

استفاده از داده‌های ماهواره لندست، سنجنده ETM+ جهت بررسی وضعیت پوشش سطح زمین (مطالعه موردی: کاشان)

مهدی جعفری^{۱*}، غلامرضا زهتابیان^۲، امیر هوشنگ احسانی^۳ و سعیده منبری^۴

*- نویسنده مسئول، کارشناس ارشد مدیریت مناطق بیابانی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، پست الکترونیک: khomein2008@yahoo.com

۲- استاد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

۳- استادیار، مرکز تحقیقات بین‌المللی بیابان

۴- کارشناسی ارشد مرکز تحقیقات بیابان دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۸۹/۰۴/۱۲

تاریخ پذیرش: ۹۰/۰۳/۰۷

چکیده

آگاهی از انواع پوشش سطح زمین و فعالیتهای انسانی در مناطق مختلف به‌عنوان اطلاعات پایه برای برنامه‌ریزیهای منطقه‌ای از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این میان تکنیکهای سنجش از دور به‌دلیل ویژگیهای خاص از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در مطالعه حاضر از داده‌های ماهواره ETM+ مربوط به ۱۰ ژوئای ۲۰۰۲ منطقه کاشان استفاده گردید. با استفاده از بهبود کنتراست، ساخت تصاویر رنگی کاذب، تحلیل مؤلفه‌های اصلی و مدل رقومی ارتفاع اقدام به بارزسازی تصاویر شد. به‌منظور تعیین بهترین ترکیب باندی برای استفاده در طبقه‌بندی و نیز ساخت تصاویر رنگی کاذب از شاخص OIF و نیز همبستگی بین باندها استفاده گردید. برای طبقه‌بندی داده‌ها از روش نظارت شده استفاده شد. نقشه واقعیت زمینی با روش نمونه‌گیری و پیمایشهای میدانی تهیه شد. پس از طبقه‌بندی نقشه پوشش سطح زمین با کلاسهای مختلف با دقت ۸۲/۴۵٪ تهیه شد. نتایج بیانگر این است که کلاس مخروط‌افکنه با ۲۹/۳۳٪ بیشترین سطح و اراضی پف‌کرده شور با ۰/۱۱٪ کمترین سطح مربوط به کلاس کاربری اراضی می‌باشد. در این مطالعه همچنین به‌منظور آشکارسازی پوشش گیاهی از شاخصهای گیاهی NDVI، SAVI، TSAVI، RVI، DVI، SARVI استفاده گردید. بررسی همبستگی بین شاخصها نشان داد که شاخص NDVI بیشترین همبستگی را در بین شاخصها دارا می‌باشد؛ بنابراین با استفاده از شاخص NDVI وضعیت پوشش گیاهی بررسی گردید. نتایج نشان داد که با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای با صرف کمترین زمان و هزینه می‌توان در مقیاسهای وسیع، نوع و سطح کاربریهای مختلف را با دقت بالا در یک سال خاص و یا سالهای مختلف استخراج کرد.

واژه‌های کلیدی: بارزسازی، ETM+، شاخص OIF، کاشان، ارزیابی دقت، شاخصهای گیاهی

مقدمه

نشان از عدم برنامه‌ریزی صحیح برای این مناطق و لزوم توجه به امر برنامه‌ریزی و حفاظت از این مناطق منطبق بر واقعیات موجود می‌باشد (احمدی زاده، ۱۳۸۲). در ایران نیز بیش از ۱۰۰ میلیون هکتار از اراضی به‌دلایل مختلف ناپایدار است (کوچکی، ۱۳۷۶). ریشه مشکلات فوق را می‌توان در استفاده نادرست انسان و مدیریت غلط در سرزمین جستجو کرد. در این میان ناآگاهی انسانها مبنی بر نامحدود انگاشتن منابع را نباید نادیده گرفت. کاربری

عرضه‌های منابع طبیعی معمولاً به‌دلیل مشکلات اقتصادی و اجتماعی در معرض بهره‌برداری خارج از توان طبیعی قرار دارند. بهره‌برداری اصولی از این مناطق نیاز به الگوها و مدل‌های منطبق بر واقعیتهای منطقه دارد تا ضمن رعایت دستورالعمل‌های مدل‌های اکولوژیک بهره‌برداری پایدار را نیز مدنظر قرار دهند. همچنین روند روبه توسعه زمینهای کم‌بازده کشاورزی دیم در اراضی جنگلی و مراتع

از داده‌های سنجنده TM نقشه کاربری اراضی حوزه آبخیز بازفت در استان چهارمحال و بختیاری را تهیه نمود. بالاترین دقت کلی و ضریب کاپا مربوط به طبقه‌بندی کننده حداکثر احتمال و به ترتیب برابر ۸۹/۱۵ و ۸۷ درصد بوده است. فرج زاده و کرمی (۱۳۸۳)، در منطقه خرم‌آباد عوامل محیطی از جمله شیب، جهت، زمین‌شناسی، پوشش گیاهی، ارتفاع، میزان بارندگی و نوع خاک با استفاده از اطلاعات جغرافیایی و تصاویر سنجنش از دور را تولید و جمع‌آوری کردند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که در منطقه مورد بررسی امکان توسعه اراضی کشاورزی، مرتع و جنگلداری به ترتیب تا میزان ۲۶، ۳۵ و ۲۰ درصد از وسعت منطقه وجود دارد. (Philip et al., 2005). تحقیقی در شمال غربی اردن از تصاویر ETM+ برای تهیه نقشه پوشش سطح زمین استفاده کردند. این تصاویر بصورت نظارت شده و نظارت نشده طبقه‌بندی شدند و با صحت ۸۳٪ توانستند نقشه‌های پوشش سطحی زمین منطقه اراضی شهری، بوته‌زارها و مراتع را تقسیم‌بندی کنند. (Luciana et al., 2007). در منطقه‌ای در ترکیه تغییرات جنگلها را با وسعت ۱۷۷۸ کیلومترمربع بررسی کردند. در این مناطق تصاویر TM و ETM لندست از سال ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۱ بررسی شد. و نقشه‌های پوشش سطحی زمین منطقه تهیه گردید. میزان صحت بدست‌آمده از طبقه‌بندی تصاویر ۸۰٪ می‌باشد که در نهایت تصاویر بدست‌آمده فیلتر شد و پیکسل‌های کمتر از 3×1 یا $27/0$ هکتار حذف گردید. میزان ضریب کاپا $0/945$ می‌باشد. هدف از این مطالعه استفاده از داده‌های ماهواره‌ای لندست ۷ برای تهیه نقشه کاربری اراضی مناطق بیابانی می‌باشد.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه

