

بررسی ویژگی‌های طیفی و حرارتی اراضی حاشیه پلایا با استفاده از داده‌های رقومی ماهواره لندست ۷ (ETM+) (مطالعه موردی: پلایای چجام)

• امیر هوشنگ احسانی^۱

E-mail: ehsani@ut.ac.ir •

چکیده

بررسی و مطالعه خاک‌های مناطق بیابانی با استفاده از تکنولوژی‌های نوین نظیر سنجش از دور مورد توجه محققان بوده است. اما بررسی توامان ویژگی‌های طیفی و حرارتی این نواحی تاکنون مورد توجه چندانی قرار نگرفته است. هدف این تحقیق، مطالعه ویژگی‌های طیفی و حرارتی برخی از اراضی حاشیه پلایا با یک رویکرد ترکیبی می‌باشد. بدین منظور از داده‌های رقومی ماهواره لندست ۷ (ETM+) به تاریخ ۲۰ ژوئیه ۲۰۰۰ و ردیف گذر ۱۶۲/۳۵ استفاده گردید. با کمک روش‌های پردازش رقومی نظیر آنالیز مؤلفه‌های اصلی، تصاویر رنگی کاذب و همچنین با مطالعات صحرایی و استفاده از سیستم موقعیت یاب جهانی، چهار واحد تعلیمی و ویژگی‌های هر یک تعریف گردید. از طرف دیگر با استخراج کمیت‌های فیزیکی دما و تبدیل‌های فیزیکی، مقدار نشرهای ثبت شده در باند ترمال به مقادیر حرارتی در روی زمین تبدیل و نقشه حرارتی نسبی منطقه تهیه گردید. سپس نمودارهای طیفی واحدهای تعلیمی ترسیم و در نهایت با چهار ترکیب باندی مختلف شامل (۱-۲-۳-۴) و (۲-۳-۴-۶) و (۳-۴-۶-۷) و (۳-۴-۶) و (۳-۴-۵) اقدام به طبقه بندی حداکثر احتمال گردید. بالاترین دقت بدست آمده مربوط به ترکیب باندی (شامل باند حرارتی) ۳-۴-۶ با دقت کلی ۹۳٫۹۱ درصد و کمترین دقت با حذف باند حرارتی یعنی با حضور باندهای ۱-۲-۳-۴ به میزان ۷۷ درصد بدست آمد.

مقایسه نقشه حرارتی منطقه و نمودارهای طیفی کلاس‌های مختلف به نقش باندهای مادون قرمز خصوصاً باند ترمال در تفکیک برخی واحدها و پوشش‌های مناطق بیابانی اشاره داشت، به گونه‌ای که بیشترین حرارت سطحی با ۴۶ درجه سانتی‌گراد مربوط به اراضی شور و میکروبیاردانگ‌ها و کمترین درجه حرارت مربوط به کلاس پوشش گیاهی با ۱۳ درجه سانتی‌گراد بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: بازتاب‌های طیفی، باند ترمال، پلایا، لندست ۷، نقشه حرارتی.

۱. استادیار دانشگاه تهران / مرکز تحقیقات بین‌المللی بیابان
تلفن: ۰۲۱-۸۸۹۷۱۷۱۷ / دورنگار: ۰۲۱-۸۸۹۶۵۷۶۹

مقدمه

لندست ۷ در تاریخ ۱۵ آوریل ۱۹۹۹ مطابق با ۲۶ فروردین ماه ۱۳۷۸ توسط موشک دلتای II به فضا پرتاب گردید و دارای سنجنده بهبود یافته ای به نام (ETM+) گردید. وجه تمایز این سنجنده با سنجنده TM در اضافه شدن باند پانکروماتیک در محدوده طیفی ۰/۵۲-۰/۹۰ میکرومتر با قدرت تفکیک مکانی ۱۵ متر و بهبود یافتن قدرت تفکیک مکانی باند ترمال از ۱۲۰ متر به ۶۰ متر است. داده های ماهواره لندست یکی از پر کاربرد ترین منابع اطلاعاتی در مطالعات منابع زمینی و محیط زیست (Sobrino, ۲۰۰۴، ۴۳۴-۴۳۵) بررسی تغییرات کاربری اراضی (Louisa, ۲۰۰۲، ۸۹-۹۰)، طبقه بندی پوشش و کاربری اراضی (Knorn, ۲۰۰۹، ۹۵۷-۹۵۸)، بهبود مقیاس نقشه ها (Brown de Colstoun, ۲۰۰۶، ۴۷۴-۴۷۵) ارزیابی و برآورد فرسایش آبی (Vrieling, ۲۰۰۶، ۲-۳)، بررسی توپوگرافی تپه های ماسه ای (Levin, ۲۰۰۴، ۱۹۰-۱۹۱)، بررسی شوری خاک (Farifteh, ۱۹۱، ۲۰۰۶-۱۹۲)، است. پلایا در واقع پایین ترین منطقه در داخل حوزه آبخیز داخلی است که عموماً بوسیله رسوبات دانه ریز با قطر زیاد پوشیده شده است. شرایط ویژه اکثر پلایاها نظیر بارندگی کم، آسمان صاف و بدون ابر، پوشش گیاهی ضعیف و خاک های بکر و دست نخورده نموده، باعث کارایی بیشتر و دقیق تر داده های ماهواره ای در مطالعه ویژگی های طیفی و حرارتی این اراضی شده است. کاربرد باند ترمال در بخش سنجنش از دور حرارتی به دلیل ماهیت متفاوت آن در مطالعه اراضی و خاک های پلایاها و بیابان ها تاکنون چندان مورد توجه محققین نبوده است (Petitcolin, ۲۰۰۲، ۱۱۲-۱۱۳). در حالی که تفکیک اراضی و خاک های مختلف بر مبنای باندهای مادون قرمز و مرئی بیشتر مورد توجه محققان بوده است. در این خصوص علوی پناه دمای پدیده های سطحی حاشیه یاردانگ های بیابان لوت را با استفاده از مطالعات میدانی داده های حرارتی ماهواره مورد بررسی قرار دادند (علوی پناه، ۱۳۸۱-۸۵-۸۶). عزیز و همکاران طی مطالعه ای درجه حرارت دشت لوت را با کمک داده های سنجنده مودیس ۴۹،۷ درجه برآورد کردند. (Azizi, ۲۰۰۷، ۷-۸) احسانی و همکاران طی تحقیقی با کمک تکنیک های مختلف پردازش رقومی و روش بصری - رقومی و به کمک باند ترمال اقدام به تفکیک واحدهای طیفی پلایا کردند و نتیجه گرفتند که باند ترمال در این زمینه مؤثر است (احسانی، ۱۳۸۱، ۵-۶). ایشان همچنین در تحقیق دیگری به نقش باند حرارتی در تفکیک واحدهای نقشه کاربری اراضی در منطقه اروپای مرکزی پرداخت و نتیجه گرفت که استفاده از این باند در الگوریتم های شی پایه نیز سبب افزایش دقت می گردد (Ehsani, ۲۰۱۰، ۷۴۱-۷۴۲). علوی پناه و همکاران طی مقالات دیگر محدودیت های تهیه نقشه دمای سطحی بیابان لوت را با استفاده از واحدهای باند

