



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: زیر حوزه دادآباد شهرستان خرم‌آباد)

معصومه منصوری<sup>۱</sup>، ضیاءالدین باده‌یان<sup>۲\*</sup>، مرتضی قبادی<sup>۳</sup>، رحیم ملک‌نیا<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری جنگل‌شناسی، گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد

<sup>۲</sup> استادیار، گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد

<sup>۳</sup> استادیار، گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد

<sup>۴</sup> استادیار، گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۲۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۴/۰۴

### 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 کاهش یافته 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 افزایش یافته و چنین تغییراتی غالباً نتیجه مداخله انسان است، این مورد

\*نویسنده مسئول: badehian.z@.lu.ac.ir

علاوه بر اثرات منفی بر محیط زیست، باعث افزایش خسارت ناشی از بلایای طبیعی نیز خواهد شد. از این رو لزوم برنامه ریزی و اجرای برنامه های بازسازی اراضی و حمایت از اکوسیستم منطقه تأکید می گردد. *واژه های کلیدی:* متریک، Terrset، ارزیابی، تخریب، لندست

## مقدمه

اکوسیستم های جنگلی در صورت مدیریت مطلوب، می توانند کارکردهایی از جمله حفظ فرایندهای اکولوژیکی و حیات بخش، تنوع ژنتیکی، فراهم کردن زیستگاه برای گونه های حساس و بسیاری خدمات دیگر را عرضه کنند (نادری و همکاران، ۱۳۹۸). وجود کاربری های ناسازگار مهم ترین تهدید برای چنین اکوسیستم هایی به شمار می رود (Laurance, 2008; Naveh, 2008; زبردست و همکاران، ۱۳۹۰). به طوری که وجود این کاربری ها از طریق تغییر در توزیع فضایی عناصر ساختاری منجر به کاهش پیوستگی در سیمای سرزمین یا میزان سهولت گردش مواد و انرژی می شود. سیمای سرزمین یک محدوده همگن است که از مجموعه ای از اکوسیستم ها با روابط متقابل و به فرم مشابه تکرار شونده تشکیل شده است (Poodat et al., 2017)؛ بنابراین آگاهی از نسبت تغییرات کاربری/پوشش زمین از ملزومات برنامه ریزی و مدیریت بهینه منابع طبیعی و محیط زیست به شمار می آید. در این زمینه داده های سنجش از دور به دلیل داشتن ویژگی های مانند پوشش وسیع، به هنگام بودن، تکراری بودن، توان تفکیک طیفی، رادیومتریک و مکانی بالا، فرمت رقومی و امکان پردازش رایانه ای، از قابلیت بالایی جهت بررسی تغییرات زمانی و مکانی کاربری/پوشش زمین برخوردار هستند (Jensen., 2007). به طوری که داده های مذکور برای مطالعه تغییرات کاربری/پوشش زمین در کوتاه ترین زمان، با کمترین هزینه و بیشترین دقت عمل می کنند (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 سنجش های سیمای سرزمین دارای کاربرد در ارزیابی سریع اثرات توسعه می باشند و از مطالعه سنجش های سیمای سرزمین به طور مستقیم می توان در آسیب پذیری اکوسیستم و نیز تغییراتی که در آن ایجاد شده است به صورت اعداد کمی شده ای نتیجه گیری کرد. این اطلاعات به خوبی در سامانه های اطلاعات جغرافیایی قابل مطالعه بوده و با تصاویر ماهواره ای تکمیل می شوند، از این رو دسترسی به تخمین هایی از آن ها به سرعت امکان پذیر است (ماهینی، ۱۳۸۶). در اینجا ذکر این نکته ضروری است که این اعداد کمی شده که در نهایت تغییرات سنجش های سیمای سرزمین، وضعیت ترمیم و یا آسیب پذیری سیمای سرزمین را بیان می دارند که به اشکال مختلف قابل تفسیر هستند (شجاعی و همکاران، ۱۳۹۸).

به عنوان مثال این تغییرات در شکل آسیب پذیری می توانند به صورت حذف کامل لکه، کاهش اندازه لکه و افزایش انزوا در بین لکه های باقیمانده در اثر تغییر سیمای سرزمین نمود پیدا کنند (حسینی وردئی و همکاران، ۱۳۹۱). در این ارتباط، با استفاده از سنجه هایی نظیر شاخص بزرگ ترین لکه، تعداد لکه و شکل سیمای سرزمین، الگوی سیمای سرزمین در سواحل جنوب شرقی چین مورد بررسی قرار گرفته است و مشخص شد که در طی ۱۹ سال فرایندهایی که منجر به لکه شدگی سیمای سرزمین شده اند، افزایش یافته اند (Huang et al, 2010). کارایی و اهمیت سنجه های سرزمین در پایش پوشش اراضی جنگلی در گذر زمان در هندوراس اسپانیا (۲۰۰۵) نشان داده است که اراضی جنگلی که شیب کمتری داشته اند، بیشتر پاک تراشی شده و با کاربری هایی چون کشاورزی جایگزین شده اند (کیانی و فقهی، ۱۳۹۰). در برخی مطالعات نیز تحلیل تغییرات سیمای سرزمین یکی از اصلی ترین کارکردهای سنجه های سیمای سرزمین به شمار می رود.

