فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران
جلد ۲۱، شماره ۳، صفحه ۴۸۱-۴۶۶ (۱۳۹۳)

مطالعه و تحلیل تخریب در حوزه آبخیز دویرج استان ایلام با استفاده از متریک‌های اکولوژیکی سیمای‌سرزمین (سنجش از دور و GIS)

صالح آرخی[1*] و حسن فتحی‌زاد[2]

۱*- نویسنده مسئول، استادیار، گروه جغرافیا، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران، پست الکترونیک: arekhi1348@yahoo.com
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، بیابان‌زدایی، دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام، ایران

تاریخ دریافت: ۹۱/۲/۱ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۰/۱۸

چکیده

در بسیاری از مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران ازجمله غرب، تغییرات سریع کاربری اراضی به پوشش گیاهی به دلیل فشار انسانی، توسعه کشاورزی، سیاست‌های دولت و فاکتورهای محیطی مانند خشکسالی اتفاق افتاده است. این مطالعه به‌منظور بررسی روند تغییرات سیمای سرزمین در حوضه دویرج استان ایلام انجام شد. به‌منظور تهیه نقشه‌های پوشش سرزمین و تحلیل تغییرات، به‌ترتیب از تصاویر ماهواره‌ای (۱۳۶۴) TM، (۱۳۸۶ و ۱۳۷۹) ETM^+ و متریک‌های مساحت‌طبقه، شاخص بزرگترین لکه، تعداد لکه، میانگین اندازه لکه، تراکم لکه و تراکم حاشیه لکه استفاده شد. برای آنالیز گسستگی چشم‌انداز، متریک‌های متنوع الگوی چشم‌انداز در سطح کلاس با استفاده از نرم‌افزار FRAGSTATS محاسبه شد. نتایج بررسی تغییر سیمای سرزمین در این حوضه نشان داد که در طی دوره زمانی اول (۱۳۶۴- ۱۳۷۹) وسعت زمین‌های جنگلی به میزان (۳۴۱۵ هکتار) کاهش یافته، درحالی‌که زمینهای کشاورزی با روند افزایشی (۳۵۱۴ هکتار) روبرو بوده است. از سوی دیگر، وسعت مراتع متوسط به میزان (۲۰۴۴۰ هکتار) روند کاهشی داشته (در هر دو دوره) و اراضی مرتعی فقیر روند افزایش داشته است که نشان‌دهنده روند تخریب در عرصه مورد مطالعه می‌باشد. نتایج بدست‌آمده نشان داد که افزایش تعداد لکه‌ها و کاهش میانگین مساحت دو شاخص مهم تجزیه بوده و روند تخریب و تجزیه سیمای‌سرزمین به صورت افزایشی بوده است. نتایج بدست آمده بیانگر لزوم توجه به وضعیت کاربری و پوشش سرزمین در منطقه، به‌منظور بهره‌برداری مناسب و منطقی از منابع طبیعی و کاهش تخریب منابع است.

واژه‌های کلیدی: کاربری اراضی، سیمای سرزمین، گسستگی، دویرج، FRAGSTATS.

مقدمه

طی دهه‌های گذشته، اثر فعالیت‌های انسانی روی کره زمین بطور چشم‌گیری افزایش یافته است که حاصل آن تغییر سیمای چشم‌اندازها (Landscape) با پیامدهای اکولوژیکی مهم مانند تغییر کاربری اراضی، پوشش گیاهی، فرسایش خاک، بیابان‌زایی و ... می‌باشد. در حال حاضر تغییرات در کاربری اراضی به صورت غیر اصولی از مهمترین مشکلات کشور است. البته تغییرات کاربری زمین درنتیجه فعل و انفعالات پیچیده فاکتورهای ساختاری و عملکردی مرتبط با تقاضا، ظرفیت تکنولوژیکی و ارتباطات اجتماعی، اثرات

گسترده‌ای بر سیمای سرزمین دارد (Matsushita *et al.*, 2006).

سیمای سرزمین، مجموعه‌ای از اکوسیستم‌های خرد یا کاربری‌های سرزمین در یک منطقه است که به شکل یکسانی تکرار شده باشند (Apan et al., 2002). دو جنبه اساسی ساختار سیمای سرزمین، یعنی ترکیب (Composition) و شکل فضایی (Configuration) لکه‌ها را به کمک متریک‌های سیمای سرزمین می‌توان اندازه‌گیری کرد. متریک‌هایی که ترکیب سیمای سرزمین را نشان می‌دهند، تنوع و فراوانی لکه را بدون توجه به مشخصات فضایی یا ترتیب آنها مورد بررسی قرار می‌دهند. شکل فضایی سیمای سرزمین به طور کلی به موقعیت اجزای سیمای سرزمین، مشخصات و ترتیب فضایی اجزاء در سطح سیمای سرزمین اشاره دارد (Leitao et al., 2006). مبنای اصلی برای انجام محاسبه‌های کمی‌ساز سطح سیمای سرزمین، بر فرایند لکه‌لکه شدن یا انقطاع (Fragmentation) قرار داده شده است که یکی از مهمترین فرایندهای موجود در سیمای سرزمین برای نشان دادن فعالیت انسان در طبیعت در ایجاد اختلال در سطح ساختار و عملکرد سیمای سرزمین است (Ahern & Andre, 2003). در فرایند لکه‌لکه شدن، سیمای سرزمین به لکه‌های کوچکتری تقسیم می‌شود. در ابتدای بروز فرایند لکه‌لکه شدن، تنوع‌زیستی داخل لکه به دلیل حذف گونه‌های غالب اکولوژیک افزایش پیدا می‌کند، ولی پس از مدتی به دلیل به هم‌خوردگی سلسله مراتب زیستی بین گونه‌های داخل لکه، خطر انقراض برای همه گونه‌های داخل لکه زیستی به وجود خواهد آمد (Forman, 1995). از دیدگاه انسانی هر چه فرایند لکه‌لکه شدن بیشتر باشد، نشان‌دهنده رفت و آمد بیشتر به دلیل میزان دسترسی بیشتر و در نتیجه آلودگی بیشتر در محدوده‌های مفروض خواهد بود. ارزیابی ویژگی‌های ساختاری و اولویت‌بندی فضاها مبنای اکولوژیکی دارد تا آن فضاهایی که ارزش اکولوژیکی بالایی دارند، در اولویت‌بندی حفاظت قرار گرفته و سعی در توسعه زیستگاه‌های اطراف این فضاها گردد. با ایجاد شبکه اکولوژیکی توسط گسترش گیاهان بومی بین فضاهای باقیمانده ارتباط اکولوژیکی برقرار شده و کیفیت اکولوژیکی افزایش می‌یابد و همچنین فضاهایی که فاقد ارزش اکولوژیکی باشند، به توسعه اختصاص می‌یابند (میرنوروزی، ۱۳۸۳). بدین منظور آگاهی از انواع پوشش سطح‌زمین و فعالیت‌های انسانی در بخش‌های مختلف و یا به عبارتی نوع کاربری زمین به‌عنوان داده‌های پایه برنامه‌ریزی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (شیرازی و همکاران، ۱۳۸۹).

در زمینه بررسی تغییرات کاربری سرزمین، مطالعاتی در ایران و جهان انجام شده که در بیشتر آنها تأثیر توسعه انسانی در تخریب محیط‌زیست تأیید شده است. بررسی تأثیر نوع مدیریت زمین بر تغییرات پوشش‌گیاهی، توسط Palmer و Rooyent (۱۹۹۸)، در منطقه کالاهاری، بیانگر روند تقریباً یکنواخت مناطق حفاظت شده و از سوی دیگر تخریب مناطق مورد استفاده متمرکز بوده است. استفاده از متریک‌های شکل، تنوع، لبه و مساحت در پایش تغییرات سرزمین توسط Lausch و Herzong (۲۰۰۲)، در آلمان نشان داد که کارایی هر یک از متریک‌ها به مدل‌های مورد استفاده و اطلاعات موجود وابسته است. بررسی روند تبدیل جنگل به مناطق شهری در Rondonia برزیل توسط De Barros ferraz و همکاران (۲۰۰۵)، با استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین بیانگر نابودی کل زمین‌های جنگلی منطقه در صورت ادامه تغییرات تا سال ۲۰۲۰ بوده است. نتایج مطالعات Matsushita و همکاران (۲۰۰۶) در Kasumigaura ژاپن نشان داد، با توجه به افزایش تعداد لکه‌ها و کاهش میانگین اندازه آنها، تجزیه سیمای سرزمین مهمترین مشخصه تغییر در منطقه بوده است. نتایج تحقیقات مشابه توسط Abdullah و Nakagosh (۲۰۰۶) در مالزی، با استفاده از متریک‌های غنای لکه، میانگین اندازه و تعداد لکه بیانگر تجزیه سیمای سرزمین در واکنش به توسعه سیماهای انسان ساخت بوده است. تغییرات

الگوی سیمای سرزمین در واکنش به توسعه شهری، با استفاده از متریک‌های میانگین اندازه لکه، تراکم لکه، شاخص یکنواختی شانون و درصد سیمای سرزمین توسط Weng (۲۰۰۷)، در ایالات متحده بررسی شد.

