

پایش و تحلیل الگوی سیمای سرزمین استان لرستان و فرآیند تغییر آن در محیط GIS

محسن جابلقی^۱، مهدی غلامعلی فرد^{۲*}، کامران شایسته^۳

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، همدان

۲. استادیار گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، مازندران

۳. استادیار گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، همدان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۶/۲۹؛ تاریخ تصویب: ۱۳۹۶/۶/۲۸)

چکیده

هدف تحقیق حاضر بررسی تغییرات پوشش سرزمین لرستان طی سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۳ و به‌کارگیری نتایج حاصل در بررسی الگوی سیمای سرزمین و فرآیند تغییر آن است. از ۵ سنجه الگوی سیمای سرزمین شامل آنتروپی نرمال‌سازی‌شده، تراکم حاشیه، مساحت لکه، فشردگی لکه و غنای نسبی برای کمی‌سازی الگوی سیمای سرزمین استفاده شد و وقوع ۱۰ فرآیند تغییر سیمای سرزمین شامل حذف، تجمع، دوتکه‌شدن، ایجاد، کاهش اندازه، سوراخ‌شدگی، تغییر جهت، تغییر شکل، گسترده‌گی و تکه‌تکه‌شدن لکه‌ها بررسی شد. نتایج نشان داد که از سال ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۳ حدود ۵۱۶۶/۷ کیلومترمربع از جنگل‌ها نابود شده و وسعت مناطق مسکونی ۴۷/۷۱ کیلومترمربع افزایش یافته و نرخ جنگل‌زدایی در این دوره ۱/۶۸ درصد در سال بوده است. نتایج بررسی الگوی سیمای سرزمین لرستان نشان داد که آنتروپی نرمال‌سازی‌شده بین ۰/۰۱۸۹ تا ۰/۳۱۳، غنای نسبی بین ۱۱/۱۹ تا ۲۲/۸۲ درصد، تراکم حاشیه بین ۰/۰۲ تا ۰/۴۴ متربرهکتار، مساحت لکه‌ها بین ۹۲/۰۴ تا ۱۹۳۱۷۱/۷ هکتار و فشردگی لکه بین ۰/۰۰۶ تا ۰/۵۶۸ لکه در ۱۰۰ هکتار می‌باشد. ۴ فرآیند حذف، تجمع، ایجاد و دوتکه‌شدن در منطقه رخ داده است. نتایج این تحقیق می‌تواند در سیاست‌گذاری‌های دولت و نیز اتخاذ تمهیدات مدیریتی مورد استفاده قرار گیرد.

کلید واژگان: پوشش سرزمین، تحلیل الگوی سیمای سرزمین، فرآیند تغییر سیمای سرزمین، استان لرستان.

۱. مقدمه

تغییر اکوسیستم‌ها در سال‌های اخیر چنان شتابزده صورت گرفته که سازگاری موجودات زنده با تغییرات محیطی به سختی صورت می‌گیرد که این امر ناشی از عدم توجه به مقیاس زمان در بهره‌برداری از منابع پایه محیطی بوده است. از سوی دیگر رشد سریع جمعیت انسانی زیربنای بسیاری از مشکلات محیط‌زیستی است (Alba & Barros, 2009). افزایش روزافزون جمعیت، فشار بر عرصه‌های طبیعی را افزایش داده و بهره‌برداری بی‌رویه و غیر اصولی از اراضی و تغییر کاربری‌ها، باعث عکس‌العمل‌های متفاوت اکوسیستم‌ها شده است (Lu & Weng, 2007). فعالیت‌های انسانی مثل تخریب پوشش گیاهی و تغییر پوشش سرزمین، توسعه کشت غلط و تکنیک‌های نامناسب کشاورزی مکانیسم‌های طبیعی را تغییر داده و موجب تغییر کاربری و پوشش سرزمین گردیده است (Gobattoni et al., 2009). استان لرستان نیز از این مسائل مستثنا نبوده به طوری که در این استان رشد و توسعه مناطق شهری و افزایش شهرنشینی موجب تغییرات گسترده‌ای در پوشش سرزمین این استان گردیده است. همچنین رشد جمعیت این استان افزایش نیاز به اراضی کشاورزی و مناطق شهری و نیز ساخت شهرک‌های جدید را در پی داشته که متأسفانه این اقدامات بدون توجه به ظرفیت برد و خوردن محیط‌زیست صورت می‌گیرد و پیامدهای ناشی از آن دامن‌گیر همه موجودات زنده از جمله خود انسان خواهد بود. یکی از موضوعاتی که اهمیت تغییرات پوشش و تغییرات سیمای سرزمین در لرستان را نسبت به سایر مناطق پررنگ‌تر می‌کند وجود سطح وسیعی از جنگل‌های زاگرس در این منطقه است به طوری که ۲۰٪ از سطح این استان دارای پوشش جنگلی بوده و یکی از رویشگاه‌های عمده جنگل‌های بلوط زاگرس محسوب می‌شود. اکوسیستم‌های جنگلی نقش بسیار مهمی در کنترل رواناب سطحی و کاهش سیل، حفاظت از خاک سطحی و کاهش فرسایش خاک، تعدیل دما و کاهش میزان گازهای گلخانه‌ای دارند.

۱.۱. ادبیات نظری

سیمای سرزمین عبارت است از چیدمانی با کیلومترها گستردگی که در آن بیشتر اکوسیستم‌های محلی و کاربری‌های زمین تکرار شده باشند. در بررسی تغییرات سیما از سنجه‌های سیمای سرزمین استفاده می‌گردد؛ سنجه‌های سیمای سرزمین ابزارهایی جهت اندازه‌گیری، کمی‌سازی و بیان وجهه‌های مختلف الگوی سیمای سرزمین در یک لحظه از زمان هستند (Talebi Amiri et al., 2009) که بر ویژگی‌های مکانی و توزیع لکه‌ها در سیمای سرزمین تمرکز دارند و اطلاعات دقیق و مفیدی را در مورد ترتیب و ترکیب سیمای سرزمین در اختیار کاربران قرار می‌دهند (Paudel & Yuan, 2012).

مطالعات متعددی در منطقه زاگرس انجام شده، Matinfar و Shadman در سال ۲۰۱۲ در مطالعه‌ای تغییرات کاربری شهرستان خرم‌آباد را بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که طی سال‌های ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۹ بیش از ۹۳٪ از جنگل‌های این شهرستان تخریب شده و اراضی بایر به میزان ۴/۱۶٪ رشد داشته‌اند. Drikvand و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای جنگل‌های منطقه کاکارضا را مورد بررسی قرار دادند و تأثیر فاصله از مناطق مسکونی را طی سال‌های ۱۹۹۵ تا ۱۹۹۷ بر این جنگل‌ها بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که هر چه فاصله از مناطق مسکونی کمتر باشد شدت تغییرات جنگل بیشتر خواهد بود. Bazyar و همکاران (۲۰۱۳) در تحقیقی به بررسی عناصر اصلی تخریب جنگل‌ها در استان کهگیلویه و بویراحمد پرداختند. آن‌ها در نتیجه این مطالعه گسترش جاده‌ها و مناطق مسکونی را از عناصر اصلی جنگل‌زدایی در این منطقه معرفی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد طی سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۶ معادل ۴۶۲/۵ هکتار از جنگل‌ها کاهش یافته است. آنان اعلام کردند که در فواصل بیش از ۶۰۰ متر از جاده‌ها و مناطق مسکونی تخریبی در جنگل‌ها مشاهده نشده است. همچنین Karami و Fegghi (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای تحت عنوان پایش و مقایسه کاربری اراضی

تحقیق حاضر به بررسی تغییرات پوشش سرزمین و نیز تحلیل و پیش‌بینی وضعیت الگو و فرآیندهای تغییر سیمای سرزمین استان لرستان پرداخته شد.

۲. مواد و روش‌ها

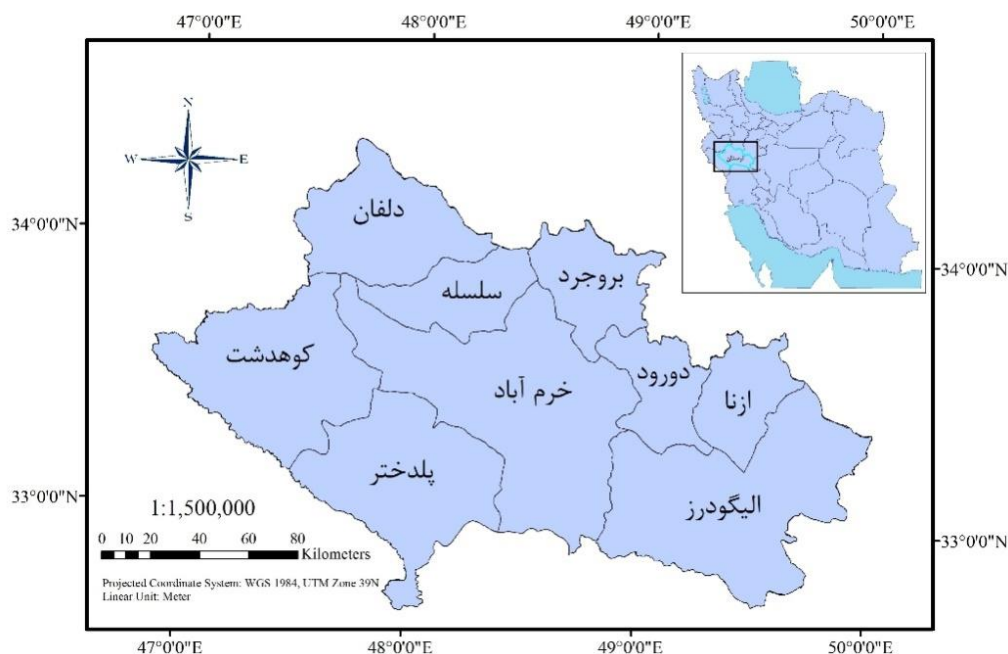
۱.۲. منطقه مورد مطالعه

استان لرستان با مساحتی بالغ بر ۲۸۳۰۶ کیلومتر مربع در ناحیه غربی ایران بین ۴۶° و ۵۰° و ۱' طول شرقی و ۳۲° و ۴۰' تا ۳۴° و ۲۳' عرض شمالی از نصف‌النهار گرینویچ واقع شده است. میانگین ارتفاع این منطقه از سطح آب‌های آزاد ۲۰۲۰ متر می‌باشد. استان لرستان شامل ۹ شهرستان می‌باشد و مرکز آن شهرستان خرم‌آباد است (شکل ۱).

۲.۲. تهیه نقشه پوشش سرزمین

در مطالعه پویایی پوشش سرزمین و تغییرات آن در طول زمان وجود نقشه‌هایی که این تغییرات را در طی زمان آشکار کنند الزامی است (Olsen et al., 2006).

زاگرس شمالی و جنوبی با رویکرد اکولوژی سیمای سرزمین در استان‌های کردستان و کهگیلویه و بویراحمد از متریک‌های تعداد لکه‌ها، درصد پوشش هر کلاس، تراکم لکه، تراکم حاشیه، سنجه تنوع سیمپسون، سنجه بزرگ‌ترین لکه، سنجه شکل سیمای سرزمین، میانگین اندازه لکه، انحراف معیار اندازه لکه، میانگین شکل لکه و انحراف معیار فواصل نزدیک‌ترین همسایه استفاده کردند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که حاشیه کل در استان کردستان بیشتر از استان کهگیلویه و بویراحمد است. تراکم غنای نسبی لکه در استان کهگیلویه و بویراحمد بیشتر است. در استان کردستان لکه‌ها بزرگ‌ترند و یکپارچگی بیشتری دارند. لکه‌های کاربری اراضی پایدار با افزایش کاربری‌های انسان ساخت به سمت لکه‌های ناپایدارتر و چندپاره شده پیش می‌روند. نتایج حاصل از مرور مطالعات پیشین نشان می‌دهد که تاکنون بررسی وضعیت الگو و فرآیندهای تغییر سیمای سرزمین در استان لرستان انجام نشده و با توجه به اینکه لرستان یکی از رویشگاه‌های مهم جنگل‌های زاگرس محسوب می‌شود که در دهه‌های اخیر دستخوش تغییرات فراوانی گردیده، در



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران (سمت راست) و مرز شهرستان‌های استان لرستان (سمت چپ).

