

ارزیابی کارآیی باندهای طیفی ماهواره لندست TM در مطالعات کویرهای ایران

سید کاظم علوی پناه^(۱)

چکیده

روش‌های متعددی برای انتخاب بهترین ترکیب باندی به منظور استخراج اطلاعات از داده‌های ماهواره لندست پیشنهاد شده است. در این تحقیق، داده‌های TM ماهواره لندست مربوط به پدیده‌های مختلف زمینی چهار منطقه کویری ایران مورد ارزیابی قرار گرفت. برای انتخاب ترکیب باندی مناسب، از روش‌های ماتریس همبستگی، تعیین حد شاخص مطلوب (OIF)، تحلیل مولفه‌های اصلی (PCA) و تجزیه و تحلیل نمودار دو بعدی داده‌ها استفاده گردید.

نتایج حاصل نشان داد که انتخاب مناسب‌ترین باندها نه تنها بستگی به شرایط اقلیمی و منطقه جغرافیایی دارد بلکه بستگی زیادی به شرایط خاک و همچنین تاریخ داده‌های ماهواره‌ای و نوع استفاده از اراضی دارد.

بر اساس نتایج حاصل برای استفاده موثر از داده‌های ماهواره‌ای، انتخاب باندهای مطلوب باید با توجه به واحدها و پدیده‌های مختلف موجود در منطقه از قبیل اراضی لخت و یا مناطق تحت پوشش گیاهی صورت گیرد.

نتایج حاصل نشان داد که باند حرارتی حاوی اطلاعاتی است که می‌تواند مکمل باندهای انعکاسی باشد. همچنین می‌توان نتیجه گرفت که در مطالعات مناطق گسترده کویری، قدرت تفکیک زمینی ممکن است اهمیت کمتری نسبت به قدرت تفکیک طیفی داشته باشد. بنابراین، ارزیابی میزان اطلاعات باند حرارتی برای طبقه بندی تصاویر ماهواره اهمیت ویژه‌ای دارد.

واژه‌های کلیدی: قدرت تفکیک طیفی، عامل شاخص مطلوب، پوشش گیاهی، ترکیب باند، باندهای انعکاسی، باند حرارتی، کویر، پلایا (چاله داخلی)

مقدمه

انعکاسی) اطلاعات فراوانی درباره بسیاری پدیده‌ها می‌دهد. میلینگتون و همکاران (۱۹۸۸) با استفاده از داده‌های ماهواره لندست، تغییرات فصلی و سالانه شوری خاک را مطالعه کردند. گوسنز و دو داپر (۱۹۹۳) مطالعات شوری خاک و پیشروی آن را با بهره‌گیری از GIS و اطلاعات ماهواره‌ای به انجام رسانیدند. علوی پناه (۱۹۹۷) نشان داد که اطلاعات موجود در باند حرارتی می‌تواند مکمل اطلاعات در باندهای انعکاسی برای تفسیر پدیده‌های کویر اردکان باشد. استفاده مطلوب از داده‌های ماهواره‌ای مستلزم ارزیابی این داده‌ها و اطلاعات موجود در باندهای طیفی آنها می‌باشد. در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره، انتخاب باندهای مطلوب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. سنجنده‌های مختلف قدرت تفکیک مکانی، طیفی و رادیومتریک مختلفی دارند و ویژگی‌های طیفی داخل هر پدیده یا بین پدیده‌های زمینی، بسته به طول موج باند متفاوت است. به عبارت دیگر، برخی باندها ممکن است اطلاعات بیشتری نسبت به باندهای دیگر روی پدیده خاصی داشته باشند. قابل توجه است که افزایش تعداد باند در طبقه‌بندی الزاماً افزایش دقت در طبقه‌بندی را به دنبال نخواهد داشت، مضافاً اینکه موجب صرف وقت بیشتر نیز می‌گردد. تاکنون کارآیی باندهای طیفی مخالف در تشخیص پدیده‌های کویرهای ایران نظیر خاک، شوری خاک، نوع نمک غالب، پوشش گیاهی و غیره چندان مورد توجه محققین قرار نگرفته است. در این تحقیق کارآیی باندهای حرارتی و انعکاسی سنجنده TM در مناطق کویری کشور ایران ارزیابی شده است. بنابراین، باندهای مختلف مربوط به مناطق مختلف جغرافیایی کویرهای ایران، انتخاب گردیده است تا بدین طریق اهمیت باندهای مختلف در مناطق متفاوت و همچنین پدیده‌های گوناگون آشکار گردد.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی اطلاعات باندهای ماهواره لندست در مطالعات کویرها و بیابانهای ایران، هفت باند سنجنده TM مربوط به چهار منطقه کویری و بیابانی استفاده گردید. از مهمترین ویژگی‌های مناطق کویری مورد مطالعه، خشکی هوا

کشور پهناور ایران را مناطق کوهستانی، تپه‌ای، دشت‌های رسوبی و کویرهای متعددی در بر می‌گیرد. بجز باریکه شمالی کشور بقیه نقاط غالباً به مناطق خشک و نیمه خشک تعلق دارند. ۶۰ پلایا با وسعتی حدود ۶۷۲۵۰ کیلومتر مربع در بخش مرکزی ایران قرار دارند که پدیده‌های فرسایش و تپه‌های شنی و شوری آب و خاک از جمله مهمترین مشکلات حاکم بر حاشیه پلایاهای مذکور می‌باشند. گرچه مطالعات زیادی روی پدیده‌های حاشیه بسیاری از پلایای جهان به عمل آمده است ولی به دلایلی از قبیل محدودیت‌های اقتصادی و اقلیمی، تحقیقات شایان توجهی بر روی پدیده‌ها و مسائل کویرهای کشورمان به عمل نیامده است. به دلیل عدم مدیریت اصولی، بسیاری از اراضی مستعد و همچنین عرصه‌های کویری هرساله شورتر می‌گردند. تغییرات در هیدرولوژی (زهکشی اراضی، سیل گرفتگی، بهره‌برداری بی رویه از سفره‌های آب زیرزمینی)، تغییرات زیستی (تغییر در زیتوده، جمعیت و ساختار مسکونی) و تغییرات شیمیایی (حاصلخیزی خاک، آلوده‌کننده‌ها و غیره) از جمله عوامل موثر و مهم در پیدایش برخی مشکلات در این مناطق به‌شمار می‌آیند.

