

تغییرات پوشش سطح زمین طی سه دهه گذشته (۱۳۸۲-۱۳۵۴) در منطقه حفاظت شده سبز کوه استان چهارمحال و بختیاری

- ❖ زهرا عبدالعلی زاده*؛ دانشجوی دکتری مرتعداری، دانشگاه محقق اردبیلی، ایران.
- ❖ عطا... ابراهیمی؛ دانشیار دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه شهرکرد، ایران.

چکیده

منطقه حفاظت شده سبز کوه، واقع در زاگرس مرکزی، دارای اکوسیستم‌ها و چشم‌اندازهای طبیعی متنوعی بوده و از نظر تنوع اقلیمی، توپوگرافی، روبشگاهی و حیات وحش بسیار غنی است. شواهد گویای این است که طی سال‌های گذشته، اکوسیستم‌های سبز کوه همچون سایر اکوسیستم‌های نیمه‌خشک ایران، دستخوش تغییراتی در ساختار پوشش گیاهی خود شده‌اند. سنجش‌ازدور ماهواره‌ای همراه با سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، با تولید داده‌های چند طیفی و چند زمانه، قادر به تعیین نوع، میزان و محل وقوع تغییرات پوشش گیاهی و کاربری اراضی است. لذا مطالعه حاضر باهدف بررسی تغییرات پوشش سطح زمین طی سه دهه گذشته با استفاده از RS و GIS در منطقه سبز کوه، انجام شده است. بر همین اساس از تصاویر سنجنده‌های MSS (سال ۱۳۵۴) و ETM+ (سال ۱۳۸۲) و همچنین نقشه‌های مدل رقومی ارتفاع و شاخص گیاهی به‌عنوان داده‌های کمکی، به‌منظور تهیه نقشه طبقات مختلف پوشش گیاهی شامل کشاورزی، مراتع علفی، اراضی لخت، مراتع بوته‌ای و درختچه‌ای و جنگل استفاده شد. در این خصوص، روش نظارت شده حداکثر شباهت و به‌منظور تعیین تغییرات، روش مقایسه پس از طبقه‌بندی بکار گرفته شد. محاسبات مربوط نشان داد که در طی چند دهه گذشته، به مساحت اراضی کشاورزی، مراتع بوته‌ای و جنگل‌های منطقه افزوده شده ولی از مساحت مراتع علفی و اراضی لخت کاسته شده است.

واژگان کلیدی: پوشش اراضی، سنجش‌ازدور، بررسی تغییرات، طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای، سبز کوه.

۱. مقدمه

گروه اصلی و بیش از ۲۹ روش فرعی بررسی تغییرات است [۱۴]. در مطالعه‌ای، نقشه‌های پوشش اراضی منطقه پارک ملی هوستای در مغولستان از روی تصاویر ام‌اس‌اس، تی‌ام و ای‌تی‌ام (دوره زمانی ۱۹۹۴ تا ۲۰۰۰)، به روش طبقه‌بندی حداکثر شباهت، استخراج شد و ماتریس تغییرات حاصله با روش "مقایسه پس از طبقه‌بندی" مورد تحلیل قرار گرفت [۳]. همچنین در تحقیقی مشابه از تصاویر سال‌های ۱۹۸۰، ۱۹۸۷ و ۱۹۹۹ ماهواره لندست منطقه سامسون ترکیه به روش طبقه‌بندی هیبرید (نظارت‌شده و نظارت‌نشده) استفاده کرده و تغییرات کاربری و پوشش پنج طبقه پوشش اراضی منطقه (مناطق شهری، اراضی کشاورزی، جنگل متراکم، جنگل تنک، اراضی بایر و آب) را به روش مقایسه پس از طبقه‌بندی بررسی نمود [۷].

منطقه کوهستانی سبزکوه دارای اکوسیستم‌های ویژه و چشم‌اندازهای طبیعی مرتعی، جنگلی متنوعی بوده و منبع مهمی برای تغذیه دام‌های عشایر منطقه است. اکوسیستم‌های آن همچون سایر اکوسیستم‌های طبیعی ایران، به دلیل قرار گرفتن در ناحیه خشک و نیمه‌خشک از وضعیت شکننده‌ای برخوردار است که به نظر می‌رسد، افزایش مداوم جمعیت و به تبع آن نیازهای فزاینده به تولیدات دامی، محصولات زراعی و سوخت و عدم وجود برنامه‌های حفاظتی و مدیریتی مناسب نیز به آن دامن زده و نهایتاً پوشش‌های طبیعی منطقه را تغییر داده است. بنابراین مطالعه‌ای که قادر باشد روند این تغییرات را به تصویر بکشد ابزاری ارزشمند را در اختیار مدیران و سیاست‌گذاران منابع طبیعی و محیط‌زیست قرار می‌دهد تا با اطلاع از وضعیت گذشته، با دیدی وسیع و آگاهانه‌تر برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری نموده و در راستای حفظ این منطقه ارزشمند بکوشند.

امروزه سنجش‌ازدور ماهواره‌ای همراه با سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، به طرز فزاینده‌ای برای تعیین و تجزیه و تحلیل تغییرات کاربری و پوشش اراضی بکار گرفته می‌شوند [۸]. تعیین تغییرات^۱ عبارت است از فرایند تشخیص اختلافات روی داده در یک عارضه یا پدیده خاص در طول زمان [۱۸] و تغییر اکوسیستم‌های گیاهی به "رخ دادن تغییر و تحول در اجزاء پوشش گیاهی واقع در سطح زمین" [۱۶] یا "تغییرات زمانی/ مکانی گیاهان موجود" در اکوسیستم‌ها اطلاق می‌شود [۱۵]. زیستگاه‌ها یا اکوسیستم‌ها، درهم‌تنیده و پویا بوده، با گذشت زمان و در اثر عوامل محیطی طبیعی و یا فشارهای انسانی و یا تلفیقی از این دو عامل، همواره در حال تغییر هستند [۱۰]. فرضیه اساسی در روش‌های دیجیتالی تعیین تغییرات با استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور این است که تغییر در پوشش اراضی منجر به تغییر در مقادیر بازتابش آن‌ها می‌شود و این امر می‌تواند توسط ابزارهای سنجش‌ازدور ثبت شود. طی سال‌های گذشته، تقسیم‌بندی‌های مختلفی برای روش‌های دیجیتالی بررسی تغییرات ارائه شده است [۶]. تعیین و تشخیص تغییرات رخ داده در ویژگی‌های کلیدی منابع، این اجازه را به مدیران می‌دهد که پویایی مناطق وسیع، صعب‌العبور و چشم‌اندازهای طبیعی را مورد پایش و ارزیابی قرار دهند [۱۴]. یک مطالعه بررسی تغییرات، در صورتی موفق است که قادر به فراهم کردن اطلاعات زیر باشد: میزان، سطح و سرعت تغییرات را مشخص کند، توزیع فضایی الگوهای تغییرات را تعیین نماید، روندهای تغییر انواع پوشش‌های اراضی و تبدیل احتمالی آن‌ها را به یکدیگر بیان دارد و دقت نتایج به دست آمده از بررسی تغییرات را مورد ارزیابی قرار دهد [۱۱].