تصاویر مربوط به هر سال مقایسه شدند و ضرایب کاپا که تعیین کننده میزان تشابه هستند برای هر طبقه و نیز کاپای کل به دست آمد. تعداد نقاط مورد نیاز در ارزیابی صحت نقشه‌های طبقه‌بندی شده با استفاده از رابطه زیر تعیین شد (Dendonker *et al.*, 2006):

$$n = z^2 pq / e^2 \quad \text{رابطه (۱)}$$

n: تعداد نقاط نمونه‌برداری، z: امتیاز استاندارد^۱ مورد نیاز برای سطح اطمینان مطلوب (مثلاً ۱/۹۶ برای سطح اطمینان ۹۵٪ و ۲/۵۸ برای سطح اطمینان ۹۹٪)، P: صحت مورد نیاز، $q = 1 - p$ ؛ e: خطای قابل قبول (مثلاً ۰/۱ برای ۱۰٪) و p با توجه به اکثر منابع ۸۵٪ در نظر گرفته شد (Arekhi, 2011; Aldrich & Forrest, 1984).

در این مرحله با توجه به رابطه ۱، ۱۹۶ نقطه برای ارزیابی صحت طبقه‌بندی در هر دوره مورد بررسی قرار گرفت.

با توجه به اینکه در اغلب مطالعات بررسی الگوی سیمای سرزمین از نقشه‌های پوشش سرزمین حاصل از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای به عنوان نقشه پایه استفاده می‌شود بنابراین صحت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای به عنوان موضوعی کلیدی در استخراج الگوهای مکانی سیمای سرزمین، آشکارسازی تغییرات پوشش و بررسی تغییرات مرتبط با فرآیندهای تغییر مطرح است (Wu & Hobbs, 1994; Hess & Bay, 1997; Iversen, 2007; Shao & Wu, 2008). متأسفانه در تهیه نقشه‌های پوشش سرزمین بر پایه طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای خطاهای مختلفی رخ می‌دهد که این خطاها در طی فرآیند بررسی الگوی سیمای سرزمین و حتی در نتایج حاصل از آن اختلال ایجاد می‌کند و صحت نتایج را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Shao & Wu, 2008). عموماً با افزایش اندازه سلول، مقادیر سنجه‌های تعداد لکه، تراکم لکه و تراکم حاشیه و سنجه شاخص شکل سیمای سرزمین کاهش می‌یابند؛ ولیکن سنجه‌های متوسط اندازه لکه، متوسط فاصله نزدیکترین همسایه

در این مرحله با استفاده از تصاویر ماهواره Landsat مربوط به سنجنده‌های TM، ETM+ و OLI به ترتیب مربوط به سال‌های ۱۹۸۹، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۳ نقشه‌های پوشش سرزمین تهیه گردید. بر اساس شناخت از منطقه مورد مطالعه ۹ طبقه پوشش سرزمین شامل جنگل، کشت فریاب، کشت دیم، کشت دیم پراکنده، مرتع، رودخانه‌ها و منابع آبی، مناطق مسکونی، شبکه‌های دسترسی و اراضی بایر در هر دوره مورد بررسی و نقشه‌سازی قرار گرفت. روش مورد استفاده در این مرحله شامل ترکیبی از روش‌های شیء‌گرا^۱ و رقومی کردن^۲ تصاویر ماهواره‌ای می‌باشد (Platt & Rapoza, 2008, Baatz & Schape, 1999).

۱.۲.۲. طبقه‌بندی شیء‌گرای تصویر

طبقه‌بندی شیء‌گرا فرآیندی است که طبقات پوشش سرزمین را به اشیاء تصویری پیوند می‌دهد. در این فرآیند هر یک از اشیاء تصویری به یکی از طبقات پوشش سرزمین اختصاص می‌یابد به طوری که درجه عضویت هر شیء بر اساس شرایط تعریف شده به وسیله مفسر برای طبقات، مشخص شده و بر اساس بیشترین درجه عضویت در یک طبقه مشخص، طبقه‌بندی انجام می‌شود. در این مرحله طبقات بر اساس فراوانی کاربری‌ها تعریف شدند؛ سپس بر اساس نمونه‌های تعلیمی انتخاب شده برای هر طبقه و انتخاب پردازشگر^۳ مناسب، طبقه‌بندی به روش حداکثر تشابه^۴ انجام شد. در پایان به منظور افزایش دقت طبقه‌بندی از روش رقومی کردن تصاویر ماهواره‌ای استفاده گردید (شکل ۲).

۲.۲.۲. ارزیابی صحت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای

ارزیابی صحت نقشه‌های طبقه‌بندی شده با استفاده از یکسری نقاط واقعیت زمینی که در طول زمان ثابت هستند انجام شد. موقعیت دقیق این نقاط با استفاده از سیستم موقعیت‌یاب مکانی^۵ تعیین شده و سپس با

^۱. Object Oriented

^۲. On Screen Digitizing

^۳. Processer

^۴. Maximum Likelihood

^۵. Global Positioning System

^۶. Standard Score

تغییر سیمای سرزمین بر اساس نقشه‌های پوشش سرزمین از صحت و دقت بالایی برخوردار بوده و نتایج قابل اطمینانی را تولید می‌نماید.

۳.۲. بررسی تغییرات الگو و فرآیندهای تغییر

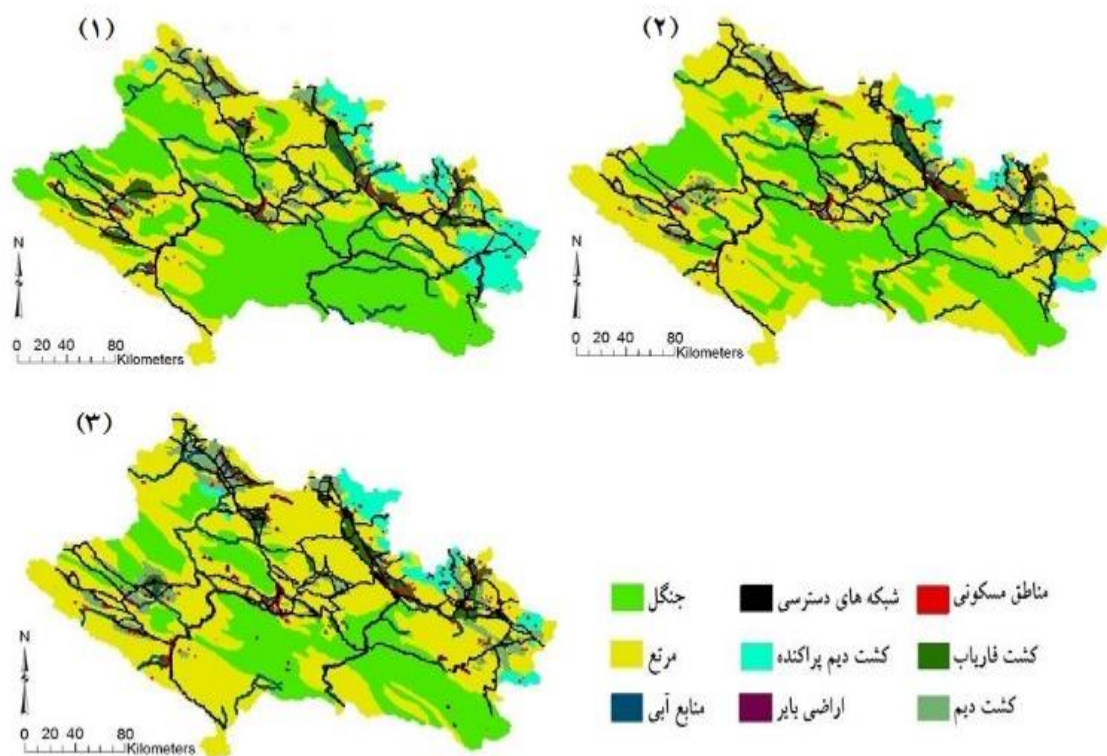
سیمای سرزمین

۱.۳.۲. تغییرات الگوی سیمای سرزمین

برای بررسی الگوی سیمای سرزمین ۵ سنجۀ الگوی سیمای سرزمین که بر اساس مطالعات انجام شده پرکاربردترین و مهم‌ترین سنجه‌ها در این زمینه می‌باشند در مورد هر یک از نقشه‌های پوشش سرزمین در هر دوره (از ۱۹۸۹ تا ۲۰۵۰) مورد بررسی قرار گرفتند. سنجه‌های الگوی سیمای سرزمین مورد بررسی به شرح جدول ۲ می‌باشد.

افزایش می‌یابند و رفتار برخی شاخص‌ها مانند شاخص کل هسته مرکزی و سنجه‌های بخش شکل سیمای سرزمین نسبت به تغییرات اندازه سلول قابل پیش‌بینی نیست. لازم به ذکر است که اگر چه دو رویکرد اصلی آنالیز ارتباط الگو-فرآیند و همسایه‌های اکولوژیکی (محدوده‌های پیرامونی) برای شناسایی مقیاس مناسب در مطالعات سیمای سرزمین معرفی شده‌اند (Asgarian & Jabbarian Amiri, 2015)، فرض تحقیق حاضر این است که تصاویر کاربری با بهترین صحت ممکن به عنوان ورودی استفاده شوند و بررسی تأثیر خطا و مقیاس خارج از بیان مسأله تحقیق حاضر است.

نتایج حاصل از ارزیابی صحت طبقه‌بندی در جدول ۱ نشان داده شده است. بر این اساس طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای از صحت بسیار بالایی برخوردار بوده است بنابراین نتایج حاصل از تحلیل تغییرات الگو و فرآیندهای



شکل ۲. نقشه‌های پوشش سرزمین حاصل از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای؛ (۱). نقشه پوشش سرزمین سال ۱۹۸۹، (۲). نقشه پوشش سرزمین سال ۲۰۰۰ و (۳). نقشه پوشش سرزمین سال ۲۰۱۳.

جدول ۱. نتایج حاصل از ارزیابی صحت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای

(طبقات کاربری شامل ۱: کشت دیم، ۲: جنگل، ۳: کشت فاریاب، ۴: کشت دیم پراکنده، ۵: مرتع، ۶: منابع آبی، ۷: اراضی بایر، ۸: مناطق مسکونی، ۹: شبکه‌های دسترسی)

سال	۱۹۸۹									۲۰۰۰									۲۰۱۳													
	کاربری									کاربری									کاربری													
KIA	۰/۸۵	۰/۹۷	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۹۵	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۸۷	۱/۰۰	۰/۹۷	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۹۷	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
کاپا	۰/۹۶۹۳									۰/۹۷۵۴									۰/۹۷۶۵													
صحت طبقه بندی	٪۹۷/۹۶									٪۹۸/۴۷									٪۹۸/۴۷													

جدول ۲. سنجه‌های الگوی سیمای سرزمین مورد بررسی در تحقیق حاضر

عنوان	تعریف	مفهوم	واحد	دامنه تغییر	الگوریتم
آنترپوبی نرمال‌سازی شده	همان سنجه تنوع شانون است که با حداکثر آنترپوبی برای طبقات کاربری موجود نرمال‌سازی شده است	میزان فراوانی هر لکه در میان مجموع لکه‌های سیمای سرزمین	ندارد	$0 \leq NE \leq 1$	$E = -\left(\sum_{i=1}^k P_i + \ln(P_i)\right) / \ln(n)$ تعداد طبقات تصویر: n P_i : نسبت طبقه i به کل طبقات در تصویر i : شاخص طبقات در واحد همسایگی کل طبقات موجود در محدوده همسایگی: k (Burchell, 1999).
غنای نسبی	نسبت تعداد طبقات مختلف موجود در واحد همسایگی به حداکثر تعداد طبقات	تعداد لکه‌های ناهمگون موجود در یک سیمای سرزمین	درصد	$0 \leq RR \leq 100$	$R = n / n_{max} \times 100$ تعداد طبقات مختلف موجود در واحد همسایگی: n n_{max} : حداکثر تعداد طبقات ممکن (Bogaert et al., 2004).
تراکم حاشیه	نسبت میزان حاشیه به مساحت لکه	مجموع طول حاشیه‌های سیمای سرزمین	متر بر هکتار	$ED \geq 0$	$ED = \frac{\sum_{i=1}^k e_{ik}}{A}$ طول کل حاشیه‌های لکه‌های کلاس نوع i در سیمای سرزمین: e_{ik} مساحت کل سیمای سرزمین: A (Zebardast et al., 2011).
مساحت لکه	مساحت هر لکه در سیمای سرزمین	میزان مساحت هر لکه	هکتار	$AREA > 0$	
فشرده‌گی لکه یا شاخص مجاورت	تعداد لکه در سیمای سرزمین	تعداد لکه	تعداد لکه در ۱۰۰ هکتار	$PC > 0$	$C = SQRT(A_p / A_c)$ مجذور ریشه تابع: $SQRT$ A_p : مساحت لکه در حال محاسبه مساحت یک دایره یا چرخه که مساحتی به اندازه لکه در حال محاسبه دارد: A_c (Botequilha & Ahern, 2002).

