



پژوهشهای جغرافیایی - شماره ۴۷، بهار ۱۳۸۳

صص ۶۹-۵۷

بررسی منابع آب و رطوبت سطح الارض کلوت‌های بیابان لوت با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای

دکتر سید کاظم علوی‌پناه - دانشیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

پذیرش مقاله: ۸۱/۸/۱۲

چکیده

بیابان لوت با دارا بودن اشکال متنوع فرسایش بادی و آبی، پدیده‌های ژئومورفولوژیکی از قبیل تپه‌های ماسه‌ای، کلوت‌ها (یاردانگ‌ها) و سنگفرش‌های بیابانی یکی از خشک‌ترین بیابان‌های مهم دنیاست. در این تحقیق داده‌های هفت باند سنجنده TM ماهواره لندست و تصاویر رنگی حاصل از سنجنده TM به تاریخ‌های ۱۹۸۷ و ۱۹۸۸، عکسهای هوایی به مقیاس متوسط ۱:۲۰۰۰۰ و نقشه‌های توپوگرافی به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰ و کارهای میدانی و نرم‌افزارهای سنجنده از دور استفاده شد. نتایج حاصل نشان داد که شش باند انعکاسی و یک باند حرارتی سنجنده TM کارایی زیادی در مطالعات منابع آب، رطوبت خاک و آبراهه‌ها دارند. نتیجه تحلیل مؤلفه‌های اصلی و پردازش‌های تصاویر نشان داد که داده‌های ماهواره‌ای علاوه بر افزایش سرعت، موجبات صرفه‌جویی در هزینه و افزایش دقت مطالعات می‌گردند.

واژگان کلیدی: بیابان لوت، کلوت، یاردانگ، داده‌های ماهواره، اراضی مرطوب، مؤلفه‌های اصلی

مقدمه

کلمه لوت در فارسی به سرزمین برهنه، بدون آب و عاری از پوشش گیاهی گفته می‌شود. بیابان لوت بر اساس نظریه‌های محققین مختلف و متخصصین هواشناسی با روش‌های مختلف طبقه‌بندی شده است. محمودی (۱۳۵۴) بادهای منطقه‌ای و محلی، حرارت زیاد، خشکی شدید و وجود گنبد‌های نمکی را از عوامل تشکیل و گسترش بیابان لوت دانسته و نقش عوامل توأم آب و باد را در تشکیل پدیده‌های فرسایشی به نام کلوت یا یاردانگ مؤثر می‌داند. به طوری که باد همراه مواد محموله خود یعنی شن و ماسه، سطح زمین را سائیده و بستری برای عبور آب و سیلاب‌ها باز می‌کند و به تدریج ایجاد خندق‌های عمیق می‌نماید؛ مانند کلوت‌های بیابان لوت (احمدی، ۱۳۷۷، ص ۱۱۵). در مورد وضعیت بیابان لوت زیاد گفته و مطالب فراوانی نوشته‌اند؛ اما آنچه که همگان اتفاق نظر دارند، شرایط سخت و طاقت فرسای حاکم بر لوت است و همین امر موجب شده تا تحقیقات زیادی پیرامون آن بعمل نیاید. از جمله تحقیقات و بررسی‌های بعمل آمده توسط مؤسسه جغرافیای دانشگاه تهران می‌توان به تحقیقات دکتر پرویز کردوانی (۱۳۵۴) و تحقیقات دکتر فرج‌الله محمودی (۱۳۵۰) اشاره کرد. در مورد لوت برخی از محققین معتقدند که از گرمترین مناطق بیابانی ایران و یا جهان می‌باشد و شرایط بخش‌هایی از آن به گونه‌ای است که فاقد حیات نباتی و

جانوری است. در این تحقیق به منظور آنکه شرایط بیابان لوت و منابع آب آن مورد بررسی قرار گیرد، از داده‌های ماهواره‌ای استفاده شده تا بتوان مشکلات حضور فیزیکی محقق در تمامی عرصه‌ها را به حداقل رسانید و ضمناً اطلاعاتی با دقت بیشتر و زمان کمتر بدست آورد.