یکی از جدیدترین و جامع‌ترین تقسیم‌بندی‌های ارائه شده در روش‌های بررسی تغییرات، شامل ۷

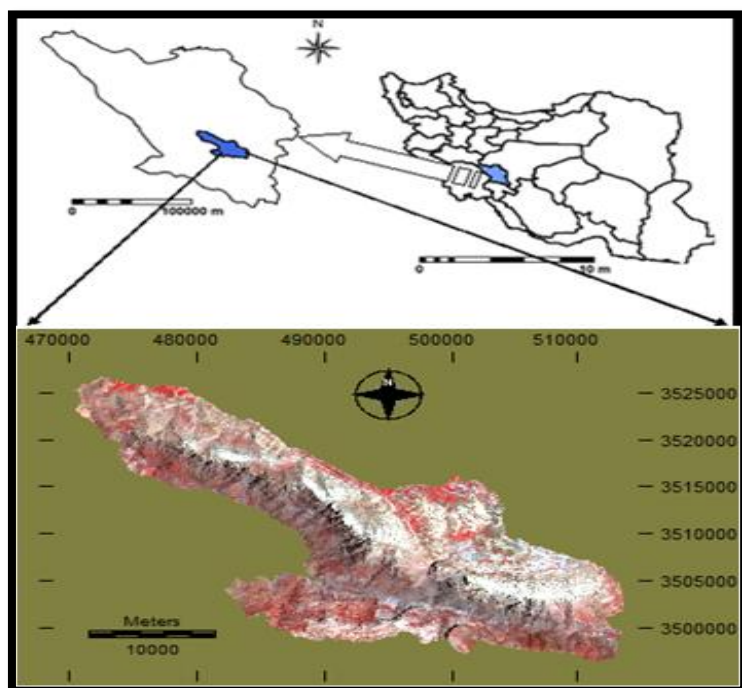
^۱ Change Detection

۲. روش‌شناسی تحقیق

۱.۲. معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه سبزکوه با توجه به تنوع زیستی قابل توجه در اکوسیستم‌ها و زیستگاه‌ها، در سال ۱۳۶۵، منطقه شکار ممنوع و در سال ۱۳۶۹ از طرف سازمان حفاظت محیط‌زیست کشور به‌عنوان منطقه حفاظت‌شده اعلام گردید و از سال ۲۰۰۲ در چهارچوب پروژه حفاظت از تنوع زیستی زاگرس مرکزی قرار گرفته است. منطقه مورد مطالعه دارای وسعتی معادل ۵۴۰۳۵ هکتار در استان چهارمحال و بختیاری (شکل ۱) بوده و عرض جغرافیایی " ۳۱°۲۹'۵۰" الی " ۳۱°۵۹'۵۵" شمال و در طول " ۵۰°۳۷'۲۳" تا " ۵۱°۱۵'۰۲" شرق قرار گرفته است. ارتفاع متوسط آن ۲۴۵۶ متر از سطح دریا و از ۱۱۴۰ تا ۳۹۰۰ متر متغیر است. این منطقه در بین دو دره بزرگ قرار دارد و بریدگی‌ها و صخره‌های فراوان باعث

ایجاد سیمایی پیچیده با شیب‌های نسبتاً تند در آن شده است، به طوری که متوسط شیب منطقه برابر با ۵۸/۱۶ درصد است. شرایط هواشناسی و اقلیمی محدوده سبزکوه بیشتر تحت تأثیر جریان‌های مدیترانه‌ای قرار داشته، به دلیل کوهستانی بودن منطقه و تغییرات ارتفاعی شدید، اقلیم آن بیشتر تحت تأثیر تغییرات ارتفاع است. میانگین بارندگی منطقه ۸۶۰ میلی‌متر در سال بوده و ارتفاعات آن با متوسط بارش ۱۴۰۰ میلی‌متر، جزو مناطق پربارش استان به حساب می‌آید. متوسط درجه حرارت سالانه ۶٫۷ درجه سانتی‌گراد است [۴]. بیشتر شیب‌های شمالی و شرقی دارای پوشش گیاهی مؤید رویشگاه نیمه‌استپی، در شیب‌های جنوبی پوشش گیاهی رویشگاه جنگل‌های خشک و در ارتفاعات پوشش گیاهی رویشگاه مناطق آلبی را می‌توان مشاهده کرد [۱۹].



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه بر روی نقشه ایران و استان چهارمحال و بختیاری

۲.۲. شاخص‌های اندازه‌گیری شده

مراحل انجام پژوهش حاضر شامل ۳ مرحله کلی؛ تهیه نقشه‌های پوشش اراضی منطقه در سال‌های مورد مطالعه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، تعیین دقت نقشه‌های پوشش اراضی و تعیین تغییرات پوشش اراضی بین دو نقشه پوشش است که به‌طور مختصر در ادامه شرح داده شده است.