۱۰ شاخص فرآیند تغییر به شرح جدول ۳ مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت. برای محاسبه فرآیندهای تغییر سیمای سرزمین از الگوریتم درخت تصمیم^۱ استفاده گردید (شکل ۳).

۳. نتایج

۱.۳. الگوی سیمای سرزمین

شکل ۴ نتایج حاصل از بررسی سنجه‌های سیمای سرزمین در سطح طبقات پوشش سرزمین را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از بررسی سنجه‌های سیمای سرزمین در سطح سیمای سرزمین در شکل ۵ نشان داده شده است. با توجه به اهمیت این بخش در ادامه هر سنجه به طور مستقل مورد بررسی و بحث قرار می‌گیرد.

این سنجه‌ها در دو مقیاس مورد بررسی قرار گرفتند که شامل: (۱) طبقات پوشش سرزمین (۲) سیمای سرزمین می‌باشند. نقشه‌های هر یک از این سنجه‌ها با استفاده از نقشه‌های پوشش سرزمین و میزان همسایگی 3×3 تهیه گردید. نقشه‌های به‌دست آمده برای هر سنجه در هر دوره به صورت کیفی ارائه شدند و برای تعیین میزان کمی سنجه‌ها با استفاده از این نقشه‌ها مقدار میانگین سنجه‌ها استخراج گردید. در این مرحله به‌منظور بررسی میزان همبستگی بین سنجه‌های سیمای سرزمین از نرم‌افزار SPSS استفاده گردید و میزان همبستگی بین مقادیر مربوط به هر سنجه در ۳ نقطه زمانی مورد بررسی (۱۹۸۹، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۳) بر اساس ضریب همبستگی پیرسون تعیین گردید.

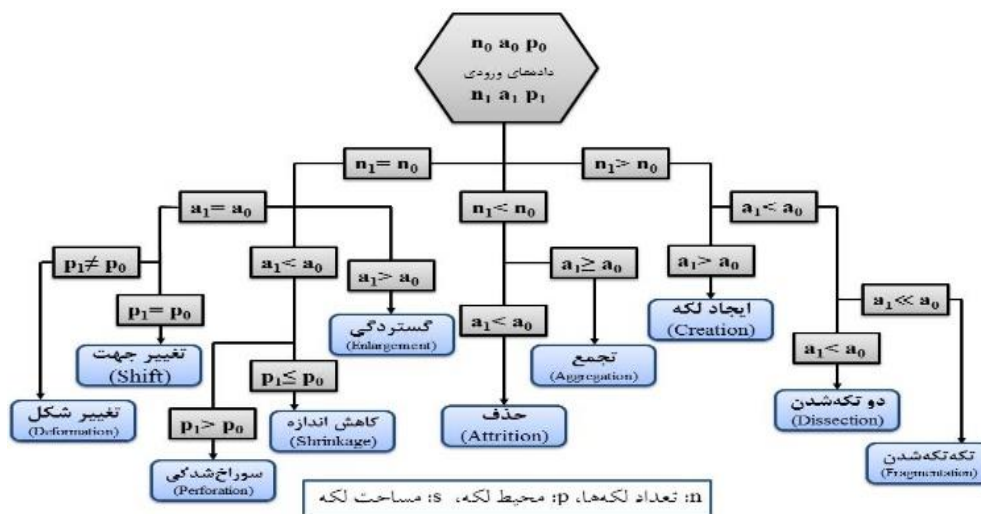
۲.۳.۲. فرآیندهای تغییر سیمای سرزمین

در این مرحله تغییرات سیمای سرزمین با استفاده از

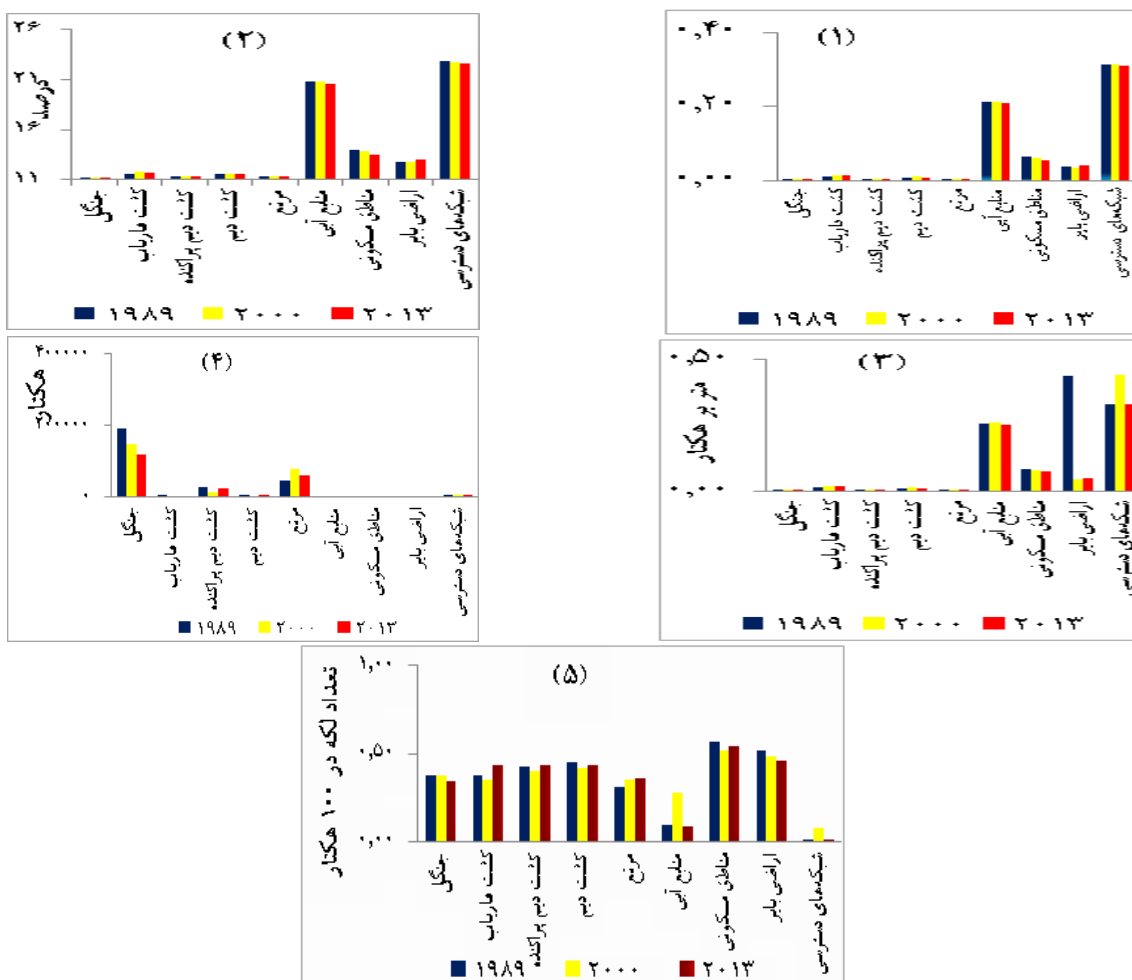
جدول ۳. فرآیندهای تغییر سیمای سرزمین مورد بررسی در تحقیق حاضر

مفهوم	تعریف	
تغییر شکل لکه بدون تغییر در اندازه آن یا از شکل افتادگی لکه	شکل لکه در حال تغییر است.	تغییر شکل لکه
تغییر موقعیت یا جابجا شدن لکه	وضعیت و موقعیت لکه در حال تغییر است.	تغییر جهت لکه
ایجاد سوراخ در یک لکه یا انقطاع پیوستگی پوشش سرزمین با افزایش سوراخ‌ها.	تعداد لکه‌ها ثابت اما مساحت آن‌ها در حال تغییر است.	سوراخ شدگی
کاهش اندازه لکه بدون حذف.	محیط و مساحت لکه‌ها در حال کاهش اما تعداد آن‌ها ثابت است.	کاهش اندازه
بزرگ شدن و افزایش مساحت لکه	تعداد لکه‌ها ثابت اما مساحت آن‌ها در حال افزایش است.	توسعه و گسترده‌گی لکه
کاهش تعداد و مساحت لکه یا ناپایداری لکه	تعداد لکه‌ها و مساحت آن‌ها در حال کاهش است.	حذف
جمع کردن واحدهای سیمای سرزمین و تبدیل آن‌ها به یک واحد و پر کردن فضاهای خالی موجود بین آن‌ها	تعداد لکه‌ها در حال کاهش اما مساحت آن‌ها ثابت یا در حال افزایش است.	تجمع
افزایش تعداد لکه‌ها، افزایش میزان حاشیه، کاهش نسبت محیط به مساحت لکه‌ها	تعداد و مساحت لکه‌ها در حال افزایش است.	ایجاد لکه‌های جدید
برش دادن و تقسیم یک لکه، افزایش میزان لبه و مرز، افزایش نسبت محیط به مساحت و افزایش پیچیدگی شکلی	تعداد لکه‌ها در حال افزایش اما مساحت آن‌ها در حال کاهش است.	دوتکه‌شدن
افزایش تعداد، افزایش حاشیه و کوچک شدن لکه‌ها، تقسیم یک سطح به بخش‌های کوچکتر که باعث ایجاد لکه‌های جدا از هم می‌شود.	تعداد لکه‌ها در حال افزایش اما مساحت آن‌ها به شدت در حال کاهش است.	چند پارگی