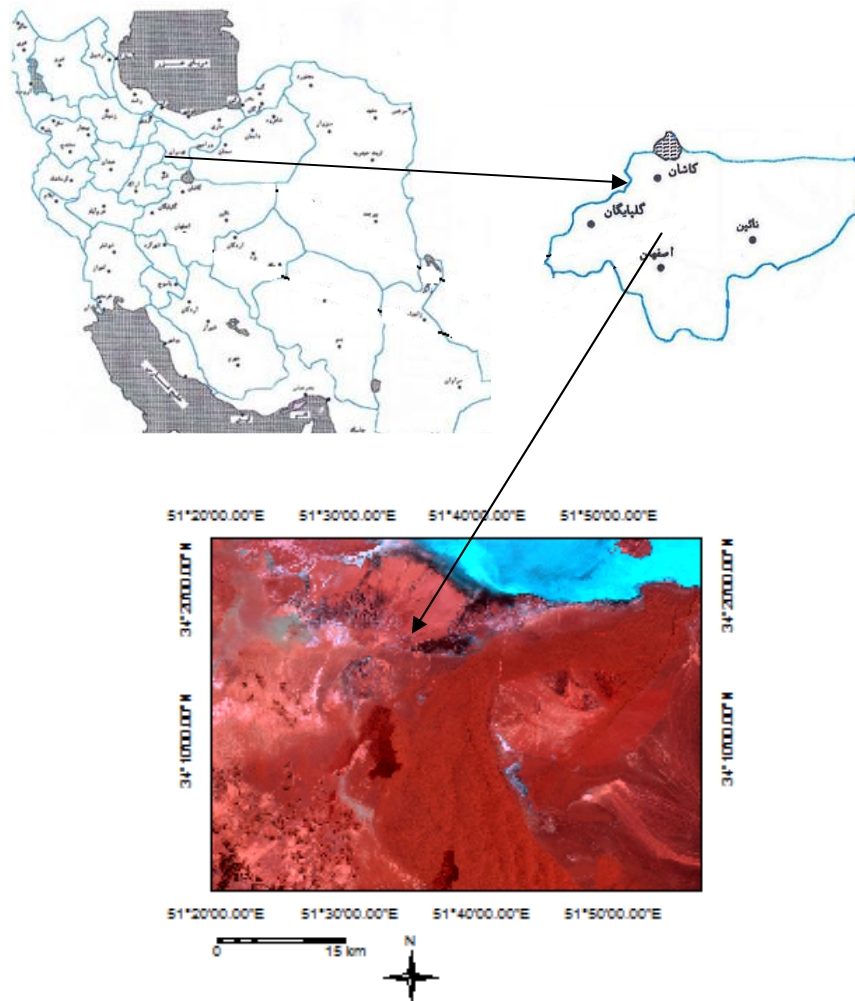
منطقه مورد مطالعه با وسعت حدود 249435 هکتار در فاصله 240 کیلومتری جنوب تهران و در حاشیه کویر قرار دارد. این منطقه در حدفاصل $98^{\circ} 19'$ تا $51^{\circ} 56'$ تا $51^{\circ} 56'$ طول شرقی و $86^{\circ} 00'$ تا $34^{\circ} 12'$ عرض شمالی

اراضی، توصیف نوع بهره‌برداری آنان برای یک یا چند هدف بر روی یک قطعه زمین می‌باشد. از گذشته‌های دور، آگاهی از نوع و درصد بهره‌برداری اراضی اهمیت داشته و در برنامه‌ریزیها مورد توجه بوده است. سنجنش از دور از جمله تکنولوژی برتر و کارآمد در بررسی تغییرات محیطی و مدیریت منابع است که اطلاعات به روز را برای اهداف مدیریتی فراهم می‌کند. نصیری (۱۳۷۷)، به منظور تعیین دقت نقشه‌های کاربری اراضی منطقه همدان از سه الگوریتم با بیشترین شباهت، حداقل فاصله از میانگین و فرکانس پوششی، از ماتریس خطا، کاپای کلی و دقت کلی استفاده کرده است؛ که میزان شاخص کاپا برای سه طبقه‌بندی به ترتیب $60/64$ ، $42/55$ و $74/31$ درصد و دقت کلی به ترتیب 66 ، 51 و $77/69$ درصد بوده است. وی در این تحقیق خطای امیسیون^۱ و کمیسیون^۲ هر یک از کلاسها را در سه الگوریتم با هم مقایسه کرده است. واحدی (۱۳۷۹)، با استفاده از داده‌های رقومی TM در منطقه جهان‌نما نقشه کاربری اراضی را تهیه نمود. اساس طبقه‌بندی استفاده شده، طبقه‌بندی نظارت شده با الگوریتم بیشترین شباهت بوده است. بدین منظور محل‌هایی به‌عنوان نقاط شاهد انتخاب کرده و با توجه به خصوصیات طیفی این مناطق شاهد، داده‌ها را طبقه‌بندی کرده است. با تهیه ماتریس خطا، صحت طبقه‌بندی برای کاربری جنگل 99 درصد، مرتع 55 درصد، زراعت و مرتع کم تراکم 28 درصد برآورد گردیده است. شاخص توافق کاپا برای این کاربریها به ترتیب 99 ، 50 و 28 درصد است. شاخص کاپای کل برای این نقشه 66 درصد محاسبه شده است. مختاری (۱۳۷۶) در منطقه اصفهان با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای لندست TM، درصد پوشش گیاهی را برآورد نموده است که از بین شاخصهای بکار گرفته شده، شاخص NDVI بیشترین همبستگی را با درصد تاج پوشش نشان داده است و ضریب همبستگی آن بیش از $0/9$ برآورد گردیده است. زاهدی فرد (۱۳۸۱)، با استفاده

1-Omission

2-Commission

واقع شده است. بلندترین نقطه در منطقه مورد مطالعه کمترین آن ۸۱۰ متر در منطقه آب شیرین می باشد. ۱۵۰۰ متر از سطح دریا در شمال غربی قسمت منطقه و



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران و استان اصفهان

نزدیکترین همسایه ارزشها و DN پیکسلها از تصویر اولیه به تصویر ایجادشده منتقل و تصحیح هندسی انجام گردید. تصحیح توپوگرافی در مناطقی انجام می گیرد که منطقه کوهستانی باشد و منطقه مورد مطالعه به صورت دشت باشد، در نتیجه تصحیح توپوگرافی چندان مؤثر نمی باشد.