در نواحی حساس واقع در غرب هیمالیا، ضمن استفاده از این سنجه ها، مشخص شده که تخریب سیمای سرزمین در این منطقه شکننده و لکه شدگی اکوسیستم ها از پیامدهای توسعه فعالیت های انسانی بوده است و کاهش تراکم جنگل از دیگر پیامدهای فعالیت های انسانی در این محدوده بوده است (Ramachandra et al., 2012). در مطالعه ای جدیدتر، طبقه بندی تصاویر ماهواره ای حوضه Abaya-Chamo Basin در اتیوپی جنوبی نشان داد که بین سال های ۱۹۹۵ و ۲۰۱۵، بسیاری از اراضی کشاورزی به مناطق مسکونی تبدیل شده اند و این نشان دهنده تغییر چشمگیر کاربری اراضی در سراسر منطقه بوده است. عمده تغییرات مشاهده شده 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 تکه تکه تر شده و تکه های کمتری به هم وصل شده اند. رشد سریع جمعیت، مهاجرت داخلی، تغییر سیاست و تغییر رژیم به عنوان نیروهای اصلی محرک تغییرات شناخته شد. تغییرات و روند مرتبط با افزایش قطعه قطعه شدن چشم انداز در حوضه باعث افزایش فرسایش خاک، حجم رواناب سطح و حمل و نقل رسوب در چشم انداز و در نتیجه، بر سطح و کیفیت آب دریاچه های موجود در طبقه شکاف خورده تأثیر گذاشته است. علاوه بر این، تخریب و تکه تکه شدن منطقه با درختچه ها و مراتع طبیعی منجر به زوال گیاهان وحشی و حیواناتی که قبلاً در حوضه به عنوان گونه شاخص بودند، شده است. بنابراین، اقدامات حفاظتی که با در نظر گرفتن پویایی اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی حوضه مورد نیاز و لازم است تا اکوسیستم های آبرزی و زمینی حوضه از آسیب های 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 سنجه های سیمای سرزمین در جزیره کیش نشان دادند که پوشش طبیعی جزیره کیش که

دربرگیرنده مراتع مشجر است، به طور کلی دستخوش تغییر بوده و کاربری‌های انسان‌ساخت افزایش قابل توجهی 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 به کلی 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 آشفته‌گی مکانی جنگل با استفاده از سنجش‌های سیمای سرزمین در بررسی پارک ملی گلستان نشان داد که با انجام استانداردسازی مقادیر سنجش‌ها و تحلیل مؤلفه‌های اصلی، سنجش‌های مؤثر در آشفته‌گی وزن آن‌ها برای تهیه مدل آشفته‌گی مکانی تعیین شدند. در نهایت نقشه شاخص آشفته‌گی جنگل بر اساس مدل تهیه و به چهار طبقه بدون آشفته‌گی، آشفته‌گی 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 مورد استفاده در این پژوهش نقشه آشفته‌گی مکانی مناطق جنگلی تحت مدیریت را به صورت دوره‌ای تهیه و به عنوان یکی از ابزارهای پایش به کار برد (شجاعی و همکاران، ۱۳۹۸). سلیمانی و حجتی (۱۳۹۷)، نیز در تحقیق خود به بررسی و کمی‌سازی تغییرات سنجش‌های سیمای سرزمین با استفاده از سنجش‌ازدور و شاخص‌های تنوع زیستی در منطقه حفاظت‌دز پرداخته است. پس‌از آن، نتایج بررسی و مقایسه سنجش‌ها نشان داد که وسعت اراضی دارای پوشش گیاهی در منطقه کاهش یافته، در حالی که اراضی خاکی روند افزایشی دارد. کاهش وسعت پوشش گیاهی و افزایش اراضی خاکی بیانگر تخریب پوشش طبیعی منطقه طی سال‌های مورد مطالعه است. همچنین کاهش سنجش‌های تعداد لکه و سنجش‌های تراکم لکه و افزایش سنجش 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 به منظور مدیریت مناسب سرزمین ضرورت دارد. آروخی (۱۳۹۴)، کاربرد سنجش‌های 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 به صورت افزایشی است. لذا لزوم توجه به وضعیت کاربری و پوشش سرزمین در منطقه، به منظور 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 افزایش یافته 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