در ایران نیز، در زمینه بررسی تغییرات کاربری زمین، مطالعاتی توسط Tabibian و Dadrast (۲۰۰۲)؛ Iranmanesh (۱۹۹۸)؛Ghiasvand (۱۹۹۷)؛ Zebardast (۲۰۰۴) و Barkhordari و همکاران (۲۰۰۵) انجام شده است. در زمینه ارزیابی کمی تغییرات نیز، بررسی بر روند تالاب هورالعظیم با استفاده از متریک‌های میانگین نزدیک‌ترین فاصله همسایگی Mean (nearest neighbor distance)، مساحت طبقه (Percentage of lanscape)، میانگین اندازه و تعداد لکه توسط Mokhtari (۲۰۰۵)، بیانگر کاهش اندازه لکه‌ها و از بین رفتن پیوستگی بستر بوده است. نتایج مطالعات Gholamalifard و همکاران (۲۰۰۶) در بررسی تغییرات شهر تهران با استفاده از متریک‌های مساحت‌طبقه، تعداد لکه، شاخص بزرگترین لکه، میانگین نزدیک‌ترین فاصله همسایگی و میانگین وزنی مساحت بعد چین‌خوردگی لکه‌ها (Area-weighted mean patch fractal dimension) نیز بیانگر کارایی آنها در ارزیابی اثرات توسعه بوده است. Talebi Amiri و همکاران (۲۰۰۹) به‌منظور تحلیل تخریب حوزه آبخیز نکا با رهیافت بوم‌شناسی سیمای سرزمین نشان دادند که افزایش تعداد لکه و کاهش میانگین مساحت دو شاخص مهم تجزیه هستند، بنابراین توجه به وضعیت کاربری اراضی به‌منظور مدیریت مناسب سرزمین ضرورت دارد. همچنین سفیانیان و همکاران (۱۳۸۹) به‌منظور آنالیز تغییرات شکل و اندازه کاربری‌های اراضی شهر اصفهان از متریک‌های سیمای سرزمین استفاده کرده و به این نتیجه رسیده‌اند که تغییر در خصوصیات مکانی در کارکرد اکولوژیک منطقه تأثیرگذار است و باید در برنامه‌ریزی سرزمین مورد توجه قرار گیرد.

با توجه به پیشینه تحقیق ارائه شده می‌توان دریافت که در زمینه ارزیابی تغییرات ساختاری سیمای سرزمین مطالعات محدودی انجام شده است. بنابراین هدف این مطالعه بررسی تغییر ساختار سیمای سرزمین و کارایی متریک‌های سیمای سرزمین در تحلیل روند تغییرات کاربری اراضی است و به این منظور حوزه آبخیز دویرج استان ایلام با توجه به وقوع خشکسالی‌های اخیر و تأثیر تغییر کاربری اراضی در تشدید روند تخریب منطقه برای بررسی در نظر گرفته شد. در مطالعه حاضر، تکنیک‌های سنجش از دور به‌منظور آنالیز تغییرات کاربری اراضی بین سال‌های ۱۳۶۴ تا ۱۳۸۶ بوسیله تفسیر تصاویر (۱۳۶۴) TM، (۱۳۸۶ و ۱۳۷۹)+ETM و ارزیابی تغییر ساختار چشم‌انداز (سیمای سرزمین) با استفاده از FRAGSTATS، که یک بسته نرم‌افزاری آنالیز الگوی مکانی می‌باشد، بکار برده شد (Mcgarigal & Mark,1994). انتخاب این تصاویر مزیت‌هایی همانند دید وسیع و یکپارچه، چندطیفی بودن تصاویر و پوشش تکراری را در دوره‌های مختلف زمانی دارد. روش طبقه‌بندی استفاده شده در این مطالعه، روش طبقه‌بندی نظارت شده حداکثر احتمال می‌باشد.

مواد و روش‌ها

موقعیت منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز دویرج در جنوب استان ایلام و در محدوده جغرافیایی ´۱۶ و °۴۷ تا ´۴۰ و °۴۷ طول شرقی و ´۳۴ و °۳۲ تا ´۰۵ و °۳۳ عرض شمالی واقع شده است. این حوضه از شمال به کبیرکوه، از جنوب به بخش موسیان، از شرق به کوه دال‌پری و حوزه آبخیز رودخانه چیخواب و از غرب به دینار کوه محدود می‌شود. حداکثر ارتفاع حوضه ۲۲۰۰ متر و کمترین ارتفاع آن ۱۰۰ متر از سطح دریا می‌باشد. مساحت منطقه مورد مطالعه حدود ۱۱۹۵۰۴ هکتار می‌باشد. در ضمن، میزان بارندگی متوسط سالانه آن در یک دوره آماری ۲۰ ساله ۴۳۶/۳ میلی‌متر گزارش شده است. شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه را در کشور و استان ایلام نشان می‌دهد.

کلاس‌های کاربری اراضی انتخاب شده در این مطالعه و تعریف آنها بشرح زیر است:

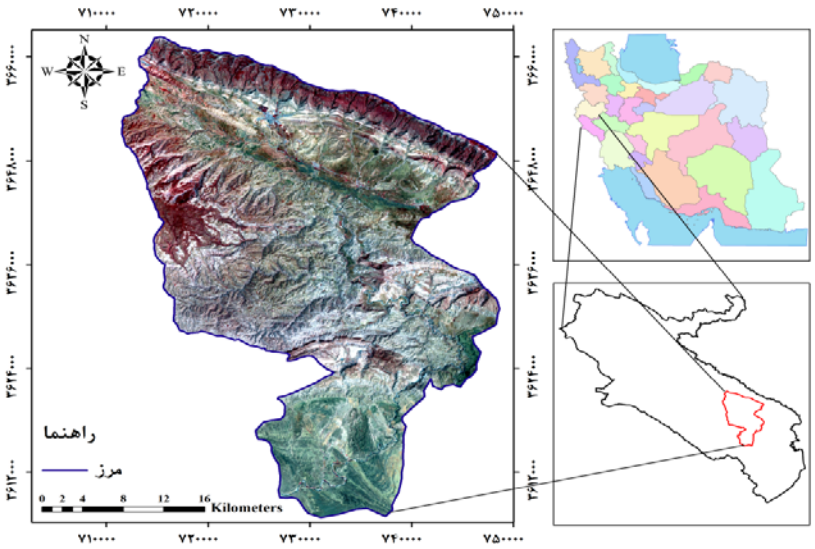
کلاس مرتع: شامل اراضی با مرتع مشجر و غیرمشجر، اراضی دارای پوشش گیاهی خودرو و فاقد جنگل و شامل مرتع با تراکم متوسط (تاج پوشش ۲۵-۵۰ درصد) و مرتع با تراکم فقیر (تاج پوشش ۰-۲۵ درصد) می‌باشد.

کلاس جنگل: به مناطق جنگلی گفته می‌شود که از طرف سازمان جنگلها و مراتع تعریف شده است.