تهیه نقشه واقعیت زمینی

با توجه به هدف اصلی این تحقیق که استخراج نقشه پوشش سطح زمین و ارزیابی صحت نقشه تولیدی منطقه

تصحیح هندسی

قبل از تجزیه و تحلیل اطلاعات ماهواره ای، به ویژه در مواردی که اندازه گیریهای مختلف موردنظر باشد لازم است ابتدا تصحیحاتی از جمله تصحیح هندسی^۱ بروی تصویر خام انجام شود. در این روش تصحیح هندسی به روش تصویر به تصویر و با استفاده از سیستم موقعیت یاب جهانی انجام شد. در نهایت پس از انتخاب نقاط با استفاده از معادله چندجمله ای خطی و روش نمونه گیری از نوع

1- Geometric Correction

۱- تا ۱ تغییر می‌کند. بر اساس این همبستگی و انحراف معیار استاندارد می‌توان ترکیب باندهای مناسب را تشخیص داد و معمولاً از سه باند که همبستگی کمتری دارند برای ترکیب باند استفاده می‌شود و در این تحقیق از ترکیب باندی ۱، ۲ و ۷ استفاده شده است، اطلاعات مربوط به شاخص ترکیب بهینه باندی ETM+ در جدول ۱ آورده شده است.

ردیف	ترکیب باندی	شاخص OIF
۱	۱، ۲، ۷	۳۰۰/۹۵
۲	۱، ۶، ۷	۲۴۶/۹۲
۳	۲، ۴، ۷	۲۱۴/۸۶
۴	۱، ۶، ۷	۱۹۶/۲۰
۵	۱، ۵، ۷	۱۸۹/۳۱
۶	۲، ۳، ۷	۱۸۱/۱۲

طبقه‌بندی تصاویر

با توجه به هدف اصلی تکنولوژی سنجنش از دور، طبقه‌بندی تصاویر سنجنده‌های مورد نظر را می‌توان به‌عنوان مهمترین بخش تفسیر اطلاعات ماهواره‌ای مطالعه به‌شمار آورد (Srivastava, 2003). برای انجام طبقه‌بندی باید چند مرحله رعایت گردد تا بتوان وارد مرحله اصلی طبقه‌بندی شد. به‌طوری‌که ابتدا طبقه‌هایی که منظور طبقه‌بندی هستند تعریف شده، سپس نمونه‌های تعلیمی براساس کلاس‌های طیفی انتخاب شده و با توجه به مورد نیاز بودن اصلاح شده و در مرحله بعد ترکیب باندی (۱)، ۲ و ۷) مورد طبقه‌بندی انتخاب گردیده و در مرحله آخر وارد فرایند طبقه‌بندی می‌شویم. در این تحقیق از روش طبقه‌بندی نظارت شده و از الگوریتم طبقه‌بندی حداکثر احتمال استفاده گردید. این روش به‌عنوان دقیق‌ترین و پر احتمال‌ترین روشها ذکر شده است. در این روش حداکثر احتمال، واریانس و کواریانس کلاسها را ارزیابی می‌کنند. برای این کار فرض می‌شود که همه مناطق آموزشی از پراکنش نرمال برخوردارند. در این روش یک حد آستانه

می‌باشد؛ نیاز به یک نقشه واقعیت زمینی می‌باشد تا تعیین صحت نتایج بدست‌آمده از تجزیه و تحلیل داده‌های ماهواره‌ای به کمک آن صورت گیرد. برای کنترل نقشه‌های تولید شده، این نقشه‌ها با واقعیت زمینی که نقاط آن به صورت تصادفی تعیین و به کمک GPS در تیرماه ۱۳۸۶ برداشت گردیده بودند کنترل شد. تعداد نقاط کنترل زمینی برداشت شده ۲۳۴ نقطه بود. به‌دلیل اینکه این نقشه به‌عنوان نقشه مبنا در تجزیه و تحلیل داده‌های ماهواره‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد و با توجه به ساختار رستری تصاویر ماهواره‌ای، ساختار نقشه واقعیت زمینی از حالت برداری به رستری تبدیل شد.

تعیین بهترین ترکیب‌بندی باندی جهت استفاده در طبقه‌بندی و ساختن تصاویر رنگی کاذب

سنجنده ETM+ به‌دلیل داشتن ۸ باند مختلف تصاویر رنگی کاذب زیادی را ارائه می‌دهند و این تصاویر قابلیت زیادی در شناخت عوارض و پدیده‌های مختلف زمین دارند. همان‌طور که می‌دانیم برای ساختن تصاویر رنگی باید سه باند مختلف تصویر در فضای RGB با یکدیگر ترکیب شوند. از این‌رو باید ابتدا همبستگی بین باندها محاسبه شود تا با ساختن تصاویر رنگی بتوان بهترین ترکیب رنگی را انتخاب نمود. همچنین در طبقه‌بندی از باندهایی استفاده می‌شود که با هم همبستگی کمتری دارند. این کار باعث می‌شود تا اطلاعاتی با تضاد بیشتر نمایان گردد و پدیده‌ها بارزتر شوند. به‌منظور بدست آوردن بهترین ترکیبات باندی از نرم‌افزار ILWIS شاخص OIF محاسبه گردید. این شاخص یک شاخص آماریست که براساس انحراف معیار و ضریب همبستگی بین باندها عمل می‌کند و مبتنی بر معیارهای آماری تصاویر مورد استفاده در ساخت تصاویر رنگی است. داده‌های تصاویر چند باندی اغلب اوقات باهم همبستگی خوبی دارند. برای محاسبه همبستگی بین باندها باید ماتریس همبستگی بین آنها تشکیل داد. این ماتریس یک ماتریس نرمال شده از ماتریس کواریانس است که مقادیر موجود در آن بین

در عمل برای خلاصه کردن نتایج طبقه‌بندی، دقت کلی را به صورت‌های زیر محاسبه می‌کنند.