حرارتی ماهواره لندست مورد بررسی قرار دادند. آنها توانستند نقشه حرارتی پوشش های مختلف کل منطقه را تهیه نمایند (علوی پناه، ۱۳۸۱-۸۲-۸۱). مولدرز و ایما ویژگی های ماهواره لندست را جهت پهنه بندی خاک های مناطق خشک مورد بررسی قرار دادند. آنها ویژگی های این ماهواره را در منطقه مرکزی تونس با رسوبات رسی سیلتی و جنوب تونس با تپه های گچی و بارخان ها مورد مطالعه قرار دادند و در تحقیق خود بیان داشتند که میزان بازتاب با افزایش زبری سطح خاک تا اندازه معینی کاهش می یابد. آنها اظهار داشتند که نسبت طیفی باند ۵ به ۴ اطلاعاتی را در مورد گچ ارائه می دهد (Mulders, ۱۹۸۱، ۲۴-۲۵). نوبل و همکاران با استفاده از داده های رقومی ماهواره لندست ۵ منابع آب و خاک مناطق خشک غرب تگزاس را مورد بررسی قرار دادند. آنها خصوصیات شیمیایی مواد سطحی خاک و شاخص اندوکتانس مغناطیسی، شاخص سبزی و شاخص گچ سطحی را اندازه گیری کردند (Nevill, ۱۳۷۳، ۲۰۰۰-۱۳۷۴). بریانت و همکاران با کاربرد مدل خطی ترکیبی از داده های لندست برای پهنه بندی کانی های تبخیری موجود در سطح پلایاهای جنوب تونس استفاده کردند. آنها با توجه به طیف های آزمایشگاهی نتیجه گرفتند که گچ و هالیت تنها کانی های تبخیری هستند که می توان به وسیله تصاویر لندست جدا کرد (Bryant, ۱۹۹۶، ۳۱۵-۳۱۶).

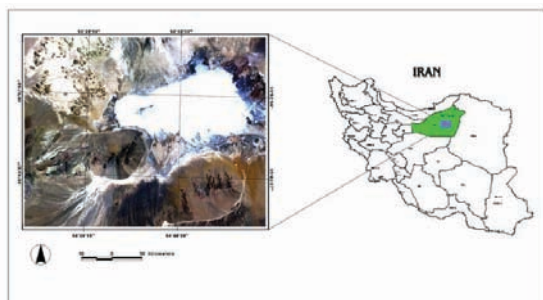
منطقه مورد مطالعه در حاشیه شمالی پلایای دامغان قرار گرفته است (شکل ۱). میانگین بارندگی منطقه ۱۴۷/۳ میلیمتر و بر طبق آمار سازمان هواشناسی کل کشور در زیر اقلیم دمایی سرد از اقلیم خشک و بیابانی قرار دارد.

به طور کلی هدف از این تحقیق، بررسی ویژگی های طیفی و حرارتی خاک های حاشیه پلایا خصوصاً خاک های گچی و نمکی می باشد. همچنین از اهداف دیگر این تحقیق امکان سنجی و تهیه نقشه حرارتی (ترموگرافی) منطقه مورد مطالعه با استفاده از باند حرارتی ماهواره لندست ۷ (ETM+) است.

روش شناسی تحقیق

به منظور بررسی ویژگی های طیفی حرارتی و تفکیک خاک های مختلف حاشیه پلایا، از داده های جدیدترین ماهواره

شکل ۱: محدوده منطقه مورد مطالعه



گردید که در جدول ۱ ذکر گردیده است.