کلاس اراضی مسکونی: کلیه مراکز انسان‌ساخت اعم از شهرها، روستاها و مراکز صنعتی

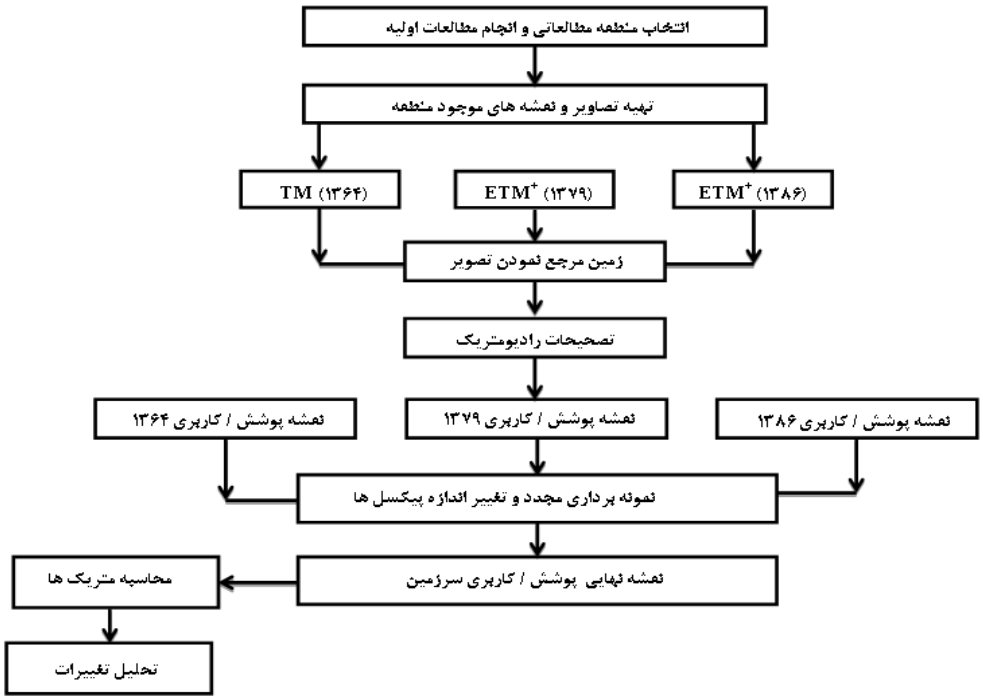
کلاس اراضی کشاورزی: کلیه اراضی زیر کشت دیم و آبی

کلاس اراضی لخت: شامل مناطق سنگلاخی و بدون پوشش



شکل ۱- نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور و استان

در این تحقیق از تصاویر ماهواره‌ای لندست (TM) به تاریخ ۱۳۶۴/۳/۱۱، لندست (ETM^{+}) به تاریخ‌های ۱۳۷۹/۴/۸ و ۱۳۸۶/۴/۳، عکس‌های هوایی ۱:۲۰۰۰۰ (۱۳۵۸) و نقشه کاربری اراضی ۱:۲۵۰۰۰۰ (۱۳۷۷) استفاده شده است. شکل ۲ مراحل تحقیق را نشان می‌دهد، در این تحقیق از تصویر ماهواره‌ای Google Earth، ENVI4.5 و ArcGIS9.3 استفاده شده است.



شکل ۲- مراحل نقشه‌سازی و تحلیل ساختاری سیمای‌سرزمین

روش تحقیق

تصحیح هندسی

برای تصحیح هندسی، از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱/۵۰۰۰۰ تهیه شده از سازمان جغرافیایی ارتش استفاده گردید. در این مرحله اقدام به اعمال تصحیحات هندسی بر روی تصاویر شد و تصویر سنجنده ETM^+ سال ۱۳۸۶ با استفاده از روش تصویر وکتور، زمین مرجع شد. برای این کار از ۴۵ نقطه کنترل زمینی با پراکنش مناسب و در تقاطع جاده‌ها، آبراهه‌ها و ... استفاده گردید تا مدل ریاضی که برای پیدا کردن ضرایب مجهول در معادله مورد استفاده قرار می‌گیرد، خطای کمتری داشته باشد. برای تبدیل مختصات تصویر تصحیح شده به تصویر تصحیح نشده از تابع درجه اول استفاده گردید و برای نمونه‌گیری دوباره ارزش پیکسل‌های تصویر تصحیح نشده از روش نزدیکترین همسایه استفاده و در نهایت سنجنده ETM^+ با خطای RMSE معادل ۰/۳۴ زمین مرجع گردید. در ضمن، تصحیح هندسی تصویر TM سال ۱۳۶۴ و ETM^+ سال ۱۳۷۹ به روش تصویر به تصویر انجام گردید. بدین منظور تصویر ۱۳۸۶ بعد از تصحیح هندسی به‌عنوان مبنا در نظر گرفته شد. ابتدا نقاط کنترل انتخاب شدند، سپس نقاطی که دارای خطای زیادی بودند از جدول مربوطه حذف شدند و در نهایت با حذف ۹ و ۷ نقطه کنترل زمینی، تصویر TM با ۳۵ و تصویر ETM^+ با ۴۱ نقطه کنترل با خطای معادل ۰/۳۳ و ۰/۳۵ تصحیح شدند. به‌منظور تعیین تغییرات، علاوه بر هم مختصات بودن تصاویر، باید ابعاد پیکسل‌های آنها نیز یکسان باشد که در این تحقیق اندازه همه پیکسل‌ها ۲۸/۵ متر است.

تصحیح رادیومتریک

تصحیح رادیومتریک در سنجش از دور از ضروریات است. حذف آثار سوء جوی زمانی بیشتر احساس می‌شود که هدف مقایسه تصاویر چند زمانه باشد. در تحقیق حاضر برای

تصحیحات رادیومتریک تصاویر از متد چاوز که عبارت از روش کم کردن ارزش پیکسل‌های تیره (Dark object subtraction) است، استفاده شد و ارزش پیکسل‌های تیره در تصویر کاهش داده شد تا فرایند طبقه‌بندی از صحت بالایی برخودار باشد (Chavez, 1996) در ضمن، تصحیح توپوگرافیک (Orthorectification) روی این تصویر انجام شد. پس از آنکه تصاویر ماهواره‌ای مورد تصحیح هندسی و رادیومتریک قرار گرفتند، برای بهره‌مندی از توان اطلاعاتی داده‌ها، به کمک الگوریتم‌های طبقه‌بندی، قابلیت آنها برای تفکیک کلاسه‌های موضوعی که در تحقیق مورد نظر هستند، مورد بررسی و آزمون قرار گرفتند. براساس تجربه و نتایج تحقیقات گذشته، باندهای مصنوعی نظیر مؤلفه‌های اصلی و نسبت‌گیری‌هایی مثل NDVI و RVI به همراه باندهای اصلی سنجنده (۱۳۶۴) TM، (۱۳۸۶ و ۱۳۷۹)ETM^+ می‌توانند برای تفکیک بهتر کلاس‌ها مورد استفاده قرار گیرند. ایجاد این باندها خود نوعی عملیات بارزسازی بوده که در نتیجه منجر به تغییر DNs (Digital Numbers) شده و جزء عملیات قبل از طبقه‌بندی محسوب می‌شوند. در این تحقیق از روش تجزیه مؤلفه اصلی به روش استاندارد نیز استفاده شد. در نهایت پس از مشاهده آماره‌های مربوط به واریانس، میانگین و هیستوگرام، پراکنش مؤلفه‌های اصلی ایجاد شده از بین آنها، مؤلفه‌های اول و دوم که دارای بیشترین واریانس بودند برای استفاده در ترکیبات باندی برای عمل طبقه‌بندی مورد استفاده قرار گرفتند(Lilliesand & Kiefer, 1997). انتخاب نمونه‌های تعلیمی مورد نیاز برای طبقه‌بندی کلاس‌های مختلف در منطقه با شناخت از منطقه و با استفاده از اطلاعات جنبی و استفاده از تصویر رنگی مرکب ۴،۳،۲ (RGB) انجام شد. انتخاب این تصویر رنگی مرکب فقط برای شناسایی کلاس‌های مورد نظر و انتخاب بهترین نمونه‌های تعلیمی بوده است. انتخاب نمونه‌های تعلیمی یکی از مهمترین فاکتورهای تعیین کننده درجه تعمیم قواعد طبقه‌بندی به نمونه‌های نامشخص می‌باشد. برای این منظور در منطقه مورد مطالعه به فراخور سهم هر طبقه، تعداد مناسبی نمونه تعلیمی به طور تصادفی با استفاده از بررسی‌های میدانی، تصاویر Google Earth و تصاویر رنگی مرکب (۱/۳، ۱/۱ و ۰/۹۷) در سطح منطقه برای سه دوره تصویر مورد مطالعه برای سال‌های (۱۳۶۴، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۶) انتخاب گردید. پس از آنکه نمونه‌های تعلیمی برای پوشش‌های مختلف انتخاب شدند، برای ارزیابی و اصلاح نمونه‌ها، نشانه‌های طیفی هر یک از کلاس‌های فوق در باندهای اصلی و پردازش شده استخراج شد و نمودار توزیع ارزش طیفی نمونه‌های تعلیمی در تمامی باندهای طیفی بررسی شد. برای بررسی تشابه آنها و میزان تفکیک‌پذیری و تباین کلاس‌ها، از روش ارزیابی کمی تفکیک‌پذیری استفاده و تفکیک‌پذیری آنها با استفاده از شاخص واگرایی تبدیل شده بررسی شد. با هدف انتخاب بهترین مجموعه باندهایی که تفکیک‌پذیری طبقات برای طبقه‌بندی در آنها بهتر انجام شود از مشخصه‌های آماری نمونه‌های تعلیمی استفاده گردید که مبتنی بر واگرایی بین نشانه‌های طیفی مربوط به طبقات بر پایه محاسبه میانگین و ماتریس واریانس- کوواریانس طبقات در نمونه‌های تعلیمی انتخابی می‌باشند. پس از انتخاب بهترین ترکیبات باندی عملیات طبقه‌بندی با استفاده از روش حداکثر احتمال انجام شد. به‌منظور حذف پیکسل‌های منفرد و پراکنده در سطح تصویر طبقه‌بندی شده و همچنین بدست آوردن تصویر مطلوب و با وضوح بیشتر، از فیلتر پایین‌گذرنما در اندازه ۳×۳ پیکسل استفاده شد.