دقت حاصل از طبقه‌بندی - ۱ = خطای حذفی
(قابلیت اعتماد) دقت مورد درخواست کاربران - ۱ = خطای مرتکب شده

آشکارسازی پوشش گیاهی با استفاده از شاخصهای گیاهی

کسب اطلاعات درباره وضعیت پوشش گیاهی با سنجش از دور از اهمیت زیادی برخوردار است. در این مطالعه برای تهیه نقشه پوشش گیاهی از شاخصهای گیاهی NDVI^۱، TSAVI^۲، RVI^۳، DVI^۴، SARVI^۵ و SAVI^۶ استفاده گردید (جدول ۲). شاخصهای گیاهی بر اساس بازتاب طیفی گیاهان در محدوده قرمز و مادون قرمز نزدیک طیف الکترومغناطیس است. شاخصهای گیاهی زیادی پیشنهاد شده که در سه دسته قرار می‌گیرند؛ (۱) شاخصهای اصلی: در این دسته از شاخصها هیچ عامل اضافی در اندازه‌گیری بازتاب طیفی دخالت داده نمی‌شود، مانند شاخصهای گیاهی RVI و NDVI که اغلب این شاخصها در ارتباط با فراوانی پوشش گیاهی و خصوصیات بیولوژی تاج پوشش گیاهان می‌باشد، اما NDVI به‌طور وسیعی حساس به ویژگیهای خاک می‌باشد. بکارگیری این شاخص موقعی که پوشش گیاهی پایین باشد و پوشش خاک بیشتر باشد مشکل است، شاخص RVI می‌تواند اثر پس‌زمینه خاک را حذف نماید. (۲) شاخصهای مرتبط با خط خاک؛ که شامل عامل‌های خط خاک مانند شاخص گیاهی خاک شده مطلق تبدیل و شاخص گیاهی (WDVI^۷) وزنی شاخص گیاهی تفاوت، (PVI) و (TSAVI) است. همچنین جایی که پوشش گیاهی کم است PVI بهتر از NDVI است، زیرا هنوز تحت تأثیر خاک است (علوی پناه، ۱۳۸۰).

در نظر گرفته می‌شود به‌طوری‌که پیکسلها به کلاسهایی که بیشترین شباهت را دارند، اختصاص می‌یابند و اگر احتمال پایین‌تر از حد آستانه معرفی شده باشند به‌عنوان پیکسلهای طبقه‌بندی نشده معرفی می‌شوند. پس از اعمال پردازشهای اولیه، طبقه‌بندی اراضی به روش نظارت شده انجام و پوشش سطح زمین در کلاسهای پوسته نمکی، اراضی پف‌کرده شور، دشت ریگی، دشت سیلابی، دشت رسی، مخروط‌افکنه، اراضی بیابانی، پخش سیلاب، منطقه مرطوب، کوهستان و اراضی کشاورزی استخراج گردید و به‌منظور ارزیابی دقت نقشه‌های تولید شده بدست‌آمده از تصاویر ماهواره‌ای، ماتریس خطا^۱ تجزیه و تحلیل شد.

پس از عملیات طبقه‌بندی، معمولی‌ترین عمل بهره‌گیری از فیلتر اکثریت باعث حذف تک پیکسلهای پراکنده و نواحی کوچکی شد که به‌صورت جزیره در درون کلاسهای دیگر قرار گرفته‌اند. پایه عملکرد صافی یاد شده بر پایه محاسبه فراوانی کلاسهایست که درون پنجره صافی قرار می‌گیرند.

جهت محاسبه ضریب کاپا به صورت کمی از معادله زیر استفاده می‌شود:

$$k = \frac{p_o - p_e}{1 - p_e}$$

در این فرمول p_o نسبت مشاهده‌ای توافق و p_e نسبت توافقی است که انتظار می‌رود ناشی از شانسی باشد، p_e در واقع دقت کلی نقشه (overall accuracy) می‌باشد. p_e نیز از فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$\sum_{i=1}^n p_r(i) p_c(i)$$

در فرمول مذکور $Pr(i)$ برابر حاصل تقسیم جمع هر کدام از ردیفها به جمع کل می‌باشد و $pe(i)$ نیز برابر حاصل تقسیم جمع هر کدام از ستونها به جمع کل می‌باشد.

2-Transformed soil-Adjusted Vegetation Index

3-Ratio Vegetation Index

4-Difference Vegetation Index

5-Soil Adjusted Ratio Vegetation Index

6-Soil Adjusted Vegetation Index

7-Normalized Difference Vegetation Index

1- Error Matrix

شاخص گیاهی تفاضلی نرمال شده

به منظور آشکارسازی و تشدید تفاوت انعکاس طیفی بین پوشش گیاهی از این شاخص استفاده گردید. یکی از شاخصهای مهمی که در تعیین تغییرات پدیده‌های زمینی استفاده می‌شود و در مطالعات پوشش گیاهی اهمیت زیادی دارد، شاخص اختلاف پوشش گیاهی نرمال شده (NDVI) است. این شاخص از فرمول زیر محاسبه می‌شود (زبیری، ۱۳۷۵).

$$NDVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R)} \quad (1)$$

در این فرمول NIR نوار مادون قرمز نزدیک و R نوار قرمز می‌باشد. دامنه آن از ۱- تا ۱+ می‌باشد. در حالتی که پوشش خیلی خوب و پرتراکم باشد این شاخص به ۱+ نزدیک می‌شود و در حالت تخریب پوشش گیاهی و از بین رفتن آن کاهش پیدا می‌کند.

شاخص گیاهی تعدیل کننده اثر خاک

این شاخص با وارد کردن یک عامل به فرمول NDVI سعی در کاهش اثر پس‌زمینه‌های خاکی در مناطق گیاهی

دارد.
(۲)

$$SAVI = \frac{NIR - R}{NIR + IR + L} (L + 1)$$

L عامل تعدیل کننده اثر خاک است که برای مناطق با پوشش گیاهی پایین مقدار، برای مناطق با پوشش گیاهی متوسط معادل ۰/۵ و برای مناطق با پوشش تراکم زیاد صفر لحاظ می‌گردد.

۳- شاخصهای تصحیح اتمسفری مانند ARVI و GEMI: به منظور کاهش وابستگی NDVI به اثرات اتمسفری، کافمن (۱۹۹۲) شاخصهای اتمسفری با محتوای نوار آبی را به صورت زیر تعریف نمود:

$$ARVI = (TM4 - RB) / (TM4 + RB) \quad (3)$$

$$GEMI = \mu(1 - 0.125\mu) - (R - 0.125) / (1 - R) \quad (4)$$

مشکلی که این شاخصها دارند پیچیدگی فرمول آنهاست که بکارگیری آنها را مشکل می‌سازد.