برای انجام پژوهش حاضر، تصاویر ماهواره‌ای لندست ام اس اس^۱ تاریخ ۱۹۷۵/۰۶/۱۸ و ای تی ام^۲ تاریخ ۲۰۰۳/۰۵/۲۴ مورد استفاده قرار گرفت. نظر به اینکه موضوع مطالعه حاضر، بررسی تغییرات پوشش‌های گیاهی بود، لذا سعی شد حتی الامکان تصاویر دو سال، تاریخ برداشت نزدیکی داشته باشند تا تأثیر شرایط فنولوژیکی و عامل تغییرات فصلی از بررسی‌ها کاسته شده و تصاویر برای پایش تغییرات طبیعی در زمان‌های مشابه دو سال قابل قیاس گردند. همچنین در مطالعه حاضر، از سری عکس‌های هوایی سراسری ایران مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ مربوط به خردادماه سال ۱۳۴۸ به عنوان داده‌های کمکی استفاده شد. کلیه عکس‌های محدوده مورد مطالعه، پس از اسکن و ویرایش وضوح و روشنایی آن‌ها و زمین مرجع کردن در طبقه‌بندی نظارت‌شده و بررسی دقت طبقه‌بندی پوشش اراضی سال ۱۳۵۴، مورد استفاده قرار گرفتند. از تصاویر آنلاین گوگل ارث^۳ به دلیل برخورداری از قدرت تفکیک مکانی بالا و برای شناسایی دقیق‌تر مکان‌های مورد بررسی به‌ویژه مناطق صعب‌العبور منطقه و مراحل اجرای طبقه‌بندی نظارت‌شده تصاویر سال ۱۳۸۲ استفاده گردید. جمع‌آوری داده‌های صحرائی نیز در ماه‌های خرداد و تیر سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ به منظور تهیه نقشه رقوم‌های نمونه‌های زمینی طبقات پوشش گیاهی تهیه گردید. این نقشه به دو بخش عرصه‌های نمونه‌های آموزشی^۴ جهت انجام طبقه‌بندی نظارت‌شده و بخش تعیین واقعیات زمینی جهت آزمون صحت نقشه‌های حاصل از طبقه‌بندی تقسیم شدند. بعد از

تصحیحات هندسی و رادیومتری تصاویر ماهواره‌ای، از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده^۵ بیشترین شباهت^۶، برای طبقه‌بندی پوشش اراضی منطقه مورد مطالعه استفاده گردید. با توجه به خصوصیات طیفی ماهواره لندست، دانش موجود درباره پوشش اراضی منطقه و طبق طرح طبقه‌بندی اندرسون و همکاران [۱]، پنج طبقه پوشش شامل؛ کشاورزی، مراتع بوته‌ای، مراتع علفی، جنگل و اراضی عاری از پوشش در منطقه تشخیص داده شد.

حداقل تعداد نمونه‌های تعلیمی لازم برای هر طبقه، شامل ۲۸۰ پیکسل بوده و طبق رابطه $P = 5(n^2 + n)$ محاسبه گردید که: $p =$ حداقل تعداد پیکسل‌های موردنیاز برای طبقه‌بندی و $n =$ تعداد تصاویری که در طبقه‌بندی مورد استفاده قرار می‌گیرند [۱۷]. در تحقیق حاضر ۷ لایه تصویر برای طبقه‌بندی بکار رفته است. تعداد نمونه‌های تعلیمی انتخاب‌شده برای هر یک از طبقات پوشش اراضی در جدول ۱ آمده است.

برای تولید نمونه‌های معرف طیفی^۷ مربوط به سال ۱۳۵۴ و طبقه‌بندی پوشش اراضی، باندهای ۴، ۵، ۶، ۷، نقشه مدل رقوم ارتفاع^۸ DEM و نقشه^۹ TSAVI، مورد استفاده قرار گرفتند. به علت محدودیت کاربرد تعداد لایه‌های تصویری (حداکثر ۷ تصویر)، از آنالیز اجزای اصلی^{۱۰} (PCA) برای فشرده‌سازی اطلاعات بانندی $(6L, 6H)$ استفاده شد. بنابراین، نمونه‌های معرف سال ۱۳۸۲ با استفاده از باندهای ۲، ۳، ۴، ۵، ۷، ۱، $6L, 6H, PCA1$ ، نقشه^۹ DEM و نقشه^۹ TSAVI، صورت گرفت. در ارتفاعات بالا و زمین‌های ناهموار، تغییرات عمده‌ای در مقادیر روشنایی پیکسل‌ها به دلیل وجود

¹ Multi Spectral Scanner: MSS

² Enhanced Thematic Mapper: ETM+

³ Google Earth

⁴ Training Sites

⁵ Supervised Classification

⁶ Maximum Likelihood Classifier

⁷ Signatures

⁸ Digital Elevation Model

⁹ Transformed Soil Adjusted Vegetation Index

¹⁰ Analysis Principal Component

طبقات متفاوت پوشش گیاهی و نیز کاهش اثرات خاک زمینه استفاده شد. متداول ترین روش ارزیابی دقت طبقه بندی توسط محققان مختلف، استفاده از ماتریس خطا^۱ است [۵]. چندین شاخص دقت از این ماتریس خطا به دست می آید که برای مقایسه روش های بررسی تغییرات کاربرد دارد که متداول ترین شاخص ها برای ارزیابی دقت عبارتند از: دقت کلی، دقت کاربر و ضریب کاپا [۵ و ۱۲ و ۱۴]. ماتریس خطا ایجاد شده و دقت نقشه های طبقه بندی شده مورد بررسی قرار گرفت. برای ایجاد نقشه تغییرات، روش مقایسه پس از طبقه بندی و ابزار مقایسه ای جدولی و قطع نقشه ها اجرا شد. پس از تهیه ماتریس و نقشه تغییرات حاصل از تلاقی نقشه های پوشش اراضی سال های ۱۳۵۴ و ۱۳۸۲، میزان، نوع و توزیع مکانی تبدیل هر یک از طبقات پوشش اراضی با استفاده از ابزار Modeler Change Land مورد بررسی قرار گرفت.