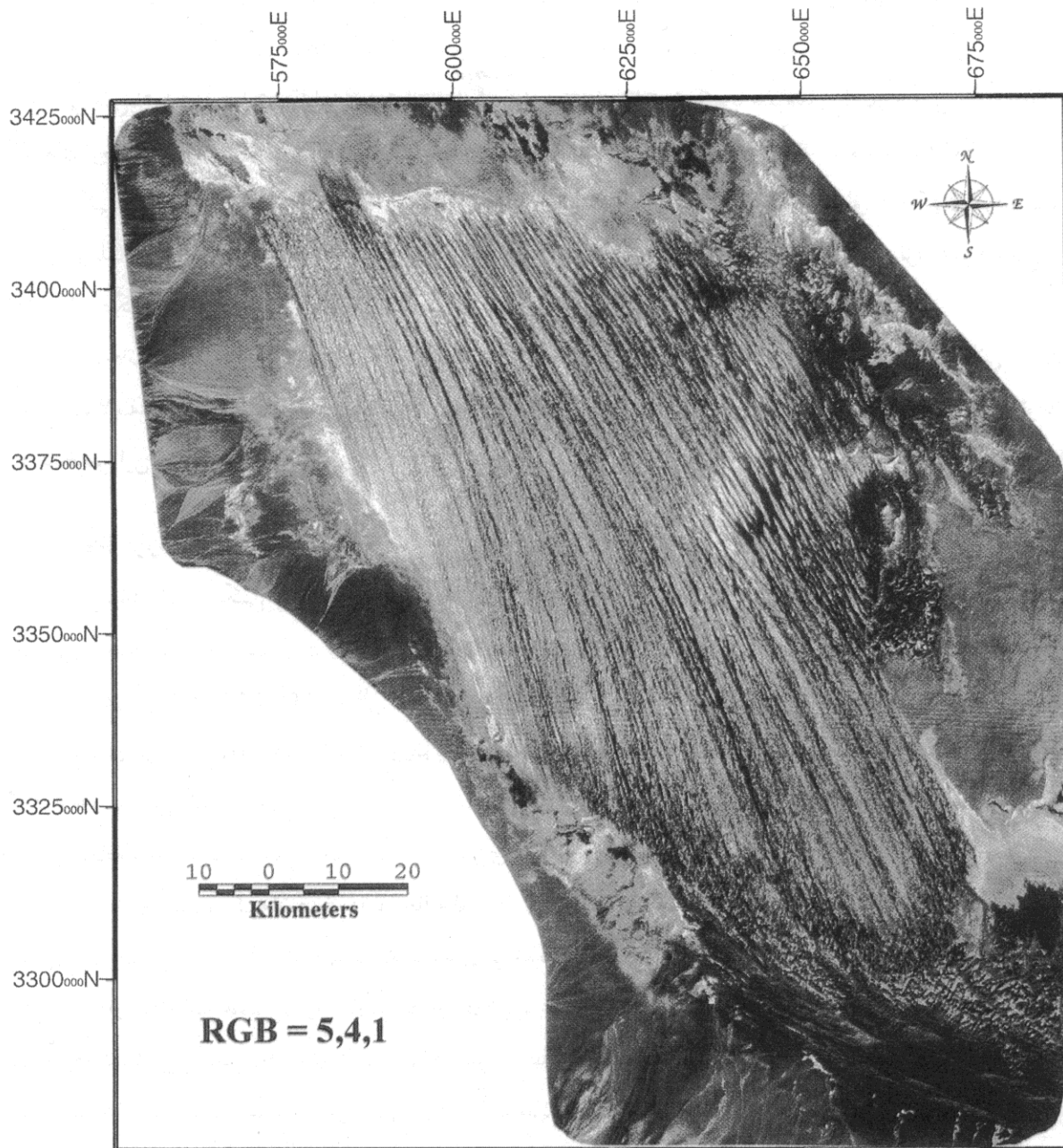
جذب انرژی در طول موج مادون قرمز نزدیک^۱ از مهمترین ویژگی آب می‌باشد. در واقع بخش کمی از پرتوهای تابیده بر سطح آب منعکس می‌شود و بقیه انرژی یا جذب شده و یا از آن عبور می‌کند. نور آبی و سبز بهتر از نور مادون قرمز قابلیت نفوذ در آب را دارند؛ ولی با گل آلوده شدن آب، قابلیت انتقال و انعکاس آن بیشتر می‌شود. شوری یکی از عوامل کیفیت آب است که قابل مطالعه با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای است. (ماریام و بهارگورا، ۱۹۹۲، ص ۴). اثر شوری آب و غلظت رسوب (گل آلودگی) بر روی بازتاب‌های طیفی مطالعه گردیده و معلوم شده است که درصد بازتاب طول موج‌های ۵۰۰ تا ۹۰۰nm با کاهش میزان شوری، افزایش می‌یابد.

تخمین دمای سطحی بیابان لوت

بیابان لوت یکی از گرمترین و خشک‌ترین بیابان‌های ایران (درش، ۱۹۶۸، ص ۵) و نمونه مشخصی از بیابان‌های جهان می‌باشد (خانیکف، ۱۹۷۷). بیابان لوت با ویژگی خاص ژئومورفولوژیکی و متمایز از سایر بیابان‌ها پدیده مهم و کم نظیری به عنوان کلوت را در بر می‌گیرد (تصویر شماره ۱) که به دلیل موقعیت خاص جغرافیایی و اقلیمی از میزان بالای تابش خورشید و روزهای آفتابی و هوای صاف برخوردار است و از همین رو در زمره گرمترین منطقه ایران و یا جهان قلمداد شده است (علوی پناه و همکاران، ۱۳۸۱، ص ۸۸). اما براساس اظهاراتی که محققین پیرامون حرارت لوت نموده‌اند، مطالعه درجه حرارت در لوت نه تنها بسیار محدود است، بلکه این مطالعات بیشتر در حاشیه لوت صورت گرفته است (کردوانی، ۱۳۵۴). با توجه به دمای بالای لوت به ویژه کلوت‌های مرکزی که فاقد حیات نباتی و جانوری است، شرایط ایده آل برای مطالعه با استفاده از داده‌های حرارتی، ماهواره می‌باشد. زیرا تصور می‌شود که عدم تداخل پوشش گیاهی و ماده آلی در بازتاب‌های طیفی و حرارت تشعشعی موجب سهولت استخراج اطلاعات از داده‌های ماهواره‌ای می‌شود (چاکرابورتی و راثو، ۲۰۰۰، ص ۸). با استفاده از داده‌های ماهواره در تاریخ‌های مختلف و پردازش‌های مذکور و تفسیر FCC‌های مختلف در مقیاس ۱:۵۰,۰۰۰ و دیگر اطلاعات جانبی، اطلاعات جامع و زیادی پیرامون تراز آبی ناحیه آندرا پرادش هند استخراج شده و با استفاده از داده‌های حرارتی باند ۶ سنجنده TM (ترمال) ماهواره لندست، یک مدل آگروهیدرولوژی ارائه گردیده است (مالدرس، ۱۹۸۶، ص ۴۳). با استفاده از داده‌های سنجنده MSS و TM ماهواره لندست به تفکیک خاکهای پلاپای مورد مطالعه پرداخته‌اند. در بسیاری از مناطق پست که سطح ایستایی در عمق کم قرار دارد، تبخیر آب موجب بالا آمدن آب گردیده و در فصول خشک املاح در سطح الأرض نهشته شده و تغلیظ می‌گردد و بنابراین آب در چنین مناطقی به عنوان منبع املاح عمل می‌کند و هنگامی که سفره آب زیرزمینی کم عمق وجود دارد، جریان آب رو به بالا با عمق سفره آب همبستگی نشان می‌دهد (هافمن، ۱۹۹۰، ص ۱۵۰).

