دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "حفاظت زیست بوم گیاهان"
دوره نهم، شماره هجدهم
http://pec.gonbad.ac.ir

علمی-پژوهشی

کاربرد سنجه‌های اکولوژی سیمای سرزمین در تحلیل و کمی‌سازی پوشش زمین در اکوسیستم‌های جنگلی (منطقه مطالعاتی: زیرحوزه دادآباد شهرستان خرم‌آباد)

معصومه منصوری [۱]، ضیاءالدین بادەیان [۲*]، مرتضی قبادی [۳]، رحیم ملک نیا [۴]

[۱] دانشجوی دکتری جنگل‌شناسی، گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم آباد
[۲] استادیار، گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم آباد
[۳] استادیار، گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم آباد
[۴] استادیار، گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم آباد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۴/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۲۶

چکیده

وجود کاربری‌های ناسازگار مهم‌ترین تهدیدات برای اکوسیستم‌های جنگلی و بخصوص تنوع‌زیستی آن‌ها به شمار می‌رود. هدف این تحقیق ارزیابی تخریب سیمای سرزمین در منطقه جنگلی دادآباد شهرستان خرم‌آباد است. بدین منظور، برای کمی نمودن سنجه‌های سیمای سرزمین از نقشه‌های کاربری/ پوشش زمین منطقه جنگلی دادآباد شهرستان خرم‌آباد استفاده شد که برای تهیه آن ابتدا تصاویر ماهواره‌ای لندست (۱۳۶۷، ۱۳۸۲ و ۱۳۹۷) را پیش‌پردازش نموده و سپس طبقه‌بندی با روش نظارت‌شده حداکثر احتمال در محیط نرم‌افزار Terrset 18.31 انجام شد. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که بیشترین میزان تبدیل کاربری را، جنگل داشته است. سطح جنگل در منطقه مطالعاتی که به‌عنوان پوشش گیاهی طبیعی آن به شمار می‌رود از ۳۶/۲۸ درصد (۵۴۲۹/۹۱ هکتار) در سال ۱۳۶۷ به سطح ۳۲/۸۷ درصد (۴۹۱۸/۹۵ هکتار) در سال ۱۳۹۷ کاهش‌یافته است. بر اساس سنجه تعداد لکه، روند افزایش مناطق با کاربری کشاورزی طی دوره اول تا دوره سوم مطالعه بسیار سریع بوده و حدود ۱/۵ برابر شده است. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که بیشترین تخریب و تغییر کاربری/پوشش زمین منطقه در طبقه جنگل رخ داده است. دسترسی به اراضی ملی جنگلی و مراتع و از طرف دیگر نزدیکی به رودخانه خرم رود منجر به توسعه کشاورزی غیر تولیدی شده و متعاقباً با کاهش ظرفیت تولید در این اراضی، خاک برهنه زمین باگذشت سال‌ها افزایش‌یافته و چنین تغییراتی غالباً نتیجه مداخله انسان است، این مورد

*نویسنده مسئول: badehian.z@.lu.ac.ir

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

علاوه بر اثرات منفی بر محیطزیست، باعث افزایش خسارت ناشی از بلایای طبیعی نیز خواهد شد. ازاین‌رو لزوم برنامه‌ریزی و اجرای برنامه‌های بازسازی اراضی و حمایت از اکوسیستم منطقه تأکید می‌گردد.
واژه‌های کلیدی: **متریک، Terrset، ارزیابی، تخریب، لندست**

مقدمه

اکوسیستم‌های جنگلی در صورت مدیریت مطلوب، می‌توانند کارکردهایی ازجمله حفظ فرایندهای اکولوژیکی و حیات‌بخش، تنوع ژنتیکی، فراهم کردن زیستگاه برای گونه‌های حساس و بسیاری خدمات دیگر را عرضه کنند (نادری و همکاران، ۱۳۹۸). وجود کاربری‌های ناسازگار مهم‌ترین تهدید برای چنین اکوسیستم‌هایی به شمار می‌رود (Laurance, 2008; Naveh, 2008 ; زبردست و همکاران، ۱۳۹۰). به‌طوری‌که وجود این کاربری‌ها از طریق تغییر در توزیع فضایی عناصر ساختاری منجر به کاهش پیوستگی در سیمای سرزمین یا میزان سهولت گردش مواد و انرژی می‌شود. سیمای سرزمین یک محدوده همگن است که از مجموعه‌ای از اکوسیستم‌ها با روابط متقابل و به فرم مشابه تکرارشونده تشکیل شده است (Poodat et al., 2017)؛ بنابراین آگاهی از نسبت تغییرات کاربری/پوشش زمین از ملزومات برنامه‌ریزی و مدیریت بهینه منابع طبیعی و محیطزیست به‌شمار می‌آید. در این زمینه داده‌های سنجش‌ازدور به دلیل داشتن ویژگی‌های مانند پوشش وسیع، به هنگام بودن، تکراری بودن، توان تفکیک طیفی، رادیومتریک و مکانی بالا، فرمت رقومی و امکان پردازش رایانه‌ای، از قابلیت بالایی جهت بررسی تغییرات زمانی و مکانی کاربری/پوشش زمین برخوردار هستند (Jensen., 2007). به‌طوری‌که داده‌های مذکور برای مطالعه تغییرات کاربری/پوشش زمین در کوتاه‌ترین زمان، با کمترین هزینه و بیشترین دقت عمل می‌کنند (Letchumy, 2009؛ سبزقبایی و همکاران، ۱۳۹۶).

با مد نظر قرار دادن نکاتی که مطرح شد، یکی از اهداف اصلی اکولوژی سیمای سرزمین، مطالعه ساختار سیمای سرزمین و تأثیرات آن بر فرایندهای اکولوژیکی است (شعبانی و همکاران، ۱۳۹۰). از نقاط قوت این رشته، امکان کمی کردن این ساختار و فرایندهاست. در این راستا سنجه‌های سیمای سرزمین دارای کاربرد در ارزیابی سریع اثرات توسعه می‌باشند و از مطالعه سنجه‌های سیمای سرزمین به‌طور مستقیم می‌توان در آسیب‌پذیری اکوسیستم و نیز تغییراتی که در آن ایجادشده است به‌صورت اعداد کمی شده‌ای نتیجه‌گیری کرد. این اطلاعات به‌خوبی در سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی قابل‌مطالعه بوده و با تصاویر ماهواره‌ای تکمیل می‌شوند، ازاین‌رو دسترسی به تخمین‌هایی از آن‌ها به‌سرعت امکان‌پذیر است (ماهینی، ۱۳۸۶). در اینجا ذکر این نکته ضروری است که این اعداد کمی شده که درنهایت تغییرات سنجه‌های سیمای سرزمین، وضعیت ترمیم و یا آسیب‌پذیری سیمای سرزمین را بیان می‌دارند که به اشکال مختلف قابل تفسیر هستند (شجاعی و همکاران، ۱۳۹۸).

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

به‌عنوان‌مثال این تغییرات در شکل آسیب‌پذیری می‌توانند به‌صورت حذف کامل لکه، کاهش اندازه لکه و افزایش انزوا در بین لکه‌های باقیمانده در اثر تغییر سیمای سرزمین نمود پیدا کنند (حسینی وردئی و همکاران، ۱۳۹۱). در این ارتباط، با استفاده از سنجه‌هایی نظیر شاخص بزرگ‌ترین لکه، تعداد لکه و شکل سیمای سرزمین، الگوی سیمای سرزمین در سواحل جنوب شرقی چین موردبررسی قرارگرفته است و مشخص شد که در طی ۱۹ سال فرایندهایی که منجر به لکه‌شدگی سیمای سرزمین شده‌اند، افزایش‌یافته‌اند (Huang et al, 2010). کارایی و اهمیت سنجه‌های سرزمین در پایش پوشش اراضی جنگلی درگذر زمان در هندوراس اسپانیا (۲۰۰۵) نشان داده است که اراضی جنگلی که شیب کمتری داشته‌اند، بیشتر پاک‌تراشی شده و با کاربری‌هایی چون کشاورزی جایگزین شده‌اند (کیانی و فقهی، ۱۳۹۰). در برخی مطالعات نیز تحلیل تغییرات سیمای سرزمین یکی از اصلی‌ترین کارکردهای سنجه‌های سیمای سرزمین به شمار می‌رود.

در نواحی حساس واقع در غرب هیمالیا، ضمن استفاده از این سنجه‌ها، مشخص‌شده که تخریب سیمای سرزمین در این منطقه شکننده و لکه‌شدگی اکوسیستم‌ها از پیامدهای توسعه فعالیت‌های انسانی بوده است و کاهش تراکم جنگل از دیگر پیامدهای فعالیت‌های انسانی در این محدوده بوده است (Ramachandra et al., 2012). در مطالعه‌ای جدیدتر، طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای حوضه Abaya-Chamo Basin در اتیوپی جنوبی نشان داد که بین سال‌های ۱۹۹۵ و ۲۰۱۵، بسیاری از اراضی کشاورزی به مناطق مسکونی تبدیل‌شده‌اند و این نشان‌دهنده تغییر چشمگیر کاربری اراضی در سراسر منطقه بوده است. عمده تغییرات مشاهده‌شده حاکی از کاهش سریع درصد اراضی جنگلی ۲۸/۸۲ ٪ و مرتع طبیعی (۱۳/۱۳٪) و اراضی کشاورزی در دوره اول نسبت به دوره دوم ۱۵ درصد افزایش داشته است. حوضه در سال ۲۰۱۰ نسبت به سال ۱۹۸۵ تکه‌تکه‌تر شده و تکه‌های کمتری به هم وصل شده‌اند. رشد سریع جمعیت، مهاجرت داخلی، تغییر سیاست و تغییر رژیم به‌عنوان نیروهای اصلی محرک تغییرات شناخته شد. تغییرات و روند مرتبط با افزایش قطعه‌قطعه شدن چشم‌انداز در حوضه باعث افزایش فرسایش خاک، حجم رواناب سطح و حمل‌ونقل رسوب در چشم‌انداز و درنتیجه، بر سطح و کیفیت آب دریاچه‌های موجود در طبقه شکاف خورده تأثیر گذاشته است. علاوه بر این، تخریب و تکه‌تکه شدن منطقه با درختچه‌ها و مراتع طبیعی منجر به زوال گیاهان وحشی و حیواناتی که قبلاً در حوضه به‌عنوان گونه شاخص بودند، شده است. بنابراین، اقدامات حفاظتی که با در نظر گرفتن پویایی اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی حوضه موردنیاز و لازم است تا اکوسیستم‌های آبزی و زمینی حوضه از آسیب‌های بیشتر نجات پیدا کند (Yohannes et al., 2018).

