

بررسی رده بندی و تهیه نقشه خاک بخشی از زمین های دشت ورامین با استفاده از پردازش رقومی تصاویر ماهواره ای سنجنده T.M^۱

کامران مروج^۲ فریدون سرمیدیان^۳ شهلا محمودی^۴

چکیده

در این مطالعه، پردازش رقومی تصاویر ماهواره ای حاصل از سنجنده T.M برای انجام برخی مطالعات خاکشناسی و نهایتاً تهیه نقشه واحدهای خاک استفاده شده است. این منطقه بخشی از زمین های دشت ورامین و حوضه رودخانه جاجرود را دربرمی گیرد، به گونه ای که رودخانه پس از ورود به آن در سرتاسر دشت پخش می شود. با توجه به داده های نزدیکترین ایستگاه هواشناسی به منطقه مورد بحث، مقدار متوسط بارندگی سالیانه در منطقه بین ۱۴۰ تا ۱۵۰ میلی متر و متوسط دما حدود ۱۸ درجه سانتی گراد است. خاک های مورد بررسی، طبق رده بندی به روش آمریکایی (USDA, ۱۹۹۹) در دو رده آنتی سول ها و اریدی سول ها و براساس روش فائو عمدتاً جزء Fluvisols، Cambisols و برخی واحدها در Calcisols، Gypsisols و Solonchaks جای می گیرند. برای تهیه نقشه واحدهای خاک از روش طبقه بندی نظارت شده بیشترین احتمال استفاده شد. نسبت توافق بین این نقشه و نقشه مرجع تهیه شده با روشهای سنتی، ۸۲٪ و ضریب کاپای آن ۷۵٪ است. با مطالعه جدول خطای حاصل از این دو نقشه نتیجه می گیریم که از بین ۱۲ واحد نقشه خاک به دست آمده، واحد خاک ۲ از ۶ (یعنی به ترتیب Haplocambids و Haplocalcids) و واحد خاک ۹ از ۷ (یعنی به ترتیب Calcaric Fluvisols و Calcaric Cambisols) به خوبی از یکدیگر تفکیک نشده اند. وجود درصد سیلت زیاد در افق سطحی که انعکاس طیفی بالای خاک را به دنبال دارد سبب می شود که هنگام پردازش عکس ها، با پدیده شوری که انعکاس طیفی بالایی دارند، مشابه بوده و اشکالاتی را در تجزیه و تحلیل داده ها به ویژه طبقه بندی تصویر به وجود آورد. این تحقیق پیشنهاد می کند که در مطالعات گوناگون خاکشناسی در کنار انتخاب باندهای طیفی مناسب، از عکس های تهیه شده در زمانی که زمین ها پوشش گیاهی ندارد، استفاده شود. همچنین می توان به طور همزمان عکس های دارای پوشش گیاهی و بدون آن را به کار برد. در ضمن برای پرهیز از تداخل پدیده های متفاوتی که دارای انعکاس طیفی مشابهی در تجزیه و تحلیل های رایانه ای هستند، جا دارد که عکس های تهیه شده توسط سایر سنجنده ها از قبیل سنجنده های ماهواره SPOT فرانسه و یا IRS هندوستان و نیز سایر روش های طبقه بندی از قبیل طبقه بندی بر مبنای موقعیت مکانی (مختصاتی) پدیده ها (به جای طبقه بندی براساس تفاوت انعکاس طیفی) نیز بررسی و مطالعه شود.

واژه های کلیدی: پردازش رقومی، سنجنده TM، نقشه واحدهای خاک، طبقه بندی نظارت شده، نسبت توافق، ضریب کاپا، جدول خطا، انعکاس طیفی، طبقه بندی بیشترین احتمال.

^۱ - تاریخ دریافت: ۸۱/۲/۲۸ تاریخ تصویب نهایی: ۸۲/۱۲/۵

^۲ - کارشناس ارشد خاکشناسی

^۳ - عضو هیات علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

^۴ - عضو هیات علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

مقدمه

سنجش از دور نقش مهمی را در علوم مختلف (خلاصه خاکشناسی) بازی می‌کند. اما مشکلاتی وجود دارد که مانع درک این مساله مهم می‌شود. مثلا این داده‌ها متأثر از عوامل گوناگون جوی و انعکاس‌های پراکنده در جهت‌های مختلف هستند که مانع تشخیص پدیده‌های مورد نظر از عکس‌ها می‌شود.

به نظر می‌رسد که هنوز عکس‌های ماهواره‌ای به‌هنگام در رایانه‌های شخصی در دسترس نبوده و به‌عنوان یک ابزار تجاری با آن برخورد نمی‌شود. نرم‌افزارهای مورد استفاده در رایانه‌های شخصی تقریبا برای اجرای پردازش‌های مقدماتی عکس‌ها مانند بارسازی، بزرگنمایی و حرکت در روی عکس وجود دارد. در عین حال که انطباق با مختصات یک نقشه، اقدامی ضروری برای هر کاربر عکس‌های ماهواره‌ای در مرحله نخست است. وجود عکس‌های ماهواره‌ای در شبکه جهانی و به شکل تقریبا به‌هنگام تفسیر آنها را آسانتر می‌کند و اطلاعات بیشتری استخراج می‌شود، در حال حاضر، عکس‌ها اغلب بعد از استخراج داده‌ها، به‌دست می‌آیند و این سبب می‌شود که عوامل تغییر دهنده مناظر سرزمین‌ها، بر روی داده‌های زمینی اثر خود را گذاشته باشند. وجود داده‌های به‌هنگام ممکن است در بهبود دانش جمع‌آوری داده‌های زمینی مؤثر باشد. با داشتن مجموعه‌ای کامل‌تر از داده‌های زمینی، درک بهتری از الگوهای طیفی که برای افزایش اطلاعات موجود در عکس‌های سنجش از دور خدمت می‌کنند، به‌دست می‌آید. تغییر انعکاس با موقعیت و زاویه تابش خورشید نیز نوعی مشکل محسوب می‌شود. اما در این اواخر تحقیق‌های زیادی در این مورد انجام شده است که ماهواره‌های سنجش از دور را قادر می‌سازد تا به‌طور مستقیم با جهت تابش خورشید و زاویه انعکاس کالیبره شوند. و نیز سنجنده‌هایی مورد نیاز است که به‌طور خودکار برای دریافت انعکاس‌های استاندارد تنظیم شوند. برخی سیاست‌های دولتی و نیز آگاهی کم تعدادی از مدیران نیز در دسترسی و گسترش این نوع داده‌ها بسیار مؤثر است که در این مورد نیز وجود

عکس‌های ماهواره‌ای از طریق شبکه جهانی می‌تواند در حل بسیاری از این مسائل راه‌گشا باشد.