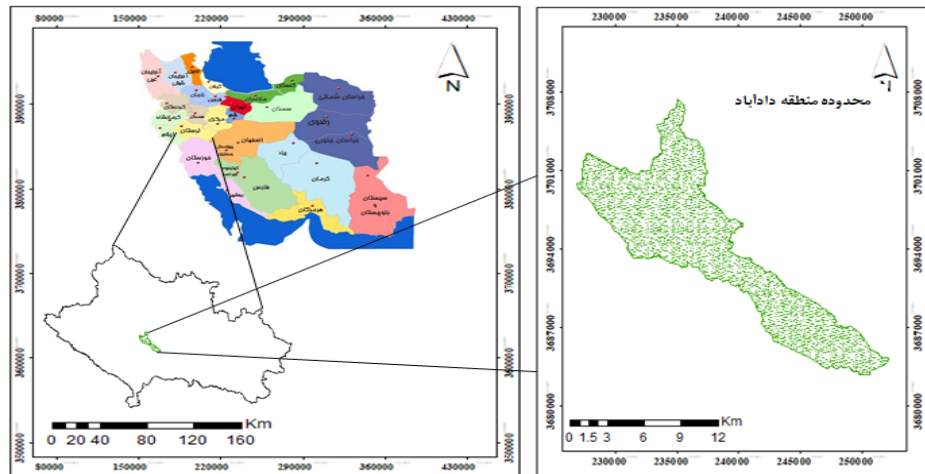
است. نتایج این تحقیق می‌تواند در سیاست‌گذاری‌های دولت و نیز اتخاذ تمهیدات مدیریتی مورد استفاده قرار گیرد.

به‌طور کلی 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 انجام شده 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  $23^{\circ}16'64''$  تا  $24^{\circ}32'60''$  طول شرقی و  $36^{\circ}83'3''$  تا  $37^{\circ}68'90''$  عرض شمالی واقع شده 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. به‌طور کلی 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 مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

### داده‌های جمع‌آوری شده

به منظور بررسی تغییرات اکوسیستم جنگلی در منطقه مورد مطالعه، 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 سنجش‌های سیمای سرزمین مورد استفاده 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، به صورت 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](http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html)).

جدول ۱- مشخصات تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده برای منطقه دادآباد

سنجنده	ردیف	گذر	منبع	تاریخ
TM	۱۶۶	۰۳۷	WGS84	۳۱-۰۳-۱۳۶۷
ETM <sup>+</sup>	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. به منظور تصحیحات هندسی تصاویر به دست آمده 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، به این ترتیب که ابتدا ۲۰ نقطه کنترلی پراکنده در سطح منطقه روی نقشه توپوگرافی (دارای سیستم مختصات طول و عرض) تعیین شده سپس این نقاط تبدیل به سیستم متریک (UTM) شده و بر روی تصاویر تعریف گردیدند. ریشه مربع خطا برابر ۰/۷۸۳ پیکسل 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 به صورت 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 به عنوان 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. به طور کلی طبقه‌بندی بر اساس نمونه‌های آموزشی است که با امضاهای طیفی به نرم‌افزار معرفی شده است. نرم‌افزار طبقه‌بندی‌کننده تصویر

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:

$$OA = 1/N \sum P_{ii} \quad \text{رابطه ۱}$$

در این رابطه OA دقت کلی، N تعداد پیکسل‌های آزمایشی  $\sum P_{ii}$  جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا. به دلیل ایرادات وارده به دقت 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:

$$Kappa = PO - PC / 1 - PC \times 100 \quad \text{رابطه ۲}$$

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 مورد استفاده (مدل رقومی ارتفاع، شیب، راه‌های دسترسی، اراضی کشاورزی و ..) مدل می‌کند. زیر مدل تخصیص تغییر نیز یک فرآیند تصمیم‌سازی است. به‌منظور آشکارسازی تغییرات، نقشه‌های کاربری اراضی (۱۳۶۷، ۱۳۸۲ و ۱۳۹۷) و متغیرهای مستقل