1 - Near infrared
2 - False Colour Composite

از اینرو برای مطالعه سفره‌های آب زیرزمینی با استفاده از داده‌های ماهواره لازم است تا ارتباط سفره آب زیرزمینی با پدیده‌های سطحی و اثرات قابلیت رؤیت آن در سطح خاک فراهم شود تا از این طریق بتوان به بررسی آب زیرزمینی به ویژه سفره‌های کم عمق پرداخت.



تصویر ۱- موقعیت کلوتهای بیابان لوت

برای مطالعه سفره‌های آب زیرزمینی می‌توان از پدیده‌های سطحی متعددی که با داده‌های سنجش از دور همبستگی دارند، استفاده نمود. همبستگی بین داده‌های سنجش از دور و پدیده‌های سطحی به دو دسته تقسیم می‌شوند: دسته اول، شاخص‌های مستقیم هستند. دسته اول همانند پارامترهای زمینی مرتبط با سفره آب، چشمه، کانال، رودخانه، رطوبت خاک و دسته دوم شاخص‌های غیر مستقیم مانند مشخصات زهکشی، سیستم شکاف‌ها، گسل‌ها، نوع سنگ و خاک، ساختمان و شکل زمین می‌باشد. فرضاً جامعه گیاهی منعکس کننده و شاخصی از شرایط محیطی می‌باشد؛ به عبارتی گیاهان می‌توانند بیانگر برخی خصوصیات خاک یا سفره‌های آب زیرزمینی باشند، مانند گیاهان تریکوهیدروفیت که در مناطق با سفره آب زیرزمینی کمتر از ۲ متر مستقر می‌شوند (علوی پناه، ۱۹۹۷، ص ۱۵).

یکی از روش‌های نوین برای جستجوی آب زیرزمینی، تصاویر حرارتی است. مناطق با خاکهای مرطوب و پستی و بلندی کم، خنک تر از مناطق خشک مجاور هستند. مناطق دارای سفره آب زیرزمینی نزدیک به سطح به دلیل اثر خنک کنندگی بخار آب از حرارت پایین تری برخوردارند.

رودخانه‌ها و آبراهه‌های مدفون قدیمی می‌تواند منبعی از آب زیرزمینی باشد. چنین کانال‌های مدفونی ممکن است با لایه‌ای از ماسه و رسوب پوشیده باشند و بافت سطحی آنها متفاوت با اطراف باشد. تصاویر حرارتی می‌تواند به تشخیص این مناطق کمک کند.

منطقه مورد مطالعه

بیابان لوت یکی از گرمترین بیابان‌های ایران است که جزء بیابان‌های فوق‌العاده خشک می‌باشد و لوت مرکزی وسیع‌ترین و پست‌ترین قسمت چاله لوت را تشکیل می‌دهد. بیابان لوت در جنوب‌شرقی ایران واقع شده و در عرض‌های بین ۲۱°-۲۸° تا ۳۲° شمالی و طولهای ۳۰°-۵۷° تا ۵۵°-۵۵° شرقی قرار گرفته است. در محدوده شمالی کلوت‌های لوت رودخانه‌های فصلی وجود دارد که در این مطالعه روش‌های تشخیصی آنها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای بررسی گردیده است.

منطقه مورد مطالعه جزء حوزه لوت مرکزی در جنوب‌شرقی ایران واقع شده است که در محدوده استانهای سیستان و بلوچستان و کرمان قرار دارد. چاله لوت از نظر موقعیت و شکل عوارض موجود به سه واحد اصلی لوت شمالی، لوت مرکزی و لوت جنوبی تقسیم‌بندی می‌شود. این سه واحد جغرافیایی که ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی متفاوتی دارند، چاله عظیمی را می‌سازند که در آن شیب عمومی به طرف داخل هدایت شده و پائین‌ترین نقطه آن در محدوده شمال‌غربی کلوت‌ها می‌باشد. منطقه مورد مطالعه با اقلیم فراخشک دارای متوسط بارندگی کمتر از ۵۰ میلی‌متر در سال است. در بیابان لوت تنها رودخانه دائمی که در شمال حوضه از غرب به شرق در جریان است، رود شور بیرجند است. این رود در نهایت به حوضه انتهایی شمالی یاردانگ‌ها منتهی و در اراضی پست سرازیر شده و گاهی در میان دالان‌های یاردانگ‌ها جاری می‌شود. منبع آب دیگر رود شور گز است که از کوه‌های جنوبی و جنوب‌شرقی حوضه آبریز لوت سرچشمه می‌گیرد و پس از عبور از منطقه لوت زنگی احمد و تپه‌های ماسه‌ای جنوبی یاردانگ‌ها به چاله شور گز هامون منتهی می‌شود.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه از هفت باند سنجنده TM ماهواره لندست به تاریخ ۱۴ آذرماه ۱۳۶۷ و ۳ تیرماه ۱۳۶۸ استفاده گردید. علاوه بر آن از تصاویر رنگی حاصل از سنجنده TM ماهواره لندست به تاریخ‌های ۱۹۸۷ و ۱۹۸۸ با ترکیب باندهای TM7 قرمز و TM4 سبز و TM2 آبی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ استفاده شد.