بررسی تغییرات، بحران‌ها و مشکلات کویرهای پهناور ایران مستلزم هزینه‌های هنگفت و صرف سال‌ها تحقیقات می‌باشد و مضافاً اینکه عدم اطلاعات کافی از وضعیت گذشته از دیگر مشکلاتی است که غالباً حل آن تا حدودی از طریق استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) می‌تواند میسر باشد. به کمک سنجنده‌های برخی ماهواره‌ها نظیر سنجنده TM ماهواره لندست ممکن است قادر به بررسی برخی متغیرها در طبیعت باشیم. مثلاً داده‌های سنجنش از دور می‌تواند مستقیماً اطلاعات اساسی و مفیدی در زمینه زیست‌شناسی و بیوفیزیک برخی مواد بدهد (جنسن، ۱۹۸۳). یک مثال آن نقشه برداری درجه حرارت سطحی است و دسته دوم اطلاعاتی نظیر مشخصات جذب کلروفیل، درجه حرارت و رطوبت گیاهان است که استخراج اطلاعاتی در زمینه تنش‌های پوشش گیاهی را میسر می‌سازد. داده‌های TM ماهواره لندست در هفت باند (یک باند حرارتی و شش باند

حذف شد.

در این مطالعه، برای پی بردن به اثر پدیده‌ها و واحدهای مختلف اراضی، از NDVI^(۸)، نقشه‌های استفاده از اراضی و نقشه طبقه‌بندی شده تصاویر ماهواره‌ای و توپوگرافی استفاده گردید.

نتایج و بحث

۱- بررسی‌های آماری و هیستوگرام داده‌ها

معیارهایی نظیر میانگین، انحراف معیار، حداقل و حداکثر، واریانس و کوواریانس و همبستگی بین باندها کمک زیادی به پی بردن به کیفیت داده‌های ماهواره می‌نماید. برای تعیین میزان و پراکنش اطلاعات موجود در باندها، اطلاعات آماری تمامی باندهای مناطق مورد مطالعه مانند ماتریس همبستگی، حداقل و حداکثر، میانگین و مقادیر انحراف معیار داده‌های باندها مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج حاصل از بررسی داده‌های باندهای مختلف در مناطق مورد مطالعه به شرح زیر می‌باشد:

۱-۱- همبستگی بین باندها

همبستگی بین باندها را به دو گروه اصلی همبستگی مثبت و همبستگی منفی می‌توان تقسیم کرد. غالباً ضرایب همبستگی بین باندهای انعکاسی (TM1, TM2, TM3, TM4, TM5, TM7) بالا و مثبت می‌باشد. به طوری که از میان چهار منطقه مورد مطالعه بالاترین همبستگی مثبت بین TM3 و TM4 منطقه ابرکوه برابر با ۰/۹۹۵ است. پایین‌ترین همبستگی مثبت بین باندهای TM2, TM7 منطقه حوض سلطان است که برابر با ۰/۲۴۱ می‌باشد (جدول ۱). این همبستگی بالا بین باندهای انعکاسی در نواحی بیابانی بیانگر آنست که اطلاعات مازاد

و عمدتاً خشکی خاک سطح زمین، شوری بالا و تنوع خصوصیات سطح زمین نظیر پوسته‌های نمکی، سله‌های خاک، خاک‌های پفی و گچی را می‌توان نام برد. میزان بارندگی این مناطق کم ($< 100\text{ mm}$)، زمستان‌های سرد و خشک و تابستان‌های گرم و خشک دارد. تاریخ داده‌های TM ماهواره لندست مربوط به مناطق کویری انتخاب شده به شرح زیر است:

۱- کویر قم و حاشیه حوض سلطان: تاریخ مرداد ماه ۱۳۶۸
۲- کویر ابرکوه و حاشیه پلایای ابرکوه: تاریخ شهریورماه ۱۳۷۰

۳- کویر سیاه کوه حاشیه میانی پلایای اردکان: تاریخ شهریور ماه ۱۳۷۰

۴- کویر سیاه کوه حاشیه پایینی پلایای اردکان: شهریور ماه ۱۳۷۰

ابعاد تصاویر استفاده شده در هر منطقه 1200×1200 پیکسل می‌باشد که در این تحقیق ابتدا کیفیت داده‌های ماهواره و وضعیت اقلیمی و استفاده از اراضی در زمان عبور ماهواره از منطقه مورد بررسی قرار گرفت.

جهت ارزیابی باندهای طیفی و عملکرد آنها بر روی پدیده‌های مختلف و همچنین تعیین بهترین ترکیب باندی در مناطق کویری از روش‌های ماتریس همبستگی و تعیین عامل شاخص مطلوب^(۱) (OIF) استفاده گردید.

در این تحقیق روش‌های نمودار دو بعدی^(۲) (FS) و تجزیه مولفه‌های اصلی^(۳) (PCA) جهت بررسی کلی اطلاعات باندهای طیفی به کار گرفته شد.

در این تحقیق از اطلاعات و داده‌های جنبی دیگری نظیر داده‌های صحرایی، نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰، نقشه‌های خاک و شوری خاک ۱:۵۰۰۰۰، نقشه‌های زمین شناسی به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰۰ استفاده گردید. از نرم‌افزارهای ایلوس^(۴)، ادریسی^(۵)، اس جی پلاس^(۶) و اس‌پی‌اس^(۷) استفاده شد.

به منظور بررسی کیفیت باندها و سپس حذف داده‌های از دست رفته، ابتدا هیستوگرام باندها استخراج و مطالعه گردید و آنگاه داده‌های از دست رفته (مقادیر صفر) از محاسبات آماری

۱- Optimum Index Factor

۲- Featurc Space

۳- Principal Component Analysis

۴- ILWIS

۵- IDRISI

۶- S.G.Plus

۷- SPSS

۸- Normalized Difference Vegetation Index

فراوانی بین این باندها وجود دارد و ضروری است به منظور صرفه جویی در وقت از برخی از آنها در محاسبات و طبقه بندی ها صرف نظر گردد.

جدول ۲ ضرایب همبستگی بین باند حرارتی و باندهای انعکاسی را نشان می دهد که دامنه این همبستگی ها از -0.925 بین $TM1$ و $TM6$ اراضی لخت حوض سلطان تا $+0.81$ بین $TM1$ و $TM6$ منطقه پوشش گیاهی سیاه کوه تغییر می نماید.

این امر بیانگر رفتار متفاوت باند حرارتی در مناطق مختلف بیابانی می باشد. از طرف دیگر همبستگی پایین بین باند حرارتی و باندهای انعکاسی در برخی مناطق بیابانی نشان دهنده آن است که اطلاعات زیادی در باندهای حرارتی موجود است که در باندهای انعکاسی وجود ندارد.