۱-۳- بررسی نمودارهای طیفی واحدهای تعلیمی

بعد از انتخاب نواحی تعلیمی و بررسی ویژگی‌های صحرایی هر کدام از آنها به منظور مطالعه بهتر و دقیق‌تر اقدام به تهیه نمودارهای طیفی هر یک در دامنه باندهای مختلف گردید. این کار با استفاده از میانگین‌گیری مقدار بازتاب‌های طیفی بیش از ۵۰۰ نقطه تصادفی در هر باند و برای هر کدام از واحدها صورت گرفت. اشکال ۴ و ۵ تصاویر مربوط به نمودارهای طیفی پوشش گیاهی و اراضی پفی شور حاشیه پلایا را نشان می‌دهد.

۱-۴- انتخاب باندهای مناسب برای طبقه بندی

در این مرحله با بررسی مناطق تعلیمی به جهت نحوه توزیع و تفکیک‌پذیری بر روی نمودارهای دوبعدی و براساس شاخص حد مطلوب ۱ و به منظور مطالعه نقش باندهای مادون قرمز و باند ترمال در تفکیک واحدها ۴ ترکیب باندی مختلف جهت طبقه بندی انتخاب گردیدند.

۱-۵- طبقه بندی تصاویر

از آنجائی که الگوریتم حداکثر احتمال شناخته شده‌ترین الگوریتم می‌باشد، در این تحقیق نیز از این الگوریتم به منظور طبقه بندی تصاویر با ۴ ترکیب باندی (۴-۳-۲-۱) و (۶-۴-۳-۲) و (۷-۶-۴-۳) و (۶-۵-۴-۳) صورت گرفت و در نهایت براساس نقشه واقعیت زمینی دقت کلی، دقت کاربر و دقت تهیه کننده برای هر کدام از رویکردهای فوق محاسبه گردید.

۲- بررسی ویژگی‌های حرارتی

در این مقاله به منظور بررسی ویژگی‌های حرارتی منطقه مورد مطالعه و ارتباط آن با ویژگی‌های طیفی ابتدا بازتاب‌های طیفی با استفاده از رابطه پلانک به تابندگی ۲ تبدیل و سپس در مرحله بعدی تابندگی با استفاده از قانون استفان بولترمن و ضریب تشعشعی ۰/۹۹ تبدیل به دمای واقعی جسم گردید. از آنجائی که داده‌های ثبت شده توسط سنجنده ETM+ ماهواره لندست ۷ مربوط به این مقاله به صورت ۸ بیتی و در سطح تصحیحات ۱G بودند. لذا معادله تبدیل افق‌های طیفی به بازتابندگی طیفی به قرار زیر است.

$$L = (L_{max} - L_{min}) / (QCAL_{max} - QCAL_{min}) \times (QCAL - QCAL_{min}) + L_{min} \quad (1)$$

که در آن L برابر بازتابندگی طیفی بر حسب $w/m^2ster\mu$ $QCAL = DN \times 0.255 = QCAL_{max}$ و $QCAL_{min}$ چون داده‌های این مقاله مربوط به تاریخ ۲۰ ژوئای ۲۰۰۰ بودند، لذا پارامترهای $L_{max} = 65/12$ و $L_{min} = 2/3$ با توجه به کتاب راهنمای تصحیحات لندست ۷ بدست آمد.

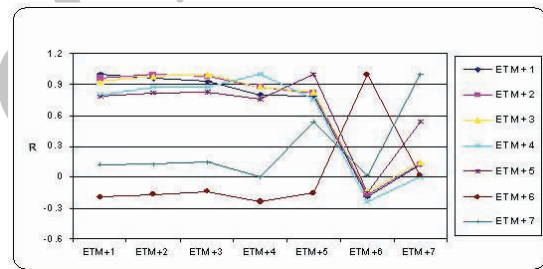
برای تبدیل بازتابندگی طیفی به دمای درخشائی ۲۱ در سطح ماهواره از معادله پلانک (۲) استفاده

لندست (ETM+) به تاریخ ۲۰ ژوئای ۲۰۰۰ استفاده گردید. سایر اطلاعات جنبی و کمکی نظیر نقشه‌های توپوگرافی به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰، نقشه‌های منابع و قابلیت اراضی به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، نقشه‌های زمین شناسی به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ و گزارشات موجود استفاده گردید. همچنین از نرم افزارهای ایلویس، آرک ویو، اکسل استفاده گردید. مراحل انجام شده در این تحقیق به شرح زیر است.

۱- استخراج اطلاعات طیفی

۱-۱- بررسی نمودار همبستگی

به منظور بررسی ویژگی‌های طیفی خاک‌های حاشیه پلایا ابتدا نمودار همبستگی بین باندها مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۲). در شکل فوق، سه دسته نمودار به طور مشخص قابل رؤیت‌اند. دسته اول شامل باندهای مرئی و باندهای (ETM+۴ و ETM+۵) هستند که همبستگی بالا و مثبت با یکدیگر دارند. دسته دوم شامل باند (ETM+۷) است که با گروه اول همبستگی پائین دارد و دسته سوم نیز شامل باند



شکل ۲: نمودار همبستگی بین باندها

حرارتی (ETM+۶) می‌باشد که روند همبستگی آن با سایر باندها متفاوت است. روند همبستگی متفاوت باندهای ۷ و باند حرارتی نسبت به تحقیقات تشابه قابل توجه و از دیگر اهداف این تحقیق می‌باشد.