از عکس‌های هوایی به مقیاس متوسط (۱:۲۰۰۰۰) نقشه‌های توپوگرافی به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰۰ از نرم‌افزارهای ILWIS و ER mapper برای فرایند پردازش تصاویر ماهواره‌ای استفاده گردید. از تکنیک بارزسازی تصویر و از جمله ایجاد تصاویر رنگی، تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی^۱ و فیلترینگ^۲ استفاده گردید. به منظور مطالعه بازتاب‌های طیفی پدیده‌ها و بررسی تفکیک‌پذیری کلاس‌ها یعنی دو کلاس ارگ، دو کلاس ماسه‌های روان، یک کلاس سنگفرش بیابانی، دو کلاس اراضی شور و دو کلاس اراضی مرطوب از نمودارهای پراکنش دو بعدی داده‌های ماهواره در باندهای مختلف استفاده شد. البته با استفاده از میانگین طیفی کلاس‌ها و انحراف معیار آنها برای بررسی تفکیک‌پذیری و از پارامترهای آماری دیگر مانند واریانس و کوواریانس نیز برای بررسی تفکیک‌پذیری کلاس‌ها استفاده گردید.

جهت بارزسازی تصاویر از روش تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی با استفاده از ماتریس همبستگی باندها و چرخش محورها استفاده گردید. جهت ارزیابی کلاس‌های آموزشی از عملیات میدانی و تصاویر رنگی ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی بهره‌گیری شد. از تفسیر چشمی تصاویر رنگی TM2-TM4-TM7 (RGB) برای تفسیر پدیده‌های زمین و عرصه‌های مورد مطالعه استفاده شد.

نتایج و بحث

۱- تفکیک‌پذیری کلاس‌های مرطوب در باند حرارتی

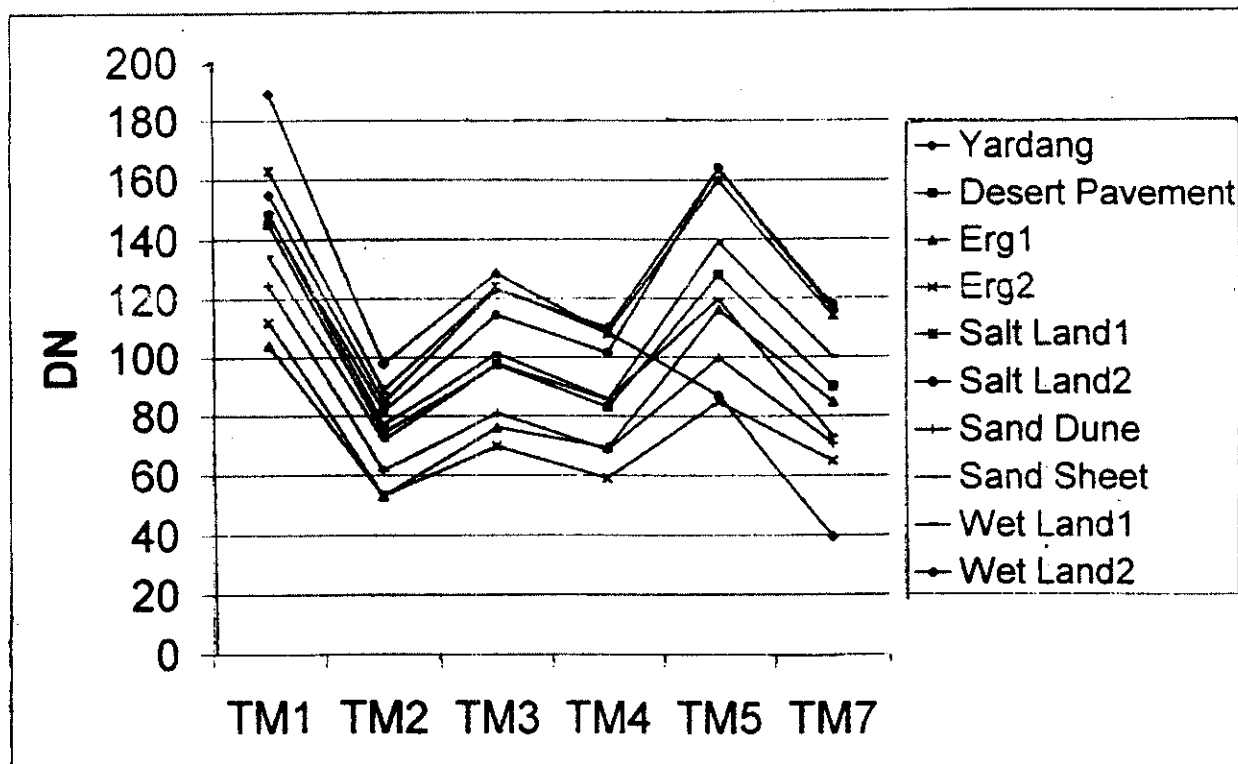
با وجود اینکه در باند TM6 اصولاً تفکیک‌پذیری برخی کلاس‌ها کمتر است ولیکن مقدار تفکیک‌پذیری کلاس‌های اراضی مرطوب مانند کلاس اراضی مرطوب ۱ (Wet land1) و کلاس اراضی مرطوب ۲ (Wet land2) از دیگر کلاس‌ها (تصویر شماره ۲) در باند ۶ بیشتر از دیگر باندها است. مقایسه کلی تفکیک‌پذیری کلاس‌ها در باندهای انعکاسی و باند حرارتی نشان می‌دهد که باندهای با طول موج کوتاه (TM1 و TM2) برای تفکیک‌پذیری کلاس‌های Erg1 و Erg2، باندهای با طول موج بلند برای تفکیک‌پذیری تپه‌های شنی^۳ و سنگفرش‌های بیابانی^۴، عرصه‌های ماسه‌ای^۵ و باند حرارتی برای جداسازی اراضی مرطوب مناسب می‌باشد.