تهیه نقشه واقعیت زمینی

در این تحقیق برای تعیین صحت نقشه‌های حاصل از طبقه‌بندی داده‌های ماهواره‌ای، از روش نمونه‌برداری تصادفی استفاده و بر روی نقشه منطقه پیاده شد و با در نظر گرفتن موقعیت مکانی محل قطعات نمونه در روی زمین، نوع پوشش سطح زمین تعیین شد. در روی زمین موقعیت نمونه‌ها با استفاده از دستگاه موقعیت‌یاب جهانی (GPS) با دقت بالا

پیاده و نوع پوشش زمینی در محل نمونه‌ها مشخص گردید. با توجه به اطلاعات به‌دست آمده از عملیات صحرایی و با بهره‌گیری از قابلیت سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی نقشه واقعیت زمینی با شش کلاس تهیه گردید. به دلیل ساختار رستری تصاویر ماهواره‌ای و نیز با توجه به اینکه این نقشه مبنا در ارزیابی دقت طبقه‌بندی تصاویر مورد استفاده قرار می‌گیرد، ساختار نقشه واقعیت زمینی از حالت برداری به رستری تبدیل شد. در مجموع ۱۳۶، ۱۸۹ و ۱۶۶ نقطه به‌ترتیب از سال‌های ۱۳۶۴، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۶ از منطقه مورد مطالعه برداشت و از آنها یک نقشه با ساختار رستری تهیه شد. در نهایت نقشه‌های حاصل از طبقه‌بندی با نقشه‌های واقعیت زمینی مقایسه گردید.

برآورد دقت برای درک نتایج به‌دست آمده و به‌کار بردن این نتایج برای تصمیم‌گیری حائز اهمیت است. به‌منظور بررسی دقت طبقه‌بندی، مقایسه‌ای با نقشه‌های کاربری موجود و همچنین بازدیدهای میدانی انجام گردید و صحت طبقه‌بندی ارزیابی شد. معمولترین پارامترهای برآورد دقت، شامل دقت کل (Overall accuracy)، دقت تولیدکننده (Producer`s accuracy)، دقت کاربر (User`s accuracy) و ضریب کاپا (Kappa coefficient) می‌باشد (علوی‌پناه، ۱۳۸۴؛ بنیاد و حاجی‌قادری، ۱۳۸۶ ؛ Lu *et al.*, 2004).

جدول ۱- میزان تفکیک‌پذیری کلاس‌های کاربری اراضی استخراج شده از تصویر (۱۳۸۶) ETM^+

کلاس		میزان تفکیک‌پذیری
جنگل	مرتع متوسط	۱/۹۹
	مرتع فقیر	۱/۹۹
	کشاورزی	۱/۸۷
	اراضی مسکونی	۲
	اراضی بایر	۱/۹۹
مرتع متوسط	مرتع فقیر	۱/۶۵
	کشاورزی	۱/۷۳
	اراضی مسکونی	۲/۰۰
	اراضی بایر	۱/۹۹
مرتع فقیر	کشاورزی	۱/۸۶
	اراضی مسکونی	۲/۰۰
	اراضی بایر	۱/۹۹
کشاورزی	اراضی مسکونی	۱/۸۶
	اراضی بایر	۲/۰۰
اراضی مسکونی	اراضی بایر	۲/۰۰
میانگین		۱/۹۲

استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین در ارزیابی روند تغییرات کاربری

توانایی برای تشریح کمی ساختار سیمای‌سرزمین، پیش‌شرط مطالعه عملکرد و تغییر ساختار در سیمای‌سرزمین است و متریک‌های مختلفی برای نیل به هدف، در اکولوژی سیمای‌سرزمین مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این تحقیق از شش متریک سیمای‌سرزمین شامل CA، NP، MPS، LPI، PD و ED به علت توانایی آنها در تفسیر ترکیب و توزیع فضایی عناصر ساختاری در سیمای‌سرزمین استفاده شده است (McGarigal *et al.*, 2002).

متریک CA: این متریک نسبت مساحت طبقه را در سیمای‌سرزمین محاسبه می‌کند. واحد آن درصد است و برای تشخیص ماتریس سیمای‌سرزمین و تشخیص بزرگترین لکه‌ها در سیمای‌سرزمین استفاده می‌شود.

متریک NP: با استفاده از آن می‌توان تعداد لکه‌ها را در سیمای‌سرزمین، و یا کل تعداد لکه‌ها را برای طبقه‌ای خاص محاسبه کرد.

متریک MPS: میانگین اندازه لکه یک طبقه از لکه‌ها را محاسبه می‌کند و واحد آن هکتار است.

- متریک LPI: شاخص بزرگی لکه و مساحت بزرگترین لکه نسبت به مساحت کل سیمای سرزمین را نشان می‌دهد و واحد آن بر حسب درصد می‌باشد.

متریک PD (تراکم لکه): تعداد لکه‌ها در واحد سطح.

متریک ED (تراکم حاشیه): محیط هر کلاس تقسیم بر سطح آن.

از برنامه FRAGSTATS برای محاسبه متریک‌های سیمای‌سرزمین استفاده شد (McGarigal & Mark,1994). پایه اصلی برای محاسبه متریک‌های سیمای‌سرزمین، نقشه‌های کاربری اراضی و پوشش گیاهی، در سطح کلاس بوسیله نرم‌افزار FRAGSTATS بودند. متریک‌های سرزمین از نقشه‌های کاربری اراضی و پوشش گیاهی ۳ دوره استخراج و برای محاسبه متریک‌های سیمای‌سرزمین وارد نرم‌افزار فوق‌الذکر گردید.