در ایران نیز سلاجقه و همکاران (۱۳۹۳)، با تحلیل تخریب سرزمین با استفاده از آشکارسازی تغییرات و سنجه‌های سیمای سرزمین در جزیره کیش نشان دادند که پوشش طبیعی جزیره کیش که

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

دربرگیرنده مراتع مشجر است، به‌طورکلی دستخوش تغییر بوده و کاربری‌های انسان‌ساخت افزایش قابل‌توجهی یافته است. گسترش شبکه جاده‌ای منجر به تخریب سیمای سرزمین شده و توسعه و ساخت بنادر تجاری و صیادی در پهنه ساحلی، سیمای آن را به‌کلی دگرگون ساخته است. تجزیه زیستگاه‌های خشکی و ساحلی، لکه‌شدگی و جایگزینی پوشش طبیعی با کاربری‌های ناسازگار انسانی از اثرات نامطلوب توسعه در جزیره کیش است. یافته‌های این تحقیق بر لزوم توجه بیشتر به بهره‌برداری پایدار از سرزمین و جلوگیری از تخریب آن در این جزیره تأکید دارد. مدل‌سازی آشفتگی مکانی جنگل با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین در بررسی پارک ملی گلستان نشان داد که با انجام استانداردسازی مقادیر سنجه‌ها و تحلیل مؤلفه‌های اصلی، سنجه‌های مؤثر در آشفتگی وزن آن‌ها برای تهیه مدل آشفتگی مکانی تعیین شدند. درنهایت نقشه شاخص آشفتگی جنگل بر اساس مدل تهیه و به چهار طبقه بدون آشفتگی، آشفتگی کم، متوسط و زیاد تقسیم شد. نتایج نشان داد که طبقه‌های یادشده به ترتیب ۴۳/۵۸، ۱۶/۱۵، ۱۹/۹۰ و ۱۵/۴۱ درصد از منطقه را پوشش می‌دهند. با رویکرد مورداستفاده در این پژوهش نقشه آشفتگی مکانی مناطق جنگلی تحت مدیریت را به‌صورت دوره‌ای تهیه و به‌عنوان یکی از ابزارهای پایش به کار برد (شجاعی و همکاران، ۱۳۹۸). سلیمانی و حجتی (۱۳۹۷)، نیز در تحقیق خود به بررسی و کمی سازی تغییرات سنجه‌های سیمای سرزمین با استفاده از سنجش‌ازدور و شاخص‌های تنوع زیستی در منطقه حفاظت دز پرداخته است. پس‌ازآن، نتایج بررسی و مقایسه سنجه‌ها نشان داد که وسعت اراضی دارای پوشش گیاهی در منطقه کاهش‌یافته، درحالی‌که اراضی خاکی روند افزایشی دارد. کاهش وسعت پوشش گیاهی و افزایش اراضی خاکی بیانگر تخریب پوشش طبیعی منطقه طی سال‌های موردمطالعه است. همچنین کاهش سنجه‌های تعداد لکه و سنجه‌های تراکم لکه و افزایش سنجه تراکم حاشیه نشان از افزایش تخریب پوشش‌های طبیعی این منطقه حفاظت‌شده و افزایش مشترک با کاربری‌های اطراف خود دارد و لذا توجه به وضعیت کاربری اراضی و پوشش سرزمین به‌منظور مدیریت مناسب سرزمین ضرورت دارد. آروخی (۱۳۹۴)، کاربرد سنجه‌های سیمای سرزمین در ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی با استفاده از سنجش‌ازدور و GIS را در منطقه دهلران مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که افزایش تعداد لکه‌ها و کاهش میانگین مساحت، شاخص مهم تجزیه بوده و روند تخریب و تجزیه سیمای سرزمین به‌صورت افزایشی است. لذا لزوم توجه به وضعیت کاربری و پوشش سرزمین در منطقه، به‌منظور بهره‌برداری مناسب و پایدار از منابع طبیعی مورد تأکید قرار گرفت. جاپلقی و همکاران (۱۳۹۷)، با پایش و تحلیل الگوی سیمای سرزمین در لرستان نشان دادند که از سال ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۳ حدود ۵۱۶۶/۷ کیلومترمربع از جنگل‌ها تخریب یافته‌اند، وسعت مناطق مسکونی ۴۷/۷۱ کیلومترمربع افزایش‌یافته و نرخ جنگل‌زدایی نیز در این دوره ۱/۶۸ درصد در سال بوده است. ۴ فرایند حذف، تجمع، ایجاد و دوتکه‌شدن در منطقه رخ داده

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

است. نتایج این تحقیق می‌تواند در سیاست‌گذاری‌های دولت و نیز اتخاذ تمهیدات مدیریتی مورد استفاده قرار گیرد.

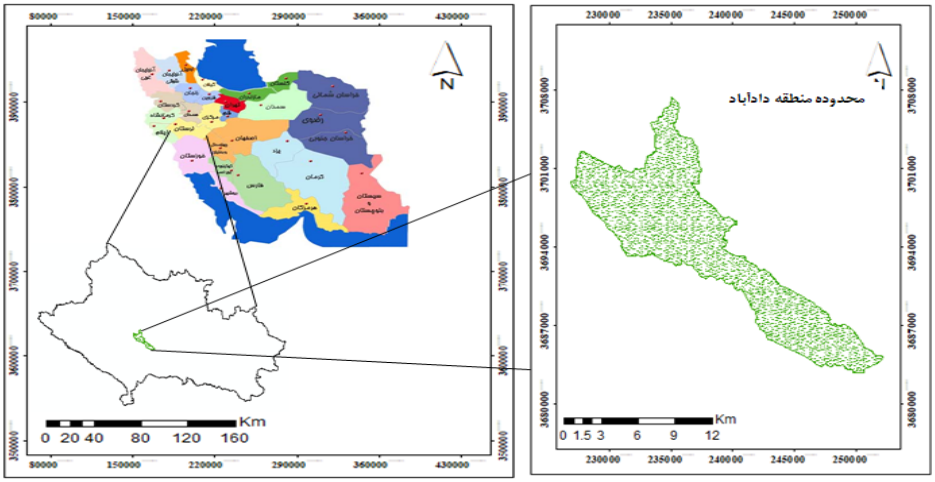
به‌طورکلی مرور پژوهش‌های صورت گرفته با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین نشان می‌دهد که این مطالعات به‌طور عمده در مقیاس حوزه آبخیز و استان صورت گرفته است. در این مورد بررسی پیشینه تحقیق و مرور منابع نشانگر آن است که تنها در زمینه پایش و تحلیل الگوی سیمای سرزمین با کاربرد سنجش‌ازدور در لرستان، مطالعاتی انجام‌شده است. اما مطالعه جامعی در قالب کمی‌سازی ساختار سیمای سرزمین بر پایه سنجش‌ازدور و بحث اکولوژی سیمای سرزمین در محدوده جنگلی حفاظت‌شده دادآباد که طی سال‌های گذشته در اثر بهره‌برداری بی‌رویه دچار تخریب با منشأ انسانی در سطح وسیع و حتی ایجاد پدیده خشکیدگی در سطح منطقه شده، انجام نگرفته است. بنابراین پژوهش حاضر به تحلیل و کمی‌سازی تغییرات کاربری اراضی در منطقه و سنجش پیوستگی این اکوسیستم جنگلی ارزشمند با کاربرد سنجه‌های سیمای سرزمین می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه جنگلی دادآباد با مساحت ۱۴۹۶۳ هکتار در محدوده جغرافیایی ″۲۳°۱۶′۶۴ تا ″۲۴°۳۲′۶۰ طول شرقی و ″۳۶°۸۳′۳ تا ″۳۷°۶۸′۹۰ عرض شمالی واقع‌شده است. این منطقه در ۳۵ کیلومتری جنوب شهرستان خرم‌آباد قرار دارد. متوسط بارندگی این منطقه ۵۶۱/۴۳ میلی‌متر و حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته منطقه، ۷۷/۸۴ میلی‌متر است. اقلیم منطقه مطالعاتی متأثر از ارتفاعات منطقه و سیستم‌های مدیترانه‌ای است و طبق مدل آمبرژه از نوع اقلیم نیمه‌خشک است. به‌طورکلی ارتفاع حوزه ۱۴۵۰ متر از سطح دریا است (مرادزاده و همکاران، ۱۳۹۰). در این منطقه گونه بلوط ایرانی (*Quercus brantii*) گونه غالب است. شکل (۱) موقعیت جغرافیایی منطقه موردمطالعه را نشان می‌دهد.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه موردمطالعه