همان‌طور که می‌دانید بخش اعظمی از کشورمان را مناطق خشک و نیمه خشک فراگرفته است و در این مناطق نیز خاک‌های نیمه‌بیابانی وسعت زیادی را دربرگرفته‌اند. این‌گونه خاک‌ها دارای مقدار نسبتا زیادی کوارتز بوده که سبب می‌شود در مقایسه با سایر خاک‌ها دارای انعکاس طیفی بیشتری بوده و زمینه روشن‌تری نیز در عکس‌های ماهواره‌ای داشته باشند. خاک‌های مناطق خشک طبعا به‌علت تبخیر زیاد و رطوبت کم و نیز وجود ترکیبات نمکی و املاح مختلف انعکاس طیفی متفاوتی دارند. این تأثیر وقتی تشدید می‌شود که ترکیبات نمکی به‌صورت قشری اگرچه نازک سطح رویی خاک را بپوشانند که در این‌صورت این نوع خاک‌ها بر روی عکس‌های ماهواره‌ای زمینه رنگی روشن‌تری نسبت به خاک‌های معمولی دارند. املاح موجود در خاک نظیر کربنات سدیم، کلرید سدیم و پتاسیم هیدروژن سولفات در ناحیه طول موج مرئی ($0.4-0.7 \mu m$) چنانچه بر روی سطح خاک قرار گرفته گاهی بین ۶۵٪ تا ۸۹٪ نور را بازتاب می‌کنند. گروهی از دانشمندان آمریکایی سه اجتماع خاک در ایالت تنسی آمریکا را با استفاده از ویژگی‌های بازتابی خاک‌ها و از طریق تجزیه و تحلیل رایانه‌ای و استفاده از عکس‌های باند هفت ($0.8-1.1 \mu m$) سنجنده M.S.S جدا کرده و نقشه خاک منطقه را تهیه نمودند. محققین مذکور بیان می‌دارند که خاک یکی از چندین عاملی است که بر روی ویژگی‌های عکس‌ها اثر می‌گذارد و لذا جدا کردن اثر خاک از آثار سایر عوامل تنها به‌وسیله رایانه، عملی دشوار است. آنها در پایان نتیجه می‌گیرند که تجزیه و تحلیل رایانه‌ای اطلاعات حاصله از ماهواره‌ها در مواقعی که تغییرها به‌طور کلی معلول ویژگی خاک باشد، کاری مفید و نتیجه بخش است. در این تحقیق از ماهواره لندست که سنجنده‌های آنها به نام‌های M.S.S (Multi Spectral Scanner) و TM (Thematic Mapper) معروف است، استفاده شد. از جمله مشکلات استفاده از داده‌های این نوع سنجنده‌ها که Lee و همکاران (۱۹۸۸) در تحقیقات خود به آن اشاره

Dwivedi و همکاران (۲۰۰۱) از عکس‌های سیاه و سفید (Panchromatic) سنجنده PAN با قدرت تفکیک مکانی ۵/۸ متر و داده‌های سنجنده LISS-III حاصل از ماهواره I.R.S-1C برای ارزیابی توانایی این داده‌ها در مطالعات خاک‌های متأثر از شوری در بخشی از هندوستان استفاده کردند. روشی که آنها به کار بردند شامل ادغام داده‌های دو سنجنده ذکر شده از طریق تبدیل I.H.S (Intensity, Hue, Saturation) و سپس انجام یک طبقه‌بندی نظارت شده با استفاده از روش بیشترین احتمال است. از نتایج بسیار مهمی که آنها از تحقیق خود گرفتند می‌توان به این مورد اشاره داشت که استفاده از داده‌های سنجنده‌های با قدرت تفکیک مکانی بالا لزوماً منجر به بهبود صحت طبقه‌بندی نمی‌شود، بلکه سبب افزایش دقت تفکیک‌پذیری طیفی می‌گردد. Neville و همکاران (۲۰۰۰) در بخشی از مطالعات خود، آنالیز مؤلفه‌های اصلی یا P.C.A (Principal Components Analysis) را برای تهیه شاخصی که معرف مقدار رسوب و گچ در خاک سطحی (Gypsum Index) باشد، با استفاده از عکس‌های باندهای ۱، ۴، ۵ و ۷ از سنجنده T.M ماهواره لندست ۵ به کار بردند. علت انتخاب باندهای فوق را به جهت ویژگی‌های جذب سطحی گچ و پیکسل انعکاس‌های طیفی از این ماده در باندهای یاد شده می‌دانند. مؤلفه سوم از این آنالیز ویژگی مورد نظر را شامل می‌شود. آنها همچنین با استفاده از تبدیل Tasselde Cap شاخص سبزی یا شادابی گیاه (Greenness Index) را تهیه کردند که می‌تواند معرفی از نزدیکی سطح آب زیرزمینی و نیز آب در دسترس برای گیاه و سلامت آن باشد.

اهداف

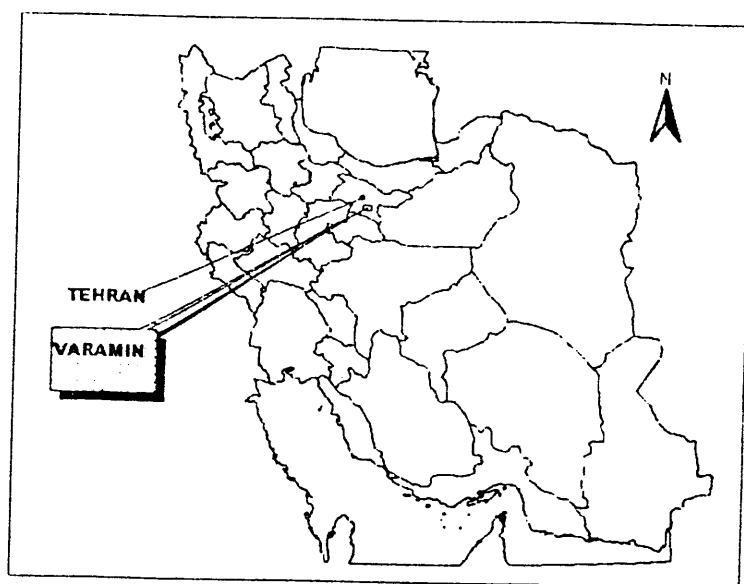
- ۱- ارزیابی قابلیت عکس‌های رقومی ماهواره‌ای در مطالعات خاکشناسی و تهیه نقشه‌های خاک.
- ۲- مقایسه روش‌های سنتی و رایج با روش‌های رقومی تولید نقشه‌های موضوعی در قبیل این مطالعات.