جدول ۱- ماتریس همبستگی بین باندهای انعکاسی مناطق مورد مطالعه

TM7	TM5	TM4	TM3	TM2	TM1	
					۱/۰۰۰	TM1
				۱/۰۰۰	۰/۹۶۲	TM2
			۱/۰۰۰	۰/۹۹۴	۰/۹۵۲	TM3
		۱/۰۰۰	۰/۹۹۴	۰/۹۸۱	۰/۹۴۲	TM4
	۱/۰۰۰	۰/۵۰۵	۰/۴۳۴	۰/۳۹۰	۰/۴۷۹	TM5
۱/۰۰۰	۰/۹۶۸	۰/۳۶۴	۰/۲۸۹	۰/۲۴۱	۰/۳۱۸	TM7
					۱/۰۰۰	TM1
				۱/۰۰۰	۰/۹۸۳	TM2
			۱/۰۰۰	۰/۹۸۶	۰/۹۵۴	TM3
		۱/۰۰۰	۰/۹۹۵	۰/۹۷۳	۰/۹۳۴	TM4
	۱/۰۰۰	۰/۹۵۰	۰/۹۳۹	۰/۹۲۸	۰/۸۹۸	TM5
۱/۰۰۰	۰/۹۶۵	۰/۹۳۰	۰/۹۲۵	۰/۹۱۹	۰/۸۸۴	TM7
					۱/۰۰۰	TM1
				۱/۰۰۰	۰/۴۲۱	TM2
			۱/۰۰۰	۰/۴۳۰	۰/۹۰۰	TM3
		۱/۰۰۰	۰/۹۹۴	۰/۴۲۳	۰/۸۷۰	TM4
	۱/۰۰۰	۰/۸۸۰	۰/۸۷۱	۰/۳۷۶	۰/۷۹۸	TM5
۱/۰۰۰	۰/۹۷۲	۰/۸۱۲	۰/۸۰۱	۰/۳۴۲	۰/۷۲۰	TM7
					۱/۰۰۰	TM1
				۱/۰۰۰	۰/۹۵۷	TM2
			۱/۰۰۰	۰/۹۷۲	۰/۹۵۷	TM3
		۱/۰۰۰	۰/۸۹۲	۰/۸۶۰	۰/۷۹۶	TM4
	۱/۰۰۰	۰/۸۶۱	۰/۹۳۷	۰/۹۱۶	۰/۹۰۲	TM5
۱/۰۰۰	۰/۹۸۱	۰/۸۰۰	۰/۹۳۷	۰/۹۱۹	۰/۹۲۲	TM7

حوض سلطان قم

ابرکوه

سیاه کوه اردکان
(حاشیه میانی)

سیاه کوه اردکان
(حاشیه پایینی)

جدول ۲- ماتریس همبستگی بین باند حرارتی و باندهای انعکاسی در چهار منطقه بیابانی ایران

باند	TM1	TM2	TM3	TM4	TM5	TM7
حوض سلطان اراضی لخت	-۰/۹۲۵	-۰/۹۱۹	-۰/۹۰۳	-۰/۸۸۸	-۰/۴۱۸	-۰/۲۶۷
حوض سلطان کل منطقه	-۰/۸۰۳	-۰/۸۱۹	-۰/۸۰۰	-۰/۸۵۹	-۰/۳۷۵	-۰/۲۰۰
حوض سلطان گیاه	۰/۳۲۱	۰/۲۳۵	۰/۲۷۵	-۰/۴۸۳	۰/۲۱۷	۰/۵۳۵
ابركوه اراضی لخت	-۰/۶۹۲	-۰/۷۱۶	-۰/۷۱۱	-۰/۷۰۸	-۰/۶۸۶	-۰/۶۹۱
ابركوه - گیاه	-۰/۴۵۸	-۰/۵۱۲	-۰/۵۰۵	-۰/۶۸۰	-۰/۴۸۸	-۰/۴۱۱
سیاهکوه میانی (۱) اراضی لخت	۰/۱۴۵	۰/۰۶۸	۰/۱۷۱	-۰/۱۸۸	۰/۳۶۲	۰/۳۷۲
سیاهکوه میانی (۲) گیاه	۰/۱۵۷	۰/۱۷۵	۰/۱۹۲	۰/۲۰۷	۰/۳۶۸	۰/۲۶۴
سیاهکوه پایینی (۲) اراضی لخت	۰/۲۶۵	۰/۱۸۱	۰/۱۶۵	-۰/۱۳۲	۰/۱۳۵	۰/۲۷۷
سیاهکوه پایینی (۲) گیاه	۰/۸۱	۰/۷۹	۰/۸۱	۰/۵۴	۰/۸۱	۰/۸۰

نتایج حاصل از همبستگی بین باند حرارتی و باندهای انعکاسی به شرح زیر خلاصه می‌گردد:

