضرایب همبستگی باندها بین ۰/۷۳ تا ۱ است. یعنی باندها دارای اطلاعات مشترک می‌باشند، اما اطلاعات مشترک به این مفهوم نیست که می‌توان با انتخاب یک باند از این مجموعه، پدیده‌های موجود را با دقت قابل اعتمادی طبقه‌بندی نمود.

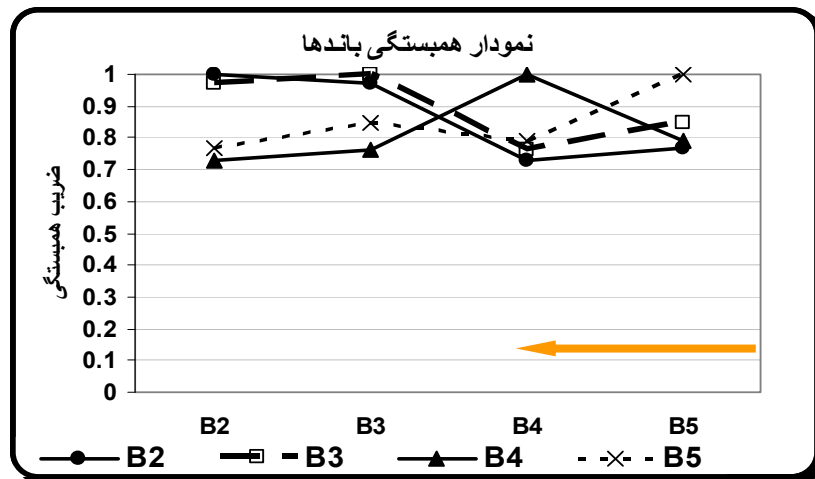
جدول ۲: خلاصه خصوصیات کلاس‌های طیفی- اطلاعاتی منطقه آران و بیدگل

وضعیت سطح اراضی	کلاس شوری	خاک (تحت گروه: U.S.D.A.)	کد کلاس اطلاعاتی	کلاس طیفی اطلاعاتی
جنگل تاغ با تراکم ۲۰ تا ۶۰ درصد، پوسته‌های صاف در سطح خاک	S2	Typic Haplosalids	AF	جنگل‌های در دست کاشت
علائم فرسایش شیبیاری، پوشش کمتر از ۵٪	-----	-----	BL	هزار دره
زراعی و زراعت رها شده، پوسته	S0	Typic Haplocalcids	FA2	زراعت ۲
زراعت آبی شاداب با پوشش متراکم	S0	Typic Haplocalcids	FA3	زراعت ۳
بقایای زراعی و مرتعی	S0	Typic Torrifluvents	FA5	زراعت ۵
زراعت پنبه آماده بر داشت	S0	Typic Haplocalcids	FA6	زراعت ۶
درختان آلو، زردآلو، انار سبز و با تراکم بیش از ۶۰ درصد	S0	Typic Torrifluvents	OR	باغ
کهورک ۳۰ تا ۳۵ درصد، پوسته پوشش کمتر از ۵٪، تجمع بادی	S4	Typic Haplosalids	R3	مرتج
سنگ‌ریزه ۳۰ تا ۳۵ درصد، غیر شور	S0	Typic Haplocalcids	SD	تپه‌های ماسه‌ای
سنگ‌ریزه ۳۰٪ تا ۳۵٪، گچ ۲۲٪	S0	Typic Haplogypsid	S1	خاک ۱
سنگ‌ریزه ۶۰٪ تا ۷۰٪، غیر شور	S0	Typic Torriorthents	S2	خاک ۲
پوسته‌های براق و پف کرده، شوری خیلی زیاد، لخت	S0	Typic Torriorthents	S3	خاک ۳
نمک و گچ، شوری خیلی زیاد، لخت	S4	Typic Haplosalids	S5	خاک ۵
سنگ‌ریزه ۲۰ تا ۳۰ درصد، بافت شنی، غیر شور	S4	Gypsic Aquisalids	S6	خاک ۶
پلی‌گون‌های نمکی، شوری خیلی زیاد، لخت	S1	Typic Torripsaments	S8	خاک ۸
پوسته‌های براق و پف کرده، پوسته‌های تیره، اسفنجی و پلی‌گون‌های نمکی	S4	Typic Aquisalids	S9	خاک ۹
	S4	Typic Aquisalids & Haplosalids	S10	خاک ۱۰

جدول ۳: ترکیب‌های باندی مورد مطالعه

DEM	BI	PC1	B5	B4	B3	B2	شماره ترکیب باندی
			■	■	■		۱
■			■	■	■		۲
			■	■	■	■	۳
■			■	■	■	■	۴
	■	■					۵