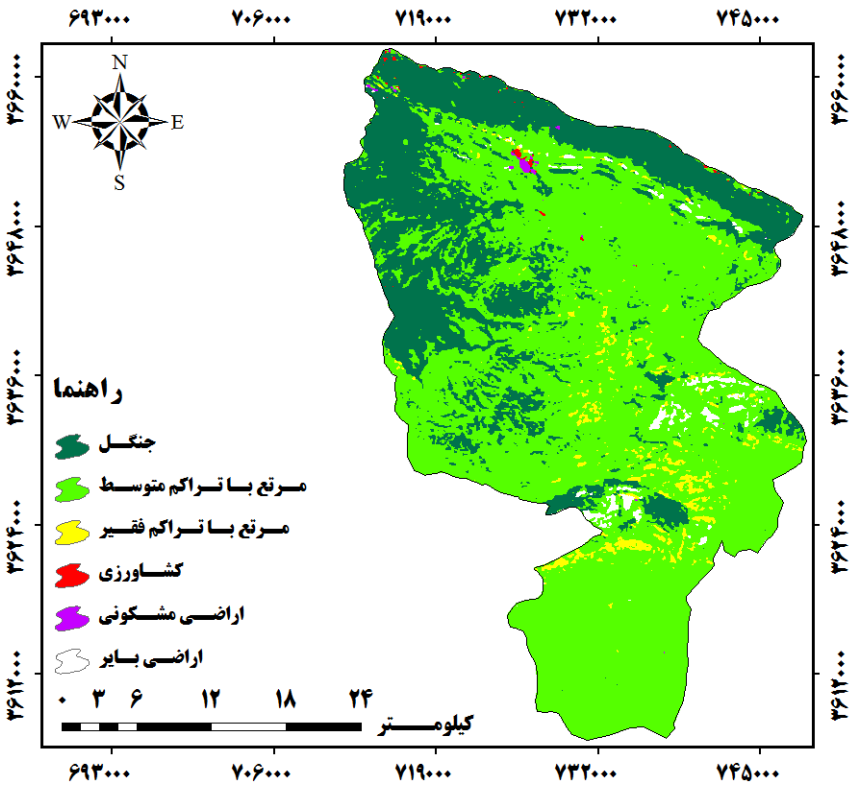
نتایج

تصحیح هندسی تصاویر با میزان خطای ریشه میانگین مربعات (RMSE) حدود ۰/۳۵ پیکسل ثبت شد و با روی هم قرار دادن لایه‌های خطی رودخانه‌ها بر روی تصویر تطابق یافته، دقت بالای عمل تطابق هندسی مورد تأیید قرار گرفت. در مرحله بعد با استفاده از ویژگی‌های تصاویر، کلاس‌های پوشش اراضی در محدوده مورد مطالعه وارد شد و تفکیک‌پذیری کلاس‌ها با معیار فاصله واگرایی تبدیل شده و با استفاده از خصوصیات آماری نمونه‌های تعلیمی مورد بررسی قرار گرفت (جدول۱). پس از مشخص نمودن میزان تفکیک‌پذیری کلاس‌ها، نسبت به طبقه‌بندی تصاویر سنجنده لندست اقدام شد. بدین ترتیب نقشه‌های پوشش اراضی مربوط به سال‌های ۱۳۶۴، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۶ به‌دست آمد (شکل ۳، ۴ و ۵). نتایج حاصل از ارزیابی معیارهای مختلف دقت در جدول ۲ ارائه شده است.

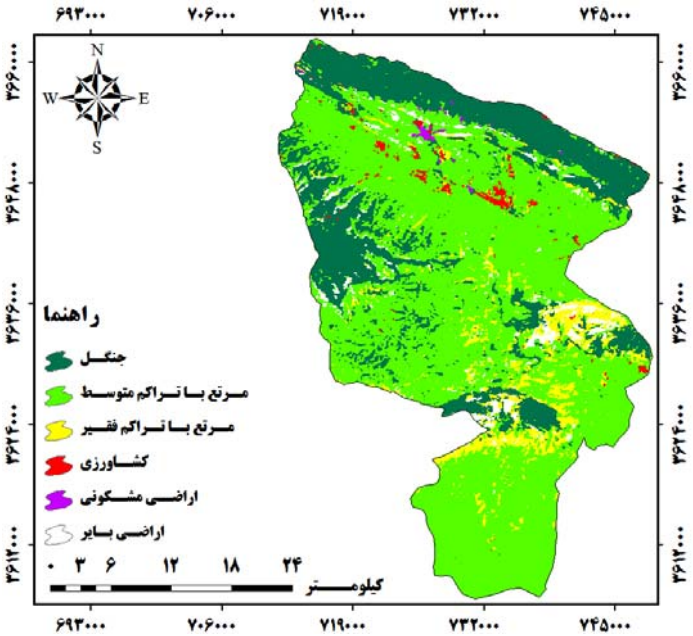
از تجزیه و تحلیل جدول ۲ مشخص شد که بالاترین دقت تولیدکننده (۱۰۰ درصد) مربوط به مناطق مسکونی بوده است (برای سال ۱۳۸۹). برای دو دوره دیگر از (۸۵ تا ۹۱ درصد) متغیر بوده است. این نشان‌دهنده قابلیت تفکیک طیفی بالا برای این کلاس است. طبق نتایج مشاهده شد که پایین‌ترین دقت تولیدکننده در مورد کلاس کشاورزی بوده است. این کلاس با دقت تولیدکننده ۶۴ درصد برای تصویر این منطقه طبقه‌بندی شده است (سال ۱۳۷۹). در ضمن پایین‌ترین دقت استفاده کننده در مورد کلاس کشاورزی مشاهده شده است. این کلاس با دقت استفاده کننده ۵۳ درصد برای تصویر این منطقه طبقه‌بندی شده است. دلیل این امر می‌تواند پیچیدگی یا نزدیکی مرزهای حاصل از مشابهت طیفی بالا با سایر کلاس‌ها و پیکسل‌های آمیخته در نمونه‌های تعلیمی و آزمایشی باشد.

جدول ۲- دقت طبقه‌بندی (درصد) تصویر سال‌های ۱۳۶۴، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۶

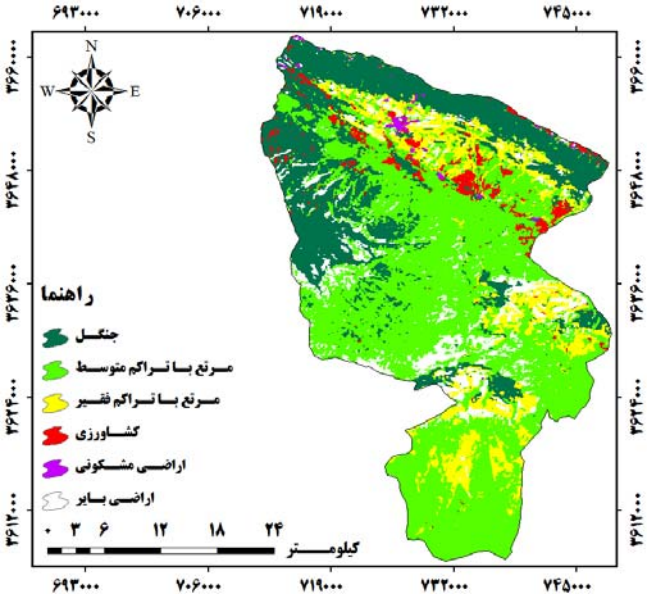
طبقه پوشش	(۱۳۶۴) TM		(۱۳۷۹) ETM^+		(۱۳۸۶) ETM^+	
	دقت تولیدکننده	دقت استفاده‌کننده	دقت تولیدکننده	دقت استفاده‌کننده	دقت تولیدکننده	دقت استفاده‌کننده
جنگل	۹۵	۹۸	۹۴	۹۷	۸۶	۹۷
مرتع نیمه متراکم	۹۸	۹۵	۹۰	۹۲	۸۹	۹۱
مرتع کم تراکم	۹۰	۹۸	۷۰	۶۱	۸۱	۶۴
کشاورزی	۷۰	۶۰	۶۴	۵۵	۶۶	۵۳
مناطق مسکونی	۸۵	۸۷	۹۱	۶۸	۱۰۰	۸۲
اراضی بایر	۹۷	۱۰۰	۹۴	۹۳	۹۷	۸۵
دقت کل٪	۹۸		۹۳		۸۹	
ضریب کاپا	۰.۹۶		۰.۹۱		۰.۸۷	