¹. Decision Tree Algorithm

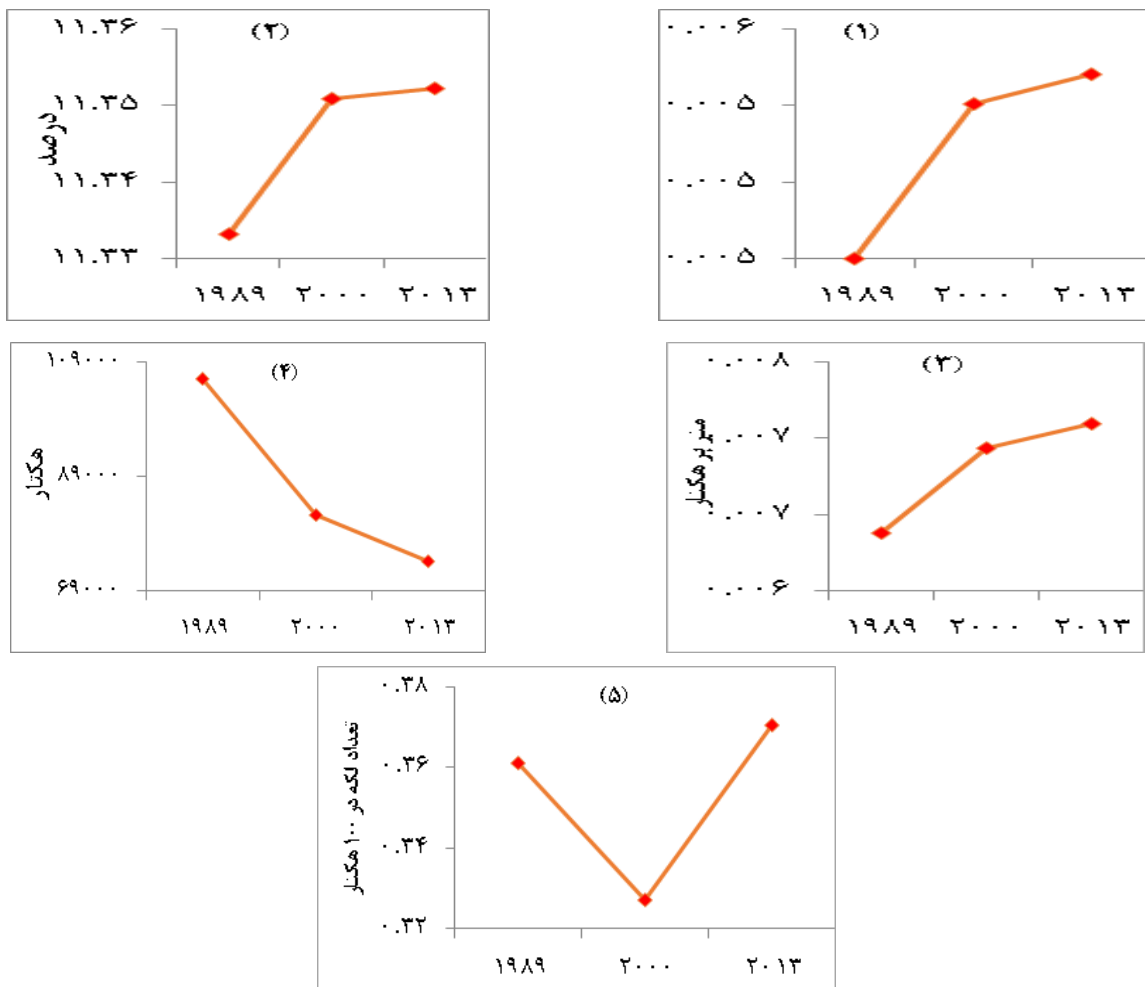


شکل ۳. الگوریتم درخت تصمیم مورد استفاده در محاسبه فرآیندهای تغییر سیمای سرزمین



شکل ۴. تغییرات سنج‌های سیمای سرزمین در سطح طبقات پوشش سرزمین؛

(۱). آنتروپی نرمال‌سازی شده، (۲). غنای نسبی، (۳). تراکم حاشیه، (۴). مساحت لکه و (۵). فشردگی لکه.



شکل ۵: تغییرات سنجه‌های سیمای سرزمین در سطح سیمای سرزمین؛

(۱): آنتروپی نرمال‌سازی شده، (۲): غنای نسبی، (۳): تراکم حاشیه، (۴): مساحت لکه و (۵): فشردگی لکه.

۱.۱.۳. آنتروپی نرمال‌سازی شده

این سنجه همان سنجه تنوع شانون است و با افزایش تعداد لکه‌های ناهمگون در سیمای سرزمین مقادیر این سنجه افزایش می‌یابد. بر اساس شکل ۴ از سال ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۳ شبکه‌های دسترسی بیشترین میزان آنتروپی نرمال‌سازی شده را به خود اختصاص داده‌اند. از سوی دیگر مقادیر این سنجه در لکه‌های جنگلی روند رو به رشدی دارد که بیانگر گسترش تغییرات پوشش سرزمین و افزایش ناهمگونی در لکه‌های جنگلی می‌باشد. از آنجا که سنجه آنتروپی نرمال‌سازی شده حساسیت زیادی

نسبت به لکه‌های نادر دارد (Karami & Fegghi, 2012)، افزایش مقادیر این سنجه بیانگر افزایش ناهمگونی در لکه‌های پوشش سرزمین است؛ از طرفی افزایش تعداد و وسعت جاده‌ها علاوه بر اینکه در فاز ساختمانی آسیب‌های جدی را به کاربری‌های طبیعی منطقه وارد می‌کند، در فاز بهره‌برداری نیز صدمات قابل توجهی خواهد داشت. در تأیید این مطلب Zebardast و همکاران (۲۰۱۱) جاده‌ها را یکی از عوامل مؤثر در تخریب سیمای سرزمین معرفی نمودند. همچنین نتایج حاصل از بررسی تغییرات آنتروپی نرمال‌سازی شده در سطح سیمای

در حال افزایش است یعنی تعداد این لکه‌ها در سیمای سرزمین لرستان روند رو به رشدی دارد که این پدیده ناشی از تغییرات کاربری و پاکت‌رشی پوشش گیاهی بوده و تخریب سیمای لرستان را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از بررسی تغییرات غنای نسبی در سطح سیمای سرزمین (شکل ۵) حاکی از آن است که تغییرات این سنجح در سیمای لرستان از ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۳ پیوسته در حال افزایش است که این پدیده بیانگر کوچک شدن لکه‌ها و انقطاع پیوستگی سیمای سرزمین می‌باشد که سبب افزایش آسیب‌پذیری لکه‌ها می‌گردد.

۳.۱.۳. تراکم حاشیه

شکل ۱ نشان می‌دهد که شبکه‌های دسترسی تقریباً در کلیه نقاط زمانی مورد مطالعه بیشترین مقادیر تراکم حاشیه را به خود اختصاص داده‌اند. از سوی دیگر لکه‌های جنگلی کمترین مقادیر تراکم حاشیه را دارا می‌باشند؛ یعنی شبکه‌های دسترسی کوچکترین لکه‌ها با بیشترین طول حاشیه در سیمای سرزمین لرستان را تشکیل می‌دهند که در آن‌ها نسبت محیط به مساحت، بیشترین مقادیر را در مقایسه با لکه‌های مربوط به سایر طبقات دارد؛ به عبارت دیگر این لکه‌ها بیشترین مرز مشترک را با لکه‌های مجاور دارند. از سوی دیگر لکه‌های جنگلی بزرگ‌ترین لکه‌ها در سیمای سرزمین را تشکیل می‌دهند؛ از این رو کمترین میزان تراکم حاشیه به لکه‌های مربوط به این طبقه اختصاص دارد. با توجه به شکل ۴ میزان تراکم حاشیه در لکه‌های جنگلی از ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۳ همواره در حال افزایش است که بیانگر تخریب جنگل‌ها، کوچک شدن لکه‌های جنگلی و انقطاع پیوستگی آن‌هاست. انقطاع پیوستگی موجب افزایش آسیب‌پذیری لکه‌ها می‌شود. بر اساس شکل ۴ تغییرات تراکم حاشیه در مناطق مسکونی طی دوره مطالعاتی روند نزولی را طی می‌کند. این پدیده بیانگر توسعه پیوسته مناطق مسکونی است؛ زیرا هر چه لکه بزرگتر باشد تراکم حاشیه کمتری دارد. افزایش لکه‌های انسان‌ساخت نمایه‌ای از تخریب سیمای سرزمین است؛ بنابراین توسعه لکه‌های مناطق

سرزمین (شکل ۵) نشان می‌دهد که مقادیر این سنجح در سطح سیمای سرزمین به طور پیوسته افزایش می‌یابد که بیانگر رشد مداوم ناهمگونی و تغییرات شدید در سیمای سرزمین لرستان می‌باشد.

۲.۱.۳. غنای نسبی

این سنجح بیانگر میزان ناهمگونی در سیمای سرزمین و یکی از سنجح‌های مهم در بررسی تغییرات الگوی سیمای سرزمین است (Mirzaei et al., 2013) که تنوع طبقات پوشش سرزمین را اندازه‌گیری می‌کند. با توجه به شکل ۴ در کلیه نقاط زمانی مورد مطالعه شبکه‌های دسترسی بیشترین میزان غنای نسبی را به خود اختصاص داده‌اند؛ یعنی لکه‌های شبکه‌های دسترسی بیشترین تعداد لکه‌های ناهمگون را در سیمای سرزمین لرستان به خود اختصاص داده‌اند که این پدیده نمایه خوشایندی در سیمای سرزمین لرستان نمی‌باشد؛ زیرا بالا بودن تعداد لکه‌های انسان‌ساخت در سیمای سرزمین بیانگر تخریب آن سیمای می‌باشد. از سوی دیگر لکه‌های جنگلی طی سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۳ کمترین غنای نسبی را دارند (شکل ۴). بررسی سنجح مساحت لکه می‌تواند در توجیه این پدیده کارآمد باشد چرا که بر اساس نتایج تحلیل مساحت لکه، جنگل‌ها بزرگ‌ترین لکه‌ها را دارند؛ بنابراین با توجه به وسعت بسیار بالای جنگل‌ها در سیمای سرزمین لرستان به علت بزرگ بودن این لکه‌ها تعداد آن‌ها کمتر از لکه‌های سایر طبقات بوده که این پدیده نشان‌دهنده یکپارچگی و پیوستگی نسبی جنگل‌های زاگرس لرستان است. طی دوره مطالعاتی بر اثر تغییرات کاربری اراضی این پیوستگی به مرور از بین رفته و لکه‌های جنگلی پیوسته تحلیل رفته و کوچکتر شده‌اند و تعداد آن‌ها بر اثر پدیده‌هایی همچون عبور جاده از مناطق جنگلی افزایش یافته است. با توجه به شکل ۴ در مناطق مسکونی مقادیر غنای نسبی طی دوره مطالعاتی پیوسته در حال کاهش است. این امر ناشی از به هم پیوستن لکه‌های مسکونی و توسعه لکه‌های این مناطق است. در لکه‌های اراضی بایر مقادیر غنای نسبی

می‌گردد. طبق شکل ۴ مساحت لکه‌های مرتعی تغییرات صعودی دارد که این امر ناشی از تبدیل سطوح گسترده‌ای از لکه‌های جنگلی به مراتع می‌باشد. بر اساس مطالعه انجام شده توسط طالبی‌امیری و همکاران پس از تغییر کاربری جنگل به اراضی کشاورزی، این زمین‌ها به علت پایین بودن پتانسیل تولید، بعد از یک یا چند دوره کشت دچار افت بازدهی می‌شوند و در نتیجه انجام فعالیت کشاورزی در این مناطق مقرون به صرفه نبوده و رها می‌شوند. پس از رهاسازی اراضی کشاورزی زمین‌های بدون پوشش رها شده و مراتع جایگزین آن‌ها می‌شوند که در تحقیق حاضر نیز می‌توان یکی از علل رشد مراتع را همین امر تلقی نمود. مساحت لکه‌های مناطق مسکونی نیز پیوسته در حال افزایش است. از این نتایج می‌توان به رشد فزاینده کاربری‌های انسانی در لرستان پی برد که این امر نمایه‌ای از تخریب سیمای سرزمین است. همچنین تغییرات مساحت لکه در شبکه‌های دسترسی همواره روند رو به رشدی داشته است. توسعه شبکه‌های دسترسی بیانگر گسترش نفوذ انسان در طبیعت است که این نفوذ، تخریب محیط‌زیست را در پی دارد. به‌طوری که Narumalani و همکاران (۲۰۰۴) اعلام کردند که هر چه دسترسی انسان به زمین بیشتر گردد شدت تخریب سیمای سرزمین بیشتر می‌شود. شکل ۵ نتایج بررسی تغییرات مساحت لکه در سطح سیمای سرزمین را نشان می‌دهد. بر اساس این شکل مساحت لکه‌ها در سیمای لرستان از ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۳ روند کاهش داشته که این امر به انقطاع پیوستگی سیمای سرزمین منجر شده است. Karami و Fegghi (۲۰۱۲) سنجه‌های سیمای سرزمین را در استان کهگیلویه و بویراحمد بررسی نمودند، نتایج آن‌ها نشان‌دهنده گرایش سیمای این استان به ساختار ریزدانه‌ای است (ساختار ریزدانه‌ای از تعداد زیاد لکه در ابعاد کوچک شکل می‌گیرد)، مشابه با تحقیق حاضر نیز سیمای استان لرستان به این ساختار گرایش داشته و رشد تعداد لکه‌های انسان‌ساخت در دوره مطالعاتی مؤید این امر است.