جهت استخراج و شناخت پدیده‌ها و خاک‌های منطقه ابتدا تصاویر رنگی کاذب ۱۱ (FCC) منطقه تهیه گردید. با توجه به روند همبستگی متفاوت باند ۷ به منظور بررسی بصری نقش این باند تصویر رنگی کاذب باندهای (۳، ۲، ۴) و (۳، ۲، ۴) و (۷) وابسته به رنگ‌های آبی، سبز و قرمز تهیه گردید (اشکال ۶ و ۷).

۱-۲- پردازش رقومی و استخراج واحدهای طیفی

در مرحله بعدی با کمک روش‌های مختلف پردازش رقومی نظیر آنالیز مؤلفه‌های اصلی، بسط خطی و تفسیر بصری - رقومی تصاویر واحدهای همگن بر اساس تن، رنگ، الگو و بافت جدا گردیدند. سپس با انجام عملیات صحرایی و شناسایی واحدهای استخراج شده با کمک سیستم موقعیت‌یاب جهانی، ویژگی‌های واحدهای طیفی به عنوان نواحی تعلیمی مطالعه

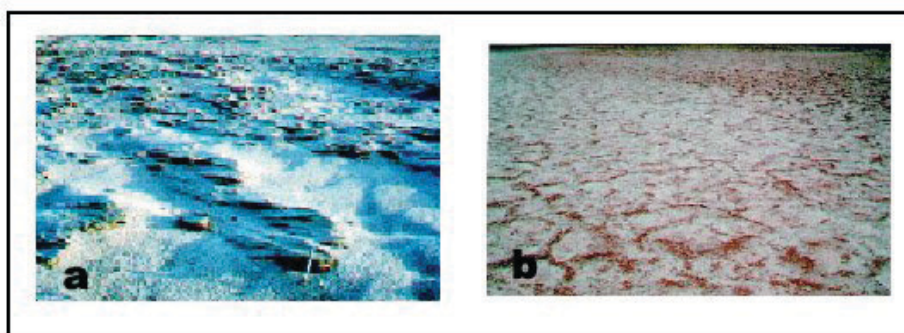
2. 1 - Optimum Index Factor

1. 1 - False Color Composite

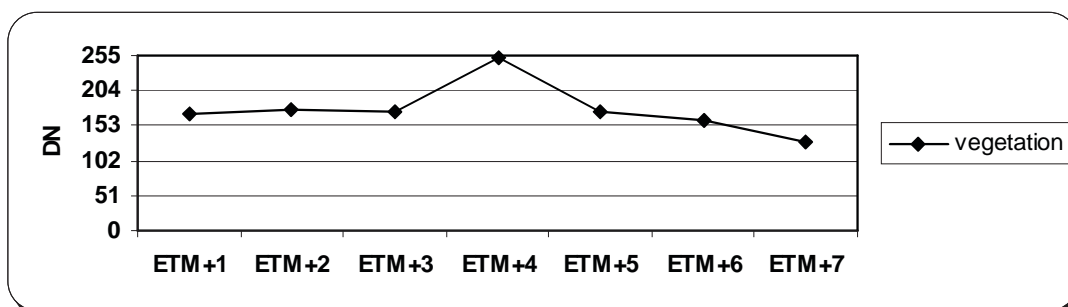
جدول ۱: ویژگی های صحرایی نواحی تعلیمی

شامل اراضی کشاورزی و بیشتر صیفی جات می باشد که در حاشیه شمال غربی منطقه وجود دارد.	پوشش گیاهی Vegetation
این اراضی شامل میکرو یاردانگ های یا حداکثر طول ۱ متر و ارتفاع ۴۰ سانتی متر می باشد. سطح این اراضی که ناحیه شمال غربی منطقه وجود دارند را کریستالهای گچی بادرقتی پوشانده است. کریستالهای گچی که سطح این منطقه را به طور کامل پوشانده است ویژگی های طیفی خاصی به این منطقه بخشیده است (شکل ۳a).	میکرو یاردانگ ها به همراه کریستالهای گچی (micro yardang with gypsiferous Crystals)
این اراضی شامل پوسته های پلی گونی می باشد که سطح اعظم پلایاها را پوشانده است. ارتفاع لبه ها حداکثر به ۳۰ سانتی متر می رسد. خاکهای این اراضی سفت و سطح آن ها به دلیل سطح آب زیرزمینی بالا مرطوب و خیس می باشد. خیس بودن و مرطوب بودن این اراضی باعث ویژگی های طیفی و حرارتی متفاوت این اراضی شده است. خاکهای این منطقه شور می باشد و فاقد هرگونه پوشش گیاهی است. (شکل ۳b).	پوسته های پلی گونی (Polygon Crusts)
این نواحی پف کرده می باشد و فاقد پوشش گیاهی مناسب بوده و بسیار شور و سدیمی می باشند. رنگ این اراضی قهوه ای روشن می باشد. شیب این نواحی کم و سطح آب زیرزمینی بالا می باشد.	خاکهای پف کرده شور (Puffy salty soils)