1. Optimum index factor



شکل ۴: نمودار همبستگی باندهای سنجنده LISS_III

کمتر از ۲۵ درصد بر روی خط خاک واقع‌اند به طوری که در منتهی‌الیه این خط خاک‌های شور و گچی، خاک ۵ و خاک ۶ واقع شده‌اند (شکل ۵-الف). گروه دوم نمونه‌های مربوط به مخلوط خاک و گیاه، زراعت ۲ و زراعت ۵ و گروه سوم نمونه‌های مربوط به باغ‌ها و گروه چهارم پوشش‌های سبز و شاداب، زراعت ۶ و زراعت ۳ می‌باشد. نمودارهای دو بعدی B3 در مقابل B4 نشان می‌دهد کلاس‌های زراعت ۲، زراعت ۳، زراعت ۵، زراعت ۶، خاک ۳ و خاک ۶ به صورت خوشه‌های منفرد از بقیه کلاس‌ها تفکیک شده‌اند، لکن کلاس‌های دیگر اندکی تداخل را نشان می‌دهند، اما نمودار دو بعدی B3 در مقابل B5 نشان دهنده تفکیک‌پذیری مناسب کلاس‌های خاک ۵، خاک ۶، خاک ۱۰، مرتع، بدلدند و خاک ۹ می‌باشد (شکل ۵-ب)، در حالی که این کلاس‌ها در نمودار دو بعدی قبلی دارای اندکی تداخل بودند، این بررسی نیز نشان می‌دهد به منظور تفکیک و طبقه‌بندی قابل قبول پدیده‌ها در این منطقه اطلاعات چهار باند طیفی این سنجنده مورد نیاز می‌باشد.

بررسی‌ها نشان می‌دهد مقادیر انحراف معیار نواحی آموزشی مجموعه‌های درختی ۵، کلاس پوشش‌های سبز حدود ۲، کلاس‌های مخلوط خاک و گیاه بین ۲/۵ تا ۶ و کلاس‌های خاک ۱، خاک ۲،

پژوهش‌های میدانی و نمونه‌برداری

با گردآوری اطلاعات میدانی، مصاحبه با کارشناسان محلی و تفسیر چشمی تصاویر رنگی کاذب و عکس‌های هوایی واحدهای همگن از تصویر منطقه بر صفحه نمایشگر شناسایی و نمونه‌های آموزشی و آزمایشی انتخاب گردید. در نقاط نمونه‌برداری و پروفیل‌های شاهد عوارض سطحی و مشخصات مورفولوژیکی خاک‌ها مطالعه شد. نمونه‌های خاک انتخاب و در آزمایشگاه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مطابق روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شدند. با تلفیق نتایج آزمایشگاهی و مطالعات صحرایی خاک‌ها طبق روش Soil Taxonomy طبقه‌بندی گردیدند (موسسه نقشه‌برداری خاک، ایالات متحده آمریکا، ۱۹۹۹).

خلاصه مشخصات کلاس‌های طیفی اطلاعاتی که حاصل تجزیه نمونه‌های آزمایشگاهی، خصوصیات عوارض سطحی و مورفولوژیکی پروفیل‌های شاهد و تفکیک واحدهای فتومورفیک بر روی صفحه نمایشگر می‌باشد در جدول ۲ آمده است.

نتایج و بحث

بررسی نمودار دو بعدی (FS¹) نشان می‌دهد که نمونه خاک‌های لخت و بدون پوشش یا با پوشش