دارند، این است که ارزش انعکاس طیفی یک پیکسل (حداقل مساحتی که می‌توان در روی عکس‌های ماهواره‌ای جدا و قابل تشخیص نمود) آنها مخلوطی از ویژگی‌های طیفی خاک و پوشش گیاهی است. به همین دلیل در بررسی ویژگی‌های خاک‌ها به‌وسیله سنجنده مذکور بهتر است که از داده‌های تهیه شده در اوایل فصل بهار (ماه‌های فروردین و اردیبهشت) که عامل پوشش گیاهی در حداقل است، استفاده شود. وضوح و روشنایی پدیده‌های موجود در عکس‌ها سهم به‌سزایی در دقت طبقه‌بندی دارند. به‌طور کلی طبقه‌بندی خاک‌ها در جاهایی مؤثر است که بین خاک‌های مورد مطالعه تفاوت زیادی از نظر بافت خاک سطحی، مقدار ماده آلی یا وضعیت زهکشی خاک‌ها وجود دارد. آنها معتقدند که دو باند مادون قرمز میانی یعنی باندهای ۵ و ۷ یا $(1/5-1/75\mu m)$ و $(2/08-2/35\mu m)$ مناطق مهمی از داده‌های سنجنده T.M برای بررسی ویژگی‌های خاک هستند. به‌طور کلی نقشه‌برداری رقومی با استفاده از داده‌های ماهواره لندست بر مبنای انعکاس‌های طیفی از سطح خاک بنا شده است. Lee و همکاران (۱۹۸۷) دریافتند که داده‌های T.M می‌توانند به‌طور موفقیت‌آمیزی روی یک دشت تقریباً مسطح حاصل از رسوبات آتشفشانی برای تعیین مرز بین خاک‌های شنی با زهکشی خوب و هیستوسول‌ها استفاده شوند. به‌کارگیری داده‌های سنجنده M.S.S ماهواره لندست برای تفکیک و بررسی خاک‌ها در سطح مطالعات اجمالی توسط Roundabush و همکاران (۱۹۸۵) توصیه شده است. تحقیقی که به‌وسیله گروهی از محققین دانشگاه کالیفرنیا (۱۹۹۹) انجام شد، در یک روش جدید که به نام روش تجزیه و تحلیل مقدم و موخر شاخه درختی موسوم است، آنها به این نتیجه رسیدند که اگر این روش‌ها در کنار آنالیز عکس‌های ماهواره‌ای با قدرت تفکیک زمینی و طیفی مناسب به کار برده شود، می‌توان به‌طور مؤثری بین خاک‌ها و پوشش گیاهی و نیز بین ویژگی‌های مختلف خاک‌ها تفکیک قایل شد، اگرچه وجود پوشش گیاهی هنوز عاملی گیج‌کننده در مطالعات ویژگی‌های خاک‌ها به شمار می‌رود.

منطقه مورد مطالعه:

منطقه مورد بررسی در جنوب شرقی استان تهران قرار گرفته است. مختصات جغرافیایی آن در سیستم U.T.M بین طول‌های ۵۶۰۰۰۰ تا ۵۸۰۰۰۰ متر و بین عرض‌های ۳۹۱۰۲۳۶ تا ۳۹۲۰۲۳۶ متر می‌باشد. این منطقه وسعتی معادل ۲۰۰۰۰ هکتار (200 km^2) را در برمی‌گیرد که از شمال به دامنه‌های جنوبی البرز، از شرق به ایوانکی و دریاچه نمک، از غرب به شهر ری و از جنوب به کوه‌های بی‌بی شهربانو محدود می‌شود (شکل ۱). اقلیم این منطقه خشک و دارای زمستان‌های خنک و خیلی کوتاه است. میانگین سالانه بارندگی نیز بین ۱۴۰-۱۵۰ میلی‌متر و میانگین روزانه دما حدود ۱۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

فیزیوگرافی غالب در منطقه شامل اراضی بادبزنی شکل سنگریزه‌دار واریزه‌ای، بادبزنی شکل سنگریزه‌دار آبرفتی، دشت‌های دامنه‌ای و دشت‌های سیلابی است. از نظر توپوگرافی، مسطح و با شیب‌های از صفر تا پنج درصد در بیشتر مناطق می‌باشد. رژیم رطوبتی و حرارتی منطقه با توجه به داده‌های ایستگاه هواشناسی موجود در منطقه و طبق روش نیوهال به ترتیب خشک ضعیف (Weak aridic) و Thermic است. بخش عمده ای از منطقه تحت زراعت آبی قرارداد و سایر قسمت‌های آن به سبب محدودیت‌های مختلف به شکل چراگاه‌های موقتی استفاده می‌شود. زراعت‌های عمده آن شامل غلات و محصولات صیفی و جالیزی می‌باشد (۴).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مطالعاتی

مواد و روش‌ها

روش‌ها

- مواد

روشی که در این تحقیق به کار گرفته شده است، شامل سه مرحله است: ۱- پردازش مقدماتی داده‌های رقومی ماهواره‌ای؛ ۲- طبقه‌بندی تصاویر رقومی؛ ۳- پردازش نهایی تصویر یا نقشه تولید شده.

۱- پردازش مقدماتی داده‌های رقومی
(Digital Pre-Processing)

یکی از ویژگی‌های بارز تفسیر رقومی عکس‌های ماهواره‌ای امکانی است که به منظور بررسی ارزش‌های رقومی عکس‌ها (Digital Number, D.N) در باندهای مختلف به کمک نرم‌افزار و رایانه در اختیار مفسر قرار می‌گیرد و در نهایت عکس‌هایی با کیفیت مطلوب برای استفاده در طبقه‌بندی اطلاعات شناسایی و تفکیک پدیده‌های زمینی حاصل می‌شود. به همین منظور ابتدا داده‌های ماهواره‌ای را با فرمت (B.I.P) Band (Interleaved by Pixel) قابل خواندن در نرم‌افزار شد. چون عکس‌های باندهای مختلف در حالت خام دارای کیفیت مطلوبی نمی‌باشند، لذا ابتدا سعی در انتخاب بهترین روش آشکارسازی عکس‌ها شد. در این مرحله از پردازش، از روش بهبود کنتراست که نوعی آشکارسازی طیفی می‌باشد، استفاده شد. با توجه به هیستوگرام فراوانی انعکاس‌های طیفی داده‌های ماهواره‌ای مورد نیاز (به طور مثال شکل ۲ که مربوط به باند پنج یا مادون قرمز