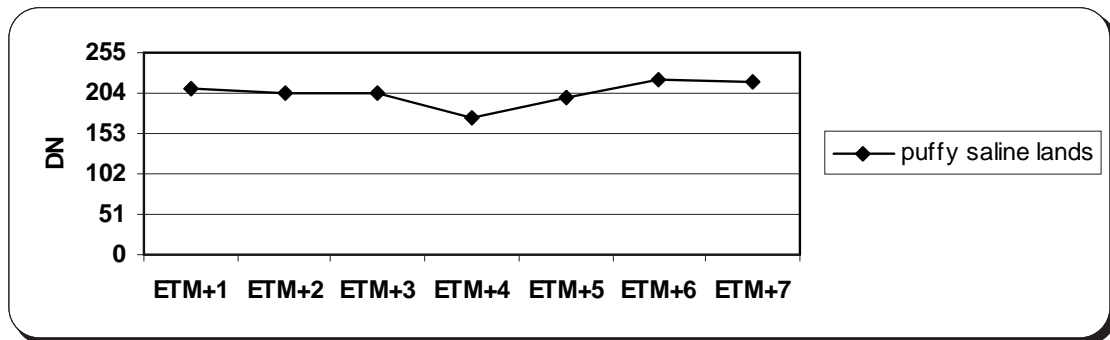
مأخذ: نگارنده



شکل ۳: تصویر مربوط به میکرو یاردانگ های با کریستالهای گچی (a) و پوسته های چند ضلعی (b)

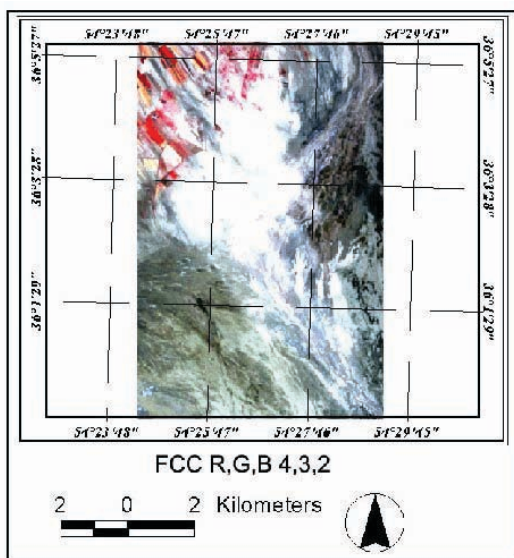


شکل ۴: نمودار طیفی مربوط به پوشش گیاهی

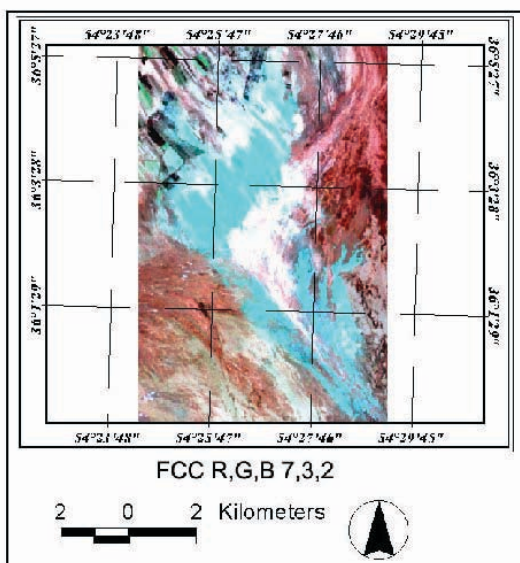


مأخذ: نگارنده

شکل ۵: نمودار طیفی مربوط به اراضی پف کرده شور



شکل ۶: تصویر رنگی کاذب ۲، ۳ و ۴ وابسته به رنگ های آبی، سبز و قرمز



شکل ۷: تصویر رنگی کاذب ۲، ۳ و ۴ وابسته به رنگ های آبی، سبز و قرمز

می شود.

$$T_B = \frac{C_2}{\lambda L_n \left(\frac{C_1}{L} + 1 \right)} \quad (2)$$

$$C_1 = 16-10 \times 741151/3 = 0.143879k$$

$$C_2 = \text{طول موج } \lambda$$

$$L = \text{بازتابندگی طیفی } w/m^2ster$$

$$TB: \text{دمای درخشائی}$$

برای محاسبه دمای واقعی (T_K) با فرض $\epsilon = 0.99$ از رابطه استفان بولتزمن که از انتگرال گیری دمای درخشائی تعریف شده بدست آید و تبدیل آن به دمای واقعی معادله ۳ استفاده گردید

$$T_K = \frac{\sqrt[4]{\epsilon^3}}{\epsilon} (T_B) \quad (3)$$

و در نهایت نقشه حرارت نسبی منطقه با توجه به رابطه فوق تعیین گردید.