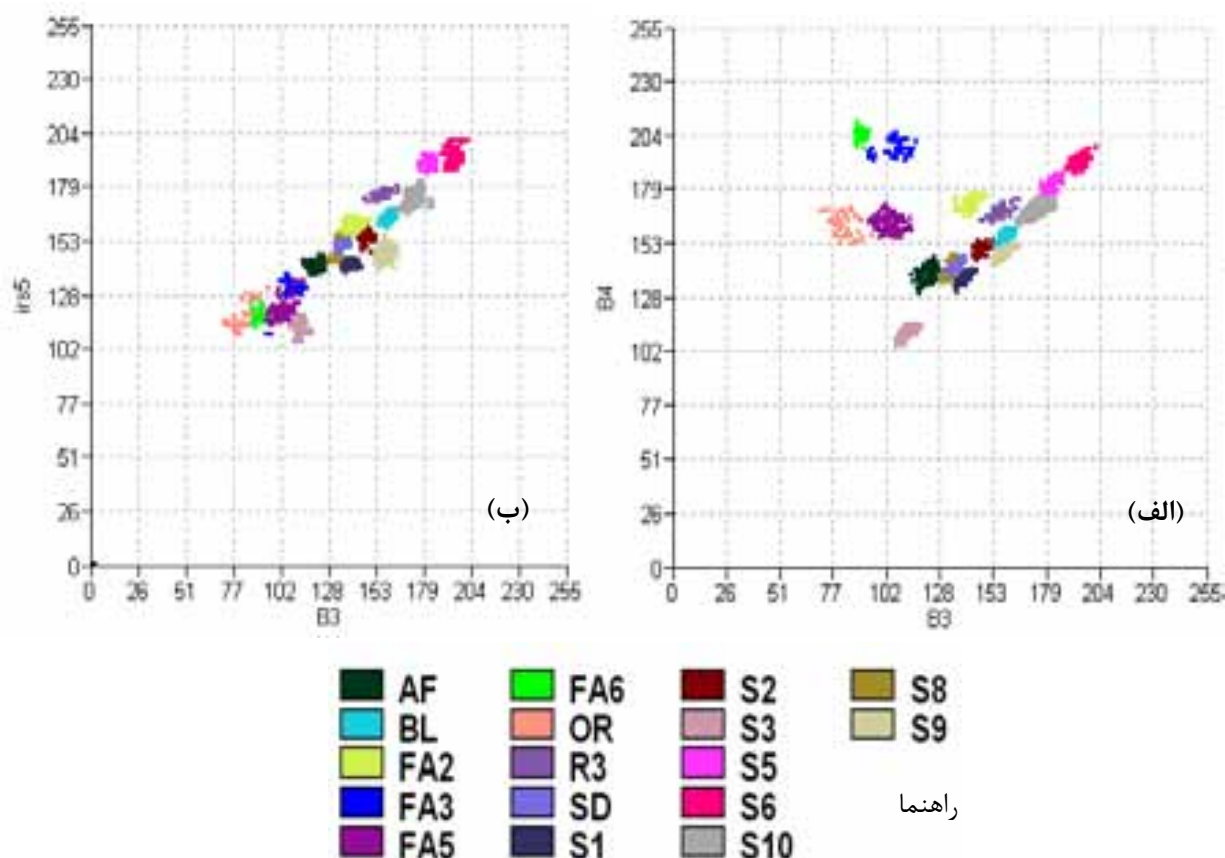
1. Feature space

دریافتی را جذب نموده و از میزان بازتاب می‌کاهد و در محدوده مادون قرمز نزدیک پوشش‌های سبز دارای بازتاب بیشتری هستند، سپس در محدوده ۱/۵۵ تا ۱/۷ میکرومتر (SWIR) دارای جذب قابل توجهی می‌باشند که این جذب توسط مولکول‌های آب موجود در گیاه می‌باشد.

اما نمودار طیفی کلاس پوشش‌های مخلوط خاک و گیاه در طول موج‌های سبز تا مادون قرمز دارای روند افزایشی و یکنواخت بوده و دارای روندی مشابه با نمودار طیفی خاک لخت غیر شور، خاک ۱ و خاک ۸ و تپه‌های ماسه‌ای می‌باشد اگرچه بازتاب خاک زمینه موجب شده میانگین درجه روشنایی مرتع از خاک‌های مذکور بیش‌تر باشد (شکل‌های ۸ و ۹).

خاک ۵ و خاک ۶ بین ۱/۴ تا ۱/۶ می‌باشد که دلالت بر همگن بودن نسبی نواحی آموزشی کلاس‌های خاک لخت و خاک‌های شور و گچی می‌باشد، لکن کلاس مجموعه‌های درختی و اراضی مزروعی که مخلوط خاک و گیاه است دارای بیش‌ترین انحراف معیار می‌باشند که دلالت بر کاهش همگنی کلاس‌ها و احتمالاً اختلاط طیفی آن‌ها می‌باشد.

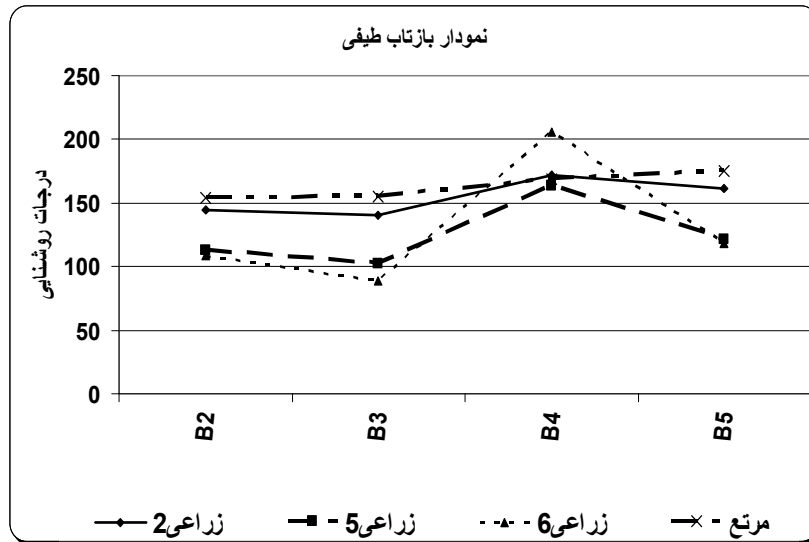
پوشش‌های سبز مجموعه‌های درختی، زراعت ۶، زراعت ۳ و باغ‌ها در محدوده طول موج سبز دارای انعکاس می‌باشند که مربوط به رنگ سبز آن‌ها است و در محدوده باند قرمز دارای جذب بیش‌تری نسبت به کلاس مخلوط خاک و گیاه (مرتع)، زراعت ۲ و جنگل دست کاشت می‌باشند (شکل‌های ۶ و ۷)، زیرا کلروفیل انرژی