شکل ۳- نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۶۴



شکل ۴- نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۷۹

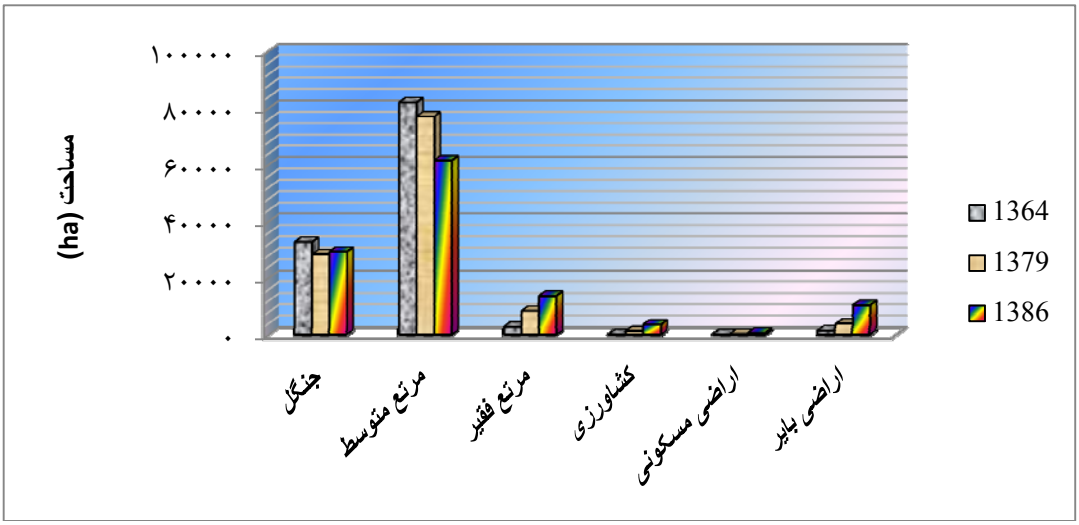


شکل ۵- نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۸۶

مقایسه طبقه‌بندی

پس از تهیه نقشه کاربری اراضی سه مقطع زمانی، مساحت شش کلاس پوشش اراضی به‌دست آمد. برای مقایسه بهتر تغییرات رخ داده در این سه دوره، شکل ۶ ترسیم شد، که

نشان داد در سال‌های ۱۳۶۴ تا ۱۳۸۶، با روند کاهشی اراضی با پوشش مرتعی متوسط و افزایش اراضی مرتعی فقیر، کشاورزی، بایر و همچنین روند کاهشی اراضی جنگلی روبه رو هستیم، که بیانگر روند کلی تخریب در منطقه از طریق جایگزین شدن مراتع متوسط توسط سایر کاربری‌ها مانند مرتع فقیر، کشاورزی و اراضی بایر است. لازم به ذکر است که مرتع متوسط بخش عمده کاربری منطقه را تشکیل می‌دهد که بیانگر وضعیت بهتر منطقه در گذشته می‌باشد.



شکل ۶- مساحت کلاس‌های پوشش اراضی در سال‌های ۱۳۶۴، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۶

محاسبه متریک‌های سیمای سرزمین

جدول ۳، مرتبط‌ترین متریک‌های چشم‌انداز در سطح کلاس، برای کل منطقه مورد مطالعه و برای کلاس‌هایی که بیشترین تغییرات را داشتند، نشان می‌دهد. در جدول فوق، نتایج بررسی و مقایسه متریک‌های سیمای‌سرزمین در طی بیست و دو سال و دو دوره زمانی ۱۳۶۴ تا ۱۳۷۹ و ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۶ ارائه شده است. نتایج بررسی تغییر سیمای‌سرزمین در حوضه دویرج دهلران نشان داد که در طی دوره زمانی اول (۱۳۶۴- ۱۳۷۹) وسعت زمین‌های جنگلی حوضه به میزان (۳۴۱۵ هکتار) کاهش یافته، درحالی‌که زمین‌های کشاورزی با روند افزایشی (۳۵۱۴ هکتار) روبرو بوده است. کاهش وسعت پوشش جنگلی حوضه و روند افزایشی کاربری کشاورزی بیانگر جایگزینی و تبدیل پوشش طبیعی منطقه (مرتع متوسط) با زمین‌های کشاورزی است. از سوی دیگر، وسعت مراتع متوسط به میزان (۲۰۴۴۰ هکتار) روند کاهشی داشته (در هر دو دوره) و اراضی مرتعی فقیر روند افزایش داشته که نشان‌دهنده روند تخریب در عرصه مورد مطالعه می‌باشد (در هر دو دوره). کاهش وسعت پوشش جنگلی و مراتع متوسط حوضه و روند افزایشی کاربری مرتع فقیر، کشاورزی و اراضی بایر بیانگر تخریب کلی در منطقه و جایگزینی کاربری‌های ضعیف‌تر در منطقه است. در هر دو دوره زمانی، میزان اراضی مسکونی و بایر روند صعودی داشته است، که نشان‌دهنده افزایش جمعیت و همچنین افزایش فشار انسانی در عرصه مورد مطالعه است. به عبارات دیگر، در کل شاهد افزایش جایگزین شدن مراتع متوسط توسط مراتع فقیر و بایر و بروز تخریب در منطقه هستیم. کاربری مرتع متوسط، کلاس عمده

چشم‌انداز در منطقه مورد مطالعه را تشکیل می‌دهد. نتایج مطالعه، گویای کاهش میزان مرتع متوسط از لحاظ درصد اشغال شده بوسیله چشم‌انداز (۸۲۱۱۲ هکتار به ۶۱۶۷۶ هکتار)، افزایش تعداد لکه‌ها (۷۹۸ لکه به ۱۴۸۷ لکه) و تراکم لکه‌ها (۰/۹۷ به ۲/۴۱) و تراکم حاشیه (۱۷/۷۱ به۲۰/۴۴) طی یک دوره از ۱۳۶۴ تا ۱۳۸۶ می‌باشد. این نشانگر گسستگی در کلاس مرتع متوسط می‌باشد. این موضوع برای جنگل نیز صادق است. در عین حال، تعداد لکه‌ها برای جنگل در دوره دوم کاهش می‌یابد که به دلیل حفاظت بخشی از منطقه در دوره دوم و افزایش پیوستگی لکه‌ها (از حدود ۱۰ سال گذشته بخشی از منطقه مورد مطالعه به منطقه حفاظت شده تبدیل شده است) می‌باشد. برای نواحی کشاورزی و مسکونی، تعداد لکه‌ها عمدتاً به دلیل افزایش تقاضا برای تولید مواد غذایی و اسکان افزایش یافته است (در هر دو دوره). براساس مطالب اشاره شده در بالا، مهمترین تغییرات مشاهده شده در منطقه مربوط به تعداد لکه‌ها، تراکم لکه‌ها و تراکم حاشیه است، که با کاهش میانگین اندازه لکه‌ها در هر دوره افزایش یافته است و در خصوص مراتع متوسط حوضه، به دلیل کاهش سطح پوشش این زمین‌ها در هر دو دوره، شاخص تعداد لکه با توجه به کاهش میانگین اندازه لکه به صورت افزاینده بوده، زیرا سیمای‌سرزمین با میانگین اندازه لکه کوچکتر، تخریب شده‌تر تلقی می‌شود. افزایش تعداد لکه‌ها نیز نشانه تجزیه و کاهش پیوستگی است. در ضمن، در هر سه کاربری کشاورزی، اراضی مسکونی و بایر، تعداد لکه‌ها در هر دو دوره افزایش یافته است که نشان‌دهنده افزایش سطح اراضی کشاورزی، مسکونی و اراضی بایر و بروز تخریب در منطقه است. لازم به یادآوری است که در عرصه جنگلی، در دوره اول تعداد لکه‌ها افزایش و در دور دوم روند کاهشی داشته است که نشان‌دهنده روند تغییر مدیریت در منطقه ازجمله تبدیل به منطقه حفاظت شده می‌باشد.

آنالیز شاخص بزرگترین لکه بیانگر مقدار کاهشی در مرتع متوسط (۶۸/۷۱ تا۵۱/۶۱) و جنگل (۲۷/۴۱ تا ۲۴/۵۵) می‌باشد. واحد بزرگتر به واحدهای کوچکتر تبدیل می‌شوند، این نشانگر تخریب پوشش مرتع متوسط و گسستگی واحدهای اولیه بزرگتر به واحدهای کوچکتر می‌باشد. عکس حالت بالا نیز برای مرتع فقیر (۲/۳۳ تا۱۱/۲۳) و اراضی بایر(۱/۲۶ تا۸/۶۹) صادق می‌باشد که نشانگر افزایش سطح عرصه‌های مرتعی فقیر و اراضی بایر می‌باشد. بنابراین نتایج به‌دست آمده بیانگر روند در حال توسعه تخریب ساختار سیمای‌سرزمین در منطقه، به دلیل تبدیلات گذشته است.