جدول ۲- شاخصهای گیاهی مورد استفاده

ردیف	نام شاخص	فرمول
۱	NDVI	$\frac{band4 - band3}{band4 + band3}$
۲	DVI	$band4 - a \times band3$
۳	RVI	$\frac{band4}{band3}$
۴	SAVI	$(1 + L) \times \frac{band4 - band3}{band4 + band3 + L}$
۵	TSAVI	$\frac{a \times (band4 - ax \ band3 - b)}{band3 + a \times band4 - a \times b}$
۶	SARVI	$\frac{band4}{band3 + b/a}$

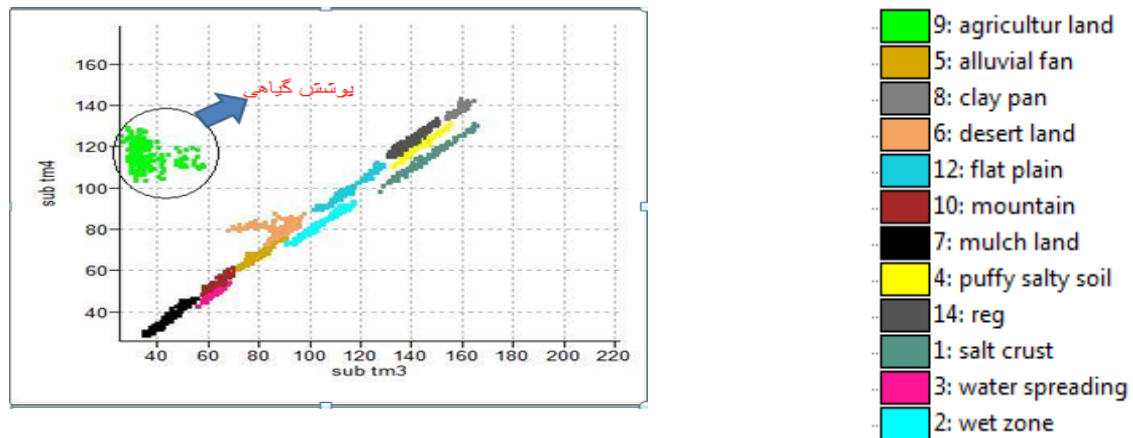
$$L = 0.5 \quad b = 0.84726 \quad a = 0.96916$$

به منظور مشخص نمودن معادله خاک ابتدا تصویر

مقایسه نمودار دو بعدی نوار قرمز و مادون قرمز نزدیک

نمونه‌هایی که دارای بیشترین میزان خاک لخت می‌باشند بر روی خط خاک لخت قرار گرفته‌اند. در ضمن از بررسی نمودار دو بعدی نوار قرمز به مادون قرمز می‌توان به این نتیجه رسید که پوشش گیاهی منطقه به خوبی تفکیک شده است (شکل ۲).

NDVI مربوط به منطقه ایجاد گردیده، سپس پیکسل‌های دارای خاک لخت بر روی آن مشخص و جدا می‌شوند. سپس از تصویر بدست آمده پیکسل‌های دارای خاک لخت به منظور استخراج ارزشهای طیفی خاک لخت در دو نوار قرمز و مادون قرمز نزدیک استفاده شد. مقایسه نمودار دو بعدی نوار قرمز با مادون قرمز نزدیک نشان می‌دهد



شکل ۲- مقایسه نمودار دو بعدی نوار قرمز و مادون قرمز نزدیک

اصلاح شده با استفاده از روش تصویر به تصویر و خطای ۰/۵۷۷ این تصحیح انجام شده است.

اعمال طبقه‌بندی نظارت شده و استخراج نقشه

پوشش سطح زمین

پس از اعمال پردازشهای اولیه طبقه‌بندی اراضی به روش نظارت شده انجام و نقشه کاربری اراضی استخراج گردید. شکل ۳ نقشه پوشش سطح زمین منطقه مورد مطالعه را در کلاسهای یادشده نشان می‌دهد. براساس نتایج بدست آمده کلاس مخروطافکنه بالاترین و کلاس اراضی پف کرده شور پایین‌ترین درصد از سطح منطقه مورد مطالعه را به خود اختصاص داده‌اند. شکل ۴ نمودار نشان‌دهنده نحوه توزیع کلاسهای کاربری در منطقه می‌باشد.

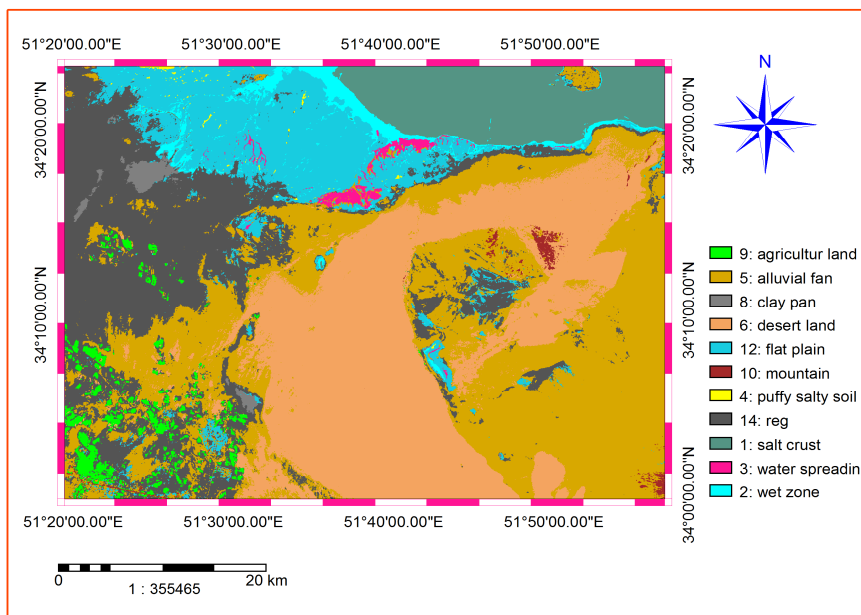
ارزیابی دقت

بزرگترین مشکلی که در ارزیابی دقت این پژوهش وجود داشت، عدم وجود نقاط GPS مربوط به گذشته بود و ارزیابی دقت از مهمترین ارکان تهیه نقشه پوشش گیاهی می‌باشد، اما به دلیل عدم امکان ارزیابی دقت بر روی شاخصهای بررسی شده، نقشه کاربری اراضی تهیه شد و ارزیابی دقت پوشش گیاهی از روی نقشه کاربری اراضی بررسی شد.