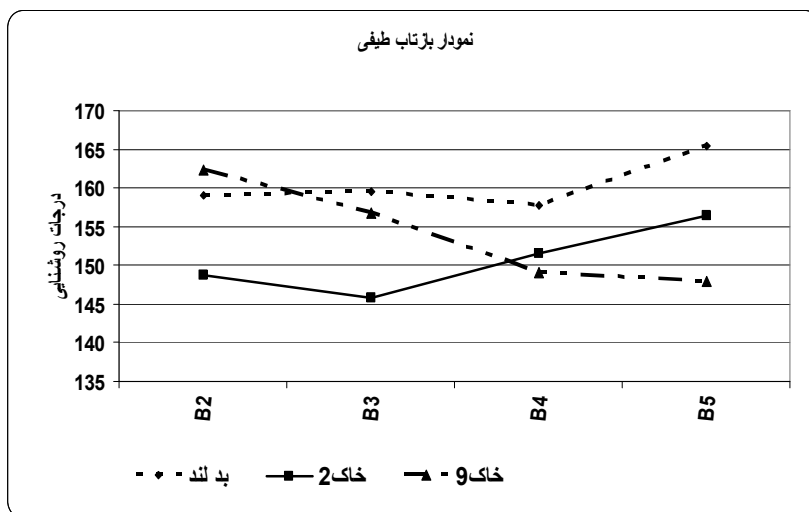
شکل ۵: الف) نمودار دو بعدی B3 و B4 و کلاس‌های طیفی، ب) نمودار دو بعدی B3 و B5 و کلاس‌های طیفی



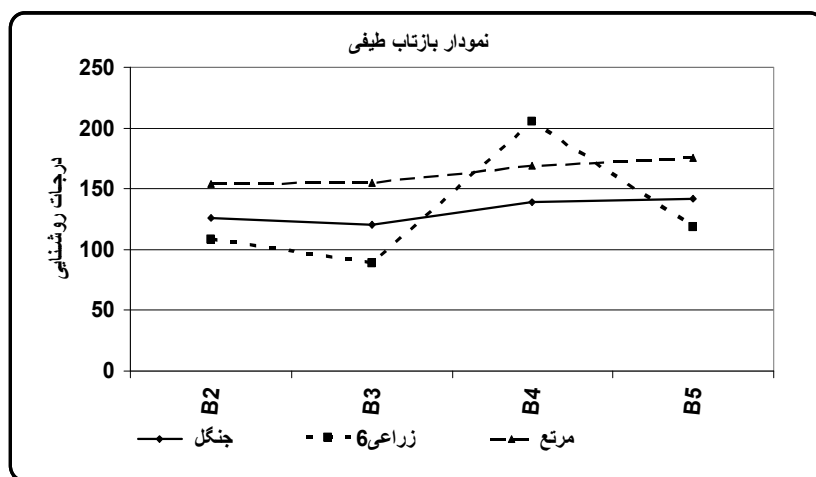
شکل ۶: نمودار طیفی پوشش‌های درختی و مرتع



شکل ۷: نمودار طیفی پوشش‌های زراعی و مرتع



شکل ۸: نمودار طیفی خاک‌های شور و مرطوب و بدلندها

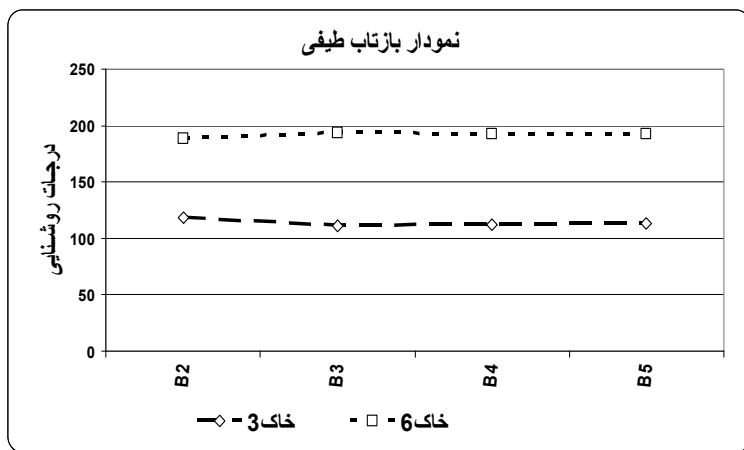


شکل ۹: نمودار طیفی پوشش‌های زراعی، مرتعی و جنگل‌های تاغ

پوسته‌های بیابانی موجب افزایش درجات روشنایی خاک‌ها می‌گردد.