داده‌های جمع‌آوری‌شده

به‌منظور بررسی تغییرات اکوسیستم جنگلی در منطقه موردمطالعه، ابتدا نقشه منطقه از تصاویر ماهواره‌ای لندست با تفکیک مکانی ۳۰ متر مربوط به دوره‌های زمانی منتخب شامل ۱۳۶۷، ۱۳۸۲ و ۱۳۹۷ استخراج شد تا در تحلیل ساختاری با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین مورداستفاده قرار گیرد (جدول ۱). بر طبق کاربری‌های موجود در منطقه، ۵ طبقه کاربری شامل اراضی جنگلی، کشاورزی، بایر، مرتعی، انسان‌ساخت و یک طبقه شبکه‌های راه‌های دسترسی (اداره کل راه و شهرسازی استان لرستان، ۱۳۹۷) در نظر گرفته شد. نمونه‌های آموزشی بر اساس بازدیدهای میدانی، ایجاد ترکیبات رنگی کاذب، استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر Google Earth، به‌صورت تصادفی در کاربری‌های مختلف شامل اراضی جنگلی، کشاورزی، بایر، مرتعی، انسان‌ساخت و شبکه‌های راه‌های دسترسی جمع‌آوری شد. در این تحقیق از ۷ متریک سیمای سرزمین به علت توانایی آن‌ها در تفسیر ترکیب و توزیع فضایی عناصر ساختاری در سیمای سرزمین استفاده شده است (www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html).

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

جدول ۱- مشخصات تصاویر ماهواره‌ای مورداستفاده برای منطقه دادآباد

سنجنده	ردیف	گذر	منبع	تاریخ
TM	۱۶۶	۰۳۷	WGS84	۳۱-۰۳-۱۳۶۷
ETM^{+}	۱۶۶	۰۳۷	WGS84	۱۵-۰۳-۱۳۸۲
OLI	۱۶۶	۰۳۷	WGS84	۱۸-۰۳-۱۳۹۷

پیش‌پردازش تصاویر ماهواره‌ای

در این مرحله تصاویر از نظر وجود خطاهای هندسی، اتمسفری و رادیومتریک مورد بررسی قرار گرفت. به‌منظور تصحیحات هندسی تصاویر به‌دست‌آمده از ماهواره برای اینکه قابلیت کاربرد در محیط GIS را داشته باشند نیاز به مرجع زمینی دارند. برای این منظور از نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و سیستم مختصات UTM استفاده شد، به‌این‌ترتیب که ابتدا ۲۰ نقطه کنترلی پراکنده در سطح منطقه روی نقشه توپوگرافی (دارای سیستم مختصات طول و عرض) تعیین‌شده سپس این نقاط تبدیل به سیستم متریک (UTM) شده و بر روی تصاویر تعریف گردیدند. ریشه مربع خطا برابر ۰/۷۸۳پیکسل محاسبه شد. برای رفع خطای راه‌راه‌شدگی رادیومتریک در تصاویر از افزونه Landsat Gapfill و بر اساس اطلاعات موجود در تصاویر ماهواره‌ای فرایند تصحیح اثر اتمسفر از افزونه FLASH، در نرم‌افزار Envi 5.3 استفاده شد.

تهیه نمونه‌های تعلیمی

در تحقیق حاضر ۱۰۰ نمونه تعلیمی از منطقه برداشت شد که ۷۰ نمونه جهت طبقه‌بندی و ۳۰ نمونه جهت تست دقت استفاده شد. قابل ذکر است که پلی‌گون‌های نمونه‌های تعلیمی با استفاده از نرم‌افزار Map Source از دستگاه (GPS) تخلیه و به‌صورت Shape file وارد سیستم اطلاعات جغرافیایی شدند.

طبقه‌بندی تصاویر

در این تحقیق از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده حداکثر احتمال استفاده شد. از میان روش‌های طبقه‌بندی نظارت‌شده، روش حداکثر احتمال به‌عنوان دقیق‌ترین و پراستفاده‌ترین روش ذکر شده است (شجاعیان و همکاران، ۱۳۹۳). برای این منظور نمونه‌هایی برای هر پوشش در تصویر دیجیتالی مشخص گردید. این نمونه‌ها Training site نامیده می‌شوند. به‌طورکلی طبقه‌بندی بر اساس نمونه‌های آموزشی است که با امضاهای طیفی به نرم‌افزار معرفی شده است. نرم‌افزار طبقه‌بندی‌کننده تصویر

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

ماهواره‌ای، با ارزیابی واریانس و کواریانس کلاس‌ها عمل می‌کند؛ به این صورت که میزان تشابه هر کلاس به داده‌های تعلیمی را مشخص کرده و بر آن اساس طبقه‌بندی را انجام می‌دهد. برای این کار فرض بر این است که همه مناطق آموزشی از پراکنش نرمال برخوردارند. در این تحقیق برای تعیین انواع پوشش زمین، ابتدا شاخص NDVI ساخته شد و سپس طبقه‌بندی گردید.

ارزیابی صحت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای

بعد از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای با استفاده از نمونه‌های تعلیمی که در روند طبقه‌بندی دخالت داده نشده‌اند، اقدام به ارزیابی صحت تصویر طبقه‌بندی شد. در تحقیق حاضر از ضرایب صحت کلی و ضریب کاپا استفاده شد. ضریب دقت طبق رابطه زیر به دست می‌آید:

$OA=1/N\sum P_{ii}$ رابطه ۱

در این رابطه OA دقّت کلی، N تعداد پیکسل‌های آزمایشی $\sum Pii$ جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا. به دلیل ایرادات وارده به دقّت کلی در محاسبات اجرایی که مقایسه دقت طبقه‌بندی مورد توجه است، از شاخص کاپا استفاده می‌شود، چرا که ضریب کاپا پیکسل‌های نادرست طبقه‌بندی شده را نیز مدنظر قرار می‌دهد. ضریب کاپا از رابطه زیر محاسبه شد:

$Kappa=PO-PC/1-PC\times100$ رابطه ۲

که در رابطه بالا po پیکسل‌های درست طبقه‌بندی شده مشاهداتی و pc توافق مورد انتظار در مورد پیکسل‌ها می‌باشد.

مدل‌سازی تغییرات کاربری/پوشش زمین

در این تحقیق برای آشکارسازی و پیش‌بینی تغییرات کاربری/پوشش زمین جنگلی از مدل LCM (Land Change Modeler) در محیط نرم‌افزار Terrset 18.31 استفاده شد. این مدل شامل سه جزء است: زیر مدل نیاز تغییر، زیر مدل پتانسیل انتقال و زیر مدل تخصیص تغییر. زیر مدل نیاز تغییر به تعیین میزان تغییری که طی دوره خاصی از زمان رخ خواهد داد مربوط می‌شود. نتایج این مرحله در یک ماتریس احتمال انتقال که میزان تغییر از یک طبقه کاربری را به نوع دیگر تعیین می‌کند، خلاصه می‌شود. مدل‌سازی پتانسیل انتقال نیز پتانسیل انتقال از یک کاربری (مثل جنگل) به کاربری دیگر (نظیر کشاورزی) را با توجه به متغیرهای مورداستفاده(مدل رقومی ارتفاع، شیب، راه‌های دسترسی، اراضی کشاورزی و ..) مدل می‌کند. زیر مدل تخصیص تغییر نیز یک فرآیند تصمیم سازی است. به‌منظور آشکارسازی تغییرات، نقشه‌های کاربری اراضی (۱۳۶۷، ۱۳۸۲ و ۱۳۹۷) و متغیرهای مستقل

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

مدنظر وارد محیط مدل شده و تغییرات کاربری اراضی بین سال‌های ۱۳۶۷ تا ۱۳۸۲، ۱۳۸۲ تـا ۱۳۹۷ محاسبه شد. پس از آشکارسازی تغییرات تبدیل و تغییر هر کاربری به کاربری دیگر مشخص گردید.