سایه دیده می شود که این امر ممکن است منجر به طبقه بندی اشتباه شود. بنابراین DEM به عنوان داده کمکی در فرآیند طبقه بندی، عمدتاً برای کاهش خطای طبقه بندی مناطق سایه دار بکار می رود. با توجه به اینکه داده های سنجش از دور در مناطق خشک و نیمه خشک، به دلیل تراکم کم گیاهان، از انعکاسات مخلوط گیاهان، خاک و سایه متأثر می شوند، لذا بازتابش خاک زمینه بر اندازه گیری میزان سبزینگی تاج پوشش گیاهان تأثیر می گذارد. برخی از محققان برای کاهش تأثیرات خاک زمینه بر ارزش های رقومی ثبت شده تصاویر ماهواره ای، استفاده از شاخص های گیاهی گروه TSAV_I را پیشنهاد کرده اند [۲]. منطقه سبزکوه با انواع و تراکم متفاوتی از پوشش گیاهی پوشیده شده است و طبیعتاً این اختلاف ذاتی در مقادیر بازتابشی متفاوت تصاویر ماهواره ای ثبت شده است، لذا TSAV_{II} به عنوان یک لایه کمکی در فرآیند طبقه بندی برای افزایش تفکیک پذیری میان

جدول ۱. تعداد نمونه های تعلیمی مورد استفاده برای هر یک از طبقات پوشش اراضی سال های مورد مقایسه

شماره طبقه	طبقات پوشش	تعداد سلول (۱۳۵۴)	تعداد سلول (۱۳۸۲)
۱	کشاورزی	۶۲۶	۴۵۴
۲	مراتع علفی	۸۸۷	۸۱۶
۳	اراضی عاری از پوشش	۱۰۷۰	۸۳۲
۴	مراتع بوته ای و درختچه ای	۷۳۹	۹۰۲
۵	جنگل	۱۳۵۹	۹۹۴

۳. نتایج

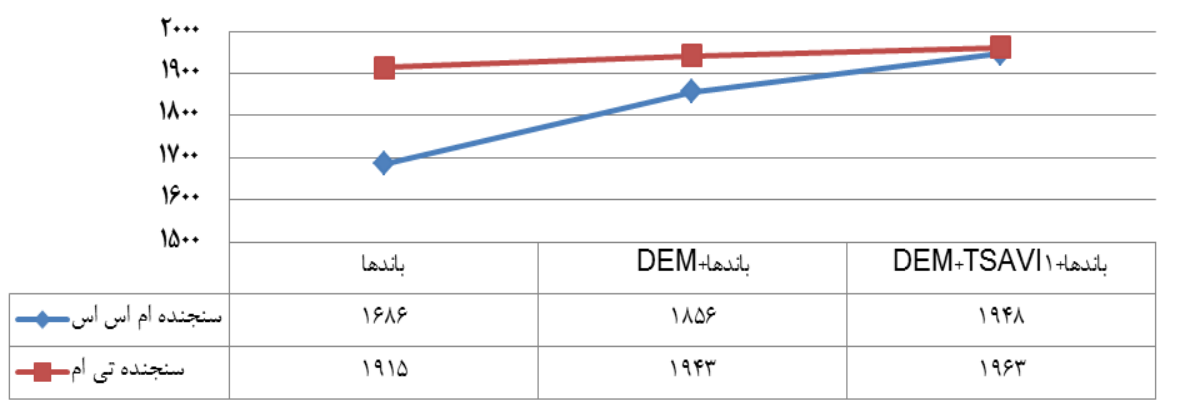
۱.۳. تفکیک پذیری نمونه های معرف و دقت

نقشه های پوشش اراضی

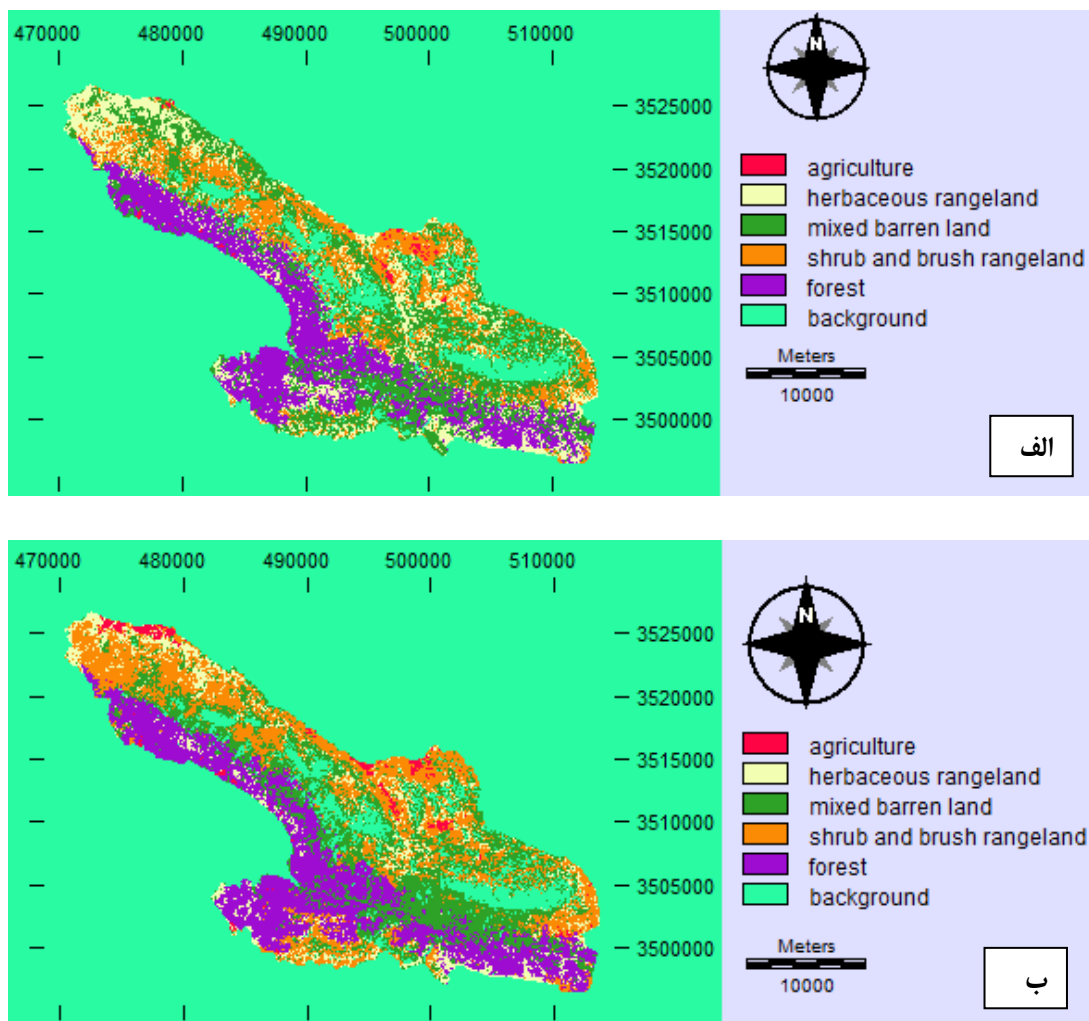
همان طور که در شکل ۲ مشهود است، بعد از کاربرد لایه های کمکی DEM و TSAV_I، میانگین تفکیک پذیری دوجه دو نمونه های معرف سال های مورد مقایسه افزایش یافت که مقادیر مربوطه قابل مشاهده