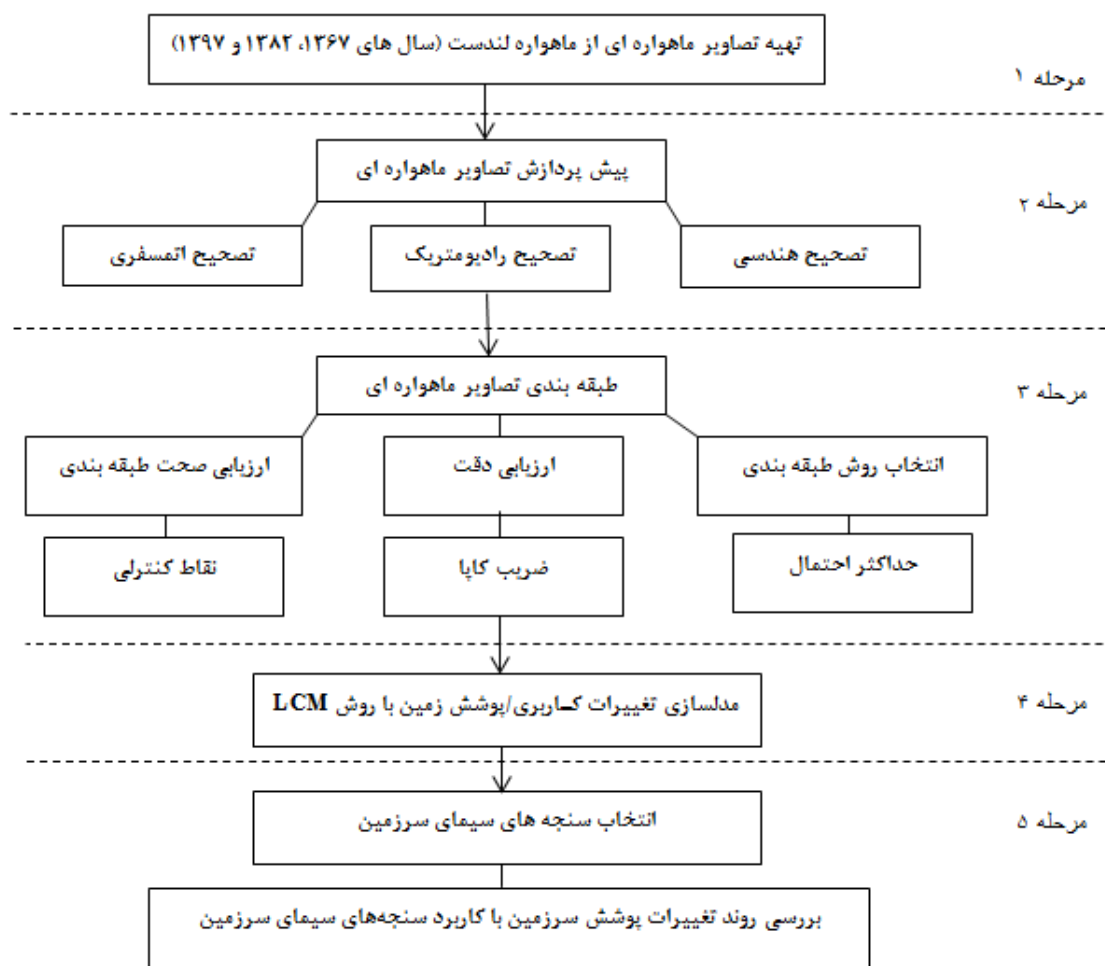
مدنظر وارد محیط مدل شده و تغییرات کاربری اراضی بین سال‌های ۱۳۶۷ تا ۱۳۸۲، ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۷ محاسبه شد. پس از آشکارسازی تغییرات تبدیل و تغییر هر کاربری به کاربری دیگر مشخص گردید.

### بررسی تغییرات سنجه‌های سیمای سرزمین

تجزیه و تحلیل نتایج سنجه‌های سیمای سرزمین با بررسی قابلیت هر یک از آن‌ها در آشکارسازی روند تغییرات انجام می‌شود تا سنجه‌های مناسب‌تر برای مشاهده بهتر تغییرات مشخص گردد. توانایی برای تشریح کمی ساختار سیمای سرزمین، پیش‌شرط مطالعه عملکرد و تغییر ساختار در سیمای سرزمین است و سنجه‌های مختلفی برای نیل به هدف، در اکولوژی سیمای سرزمین مورداستفاده قرار می‌گیرد. لیست سنجه‌های مورداستفاده در این تحقیق در جدول ۱ آمده است. محاسبات مربوط به سنجه‌های سیمای سرزمین با استفاده از نرم‌افزار Fragstats نسخه ۱/۴ صورت گرفته است. نتایج حاصل از محاسبات سنجه‌ها به تفکیک سال و انواع طبقات کاربری و پوشش اراضی در جدول (۲) ارائه شده است. در این بررسی پایه اصلی برای محاسبه سنجه‌های سیمای سرزمین، نقشه‌های کاربری اراضی 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 سعی شد دسته‌ای از سنجه‌ها برای درک بهتر و توصیف دینامیک اکوسیستم‌ها و ساختار چشم‌انداز بکار گرفته شود. جدول (۴)، مرتبط‌ترین سنجه‌های چشم‌انداز را در سطح کلاس، برای کل منطقه مورد مطالعه و برای کلاس‌های که بیشترین تغییرات را داشتند، نشان می‌دهد.

جدول ۲- سنجه‌های مورد استفاده 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	$LPI \leq 100$
تعداد لکه	Number of patche	NP	-	شکل	$NP > 1$
شکل سیمای سرزمین	Landscape shape index	LSI	-	شکل	$LSI \geq 1$
شاخص از هم گسستگی	Discontinuity index	MESH	هکتار	ترکیب	مساحت پهنه $\leq$ مساحت کل چشم‌انداز MESH $\leq$
تراکم لکه	Patch density	PD	متر در ۱۰۰ هکتار	ترکیب	$P > 0$
مساحت طبقه	Class area	CA	هکتار	ترکیب	$CA > 0$