بررسی تغییرات سنجه‌های سیمای سرزمین

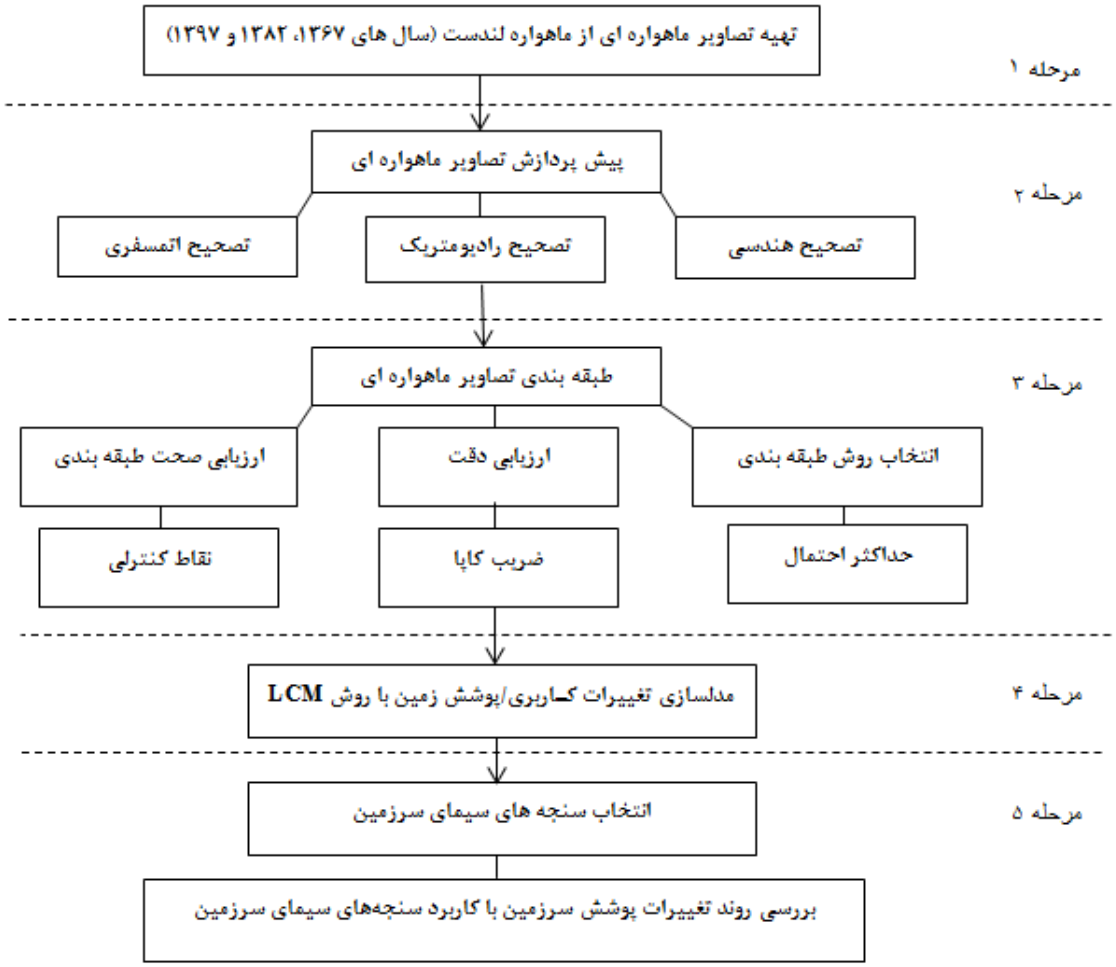
تجزیه وتحلیل نتایج سنجه‌های سیمای سرزمین با بررسی قابلیت هر یک از آن‌ها در آشکارسازی رونـد تغییرات انجام می‌شود تا سنجه‌های مناسب‌تر برای مشاهده بهتر تغییرات مشخص گردد. توانایی بـرای تشریح کمی ساختار سیمای سرزمین، پیش‌شرط مطالعه عملکرد و تغییر ساختار در سـیمای سـرزمین است و سنجه‌های مختلفی برای نیل به هدف، در اکولوژی سیمای سرزمین مورداستفاده قرار می‌گیـرد. لیست سنجه‌های مورداستفاده در این تحقیق در جدول ۱ آمده است. محاسبات مربوط به سـنجه‌هـای سیمای سرزمین با استفاده از نرم‌افـزار Fragstats نسـخه ۱/۴ صـورت گرفتـه اسـت. نتـایج حاصـل از محاسبات سنجه‌ها به تفکیک سال و انواع طبقات کاربری و پوشش اراضی در جدول (۲) ارائه‌شده است. در این بررسی پایه اصلی برای محاسـبه سـنجه‌های سـیمای سـرزمین، نقشـه‌های کـاربری اراضـی در نرم‌افزار Fragstats بوده است. سطح کلاس به‌وسیله این نرم‌افزار برای آنالیز و درک سنجه‌های سیمای سرزمین در سطح کلاس انجام شد. در این زمینه سـعی شـد دسـته‌ای از سـنجه‌ها بـرای درک بهتـر و توصیف دینامیک اکوسیستم‌ها و ساختار چشم‌انداز بکار گرفته شود. جدول (۴)، مرتبط‌ترین سنجه‌های چشم‌انداز را در سطح کلاس، برای کل منطقه موردمطالعه و برای کلاس‌های که بیشـترین تغییـرات را داشتند، نشان می‌دهد.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

جدول ۲- سنجه‌های مورداستفاده در تحلیل سرزمین منطقه دادآباد

نام فارسی	نام سنجه	علامت اختصاری	واحد	نوع سنجه	محدوده تغییرات
درصد پوشش سرزمین	Percentage of land	PLAND	٪	ترکیب	$0 < PLAND \leq 100$
سنجه بزرگترین لکه	Largest patch index	LPI	٪	ترکیب	$0 < LPI \leq 100$
تعداد لکه	Number of patche	NP	-	شکل	$NP > 1$
شکل سیمای سرزمین	Landescape shape index	LSI	-	شکل	$LSI \geq 1$
شاخص از هم گسستگی	Discontinuity index	MESH	هکتار	ترکیب	مساحت پهنه ≤مساحت کل چشم‌انداز MESH ≤
تراکم لکه	Patch density	PD	متر در ۱۰۰ هکتار	ترکیب	$P > 0$
مساحت طبقه	Class area	CA	هکتار	ترکیب	$CA > 0$

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]



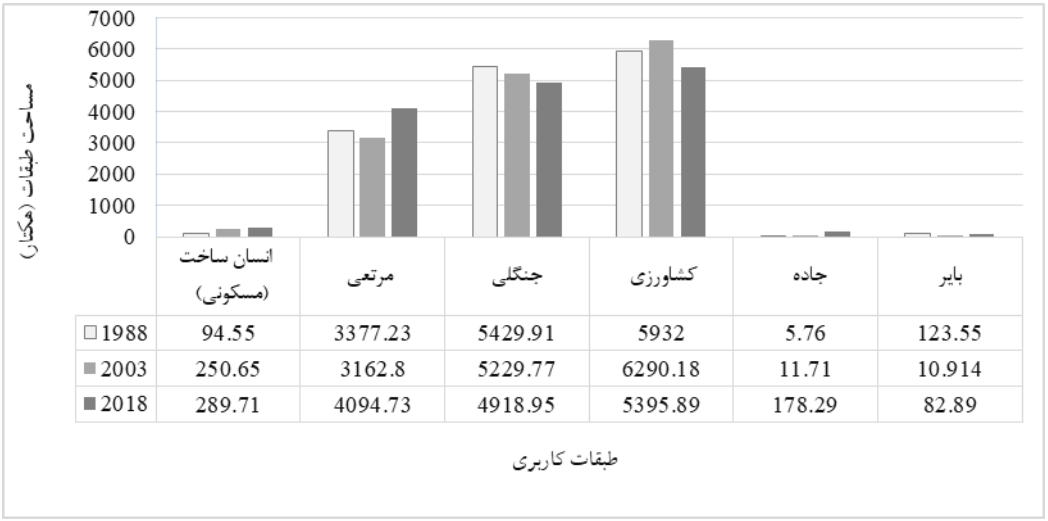
شکل ۲- فلوچارت مراحل انجام پژوهش

نتایج

بررسی روند تغییرات پوشش سرزمین با کاربرد تصاویر ماهواره‌ای

در شکل ۲، نتایج حاصل از بررسی و مقایسه مساحت طبقات مختلف کاربری اراضی طی یک دوره سی‌ساله ارائه شده است. در ادامه در جدول ۳ به نتایج ارزیابی دقت تصاویر طبقه‌بندی‌شده طی سال‌های مختلف (۱۳۶۷، ۱۳۸۲ و ۱۳۹۷) اشاره شده است.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]



	انسان ساخت (مسکونی)	مرتعی	جنگلی	کشاورزی	جاده	بایر
1988	94.55	3377.23	5429.91	5932	5.76	123.55
2003	250.65	3162.8	5229.77	6290.18	11.71	10.914
2018	289.71	4094.73	4918.95	5395.89	178.29	82.89

شکل ۲- نمودار تغییر کاربری‌ها طی بازه زمانی ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۷

جدول ۳- نتایج ارزیابی دقت تصاویر سال‌های (۱۳۶۷، ۱۳۸۲ و ۱۳۹۷)

سال	سنجنده	صحت کلی (٪)	ضریب کاپا
۱۳۶۷	TM	۹۳/۲	۰/۸۵
۱۳۸۲	ETM^{+}	۹۴/۴	۰/۸۷
۱۳۹۷	OLI	۹۰/۴	۰/۸۸

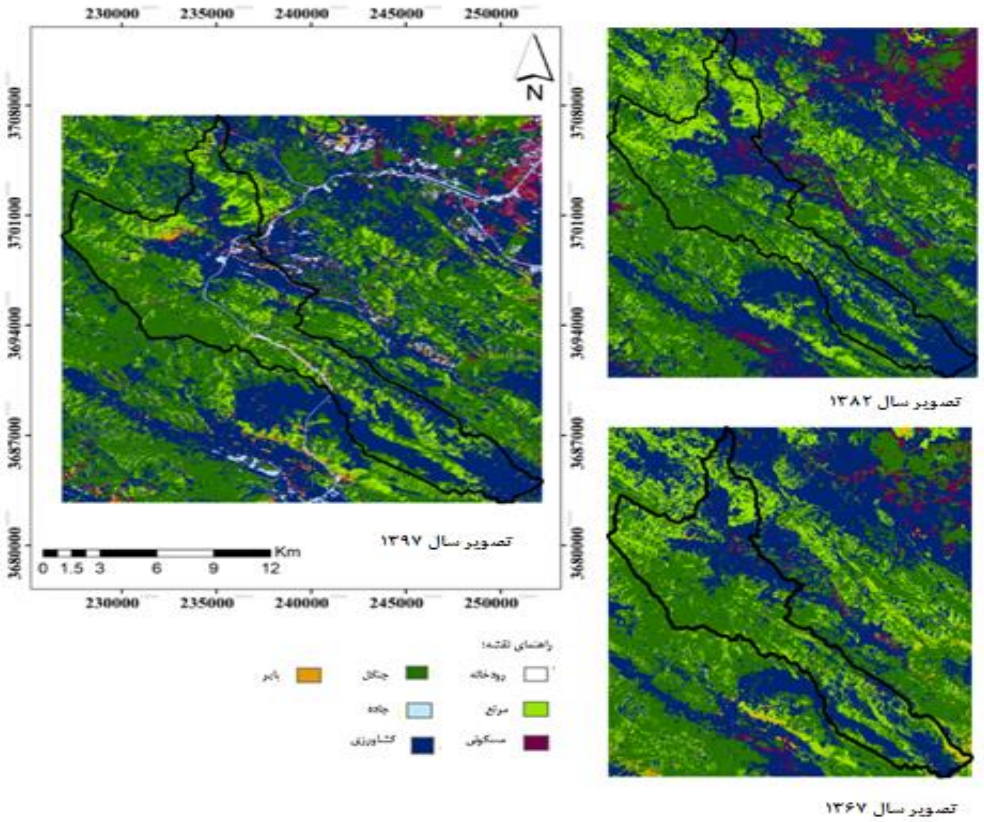
برای سنجش درستی طبقه‌بندی از روش‌های ضریب کاپا و دقت کلی بهره‌گیری شده است که نتایج آن در جدول (۳) ارائه شده است.