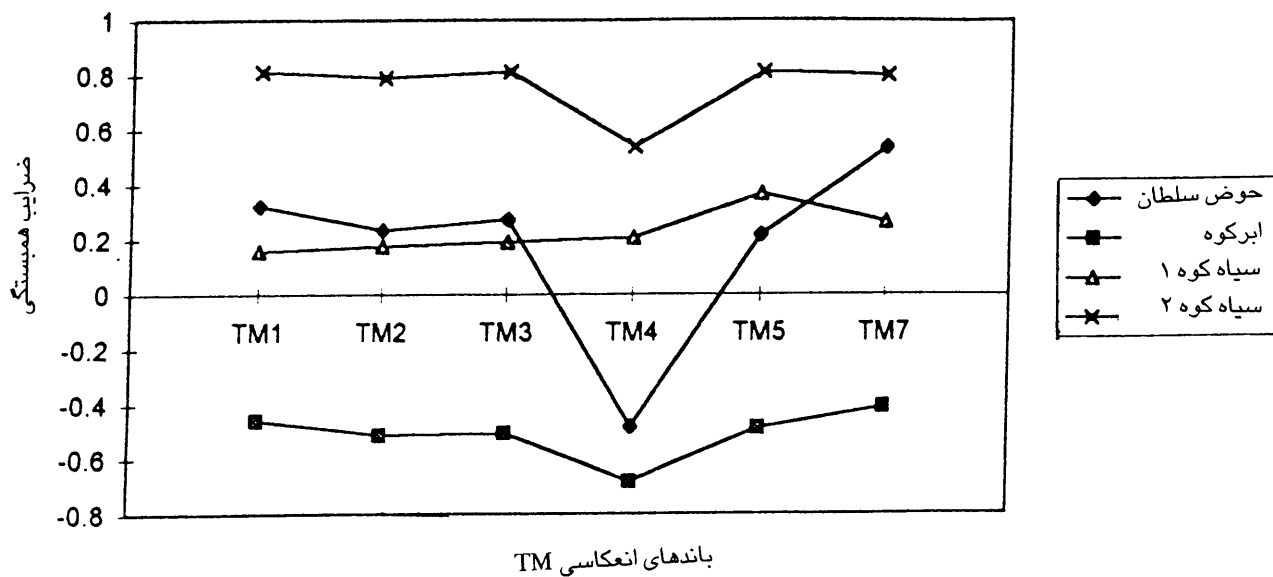
۱- رابطه باند حرارتی و باندهای انعکاسی بستگی زیادی به موقعیت جغرافیایی و شرایط کویرهای مورد مطالعه از قبیل شوری، پوشش گیاهی و شرایط سطحی خاک و غیره دارد. جدول ۲ نشان می‌دهد که ضرایب همبستگی بین باند حرارتی و باندهای انعکاسی از -۰/۹۲۵ تا +۰/۸۱۱ تغییر می‌کند. شرایط مناطق مورد مطالعه دارای اختلافاتی از لحاظ میزان رطوبت خاک سطح زمین، پوسته‌های نمکی، نوع و تراکم پوشش گیاهی است. علاوه بر این موارد، وضعیت متفاوت شرایط کویرها در ماه‌ها یا فصول مختلف سال نیز از جمله عوامل موثر در رابطه بین باند حرارتی و باندهای انعکاسی است. جدول ۲ همبستگی بین باند حرارتی و باندهای انعکاسی برای کل منطقه حوض سلطان و منطقه پوشش گیاهی را نشان می‌دهد که اختلاف

مقادیر همبستگی باندها در کل اراضی و منطقه پوشش گیاهی می‌تواند به دلیل اثر پوشش گیاهی بر بازتاب باشد.

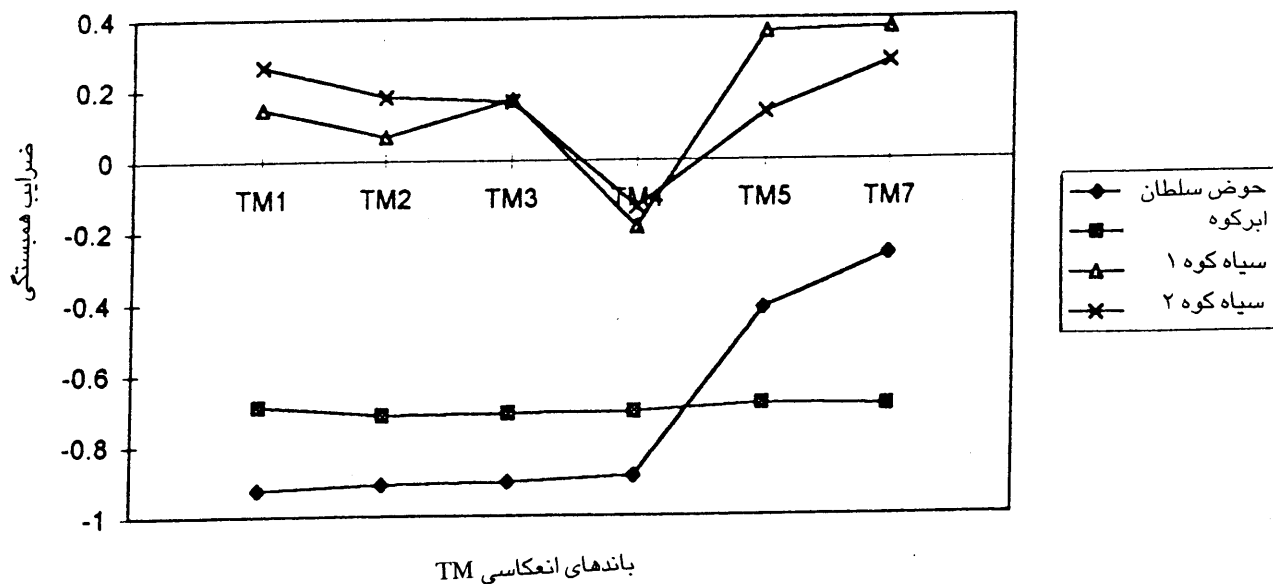
۲- شکل‌های ۱ و ۲ روند تغییرات همبستگی بین باند حرارتی و باندهای انعکاسی TM در مناطق مورد مطالعه، به ترتیب برای اراضی تحت پوشش گیاهی و اراضی لخت را نشان می‌دهد. این شکل‌ها نشان می‌دهند که اصولاً روند همبستگی بین باند حرارتی و باندهای انعکاسی در محل باند مادون قرمز نزدیک (TM4) تغییر می‌کند.

این امر نمایانگر آن است که اطلاعات زیادی هم بر روی باند حرارتی و هم باندهای مادون قرمز یافت می‌شوند که در باندهای قابل رویت موجود نمی‌باشند.

۳- با افزایش طول موج مادون قرمز، اصولاً رابطه بین باند حرارتی و باندهای مادون قرمز مثبت تر می‌شود، یعنی اگر



شکل ۱- روند تغییرات همبستگی بین باند حرارتی و باندهای انعکاسی TM در مناطق دارای پوشش گیاهی



شکل ۲- روند تغییرات همبستگی بین باند حرارتی و باندهای انعکاسی TM در اراضی لخت

۱-۲- تعیین مناسب‌ترین باند در تفسیر و

طبقه‌بندی تصاویر ماهواره

به منظور تعیین مناسب‌ترین باند در تفسیر و طبقه‌بندی تصاویر ماهواره، از فاکتوری به نام OIF که ترکیب سه باند را به ترتیب میزان اطلاعات درجه‌بندی می‌کند می‌توان استفاده نمود (شاووز و همکاران، ۱۹۸۲). برای محاسبه OIF از انحراف معیار (SD) و ضریب همبستگی باندها (CC) به شرح زیر استفاده می‌شود:

$$OIF = \frac{\sum SD}{\sum CC}$$

$\sum SD$ = مجموع SDهای سه باند (TM1، TM2 و TM3)