مواد به کار برده شده در این تحقیق شامل

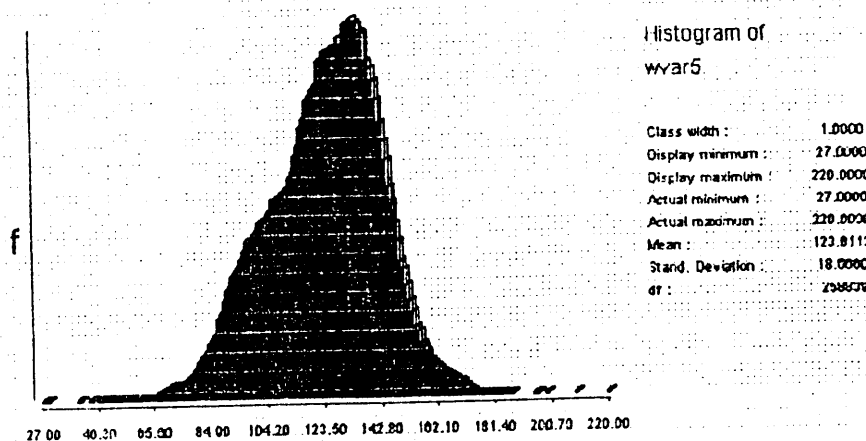
- ۱- نقشه توپوگرافی منطقه با مقیاس ۵۰۰۰۰:۱؛
- ۲- آمار هواشناسی یک دوره ۱۰ ساله از ایستگاه مامازن؛
- ۳- اطلاعات رقومی ماهواره لندست چهار، سنجنده T.M (سپتامبر ۱۹۸۷)؛
- ۴- عکس‌های ماهواره‌ای سنجنده T.M (آوریل ۱۹۹۸)؛
- ۵- نرم‌افزارهای Arc/Info ver:3.4.2 ، Arcview ، Idrisi ver:2.0 و ver:3.1؛
- ۶- دستگاه موقعیت‌یاب جهانی، G.P.S (Global Positioning System).

مطالعات میدانی

- مطالعات صحرایی در این تحقیق شامل مرحله زیر می‌باشد:

انتخاب نقاط نمونه و شاخص برای حفر پروفیل و انجام مطالعات خاکشناسی است.

ابتدا با توجه به انعکاس‌های طیفی غالب موجود در منطقه ۲۱ پروفیل حفر گردید که پس از انجام تجزیه‌های شیمیایی و فیزیکی و ضرورت اطلاع از نحوه تغییر برخی ویژگی‌های خاک و زمین‌ها به ۳۱ پروفیل افزایش یافت (قابل توجه است که کلیه آزمایشات انجام شده طبق روش‌های ذکر شده در کتاب Methods of Soil Analysis می‌باشد).

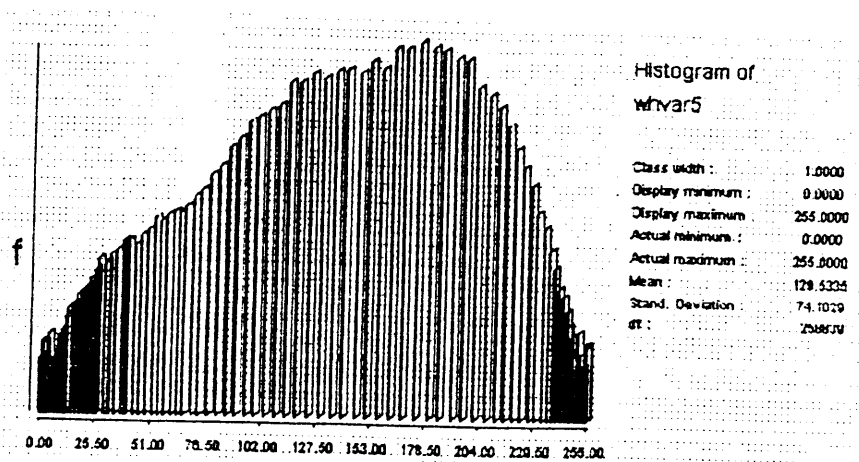


شکل ۲- هیستوگرام فراوانی انعکاس‌های طیفی باند پنج از منطقه مطالعاتی

از روش متعادل سازی هیستوگرام (که در آن دامنه‌هایی از روش‌های طیفی که فراوانی زیادتری را به خود اختصاص داده‌اند، در محدوده بیشتری بسط می‌یابد) استفاده شد که نتیجه آن برای تصویر باند یادشده در شکل ۳ نشان داده شده است.

لازم به ذکر است که همزمان با این پردازش، یک تصویر رنگی کاذب از ترکیب سه باند ۲-۳-۴ تهیه گردید که در شکل ۴ نمایش داده شده است.

میانی از منطقه مورد بررسی می‌باشد) چون ارزش‌های دور از میانگین انعکاس طیفی دارای فراوانی بسیار کمی می‌باشند و از بین سه روش متداول بهبود کنتراست (خطی ساده، خطی اشباع شده و متعادل سازی هیستوگرام) روش خطی ساده توجهی به فراوانی پیکسل‌ها در انعکاس‌های مختلف ندارد، لذا از روش‌های خطی اشباع شده و متعادل سازی هیستوگرام برای بهبود وضوح داده‌ها استفاده شد که هر دو روش نتایج مشابهی را دادند. به همین دلیل



شکل ۳ - هیستوگرام فراوانی بهبود کنتراست انعکاس‌های طیفی باند پنج



شکل ۴ - تصویر رنگی کاذب منطقه مورد مطالعه

عملیات تصحیح هندسی (Geometric Correction)