تجزیه و تحلیل یافته‌ها

الف- بررسی تصاویر رنگی کاذب

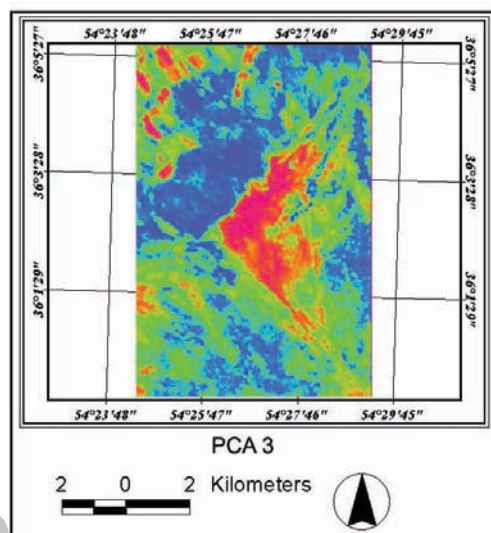
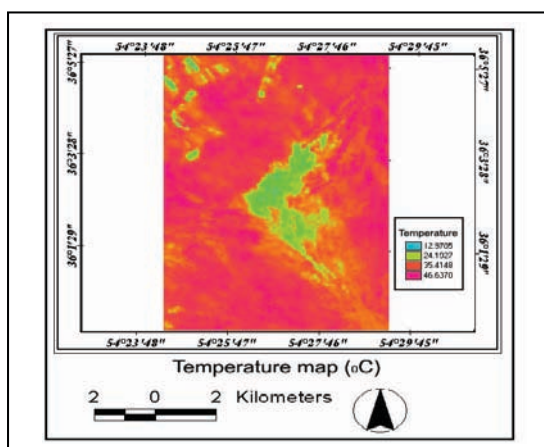
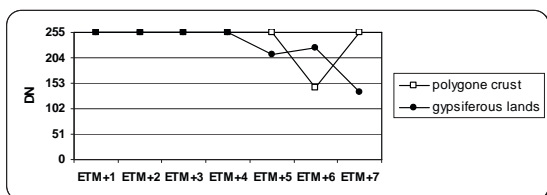
همان‌گونه که در قسمت‌های قبل ذکر گردید باند ۷ و باند ۶ با سایر باندها دارای روند همبستگی متفاوتی است. این روند همبستگی متفاوت باعث بارزگردیدن پدیده‌های خاصی در مناطق بیابانی می‌شود. به عنوان مثال در تصویر رنگی کاذب ۳ و ۴، وابسته به رنگ‌های قرمز، سبز و آبی (شکل ۶) میکرو یاردانگ‌های دارای کریستال‌های گچی با درفتی به هیچ وجه از سایر کلاس‌ها متمایز نگردیده‌اند، اما در تصویر رنگی کاذب

دیگر که با باندهای ۳، ۲ و ۷ وابسته به رنگهای آبی، سبز و قرمز تهیه گردید مناطق میکرو یاردانگهای دارای کریستال هالی گچی بادرستی به دلیل نقش متفاوت باند ۷ به خوبی با رنگ فیروزه ای از سایر مناطق جدا گردید (شکل ۷).

ب- آنالیز مؤلفه های اصلی

به منظور بررسی و آنالیز مؤلفه های اصلی ابتدا بایستی دو

شکل ۹: نمودار بازتاب های طیفی مربوط به دو کلاس پوسته های چند ضلعی و میکرو یاردانگ های دارای کریستالهای گچی (مآخذ: نگارنده)



شکل ۸: تصویر مؤلفه سوم (مؤلفه حرارتی). در این

تصویر مناطق سرد با رنگ قرمز و مناطق دارای حرارت بیشتر با رنگ آبی نشان داده شده اند.

د- بررسی نقشه حرارتی منطقه

به منظور بررسی ویژگی های حرارتی منطقه، اقدام به تهیه نقشه حرارتی با استفاده از فرمول های مربوطه گردید (شکل ۱۰)

نقشه حرارتی منطقه شاید به خوبی گویای ادعاهای مطروحه باشد. همان گونه که در نقشه فوق واضح است قسمت سبز روشن تر میانی دارای حرارت کمتری نسبت به سایر مناطق است و این منطقه در واقع منطقه مربوط به پوسته های چند

جدول ۳: ترکیبات باندی مورد استفاده در طبقه

بندی و دقت های به دست آمده

ترکیب باندی	دقت کلی	دقت کاربر	دقت تهیه کننده
۱-۲-۳-۴	۷۷/۳۳	۸۰/۹۵	۶۸/۲۹
۲-۳-۴-۶	۹۳/۹۱	۹۳/۷۳	۸۶/۱۲
۳-۴-۵-۶	۹۳/۵۸	۹۳/۵۳	۸۴/۷۶
۳-۴-۶-۷	۸۳/۰۶	۷۹/۲۶	۷۰/۳۷

مآخذ: نگارنده

کمیت مقدار ویژه ۳۱ و بردار ویژه ۴۲ را مشخص کرد (جدول ۲). همان گونه که از جدول ۲ بر می آید در مؤلفه سوم با وجودی که تنها ۱۱/۳ درصد اطلاعات کل منطقه را در بر می گیرد ولی باند حرارتی بالاترین ضریب را در جهت منفی (-۰/۹۷۶) در بین سایر باندها داراست که در این جا می توان با توجه به نقش این باند در این مؤلفه، مؤلفه سوم را در یک مؤلفه حرارتی نامید (شکل ۸). در این تصویر مناطق سرد با رنگ قرمز و مناطق دارای حرارت بیشتر با رنگ آبی نشان داده شده اند.