مسکونی نشان‌دهنده تخریب سیمای سرزمین لرستان می‌باشد. در اراضی بایر به استثنای سال ۱۹۸۹ که تراکم حاشیه بسیار بالایی دارد و نشان‌دهنده کوچک بودن لکه‌های اراضی بایر است، از سال ۲۰۰۰ تغییرات تراکم حاشیه روند صعودی داشته که این پدیده نشان‌دهنده افزایش طول حاشیه در لکه‌های اراضی بایر است. با توجه به شکل ۵ تغییرات تراکم حاشیه در سطح سیمای سرزمین طی دوره مطالعاتی تغییرات رو به رشدی دارد؛ یعنی در سیمای سرزمین لرستان لکه‌ها همواره در حال کوچک شدن و به عبارت دیگر در حال تقسیم شدن هستند که بدین ترتیب طول حاشیه در لکه‌ها افزایش یافته و منجر به رشد مستمر مقادیر تراکم حاشیه می‌گردد؛ در نتیجه افزایش طول حاشیه مرز مشترک بیشتری بین لکه‌های انسان‌ساخت (شبکه‌های دسترسی و مناطق مسکونی) با لکه‌های طبیعی (مراتع و جنگل‌ها) ایجاد می‌شود و بدین ترتیب شدت نفوذ انسان در لکه‌های طبیعی بیشتر شده و تغییرات پوشش سرزمین تشدید می‌گردد. Zebardast و همکاران (۲۰۱۱) از این سنجه در بررسی تغییرات ساختاری ناشی از جاده در پارک ملی گلستان استفاده کردند و در نتیجه این مطالعه اعلام کردند که افزایش تراکم حاشیه در جنگل‌های این نواحی شدت آسیب‌پذیری آن‌ها را افزایش داده است.

۴.۱.۳. مساحت لکه

مساحت لکه یکی از سنجه‌های پرکاربرد در مطالعه تغییرات کاربری اراضی است (Mirzaei *et al.*, 2013). بر اساس شکل ۴ از سال ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۳ لکه‌های جنگلی بیشترین مساحت و لکه‌های مناطق مسکونی کمترین مساحت لکه را به خود اختصاص داده‌اند. طی دوره مذکور مساحت لکه‌های جنگلی پیوسته در حال کاهش است (شکل ۴) که این پدیده ناشی از تغییر کاربری مناطق مختلفی از جنگل‌ها و تبدیل آن‌ها به کاربری‌های انسان‌ساخت و مراتع است که موجب انقطاع پیوستگی لکه‌های سیمای سرزمین و افزایش عمق نفوذ انسان در محیط شده و سبب تشدید آسیب‌پذیری محیط طبیعی

۵.۱.۳. فشردگی لکه

فشردگی لکه را شاخص مجاورت نیز می‌نامند. شکل ۴ نشان می‌دهد که مناطق مسکونی بیشترین میزان فشردگی لکه را به خود اختصاص داده‌اند؛ یعنی تعداد لکه‌های مناطق مسکونی در یک سیمای سرزمین ۱۰۰ هکتاری بیشتر از سایر طبقات پوشش سرزمین است. این پدیده بیانگر وضعیت نامطلوبی در سیمای سرزمین لرستان می‌باشد زیرا افزایش تعداد لکه‌های انسان‌ساخت بیانگر افزایش دامنه و شدت نفوذ انسان در محیط بوده و نشان‌دهنده تخریب سیمای سرزمین است. با توجه به شکل ۴ اراضی بایر نیز مقادیر بسیار بالایی از فشردگی لکه را به خود اختصاص داده‌اند؛ یعنی تعداد لکه‌های اراضی بایر در سیمای سرزمین لرستان بسیار بالاست. Khazaei و Azari Dehkordi (۲۰۰۹) در مطالعه‌ای بر روی حوزه آبخیز سفیدرود اعلام کردند هر چه تعداد لکه در سیمای سرزمین بیشتر باشد، سیمای سرزمین از تنوع بیشتری برخوردار خواهد بود و در نتیجه لکه‌ها به یکدیگر نزدیک‌تر شده و در معرض تخریب بیشتری قرار می‌گیرند. همچنین تغییرات این سنجه در جنگل‌ها روند کاهشی را نشان می‌دهد زیرا با توجه به شدت و سرعت بسیار بالای تخریب جنگل‌ها در لرستان تعداد لکه‌های جنگلی در حال کاهش است. نتایج حاصل از بررسی فشردگی لکه در سطح سیمای سرزمین در شکل ۵ نشان داده شده است. بر اساس این شکل از ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۰ تعداد لکه‌ها در سیمای سرزمینی به مساحت ۱۰۰ هکتار کاهش یافته است. این پدیده بیانگر تغییرات شدید پوشش سرزمین است. همچنین از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۳ تعداد لکه‌ها در واحد سیمای سرزمین افزایش یافته یعنی در این دوره غالباً لکه‌ها کوچکتر شده و مساحت آن‌ها کاهش یافته است؛ کوچک شدن لکه‌ها نشان‌دهنده انقطاع پیوستگی و تخریب سیمای سرزمین می‌باشد.

۶.۱.۳. همبستگی سنجه‌های سیمای سرزمین

نتایج حاصل از بررسی همبستگی بین سنجه‌های سیمای سرزمین در جدول ۴ نشان داده شده است. بر

این اساس بین اکثر متغیرها در سطح ۹۹٪ همبستگی معنی‌داری وجود دارد. ضریب همبستگی پیرسون بیانگر رابطه خطی بین متغیرهاست؛ یعنی اگر با گذشت زمان میزان ضریب همبستگی افزایش یابد مقادیر سنجه مورد نظر افزایش یافته و بر عکس. در سنجه‌های آنتروپی نرمال‌سازی شده، غنای نسبی و تراکم حاشیه تغییرات ضریب همبستگی پیرسون طی زمان بیانگر افزایش میزان این سنجه‌ها طی سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۳ است. مقادیر سنجه مساحت لکه طی زمان کاهش یافته و سنجه فشردگی لکه ابتدا کاهش و سپس افزایش یافته است.

۲.۳. فرآیندهای تغییر سیمای سرزمین

۱.۲.۳. حذف

این فرآیند بیانگر کاهش تعداد لکه‌ها یا ناپدید شدن آن‌هاست. Bogaert و همکاران (۲۰۰۴) این فرآیند را نمایه تخریب سیمای سرزمین بر اثر فعالیت‌های انسانی معرفی کردند. متأسفانه با توجه به شدت تغییرات پوشش سرزمین در لرستان فرآیند حذف یکی از فرآیندهای متداول در دوره‌های مختلف است. این فرآیند غالباً در لکه‌های جنگلی رخ داده است. Zebardast و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای در پارک ملی گلستان وقوع فرآیند حذف را عمدتاً در سطح لکه‌های جنگلی اعلام کردند. حذف لکه‌ها بدون در نظر گرفتن اصول بوم‌شناسی سیمای سرزمین قادر است ساختار و تبادلات اکوسیستمی حاکم بر منطقه را تغییر دهد و چرخه مواد و انرژی را درون آن مختل سازد (Botequilha & Ahern, 2002). برای مثال لکه‌های کوچک جنگلی موجود در بین لکه‌های بزرگ و یکپارچه به عنوان جابجایی برای تبادلات اکولوژیکی محسوب می‌گردند، بنابراین حذف این قطعات علاوه بر این که منجر به کاهش مساحت لکه‌های جنگلی می‌شود، امکان برقراری اتصال میان سایر لکه‌های (زیستگاه‌های) بزرگ را کاهش می‌دهد و منجر به دورافتادگی یا ایزوله شدن لکه‌های طبیعی از هم خواهد شد.

جدول ۴. همبستگی سنجه‌های سیمای سرزمین

RR_۲۰۱۳	RR_۲۰۰۰	RR_۱۹۸۹	NE_۲۰۱۳	NE_۲۰۰۰	NE_۱۹۸۹
۰/۹۹۹(**)	۱/۰۰۰(**)	۱/۰۰۰	۰/۹۹۹(**)	۱/۰۰۰(**)	۱/۰۰۰
۰/۹۹۹(**)	۱/۰۰۰		۱/۰۰۰(**)	۱/۰۰۰	
۱/۰۰۰			۱/۰۰۰		

PA_۲۰۱۳	PA_۲۰۰۰	PA_۱۹۸۹	ED_۲۰۱۳	ED_۲۰۰۰	ED_۱۹۸۹
۰/۹۸۵(**)	۰/۹۱۹(**)	۱/۰۰۰	۰/۶۵۱	۰/۶۲۱	۱/۰۰۰
۰/۹۷۲(**)	۱/۰۰۰		۰/۹۸۹(**)	۱/۰۰۰	
۱/۰۰۰			۱/۰۰۰		

PC_۲۰۱۳	PC_۲۰۰۰	PC_۱۹۸۹
۰/۹۷۹(**)	۰/۹۵۳(**)	۱/۰۰۰
۰/۹۲۱(**)	۱/۰۰۰	
۱/۰۰۰		

(*) : در سطح ۹۵٪ همبستگی معنی داری وجود دارد.

(**) : در سطح ۹۹٪ همبستگی معنی داری وجود دارد.

۲.۲.۳ تجمع

بر اساس جدول ۵ این فرآیند در هر دو دوره مورد بررسی رخ داده است. در دوره اول این فرآیند غالباً در مراتع رخ داده است. در این دوره رشد چشمگیر مراتع و تبدیل سطوح گسترده‌ای از جنگل‌ها به این طبقه موجب به هم پیوستن و افزایش یکپارچگی در لکه‌های مرتعی گردیده است. فرآیند تجمع در دوره دوم غالباً در مراتع و اراضی کشاورزی وقوع یافته است. در این دوره سطوح گسترده‌ای از جنگل‌ها به مراتع و اراضی کشاورزی تبدیل شده‌اند. همچنین برخی کشاورزان جهت توسعه اراضی کشاورزی همواره سعی در پیشرفت در طبیعت و تبدیل مناطق طبیعی به اراضی کشاورزی دارند تا بدین ترتیب وسعت اراضی کشاورزی خود را افزایش دهند. در برخی مناطق با تبدیل تدریجی اراضی طبیعی موجود در حد فاصل اراضی کشاورزی به زمین کشاورزی توسعه هر چه بیشتر این مناطق را می‌طلبند که این امر به بروز فرآیند تجمع در این مناطق می‌انجامد. از آنجا که کشاورزی یک کاربری انسانی است و حضور و نفوذ انسان در طبیعت همواره با تخریب طبیعت همراه بوده بنابراین وقوع فرآیند تجمع در لکه‌های کشاورزی نمایه مطلوبی از

وضعیت محیط‌زیست لرستان نمی‌باشد.

۳.۲.۳. ایجاد لکه‌های جدید

جدول ۵ نشان می‌دهد که این فرآیند در هر دو دوره مطالعاتی رخ داده است. طبق نتایج به دست آمده این فرآیند بیشتر در طبقات کشاورزی و مناطق مسکونی رخ داده است؛ یعنی همواره اراضی کشاورزی جدیدی در لرستان ایجاد شده که این پدیده ناشی از تغییر کاربری سطوح وسیعی از اکوسیستم‌های طبیعی همچون جنگل‌ها و مراتع به اراضی کشاورزی است. در این حالت فرآیند ایجاد لکه‌های جدید بیانگر تخریب سیمای سرزمین است. علاوه بر این توسعه مناطق مسکونی رخ داده در دوره مطالعاتی، تخریب سیمای سرزمین لرستان را نشان می‌دهد. Azari Dehkordi و Khazaei (۲۰۰۹) در مطالعه‌ای بر روی حوزه آبخیز سفیدرود اعلام کردند هر چه تعداد لکه در سیمای سرزمین بیشتر باشد، سیمای سرزمین از تنوع بیشتری برخوردار خواهد بود و در نتیجه لکه‌ها به یکدیگر نزدیک‌تر شده و در معرض تخریب بیشتری قرار می‌گیرند.