تصاویر سنجش از دور نقشه نبوده و ویژگی‌های نقشه را هم ندارند. به نحوه تغییر و تبدیل یک تصویر ماهواره‌ای رقومی به صورتی که دارای مقیاس و مختصات شود، تصحیح هندسی می‌گویند. در مطالعه صورت گرفته، برای تبدیل سیستم مختصات از روش استفاده از نقاط کنترل زمینی G.C.Ps که بر پایه نقشه استوار است، استفاده شد. در این روش موقعیت نقاط در نقشه و موقعیت همان نقاط در تصویر با هم مقایسه می‌شود. نقشه‌ای که استفاده گردید، یک نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ از منطقه مورد نظر می‌باشد. (لازم به ذکر است که استفاده از نقشه‌هایی با مقیاس کوچکتر از ۱:۵۰۰۰۰ ارزشی ندارد) به همین منظور تعداد ۱۳ نقاط کنترل اولیه در روی نقشه و تصویر انتخاب شد که از بین آنها ۵ نقطه در نهایت به عنوان بهترین نقاط و دارای کمترین خطا انتخاب شدند. انتخاب مدلی مناسب، نقش بسیار حساسی در دقت تطابق هندسی دارد. مدل مورد استفاده در این تحقیق یک مدل چند جمله‌ای خطی می‌باشد. در این حالت موقعیت یکایک پیکسل‌های عکس اولیه در یک ماتریس جدید در جای واقعی خود نسبت به سایر پیکسل‌ها و نیز نسبت به نقشه مبنا قرار خواهد داشت. ارزش‌های طیفی تصویر جدید باید از تصویر اولیه تأمین شود. این عمل، نمونه برداری مجدد یا بازنویسی مجدد تصویر نام دارد. برای بهبود تصویرها، عمل درون‌یابی برای D.Ns عکس‌های جدید انجام شد. چون مورد تحت مطالعه، دارای پستی و بلندی کمی است، از معادله خطی درجه اول و روش درون‌یابی نزدیکترین همسایه استفاده شد مهم‌ترین امتیاز این روش، انتقال انعکاس‌های طیفی و سرعت آن است. معمولاً اگر پس از تصحیح هندسی، طبقه‌بندی عکس‌ها مدنظر باشد، روش نزدیکترین همسایه به عنوان مناسب‌ترین روش پیشنهاد شده است. عمل تصحیح هندسی در سیستم مختصاتی U.T.M انجام گرفت. در نهایت پس از انجام این امر برای ارزیابی مقدار دقت عمل، پارامتر R.M.S یا جذر میانگین خطای نقاط انتخاب شده محاسبه شد که معادل ۰/۵ پیکسل شد. (حداکثر مجاز برای R.M.S معادل یک پیکسل می‌باشد).

طبقه‌بندی تصویرهای رقومی

(Digital Image Classification):

از بین ۷ باند طیفی سنجنده T.M، باندهای ۲، ۳، ۴ و ۵ برای انجام طبقه‌بندی انتخاب شدند. باند شش به دلیل قدرت تفکیک زمینی کم آن (۱۲۰ متر) و باند یک یا باند آبی به دلیل اینکه بیشتر برای مطالعه آب‌ها به کار می‌روند، استفاده نشدند. البته می‌توان به جای باند پنج از باند هفت نیز استفاده کرد که ما در این تحقیق همان‌طور که پیش‌تر ذکر شد باند هفت را به کار بردیم. برای انجام هر نوع طبقه‌بندی ابتدا باید مناطق آموزشی با توجه به تعداد کلاس‌ها یا پدیده‌های غالب موجود در منطقه در نظر گرفته شود. با توجه به انعکاس‌های طیفی غالب موجود در منطقه، هفت انعکاس طیفی یا به عبارتی هفت کلاس انتخاب شد و با در نظر گرفتن مساحتی که هر یک از انعکاس‌ها در کل منطقه اشغال کرده‌اند، تعداد، پراکنش و وسعت مناطق آموزشی تعیین شد. مجموع مساحت تمام مناطق آموزشی مورد استفاده که با استفاده از دستگاه G.P.S نیز در مطالعات صحرایی کنترل گردید، حدود ۲۰٪ از کل مساحت منطقه می‌باشد. برای انجام عمل طبقه‌بندی از الگوریتم حداکثر احتمال (Maximum Likelihood) که یک نوع طبقه‌بندی نظارت شده است، استفاده شد. در این روش احتمال تعلق هر پیکسل به هر منطقه آموزشی با توجه به وسعت و فراوانی آن کلاس و مقدار احتمال وجود آن کلاس در منطقه وابسته است.

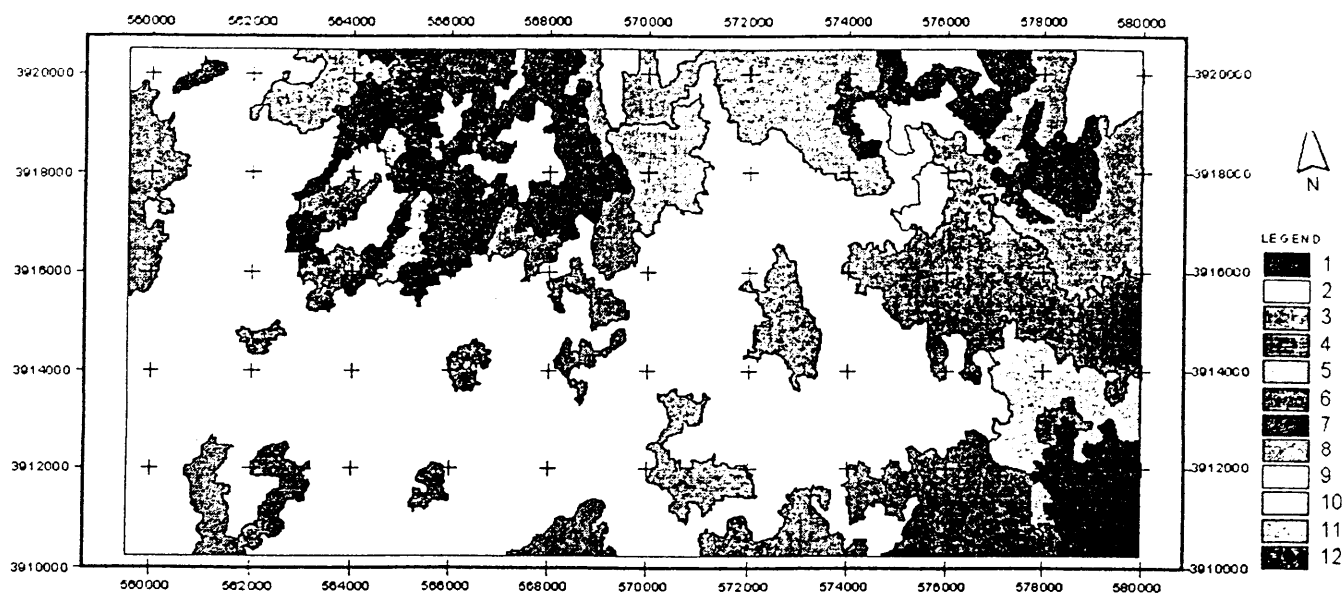
پردازش نهایی تصویر یا نقشه تولید شده (Digital Post-Processing):

پس از انجام طبقه‌بندی، نقشه تولید شده ابتدا یکبار فیلتر میانگین (Mean Filter) با ابعاد ۳×۳ جهت نرم‌سازی داده‌ها و سپس فیلتر مد (Mode Filter) با ابعاد ۵×۵ شد تا چند ضلعی‌های بسیار کوچکی که تولید شده‌اند در چند ضلعی‌های بزرگ مجاور خود ادغام شوند. آنگاه نقشه تبدیل فرمت گردید و به نرم افزار Arc/Info فرستاده شد تا سایر پردازش‌ها در محیط GIS صورت گیرد.