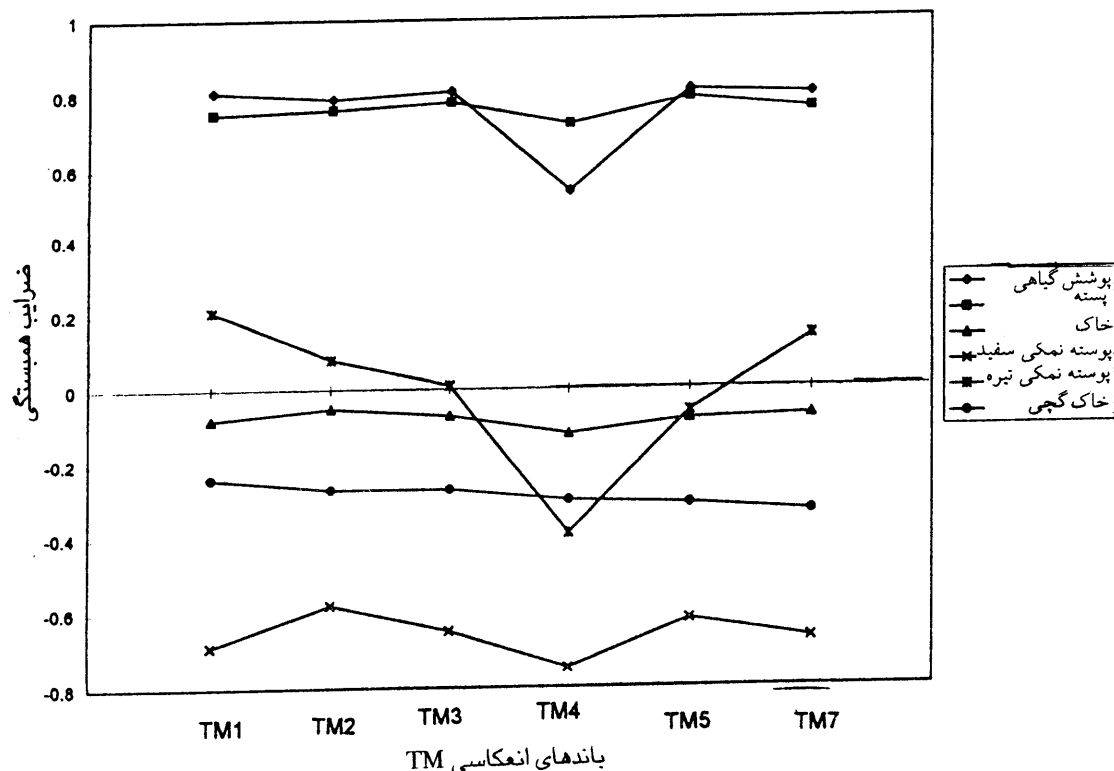
$\sum CC$ = مجموع قدر مطلق CC های سه باند

(مثلاً TM1-TM2، TM1-TM3 و TM2-TM3)

در این تحقیق با استفاده از محاسبه مقادیر OIF ترکیب باندی به ترتیب میزان اطلاعات موجود در آنها مشخص گردید. جدول ۳ رتبه بندی داده‌های باندهای TM ماهواره لندست در مناطق مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

رابطه منفی بین آنها وجود دارد با افزایش طول موج این رابطه‌ها به سمت مثبت و اگر رابطه آنها مثبت است، ضریب همبستگی افزایش یافته و رابطه قوی‌تر می‌شود. در هر حال گرچه شدت و ضعف این رابطه‌ها بستگی به منطقه مورد مطالعه دارد ولی روند کلی آنها نشانگر آنست که مجموعاً روند خاصی بر ضرایب همبستگی بین باندهای مورد مطالعه حاکم است و این روند، اهمیت باندهای انعکاسی و حرارتی را تماماً در مطالعات کویرها نشان می‌دهد. قابل توجه است که جهت پی بردن به علت دقیق این روند مطالعات بعدی نیاز است.

۴- شکل ۳ رابطه باند حرارتی و باندهای انعکاسی روی پدیده‌ها و کلاس‌های مختلف اراضی منطقه سیاه کوه را نشان می‌دهد که نوع و میزان رابطه این باندها شدیداً بستگی به پدیده و واحد اراضی دارد. مثلاً در مناطق پوشش‌های گیاهی بیشترین همبستگی مثبت و در نواحی پوسته‌های نمکی بیشترین رابطه منفی دیده می‌شود. برای تعیین همبستگی نشان داده شده در شکل ۳ از نقشه طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای منطقه سیاه کوه (علوی پناه، ۱۹۹۷) استفاده گردید.



شکل ۳- روند تغییرات همبستگی بین باند انعکاسی و باند حرارتی TM در کلاس‌ها و پدیده‌های مختلف اراضی منطقه سیاه‌کوه

جدول ۳- مقادیر OIF و مراتب میزان اطلاعات در ترکیب باندهای مختلف TM در مناطق مورد مطالعه