۴.۲.۳. دوتکه شدن

سرزمین بر اثر فعالیت‌های انسانی معرفی نمودند. وقوع این فرآیند به افزایش طول حاشیه، کاهش مساحت و افزایش تعداد لکه‌ها منجر شده و دامنه و شدت نفوذ انسان به درون لکه را افزایش می‌دهد که این پدیده با تخریب هر چه بیشتر سیمای سرزمین همراه خواهد بود. Zebardast و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی تغییرات ساختاری ناشی از جاده در پارک ملی گلستان فرآیند از هم گسیختگی یا دوتکه شدن را مورد بررسی قرار دادند و در نهایت وجود جاده و عملیات عمرانی ناشی از آن را یکی از عوامل عمده از هم گسیختگی در پارک ملی گلستان معرفی کردند.

این فرآیند غالباً بر اثر وجود پدیده‌هایی همچون ایجاد یک جاده جدید در منطقه رخ می‌دهد که به تقسیم شدن لکه‌ها می‌انجامد. جدول ۵ نشان می‌دهد که فرآیند دوتکه شدن در دوره اول و غالباً در لکه‌های طبیعی همچون جنگل‌ها و مراتع و لکه‌های انسان ساخت همچون اراضی کشاورزی رخ داده است. علت اصلی وقوع این فرآیند گسترش جاده‌هاست. عبور جاده از میان یک لکه به تقسیم شدن آن لکه می‌انجامد. Bogaert و همکاران (۲۰۰۴) فرآیند دوتکه شدن را یکی از فرآیندهای تخریب سیمای

جدول ۵. سطوح تحت تأثیر فرآیندهای تغییر سیمای سرزمین طی سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۳ (هکتار).

فرآیند تغییر									
حذف	تغییر شکل	تجمع	سوراخ‌شدگی	دوتکه شدن	تکه تکه شدن	تغییر جهت	توسعه	کاهش اندازه	ایجاد لکه
۱۹۸۹-۲۰۰۰	۰	۱۴۸۳۹/۸۵	۰	۱۲۴۵/۹۷	۰	۰	۰	۰	۱۸۵۳/۱۸
۲۰۰۰-۲۰۱۳	۰	۱۷۷۵۰/۸۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۸۹۷/۱۶

۴. بحث و نتیجه گیری

سرزمین از ۱۰ شاخص فرآیند تغییر سیما شامل تجمع، حذف، ایجاد لکه، دوتکه شدن، چند پارگی، سوراخ‌شدگی، کاهش اندازه، تغییر جهت، توسعه و گسترده‌گی لکه و تغییر شکل لکه استفاده گردید و وقوع یا عدم وقوع این فرآیندها و نیز سطوح تحت تأثیر آن‌ها در هر دوره از ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۳ بررسی و پیش‌بینی شد. نتایج حاصل از این بخش بیانگر تغییر سیمای سرزمین لرستان به سمت یک سیمای از هم گسیخته و ریزدانه می‌باشد که در آن لکه‌های بزرگ بر اثر فعالیت‌های انسانی همچون احداث جاده به لکه‌های کوچک‌تر تبدیل شده و در آن انقطاع پیوستگی لکه‌ها به وفور قابل مشاهده است که این پدیده بیانگر تخریب سیمای سرزمین لرستان می‌باشد.

نتایج تحقیق حاضر به خوبی بیانگر تأثیر تغییرات کاربری اراضی بر سطح جنگل‌های زاگرس لرستان و نیز وضعیت سیمای سرزمین این استان می‌باشد. استان لرستان یکی از رویشگاه‌های عمده جنگل‌های بلوط زاگرس است و

در این مطالعه علاوه بر بررسی تغییرات پوشش سرزمین، وضعیت سیمای سرزمین لرستان و فرآیند تغییر آن مورد تحلیل و پایش قرار گرفت. در این بخش با توجه به کارایی و قابلیت بسیار بالای سنج‌های سیمای سرزمین در کمی‌سازی وضعیت سیما از ۵ سنجه الگوی سیمای سرزمین شامل آنتروپی نرمال‌سازی شده (NE)، تراکم حاشیه (ED)، مساحت لکه (PA)، غنای نسبی (RR) و فشردگی لکه (PC) استفاده شد؛ برای این منظور از نقشه‌های پوشش سرزمین حاصل از طبقه‌بندی و پیش‌بینی تغییرات پوشش سرزمین استفاده گردید و بدین ترتیب تغییرات این سنجه‌ها در دو سطح طبقات پوشش و سیمای سرزمین مورد بررسی قرار گرفت و با استفاده از آن‌ها تغییرات الگوی سیمای سرزمین لرستان طی سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۳ مورد تحلیل و پایش قرار گرفت. علاوه بر این به منظور بررسی تغییرات سیمای

سرزمین، حفاظت از الگوی کاربری اراضی پایدار، پایداری کشاورزی و بررسی زیستگاه پرندگان، پستانداران، ماهی‌ها، حشرات، گیاهان و... استفاده نمود (جدول ۶). به طور کلی از اصول اکولوژی سیمای سرزمین می‌توان برای طراحی مناسب‌تر کاربری‌های مختلف استفاده کرد. اگر لکه‌های طبیعی و خصوصاً منابع جنگلی به عنوان ساختارهای اکولوژیک در مناطق شهری با ترکیب و توزیع فضایی مناسب وجود داشته باشند، می‌توانند عملکردهای اکولوژیکی مهمی، به ویژه در تعدیل آب و هوای این مناطق داشته باشند (Karami & Fegghi, 2011). علاوه بر این از اصول اکولوژی سیمای سرزمین جهت تهیه اطلاعات ساختاری مکانی به منظور طراحی و برنامه‌ریزی سرزمین استفاده می‌شود، به طور مثال از نتایج این مطالعه می‌توان اطلاعات مورد نیاز برای طرح‌ریزی و توسعه جنگلداری و مرتع‌داری استفاده نمود؛ یعنی جاهایی که اتصال اکولوژیک بین لکه‌های جنگلی و مرتعی قطع شده است و کمتر تحت دخالت انسان قرار گرفته‌اند را از طریق گذرگاه‌های اکولوژیک به هم وصل کرده و بدین وسیله از تخریب بیشتر آن‌ها جلوگیری نمود (Kiyani & Fegghi, 2015).

نتایج تحقیق حاضر تصویر روشنی از روند موجود در پیش روی مدیران و برنامه‌ریزان قرار می‌دهد و به عنوان موضوعات پژوهشی در آینده می‌تواند جنبه‌های کاربردی آن در پارامترهای مختلف جدول ۶ تحقیق و ارائه گردد؛ لذا پیشنهاد می‌گردد که از نتایج تحقیق حاضر در زمینه سیاست‌گذاری در منابع طبیعی استفاده شود. در واقع با توجه به نقشه‌های روند تغییرات ارائه شده در تحقیق حاضر مناطق آسیب‌پذیر و در معرض خطر تخریب شناسایی گردد و حتی‌الامکان در آن‌ها از طرح‌های مدیریتی همچون ایجاد قرق و حصارکشی استفاده شود و بدین‌وسیله از تخریب این مناطق پیشگیری نموده و فرصت احیاء و بازسازی به آن‌ها داده شود. همچنین وضع قوانین به‌روز و کارآمد جهت ممانعت از تغییر کاربری اراضی و اجرای سخت‌گیرانه این قوانین در مناطقی که بر اساس نتایج تحقیق حاضر پتانسیل بالایی برای تغییر کاربری دارند و به شدت در معرض تخریب هستند نیز پیشنهاد می‌گردد.

با توجه به نقش پوشش جنگلی در حفظ تنوع زیستی و غنای گونه‌ای، جلوگیری از وقوع سیل، تعدیل دما، حفظ رطوبت، تولید اکسیژن و کاهش CO₂ از طریق فرآیند فتوسنتز باید توجه ویژه‌ای به این مناطق گردد؛ اما متأسفانه نتایج تحقیق حاضر بیانگر آن است که با روند فعلی جنگل‌های زاگرس لرستان یک سیر تحولی قهقرایی را طی می‌کنند و به سوی زوال و نابودی پیش می‌روند. از سوی دیگر ساخت شهرک‌های جدید و توسعه و پیشرفت مناطق مسکونی در درون اراضی کشاورزی مرغوب و منابع طبیعی نابودی هر چه بیشتر منابع طبیعی لرستان را در پی دارد که متأسفانه این اقدامات بدون توجه به خوردن یا ظرفیت برد محیط‌زیست منطقه در حال انجام است. نتایج این مطالعه می‌تواند در ارزیابی پیامدهای محیط‌زیستی توسعه مسکونی و نیز رشد اراضی کشاورزی به کار رود. همچنین از نتایج به‌دست آمده می‌توان در زمینه سیاست‌گذاری در مورد منابع طبیعی و محیط‌زیست استفاده نمود؛ به عنوان مثال بر اساس نتایج تکان‌دهنده این تحقیق تخریب بسیار شدیدی دامن‌گیر جنگل‌های زاگرس گردیده که می‌تواند راهنمایی برای سیاست‌گذاری‌های مربوطه باشد و بر اساس آن سیاست‌ها به سمت احیای جنگل‌های بلوط زاگرس از طریق اجرای طرح‌های بزرگ جنگل‌کاری و ایجاد قرق در مناطق آسیب‌دیده که در آن‌ها پتانسیل تغییر کاربری بسیار بالاست سوق داده شود.

اصول بوم‌شناسی سنجه‌های سیمای سرزمین کاربردهای بسیار متنوع و متعددی دارند که در جدول ۶ گروه‌بندی کاربردها به همراه نمونه ارائه گردیده‌اند. این گروه‌ها شامل بررسی تغییرات کاربری/پوشش سرزمین، بررسی کارکردهای تنظیمی، بررسی کارکردهای مرتبط با زیستگاه می‌باشند که جزئیات هر یک از این طبقات در جدول ۶ ذکر گردیده است. به طور کلی سنجه‌های سیمای سرزمین امروزه کاربردهای بسیار وسیعی دارند به عنوان مثال از اصول بوم‌شناسی و کمی‌سازی سنجه‌های سیمای سرزمین می‌توان در آشکارسازی تغییرات کاربری/پوشش سرزمین، بررسی اثرات جاده بر سیمای سرزمین، بررسی کیفیت آب، تحلیل تخریب سیمای