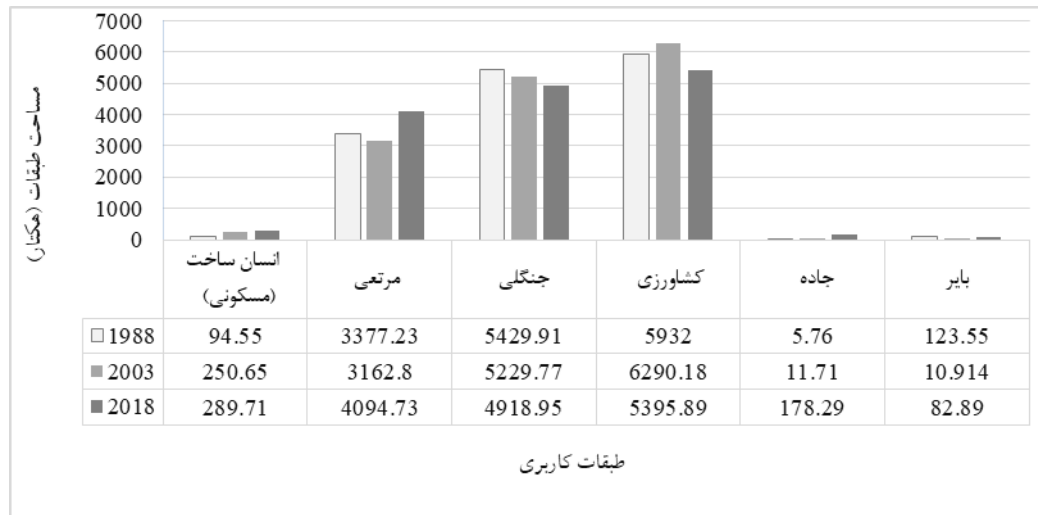


شکل ۲- فلوچارت مراحل انجام پژوهش

## نتایج

### بررسی روند تغییرات پوشش سرزمین با کاربرد تصاویر ماهواره ای

در شکل ۲، نتایج حاصل از بررسی و مقایسه مساحت طبقات مختلف کاربری اراضی طی یک دوره سی ساله ارائه شده است. در ادامه در جدول ۳ به نتایج ارزیابی دقت تصاویر طبقه بندی شده طی سال های مختلف (۱۳۶۷، ۱۳۸۲ و ۱۳۹۷) اشاره شده است.



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

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

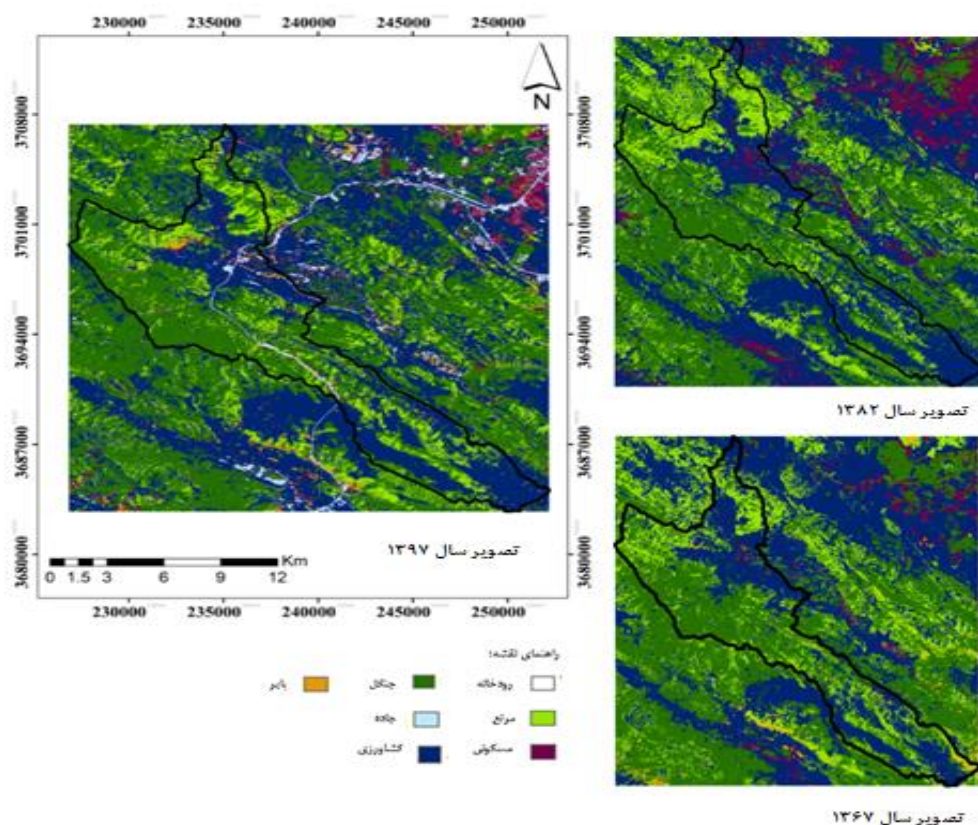
سال	سنجنده	صحت کلی (%)	ضریب کاپا
۱۳۶۷	TM	۹۳/۲	۰/۸۵
۱۳۸۲	ETM <sup>+</sup>	۹۴/۴	۰/۸۷
۱۳۹۷	OLI	۹۰/۴	۰/۸۸

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 کاهش یافته است. علاوه بر این وسعت اراضی با کاربری مرتع در دوره مشابه از ۲۲/۵۷ درصد به ۲۷/۳۸ درصد

افزایش یافته 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 پیدا کرده 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 تغییر یافته 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 تغییر نیافته در فاصله زمانی مدنظر (آهنگ تغییر بالا (۷۳ درصد) در منطقه دادآباد نشانگر پویایی روند تغییرات و سرعت قابل توجه 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 سنج‌های سیمای سرزمین