بر اساس نتایج حاصل از طبقه بندی مجموعه‌های مختلف، ترکیب چهارم دارای بالاترین و مجموعه شاخص‌ها دارای کم‌ترین میزان دقت کلی، دقت کاربر، دقت تولید کننده و ضریب توافق می‌باشد. ترکیب اول دارای بالاترین مقدار شاخص مطلوب است اما میزان دقت از مجموعه کل باندها کم‌تر است، که به نظر می‌رسد دخالت همه اطلاعات طیفی این سنجنده عامل مهم‌تری در افزایش دقت طبقه بندی است تا رعایت شاخص مطلوب به‌عنوان معیار انتخاب باندها برای طبقه بندی اراضی در مناطق خشک. نکته مهمی که در جدول (۴) مشاهده می‌شود مقدار ضریب کاپا کم‌تر از دقت کلی است، علت آن کاهش نقش شانس در محاسبه این ضریب می‌باشد، زیرا در محاسبه این ضریب علاوه بر عناصر قطری ماتریس خطا، عناصر خارج از قطر ماتریس نیز در محاسبه آن دخالت دارند. ماتریس خطای طبقه بندی ترکیب چهارم نشان می‌دهد، دقت کلی طبقه بندی ۷۸/۰۶ درصد، میزان ضریب توافق کاپا ۷۵/۸ درصد و دقت تولید کننده و کاربر به ترتیب ۸۴/۷۷ و ۸۶/۷۶ درصد می‌باشد (جدول ۵). بررسی جدول خطای طبقه بندی نشان می‌دهد کلاس خاک ۲ دارای کم‌ترین دقت تولید کننده می‌باشد (۲۷٪)،

بررسی نمودار طیفی خاک‌های لخت نشان می‌دهد حضور بلورهای نمک و گچ بدون حضور رطوبت موجب افزایش شدت بازتاب‌ها می‌شود و حضور سنگ‌ریزه‌ها و رطوبت موجب کاهش بازتاب‌ها گردیده است، شکل ۱۰ مقایسه بازتاب کلاس‌های خاک ۳ و خاک ۶ را نشان می‌دهد، همان‌گونه که ملاحظه می‌شود کلاس خاک ۳ دارای کم‌ترین بازتاب در همه باندها و کلاس خاک ۶ دارای بالاترین بازتاب در همه باندها می‌باشند، کلاس خاک ۳ معرف اراضی لخت با حدود ۶۰-۷۰ درصد سنگ‌ریزه‌هایی با رنگ قهوه‌ای تا قهوه‌ای تیره است و دارای ۱۷ درصد آهک و شوری ۴/۴ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد، در حالی که کلاس خاک ۶ معرف اراضی شور بدون سنگ‌ریزه در سطح می‌باشد. بررسی دیگر نمودارهای نواحی آموزشی خاک‌ها نشان می‌دهد کلاس خاک ۶ دارای بیشترین بازتاب در تمامی طول موج‌ها است، حضور بلورهای سفید رنگ نمک و گچ در سطح این خاک‌ها موجب افزایش بازتاب در این اراضی گردیده است در حالی که کلاس خاک ۹ یعنی اراضی شور و مرطوب دارای کم‌ترین بازتاب در بین کلاس‌های شور می‌باشد زیرا رطوبت با جذب انرژی دریافتی، بازتاب را کاهش می‌دهد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که زبری سطح و رطوبت موجب کاهش درجه روشنایی می‌شود، اما نمک، گچ و سطوح براق



شکل ۱۰: نمودار طیفی کلاس خاک غیر شور (خاک ۳) با ۶۰ تا ۷۰ درصد سنگ‌ریزه و خاک شور (خاک ۵) با گچ و نمک در سطح و پروفیل خاک

جدول ۴: خلاصه ارزیابی آماری نتایج طبقه بندی

ترکیب‌ها	دقت تولیدکننده (درصد)	دقت کاربر (درصد)	دقت کل (درصد)	ضریب کاپا
ترکیب اول	۷۹/۶	۷۹/۸	۷۱/۵	۶۹
ترکیب دوم	۷۹/۶	۷۹/۸	۷۱/۵	۶۹
ترکیب سوم	۸۳/۳	۸۳/۰	۷۶/۳	۷۲/۹
ترکیب چهارم	۸۴/۸	۸۶/۸	۷۸/۱	۷۵/۸
ترکیب پنجم	۶۲/۷	۶۲/۰	۵۳/۹	۵۰