نتایج

طبقه بندی رقومی، طبق روش رده بندی آمریکایی (S.T,1999) و روش فائو رده بندی شدند (جدول ۱). همچنین مساحت و درصد از کل سطح منطقه در جدول ۲ ارائه شده است.

در نهایت پس از انجام مطالعات صحرایی و بازدیدهای مکرر در منطقه و بررسی نتایج آزمایشات، ۷ کلاس طیفی غالب به وجود آمده، به ۱۲ واحد نقشه خاک (شکل ۵) تبدیل شدند. لازم به ذکر است که واحدهای خاک تولید شده از



شکل ۵- واحدهای نقشه خاک های حاصل از طبقه بندی رقومی

جدول ۱- رده بندی واحدهای نقشه خاک

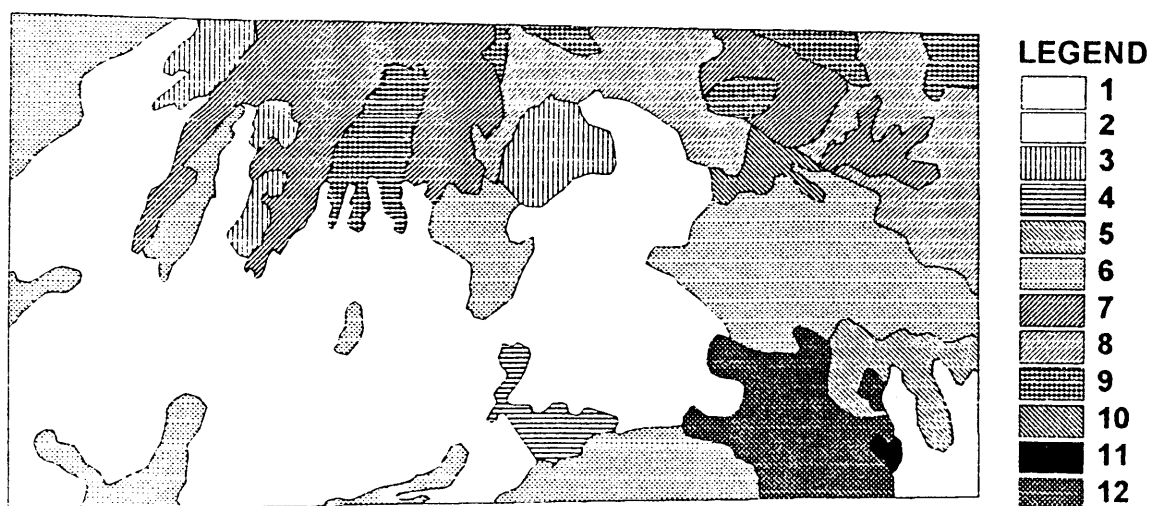
Hn	Classification (S.T)	(F.A.O)
1	Gypsic Haplosalids, fine, mixed Thermic	Gypsic Solonchaks
2	Xeric Haplocalcids, fine, mixed Thermic	Haplic Calcisols
3	Xeric Haplocambids, loamy over sandy skeletal aniso, mixed Thermic	Calceric Fluvisols
4	Xeric Haplocambids, fine, mixed Thermic	Calceric Cambisols
5	Sodic Haplocambids, fine loamy, mixed Thermic	Calceric Cambisols
6	Xeric Haplocambids, fine loamy, mixed Thermic	Calceric Cambisols
7	Xeric Haplocambids, loamy skeletal, mixed Thermic	Calceric Cambisols
8	Xeric Torrfluvents, sandy over loamy skeletal, mixed Thermic	Calceric Fluvisols
9	Xeric Torrfluvents, sandy skeletal, mixed Thermic	Calceric Fluvisols
10	Sodic Haplocalcids, fine, mixed Thermic	Haplic Calcisols
11	Sodic Haplogypsids, fine, mixed Thermic	Haplic Gypsisols
12	Xeric Haplogypsids, fine, mixed Thermic	Calceric Gypsisols

جدول ۲- مساحت هریک از واحدهای نقشه خاک

شماره واحد خاک	مساحت (هکتار)	درصد از مساحت
۱	۴۵۰	۲/۱۴
۲	۱۰۴۴۰	۴۹/۷
۳	۶۷۴/۴	۳/۲
۴	۲۲۴/۵	۴/۴
۵	۴۸۹/۱	۲/۳
۶	۳۰۰۱/۱	۱۴/۸
۷	۲۳۰۶/۴	۱۹/۹
۸	۱۷۲۴/۵	۹/۲
۹	۸۳۲/۱	۳/۹
۱۰	۱۰۵/۵	۰/۵
۱۱	۳۳/۷	۰/۱۶
۱۲	۷۲/۹	۳/۶
جمع کل اراضی	۲۰۰۰۰	۴۹۹

شد در ادامه ارائه شده است (شکل ۶). این نقشه که پیش‌تر در مطالعات قبل تهیه شده بود، با استفاده از عکس‌های ماهواره‌ای سال ۱۹۹۸ کنترل گردید. در جدول ۳ مساحت و درصد از کل سطح منطقه مطالعاتی در نقشه مرجع ارائه شده است.