نتایج فرایند آشکارسازی تغییرات

نتایج حاصل از بررسی آشکارسازی تغییرات تصاویر ماهواره‌ای طی دوره مورد بررسی در منطقه جنگلی دادآباد (شکل ۲) نشان می‌دهد که سطح جنگل در منطقه دادآباد که به‌عنوان پوشش گیاهی طبیعی آن به شمار می‌رود از ۳۶/۲۸ درصد در سال ۱۳۶۷ به میزان ۳۲/۸۷ درصد در سال ۱۳۹۷ کاهش‌یافته است. علاوه بر این وسعت اراضی با کاربری مرتع در دوره مشابه از ۲۲/۵۷ درصد به ۲۷/۳۸ درصد

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

افزایش‌یافته است. اراضی کشاورزی منطقه از ۵۹۳۲/۲۷ هکتار در سال ۱۳۶۷ تا ۶۲۹۰/۹۱ هکتار در سال ۱۳۸۲ افزایش و تا میزان ۵۳۹۵/۸۹ هکتار در سال ۱۳۹۷ کاهش پیداکرده است که مساحت این کاربری به ترتیب ۳۹/۹۸، ۴۲/۰۸ و ۳۶/۰۶ درصد از کل منطقه را شامل می‌شود. در این پژوهش نقشه تغییرات کاربری اراضی تغییریافته و بدون تغییر نیز استخراج گردیده است که نشان می‌دهد از سال ۱۳۶۷ طی ۳۰ سال گذشته دستخوش تبدیل و تغییر بوده‌اند که با توجه به مساحت منطقه (۱۴۹۶۳ هکتار) و کسر اراضی تغییرنیافته در فاصله زمانی مدنظر) آهنگ تغییر بالا (۷۳ درصد) در منطقه دادآباد نشانگر پویایی روند تغییرات و سرعت قابل‌توجه این فرایند است.



شکل ۲- نقشه‌های پوشش سرزمین حاصل از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای؛ (۱) نقشه پوشش سرزمین سال ۱۳۶۷. (۲) نقشه پوشش سرزمین سال ۱۳۸۲ و (۳) نقشه پوشش سرزمین سال ۱۳۹۷.

بررسی روند تغییرات پوشش سرزمین با کاربرد سنجه‌های سیمای سرزمین

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

در جدول ۴، نتایج بررسی و مقایسه سنجه‌های سیمای سرزمین در طی سی سال و سه سری زمانی ۱۳۶۷ تا ۱۳۸۲ و ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۷ ارائه شده است. به‌طورکلی شاخص تعداد لکه (NP) برای اندازه‌گیری میزان گسستگي کلاس‌ها به کار می‌رود که در این پژوهش بیش‌ترین تعداد لکه (NP) برای دو سال ۱۳۶۷ و ۱۳۸۲ مربوط به کاربری مرتعی (به ترتیب برابر با ۲۴۹۸ و ۲۰۲۱ عدد) و در سال ۱۳۹۷ مربوط به کاربری کشاورزی (با ۲۳۰۲ عدد) است. بر اساس شاخص تعداد لکه، تعداد مناطق با کاربری کشاورزی طی دوره اول تا سوم رشد چشمگیری داشته است، به‌طوری‌که در انتهای دوره حدود ۲/۵ برابر افزایش نشان می‌دهد. روند توسعه زیرساخت‌ها طی بازه زمانی ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۷ همچنان افزایشی بوده اما طی دهه گذشته از رشد سریع‌تری برخوردار بوده است. به‌بیان‌دیگر برای زیرساختی مانند جاده، رشد تعداد لکه طی دوره دوم مطالعه بیشتر بوده که در طی دوره سوم روند افزایش آن همچنان ادامه داشته است.

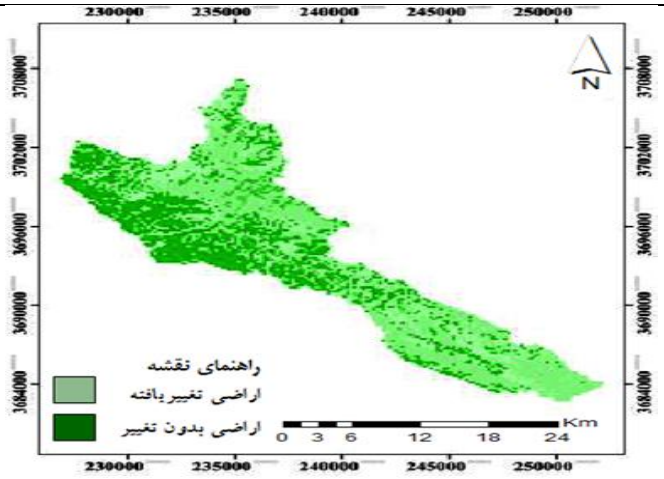
بررسی تعداد لکه‌های مربوط به اراضی بایر نیز نشان‌گر روند افزایش آن است به‌نحوی‌که طی دوره اول از ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۸ بیش از ۱/۵ برابر افزایش نشان می‌دهد. سرعت افزایش کاربری اراضی بایر در دوره دوم مطالعات کمتر شده است اما به‌طورکلی افزایش‌یافته است. بزرگ‌ترین اندازه لکه (LPI) و برحسب هکتار برای دو سال ۱۹۸۸ و ۲۰۰۳ مربوط به طبقه جنگل (به ترتیب برابر با ۵/۶ و ۴/۹۱) و برای سال ۲۰۱۸ مربوط به کاربری انسان‌ساخت (۰/۰۲۷) بود. مقادیر به‌دست‌آمده برای شاخص از هم گسستگی (MESH) نشان داد که برای سال ۱۹۸۸ بیشترین مقدار مربوط به طبقه جنگل (برابر با ۱۹۹/۴) و برای دو سال ۲۰۰۳ و ۲۰۱۸ مربوط به اراضی کشاورزی (به ترتیب برابر با ۲۲۸ و ۸۳/۸۱) است. برای شاخص شکل سیمای سرزمین (LSI) اراضی مرتعی دارای بیشترین مقدار برای سه دوره (به ترتیب ۷۲/۷، ۶۱/۹۳ و ۵۸/۰۲) و اراضی بایر دارای کمترین مقدار (۱۳/۹۸، ۴/۷۹ و ۲۱/۲۰) طی همین مدت می‌باشد. در پایان، شاخص تراکم لکه (PD) نشان داد که در دو کاربری مرتع برای سال‌های ۱۹۸۸ و ۲۰۰۳ (به ترتیب با ۳/۹۹ و ۳/۱۸) و کاربری کشاورزی برای سال ۲۰۱۸ (۳/۶۸) بالاترین مقدار و زیرساختی نظیر جاده در سال ۲۰۰۳ (۰/۰۲) کمترین مقدار را دارد.

در ادامه نقشه اراضی تغییریافته و بدون تغییر در بازه زمانی سی‌ساله با مدل بررسی تغییرات زمین در نرم‌افزار Terrset در شکل ۳ آمده است.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