بنابراین کلاس‌های فوق‌علی‌رغم تفاوت در برخی خصوصیات مانند درصد آهک، درصد گچ و میزان شوری دارای رفتار طیفی نسبتاً مشابهی می‌باشند و امکان اختلاط طیفی و طبقه‌بندی پیکسل‌های مرزی آن‌ها در کلاس‌های دیگر افزایش می‌یابد. گلدشگر و همکاران (۲۰۰۱) و بندور (۲۰۰۱) هم رطوبت و ناهمواری سطوح را عامل کاهش بازتاب طیفی و تداخل طیفی بین این‌گونه سطوح با اراضی سنگ‌ریزه‌دار می‌دانند. بررسی خطای حذف کلاس‌ها نشان می‌دهد (جدول ۵)، کلاس‌های خاک ۲، خاک ۶ و خاک ۱۰ دارای بالاترین خطا می‌باشند، جدول ماتریس خطا هم نشان می‌دهد که تعداد ۹۴۰ پیکسل از کلاس خاک ۶ حذف شده‌اند و به کلاس خاک ۱۰ اضافه شده است و تعداد ۴۵۱

این بررسی نشان می‌دهد کلاس فوق‌به‌ترتیب بیش‌ترین تداخل را با کلاس‌های خاک ۱، تپه‌های ماسه‌ای، بدند و مرتع دارد، علت تداخل بین این کلاس‌ها را می‌توان به وجوه مشترک آن‌ها در پوشش‌های سطحی نسبت داد، کلاس خاک ۲ دارای ۳۰ تا ۳۵ درصد سنگ‌ریزه در سطح می‌باشد، کلاس خاک ۱ دارای ۳۰ تا ۳۵ درصد سنگ‌ریزه‌های در سطح بوده و مقدار آهک آن دو برابر کلاس خاک ۲ است، مرتع دارای پوشش علف شور و پوسته‌ها در سطح خاک و بین پوشش گیاهی می‌باشد، این کلاس در محدوده مادون قرمز نزدیک دارای انعکاس بیشتری شده لکن بازتاب آن در محدوده باندهای سبز و قرمز، نزدیک به کلاس خاک ۲ می‌باشد، بدند، اراضی با سطوح ناهموار و پوشش گیاهی حداکثر ۵ درصد می‌باشد.

جدول ۵: ماتریس خطای طبقه‌بندی ترکیب چهارم به‌روش حداکثر احتمال

واقعیت زمینی	نتیجه طبقه بندی																	Total	ACC.	OM.E.
	AF	BL	FA2	FA3	FA5	FA6	OR	R3	SD	S1	S2	S3	S5	S6	S10	S8	S9			
AF	154	0	0	0	0	0	0	0	54	0	0	0	0	0	0	0	0	208	۰/۷۴	۰/۲۶
BL	0	798	0	0	0	0	0	0	0	8	15	0	0	0	0	0	0	821	۰/۹۷	۰/۰۲
FA2	0	0	191	0	0	0	0	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0	201	۰/۹۵	۰/۰۵
FA3	0	0	0	134	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	142	۰/۹۴	۰/۰۶
FA5	0	0	0	0	168	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	183	۰/۹۲	۰/۰۸
FA6	0	0	0	4	1	131	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136	۰/۹۶	۰/۰۴
OR	18	0	0	0	43	0	110	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	189	۰/۵۸	۰/۶۲
R3	0	0	0	0	0	0	0	455	0	0	0	0	3	0	0	0	0	458	۰/۹۹	۰/۰۱
SD	0	0	0	0	0	0	0	0	662	0	39	0	0	0	0	0	0	701	۰/۹۴	۰/۰۶
S1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	750	0	0	0	0	0	0	0	756	۰/۹۹	۰/۰۱
S2	1	87	0	0	0	0	0	69	153	184	187	0	0	0	0	0	0	681	۰/۲۷	۰/۷۲
S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	549	0	0	0	0	0	549	۱	۰
S5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	631	0	0	0	0	631	۱	۰
S6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1121	940	0	0	2061	۰/۵۴	۰/۴۶
S10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	451	658	0	0	1109	۰/۵۹	۰/۴۱
S8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	485	0	485	۱	۰
S9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	383	383	۱	۰
REL.	۰/۸۹	۰/۹	۱	۰/۹۷	۰/۷۹	۰/۹۴	۱	۰/۸۷	۰/۷۶	۰/۷۸	۰/۷۶	۱	۱	۰/۷۱	۰/۴۱	۰/۹۷	۱	9694		
CO.E.	۰/۱۱	۰/۱	۰	۰/۰۲	۰/۲۱	۰/۰۶	۰	۰/۱۲	۰/۲۴	۰/۱۲	۰/۲۴	۰	۰	۰/۲۹	۰/۵۹	۰/۰۲	۰			

84.77% = دقت تولید کننده

86.76% = دقت کار بر

78.06% = دقت کل

KAPPA=75.8%

S: خاک S: تپه‌های ماسه‌ای SD: مرتع: R3 باغات: OR: زراعت: FA: هزار دره: BL: جنگل دست کاشت: AF: خطای حذف: OME دقت تولید کننده: ACC خطای اضافه: COE دقت کاربر: REL دقت کل: OA