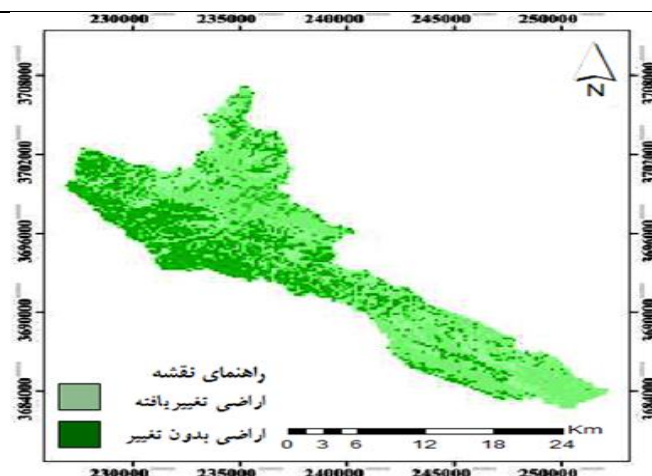
در جدول ۴، نتایج بررسی و مقایسه سنجه‌های سیمای سرزمین در طی سی سال و سه سری زمانی ۱۳۶۷ تا ۱۳۸۲ و ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۷ ارائه شده است. به‌طور کلی شاخص تعداد لکه (NP) برای اندازه‌گیری میزان گسستگی کلاس‌ها به کار می‌رود که در این پژوهش بیش‌ترین تعداد لکه (NP) برای دو سال ۱۳۶۷ و ۱۳۸۲ مربوط به کاربری مرتعی (به ترتیب 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. به‌بیان دیگر 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 به‌طور کلی افزایش یافته 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 تغییر یافته و بدون تغییر در بازه زمانی سی‌ساله با مدل بررسی تغییرات زمین در نرم‌افزار Terrset در شکل ۳ آمده است.

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

سال	طبقه کاربری	درصد پوشش سرزمین (۰/۰)	بزرگ‌ترین اندازه لکه (۰/۰)	سنجه‌ها			مساحت طبقه (هکتار)
				تعداد لکه (بدون واحد)	شکل سیمای سرزمین (بدون واحد)	شاخص از هم گسستگی (هکتار)	تراکم لکه (متر در ۱۰۰ هکتار)
۱۳۶۱	اراضی مسکونی	۰/۱۶۷	۰/۰۲۸	۲۶۹	۱۸/۶۵	۰/۰۰۷	۰/۴۳
	مرتع	۵/۵۱	۰/۹۶	۲۴۹۵	۷۲/۷	۹/۶۲	۳/۹۹
	اراضی جنگلی	۸/۶۳	۵/۶	۱۲۰۰	۴۲/۸۰	۱۹۹/۴	۱/۹۷
	اراضی کشاورزی	۹/۴۵	۴/۲۳	۱۵۴۱	۴۲/۵۸	۱۴۶/۱	۲/۴۶
	اراضی بایر	۰/۲	۰/۰۲۱	۱۴۶	۱۳/۹۸	۰/۰۱۲	۰/۲۳
۱۳۸۲	اراضی مسکونی	۰/۴۲	۰/۹۵۵	۴۴۶	۲۳/۷۰	۰/۰۷۱	۰/۷۱
	مرتع	۵/۱۱	۱/۱۹	۲۰۲۱	۶۱/۹۳	۱۳/۲۷	۳/۲۲
	اراضی جنگلی	۸/۳۱	۴/۹۱	۱۲۹۹	۴۵/۳۶	۱۵۶/۳۷	۲/۰۷
	اراضی کشاورزی	۹/۹۸	۴/۶۴	۱۶۷۷	۴۷/۴۱	۲۲۸/۲۸	۲/۶۷
	اراضی بایر	۰/۰۲	۰/۰۰۳	۵۸	۸/۰۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۹
۱۳۹۱	جاده	۰/۰۱۹	۰/۰۰۵	۱۴	۴/۷۹	۰/۰۰۰۴	۰/۰۲
	اراضی مسکونی	۰/۴۶	۰/۰۲۷	۶۹۳	۳۱/۶۶	۰/۰۱۵	۱/۱۰
	مرتع	۶/۵۵	۰/۹۳	۱۷۰۲	۵۸/۰۲	۱۰/۴۷	۲/۷۲
	اراضی جنگلی	۷/۸۷	۲/۰۱	۱۲۴۹	۴۳/۷۴	۴۹/۷۶	۲
	اراضی کشاورزی	۸/۱۴	۲/۲۶	۲۳۰۲	۴۶/۷۱	۸۳/۸۱	۳/۶۸
	اراضی بایر	۰/۲۸	۰/۱۷۵	۱۸۴	۱۸/۲۲	۰/۱۹	۰/۲۹
	جاده	۰/۲۹	۰/۰۵	۳۵۱	۲۱/۲۰	۰/۰۲۲	۰/۵۶