است. نتایج مربوط به ماتریس خطای نقشه پوشش سال ۱۳۵۴ نشان داد که کاپای کل و دقت سراسری این نقشه به ترتیب ۰/۸۸۵۶ و ۰/۹۱ است. همچنین برای تصاویر سال ۱۳۸۲، مقادیر شاخص های مذکور ۰/۹۲۲۳ و ۰/۹۴ محاسبه شد.

^۱ Error Matrix



شکل ۲. افزایش میانگین تفکیک پذیری دوبه دو نمونه‌های معرف طبقات پوشش اراضی بر اساس سری تصاویر انتخابی برای طبقه‌بندی پوشش اراضی منطقه در سال ۱۳۵۴ و ۱۳۸۲



شکل ۳. نقشه طبقات پوشش اراضی منطقه در سال ۱۳۵۴ (الف) و ۱۳۸۲ (ب)

جدول ۲. وسعت و سهم طبقات پوشش اراضی منطقه‌ی مورد مطالعه در سال ۱۳۵۴ و ۱۳۸۲

طبقه پوشش اراضی	سال ۱۳۵۴		سال ۱۳۸۲	
	مساحت (هکتار)	درصد از مساحت منطقه	مساحت (هکتار)	درصد از مساحت منطقه
کشاورزی	۳۰۱/۵	٪۱	۱۰۹۹/۹۸	٪۲
مراتع علفی	۹۴۶۰/۸	٪۲۰	۵۰۰۰/۷۶	٪۱۰
اراضی عاری از پوشش	۱۶۴۹۶/۱۹	٪۳۴	۱۹۲ ۱۴۳۶۲	٪۳۰
مراتع بوته‌ای و درختچه‌ای	۹۳۹۲/۸۵	٪۲۰	۱۵۶ ۱۳۷۸۶	٪۲۹
جنگل	۱۲۵۰۲/۶۲	٪۲۶	۱۷۴ ۱۳۹۰۳	٪۲۹

جدول ۳. ماتریس تغییر محاسبه‌شده بین طبقات پوشش سال ۱۳۵۴ و سال ۱۳۸۲

۱۳۸۲-۱۳۵۴	کشاورزی	مراتع علفی	اراضی عاری از پوشش	مراتع بوته‌ای و درختچه‌ای	جنگل	کل
کشاورزی	۲ ۱۴۰/۲	۱/۴۲ ۳	۴/۸۶	۱۳۷/۰۷	۵ ۱۷/۵	۳۰۳/۱۲
مراتع علفی	۲ ۴۴۹/۸	۱/۱۲ ۲۳۳۷	۱۵۷۵/۱۸	۳۷۲۶	۸ ۱۵۶۲/۵	۹۶۵۰/۴۳
اراضی عاری از پوشش	۶ ۱۰۴/۷	۱/۵۴ ۱۸۳۶	۹۵۳۹/۲۸	۳۷۰۹/۴۴	۷ ۱۷۴۴/۴	۱۶۹۳۴/۶۷
مراتع بوته‌ای و درختچه‌ای	۲ ۷۳	۱/۱۱ ۷۹۰	۲۱۴۹/۲۹	۵۴۳۷/۸	۸ ۳۵۹/۲	۹۰۱۰/۰۸
جنگل	۸ ۹۶/۴	۱/۵۷ ۵۳۷	۲۹۱۲۵۹	۲۰۲/۲۳	۷ ۱۰۱۵۹/۴	۱۲۲۵۵/۶۶
کل	۰ ۱۰۶۴/۷	۱/۷۶ ۵۵۰۴	۱۴۵۲۷/۸۹	۱۳۲۱۲/۵۴	۱۷ ۱۳۸۴۴	۴۸۱۵۳/۹۶