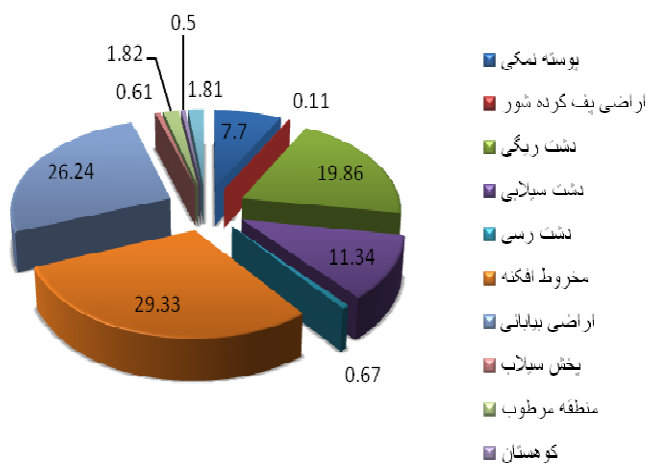
نتایج

تصحیح هندسی

برای تصحیح هندسی باید سعی گردد که مقدار RMS (خطای جذر میانگین مربعات) کمتر از یک شود. جهت تصحیح هندسی تصاویر ETM+ از تصاویر TM



شکل ۳- نقشه نهایی پوشش سطح زمین سنجنده ETM+



شکل ۴- نمودار نحوه توزیع کلاسهای مختلف پوشش سطح زمین در سال ۲۰۰۲

شده‌اند برابر با ۸۲/۴۵٪ می‌باشد. این ضریب نشان‌دهنده صحت بالای نقشه‌های تولیدی می‌باشد. جدول ماتریس خطای مربوط به نقشه کاربری اراضی در جدول ۳ آورده شده است.

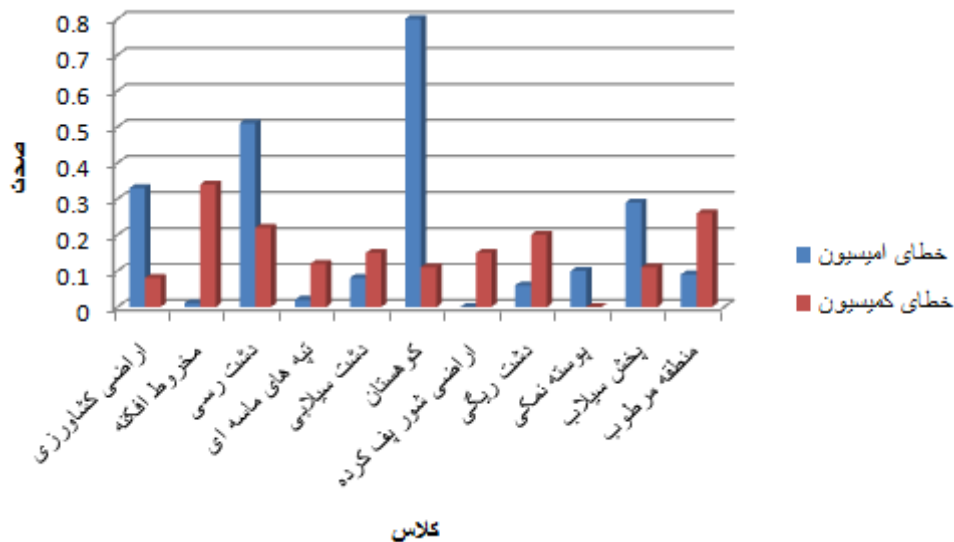
بررسی صحت نقشه تولیدی

نتایج نشان می‌دهد که ضریب کاپای کلی برای نقشه کاربری ۸۲/۴۵٪ می‌باشد. ضریب کاپا نشان‌دهنده میزان پیکسلهایی می‌باشد که درست طبقه‌بندی شده‌اند، یعنی در روش طبقه‌بندی احتمال اینکه پیکسلهای درست طبقه‌بندی

خطای امیسیون و خطای کمسیون

بیشترین خطای امیسیون مربوط به کوهستان و بیشترین اختلاط پیکسلها مربوط به کوهستان با مخروطافکنه، اراضی بیابانی با اراضی کشاورزی و همچنین دشت ریگی با دشت رسی می‌باشد. همان‌طور که

در شکل ۵ مشاهده می‌شود بیشترین میزان خطای امیسیون مربوط به کلاس کوهستان می‌باشد. همان‌طور که از جدول ۳ بر می‌آید در این طبقه‌بندی بیشترین پیکسلهای غلط مربوط به خطا در کلاسهای اطلاعاتی مربوط به دشت رسی، دشت سیلابی و مخروطافکنه می‌باشد.



شکل ۵- نمودار مقایسه خطای امیسیون و کمسیون

جدول ۳- ماتریس خطای مربوط به طبقه‌بندی نقشه پوشش سطح زمین سال ۲۰۰۲

مجموع	خطای کمسیون	دقت مرطوب	منطقه مرطوب	بخش سیلاب	پوسته نمکی	دشت ریگی	اراضی شور پف کرده	کوهستان	دشت سیلابی	تپه‌های ماسه‌ای	دشت رسی	مخروطافکنه اراضی کشاورزی	اراضی کشاورزی
۵۴۲	۰/۰۸	۰/۹۲	۰	۰	۰	۴۶	۰	۰	۰	۰	۰	۴۹۶	اراضی کشاورزی
۱۸۷۸	۰/۳۴	۰/۶۶	۰	۱	۰	۰	۶۱۸	۰	۱۴	۰	۰	۱۲۴۵	مخروطافکنه
۲۴۱	۰/۲۲	۰/۷۸	۰	۰	۰	۰	۰	۵۴	۰	۱۸۷	۰	۰	دشت رسی
۱۹۷۸	۰/۱۲	۰/۸۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۷۳۴	۰	۰	۲۴۴	تپه‌های ماسه‌ای
۶۷۸	۰/۱۵	۰/۸۵	۰	۱۰۲	۰	۰	۰	۵۸۵	۰	۰	۰	۰	دشت سیلابی
۱۷۰	۰/۱۱	۰/۸۹	۰	۰	۰	۰	۱۵۱	۰	۱۹	۰	۰	۰	کوهستان
۹۵	۰/۱۵	۰/۸۵	۰	۰	۰	۸۱	۰	۰	۰	۰	۱۴	۰	اراضی شور پف کرده
۹۶۳	۰/۲	۰/۸	۰	۰	۰	۷۶۷	۳	۰	۰	۱۹۳	۰	۰	دشت ریگی
۱۰۱۸	۰	۱	۰	۰	۱۰۱۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	پوسته نمکی
۲۷۹	۰/۱۱	۰/۸۹	۳۱	۲۴۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	بخش سیلاب
	۰/۲۶	۰/۷۴	۳۱۴	۰	۱۱۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	منطقه مرطوب
	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۷۱	۰/۹	۰/۹۴	۱	۰/۲	۰/۹۸	۰/۴۹	۰/۶۷	۰/۶۷	قابلیت اعتماد
	۰/۰۹	۰/۲۹	۰/۰۹	۰/۲۹	۰/۱	۰/۰۶	۰/۸	۰/۰۸	۰/۰۲	۰/۵۱	۰/۳۳	۰/۳۳	خطای امیسیون
۸۲۷۸		۳۴۵	۳۵۱	۱۱۳۱	۸۱۳	۸۱	۷۷۲	۶۳۹	۱۷۶۷	۳۸۰	۱۲۵۹	۷۴۰	جمع