سیاه‌کوه- حاشیه پایینی		سیاه‌کوه- حاشیه میانی		ابرکوه		حوض سلطان		رتبه
OIF	ترکیب باند	OIF	ترکیب باند	OIF	ترکیب باند	OIF	ترکیب باند	
۴۲/۶۹	۴-۵-۶	۵۶/۰۶	۲-۵-۶	۲۸/۵۶	۱-۵-۶	۷۱/۷۶	۱-۳-۷	۱
۴۱/۰۲	۳-۵-۶	۵۵/۹۳	۱-۲-۶	۲۷/۳۸	۳-۵-۶	۶۹/۵۲	۱-۳-۵	۲
۳۶/۹۷	۳-۶-۷	۵۵-۱۲	۲-۳-۶	۲۶/۷۴	۳-۶-۷	۶۸/۳۵	۱-۲-۷	۳
۳۶/۵۷	۱-۵-۶	۵۳/۱۴	۲-۴-۶	۲۴/۵۶	۴-۵-۶	۶۸/۲۴	۱-۵-۷	۴
۳۶/۴۹	۴-۶-۷	۵۲/۷۷	۲-۶-۷	۲۴/۴۵	۱-۴-۵	۶۷/۹۲	۱-۴-۷	۵
۳۶/۴۴	۳-۴-۶	۳۲/۳۴	۲-۵-۷	۲۴/۲۵	۲-۵-۶	۶۶/۸۰	۳-۵-۷	۶
۳۵/۴۴	۲-۵-۶	۳۰/۶۵	۱-۲-۵	۲۴/۲۰	۱-۶-۷	۶۶/۴۹	۱-۲-۵	۷
۳۳/۷۹	۳-۶-۷	۳۰/۳۰	۱-۲-۷	۲۳/۸۴	۱-۳-۵	۶۶/۱۸	۲-۵-۷	۸
۲۳/۷۲	۱-۴-۶	۲۹/۹۹	۲-۳-۵	۲۳/۶۷	۱-۳-۶	۶۵/۰۵	۱-۴-۵	۹
۳۰/۹۳	۲-۴-۶	۲۹/۴۸	۲-۴-۵	۲۳/۵۱	۳-۶-۷	۶۴/۷۳	۲-۳-۷	۱۰
۳۰/۸۸	۱-۳-۶	۲۹/۴۷	۲-۳-۷	۲۳/۴۲	۳-۴-۵	۶۴/۲۶	۱-۶-۷	۱۱
۲۹/۵۳	۱-۶-۷	۲۹/۴۰	۱-۵-۶	۲۳/۱۰	۱-۵-۷	۶۳/۴۹	۲-۳-۵	۱۲
۲۹/۵۲	۲-۳-۶	۲۸/۸۹	۲-۴-۷	۲۳/۰۷	۴-۵-۷	۶۲/۷۶	۳-۴-۷	۱۳
۲۸/۴۸	۲-۶-۷	۲۸/۳۳	۳-۵-۶	۲۲/۵۸	۳-۵-۷	۶۱/۶۵	۳-۶-۷	۱۴
۲۵/۴۸	۱-۲-۶	۲۷/۸۴	۱-۶-۷	۲۱/۸۴	۱-۴-۶	۶۰/۹۵	۱-۵-۶	۱۵
۲۱/۹۴	۳-۴-۵	۲۷/۲۶	۴-۵-۶	۲۱/۵۶	۴-۶-۷	۶۰/۸۳	۳-۴-۵	۱۶
۲۱/۹۳	۴-۵-۷	۲۶/۶۸	۳-۶-۷	۲۱/۴۴	۲-۴-۵	۶۰/۲۶۱	۲-۴-۷	۱۷
۲۱/۸۵	۱-۴-۵	۲۵/۸۷	۵-۶-۷	۲۱/۴۳	۱-۲-۵	۵۸/۹۱	۳-۵-۶	۱۸
۲۱/۲۰	۳-۵-۷	۲۵/۵۶	۴-۶-۷	۲۱/۲۸	۱-۴-۷	۵۸/۶۰	۲-۴-۵	۱۹
۲۰/۹۱	۱-۳-۵	۲۴/۷۳	۱-۳-۶	۲۱/۲۳	۲-۳-۵	۵۸/۴۱	۴-۵-۷	۲۰
۲۰/۴۶	۱-۵-۷	۲۴/۳۵	۱-۴-۶	۲۰/۹۱	۱-۳-۴	۵۶/۹۴	۲-۶-۷	۲۱
۲۰/۲۲	۳-۴-۷	۲۳/۲۱	۱-۲-۴	۲۰/۸۱	۳-۴-۶	۵۵/۹۱	۵-۶-۷	۲۲
۱۹/۸۷	۱-۴-۷	۲۳/۱۷	۱-۲-۳	۲۰/۵۷	۳-۴۷	۵۴/۹۸	۲-۵-۶	۲۳
۱۹/۷۰	۲-۴-۵	۲۲/۶۹	۳-۴-۶	۲۰/۵۳	۲-۵-۷	۵۱/۷۶	۴-۶-۷	۲۴
۱۹/۳۲	۱-۳-۴	۲۲/۳۰	۲-۳-۴	۲۰/۳۴	۱-۳-۷	۴۹/۹۸	۴-۵-۶	۲۵
۱۹/۳۱	۲-۳-۵	۱۹/۲۰	۱-۵-۷	۲۰/۰۶	۲-۶-۷	۴۱/۲۳	۱-۳-۴	۲۶
۱۸/۹۷	۲-۵-۷	۱۸/۶۱	۳-۵-۷	۱۹/۹۴	۱-۲-۶	۳۹/۶۳	۱-۲-۳	۲۷
۱۸/۶۹	۱-۳-۷	۱۸/۱۸	۴-۵-۷	۱۹/۸۲	۲-۳-۶	۳۸/۴۹	۱-۲-۴	۲۸
۱۸/۵۲	۱-۲-۵	۱۶/۹۱	۱-۳-۵	۱۸/۵۱	۱-۲-۴	۳۷/۱۵	۱-۳-۶	۲۹
۱۷/۷۸	۲-۴-۷	۱۶/۷۴	۱-۴-۵	۱۸/۳۹	۲-۴-۷	۳۵/۵۹	۲-۳-۴	۳۰
۱۷/۳۱	۲-۳-۴	۱۶/۳۲	۱-۳-۷	۱۸/۱۸	۲-۳-۴	۳۴/۱۳	۱-۴-۶	۳۱
۱۷/۲۲	۲-۳-۷	۱۶/۱۲	۱-۴-۷	۱۷/۹۸	۱-۲-۳	۳۳/۴۹	۱-۲-۶	۳۲
۱۶/۸۵	۱-۲-۴	۱۶/۰۵	۳-۴-۵	۱۷/۹۴	۲-۴-۶	۳۱/۵۴	۳-۴-۶	۳۳
۱۶/۲۷	۱-۲-۷	۱۵/۴۰	۳-۴-۷	۱۷/۸۸	۲-۳-۷	۳۱/۴۳	۲-۳-۶	۳۴
۱۶/۱۶	۱-۲-۳	۱۲/۴۳	۱-۳-۴	۱۷/۸۷	۱-۲-۷	۲۸/۳۴	۲-۴-۶	۳۵

جدول ۴- مقادیر OIF و ترکیب‌های باندی برای مناطق تحت پوشش گیاهی، اراضی لخت و کل منطقه حاشیه پایینی کویر سیاه‌کوه اردکان یزد