جدول ۶. گروه‌بندی کاربرد اصول بوم‌شناسی و سنجه‌های سیمای سرزمین در تحقیقات مختلف

نمونه‌هایی از کاربردهای سنجه‌های سیمای سرزمین در تحقیقات مختلف				گروه‌بندی مطالعات
منبع	نتیجه	روش بررسی	نحوه استفاده از سنجه‌ها	مفهوم کاربردی سیمای سرزمین
Karami & Feghhi, 2011	استفاده از مفاهیم اکولوژی سیمای سرزمین در رشته‌ها و موضوعات طراحی سیمای سرزمین، ارزیابی آثار زیست‌محیطی، مدیریت اکوسیستم و توسعه روستایی قابل کاربرد است. سیمای سرزمین در آمایش سرزمین برای توصیف و تبیین مدل ارتباطات الگو-فرآیند لازم است.	کمی کردن سنجه‌های سیمای سرزمین در محیط نرم‌افزار Fragstats	بررسی سنجه‌های سیمای سرزمین در سطح کلاس برای نقشه‌های کاربری اراضی تهیه شده توسط سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور	کمی کردن سنجه‌های سیمای سرزمین در حفاظت از الگوی کاربری اراضی پایدار استان کهگیلویه و بویراحمد
Hosseini Vardaei et al., 2012	با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین می‌توان به ارزیابی اثرات تجمعی فعالیت‌های توسعه پرداخت و بر مبنای آن لکه‌های پوشش درختی نیازمند رسیدگی و در اولویت اقدامات اصلاحی را انتخاب نمود.	روش مقایسه مستقیم	اثر توسعه شبکه جاده و توسعه تجمعی کاربری‌ها بر لکه‌های پوشش درختی با استفاده از سنجه‌های مساحت، نسبت محیط به مساحت، شکل، پیچ‌خوردگی، پیوستگی، مجاورت و فاصله اقلیدسی از نزدیک‌ترین همسایه بررسی شد.	کاربرد سنجه‌های سیمای سرزمین در ارزیابی اثرات تجمعی شبکه جاده‌های بر پوشش درختی
Mokhtari et al., 2012	مهم‌ترین اثر شبکه‌های جاده‌ای بر سیمای سرزمین شهری چند پارگی سیمای سرزمین است که با کمی سازی سنجه‌های سیمای سرزمین به خوبی قابل بررسی است.	روش آنالیز گرادیان	برای مطالعه اثرات جاده بر سیمای سرزمین کاربری‌های جاده و شهر در ترانسکت در هم ادغام شده و سپس سنجه‌های تراکم لکه، نمایه بزرگ‌ترین اندازه لکه و درصد پوشش در آن‌ها کمی شد.	کمی کردن اثرات جاده بر الگوی سیمای سرزمین شهر اصفهان
Mirzayi et al., 2013	حذف یا جابجایی لکه‌ها بدون در نظر گرفتن اصول حاکم بر بوم‌شناسی سیمای سرزمین قادر است ساختار و تبادلات اکوسیستمی حاکم بر منطقه را تغییر دهد و چرخه مواد و انرژی را درون آن مختل سازد. در رویکرد بوم‌شناسی سیمای سرزمین تنها موجودیت (مساحت) لکه‌ها شرط کافی نیست و علاوه بر این نظم فضایی و چیدمان بهینه لکه‌ها نسبت به هم نیز ارزیابی می‌شود.	کمی سازی سنجه‌های سیمای سرزمین در محیط نرم‌افزار Fragstats	پس از تهیه نقشه‌های پوشش سرزمین و استخراج سنجه‌ها در ۲ سطح کلاس و سیمای آن تحلیل مؤلفه‌های اصلی در انتخاب سنجه‌های مناسب برای تحلیل تغییرات سیمای سرزمین شهرستان‌های استان مازندران استفاده شد.	بررسی تغییرات کاربری/پوشش سرزمین (تغییرات کلیه طبقات کاربری/پوشش سرزمین، تغییرات مناطق شهری، جنگلی و اراضی کشاورزی)
Salajegheh et al., 2014	گسترش شبکه جاده‌ای منجر به تخریب سیمای سرزمین شده و توسعه و ساخت بنادر تجاری و صیادی در پهنه ساحلی سیمای آن را به کلی دگرگون ساخته است.	کمی کردن سنجه‌ها با استفاده از نرم‌افزار Fragstats	پس از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای و ایجاد نقشه‌های پوشش سرزمین، سنجه‌های سیمای سرزمین در سطح کلاس برای هر طبقه محاسبه گردید.	کاربرد سنجه‌های سیمای سرزمین در تحلیل تخریب سرزمین جزیره کیش
Vaz et al., 2014	از سنجه‌های سیمای سرزمین می‌توان جهت بررسی تخریب اراضی کشاورزی در یک سیمای اقتصادی استفاده کرد.	از یک سامانه اطلاعات جغرافیایی محلی (RGIS) استفاده شد.	از سنجه تنوع شانون برای کمی سازی تغییرات در اراضی کشاورزی استفاده شد. سپس با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین ارزیابی چند زمانه خصوصیات طبیعی اراضی کشاورزی بررسی شد.	کاربرد سنجه‌های توضیحی سیمای سرزمین برای بررسی پایداری کشاورزی
Arekhi, 2015	افزایش تعداد لکه‌ها و کاهش میانگین مساحت شاخص‌های تجزیه می‌باشند.	کمی کردن سنجه‌ها در نرم‌افزار Fragstats	آنالیز گسستگی سیمای سرزمین از طریق بررسی سنجه‌های تنوع الگوی سیمای سرزمین در سطح کلاس انجام شد.	کاربرد متریک‌های سیمای سرزمین در ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی
Kiyani & Feghhi, 2015	به کارگیری اصول بوم‌شناسی سیمای سرزمین یک ارزیابی اولیه در مقیاس سیمای سرزمین به دست می‌دهد که در آن بر یافتن راهی برای ارزیابی سریع و علمی جهت استفاده از امکانات و خدمات عرضه شده توسط طبیعت در محل تأکید می‌شود. به طور کلی از اصول بوم‌شناسی سیمای سرزمین می‌توان برای تهیه اطلاعات ساختاری-مکانی به منظور طراحی و برنامه‌ریزی سرزمین بهره گرفت.	کمی کردن سنجه‌ها در محیط نرم‌افزار Fragstats	سنجه‌های سطح کلاس، درصد مساحت، تعداد لکه، حاشیه کل، شکل سیمای سرزمین، بزرگ‌ترین لکه، میانگین سطح لکه، میانگین شاخص شکل لکه و میانگین فاصله اقلیدسی نزدیک‌ترین همسایه در سطح کلاس بررسی شد.	بررسی ساختار پوشش/کاربری حوزه آبخیز سفیدرود با استفاده از سنجه‌های بوم‌شناسی سیمای سرزمین

ادامه جدول ۶.

نمونه‌هایی از کاربردهای سنجه‌های سیمای سرزمین در تحقیقات مختلف				گروه‌بندی مطالعات
منبع	نتیجه	روش بررسی	نحوه استفاده از سنجه‌ها	مفهوم کاربردی
				کاربردی سیمای سرزمین
Uuemma <i>et al.</i> , 2007	کاربری اراضی مهم‌ترین عامل تعیین کننده کیفیت آب است اما ساختار سیمای سرزمین نیز نقش مهمی در پیش‌بینی کیفیت آب در حوزه آبخیز دارد.	کمی کردن سنجه‌ها در نرم‌افزار Fragstats	در این مطالعه رابطه بین پارامترهای کاربردی اراضی و سنجه‌های سیمای سرزمین موجود در نرم‌افزار Fragstats و اندیکاتورهای کیفیت آب با استفاده از آنالیز رگرسیون چندگانه بررسی شد.	کاربرد سنجه‌های سیمای سرزمین به عنوان اندیکاتورهای کیفیت آب رودخانه در مقیاس حوزه آبخیز
Jabbarian Amiri & Nakane, 2009	سنجه‌های سیمای سرزمین می‌توانند به عنوان فاکتورهای کنترل کننده در مدیریت کیفیت آب سطحی استفاده شوند.	در این مطالعه از سامانه اطلاعات جغرافیایی، ابزارهای تحلیل چند متغیره و سنجه‌های سیمای سرزمین برای توسعه مدل رگرسیون خطی چندگانه برای پیش‌بینی کیفیت آب استفاده شد.	از سنجه‌های سیمای سرزمین به عنوان ویژگی‌های فضایی استفاده شد.	استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین در مدل‌سازی ارتباط بین کیفیت آب رودخانه و سنجه‌های سیمای سرزمین در بخش Chagoku ژاپن
Uuemma <i>et al.</i> , 2012	برترین مزیت سنجه‌های سیمای سرزمین کاربرد ساده و سرعت بالای آن‌ها در انجام محاسبات است.	به کارگیری سنجه‌های سیمای سرزمین در ارزیابی الگو یا تغییرات کاربردی/پوشش سرزمین.	از سنجه‌های سیمای سرزمین به عنوان اندیکاتورهایی برای تغییرات کاربردی اراضی، عملکرد زیستگاه‌ها (تنوع زیستی، زیستگاه)، کارکردهای تنظیمی سیمای سرزمین (کنترل آتش‌سوزی، کنترل میکروکلیم و ...) و کارکردهای اطلاعاتی (ارزش‌های زیبایی‌شناختی سیمای سرزمین) استفاده شد.	کاربرد سنجه‌های مکانی سیمای سرزمین به عنوان اندیکاتورهای سیمای سرزمین
Wu <i>et al.</i> , 2012	سنجه‌های سیمای سرزمین به خوبی قادر به تشریح تغییرات کیفیت آب هستند.	کمی سازی سنجه‌ها در محیط نرم‌افزار Fragstats	در این مطالعه از مدل آومتری و مدل رگرسیون چندگانه خطی برای مدل‌سازی ارتباط بین سنجه‌های سیمای سرزمین و کیفیت آب استفاده شد.	استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین در مدل‌سازی ارتباط بین سنجه‌های سیمای سرزمین و شاخص‌های کیفیت آب واحدهای هیدرولوژیکی حوزه آبخیز Sihu چین.
Albalawneh <i>et al.</i> , 2015	بررسی سنجه‌های سیمای سرزمین توأم با AHP می‌تواند ابزار مناسبی برای ارزیابی مطلوبیت مکان جمع‌آوری آب باران جهت اعمال در تغییرات ترکیب، ساختار و الگوی کاربردی اراضی فراهم آورد.	بررسی سنجه‌های سیمای سرزمین در محیط نرم‌افزار Fragstats	با توجه به اینکه اردن یکی از کشورهای کم آب است از سنجه‌های سیمای سرزمین برای مکان‌یابی سایت‌های مناسب جهت جمع‌آوری آب باران استفاده شد.	به کارگیری سنجه‌های سیمای سرزمین و AHP در ارزیابی مکان‌های بالقوه برداشت آب در اردن

کارکردهای تنظیمی

(کیفیت آب، کنترل آتش‌سوزی، اقلیم/میکروکلیم، کنترل فرسایش، کنترل سیلاب، کنترل بیماری‌ها)

ادامه جدول ۶.

نمونه‌هایی از کاربردهای سنجهای سیمای سرزمین در تحقیقات مختلف				گروه‌بندی مطالعات
منبع	نتیجه	روش بررسی	نحوه استفاده از سنجها	مفهوم کاربردی سیمای سرزمین
Fauth <i>et al.</i> , 2000	در منطقه مورد مطالعه سنجهای سیمای سرزمین با محدودیت‌هایی در بررسی منابع زیستگاهی مواجه بودند که با استفاده از مدل‌های آماری این محدودیت‌ها برطرف گردید.	کمی سازی سنجها در محیط نرم افزار Fragstats انجام شد.	اندازه لکه‌های جنگلی ابزار مناسبی برای پیش بینی حجم مهاجرت پرندگان در امریکای شمالی است. در این مطالعه شاخص‌های تراکم درختان، مناطق درختی، تنوع جنگلی، آبهای زیرزمینی، تراکم حاشیه، شاخص‌های مجاورت و ... محاسبه گردید.	استفاده از سنجهای سیمای سرزمین در مدل سازی تنوع زیستگاهی
Moser <i>et al.</i> , 2002	در این مطالعه سنج جدیدی در زمینه سیمای سرزمین معرفی گردید که نه تنها ابزار قدرتمندی در بررسی پیچیدگی هندسی شکل لکه‌هاست بلکه شاخص حساسی در بررسی غنای گیاهی است.	سنجهای سیمای سرزمین در محیط نرم افزار Fragstats کمی شدند.	از سنجهای مختلف پیچیدگی (شاخص شکل، ابعاد فرکتال) برای بررسی غنای گونه ای استفاده شد.	بررسی پیچیدگی شکل سیمای سرزمین به عنوان ابزاری مؤثر در بررسی غنای گونه‌های گیاهی در سیماهای روستایی
Overgaard <i>et al.</i> , 2003	سنجهای سیمای سرزمین ابزار مناسبی در بررسی تنوع و تراکم پشه آنوفل ارائه می‌دهند. مدیریت سیمای سرزمین در کنترل جمعیت مالاریا با چند پارگی لکه‌های جنگلی در ارتباط است.	سنجهای سیمای سرزمین در قالب ۲ دسته شامل سنجهای سطح سیما و سنجهای سطح کلاس مورد بررسی قرار گرفتند. برخی از این سنجها شامل میانگین اندازه لکه، سنج تنوع سیمپسون و میانگین ابعاد فرکتال لکه می‌باشند.	از یک سنج تعریف شده تنوع سیمپسون برای بررسی تنوع و تراکم پشه آنوفل استفاده شد.	بررسی تأثیر ساختار سیمای سرزمین بر تنوع و تراکم پشه آنوفل در سیماهای کشاورزی و جنگلی
Liu <i>et al.</i> , 2003	سنجهای سیمای سرزمین ابزارهای سودمند و کارآمدی در بررسی زیستگاه پرندگان فراهم می‌آورد.	کمی سازی سنجهای سیمای سرزمین در محیط نرم افزار Fragstats	با استفاده از طبقه بندی نظارت نشده تصاویر لندست TM نقشه‌های پوشش سرزمین تهیه شده و سنجهای سیمای سرزمین مرتبط (شامل تعداد لکه‌ها، میانگین اندازه لکه، حاشیه کل، تراکم حاشیه، سنج تنوع سیمپسون و ...) در آن‌ها محاسبه شد.	بررسی پویایی سیمای سرزمین در سطح حوزه آبخیز با استفاده از تصاویر لندست TM برای بررسی زمستان گذرانی پرندگونه Grus Monachus
Michalski & Peres, 2005	سنجهای سیمای سرزمین می‌توانند کارایی مطلوبی در بررسی انقراض محلی پستانداران و گوشت‌خواران داشته باشند.	از مدل رگرسیون لجستیک و نرم افزار Fragstats در این مطالعه استفاده شد.	بررسی تأثیر لکه‌های جنگلی، سنجهای سیمای سرزمین و سطح دخالت انسان در مناطق جنگلی بر الگوی انقراض محلی ۵ گونه پستاندار و ۱۴ گونه گوشت‌خوار	استفاده از سنجهای سیمای سرزمین در بررسی انقراض محلی پستانداران گوشت‌خوار بر اثر فعالیت‌های انسانی