۲.۳. دقت طبقه‌بندی تغییرات رخ داده در پوشش

اراضی منطقه مورد مطالعه

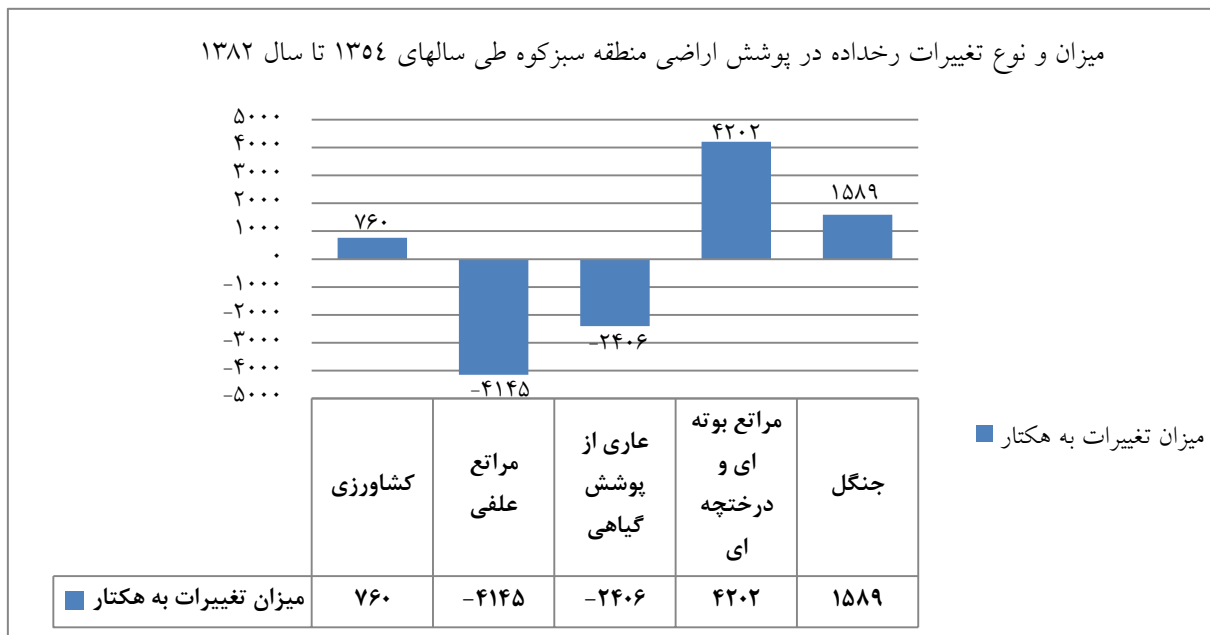
نقشه‌های پوشش تهیه شده برای سال‌های مورد مقایسه، به‌عنوان ورودی‌هایی جهت کمی‌سازی تغییرات به‌صورت "از - به" استفاده شد و ماتریس تغییرات (جدول ۳) تهیه گردید. سطرهای ماتریس مربوط به سال ۱۳۵۴ و ستون‌های آن متعلق به سال ۱۳۸۲ است. به تفسیری دیگر اعداد مربوط به ستون هر طبقه نشان‌دهنده تغییرات افزایشی (میزان تغییر از هر یک از طبقه‌ها به طبقه)

اطلاعات حاصل از این مرحله، تغییرات مثبت و منفی یا ثبات نسبی طبقات پوشش مورد مطالعه را آشکار ساخته و ابزاری ارزشمند جهت اتخاذ تصمیمات مدیریتی به شمار می‌آید. این فرایند شامل مقایسه پیکسل به پیکسل نقشه‌های پوشش سال‌های مورد مطالعه است. از

شده‌اند.

نمودار تغییرات خالص (شکل ۴) نشان می‌دهد که از مساحت مراتع علفی و اراضی فاقد پوشش گیاهی کاسته شده و در مقابل به وسعت اراضی کشاورزی، مراتع بوته‌ای و درختچه‌ای و نیز جنگل‌های منطقه افزوده شده است.

مذکور) و اعداد موجود در سطرهای هر طبقه بیانگر تغییرات کاهشی (میزان تغییر از طبقه مذکور به سایر طبقه‌ها) و عدد واقع در محل تقاطع سطر و ستون ماتریس (درایه‌های موجود در قطر اصلی) نشان‌دهنده مساحت پیکسل‌هایی است که تغییر نکرده‌اند. جدول ۳ نشان می‌دهد که ۲۷۶۱۴ هکتار از اراضی منطقه طی ۲۸ سال پوشش خود را حفظ کرده و بقیه دچار تغییر



شکل ۴. میزان تغییرات افزایشی و کاهشی خالص رخ داده در طبقات پوشش اراضی منطقه، از سال ۱۳۵۴ و ۱۳۸۲

پایدار منابع طبیعی اتخاذ کنند.

این مطالعه قابلیت و توانایی سنجنده‌های MSS و ETM+ و سیستم اطلاعات جغرافیایی جهت تولید نقشه‌های پوشش در منطقه سبزکوه را مورد تأیید قرارداد. به طوری که حصول دقت طبقه‌بندی ۹۱ درصد و ۹۴ درصد به ترتیب برای سنجنده‌های MSS و ETM+ می‌تواند یکی از دلایل این ادعا باشد. همچنین محرز گردید که با استفاده از تکنولوژی RS و GIS می‌توان اطلاعات ارزشمندی را درباره‌ی تغییرات مکانی و زمانی پوشش اراضی در ۲۸ ساله گذشته در این منطقه به دست آورد.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

الگوهای پوشش و کاربری اراضی در پاسخ به عوامل اقتصادی، اجتماعی و محیطی تغییر می‌کنند. به منظور اطلاع از میزان، توزیع مکانی و نوع تغییرات رخ داده در منابع در طول زمان، فرایند تعیین تغییرات مناسب‌ترین راهکار به شمار می‌آید. آشکارسازی تغییرات رخ داده در منابع طبیعی، اولین مرحله از درک علت و محل وقوع تغییرات این منابع است. با استفاده از این اطلاعات مدیران، سیاست‌گذاران و استفاده‌کنندگان می‌توانند تصمیمات آگاهانه‌تری درباره تملک، حفاظت و استفاده

میزان قابل توجهی است. تغییرات مراتع علفی: تبدیل میزان قابل توجهی از مراتع علفی منطقه به مراتع بوته‌ای و اراضی عاری از پوشش گیاهی، عامل نگران‌کننده‌ای است که به توجّه ویژه‌ای نیاز دارد. طبق گزارش اداره روابط عمومی و امور بین‌الملل اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان چهارمحال و بختیاری در سال ۱۳۸۸، نسبت دام موجود مجاز $3/7$ برابر ظرفیت مراتع استان است، لذا این تغییر کاهشی می‌تواند به دلایلی چون ورود تعداد دام بیش از ظرفیت مراتع منطقه در طی دوره زمانی مورد مطالعه رخ داده و احتمالاً وقوع خشک‌سالی (برای مثال خشک‌سالی ۱۳۷۹-۱۳۷۸) طی دوره مذکور به آن دامن زده باشد و دوام این عوامل در طولانی‌مدت، سیر نزولی آن را سبب شده باشند. بیشترین تراکم این تغییر در شمال غرب منطقه، جائیکه بیشترین قابلیت دسترسی دام به مراتع علفی از نظر جاده و شیب اراضی مهیاست، مشاهده می‌شود. تغییرات اراضی عاری از پوشش: کاهش مساحت اراضی فاقد پوشش گیاهی و به‌عبارت‌دیگر افزایش کمیت پوشش‌های گیاهی منطقه بدون در نظر گرفتن کیفیت آن، حداقل گویای این است که عوامل محرکه تغییرات اراضی لخت، در جهت منفی در جریان است. توقف یا کاهش پدیده‌های بوته‌کنی و قطع درختان جنگلی جهت تأمین سوخت در منطقه می‌تواند از عوامل ازدیاد پوشش گیاهی تلقی گردد. به نظر می‌رسد تغییرات افزایشی رخ داده در این طبقه تا اندازه‌ای دور از واقعیت است چون از نظر اکولوژیکی احتمال تبدیل حدوداً ۵۰۰۰ هکتار اراضی لخت به پوشش گیاهی در طول ۲۸ سال به‌ندرت می‌تواند اتفاق بیافتد مگر اینکه عواملی چون تغییرات اقلیمی عمده روی داده باشد. عواملی چون تفاوت طیفی ترکیب‌های رنگی ایجاد شده از باندهای MSS و ETM+ در مرحله تعیین داده‌های تعلیمی می‌تواند منجر به ثبت چنین تغییرات کاهشی در این طبقه شده باشد. تغییرات مراتع بوته‌ای و درختچه‌ای: میزان تغییرات خالص رخ داده، گویای این