1 - Principal Component Analysis
2 - Filtering
3 - Sand dune
4 - Desert pavement
5 - Sand sheet

۲- تفکیک پذیری کلاس‌های مرطوب در باندهای انعکاسی

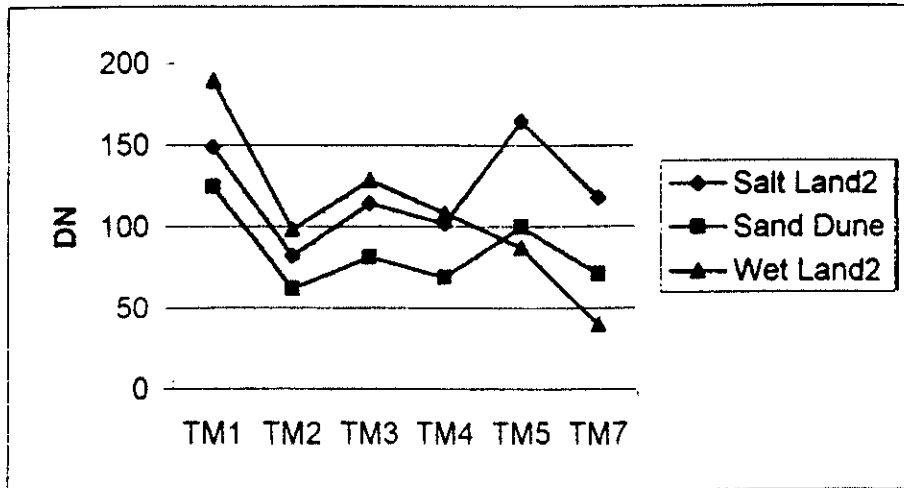
تصویر شماره (۲) نشان‌دهنده میانگین بازتاب‌های طیفی (DN) کلاس‌های آموزشی روی باندهای طیفی انعکاسی می‌باشد. همان‌گونه که تصویر مذکور نشان می‌دهد، بیشترین بازتاب‌ها مربوط به باندهای TM1 و TM5 است. در باند TM1 کلاس اطلاعاتی کلوت‌ها بالاترین تفکیک پذیری را با دیگر کلاس‌ها نشان می‌دهد.

تصویر شماره (۳) متوسط بازتاب‌های طیفی (DN) چند کلاس آموزشی اراضی شور^۱، تپه‌های ماسه‌ای و اراضی مرطوب^۲ را نشان می‌دهد. بالاترین میزان بازتاب اراضی مربوط در باند TM1 دیده می‌شود و کمترین بازتاب و یا بیشترین جذب در TM7 وجود دارد. میانگین DN باند حرارتی برای کلاس‌های آموزشی منطقه کلوت در تصویر شماره (۴) نشان داده شده است. این تصویر اهمیت اختلاف DN در باندهای TM6 بین کلاس‌های مرطوب و دیگر کلاس‌ها را نشان می‌دهد.

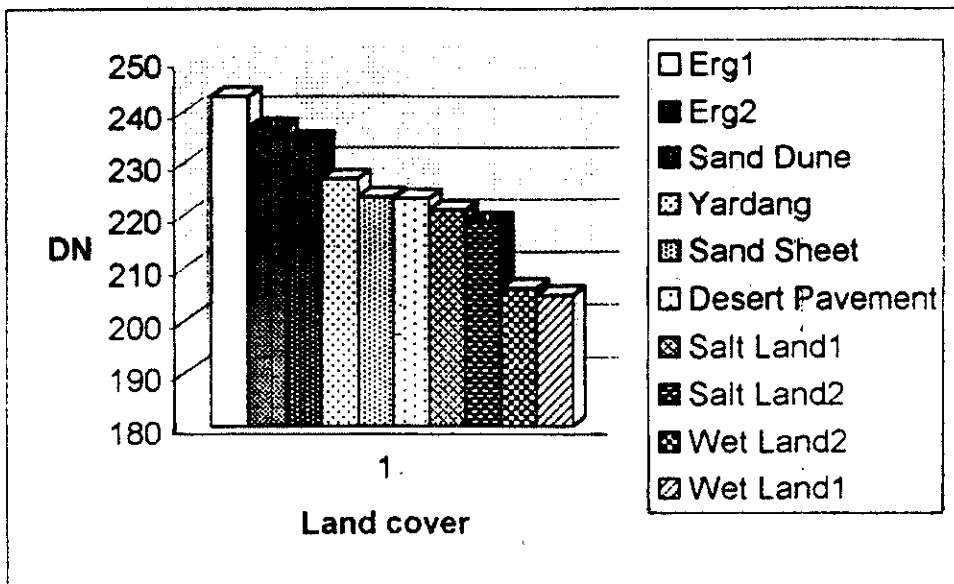


تصویر ۲- میانگین بازتاب‌های طیفی کلاس‌های آموزشی مربوط به باندهای طیفی انعکاسی

1 - Salt land2
2 - Wet land



تصویر ۳- میانگین بازتاب‌های طیفی چند کلاس آموزشی



تصویر ۴- میانگین DN باند حرارتی (TM6) کلاس‌های آموزشی منطقه

۳- تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی

در جدول شماره (۱) ماتریس بردار ویژه^۱ بکار رفته برای تعیین وزن باندهای مختلف در محاسبه مؤلفه‌های اصلی نشان داده شده است. این ضرایب می‌توان بیانگر ارتباط برخی پدیده‌های زمینی با هر کدام از PCها باشد که بررسی دقیق امر مستلزم شناخت کامل روی میزان انعکاس پدیده‌ها در طیف‌های مختلف است. نتایج حاصل از PCها نشان می‌دهد که PC1 با واریانس برابر ۷۹/۶۳٪ بیشترین و PC7 با واریانس ۰/۱۴٪ کمترین