جدول ۳- متریک‌های طبقه کاربری اراضی سرزمین انتخاب شده در سال‌های مورد مطالعه

سال	نام متریک نام طبقه	مساحت طبقه	شاخص بزرگترین لکه	میانگین اندازه لکه	تعداد لکه	تراکم لکه	تراکم حاشیه
۱۳۶۴	جنگل	۳۲۷۵۳/۴۷	۲۷/۴۱	۴۲/۰۵	۷۷۹	۲/۳۷	۱۱/۹۷
	مرتع متوسط	۸۲۱۱۲/۰۴	۶۸/۷۱	۱۰۲/۹۰	۷۹۸	۰/۹۷	۱۷/۷۱
	مرتع فقیر	۲۷۸۲/۴۳	۲/۳۳	۵/۸۶	۴۷۶	۱۷/۰۶	۳/۵۳
	کشاورزی	۱۵۷/۹۳	۰/۱۳	۲/۲۹	۶۹	۴۳/۹۴	۰/۳۱
	اراضی مسکونی	۱۷۱/۷۷۷۷	۰/۱۴	۴/۶۲	۳۷	۲۱/۶۳	۰/۲۱
	اراضی بایر	۱۵۰۶/۳۶	۱/۲۶	۹/۰۷	۱۶۶	۱۱/۰۲	۱/۵۱
۱۳۷۹	جنگل	۲۴۸۳۵/۲۴	۲۳/۷۹	۲۴/۵۵	۱۱۵۸	۴/۰۷	۱۲/۲۰

سال	نام متریک نام طبقه	مساحت طبقه	شاخص بزرگترین لکه	میانگین اندازه لکه	تعداد لکه	تراکم لکه	تراکم حاشیه
۱۳۸۶	مرتع متوسط	۷۷۱۹۷/۵۰	۶۴/۵۹	۶۹/۳۰	۱۱۱۴	۱/۴۴	۲۰/۵۰
	مرتع فقیر	۸۳۹۷/۲۷	۷/۰۲	۵/۶۱	۴۹۵	۱۷/۸۱	۱۰/۳۳
	کشاورزی	۱۳۰۶/۷۱	۰/۱۰	۴/۵۸	۲۸۵	۲۱/۸۲	۱/۶۸
	اراضی مسکونی	۳۰۵/۱۰	۰/۲۵	۴/۶۲	۶۶	۲۱/۷۱	۰/۳۹
	اراضی بایر	۳۸۶۷/۶۴	۳/۲۳	۵/۵۶	۶۹۵	۱۷/۹۷	۴/۷۵
	جنگل	۲۹۳۴۵/۵۱	۲۴/۵۵	۳۷/۶۲	۷۸۰	۲/۶۵	۱۱/۵۰
	مرتع متوسط	۶۱۶۷۶/۲۱	۵۱/۶۱	۴۱/۴۸	۱۴۸۷	۲/۴۱	۲۰/۴۴
	مرتع فقیر	۱۳۷۷۹/۵۶	۱۱/۵۲	۲۰/۱۱	۶۸۵	۴/۹۷	۱۰/۱۳
	کشاورزی	۳۶۷۱/۷	۳/۰۷	۷/۴۰	۴۹۶	۱۳/۵۱	۳/۷۶
	اراضی مسکونی	۶۵۱/۳۷	۰/۵۴	۵/۸۶	۱۱۱	۱۷/۰۷	۰/۷۶
	اراضی بایر	۱۰۳۷۹/۴۹	۸/۶۸	۱۱/۳۱	۹۱۸	۸/۸۴	۹/۵۰

بحث

برای آنالیز و درک متریک‌های سیمای‌سرزمین در سطح کلاس توصیه می‌شود، به آنالیز تنها به‌عنوان یک شاخص اتکاء نشود، بلکه به تجزیه و تحلیل دسته‌ای از متریک‌ها برای درک بهتر و توصیف دینامیک اکوسیستم‌ها و ساختار چشم‌انداز اقدام شود. این مطالعه نشان داد، علاوه بر تغییرکاربری اراضی در بازه زمانی ۱۳۶۴ تا ۱۳۸۶، خصوصیات مکانی هر یک از کلاس‌ها نیز تغییر کرده است. این تغییرات در این مطالعه بوسیله متریک‌های سیمای سرزمین به صورت کمی درآمد. نتایج نشان داد که مقادیر متریک‌ها برای هر یک از کلاس‌ها در این بازه زمانی تغییر کرده است. یعنی اثرات تخریب و تبدیل کاربری‌ها بر روی شکل و اندازه کاربری‌ها هم تأثیرگذار بوده است. نتایج بدست‌آمده از کاربرد متریک‌های مورد استفاده در این تحقیق نیز بیانگر کارایی متریک‌های مساحت طبقه، شاخص بزرگترین لکه، تعداد، میانگین اندازه لکه، تراکم لکه و تراکم حاشیه در بررسی و تحلیل تغییرات است که با یافته‌های بدست‌آمده از تحقیقات Matsushita و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت دارد. کارایی تعداد و میانگین اندازه لکه در تحقیق انجام شده توسط Abdullah و Nakagoshi (۲۰۰۶)، میانگین اندازه لکه توسط Weng (۲۰۰۷) و شاخص بزرگترین لکه توسط Barros De Ferraz و همکاران (۲۰۰۵) نیز با یافته‌های این تحقیق مطابقت دارد. شاخص بزرگترین لکه، میانگین اندازه و تعداد لکه در تحقیق Lausch و Herzog (۲۰۰۲)، متریک‌های میانگین اندازه، تعداد و مساحت لکه توسط Mokhtari و همکاران (۲۰۰۵) و شاخص بزرگترین لکه، مساحت طبقه و تعداد لکه توسط Gholamalifard و همکاران (۲۰۰۶)، تراکم حاشیه توسط Tagil (۲۰۰۷) و تراکم لکه توسط Southworth و همکاران (۲۰۰۴) در تطابق با نتایج بدست‌آمده از این تحقیق بوده و بیانگر کارایی و قابلیت متریک‌های استفاده شده در تحلیل ساختار سیمای‌سرزمین است. با توجه به اینکه این تحقیق در سطح منطقه‌ای انجام شده، تنها از شش نوع از متریک‌ها برای تحلیل الگوی سیمای‌سرزمین استفاده شد و سایر متریک‌های سیمای‌سرزمین، در این تحقیق مورد استفاده قرار نگرفت. بنابراین پیشنهاد

می‌شود که برای بررسی بیشتر قابلیت متریک‌های سیمای‌سرزمین در تحلیل ساختار سیمای‌سرزمین و توسعه شاخص‌های محیط‌زیستی مرتبط با کاربری سرزمین، مطالعات بیشتری در زمینه پایش سیمای‌سرزمین، با استفاده از متریک‌ها انجام شود (Lausch & Herzog, 2002).

با مقایسه و بررسی یافته‌ها می‌توان جمع‌بندی کرد که وضعیت ساختار سیمای‌سرزمین منطقه مورد مطالعه در شرایط فعلی، به دلیل تخریب و تبدیلات گذشته به صورت اختلالی و بیانگر روند توسعه تخریب است. بنابراین با توجه به اینکه یکی از پیامدهای تخریب و تبدیل زمین‌ها در طی زمان افزایش بیابان‌زایی و تخریب تنوع زیستی است، می‌توان نتیجه گرفت، با توجه به وقوع ریزگردها در غرب کشور، احتمالاً تخریب پوشش‌گیاهی طبیعی، افزایش وسعت اراضی بایر و چرای بی‌رویه دام با کاهش پوشش‌گیاهی و کاهش قابلیت نگه‌داشت بارش، افزایش گرد و غبار را در منطقه به همراه داشته است. بنابراین، تجزیه و تحلیل سیمای‌سرزمین در این تحقیق بیانگر آثار فعالیت‌های انسانی بر تغییر سیمای‌سرزمین است، و نتایج بدست‌آمده از آن اطلاعاتی را در راستای سیاست‌های مرتبط با کاربری سرزمین فراهم می‌کند؛ برای نمونه می‌توان به طرح‌ریزی توسعه و سیاست‌های جنگل‌داری اشاره کرد. به‌طورکلی از نتایج به‌دست آمده می‌توان در ارزیابی سرزمین، مطالعات محیط‌زیست و برنامه‌ریزی و مدیریت یکپارچه در حوضه به‌منظور بهره‌برداری مناسب و منطقی از منابع‌طبیعی و کاهش هدررفت آب و تخریب منابع استفاده نمود.