ج- آنالیز نمودارهای طیفی

نتایج مربوط به نمودارهای طیفی پوسته های چند ضلعی و میکرو یاردانگ های دارای کریستال های گچی نشان دادند که به طور کلی اراضی دارای کریستال های گچی به دلیل شرایط خاص خود در باندهای ۷ETM+ و ۶ETM+ و ۵ETM+ دارای بازتاب های پائین تری نسبت به سایر باندها هستند که این مطلب در مورد سایر کلاس ها چندان صادق نیست.

3. - Radiance

4. - Brightness Temperature

نتیجه گیری

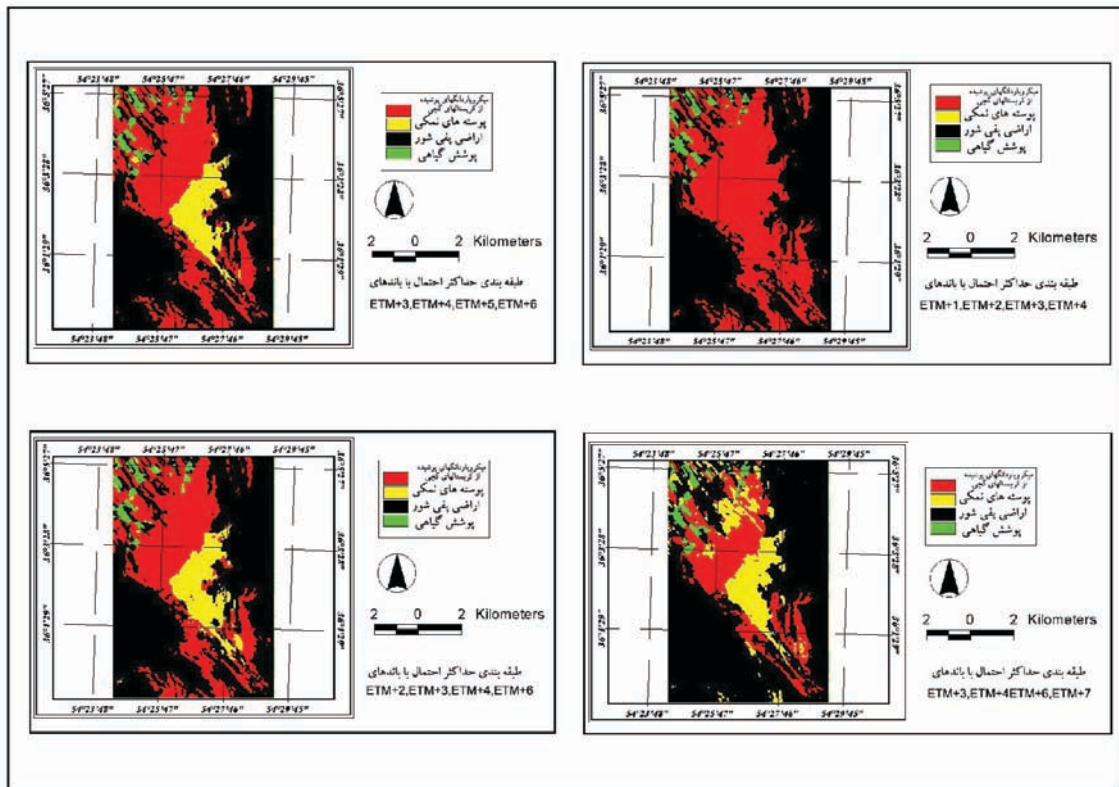
یکی از مهم ترین موانع موجود در استفاده از داده های دورسنجی برای طبقه بندی اراضی تشابهات طیفی بین کلاس های اطلاعاتی موجود در مناطق مختلف است. باند حرارتی غالباً دلیل قدرت تفکیک زمینی کمتر نسبت به باندهای انعکاسی در اغلب مطالعات کنار گذاشته می شود. در حالی که ترکیب باند حرارتی با باندهای انعکاسی می تواند به تفکیک کلاس ها کمک نموده و سبب افزایش دقت طبقه بندی گردد. این مطالعه نشان داد که بکارگیری باند حرارتی بعنوان یکی از باندهای ورودی در الگوریتم های طبقه بندی دقت نقشه ها را حداقل بمیزان ۵ درصد افزایش می دهد که بیانگر محتوی اطلاعاتی این باند است. از مطالب ذکر شده چنین برمی آید که باندهای مادون قرمز خصوصاً باند حرارتی در مطالعه خاک ها و اراضی حاشیه پلایاها و مناطق بیابانی دارای

ضلعی است که به دلیل وجود سطح آب زیرزمینی بالا و رنگ تیره دارای حرارت کمتری نسبت به سایر مناطق هستند.

هـ- طبق بندی نظارت شده با الگوریتم حداکثر احتمال

به منظور مقایسه و بررسی باندهای مختلف در طبقه بندی واحدهای ذکر شده اقدام به انجام الگوریتم طبقه بندی حداکثر احتمال با ۴ رویکرد و ترکیب باندی گردید. شکل ۱۱ نتایج مربوط به طبقه بندی حداکثر احتمال با ترکیبات باندی فوق را نشان می دهد. جدول ۳ ترکیبات باندی مورد استفاده در طبقه بندی و دقت هر یک را نشان می دهد.

بالاترین دقت کلی (۹۳٫۹۱ درصد) مربوط به ترکیب بالای ۶-۳-۲ است که در واقع رتبه اول شاخص مطلوب (OIF) با حضور باند حرارتی می باشد. با حذف باند حرارتی دقت طبقه بندی ها کاسته شده به گونه ای که کمترین دقت با حضور باندهای ۱-۲-۳-۴ بمیزان ۷۷ درصد به دست آمد.