نتایج تحقیقات مشابه [۳ و ۷] حاکی از قابلیت داده‌ها و روش‌های مورد استفاده در تحقیق حاضر جهت آشکارسازی تغییرات پوشش گیاهی در طول زمان است. در مطالعه‌ای در منطقه اردکان یزد، پویایی پوشش اراضی طی دوره‌ای ۲۶ ساله با استفاده از تصاویر سنجنده‌های ام‌اس‌اس، تی‌ام و ای‌تی‌ام، نقشه‌ی ۳۰ متری مدل ارتفاع رقومی و سری‌های زمانی شاخص تفاضل گیاهی نرمال^۱ (NDVI) بررسی شده و قابلیت داده‌های اخیرالذکر در آشکارسازی تغییرات پوشش اراضی مورد تأیید قرار گرفته است [۲۰].

لازم به ذکر است که تأثیر محدودیت‌های چون اختلاف‌زمانی ۲۴ روزه تصاویر، قدرت تفکیک مکانی و طیفی تصاویر مورد استفاده، در نتایج این تحقیق اجتناب‌ناپذیر بوده است، لذا در تفسیر نتایج مورد ملاحظه قرار گرفته‌اند. با توجه به موارد فوق تلاش شد تا با استفاده از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی تا حدود زیادی تأثیر مشکلات مزبور خنثی گردد به طوری که دقت کلی نقشه‌های حاصله چنانچه در مبحث قبل نیز ذکر شد برابر ۹۱ و ۹۴ درصد به ترتیب برای سال ۱۳۵۴ و ۱۳۸۲ محاسبه گردید.

تغییرات اراضی کشاورزی: بررسی ماتریس تغییرات نشان‌دهنده افزایش مساحت اراضی کشاورزی منطقه به بیش از $3/5$ برابر در طی ۲۸ سال است که عمدتاً بر اثر تبدیل مراتع علفی و مراتع بوته‌ای به اراضی کشاورزی، به وقوع پیوسته است. در کل می‌توان گفت که در طبقه کشاورزی، تغییرات افزایشی غالب بوده و نقشه توزیع مکانی این تغییرات، نشان‌دهنده تمرکز آن در شمال غرب و شمال شرق منطقه جایی که روستاهای بزرگ و شهرها قرار داشته‌اند، می‌باشد که برای تأمین معاش خود و نیز بر اثر توسعه و تسهیل سیستم‌های آبیاری، به توسعه کشاورزی روی آورده‌اند. این میزان افزایش در طبقه کشاورزی با توجّه به شرایط توپوگرافی و شیب منطقه

¹ Normalized Differences Vegetation Index

نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که عکس این روند بر جنگل‌های منطقه سبزکوه حکم‌فرما بوده است. در یک نتیجه‌گیری کلی بیان می‌دارد که ۴۳ درصد از اراضی موجود در سال ۱۳۵۴، در سال ۱۳۸۲ دچار تغییر شده‌اند. صرف‌نظر از خطاهای احتمالی که در کلیه ابزارها و روش‌های سنجش‌از‌دور وجود دارد، می‌توان ابراز داشت که منطقه‌ی سبزکوه طی سال‌های مورد مقایسه شاهد تغییرات قابل توجهی در پوشش اراضی خود بوده است. نتایج حاکی از آن است که عوامل محرکه تغییرات پوشش اراضی منطقه سبزکوه، در جهت افزایش کمیت پوشش‌های گیاهی (صرف‌نظر از کیفیت آن) جریان داشته است که تغییرات کاهشی طبقه اراضی عاری از پوشش گیاهی می‌تواند مؤید این ادعا است. نمودار تغییرات خالص نشان‌دهنده افزایش وسعت اراضی کشاورزی، مراتع بوته‌ای و درختچه‌ای و اراضی جنگلی است. شخم مراتع و تبدیل آن‌ها به اراضی کشاورزی، کاهش قابل توجه پدیده بوته کنی (یا به عبارت دیگر تبدیل اراضی لخت به بوته‌زار) و کاهش قطع درختان جنگلی بر اثر تأمین نیازهای سوخت جنگل‌نشینان و شهرهای مجاور از سایر منابع انرژی، به ترتیب می‌تواند به‌عنوان دلایل عمده تغییرات مذکور تلقی گردد. محاسبات نشان داد که بیشترین تغییرات کاهشی در طبقه مراتع علفی رخ داده است و گمان می‌رود که ورود دام بیش از ظرفیت مجاز مراتع و احتمالاً هم‌زمانی وقوع این پدیده با عوامل طبیعی مخربی چون خشک‌سالی، آسیب‌پذیری این اکوسیستم را دوچندان کرده است به طوری که از وسعت آن به اندازه قابل توجهی کاسته شده است. لذا نتایج این مطالعه، شکنندگی و آسیب‌پذیر بودن اکوسیستم‌های طبیعی مراتع علفی مناطق نیمه‌خشک را به تصویر کشید.