پوسته‌های صاف، براق و پف کرده، پوسته‌های صاف و تیره با تجمع کم تا متوسط نمک در سطح، پوسته‌های اسفنجی و پلی‌گون‌های نمکی را در یک کلاس طبقه‌بندی می‌کند. بنابراین کلاس خاک ۱۰ مخلوطی از خاک‌های Typic Aquisalids و Typic Haplosalids می‌باشد که به علت رفتار طیفی مشابه و تشکیل پیکسل‌های مخلوط قابل تفکیک نمی‌باشند، بهبود قدرت تفکیک طیفی و مکانی، خصوصا حضور باندهای حرارتی ممکن است موجب بهبود نتایج گردد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد تفکیک خاک‌ها نه تنها تابع خصوصیات عوارض سطحی است بلکه به ویژگی‌های سنجنده مانند تعداد باندها، پهنای باند و قدرت تفکیک مکانی وابسته می‌باشد. قدرت تفکیک مکانی و طیفی نقش بارزی در تفکیک‌پذیری پدیده‌ها دارد. سنجنده LISS-III با قدرت تفکیک مکانی متوسط منطقه فوق را در ۱۷ کلاس شناسایی نموده است. این نتایج با یافته‌های گوتفیرد (۲۰۰۳) منطبق می‌باشد، وی معتقد است: قدرت تفکیک مکانی و طیفی عامل عمده شناسایی و تفکیک کاربری‌های مختلف می‌باشد. به عقیده او با قدرت تفکیک طیفی ثابت ولی افزایش قدرت تفکیک مکانی می‌توان جزئیات بیش‌تری از پدیده‌ها را شناسایی و تفکیک نمود. به‌طور کلی می‌توان گفت چنان‌چه شناسایی خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک در سطح تحت گروه مد نظر باشد داده‌های ماهواره هندی به‌علت دسترسی آسان به آن‌ها و کمتر بودن هزینه تهیه داده‌های رقومی آن، مناسب می‌باشد.

پیکسل از خاک ۱۰ حذف و به کلاس خاک ۶ اضافه شده است، علت این اختلاط وجود بلورهای نمک و گچ در سطح این کلاس‌ها می‌باشد که موجب افزایش نسبی بازتاب هر دوی آن‌ها شده است و تفاوت آن‌ها وجود میکروتوپوگرافی در سطح کلاس خاک ۱۰ است که باعث شده شکل نمودار آن‌ها یکسان اما شدت بازتاب؛ اندکی متفاوت شود بنابراین امکان اختلاط پیکسل‌های واقع در مرز کلاس‌ها افزایش یافته است. کلاس‌های خاک ۳ و خاک ۵ بدون خطای حذف و اضافه می‌باشند، کلاس خاک ۳ اراضی دارای ۶۰ تا ۷۰ درصد سنگ‌ریزه‌های تیره رنگ در سطح و افق‌های زیرین است، این کلاس دارای کم‌ترین بازتاب در همه‌ی طول موج‌ها می‌باشد و همان‌طور که نمودار دوعدی نشان می‌دهد به خوبی از دیگر کلاس‌ها تفکیک شده است، البته قبل از اضافه نمودن لایه DEM به تصاویر سنجنده، این کلاس با کلاس‌های خاک ۸ و خاک ۹ دارای اختلاط می‌باشد اما با اضافه شدن لایه DEM به علت موقعیت ارتفاعی متفاوت کلاس خاک ۳ با کلاس‌های خاک ۸ و خاک ۹ از آن‌ها تفکیک شده است. ویشمیلر و همکاران (۱۹۷۷)، دابس و همکاران (۲۰۰۱)، زینک (۲۰۰۰) و علوی پناه (۱۳۸۰) هم معتقدند جهت بهبود طبقه‌بندی داده‌های طیفی دخالت اطلاعات جانبی مانند DEM و نقشه شیب ضروری می‌باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان می‌دهد سنجنده LISS-III قادر به تفکیک خاک‌های شور با پوسته‌های سطحی متفاوت نمی‌باشد، این سنجنده خاک‌های شور با