نکته مهمی که در تولید نقشه‌های موضوعی مختلف با کمک سنجش از دور باید به آن توجه داشت، ارزیابی دقت نقشه تولید شده می‌باشد. بهترین روش تعیین و بیان دقت نقشه‌های حاصل از طبقه‌بندی داده‌های ماهواره‌ای، مقایسه آن با یک نقشه مرجع واقعیت زمینی (Ground Truth Map) می‌باشد. نقشه‌ای که در این تحقیق از آن استفاده



شکل ۶- نقشه مرجع منطقه مورد مطالعه

جدول ۳- مساحت هریک از واحدهای خاک در نقشه مرجع

شماره واحد خاک	مساحت (هکتار)	درصد از مساحت
۱	۳۸۰/۱	۴/۸
۲	۸۸۸۹/۳	۴۱/۸
۳	۷۹۴/۵	۳/۷
۴	۲۵۱/۸	۱/۲
۵	۴۲۳/۱	۱/۹
۶	۴۳۳۳/۶	۲۰/۲
۷	۲۳۲۱/۵	۱۰/۸
۸	۱۳۶۳/۷	۳/۷
۹	۸۹۱/۱	۴/۲
۱۰	۱۷/۲	۹/۸
۱۱	۳۴/۵	۰/۱۵
۱۲	۹۶۹/۶	۵/۹۵
جمع واحدهای اراضی	۲۰۰۰۰	۱۰۰

تهیه می‌کنند و از طریق جدولی که به نام جدول خطا (Error Matrix) موسوم است، این مقایسه را انجام می‌دهند. در این تحقیق نیز این جدول با کمک نرم‌افزار ادریسی و نمونه‌گیری از واحدهای نقشه خاک تهیه گردید (جدول ۴). پارامترهای بسیار مهم و باارزشی را می‌توان از این جدول استخراج نمود که بیان‌کننده دقت و نیز خطاهای موجود در نقشه رقومی تولید شده است.

آنچه که بیان آن در اینجا ضروری به نظر می‌رسد این مطلب است که در این نوع مطالعات برای برآورد دقت نقشه رقومی تولید شده، بخشی از آن را که بیشترین پدیده‌های موجود در نقشه را شامل می‌شود، انتخاب کرده و مانند همان بخش را در نقشه مرجع مشخص نموده و آن دو را باهم مقایسه می‌کنند و اگر نقشه مرجعی وجود نداشته باشد، فقط برای همان بخش، نقشه‌ای با روش دستی

جدول ۴- جدول خطا بین نقشه مرجع و نقشه رقومی

۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
۱	۵۱۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۶	۰
۲	۰	۱۲۱۳۸	۲۳۳	۳۷	۳۲	۲۳۵۲	۰	۲۴۳	۲۵	۱۰۴	۰	۵۲۵
۳	۰	۰	۱۴۰۱	۰	۰	۰	۹	۴۶	۰	۰	۰	۰
۴	۰	۱	۰	۳۲۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۵	۰	۰	۰	۰	۴۳۲	۲۴۷	۰	۰	۰	۰	۰	۲
۶	۰	۱۲۶۳	۰	۰	۱	۱۰۲۳۰	۰	۶۸	۲۳	۰	۰	۰
۷	۰	۰	۱۱۹	۰	۰	۱۳۵	۳۹۷۳	۱۲۵	۶	۰	۰	۰
۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴۷۳	۳۵۴۹	۹۹۹	۰	۰	۰
۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۸۴۰	۹۹	۰	۲۵۳	۰	۰
۱۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۵	۰
۱۱	۰	۰	۰	۰	۲۷	۷۲	۰	۰	۰	۰	۰	۳۹۲۹

بحث و نتیجه گیری

باتوجه به جدول ۴ درمی یابیم که :

درستی کلی (overall accuracy) نقشه رقومی، ۸۲٪ است. این فاکتور از قدرت بیان کنندگی پایینی دارد و به منظور حذف توافقی اتفاقی از درستی کلی و فراهم آمدن امکان مقایسه طبقه بندی های مختلف با یکدیگر، Congalton و همکاران (۱۹۸۳)، ضریب کاپا (Kappa) یا Kappa را به عنوان یک معیار پیشنهاد دادند. این ضریب می تواند بین صفر و یک متغیر باشد. ضریب کاپا محاسبه شده در این تحقیق ۷۵٪ شد. در چنین جدول هایی، حاصل طبقه بندی در ردیف ها و وضعیت در واقعیت زمینی در ستون های این جدول نوشته می شوند. پیکسل هایی که درست طبقه بندی شده اند در قطر جدول قرار می گیرند. از جمله سایر معیارهای مهم دیگر می توان به درستی تولیدکننده (Producer s accuracy) و درستی کاربر (user s accuracy) اشاره کرد. همانطور که پیش بینی می شد، واحد نقشه خاک شماره یک به خوبی و با دقت بالا تفکیک شده است (درستی کاربر = ۹۸٪ و درستی تولیدکننده = ۱۰۰٪) که علت آن تفاوت زیاد در انعکاس طیفی آن است. واحد نقشه خاک ۲ از ۶ به خوبی تفکیک نشده است (به ترتیب دارای درستی کاربر = ۶۸٪ و ۸۲٪ و درستی تولیدکننده = ۱۵٪ و ۶۴٪ هستند) که علت آن نیز انعکاس نیافتن طیفی مناسب از این دو واحد به سبب وجود پوشش گیاهی در سطح زمین ها است. واحد نقشه خاک ۹ از ۷ نیز به خوبی تفکیک نشده است (به طوری که درستی کاربر آنها به ترتیب ۵۰٪ و ۸۴٪ و نیز درستی تولیدکننده = ۹۱٪ و ۷۲٪ می باشد). از جمله دلایل این تفکیک نشدن نامناسب، می توان به نزدیک بودن انعکاس طیفی آنها به سبب شباهت زیاد بافت خاک سطحی و درصد سنگریزه سطحی اشاره نمود. از مقایسه جدول های شماره های ۳ و ۴ نیز مشخص است که بیشترین اختلاف مساحت تنها در واحدهای نقشه خاک دو و شش در دو نقشه رقومی و مرجع وجود دارد. واحد خاک شماره دو در نقشه رقومی مساحتی معادل ۵۰٪ از کل منطقه را دربرمی گیرد اما در نقشه مرجع حدود ۴۲٪ و واحد خاک شماره شش در نقشه

رقومی مساحتی معادل ۱۴٪ از کل منطقه. اما در نقشه مرجع حدود ۲۰٪ آن را فراگرفته است.

با توجه به تحقیق انجام شده، می توان نتایج زیر را بیان کرد :

۱- در مطالعات گوناگون خاکشناسی با استفاده از تصویرهای رقومی ماهواره ای، سعی شود از تصویرهای تهیه شده در زمانی که زمین فاقد پوشش گیاهی است یا در کمترین پوشش قرار دارد، استفاده کرد. همچنین می توان به طور همزمان تصویرهای دارای پوشش گیاهی و بدون آن را به کار برد.