خاک‌های لخت		منطقه پوشش گیاهی		کل منطقه		رتبه
OIF	ترکیب باند	OIF	ترکیب باند	OIF	ترکیب باند	
۴۱/۹۷	۶-۵-۱	۲۱/۱۵	۵-۴-۳	۴۲/۶۹	۶-۵-۴	۱
۴۱/۴۹	۶-۵-۳	۲۱/۰۴	۷-۵-۴	۴۱/۰۲	۶-۵-۳	۲
۳۸/۸۷	۶-۵-۴	۲۰/۴۳	۶-۵-۴	۳۶/۹۷	۷-۶-۵	۳
۳۸/۴۶	۷-۶-۵	۲۰/۳۶	۵-۴-۱	۳۶/۵۷	۶-۵-۱	۴
۳۶/۸۴	۶-۵-۲	۲۰/۱۲	۷-۴-۳	۳۶/۴۹	۷-۶-۴	۵
۳۶/۵۲	۷-۶-۳	۱۹/۶۶	۱-۶-۴	۳۶/۴۴	۶-۴-۳	۶
۳۶/۲۷	۷-۶-۱	۱۹/۰۵	۷-۴-۱	۳۶/۴۴	۶-۵-۲	۷
۳۵/۸۷	۶-۳-۱	۱۸/۸۶	۷-۴-۲	۳۳/۷۹	۷-۶-۳	۸
۳۴/۳۱	۶-۴-۱	۱۸/۵۸	۶-۴-۳	۳۳/۷۲	۶-۴-۱	۹
۳۴/۱۷	۷-۶-۴	۱۷/۷۶	۷-۴-۲	۳۰/۹۳	۶-۴-۲	۱۰
۳۳/۶۴	۶-۴-۳	۱۷/۳۷	۶-۴-۱	۳۰/۸۸	۶-۳-۱	۱۱
۳۱/۵۰	۷-۶-۲	۱۷/۱۶	۴-۳-۱	۲۹/۵۳	۷-۶-۱	۱۲
۳۱/۱۰	۶-۳-۲	۱۶/۴۹	۷-۵-۳	۲۹/۵۲	۶-۳-۲	۱۳
۳۰/۰۶	۶-۲-۱	۱۶/۳۹	۴-۳-۲	۲۸/۴۸	۷-۶-۲	۱۴
۲۹/۳۹	۶-۴-۲	۱۶/۱۶	۷-۵-۳	۲۵/۴۸	۶-۲-۱	۱۵
۲۰/۲۱	۵-۴-۳	۱۶/۰۹	۷-۶-۵	۲۱/۹۴	۵-۴-۳	۱۶
۲۰/۱۳	۷-۵-۳	۱۵/۸۲	۶-۵-۱	۲۱/۹۳	۷-۵-۴	۱۷
۱۹/۹۲	۵-۳-۱	۱۵/۵۵	۷-۵-۱	۲۱/۸۵	۵-۴-۱	۱۸
۱۹/۶۱	۷-۵-۴	۱۵/۳۰	۵-۳-۱	۲۱/۲۰	۷-۵-۳	۱۹
۱۹/۵۸	۵-۴-۱	۱۵/۲۵	۵-۳-۲	۲۰/۹۱	۵-۳-۱	۲۰
۱۹/۲۴	۷-۵-۱	۱۵/۲۴	۷-۵-۲	۲۰/۴۶	۷-۵-۱	۲۱
۱۸/۶۰	۵-۳-۲	۱۵/۱۶	۶-۴-۲	۲۰/۲۲	۷-۴-۳	۲۲
۱۸/۱۸	۵-۴-۲	۱۵/۰۰	۶-۵-۲	۱۹/۸۷	۷-۴-۱	۲۳
۱۷/۹۹	۷-۵-۲	۱۴/۹۸	۴-۲-۱	۱۹/۷۰	۵-۴-۲	۲۴
۱۷/۹۶	۷-۴-۳	۱۴/۶۷	۷-۶-۳	۱۹/۳۲	۴-۳-۱	۲۵
۱۷/۵۹	۵-۲-۱	۱۴/۳۹	۵-۲-۱	۱۹/۳۱	۵-۳-۲	۲۶
۱۷/۵۳	۷-۳-۱	۱۳/۸۲	۷-۶-۱	۱۸/۹۷	۷-۵-۲	۲۷
۱۷/۲۱	۷-۴-۱	۱۳/۵۱	۷-۳-۱	۱۸/۶۹	۷-۳-۱	۲۸
۱۷/۱۸	۴-۳-۱	۱۳/۵۰	۷-۳-۲	۱۸/۵۲	۵-۲-۱	۲۹
۱۶/۲۶	۷-۳-۲	۱۳/۱۵	۷-۶-۲	۱۷/۸۷	۷-۴-۲	۳۰
۱۵/۸۷	۷-۴-۲	۱۳/۰۲	۶-۳-۱	۱۷/۳۱	۴-۳-۲	۳۱
۱۵/۸۳	۴-۳-۲	۱۲/۶۰	۶-۳-۲	۱۷/۲۲	۷-۳-۲	۳۲
۱۵/۲۲	۳-۲-۱	۱۲/۵۵	۷-۲-۱	۱۶/۸۵	۴-۲-۱	۳۳
۱۵/۱۸	۷-۲-۱	۱۱/۶۷	۳-۲-۱	۱۶/۲۷	۷-۲-۱	۳۴
۱۴/۹۸	۴-۲-۱	۱۱/۵۱	۶-۲-۱	۱۶/۱۶	۳-۲-۱	۳۵

نتایج تجزیه مولفه‌های اصلی چهار منطقه مورد مطالعه نشان داد که حداقل درصد واریانس (اطلاعات) PC۱ مربوط به منطقه حوض سلطان به میزان ۷۱/۸٪ و حداکثر آن مربوط به سیاه‌کوه به میزان ۸۶/۳ درصد می‌باشد. قابل توجه است که بیشترین سهم در PC۱ را باندهای انعکاسی دارند.

در این تحقیق با استفاده از نمودار دو بعدی، نقش باندهای انعکاسی و حرارتی در جداسازی کلاس‌های تعلیمی بررسی شد. با توجه به قابلیت نرم افزار مورد استفاده در تغییر باندها روی FS نقش تکمیلی باند حرارتی و باندهای انعکاسی در تعیین کلاس‌های خاک مشخص گردید. به عنوان مثال با به‌کارگیری روش FS معلوم گردید که برخی کلاس‌های خاک و شوری خاک را با استفاده توأم باندهای انعکاسی و حرارتی بهتر می‌توان جدا نمود.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه در می‌یابیم که برای مطالعه اراضی گسترده و عرصه‌های کویری و بیابانی ایران قدرت تفکیک طیفی را باید مورد توجه قرار داد و به‌ویژه باند حرارتی می‌تواند حاوی اطلاعات مفیدی باشد که احیاناً در دیگر باندهای انعکاسی و غیر حرارتی موجود نباشد. این تحقیق همچنین آشکار می‌سازد که روش تعیین حد شاخص مطلوب گرچه اصولاً کارآیی خوبی برای انتخاب باندهای مناسب دارد ولی عوامل دیگری از قبیل نوع پدیده‌های غالب منطقه، وضعیت جغرافیایی و اقلیمی، زمان عبور ماهواره از منطقه و نوع مطالعه را بایستی مد نظر قرار داد.