1 - Eigenvector

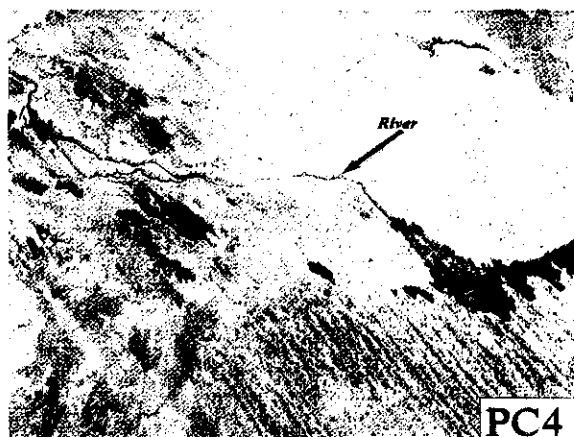
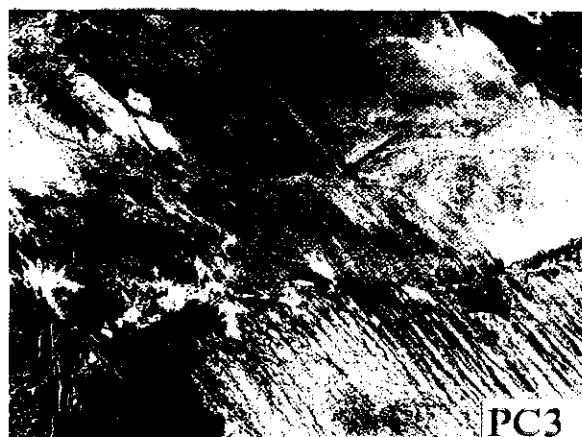
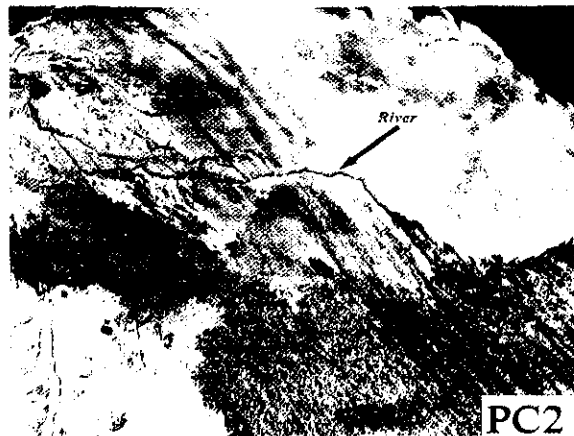
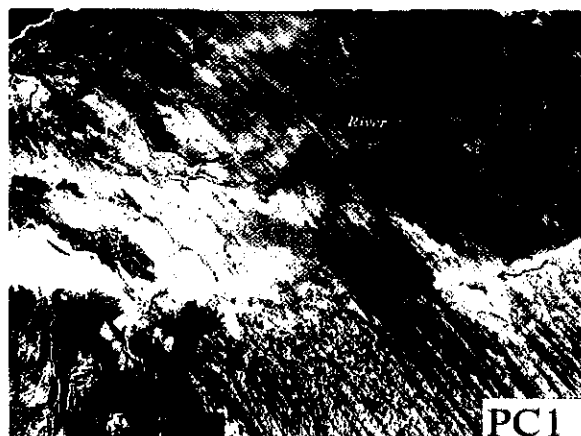
اطلاعات را در خود جای داده‌اند. مطابق جدول شماره (۱)، PC1 بیشتر رابطه را با شش باند انعکاسی TM با ضرایب ویژه حداقل ۰/۳۹۷ و حداکثر ۰/۴۱۵ و کمترین رابطه را با باند حرارتی با بردار ویژه ۰/۱۰۲ دارد. قابل توجه است که در PC2 تمامی شش باند انعکاسی (از ۰/۰۷۵-۰/۰۹۱+) و بیشترین ضریب ویژه (۰/۹۸۵-) برای باند حرارتی وجود دارد. همانگونه که در جدول شماره (۱) مشاهده می‌شود، باند حرارتی تنها با PC2 بالاترین ضریب ویژه را دارد و در دیگر باندها کمترین ضریب را شامل می‌شود.

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که اطلاعات PC1 مربوط به بازتاب‌های طیفی سطح الارض کلوت‌ها می‌باشد، ولی PC2 عمدتاً اطلاعات باند حرارتی را به خود اختصاص داده است. نکته مهم در تفسیر PC2 آن است که قدرت تفکیک مکانی ممکن است قادر به نشان دادن برخی پدیده‌ها و رخساره‌های کلوت‌ها مانند پشته با شیارها و یا ماسه زارهای بین آنها نباشد. تصویر شماره (۵) نشان می‌دهد که در PC2 رودخانه‌ها به طور واضح دیده می‌شوند، در حالی که در PC1 اثری از رودخانه‌های فرعی وجود ندارد. این موضوع بیانگر آن مهم است که PC2 حاوی اطلاعات مربوط به رطوبت است و می‌تواند برای بررسی و مطالعه منابع آب سطحی و رطوبت مورد استفاده قرار گیرد. نکته مهم دیگر آن است که PC1 مسیر رودخانه اصلی را نشان می‌دهد، ولی مسیر رودخانه‌های فرعی و منشعب دیده نمی‌شود. در حالی که در PC2 که تمامی آبراه‌ها اعم از اصلی و فرعی به وضوح دیده می‌شود علت اختلاف این دو PC در نمایش رودخانه و آبراهه، نیاز به مطالعات بیشتر دارد.