۲- با توجه به نوع و مقیاس مطالعه، از تصویرهای ماهواره ای و نیز سنجنده هایی با دقت مکانی و طیفی متناسب با آن استفاده شود؛

۳- طبقه بندی رقومی نسبت به روش های سنتی و رایج، جزئیات را با دقت بیشتری نشان می دهد؛

۴- وجود سنگریزه سبب کاهش انعکاس طیفی از سطح خاک می شود. اما اگر نوع سنگ غالب از جنس سنگ های آهکی باشد یا به طور کلی خاک دارای این نوع سنگ ها در افق سطحی باشد، کاهش انعکاس طیفی آن در مقایسه با سایر خاک های سنگریزه دار کمتر است؛

۵- زمانی که یک طبقه یا Category به خوبی از طبقه دیگر تفکیک نشود، آن طبقه نسبت به طبقه های دیگر دارای درستی کاربر کمتر اما در مقابل دارای درستی تولیدکننده بیشتری است و با توجه به این مطلب به نظر می رسد، درستی کاربر در ارزیابی نقشه های رقومی نسبت به درستی تولیدکننده از اهمیت و اولویت بیشتری برخوردار است؛

۶- با توجه به جدید بودن این فناوری در کشور و عدم آگاهی بسیاری از دانشجویان و کارشناسان با این علم، پیشنهاد می گردد که ابتدا روش های طبقه بندی دو رگه یا هیبرید که مجموعه ای از روش های سنتی و رقومی است، به اجرا درآید.

منابع

- ۱- درویش صفت، علی اصغر، ۱۳۷۷. سنجش از دور، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
 - ۲- زبیری، محمود، ع مجد، ۱۳۷۵. آشنایی با فن سنجش از دور و کاربرد آن در منابع طبیعی، انتشارات دانشگاه تهران.
 - ۳- محمدپور، الف، ۱۳۵۴. استفاده از عکس های ماهواره ای در مطالعات خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.
 - ۴- مطالعات طرح جامع و احیاء توسعه کشاورزی و منابع آب حوزه آبریز مرکزی و همدان، ۱۳۷۳-۱۳۶۸، جلد سوم: منابع آب، معاونت طرح و برنامه وزارت جهاد کشاورزی.
 - ۵- نجفی دیسفانی، م، ۱۳۷۷. پردازش کامپیوتری تصاویر سنجش از دور، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت).
 - ۶- نشریه فنی شماره ۳۳۱، ارزیابی منابع و قابلیت اراضی گرمسار و ورامین، مؤسسه تحقیقات خاک و آب وزارت جهاد کشاورزی.
- 7- Congalton, R.G., Oderwald, R.G. and Mead R.A., 1983. Assessing landsat classification accuracy using discrete multivariate analysis statistical techniques, PE & RE, 49: 12:1671-1678.
 - 8- Duchemin, B, 1999. NOAA/AVHRR bidirectional reflectance : Modelling and application for the monitoring of a temperate forest. Remote Sensing of the Environment, 16 :51-67.
 - 9- Dwivedi, R.S, K.V. Ramana, S.S. Thammappa and A.N. Singh, 2001. The utility of IRS-IC LISS-III and PAN-merged data for mapping salt affected soils, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 67: 10:167-1175.
 - 10- Dymond, J.R.D, Agnes Begne and Danny Leseen, 2001. Monitoring land at regional and national scales using remote sensing, I.T.C, Journal, Vol. 3, Issue 2.
 - 11- Lee, R.S., G.B. Lee, and E.J. Tyler, 1988. Thematic mapper and digital elevation modeling of soil characteristics in hilly terrain, Soil Sci. Soc., Am. J. 52: 1104-1107.
 - 12- Lee, K.S., G.B. Lee, and E.J. Tyler, 1988. Determination of soil characteristics from thematic mapper data of a cropped organic & inorganic soil landscape, Soil Sci. Soc., Am. J. 52: 1100-1104.
 - 13- Neville, P., R.I. Coward., R.P. Watson, M. Ingils and S. Morain, 2000. The application of T.M imagery and GIS data in the assessment of arid lands, Water and land resources in west Texas, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 66: 11: 1373-1379.
 - 14- Palacios-roueta, A., Jorge E. Pinzon, Susan L. Ustin and Dar A. Roberts, 1999. Remote sensing of soils in the Santa Monica Mountains : II Hierarchical foreground and background analysis, Remote Sens, Environ, 68: 138-151.
 - 15- Roundabout, R.D., R. Herriman, R. Barmore, and G. Schellentrager, 1985. Use of Landsat multispectral scanning data for surveys on Arizona rangeland. J. Soil & Water Conserv. 40 : 242-245.
 - 16- U.S.D.A, 1999. Keys to soil taxonomy, Eight edition, Natural Resources Conservation Service.

Classification and Mapping of Varamin Plain Soils Using Satellite Images Derived from T.M. Sensor

K. Moravvej¹

F. Sarmadian²

Sh. Mahmoodi³

Abstract

In this study, processing of satellite images derived from T.M. sensor was used for soil studies and finally for producing soil units map. The region is part of Varamin plain and watershed catchment of Jajroud River. According to the nearest weather station information, average of yearly rainfall of study area is between 140 and 150 mm with average temperature of 18°C. Based on two different methods, soils of this region can be classified based on soil taxonomy method (i.e., two Aridisol and Entisol orders) and based on F.A.O. method (i.e., mainly as Fluvisol, Cambisol and some units as Calsisol, Gypsisol and Solonchak). Agreement ratio between soil maps derived from digital classification with the maximum likelihood method and ground truth map devolved from traditional methods and its kappa index were 82% and 75%, respectively. Analyzing the error matrix of this research showed that among 12 units derived from this study, differentiation of units 2 from 6 and 9 from 7 were poor (i.e., units 2, 6, 9 and 7 correspond to Haplocalcid, Haplocambid, Calcaric Fluvisol and Calcaric Cambisol, respectively). Meanwhile, the presence of high silt content in the texture of topsoil created high spectra reflection, which caused great similarity of the spectra with saline soils or other chemical substances. This resulted in some problems when analyzing dates and specially image classification.

This research suggests that in soil studies, beside selection of suitable spectral bands, images be used when land is bare. It should be noticed that images of the land with and without plant coverage can be used simultaneously, too. To reduce the above-mentioned interference, in stead of classifying based on the difference in spectra reflection, digital dates produced by other sensors, such as SPOT satellite (of France) or IRS satellite (of India) and also other classification methods based on phenomenon coordinate system should be studied.

Keywords: Digital processing, T.M. sensor, Soil units map, Supervised classification, Agreement ratio, Kappa index, Error matrix, Spectra reflection, Maximum likelihood.

¹ - Senior Expert of Soil Science

² - Faculty Member, Univ. of Tehran

³ -Faculty Member, Univ. of Tehran