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

## بحث و نتیجه گیری

در مطالعه حاضر، به منظور ارزیابی و مدل سازی روند تغییرات سیمای سرزمین و گستره جنگلی مورد مطالعه در زاگرس، تصاویر سال های ۱۳۶۷، ۱۳۸۲ و ۱۳۹۷ ماهواره لندست مربوط به منطقه جنگلی دادآباد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در ادامه تغییرات در طبقات کاربری از لحاظ الگوهای سیمای سرزمین و با استفاده از سنجه های سیمای سرزمین بررسی شد. نکته حائز اهمیت در اینجا این است که در گذشته تیپ غالب منطقه را جنگل پوشانیده بود ولی به تدریج با دخالت های انسانی، تغییر کاربری رخ داده و اشکال دیگر کاربری ها شکل گرفته اند. بایستی توجه کرد که داشتن بستر جنگل، مزیتی برای حفاظت و توسعه تنوع زیستی منطقه است، زیرا جنگل به عنوان عالی ترین بوم سازگان طبیعی، خاستگاه بسیاری از گونه های گیاهی و جانوری است (نظرنژاد و همکاران، ۱۳۹۷). در اکوسیستم جنگلی منطقه کاهش وسعت کاربری جنگلی حوزه و روند افزایشی کاربری کشاورزی، مرتع، اراضی انسان ساخت (مسکونی) و زیرساخت ها (جاده) بیانگر تخریب کلی در منطقه و جایگزینی کاربری های تضعیف کننده در منطقه به میزان ۲۳/۰۲ درصد است. مضافاً اینکه، در هر دوره کاربری های مذکور، بخش عمده چشم انداز در منطقه مورد مطالعه را تشکیل می دهند که نشان دهنده افزایش تراکم جمعیت و افزایش فشار انسانی در عرصه مورد مطالعه است. این نتایج در راستای یافته های پژوهش سلیمانی و حجتی (۱۳۹۷) که به بررسی و کمی سازی تغییرات سنجه های سیمای سرزمین در منطقه حفاظت شده دز می پردازند، و نظرنژاد و همکاران (۱۳۹۷) که به تحلیل تغییرات زمانی مکانی اراضی جنگلی پردانان پیرانشهر پرداختند، قرار دارد. به طوری که نویسندگان این روند رو به کاهش اراضی با پوشش گیاهی را زنگ خطری برای توجه بیشتر به شرایط زیستی مناطق حفاظت شده می دانند.

نتایج نشان می دهد که تعداد لکه های انسان ساختی مانند مناطق مسکونی، اراضی کشاورزی و زیرساخت ها 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 هم راستا با نتایج مطالعه محمدی جو و همکاران (۱۳۹۷) که به ارزیابی روند تغییرات سیمای سرزمین مناطق حفاظت شده شهر لاهیجان با استفاده از مفاهیم و سنجه های سیمای سرزمین می پردازد، قرار دارد. در این پژوهش نیز نویسنده دلایل افزایش کاربری ساخت و ساز را افزایش تراکم جمعیت، فشار انسانی و صرفه اقتصادی بیشتر فعالیت های عمرانی در مقایسه با نگهداری و حفاظت از پوشش های طبیعی می داند. در مطالعه حاضر، به طور میانگین حدود ۵۸۵۱ هکتار از سیمای سرزمین به زمین های کشاورزی اختصاص یافته (با میانگین ۹/۱۹ درصد برای سه دوره مورد مطالعه) است. در واقع در بازه زمانی نزدیک به سال ۱۳۸۲ که اراضی مرتعی کاهش یافته است، بهره برداری از اراضی ملی منطقه به عنوان اراضی کشاورزی در بالاترین حد خود قرار داشته است و این اتفاق می تواند به دلیل افزایش بارندگی در این دوره زمانی و ایجاد



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 در این بین بیشترین تبدیل اراضی به بحث جاده‌سازی رخ داده است. همچنین طبق مستندات اداره کل آبخیزداری، اجرای طرح‌های توسعه آبخیزداری منطقه در دوره ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۷ از قبیل بذرپاشی و کپه کارهای وسیع انجام شده 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 کاهش یافته است. شاخص شکل سیمای سرزمین برای دو کاربری اراضی انسان‌ساخت و جاده روند افزایشی و برای مرتع و جنگل روند کاهش یافته است. مساحت طبقه نیز برای سه کاربری اراضی انسان‌ساخت، جاده و مرتع افزایشی و برای اراضی جنگل کاهش یافته است. نتایج در این بخش نشان‌دهنده گرایش سیمای این منطقه به ساختار ریزدانه‌ای است (ساختار ریزدانه‌ای از تعداد زیاد لکه در ابعاد کوچک شکل می‌گیرد)، مشابه با تحقیق حاضر نیز مطالعه سیمای 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 کاهش یافته 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 به شدت دستخوش تغییر شده است. همچنین تعداد لکه‌های اراضی انسان‌ساخت و تفریحی در کل دوره مورد مطالعه 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 فضاها، باز و سبز، و افزایش عرصه‌های ساخت‌وساز همراه بوده است. در ارتباط با مهم‌ترین شاخص مورد بررسی یعنی تعداد لکه نیز نتایج نشان‌دهنده افزایش تعداد لکه‌ها برای همه کاربری‌ها به جز مرتع بوده است. این نتایج نشان می‌دهد که طی سال‌های بررسی شده، الگوی سیمای سرزمین به سمت کاهش پیوستگی و افزایش تکه‌تکه‌شدگی در حال تغییر است و روند