است که تغییرات افزایشی قابل توجهی در این طبقه به وقوع پیوسته است (۴۲۰۲ هکتار). گمان می‌رود در فاصله زمانی مورد مطالعه به دلایلی چون کاهش بوته کنی از بوته‌زارها و اراضی حاشیه روستاها در اثر تغییر نوع سوخت مورد استفاده اهالی از چوب به نفت و گاز، صورت گرفته است. به اذعان مردم محلی نیز میزان رشد گیاهان بوته‌ای در منطقه افزایش چشمگیری داشته است. گونه‌های بوته‌ای نظیر *Astragalus adcondense*، *Acanthophyllum spinosum*، *Astragalus verus* و *Silene spergulifolia* از آن جمله‌اند. تغییرات طبقه جنگل: ۸۲ درصد از پیکسل‌های مربوط به طبقه جنگل بلا تغییر مانده و تنها حدود ۱۸ درصد از وسعت آن کاسته شده و عمدتاً به طبقه اراضی عاری از پوشش تبدیل شده است. از طرف دیگر ۲۷ درصد به مساحت جنگل‌ها افزوده شده است که طبقه اراضی عاری از پوشش گیاهی و مراتع علفی به ترتیب به میزان ۱۷۴۴ هکتار و ۱۵۶۲ هکتار عمده‌ترین سهم را در آن داشته‌اند و این می‌تواند به دلیل رشد گونه‌های درختی در مناطقی باشد که در سال ۱۳۵۴ و قبل از آن، به دلیل وابستگی معیشتی و شغلی بیش‌از‌حد اهالی روستاهای داخل و حاشیه جنگل به عرصه‌های جنگلی و استفاده از چوب جنگلی به‌منظور تأمین سوخت و حتی استفاده‌های ساختمانی، درختان این مناطق قطع می‌شده ولی بعد از آن با کاهش وابستگی مردم به طبیعت در اثر دسترسی آسان به سوخت‌های فسیلی و مصالح ساختمانی موردنیاز اهالی، درختان مناطق مذکور مجدداً رشد یافته‌اند در کل می‌توان گفت که عمده تغییرات رخ داده در طبقه جنگل مربوط به تغییر از جنگل به اراضی عاری از پوشش گیاهی و بالعکس بوده است. بررسی تغییرات خالص گویای این است که تغییرات مثبت افزایشی بر این طبقه غلبه داشته است. پس علی‌رغم گزارش‌های روزافزون مراجع مرتبط درباره‌ی تخریب جنگل‌های زاگرس طی دهه‌های گذشته،

References

- [1] Anderson, J.R., Hardy, E.T., Roach, J.T. and Witmer R.E. (1976). A land use and land cover classification system for use with remote sensor data. Government Printing Office, Washington, DC.
- [2] Baret, F., Guyot, G. and Major, D.J. (1989). TSAVI: A vegetation index which minimizes soil brightness effects on LAI and APAR estimation. Proceeding of the 12th, IGARRS '89 Can Symp Remote Sensing, Vancouver, BC, Canada, pp. 1355-1358.
- [3] Bayarsaikhan, U., Boldgiv, B., Kim, K.U., Park, K.A and Lee, D. (2009). Change detection and classification of land cover at Hustai National Park in Mongolia. Applied Earth Observation and Geoinformation, 11, 273–280.
- [4] Chaharmahal and Bakhtiari Meteorological Administration, (2009). <http://www.chaharmahalmet.ir>
<http://www.chaharmahalmet.ir/en/dataarchive.asp>.
- [5] Congalton, R.G. (1991). A review of assessing the accuracy of classification of remotely sensed data. Remote Sensing of Environment, 37, 35–46.
- [6] Coppin, P. R. and Bauer, M. E. (1996). Digital change detection in forest ecosystems with correct atmospheric effects. Remote Sensing of Environment, 75, 230–244.
- [7] Guler, M., Yomralioglu, T. and Reis, S. (2007). Using landsatLandsat data to determine land use/land cover changes in Samsun, Turkey. Environment Monitoring and Assessment, 127, 155–167.
- [8] Hathout, S. (2002). The use of GIS for monitoring and predicting urban growth in East and West St Paul, Winnipeg, Manitoba, Canada. Environmental Management, 66, 229–238.
- [9] Jensen, J.R. and Cowen, D.C. (1999). Remote sensing of urban suburban infrastructure and socio-economic attributes. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 65, 611–622.
- [10] Lamb, H.F. (2001). Holocene climatic change and vegetation response inferred from the sediments of Ethiopian crater lakes. Proceedings of the Royal Irish Academy 101B (1–2), pp. 35–46.
- [11] Lambin, E.F. and Strahler, A.H. (1994). Change-vector analysis in multitemporal space: a tool to detect and categorize land-cover change processes using high temporalresolutiontemporal resolution satellite data. Remote Sensing of Environment, 48, 231–244.
- [12] Liu, C., Frazier, P. and Kumar, L. (2007). Comparative assessment of the measures of thematic classification accuracy. Remote Sensing of Environment, 107, 606–616.
- [13] Lu, D., Moran, E. and Batistella, M. (2003). Linear mixture model applied to Amazonian vegetation classification. Remote Sensing of Environment, 87, 456–469.
- [14] Lu, P., Mausel, E., Brond, Z.I. and Moran, E. (2004). Change detection techniques. Remote Sensing, 25, 2365–2401.
- [15] Lund, H.G. (1983). Change: Now you see it-now you don't!, Proceedings of the International Conference on Renewable Resource Inventories for Monitoring Changes, August 15-19, Oregon State University, Corvallis, Oregon, pp. 211-213.
- [16] Milne, A.K. (1988). Change direction analysis using Landsat imagery: a review of Mongolia. Permafrost and Periglacial Processes, 16, 209–216.
- [17] PCI, (1998). Using PCI Software, Volumes I and II, version 6.3, December 4, 1998.
- [18] Singh, A. (1989). Digital change detection techniques using remotely sensed data. Remote Sensing, 10, 989–1003.
- [19] Varzboum consulting company, (2000). Sabzkouh protected area management plan. Iran department of environment (In Persian).
- [20] Zare Ernani, M. and Gabriels, D. (2006). Detection of land cover changes using Landsat MSS, TM, ETM+ sensors in Yazd-Ardakan basin, Iran. Proceedings of Agro Environ, Ghent University, Belgium, pp.414-518.