سیاسگزاری

بدین وسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه تهران، مرکز تحقیقات مناطق کویری و بیابانی ایران و همکاران محترم به خاطر همکاری در تحقق و اجرای هر چه بهتر این مطالعه و همچنین مرکز سنجش از دور ایران به خاطر در اختیار قرار دادن داده‌های رقومی کمال تشکر و امتنان را دارم.

این جدول مقادیر OIF را به ترتیب از شماره ۱ (بیشترین اطلاعات) تا شماره ۲۵ (کمترین اطلاعات) برای مناطق مورد مطالعه نشان می‌دهد. نتایج حاصل بیانگر این واقعیت است که باند حرارتی (TM6) در مناطق کویری سیاه‌کوه و ابرکوه حائز اهمیت فراوانی است به طوری که این باند در اولین ترکیب باندی ظاهر می‌شود. نتایج این جدول نشان می‌دهد که با وجود اهمیت باند حرارتی از مناطق کویری سیاه‌کوه و ابرکوه، در منطقه کویری حوض سلطان باند حرارتی نقش مهمی را ایفا نمی‌کند، به طوری که در رتبه ۱۱ این باند وارد ترکیب باندی می‌شود. گرچه دلیل آنکه میزان اطلاعات موجود در باند حرارتی مناطق سیاه‌کوه و ابرکوه بیشتر از حوض سلطان است، به طور دقیق و کامل روشن نیست ولی می‌تواند به دلیل اختلافات اقلیمی و جغرافیایی، زمان برداشت اطلاعات توسط ماهواره، خصوصیات فیزیکی شیمیایی و بیولوژیکی خاک‌ها و دیگر عوارض موجود در منطقه باشد.

در این تحقیق به منظور آنکه اثر پوشش گیاهی در ترکیب باندی مشخص شود مقادیر OIF برای ترکیب‌های متفاوت باندی برای اراضی لخت، اراضی تحت پوشش گیاهی و کل منطقه سیاه‌کوه اعم از اراضی لخت و پوشش گیاهی محاسبه و در جدول ۴ نشان داده شده‌اند. در این جدول به خوبی آشکار است که بالا بودن میزان اطلاعات موجود در باند حرارتی صرفاً به دلیل اثر پوشش گیاهی (اثر خنک‌کنندگی) بر محیط نیست زیرا میزان OIF در اراضی لخت نشان می‌دهد که TM6 در اولین ترکیب باندی (بالاترین رتبه) ظاهر می‌شود و در حالی که در مناطق تحت پوشش گیاهی TM6 در رتبه سوم ظاهر می‌شود. در این تحقیق در می‌یابیم که انتخاب باندهای مناسب در تفسیر طبقه بندی تصاویر ماهواره بسیار حائز اهمیت است و این انتخاب بایستی با توجه به اهداف معیارهای مورد نظر صورت گیرد.

۲- نتایج به دست آمده از تجزیه مولفه‌های اصلی (PCA) نشان می‌دهند که مولفه‌های اول (PC۱)، دوم (PC۲) و سوم (PC۳) بیشترین اطلاعات را در خود جای داده است. در این تحقیق سهم هر کدام از باندهای حرارتی و انعکاسی TM در مولفه‌های اول، دوم و سوم تفسیر گردید.

منابع مورد استفاده

- 1- Alavi panah, S.K., 1997. Study of soil salinity in the Ardakan area(Iran) based upon field observations, remote sensing and GIS, University of Gent (Ph. D. Thesis), 292 pp.
- 2- Alavi panah, S.K., R. Goossens & M. De Dapper, 1997. Study of soil salinity in the Ardakan area (Iran), based upon field observations, remote sensing and GIS, In: Proceedings of the EARSci/NSEOG symposium of the operational remote sensing for sustainable development, Enschede, the Netherlands, 11-14 May, 1998: 419-426.
- 3- Chavez, P.S.J., G. L. Berlin, & L.B. Sowers, 1982. Statistical methods for selecting Landsat MSS - ratios, Journal of applied photogrametric engineering, 8(1): 23-30.
- 4- Goossens, R. & M. De Dapper, 1993. The development of the GIS simulation model and the use of remote sensing for monitoring and prediction of soil salinity and water logging Nile delta, Egypt, SPIE- The international society of the optical Eng., Vol, 1941. Orland, Florida.
- 5- Jensen, J.R., 1983. Biophysical remote sensing, Annals of Association of American Geographers (73): 111-132.
- 6- Leek, K.S. & Tyler, 1988. Determination of soil characteristics from Thematic Mapper data and a cropped organo-inorganic soil landscape. Soil Sci. Soc. Am. J., 52: 1100-1104.
- 7- Millington, A. C., 1988. Monitoring playas using Thematic Mapper data proc., IGARSS, 88 symposium, Edinburgh, Scotland, 13-16 Sep. 1988.

Landsat TM Spectral Bands Effectiveness Evaluation in the Studies of the Deserts of Iran

by

S.K. Alavi panah⁽¹⁾

Abstract

A number of approaches for optimal satellite data band selection for information extraction from Landsat data have been proposed. In this study, an evaluation has been carried out based on Landsat TM data concerning different land cover types of the four areas in different deserts in Iran. For selection of optimal band combination for different land cover/ land use types, the methods of Correction Matrix, Optimum Index Factor (OIF), Principal Component Analysis (PCA) and two dimensional Feature Space analysis (FS) have been used.

The obtained results show that selection of the most suitable bands not only depends on the climatic conditions and geographical region, but also land use, land cover types and date of satellite data. It may be concluded that to use Landsat satellite data effectively, the optimal band based on some important features such as, vegetated area and bare lands under the investigation should be selected.

The obtained results show that TM thermal band contains information complementary to the TM reflective bands and it may be concluded that in determining the nature of an extensive material, spatial resolution might have less importance than the spectral resolution. Therefore it is essential to evaluate the information content of the TM thermal band for computer aided digital classification.

keywords: Spectral Resolution, Optimum Index Factor, Vegetation Cover, Band Combination, Reflective Bands, Thermal Bands, Desert, Playa

1-Assistant Professor, Research Center for the Iranian Desert Lands, University of Tehran