تخریب و تجزیه سیمای سرزمین افزایشی بوده است که این مسئله در مورد کاربری جنگل بسیار درخور توجه بوده است. بر اساس مطالعه انجام شده در مطالعه جابقلی و همکاران (۱۳۹۷) پس از تغییر کاربری جنگل به اراضی کشاورزی، این زمین ها به علت پایین بودن پتانسیل تولید، بعد از یک یا چند دوره کشت دچار افت بازدهی می شوند و در نتیجه انجام فعالیت کشاورزی در این مناطق مقرون به صرفه نبوده و رها می شوند. طبق نظر کارشناسان مرکز تحقیقات استان لرستان پس از رهاسازی اراضی کشاورزی زمین های بدون پوشش رها شده و مراتع جایگزین آن ها می شوند که در تحقیق حاضر نیز می توان یکی از علل رشد مراتع 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 مورد نظر شناسایی شده و باز پس گرفته می شود. مساحت لکه های مناطق مسکونی در روستاها نیز پیوسته در حال افزایش است. از این نتایج می توان به رشد فزاینده کاربری های انسانی در منطقه پی برد که این امر سنجهای از تخریب سیمای سرزمین است. همچنین تغییرات مساحت لکه در شبکه های دسترسی همواره روند رو به رشدی داشته است. توسعه شبکه های دسترسی بیانگر گسترش نفوذ انسان در طبیعت است که این نفوذ، تخریب محیط زیست را در پی داشته و دارد و این یافته ها در راستای مطالعات کمکی و آرخی (Komaki and Arekhi, 2015) و کاستیلو و همکاران (Castillo et al., 2016) قرار دارد.

به طور کلی تغییرات رخ داده در منطقه مورد مطالعه، نشان دهنده رشد جمعیت و به دنبال آن توسعه مناطق انسان ساخت، اقتصاد معیشتی وابسته به جنگل ها در جوامع محلی، مدیریت ضعیف منابع جنگلی و مرتعی در کنار عدم توسعه یافتگی متناسب با توانمندی های اکولوژیکی منطقه مورد مطالعه است. فعالیت های انسانی که عمده تاً باعث تغییر سیمای سرزمین در این منطقه می گردد، تحت تأثیر عوامل اقتصادی-اجتماعی، تکنولوژیکی، فرهنگی و غیره قرار دارد. توسعه زیرساخت ها از قبیل جاده سازی، خطوط انتقال گاز، احداث تونل، خطوط برق و تلفن نیز تا حد زیادی باعث تخریب این منطقه شده است. همچنین تأمین چوب سوخت مورد نیاز روستاییان، چرای مفرط دام، آتش سوزی، تبدیل بی رویه پوشش جنگلی و پوشش مرتعی به پوشش کشاورزی و مناطق انسان ساخت از عوامل عمده کاهش سطح پوشش جنگل و مرتع در منطقه مورد مطالعه بشمار می روند. با توجه به فاصله منطقه مورد مطالعه از مناطق شهری، پوشش جنگلی و مرتعی پس از عامل تخریب بیشترین پتانسیل را برای تبدیل شدن به پوشش کشاورزی دارد. همچنان که اشاره شد، میزان تکه تکه شدگی در کاربری کشاورزی بالاترین مقدار است. این نتیجه بدان معناست که ارتباط آن ها با مجموعه هایشان قطع شده است؛ بنابراین استفاده از منابع تجدید شونده باید به نحوی صورت گیرد که خللی در موازنه محیط ایجاد نکند، چراکه عواملی از جمله فرسایش، تغییرات اقلیمی و دخالت انسانی این تعادل را به هم می زند (احمدی میرقائد و محمدزاده، ۱۳۹۶). به طوری که تغییر در این منابع با

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 (مراذزاده 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 واقع شده 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. از این‌رو محققان بر لزوم برنامه‌ریزی و اجرای برنامه‌های بازسازی اراضی و حمایت از اکوسیستم منطقه تأکید می‌کنند. به بیانی دیگر وضعیت ساختار 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 و تحلیل سیمای سرزمین در این تحقیق گویای آثار

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.
- جابلقی، م.، غلامعلی فرد، م.، شایسته، ک. ۱۳۹۷. پایش و تحلیل الگوی سیمای سرزمین استان لرستان و فرآیند تغییر آن در محیط GIS. 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.، یآوری، 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.
- سبزیبایی، 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.

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 ۶۵-۷۶.

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

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. ۲۵۵-۲۴۱: (۲) ۴.

شعبانی، ن.، ابرکار، م.، پیروز، 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) ۱۸۵-۱۹۷.

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 ۱۴۱-۱۳۱.

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. پژوهش‌های 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.، سالاری جزی، 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) ۲۵۵-۲۴۱.

هاشمی، س. م.، یآوری، 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) ۲۰۱-۲۱۸.

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.

- 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 Study from the Phoenix Metropolitan Region of USA, *Landsc, Ecol*. Vol. 17, Issue 4: 327–339