جدول ۴- نتیجه سنجه‌های محاسبه‌شده طی سال‌های ۱۳۶۷، ۱۳۸۲ و ۱۳۹۷

		سنجه‌ها						
سال	طبقه کاربری	درصد پوشش سرزمین (۰/۰)	بزرگ‌ترین اندازه لکه (۰/۰)	تعداد لکه (بدون واحد)	شکل سیمای سرزمین (بدون واحد)	شاخص از هم گسستگی (هکتار)	تراکم لکه (متر در ۱۰۰ هکتار)	مساحت طبقه (هکتار)
۱۳۶۷	اراضی مسکونی	۰/۱۶۷	۰/۰۲۸	۲۶۹	۱۸/۶۵	۰/۰۰۷	۰/۴۳	۱۰۴/۳
	مرتع	۵/۵۱	۰/۹۶	۲۴۹۵	۷۲/۷	۹/۶۲	۳/۹۹	۳۴۴۱
	اراضی جنگلی	۸/۶۳	۵/۶	۱۲۰۰	۴۲/۸۰	۱۹۹/۴	۱/۹۷	۵۳۸۹
	اراضی کشاورزی	۹/۴۵	۴/۲۳	۱۵۴۱	۴۲/۵۸	۱۴۶/۱	۲/۴۶	۵۹۰۰
	اراضی بایر	۰/۲	۰/۰۲۱	۱۴۶	۱۳/۹۸	۰/۰۱۲	۰/۲۳	۱۲۷/۸
۱۳۸۲	اراضی مسکونی	۰/۴۲	۰/۹۵۵	۴۴۶	۲۳/۷۰	۰/۰۷۱	۰/۷۱	۲۶۸/۱
	مرتع	۵/۱۱	۱/۱۹	۲۰۲۱	۶۱/۹۳	۱۳/۲۷	۳/۲۲	۳۲۰۴/۴
	اراضی جنگلی	۸/۳۱	۴/۹۱	۱۲۹۹	۴۵/۳۶	۱۵۶/۳۷	۲/۰۷	۵۲۰۸/۶
	اراضی کشاورزی	۹/۹۸	۴/۶۴	۱۶۷۷	۴۷/۴۱	۲۲۸/۲۸	۲/۶۷	۶۲۵۷/۲
	اراضی بایر	۰/۰۲	۰/۰۰۳	۵۸	۸/۰۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۹	۱۲/۶۹
	جاده	۰/۰۱۹	۰/۰۰۵	۱۴	۴/۷۹	۰/۰۰۰۴	۰/۰۲	۱۱/۹۷
۱۳۹۷	اراضی مسکونی	۰/۴۶	۰/۰۲۷	۶۹۳	۳۱/۶۶	۰/۰۱۵	۱/۱۰	۲۸۹/۷۱
	مرتع	۶/۵۵	۰/۹۳	۱۷۰۲	۵۸/۰۲	۱۰/۴۷	۲/۷۲	۴۰۴۹/۷۳
	اراضی جنگلی	۷/۸۷	۲/۰۱	۱۲۴۹	۴۳/۷۴	۴۹/۷۶	۲	۴۹۱۸/۹
	اراضی کشاورزی	۸/۱۴	۲/۲۶	۲۳۰۲	۴۶/۷۱	۸۳/۸۱	۳/۶۸	۵۳۹۵/۸
	اراضی بایر	۰/۲۸	۰/۱۷۵	۱۸۴	۱۸/۲۲	۰/۱۹	۰/۲۹	۸۲/۸۹
	جاده	۰/۲۹	۰/۰۵	۳۵۱	۲۱/۲۰	۰/۰۲۲	۰/۵۶	۱۷۸/۲۹



شکل ۳- نقشه اراضی تغییریافته و بدون تغییر طی بازه زمانی ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۷

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر، به‌منظور ارزیابی و مدل‌سازی روند تغییرات سیمای سرزمین و گستره جنگلی مورد مطالعه در زاگرس، تصاویر سال‌های ۱۳۶۷، ۱۳۸۲ و ۱۳۹۷ ماهواره لندست مربوط به منطقه جنگلی دادآباد مورد تجزیه وتحلیل قرار گرفت. در ادامه تغییرات در طبقات کاربري از لحاظ الگوهاي سیماي سرزمین و با استفاده از سنجه‌های سیماي سرزمین بررسي شد. نکته حائز اهمیت در اینجا این است که در گذشته تیپ غالب منطقه را جنگل پوشانیده بود ولی به‌تدریج با دخالت‌های انسانی، تغییر کاربری رخ داده و اشکال دیگر کاربری‌ها شکل گرفته‌اند. بایستی توجه کرد که داشتن بستر جنگل، مزیتی برای حفاظت و توسعه تنوع زیستی منطقه است، زیرا جنگل به‌عنوان عالی‌ترین بوم‌سازگان طبیعی، خاستگاه بسیاری از گونه‌های گیاهی و جانوری است (نظرنژاد و همکاران، ۱۳۹۷). در اکوسیستم جنگلی منطقه کاهش وسعت کاربری جنگلی حوزه و روند افزایشی کاربری کشاورزی، مرتع، اراضی انسان‌ساخت (مسکونی) و زیرساخت‌ها (جاده) بیانگر تخریب کلی در منطقه و جایگزینی کاربری‌های تضعیف‌کننده در منطقه به میزان ۲۳/۰۲ درصد است. مضافاً اینکه، در هر دوره کاربری‌های مذکور، بخش عمده چشم‌انداز در منطقه موردمطالعه را تشکیل می‌دهند که نشان‌دهنده افزایش تراکم جمعیت و افزایش فشار انسانی در عرصه موردمطالعه است. این نتایج در راستای یافته‌های پژوهش سلیمانی و حجتی (۱۳۹۷) که به بررسی و کمی سازی تغییرات سنجه‌های سیمای سرزمین در منطقه حفاظت‌شده دز می‌پردازند، و نظرنژاد و همکاران (۱۳۹۷) که به تحلیل تغییرات زمانی مکانی اراضی جنگلی پردانان پیرانشهر پرداختند، قرار دارد. به‌طوری‌که نویسندگان این روند رو به کاهش اراضی با پوشش گیاهی را زنگ خطری برای توجه بیشتر به شرایط زیستی مناطق حفاظت‌شده می‌دانند.

نتایج نشان می‌دهد که تعداد لکه‌های انسان‌ساختی مانند مناطق مسکونی، اراضی کشاورزی و زیرساخت‌ها در کل دوره مطالعه روندی افزایشی داشته است که بالاترین میزان سنجه سطح کلاس در هر دوره مربوط به طبقه کشاورزی بوده است. این یافته هم‌راستا با نتایج مطالعه محمدی‌جو و همکاران (۱۳۹۷) که به ارزیابی روند تغییرات سیمای سرزمین مناطق حفاظت‌شده شهر لاهیجان با استفاده از مفاهیم و سنجه‌های سیمای سرزمین می‌پردازد، قرار دارد. در این پژوهش نیز نویسنده دلایل افزایش کاربری ساخت‌وساز را افزایش تراکم جمعیت، فشار انسانی و صرفه اقتصادی بیشتر فعالیت‌های عمرانی در مقایسه با نگهداری و حفاظت از پوشش‌های طبیعی می‌داند. در مطالعه حاضر، به‌طور میانگین حدود ۵۸۵۱ هکتار از سیمای سرزمین به زمین‌های کشاورزی اختصاص‌یافته (با میانگین ۹/۱۹ درصد برای سه دوره موردمطالعه) است. درواقع در بازه زمانی نزدیک به سال ۱۳۸۲ که اراضی مرتعی کاهش یافته است، بهره‌برداری از اراضی ملی منطقه به‌عنوان اراضی کشاورزی در بالاترین حد خود قرار داشته است و این اتفاق می‌تواند به دلیل افزایش بارندگی در این دوره زمانی و ایجاد

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

شرایط مطلوب منطقه جهت کشت دیم در سطح وسیع را به دنبال داشته است. در سال‌های بعد همچنین در دوره ۱۳۹۷ تغییرات چندجانبه‌ای رخ داده است بخشی از منابع به اراضی ملی برگشت خورده‌اند. برخی دیگر در اثر جاده‌سازی گسترده در منطقه تغییر کاربری پیدا کردند و برخی نیز به زمین بایر تبدیل شدند دراین بین بیشترین تبدیل اراضی به بحث جاده‌سازی رخ داده ست. همچنین طبق مستندات اداره کل آبخیزداری، اجرای طرح‌های توسعه آبخیزداری منطقه در دوره ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۷ از قبیل بذرپاشی و کپه کارهای وسیع انجام‌شده به افزایش سطوح مرتعی منطقه کمک شایانی کرده است، از طرفی کنترل و پیشگیری از کاشت اراضی شیب‌دار و تهیه طرح‌های کاداستر حقوقی برای جلوگیری از به زیر کشت بردن مناطق ملی به کاهش اراضی کمک کرده است .

با پایش و تحلیل الگوی سیمای سرزمین در منطقه می‌توان اذعان نمود که از سال ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۷ حدود ۵۱۰/۹۶ هکتار از جنگل‌ها از بین رفته‌اند که نرخ جنگل‌زدایی در این دوره ۱۷/۰۳ درصد در سال بوده است. با علم به اینکه سیمای سرزمین با میانگین اندازه لکه کوچک‌تر تخریب‌شده‌تر تلقی می‌شود، بزرگ‌ترین اندازه لکه برای دوطبقه جاده و بایر افزایشی و برای دوطبقه جنگل و کشاورزی کاهشی بوده است. شاخص شکل سیمای سرزمین برای دو کاربری اراضی انسان‌ساخت و جاده روند افزایشی و برای مرتع و جنگل روند کاهشی داشته است. مساحت طبقه نیز برای سه کاربری اراضی انسان‌ساخت، جاده و مرتع افزایشی و برای اراضی جنگل کاهش بوده است. نتایج در این بخش نشان‌دهنده گرایش سیماي این منطقه به ساختار ریزدانه‌ای است (ساختار ریزدانه‌ای از تعداد زیاد لکه در ابعاد کوچک شکل می‌گیرد)، مشابه با تحقیق حاضر نیز مطالعه سیماي استان لرستان در تحقیق جاپقلی و همکاران (۱۳۹۷) به این ساختار گرایش داشته و رشد تعداد لکه‌های انسان‌ساخت در دوره مطالعاتی مؤید این امر است.