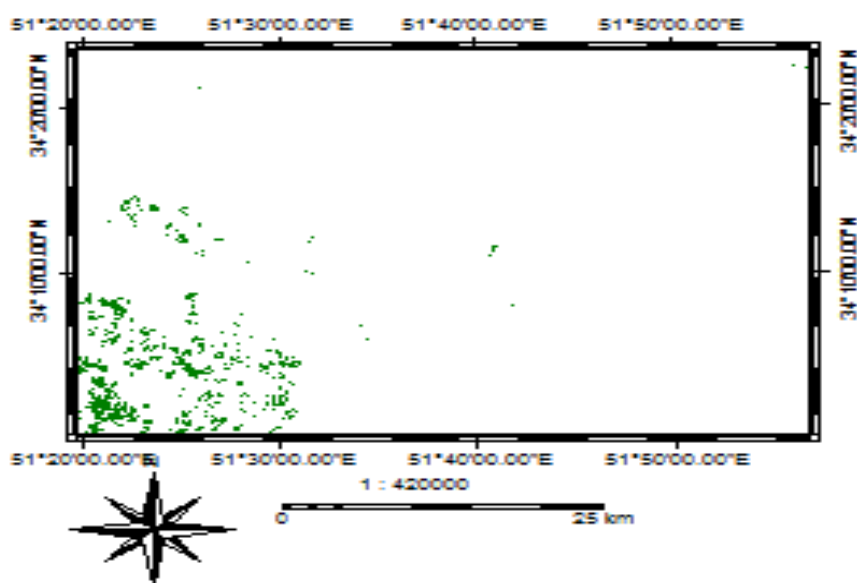
نتایج بدست‌آمده از شاخصهای گیاهی

به‌منظور آشکارسازی پوشش گیاهی منطقه از شاخصهای گیاهی مختلف NDVI، TSAVI، RVI، DVI، SARVI و SAVI استفاده گردید که با بررسی همبستگی بین شاخصها، شاخص NDVI بیشترین همبستگی را با شاخصهای دیگر داشت (جدول ۴). در این تحقیق، به‌دلیل اینکه در مناطق بیابانی اثرات جانبی عوارض دیگر باعث ایجاد اختلاط طیفی می‌شوند از دستور ماسک استفاده

گردید، به‌طوری‌که با توجه به راهنمای نقشه‌های تهیه شده و هیستوگرام این اقدام انجام شد و نقشه تهیه شده فقط پوشش گیاهی منطقه را نشان می‌دهد (شکل ۶). نتایج بدست‌آمده از وضعیت پوشش گیاهی منطقه با شاخص گیاهی NDVI نشان می‌دهد که از کل مساحت منطقه ۱/۸۱ درصد (۴۵۲۶/۶ هکتار) پوشش گیاهی و ۹۸/۱۹ درصد فاقد پوشش گیاهی می‌باشد.

جدول ۴- همبستگی بین شاخصهای استفاده شده

	DVI	NDVI	RVI	SARVI	SAVI	TSAVI
DVI	۱					
NDVI	-۰/۸۵	۱				
RVI	۰/۴	۰/۹۱	۱			
SARVI	۰/۴۲	۰/۹۶	۰/۰۳	۱		
SAVI	-۰/۰۷	۰/۹۹	-۰/۰۵	-۰/۰۸	۱	
TSAVI	-۰/۷	۰/۹۷	۰/۲۷	۰/۲۳	۰/۹۳	۱



شکل ۶- NDVI ماسک شده

بحث

آگاهی از نوع و درصد کاربری اراضی به عنوان یک عامل مدیریتی می تواند برنامه ریزان بخشهای مختلف اجرایی را در مدیریت و توسعه همه جانبه یاری نماید. در این مطالعه به منظور استخراج نقشه کاربریهای مختلف و ارزیابی صحت نقشه تولید شده از تصاویر و سنجنده ETM+ استفاده گردید و پس از باز ثبت این داده ها با دقت بالا (کمتر از یک پیکسل) تصحیحات هندسی انجام شد. در ادامه با استفاده از اعمال آنالیزهای مختلف (PCA) تبدیل فضای رنگی RGB به HIS و ایجاد تصویر کاذب رنگی به منظور تفسیر بهتر اطلاعات کاربریهای مختلف با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال با دقت ۸۲/۴۵٪ استخراج گردید. این نتیجه با نتایج سایر تحقیقات از جمله علوی پناه و همکاران (۱۳۸۰)، (Philip et al., 2005)، زاهدی فر (۱۳۸۱) و جانفزا (۱۳۸۶) مطابقت دارد. برای طبقه بندی از الگوریتم حداکثر احتمال استفاده گردید که علوی پناه در ۱۳۸۰، Masoud & Kike (2006) و Lillesand (1994) که روش حداکثر احتمال را به عنوان بهترین روش طبقه بندی معرفی کردند همخوانی دارد. نتایج نشان می دهد که میزان ضریب کاپای بدست آمده اندکی کمتر از درصد خطای کلی است و علت آن کاهش نقش شانس در محاسبه این شاخص می باشد. در بررسی پوشش گیاهی منطقه، نتایج نشان می دهد که در بین روشهای مختلف محاسبه شاخص گیاهی و شاخص NDVI برای این منطقه نتایج بهتری را ارائه می دهد که با نتایج یمانی (۱۳۸۴)، (Vianas, & Baulies (2004) و خواجه الدین (۱۹۹۵) که شاخص NDVI را بهترین شاخص برای تهیه نقشه پوشش گیاهی می دانند همخوانی دارد. با استفاده از شاخص ابتدا پوشش گیاهی از سایر مناطق تفکیک گردید؛ همانطور که مشاهده می گردد محدوده پوشش گیاهی در جنوب غرب منطقه مورد مطالعه واقع شده است. بررسیها نشان داد که تفکیک اراضی مسکونی به راحتی امکان پذیر نیست، اما انعکاسات طیفی مناطق مسکونی تا حد زیادی به اراضی کشاورزی شباهت

دارد که دلیل آن به خاطر وجود درختان می باشد که بر انعکاسات طیفی مناطق مسکونی تأثیر می گذارد؛ همین عامل باعث عدم تفکیک مناطق مسکونی از اراضی کشاورزی شد. علوی پناه و همکاران (۱۳۸۰) در تحقیقی در منطقه موک استان فارس بیان می دارند که اراضی مسکونی قابل تفکیک نیستند و برای تفکیک اراضی مسکونی با مشکل مواجه بودند. نتایج بدست آمده نشان دهنده این بود که داده های ماهواره ای این قابلیت را دارند که با صرف کمترین انرژی و هزینه در مقیاسهای وسیع، نوع و سطح کاربریهای مختلف را با دقت بالا به منظور تأثیر کاربریهای اراضی در یک سال خاص و یا سالهای مختلف استخراج نمایند.