شکل ۱۱: طبقه بندی حداکثر احتمال اراضی حاشیه پلایا با ترکیبات باندی مختلف (مأخذ: نگارنده)

نقش منحصر به فردی هستند به گونه ای که حذف این باند مطالعات مربوط به مناطق بیابانی، منجر به کاهش دقت نتایج خواهد شد.

استفاده از شاخص فاکتور بهینه با حضور باند حرارتی کمک شایانی به انتخاب باند های مناسب جهت طبقه بندی می نماید. بعضی از پدیده ها بر روی زمین زودتر از سایر پدیده ها گرم

نتایج طبقه بندی نشان داد که پوسته های چند ضلعی که در نقشه حرارتی دارای رنگ روشن تر و دمای کمتر نسبت به سایر واحدها بود، در ترکیبات باندی ۴-۳-۲-۱ که باند حرارتی حضور ندارد از سایر کلاس ها تفکیک نگردیده است و این مطلب بیانگر نقش باند حرارتی بعنوان مکمل باندهای انعکاسی در تفکیک پدیده های مناطق بیابانی و افزایش دقت طبقه بندی می باشد.

satellite images, Remote Sensing of Environment, 5)113).

10 - Louisa J. M. Jansen, Antonio Di Gregorio , 2002., Agriculture, Ecosystems & Environment, (91 3-1).

11 - Levin, N., Ben-Dor, E., Karnieli, A., 2004, Topographic information of sand dunes as extracted from shading effects using Landsat images, Remote Sensing of Environment, 2)90).

12 - Mulders, M. Chel and Epera, F. Gerrite, 1986, The thematic mapper: a new tool for soil mapping in arid area, ITC Journal, 1)1).

13 - Nevill, P, Goward, R., Watson, R., 2000. The application of TM imagery and GIS data in the assessment of arid lands, water and land resources in west Texas, PE & RS, 11)66).

14 - Petitcolin, F., Vermote., E, 2002, Land surface reflectance, emissivity and temperature from MODIS middle and thermal infrared data, Remote Sensing of Environment, 2-1)83).

15 - Sobrino, J. A. Juan C. Jimenez-Munoz, Leonardo P., 2004 Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5, Remote Sensing of Environment, 4)90).

16 - Vrieling, A., 2006, Satellite remote sensing for water erosion assessment: A review, CATENA, 1)65).

شده و همین مسأله سبب بروز و ویژگی‌های طیفی و حرارتی متمایز آنها شده و در نتیجه سبب افزایش تفکیک پذیری و دقت آنها می‌گردد. نقشه حرارتی منطقه، نمودار بازتاب‌های طیفی تصویر مربوط به مؤلفه اصلی سوم (PCA₃) که یک مؤلفه حرارتی نامیده شد و همچنین نتیجه طبقه‌بندی با رویکرد باندی (۶-۴-۳-۲) (شکل ۱۱) همگی دلیل این مدعا می‌باشند.

منابع

۱- احسانی، امیر هوشنگ، ۱۳۸۱، بررسی و ارزیابی کارایی باندهای ماهواره لندست ۷ (ETM+) در تفکیک واحدهای طیفی حاشیه پلایا، ماهنامه علمی و فنی سازمان نقشه برداری، سال ۱۳، شماره ۷ (پیاپی ۵۳).

۲- علوی پناه، سید کاظم، ۱۳۸۱، بررسی محدودیت‌های تهیه نقشه دمای سطحی بیابان لوت با استفاده از داده‌های باند حرارتی ماهواره لندست، بیابان، جلد ۷، شماره ۱.

۳- علوی پناه، سید کاظم، ۱۳۸۱، مطالعه دمای پدیده‌های سطحی حاشیه یاردانگ‌های بیابان لوت با استفاده از مطالعات میدانی و داده‌های حرارتی ماهواره، بیابان، جلد ۷، شماره ۲.

4 - Azizi, G., Alavi panah., S. k., Goodarzi. N., Kazemi. M., 2007, An estimation of the temperature of Lut desert using MODIS sensor data., BIABAN, 1)12).

5 - Bryant, R.G., 1996. Validated linear mixture modeling of landsat TM data for mapping evaporate minerals on a playa surface, methods and applications, Int. J. of Remote Sensing, 2)17).

6 - Brown de Colstoun, .E.C., Walthall, C., 2006, Improving global scale land cover classifications with multi-directional POLDER data and a decision tree classifier, Remote Sensing of Environment, 4)100).

7 - Ehsani, A.H. and Quiel, F., 2010, Efficiency of Landsat ETM+ Thermal Band for Land Cover Classification of the Biosphere Reserve "Eastern Carpathians" (Central Europe) Using SMAP and ML Algorithms, International Journal of Environmental Research", 4)4).

8 - Farifteh, J., Farshad, R.J. George, 2006, Assessing salt-affected soils using remote sensing, solute modelling, and geophysics, Geoderma, 4-3)130).

9 - Knor, J., Andreas Rabe, A., Volker C. Radeloff, Tobias Kummerle., T., Jacek Kozak, Patrick Hostert, 2009, Land cover mapping of large areas using chain classification of neighboring Landsat