جدول ۱- ماتریس بردار ویژه برای PCهای مختلف منطقه کلوت‌های لوت

باند مؤلفه	TM1	TM2	TM3	TM4	TM5	TM6	TM7	درصد واریانس
PC1	۰/۳۹۷	۰/۴۱۳	۰/۴۱۵	۰/۴۱۱	۰/۳۹۸	۰/۱۰۲	۰/۴۰۳	۷۹/۶۳
PC2	-۰/۰۷۵	۰/۰۱۹	۰/۰۵۱	۰/۰۸۴	۰/۰۹۱	-۰/۹۸۵	۰/۰۷۶	۱۴/۸۹
PC3	-۰/۵۳۶	-۰/۳۱۳	-۰/۱۸۲	-۰/۰۴۸	۰/۵۶۹	۰/۱۱۱	۰/۴۹۴	۳/۷۶
PC4	-۰/۵۵۷	-۰/۰۵۷	۰/۳۷۵	۰/۶۴۵	-۰/۲۵۸	-۰/۰۸	۰/۱۸۳	۱/۰۴
PC5	-۰/۳۲۵	-۰/۵۱۱	-۰/۰۹۲	-۰/۳۴۳	-۰/۴۸۱	-۰/۰۰۶	۰/۵۲۵	۰/۳۱
PC6	۰/۳۳۰	-۰/۰۸۰	۰/۱۶۵	-۰/۴۴۰	-۰/۰۲۰	۰/۵۱۳	۰/۰۷۰	۰/۲۵
PC7	۰/۰۴۷	۰/۳۵۶	-۰/۷۹۸	۰/۵۱۰	-۰/۱۳۸	-۰/۰۰۱	۰/۱۲۸	۰/۱۴

تفسیر چشمی PCها و مقایسه آنها با باندهای اصلی نشان می‌دهد که علیرغم متراکم شدن بخش اعظم اطلاعات در PC1، رودخانه در PC1 وضوح چندانی نشان نمی‌دهد. البته به این مهم نیز بایستی توجه داشت که لازم است در انتخاب قدرت تفکیک مکانی، ساختار مکانی رخساره‌های کلوت‌ها و مقیاس تجزیه و تحلیل مورد نظر قرار گیرد؛ زیرا نحوه قرار گرفتن رخساره‌های یاردانگ‌ها به صورت تصادفی نیست، بلکه نظم مکانی خاصی را نشان می‌دهد. اصولاً رتبه بندی PCها صرفاً بر اساس درصد واریانس است. در حالی که برخی معتقدند قبل از این رتبه بندی و



تصویر ۵: مقایسه PC1، PC2، PC3 و PC4 که بیانگر وضوح رودخانه و آبراهه در PC2 است

تفسیر فیزیکی PCها توجه به ساختار مکانی داده‌های ماهواره بکار گرفته شده در PCها بسیار مهم است؛ زیرا ممکن است باندهای اصلی که PC از آنها منتج شده با PCهای بدست آمده دارای ساختار مکانی متفاوت باشد. این مسئله می‌تواند مشکلات زیادی در کاربرد و درک رابطه بین ساختار رخساره‌ها ایجاد نماید.

با استفاده از سه مؤلفه PC2، PC4 و PC5 تصویر مرکبی ساخته شده که به ترتیب به این مؤلفه‌ها رنگ‌های قرمز، سبز و آبی (RGB) داده شد. نتایج حاصل در تصویر شماره (۶) نشان می‌دهد که مسیر رودخانه و آبراهه به خوبی بر روی تصویر آشکار می‌باشد. هرچند که تفسیر رنگ بر روی RGB حاصل از PC2، PC4 و PC5 با اشکالاتی همراه است؛ ولی مسیر رودخانه‌ها را به خوبی می‌توان ملاحظه کرد.

۴- وضعیت رودخانه‌های شمال کلوت‌ها و تغییرات آنها

تصویر شماره (۷) موقعیت رودخانه شمال یاردانگ را روی عکس هوایی (A) به تاریخ ۲۴ اوت ۱۹۵۶ نشان می‌دهد. همان مسیر رودخانه بر روی (تصویر مرکب رنگی کاذب) FCC سنجنده TM با $RGB=2/3/4$ به تاریخ

۱۹۸۸/۱۲/۵ نشان داده شده است. مقایسه دو تصویر، تغییر مسیر رودخانه در دوره ۳۴ ساله را نشان می‌دهد. مقایسه منطقه B بر روی عکس هوایی و تصویر ماهواره‌ای تغییرات دیگری در منطقه را نشان می‌دهد. این تغییرات که می‌تواند به دلایل مختلفی باشد، نیاز به تحقیقات بیشتری دارد.



تصویر ۶- تصویر رنگی حاصل از PC2، PC4 و PC5 (RGB) که مسیر رودخانه و آبراهه‌ها را نشان می‌دهد

رودخانه که از نوع مناندری^۱ (پیچان رود) است، عموماً در سطح با شیب کم جریان دارد و در هر پیچش دو منطقه قابل تفکیک است. نقطه‌ای که شدیداً تحت تأثیر فرسایش قرار دارد (بخش مقعر) و نقطه‌ای که در مقابل نقطه قبلی واقع است و محل ته نشست رسوبات رودخانه می‌باشد. در این محل ابتدا رسوبات دانه درشت و در نهایت نقطه‌ای که انرژی رودخانه در آن بسیار کاهش می‌یابد، رسوبات دانه ریز از سیلت و رس ته‌نشین می‌شود، تنها اختلاف آشکار بین این دو تصویر آن است که افزایش انحناي رودخانه در محل پیچ در اثر فرسایش و حمل مواد فرسایش یافته توسط آب رودخانه، همچنین گسترش منطقه Point bar همسو با نقطه مقابل (که در حال فرسایش

1 - Meander

است) می باشد. از سویی عمق بستر رودخانه در اثر فرسایش و حمل مواد فرسایش یافته خود بیانگر فعال بودن منطقه است.