مقادیر عددی سنجه تراکم لکه برای اراضی جنگلی، انسان‌ساخت و بایر دارای روند افزایشی و برای کاربری مرتع دارای روند کاهشی است. این نتایج در جهت نتایج پژوهش سلاجقه و همکاران (۱۳۹۳) قرار دارد که مشخص می‌کند، سیمای سرزمین در منطقه جنگلی و حفاظت‌شده جزیره کیش به‌شدت دستخوش تغییر شده است. همچنین تعداد لکه‌های اراضی انسان‌ساخت و تفریحی در کل دوره موردمطالعه افزایش داشته و روند توسعه کاربری اراضی انسان‌ساخت همچنان افزایشی بوده است. از طرفی مؤید یافته‌های تحقیق هاشمی و همکاران (۱۳۹۴) است که روند تغییرات در اکوتون کوهپایه‌ای فلات مرکزی با کاهش فضاهای باز و سبز، و افزایش عرصه‌های ساخت‌وساز همراه بوده است. در ارتباط با مهم‌ترین شاخص موردبررسی یعنی تعداد لکه نیز نتایج نشان‌دهنده افزایش تعداد لکه‌ها برای همه کاربری‌ها به‌جز مرتع بوده است. این نتایج نشان می‌دهد که طي سال‌های بررسی‌شده، الگوي سیماي سرزمین به سمت کاهش پیوستگي و افزایش تکه‌تکه‌شدگي در حال تغییر است و روند

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

تخریب و تجزیه سیماي سرزمین افزایشي بوده است کـــه این مســـئله در مـــورد کاربري جنگل بسیار درخور توجه بوده است. بر اساس مطالعه انجام‌شده در مطالعه جاپقلی و همکاران (۱۳۹۷) پس از تغییر کاربری جنگل به اراضی کشاورزی، این زمین‌ها به علت پایین بودن پتانسیل تولید، بعد از یک یـا چنـد دوره کشت دچار افت بازدهی می‌شوند و درنتیجه انجام فعالیت کشاورزی در این مناطق مقرون‌به‌صـرفه نبـوده و رها می‌شوند. طبق نظر کارشناسـان مرکـز تحقیقـات اسـتان لرسـتان پس از رهاسازي اراضی کشاورزي زمین‌های بدون پوشش رهـا شـده و مراتع جایگزین آن‌هـا می‌شـوند که در تحقیق حاضر نیز می‌توان یکی از علل رشـد مراتـع و یا اراضی بایر را همین امر تلقی نمود. البته این شرایط در مورد همه قطعات صدق نکرده و در مواردی طبق قوانین اراضی ملی زمین موردنظر شناسایی‌شده و باز پس گرفته می‌شـود. مساحت لکـه‌های مناطق مسکونی در روسـتاها نیز پیوسته در حال افزایش است. از این نتایج می‌توان بـه رشد فزاینده کاربری‌های انسانی در منطقـه پی برد که این امر سـنجه‌ای از تخریب سیماي ســـرزمین اســـت. همچنـــین تغییرات مساحت لکه در شـبکه‌های دسترسی همواره روند رو به رشدي داشته است. توسـعه شـبکه‌های دسترســـی بیانگر گسترش نفوذ انسان در طبیعت است که این نفـــوذ، تخریـــب محیط‌زیست را در پـــی داشته و دارد و ایـن یافتـه‌ها در راسـتای مطالعـات کمکـی و آرخـی (Komaki and Arekhi, 2015) و کاستیلو و همکاران (Castillo et al., 2016) قرار دارد.

به‌طورکلی تغییرات رخ‌داده در منطقه موردمطالعه، نشان‌دهنده رشد جمعیت و به دنبال آن توسـعه مناطق انسان‌ساخت، اقتصاد معیشتی وابسته به جنگـل‌هـا در جوامـع محلـی، مـدیریت ضـعیف منـابع جنگلی و مرتعی در کنار عدم توسعه‌یافتگی متناسب با توانمندی‌هـای اکولـوژیکی منطقـه موردمطالعـه است. فعالیت‌های انسانی که عمدتاً باعث تغییر سیمای سرزمین در این منطقه مـی‌گـردد، تحـت تـأثیر عوامل اقتصـادی-اجتمـاعی، تکنولـوژیکی، فرهنگـی و غیـره قـرار دارد. توسـعه زیرسـاخت‌هـا از قبیـل جاده‌سازی، خطوط انتقال گاز، احداث تونل، خطوط برق و تلفن نیز تا حـد زیـادی باعـث تخریـب ایـن منطقه شده است. همچنین تأمین چوب سوخت موردنیاز روستاییان، چـرای مفـرط دام، آتـش‌سـوزی، تبدیل بی‌رویه پوشش جنگلی و پوشش مرتعی به پوشش کشاورزی و منـاطق انسـان‌سـاخت از عوامـل عمده کاهش سطح پوشش جنگل و مرتع در منطقه موردمطالعه بشـمار می‌رونـد. بـا توجـه بـه فاصـله منطقه موردمطالعه از مناطق شهری، پوشش جنگلی و مرتعی پس از عامل تخریب بیشترین پتانسیل را برای تبدیل‌شدن بـه پوشـش کشـاورزی دارد. همچنان که اشـاره شـد، میـزان تکه‌تکـه‌شـدگي در کـاربری کشاورزی بالاترین مقدار است. این نتیجه بدان معناست که ارتبـاط آن‌هـا با مجموعه‌هایشـان قطع‌شده است؛ بنابراین اسـتفاده از منابع تجدیدشـونده باید به نحوی صـورت گیـرد کـه خللـي در موازنه محیط ایجاد نکند، چراکـه عـواملي ازجملـه فرسـایش، تغییرات اقلیمي و دخالت انسانـی این تعـادل را بـه هـم مـی‌زنـد (احمدی میرقائـد و محمـدزاده، ۱۳۹۶). به‌طوری‌کـه تغییر در این منابع بـا

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

تغییر در ساختار سیمای سرزمین در کارکرد اکولوژیک منطقه تأثیرگذار بوده و باید در برنامه‌ریزی سرزمین موردتوجه قرار گیرد (سفیانیان و همکاران، ۱۳۹۶). طبق نظر کارشناسان مرغوبیت و قابلیت زمین برای فعالیت‌های کشاورزی می‌تواند از دلایل دیگر گسترش کشاورزی در منطقه مورد مطالعه باشد. به‌طوری‌که انجام زراعت‌های دیم در زیراشکوب جنگل‌ها، علاوه بر کاهش سطح سالیانه جنگل‌ها، کیفیت درختان منطقه را به‌شدت تحت تأثیر قرار داده و باعث ضعف فیزیولوژیک درختان و حمله آفات و امراض گردیده است. انتظار می‌رود که کاهش سطح پوشش جنگلی و مرتعی مسبب پیامدهای محیطی مانند پدیده گردوغبار، فرسایش شدید خاک، بروز سیل، از بین رفتن آب‌های زیرزمینی و غیره گردد. پدیده تغییر اقلیم و گرم شدن زمین و نیز شیوع پدیده ریزگردها در منطقه نیز در سال‌های اخیر به این مشکلات افزوده است. علاوه بر عوامل طبیعی و غیرطبیعی ذکرشده، سوء مدیریت و نداشتن اطلاعات به‌روز و دقیق از سطح منابع جنگلی و مرتعی از سوی سازمان‌های متولی، زمینه را برای تخریب هر چه بیشتر این منابع ارزشمند فراهم نموده است. از طرفی نادیده گرفتن محدودیت‌ها و توان سرزمین، شدت مشکلات را افزایش داده است. بنابراین افزایش سطح آگاهی افراد جامعه و توجه مدیران به حفظ منابع جنگلی و مرتعی و اعمال مدیریت مؤثر می‌تواند سبب کاهش روند تخریب در منطقه مورد مطالعه گردد. ابزارهای جدیدی که به مرور زمان برای شناسایی و درک وضعیت و نوع تغییرات مورد استفاده قرار می‌گیرند، پدیده‌های طبیعی و مصنوعی سطح زمین را با جدیت ترسیم می‌کنند و همچنین می‌تواند پاسخی برای بسیاری از ابهامات گذشته باشد (مرادزاده و همکاران، ۱۳۹۰).

یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که بیشترین تخریب و تغییر کاربری اراضی در جنگل رخ داده است. اراضی جنگلی در امتداد مراتع و مزارع روستایی واقع‌شده است، که اغلب اوقات معیشت مردم، کشاورزی و دامپروری مردم مهم‌ترین عامل موردتوجه جنگل‌زدایی محسوب می‌شود. دسترسی به اراضی ملی جنگل‌ها و مراتع و از طرف دیگر نزدیکی به رودخانه خرم رود منجر به توسعه کشاورزی غیر تولیدی شده و متعاقباً با کاهش ظرفیت تولید در این اراضی، خاک برهنه زمین با گذشت سال‌ها افزایش می‌یابد چنین تغییراتی غالباً نتیجه مداخله انسان است، علاوه بر اثرات منفی بر محیط زیست، باعث افزایش خسارت در برابر بلایای طبیعی نیز خواهد شد. ازاین‌رو محققان بر لزوم برنامه‌ریزی و اجرای برنامه‌های بازسازی اراضی و حمایت از اکوسیستم منطقه تأکید می‌کنند. به بیانی دیگر مطابق با نتایج این تحقیق استراتژی حفاظت از جنگل‌ها توسط مدیران جنگل، به‌عنوان بهترین روش برای جلوگیری از فرآیند تکه‌تکه‌شدگی سیمای سرزمین محسوب می‌گردد. به بیانی دیگر وضعیت ساختار سیمای سرزمین منطقه مورد مطالعه در شرایط فعلی، به دلیل تخریب و تغییر کاربری‌های گذشته به‌صورت اختلالی و فزاینده است. بنابراین، تجزیه وتحلیل سیمای سرزمین در این تحقیق گویای آثار

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

نامطلوب فعالیت‌های انسانی بر تغییر سیمای سرزمین است و نتایج به‌دست‌آمده از آن اطلاعاتی را در راستای سیاست‌های مرتبط با کاربری سرزمین مانند طرح‌ریزی توسعه و سیاست‌های جنگلداری فراهم می‌کند. از سوی دیگر از پتانسیل نتایج به‌دست‌آمده در تفسیر و پیش‌بینی وضعیت پوشش کاربری اراضی، می‌توان در ارزیابی سرزمین، مطالعات محیط زیست، برنامه‌ریزی و مدیریت یکپارچه در حوزه به‌منظور بهره‌برداری متناسب و منطقی از منابع طبیعی و کاهش تخریب منابع استفاده نمود.