منابع

- علوی پناه، س. ک. و مسعودی، م. ۱۳۸۰. تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از داده‌های ماهواره لندست TM و سیستم اطلاعات جغرافیایی (منطقه موک استان فارس)، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال هشتم، شماره اول.
- علوی پناه، س. ک. ۱۳۷۹. ارزیابی و کارایی باندهای طیفی ماهواره لندست TM در مطالعات کویری و بیابانی ایران، مجله منابع طبیعی، جلد ۵۳، شماره ۱.
- موسسه تحقیقات خاک و آب. ۱۳۷۱. نقشه‌های خاک و شوری و قلیائیت برگ آران، آب شیرین و حسین آباد میش‌مست با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰.
- Alavi Panah S. K., and Goossens, R. 2001. Relationships between the Landsat TM, Mss Data and soil salinity. *Agric Sci Tec* Vol.3: 101-111.
- Ben-Dor, E. 2001. Quantitative remote sensing of soil properties. *Agronomy Journal*, Vol. 75, P: 174-234.
- Dobos, E., Montanarella, L., Negre, T. and Micheli, E. 2001. A regional scale soil mapping approach using integrated AVHRR and DEM data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 3, 30-41.
- Dregne, H. E. 1976. *Soil of arid regions*. Elsevier. New York.
- Dwivedi, R. S., and Sreenivas, K. 1998. Image transforms as a tool for the study of soil salinity and alkalinity dynamics. *International Journal of Remote Sensing*. 19, 605-619.
- Dwivedi, R. S., and Rao, B. R. M. 1992. The selection of the best possible Landsat TM band combination for delineating salt-affected soils. *International Journal of Remote Sensing*. 13, 2051-2058.
- Goldshleger, N., Ben-Dor, E., Benyamini, Y., Agassi, M., and Blumber, D. 2001. Characterization of soil's structural crust by spectral reflectance in the SWIR region (1.2-2.5 Am). *Terra Nova*. 13, 12-17.
- Goossens, R. and Ranst, E. V. 1998. The use of remote sensing to map gypisferous soils in the Ismailia province (Egypt). *Gooderma*. 87, 47-56.
- Gottfried, K. 2003. *Geoinformation: Remote sensing, Photogrammetry and geographic information system*. Taylor & Francis.
- Jensen, J. R. 1996. *Introductory Digital image processing, a remote sensing perspective*. prentice-hall, Inc.
- Karavanova, E. I. 2000. Application of remote sensing techniques for the study of soil salinity in semi-arid Uzbekistan. www.avaxhome.com.
- Liang S. 2004. *Quantitative remote sensing of land surface*. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, NewJersy.
- Metternicht G. I. and Zinck, J. 2003. Remote sensing of soil salinity: potential and constraints, *Remote sensing of environment*. 85: 1, 1-20.
- Metternicht, G. I. and Zink, J. 1996. Spatial discrimination of salt and sodium- affected soil surface, *INT. J. Remote Sensing*. 2: 125-134.
- Soil Survey Staff, 1999. *Soil Taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting Soil Surveys*. USDA Agricultural Handbook 436. Washington DC.
- Srivastava, R. and Saxena, R. K. 2003. Technique of large-scale soil mapping in basaltic terrain using satellite remote sensing data.
- Verma, K. S. 1994. Remote sensing technique for mapping salt affected soil. *International journal of remote sensing* Vol. 15, No. 9: 1901 - 1914.
- Weismiler, R. A., Persinger, I. D. and Montgomery, O. L. 1977. Soil inventory digital analysis of satellite scanner and topographic data. *Soil Sci Soc Am. J.* 41: 1116-1180.

- Wilson, P. M. 1986. uses Landsat data within a geographic information system mapping from modern imagery. Proceeding of a Symposium held by Commission IV of the International society for Photogrammetry a remote sensing. Edinburgh. Scotland. 8-12. September. 1986, 491-499.
- Zinck J. A. 2000. Monitoring soil salinity from remote sensing data 1st Workshop of the EARSEL. Ghent Belgium.

Separability of aridic soils by means of LISS-III sensor data: a case study in the Aran- Bidgol

Matinfar, H. R.¹ Alavi panah, S. K.² Maleki, A.³ and Karimy, A.⁴

Abstract

Land use and soil separability were investigated by the means of LISS-III remotely sensed data in Aran-Bidgol. After geometric correction and radiometry, the DEM was employed to combine the data and derive the useful outputs. The manipulated data bonds in LISS-III was used to examine the separability of the soils. The train samples were chosen upon directing homogeneous units on the color maps using using field studies and other information. In order to evaluate soil separability, mean, standard deviation and variance of the train sampels were calculated and assessed. The images were classified by the use of supervised method and maximum likelihood algorithm. Then, the outputs were compared with the real ground maps. The results showed that LISS-III sensor could not discriminate Typic Haplosalids from Typic Aquisalids. Gypsic Aquisalids and Typic Aquisalids had the highest and the lowest reflections, respectively. Typic Aquisalids had spectral interferences with Typic Torriorthents formed on gravelly colluvial fans. The surface of Gypsic Aquisalids was covered by salt and gypsum, whereas, the surface of Typic Aquisalids was sealed with sponge- and polygon-like crusts which were moist at the lower layer. Na and Mg salts were predominant in the two soils. The finding s demonstrated that salty soils with smooth, polish and puffy surfaces; smooth and dark surfaces with low to moderate salt accumulation; and spong- and polygon-like crusts were classified in a similar class. Overall, when it is intended to identify and separate the aridic soils at the level of sub-group, the data from Indian satellite are suitable due to easy-to-access and low cost for digital processing.

Keywords: Digital processing, Supervised method, Maximum likelihood algorithm

-
1. Assistant Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Lorestan University
 2. Associate Professor, Department of Remote Sensing, Tehran University
 3. Assistant Professor, Department of Irrigation Engineering, Lorestan University
 4. Assistant Professor, Department of Soil Science, Shahrekord University