تصویر ۷- موقعیت رودخانه شمال کلوته در عکس هوایی (a) و تصویر ماهواره ای (b)

نتیجه گیری

نظر به اینکه شرایط بسیار سخت و طاقت فرسایی بر بیابان لوت و به ویژه منطقه کلوت‌ها حاکم است؛ بنابراین مطالعاتی که نیاز به کارهای گسترده میدانی داشته باشد بسیار مشکل و یا در مواردی غیر ممکن است. داده‌های ماهواره‌ای و بکارگیری روشهای مختلف و مناسب پردازش کمک زیادی به استخراج اطلاعات پیرامون منطقه می‌کند و علاوه بر سرعت عمل باعث افزایش دقت و کاهش هزینه نیز می‌گردد. براساس نتایج حاصله از این تحقیق در می‌یابیم که برخی باندهای TM ماهواره لندست به ویژه باندهای انعکاسی TM1، TM5 و TM7 کارایی خوبی برای جداسازی کلاس‌های مورد مطالعه دارد. DN پائین کلاس‌هایی مانند کلاسهای اراضی مرطوب نشان می‌دهد که TM6 قابلیت خوبی برای جداسازی کلاس‌های مرطوب از دیگر کلاس‌ها دارد. مقایسه تجزیه مؤلفه‌های اصلی نشان می‌دهد که PC2 کارایی خوبی برای تشخیص و شناسایی رودخانه‌ها و آبراهه‌ها دارد. علاوه بر اهمیت PC2، تصویر حاصل از ترکیب PC2، PC4 و PC5 به خوبی آبراهه‌ها اعم از اصلی و فرعی و رودخانه‌های فصلی و پرآب را نشان می‌دهد. با دقت بیشتر روی مسیر رودخانه و مقایسه آنها بر روی عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای معلوم می‌شود که تغییراتی در انحنا رودخانه در اثر فرسایش و حمل مواد در جریان است که این موضوع بیانگر فعال بودن منطقه از لحاظ فرسایش می‌باشد. نتایج حاصل از این مطالعه، وضعیت رودخانه‌های شمال کلوت‌ها و انشعاب‌های آنها را نشان می‌دهد. ضمناً استفاده از داده‌های ماهواره‌ای اهمیت کاهش هزینه و صرفه جویی در دقت برای مطالعات در مناطق و شرایط سخت بیابانی را روشن می‌سازد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از حمایت‌های مالی معاونت پژوهشی دانشگاه تهران، همکاری‌های بی‌شائبه اعضای محترم هیئت علمی و کارشناسان مرکز تحقیقات مناطق کویری و بیابانی ایران که موجب اعتلای این تحقیق گردیدند کمال تشکر را دارد. از مرکز سنجش از دور ایران و به ویژه آقای مهندس فرخ برزگر به خاطر در اختیار قرار دادن داده‌ها و تصاویر ماهواره‌ای سپاسگزاری می‌شود.

منابع و مآخذ:

- ۱- احمدی، حسن، ۱۳۷۷. ژئومرفولوژی کاربردی، فرسایش بادی، بیابان، جلد ۲، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۲- علوی پناه، سید کاظم، سراجیان، محمدرضا و کمکی، چوقی بایرام، ۱۳۸۱. بررسی محدودیت‌های تهیه نقشه دمای سطحی بیابان لوت با استفاده از داده‌های باندهای حرارتی ماهواره لندست، مجله بیابان.
- ۳- کردوانی، پرویز، ۱۳۴۹. نمونه‌ای از خاک‌های لوت زنگی احمد، نشریه شماره ۴، گزارش‌های جغرافیایی مؤسسه جغرافیایی دانشگاه تهران.
- ۴- کردوانی، پرویز، ۱۳۵۰. نمونه‌ای از خاک‌های بخش شهداد (کرمان)، نشریه شماره ۶، گزارش‌های جغرافیایی مؤسسه جغرافیایی دانشگاه تهران.
- ۵- کردوانی، پرویز، ۱۳۵۴. بیابان، نشریه شماره ۱، انتشارات مرکز تحقیقات مناطق کویری و بیابانی ایران، دانشگاه تهران.
- ۶- محمودی، فرج الله، ۱۳۵۰. بررسی اجمالی علوم طبیعی (لوت)، (ترجمه). نویسنده تئودور موند (T. Mond). نشریه شماره ۷، گزارش جغرافیایی مؤسسه جغرافیایی دانشگاه تهران.
- ۷- محمودی، فرج الله، ۱۳۵۴. بهسازی محیط چاله لوت، مجله محیط شناسی، شماره ۵۵.
- 8- Alavi Panah, S.K., 1997. Study of soil salinity in the Ardakan area, Iran based upon field observations, remote sensing and a GIS P. 292. Gent, University of Gent (Ph.D Thesis).
- 9- Bargava D.S. and Mariam, 1992. Cumulative effect of salinity and sediment concentration of reflectance measurements, Int. J. Remote Sensing, Vol. 3, No. 11-2151-2159.
- 10- Dresh, J., 1968. Reconnaissance dans le Lut (Iran): Bull. Assoc. Geog., Fr., No. 362-363, pp. 143-153.
- 11- Hoffman, G.Y., 1990. Leaching fraction and root zone salinity control, chapter 5, diagnosis of salt problems, Tanji, K.K., Ed., American society of civil Engineers, No. 237-261.
- 12- Kornifield, Y. and Susskinal, Y., 1977. On the effect of surface emissivity on temperature retrievals, Monthly Weather Rev. 105:1605-1608.
- 13- Mulders, 1986. Remote Sensing in Soil Science. Development in Soil Science, Elsevier. Amsterdam, The Netherlands, 379 p.
- 14- Rao, V. and A.K. Chakraborti, 2000. Water balance study conjunctive water use planning in an irrigation canal command area: a remote sensing perspective, Int., J. Remote Sensing, Vol. 21, No. 17-3227-3238.