منابع

احمدی میرقائد، ف.، محمدزاده، م. ۱۳۹۶. بررسی و شناسایی عناصر مهم و مؤثر در ارزیابی کیفیت زیبایی‌شناختی انواع سیمای سرزمین. فصلنامه انسان و محیط‌زیست، شماره ۴۲، ص ۷۲-۵۹.

آروخی، ص. ۱۳۹۴. کاربرد متریک‌های سیمای سرزمین در ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی با استفاده از سنجش‌ازدور و GIS مطالعه موردی: منطقه بیابانی دهلران. مجله جغرافیا و توسعه دوره ۱۳، شماره پیاپی ۴۰ ، ص ۶۸-۵۹.

جاپلقی، م.، غلامعلی فرد، م.، شایسته، ک. ۱۳۹۷. پایش و تحلیل الگوی سیمای سرزمین استان لرستان و فرآیند تغییر آن در محیطGIS . مجله محیط‌زیست طبیعی، دوره ۷۰، شماره ۱، ص ۳۶-۱۵.

حسینی وردئی، م.، سلمان ماهینی، ع.، منوری، س. م.، خیرخواه زرکش، م. ۱۳۹۱. کاربرد سنجه‌های سیمای سرزمین در ارزیابی اثرات تجمعی شبکه جاده‌ای بر پوشش درختی. نشریه محیط‌زیست طبیعی، دوره ۶۵، شماره ۲، ص ۱۵۲-۱۳۹.

زبردست، ل.، یاوری، ا.، صالحی، ا.، مخدوم، م. ۱۳۹۰. بررسی تغییرات ساختاری ناشی از جاده در پارک ملی لهستان در فاصله سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۹ با استفاده از متریک‌های اکولوژی سیمای سرزمین. پژوهش‌های محیط‌زیست، ۲(۲):۱۱-۲۰.

سبزقبایی، غ.، جعفرزاده، ک.، دشتی، س.س.، یوسفی خانقاه، ش.، بزم‌آرا بلشتی، م. ۱۳۹۶. آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش‌های سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: شهرستان قائم‌شهر). مجله علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، ۱۹(۳): ص ۱۵۷-۱۴۳.

سفیانیان، ع.، مختاری، ز.، خواجه‌الدین، س.ج.، ضیایی، ح. ۱۳۹۵. آنالیز تغییرات شکل و اندازه کاربری‌های اراضی شهر اصفهان با استفاده از GIS و متریک‌های سیمای سرزمین. مجموعه مقالات ژئوماتیک ۸۹، سازمان نقشه‌برداری کشور، تهران، ۱۱ ص.

سلاجقه، ب.، منوری، س.م.، کرباسی، ع.، خراسانی، ن.، شریعت، س.م. ۱۳۹۳. تحلیل تخریب سرزمین با استفاده از آشکارسازی تغییرات و سنجه‌های سیمای سرزمین، مطالعه موردی: جزیره کیش، ویژه‌نامه پژوهش‌های محیط‌زیست، ۵ (۱۰): ص ۱۱۰۹۹.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

سلیمانی، آ.، حجتی، م. ۱۳۹۷. بررسی و کمی سازی تغییرات سنجه‌های سیمای سرزمین با استفاده از سنجش‌ازدور و شاخص‌های تنوع زیستی (مطالعه موردی: منطقه حفاظت‌شده دز. فصلنامه انسان و محیط‌زیست، شماره ۴۶، ص ۷۶-۶۵.

شجاعی، م.، شایسته، کامران.، عطاییان، ب. ۱۳۹۸. تأثیر الگوهای سیمای سرزمین بر تغییرات دمای شهری در همدان. فصلنامه جغرافیا و پایداری محیط. پیاپی ۳۲: ۱۴۴-۹۹.

شجاعیان، ه.، حمزه، س. حسینی، م. ۱۳۹۳. تجزیه و تحلیل تغییرات زمانی و مکانی کاربری اراضی در پردانان پیرانشهر با استفاده از معیارهای سیمای سرزمین. ۴(۲):۲۴۱-۲۵۵.

شعبانی، ن.، ابرکار، م.، پریور، پ.، کوچک زاده، م. ۱۳۹۰. معرفی و کاربرد رویکرد بوم‌شناسی سیمای سرزمین در مقیاس شهر نمونه موردی: شهر تهران. علوم و تکنولوژی محیط زیست. ۱۲(۴): ۱۹۷-۱۸۵.

کیانی، و.، فقهی، ج. ۱۳۹۰. بررسی ساختار پوشش/کاربری حوزه آبخیز سفیدرود با استفاده از سنجه‌های بوم شناسی سیمای سرزمین. مجله علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، دوره هفدهم، ص ۱۳۱-۱۴۱.

گزارش کارشناسان اداره کل راه و شهرسازی استان لرستان. ۱۳۹۷.

ماهینی، س.ا. ۱۳۸۶. محوطه‌سازی و معیارهای فرسایش به‌عنوان دو شاخص کوچک برای ارزیابی سریع اثرات پروژه‌های عمرانی ، علوم کشاورزی و منابع طبیعی.

محمدی جو، م.، خانمحمدی، م.، هاشمی، س.م. ۱۳۹۷. ارزیابی روند تغییرات سیمای شهر لاهیجان با استفاده از مفاهیم و متریک‌های سیمای سرزمین.پژوهش های جغرافیای برنامه ریزی شهری. دوره ۶، شماره ۱، صفحه ۱۴۸-۱۲۹.

مراد زاده، ف.، بابایی کفاکی.، س.، متاجی، ا. ۱۳۹۰. ارزیابی توان اکولوژیکی توسعه سطحی جنگل با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) (مطالعه موردی: منطقه دادآباد در استان لرستان). تحقیقات منابع طبیعی تجدید شونده، ۲(۴): ۱۱-۲۴.

نادری، م.ح.، ذاکری نیا، م.، سالاری‌جزی، م. ۱۳۹۸. مدیریت بوم‌سازگان‌های آبی و احیای رودخانه‌ها با پیاده‌سازی رژیم جریان زیست‌محیطی. اکو هیدرولوژی، ۶ (۳): ۷۱۹-۷۳۷.

نظرنژاد، ح.، حسینی، م.، سالار، ح. ۱۳۹۷. تجزیه و تحلیل تغییرات زمانی و مکانی کاربری اراضی در پردانان پیرانشهر با استفاده از معیارهای سیمای سرزمین، ۴(۲): ۲۴۱-۲۵۵.

هاشمی ، س. م.، یاوری، ر.، جعفری، ح. ۱۳۹۴. تجزیه و تحلیل مکانی-زمانی از کیفیت محیط مناطق اکوتونال در فلات مرکزی ایران با استفاده از معیارهای اکولوژیکی منظره ، مجله مطالعات زیست‌محیطی، ۴ (۱): ۲۱۸-۲۰۱.

Arekhi, S., Komaki, B. 2015. Detecting and Assessing Desertification using Landscape Metrics in GIS Environment (Case Study: Ain-e-khosh Region, Iran). Environmental Resources Research. Vol. 3, No. 2.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

Castillo, E., García, A., Aladrén, L. 2016. Evaluation of forest cover change using remote sensing techniques and landscape metrics in Moncayo Natural Park (Spain). Applied Geography. Volume 62: 247-255.

Huang, J., Zhenshun, T., Jie, L. 2010. Detecting spatiotemporal change of land use and landscape pattern in a coastal gulf region, southeast of China. Environment, Development and Sustainability. 12(1): 35-48.

Jensen, J.R. 2007. Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective. Pearson Hall, p 592.

Laurance, W.F. 2008. Theory meets reality: How habitat fragmentation research has transcended island biogeographic theory, Biological Conservation, (141): 1731-1744.

Letchumy, B.M., MdSaid, M. 2009. Land Use Land Cover Change Detection Using Remote Sensing Application for Land Sustainability, International Conference on Fundamental and Applied Sciences (ICFAS 2012)..

Naveh, Z. 2008. From biodiversity to geodiversity– holistic conservation 159 of the biological and cultural diversity of Mediterranean landscapes. In: Rundel P., Montenegro G., Jaksic F. M. (eds.) Landscape Disturbance and Biodiversity in Mediterranean– Type Ecosystems, Ecological Studies,Vol. 136:23- 50.

Poodat, F., Arrowsmith, C., Mikaeili Tabrizi, A., Gordon, A. 2018. Application of Graph Theory in Landscape Ecology The Case Study: Assessment of Habitat Connectivity within Greater Melbourne . ijae. 6 (4) :81-95 URL: http://ijae.iut.ac.ir/article-1-830-fa.html.

Ramachandra, T.V.; Utam, K. & Joshi, N.V. (2012). Landscape Dynamics in Western Hymalia- Mandhala Watreshed, Himachal Pradesh, India. Asian journal of Geoinformatics, Vol.12, No1.

Yohannes. A., Luck, M., and Wu, J 2018. Gradient Analysis of Urban Landscape Pattern: A Case Studyfrom the Phoenix Metropolitan Region of USA, Landsc, Ecol. Vol. 17, Issue 4: 327–339

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]