منابع مورد استفاده

– بنیاد، ا. ا. و حاجی‌قادری، ط.، ۱۳۸۶ . تهیه نقشه جنگل‌های ماهواره +ETMطبیعی استان زنجان با استفاده از داده های سنجنده لندست ۷ . علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۱ (۴۲): ۶۲۷–۶۳۸ .

-سفیانیان، ع.، مختاری، ز.، خواجه‌الدین، س. ج و ضیایی، ح.ر. ،۱۳۸۹. آنالیز تغییرات شکل و اندازه کاربری‌های اراضی شهر اصفهان با استفاده از GIS و متریک‌های سیمای‌سرزمین.همایش ملی ژئوماتیک ۸۹، ایران، ۱۹–۲۰ اردیبهشت : ۱۱ ص .

-شیرازی، م.، زهتابیان، غ.ر. و علوی پناه، س. ک .،۱۳۸۹. امکان پذیری استفاده از تصاویر ماهواره ایIRS در بررسی وضعیت آب، خاک و پوشش‌گیاهی منطقه نجم‌آباد ساوجبلاغ. محیط زیست طبیعی (منابع طبیعی ایران)، ۶۳ (۱): ۳۳–۵۱.

– علوی‌پناه، س.ک.، ۱۳۸۴. کاربرد سنجش از دور در علوم زمین. انتشارات دانشگاه تهران، ایران، ۴۷۸ ص.

- میرنوروزی، م ،. ۱۳۸۳.ارزیابی ساختار و عملکرد رود دره دارآباد به روش اکوسیستمی و اکولوژی سیمای‌سرزمین با استفاده ازGIS و ارائه راهکارهای اصلاحی برای حفظ، احیا و توسعه پایدار دره دارآباد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران، ۱۷۲ ص.

- Abdullah, S. A. and Nakagoshi, N., 2006. Changes in Landscape Spatial Pattern in Highly Developing State of Seangor,__Peninsular Malaysia. Journal of Landscape and Urban Planning, 77(3):263- 275.
- Ahern, j. and Andre, L., 2003. Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning. Landscape and Urban Planning, 59: 65-93.
- Apan, A. A ., Raine, S. R. and Paterson, M.S., 2002. Mapping and Analysis of Changes in the Riparian Landscape Structure of the Lockyer Valley catchment, Queensland, Australia. Journal of Landscape and Urban Planning, 59(1):43-57.
- Barkhordari, J., Zare Mehrjardi, M. R. and Khosroshahi, M., 2005. Land Cover Change Detection in Minab Watershed Using RS & GIS. Journal of soil and water conservation, 1(2):59-64.
- Chavez, P.S., 1996. Image -based atmospheric corrections-Revisited and improved. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 62: 1025– 1036.
- De Barros Ferraz, S. F., Vettorazzi, C.A., Theobald, D.M. and Ballester, M .V. R., 2005. Landscape Dynamics of Amazonian Deforestation Between 1984 and 2002 in Central Rondonia, Brazil: Assessment and Future

Scenarios. Journal of Forest Ecology and Management, 204(1):69-85.
- Forman, R. T. T., 1995. Land mosaics: The ecology of landscapes and regions. Cambridge University press, USA,656p.
- Ghiasvand, G.h., 1997. Mapping Land Use Change Using Multi-time Satellite Images. M.ScThesis,Tarbiat Modares University, Noor.
- Gholamalifard, M., Mahini, A. S. and Ghasempur, S. M., 2006. Land Cover Change Detection in Tehran Using Landsat Images. The Third National Conference of Environmental Crisis,The Science and Research Center.
- Iranmanesh, F., 1998. The Trend of Land Use Change in Northern Kashan. M.Sc Thesis, Shahid Beheshti University, Tehran.
- Khazaei, N. and Azary Dehkordy, F., 2007. Restoration of Gilan Forest by Using Landscape Ecology Approach Case Study:(Shafarod Watershed). Environmental Sciences, 4(4): 21-32.
- Lausch, A. and Herzog, F., 2002. Applicability of Landscape Metrics for the Monitoring of Landscape Change: Issues of Scale, Resolution and Interpretability. Journal of Ecological Indicators, 2(1-2):3-15.
- Leitao, A. B., Miller, J., Ahern, J. and McGarigal, K., 2006. Measuring Landscapes: A Planners Handbook. Washington D.C, Island , 250p.
- Lilliesand, T. M., Kiefer, R.W., 1997. Remote sensing and image interpretation. University of Wisconisn, Madison, USA, 735p.
- Lu, D., Mausel, P., Brondi´zio, E. and Moran, E., 2004. Change detection techniques. Journal of Remote Sensing, 25(12): 2365–2407.
- Matsushita, B., Xu, M. and Fukushima, T., 2006. Characterizing Changes in Landscape Structure in the Lake Kasumigaura Basin, Japan Using a High-Quality GIS Dataset. Journal of Landscape and Urban Planning, 78(3):241-250.
- McGarigal, K., Cushman, S. A., Neel, M. C. and Ene, E., 2002. FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for categorical maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Available at the following web site: www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html.
- McGarigal, K., Marks, B.J., 1994. FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure. Oregon State University, USA, 132p.
- Mokhtari, S., 2005. Land Degradation Detection of Hurolazim Wetland Based on Landscape Ecology. M.Sc Thesis, Tehran University.`
- Palmer, R. A. and Rooyent, A.F., 1998. Detecting Vegetation Change in the Southern Kalahari using Landsat TM data. Journal of Arid Environments, 39 (2): 143–153.
- Southworth, J., Munroe, D. and Nagendra, H., 2004. Land cover change and landscape fragmentation-comparing the utility of continuous and discrete analyses for a western Honduras region. Journal of Agriculture and Ecosystem Environment,101:185-205.
- Tabibian, M. and Dadrast, M. J., 2002. Monitoring Land Use Changes at Fars Dorughzan Catchment by RS/GIS. Journal of Environmental Studies, 28(29):80-90.
- Tagil, Sermin., 2007. Monitor land degrdation phenomena through landscape metrics and NDVI. Journal of Applied Sciences, 7(14): 1827-1842.
Talebi Amiri, Sh. Azari Dehkord ,F.Sadeghi, H. R. and Soofbaf, S.R., 2009. Study on Landscape Degradation in Neka Watershed Using Landscape Metrics . Environmental Sciences, 6(3):133-144.
- Weng, Y.C., 2007. Spatio-temporal Changes of Landscape Pattern in Response to Urbanization. Journal of Landscape and Urban Planning, 81 (4):341-353.
- Zebardast L. 2004. The assessment of Anzali watershed change using remote sensing and management approaches. M.Sc Thesis, Tehran University.

Analyzing landscape degradation using landscape ecological metrics, remote sensing and GIS (Case study: Doiraj watershed, Ilam province)

S. Arekhi[1*] and H. Fathizadeh[2]

1*- Corresponding author, Assistant Professor, Department of Geography, College of Human Sciences, Golestan University, Gorgan, Iran, Email: arekhi1348@yahoo.com
2-M.Sc. of Combating Desertification, Faculty of Agriculture, University of Ilam, Iran

Received: 2/27/2012 Accepted: 1/7/2013

Abstract

Rapid land-use/land cover changes have taken place in many arid and semi-arid regions of Iran such as west of Iran over the last decades due to demographic pressure, agricultural pressure, government polices and environmental factors such as drought. This study was aimed to investigate the trends of changes in the landscape, in Doiraj Watershed. In order to provide land cover maps, the satellite images of TM 1985, ETM^+2000, ETM^+2007 were applied and landscape metrics of class area, largest patch index, number and mean patch size, patch density and edge density were used to quantify landscape patterns. Various class-level landscape pattern metrics were calculated using FRAGTATS, in order to analyze landscape fragmentation. The results of landscape ecology change revealed that in this area during the first period (1985 - 2000), the area of forest lands decreased to 3,415 hectares, while the agricultural lands with 3514 hectares showed an increasing trend. On the other hand, the area of fair rangelands (20,440 hectares) showed a decreasing trend (in both periods) contrary to the area of poor rangelands, indicating the degradation process in the study area. Our results clearly showed that increased number of patches and decreased mean patch area were two important fragmentation indicators and the trend of landscape degradation and fragmentation was increasing. Therefore, the results necessitated paying attention to the quality of land use and cover in the region for decreasing the degradation of natural resources.

Keywords: Land use change, landscape metrics, landscape fragmentation, Doiraj watershed, Fragstats, Ilam province.