References

- Alba, D, Barros, J., 2009. Deforestation in the Kayabi Indigenous Territory: Simulating and Predicting Land Use and Land Cover Change in the Brazilian Amazon. GEDS, Birkbeck, University of London, Malet Street, London WC1E 7HX.
- Albalawneh, A., Chang, T.K., Huang, C.W., Mazahreh, S., 2015. Using Landscape Metrics Analysis and Analytical Hierarchy Process to Assess WaterHarvesting Potential Sites in Jordan, *Environments*, 2: 415-434.
- Aldrich, J.H., Forrest, D.N., 1984. Linear, Probability, Logit, and Probit Models (in Series L Quantitative Applications in the Social Sciences), (Newbury Park: Sage University Publication).
- Arekhi, S. 2011. Modeling spatial pattern of deforestation using GIS and logistic regression: a case study of northern Ilam forests, Ilam province, Iran, *African Journal of Biotechnology*, 10,(72), 16236–16249.
- Arekhi, S., 2015. Application of Landscape Metrics in Assessment of Landuse Changes Trend Using Remote Sensing and GIS, Case Study: Disert Area of Dehloran, *Geography and Development*, 40: 59-68. (In Persian).
- Asgarian, A., Jabbarian Amiri, B. 2015. A survey of the effects of scale on the sensitivity of landscape matrices, *Natural Environment*, 68(3): 431-441.
- Baatz, M, Schape, A., 1999. Object-oriented and multi-scale image analysis in semantic networks. Presented at the 2nd international symposium on operationalization of remote sensing, Enschede, Netherlands.
- Bazyar, M., Bonyad, A., Babaie Kafaki, S., 2013. Study of most element of forest destruction by used the IRS-1C and LANDSAT image in the southern Zagros forest (Case study: Kohkeloeye and Boveirahmad province) . *International journal of Advanced Biological and Biomedical Research (IJABBR)*, 1(1):35-44.
- Bogaert, J., Ceulemans, R., Salvador-Van Eysenrode, D., 2004. Decision Tree Algorithm for Detection of Spatial Processes in Landscape Transformation. *Environmental Management*, 33(1): 62-73.
- Botequilha, L., Ahern. J., 2002. Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning. *Landscape and Urban Planning*, 59(2): 65-93.
- Burchell, R., 1996. Economic and fiscal impacts of alternative land-use patterns. In *The land use decision making process: its role in a sustainable future for Michigan*. pp 9–10, East Lansing, Michigan.
- Dendoncker, N., Bogaert, P., Rounsevell, M. 2006. A statistical method to downscale aggregate land use data, *Journal of Land Use Science*, 1(2): 63-82.
- Drikvand, A., Khosravi, M., Haidarpoure Monfared, A., Ahmadi, A., 2013. Investigation of forest area and density changes in Middle Zagros using aerial photos interpretation and GIS in the various distances of the village (a case study: Kakareza region, Lorestan province). *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 3(8): 42-48.
- Fauth, P.T., Gustafson, E.J., Rabenold, K.N., 2000. Using landscape metrics to model source habitat for Neotropical migrants in the midwestern U.S. *Landscape Ecology*, 15(7): 621–631.
- Gobattoni, F., Pelorosso, R., Leone, A., 2009. Assessing the effects of land use changes on soil erosion: a case study in Central Apennine (Italy). XXXIII CIOSTA - CIGR V Conference, Reggio Calabria, 1719- 1723.
- Hess, G.R, 1994. Pattern and error in landscape ecology: acommentary. *Landscape Ecology*, 9: 3–5.
- Hess, G.R., and Bay, J.M., 1997, Generating confidence intervals for composition-based landscape indexes. *Landscape Ecology*,12: 309–320.
- Hosseini Vardaei, M., Mahinh, A.S., Monavari, S.M., Kheyrikhah Zarkesh, M.M., 2012. Application of Landscape Metrics in Cumulative ImpactAssessment of Road Network on Tree Cover, Natural Environment, Natural Resources of Iran, 65: 2, 139-152. (In Persian).
- Iverson, L., 2007. Adequate data of known accuracy are critical to advancing the field of landscape ecology. In: Wu J, Hobbs R (eds) *Key topics in landscape ecology*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 11–38.
- Jabbarian Amiri, B., Nakane, K., 2009. Modeling the Linkage Between River Water Quality and Landscape Metrics in the Chugoku District of Japan, *Water Resource Management*, 23: 931-956.
- Karami, A., Fegghi, J., 2011. Quantitative evaluation oflandscape measures in the protection of Sustainable land use pattern (Case study: Kohgiloyeh and Boyer Ahmad), *Ecology*, 37: 60. (In Persian).

- Karami, A., Fegghi, J., 2012. Controlling and comparison of north and south zagros land use using landscape ecology approach (case study: provinces of Kurdistan and Kohgiluyeh and Boyer Ahmad). *Town And Country Planning*, 4: 6, 5-34. (In Persian).
- Khazaei, N., Azari Dehkordi, F., 2009. Forest landscape and ecological degradation assessment of sefidrood watershed using landscape ecological metrics, *Environmental Sciences*, 2: 55-64. (In Persian).
- Kiyani, V., Fegghi, J., 2015. Investigation of Land use/cover of Sefidrood Basin Using Landscape Ecology Metrics, *Science and Technology of Environment*, 17: 131-141. (In Persian).
- Liu, Y., Nishiyama, S., Kusaka, T., 2003. Examining Landscape Dynamics at a Watershed Scale Using Landsat TM Imagery for Detection of Wintering Hooded Crane Decline in Yashiro, Japan. *Environmental Management*, 31(3): 365-376.
- Lu, D., Weng, Q., 2007. A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance. *International Journal of Remote Sensing*, 28(5): 823-870.
- Matinfar, H. R., Shadman Roodposhti, M., 2012. Comparisons of object-oriented and pixel-based classification of land use/land cover types based on lansadsat7, ETM+ spectral bands (case study: arid region of iran). *Annals of Biological Research*, 3(8): 4045-4053.
- Michalski, F., Peres, C.A., 2005. Anthropogenic determinants of primate and carnivore local extinctions in a fragmented forest landscape of southern Amazonia. *Biological Conservation*, 124(3): 383-396.
- Mirzayi, M., Riyahi Bakhtiyari, A., Salman Mahini, A., Gholamalifard, M., 2013. Investigating the land cover changes in Mazandaran province using landscape ecology's metrics between 1984 – 2010. *Applied Ecology*, 2(4): 37-54. (In Persian).
- Mokhtari, Z., Soffianian, A.R., Khajeddin, S.J., Ziyaei, H.R., 2012. Quantification of Road Effects on Landscape Pattern of Isfahan City Using Gradient Analysis and Landscape Metrics, *Geographical Research Quarterly*, 27: 1, 17958-17978. (In Persian).
- Moser, D., Zechmeister, H.G., Plutzer, C., Sauberer, N., Wrba, T., Grabherr, G., 2002. Landscape patch shape complexity as an effective measure for plant species richness in rural landscapes. *Landscape Ecology*, 17: 657-669.
- Narumalani, S., Mishra, D., Rothwell, R., 2004. Change detection and landscape metrics for inferring anthropogenic processes in the greater EFMO area. *Remote Sensing of Environment*, 91: 478-489.
- Olsen, L. M., Dale, V., Foster, T., 2006. Landscape patterns as indicators of ecological change at Fort Benning, Georgia, USA. *Landscape and Urban Planning*, 79: 137-149.
- Overgaard, H.J., Ekbom, B., Suwonkerd, W., Takagi, M., 2003. Effect of landscape structure on anopheline mosquito density and diversity in northern Thailand: Implications for malaria transmission and control. *Landscape Ecology*, 18:605-619.
- Paudel, S., Yuan, F., 2012. Assessing landscape changes and dynamics using patch analysis and GIS modeling. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformatic*, 16(66-76).
- Platt, R., Rapoza, L., 2008. An evaluation of an object-oriented paradigm for land use/land cover classification. *The Professional Geographer*, 60: 87-100.
- Salajegheh, B., Monavari, S.M., Karbasi, A., Khorasani, N., Shariat, M., 2014. Analysis of Land Degradation Usin Change Detection and Landscape Metrics (Case Study: Kish Island), *Special Edition of Environmental Research*, 99-110. (In Persian).
- Shao, G., and Wu, J., 2008. On the Accuracy of Landscape Pattern analysis using Remote Sensing data. *Landscape Ecology*, 23: 505-511.
- Talebi Amiri, Sh., Azari Dehkordi, F., Sadeghi, S.H., Soofbaf, S.R., 2009. Study on Landscape Degradation in Neka Watershed Using Landscape Metrics, *Environmental Sciences*, 3(6): 133-144. (In Persian).
- Uuemaa, E., Roosare, J., Mander, U., 2007. Landscape Metrics as Indicators of River Water Quality at Catchment Scale, *Nordic Hydrology*, 38: 2, 125-138.
- Vaz, E., Noronha, T.D., Nijkamp, P., 2014. Explanatory Landscape Metrics for Agricultural Sustainability, *Agroecology and Sustainable Food System*, 39: 92-108.

- Uuemma, E., Mander, U., Marja, R., 2013. Trends in the Use of Landscape Spatial Metrics as Landscape Indicators: A Review, *Ecological Indicator*, 1277-1284.
- Weber, N., 2015. Using Landscape Metrics to assess traffic noise, air pollution and temperature condition, Ph.D Dissertation, 7 April 2015.
- Wu, J., Hobbs, R., 2002. Key issues and research priorities in landscape ecology. *Landscape Ecology*, 17: 355–365.
- Wu, M.Y., Xue, L., Jin, W.B., Xiong, Q.X., Ai, T.C., Li, B.L., 2012. Modeling the Linkage Between Landscape Metrics and Water Quality Indices of Hydrological Units in Sihui Basin, Hubei Province, China: An Allometric Model, The 18th Biennial Conference of International Society for Ecological Modeling, *Procedia Environmental Science*, 13: 2131-2145.
- Zebardast, L., Yavari, A.R., Salehi, E., Makhdoom, M., 2011. Application of effective mesh size metric for the analysis of forest habitat fragmentation inside the defined road effect zone of Golestan national park. *Environmental Studies*, 37(58): 15-20. (In Persian).