منابع مورد استفاده

- احمدی زاده، س.، ۱۳۸۲. تعیین مدل های کمی اکولوژیک در محیط GIS. رساله دکترای جنگلداری دانشگاه تربیت مدرس. ۱۵۸ صفحه.
- جانفزا، ع.، ۱۳۸۶. مطالعه شوری و نوع املاح با استفاده از داده های ماهواره ای در منطقه دامغان. پایان نامه کارشناسی ارشد بیابانزدایی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۴۲ صفحه.
- خواجه الدین، س.ج.، ۱۳۷۶. استفاده از داده های ماهواره ای Landsat MSS 5 در بررسی جوامع گیاهی و تعیین اراضی شور منطقه جازموریان. مجموعه مقالات دومین همایش ملی بیابانزدایی، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور.
- زاهدی فرد، ن.، ۱۳۸۱. تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از داده های ماهواره ای در حوزه آبخیز بازیافت. پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۲۷ صفحه.
- علوی پناه، ک.، پویافر، ا.، پورسید علی، خ. و مشهدی، ن.، ۱۳۸۰. مطالعه پوشش گیاهی و شوری خاک براساس داده های سنجنش از دور و سامانه های اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: حوزه رودخانه شور کرج). مجله پژوهشهای جغرافیایی، ۶(۱): ۸۶-۶۹.

- فرج زاده، م. و کرمی، ت.، ۱۳۸۳. برنامه‌ریزی کاربری اراضی با استفاده از سنجنش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (منطقه مورد مطالعه: خرم آباد). پایان نامه کارشناسی ارشد گروه جغرافیا، دانشگاه تربیت مدرس. ۱۳۹ صفحه.
- نصیری، ع، ۱۳۷۷. روشهای طبقه‌بندی طیفی و فضایی در تهیه نقشه کاربری اراضی. وزارت کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و بودجه اداره کل آمار و اطلاعات، شماره ۷۷/۲۶.
- مختاری، ا.، احمدی، ح.، سادات، ف.، خواجه الدین، س.ج. و رهنما، ف.ا.، ۱۳۷۹. کاربرد سنجنش از دور در تهیه لایه‌های اطلاعاتی کاربری اراضی و پوشش سطح زمین در مدل فرسایش خاک MPSIAC. فصلنامه ی پژوهش و سازندگی، شماره ۴۶، سال ۱۳۷۹، جلد ۱.
- یمانی، م.، ۱۳۸۴. بررسی تغییرات سطح و پوشش گیاهی کویر از داده‌های سنجنش از دور. مجله پژوهشهای جغرافیایی، شماره ۶۴.
- واحدی، ر، ۱۳۷۹. کاربرد اطلاعات رقومی لندست در ارزیابی مرتع. پایان نامه کارشناسی ارشد مرتع‌داری، دانشکده منابع طبیعی، ۱۷۴ صفحه.
- Lillesand, T.M. and Kiefer, R.W., 1994. Remote sensing & image interpretation, 3th Ed., John wiley & sons Inc., New York, 750 pp.
- Luciana, P., Edward, A. Ellis, B. and Henry L. Gholz., 2007. land use dynamics and landscape history in La Montana, Campeche, Mexico. Landscape and Urban Planning, 82, 198-207.
- Masoud, A.A. and Kike., 2006. Arid land salinization detected by remotely -sensed land cover changes, A case study in the Siwa region. Nw Egypt. Journal of Arid Environments, 66,151-167.
- Philip, E, Dar, A., Robertb, Seth H. Peterson., 2005. Spectral shape based temporal compositing algorithms for MODIS surface reflectance data. Remote sensing of Environment, 109(2007)510-522.
- Srivastava, S. K. and Gupta, R. D., 2003. Monitoring of changes in Land use/ Land cover using multi-sensor satellite data. map India Conference, India, 275pp.
- Vianas, O. and Baulies, X., 2004. 1:250000 Land use map Landsat TM data, int. Journal of Remote sensing, vol.16, NO.1, PP129-146.

The study of land cover condition using landsat satellite (ETM+) data

Jafari, M.^{1*}, Zehtabian, G.H.², Ehsani, A.H.³ and Menbari, S.⁴

1*- Corresponding Author, M.Sc of Combat Desertification, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran, Email: khomein2008@yahoo.com

2- Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

3- Professor, International Desert Research Center, Tehran, Iran.

4- M.S.c. of Combat Desertification, International Desert Research Center, Tehran, Iran.

Received: 03.07.2010

Accepted: 28.05.2011

Abstract

Knowledge of the types of land cover and human activities in different regions is of particular importance as basic information for regional planning. Because of the special characteristics, remote sensing techniques are of great importance. In the present study, the ETM + satellite data of Kashan related to 10 July 2002 was used. Image enhancement was performed using enhanced contrast, color composite images, principal component analysis, and digital elevation model. To determine the best combination band for classification and color composite images, OIF and the correlations between bands were used. Monitoring method was used for classifying the data. Ground truth map was prepared by sampling and field surveys. After classifying, land cover map was obtained with an accuracy of 82.45% in different classes. The results showed that the highest and lowest level of land use classes was related to alluvial fan with 29.33% and puffy salty lands with 0.11%, respectively. In this study, to detect the vegetation, vegetation indices including NDVI, TSAVI, RVI, DVI, SARVI and SAVI were used. The correlation coefficients among the indices showed that the highest correlation coefficient ($R = 0.99$) was related to NDVI; therefore, vegetation condition was assessed using NDVI index. Results indicated that the type and level of different land uses could be determined using satellite data by spending less time and money on a large scale with a high precision in a particular year or in different years.

Key words: image enhancement, ETM+, OIF index, Kashan, percision , vegetation indices