فصلنامهٔ علمی - پژوهشی پژوهش و توسعه جنگل
جلد ۴، شماره ۲، صفحه ۲۵۵-۲۴۱، (۱۳۹۷)

تحلیل تغییرات زمانی مکانی اراضی پردانان پیرانشهر با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین

حبیب نظرنژاد*[۱]، مرتضی حسینی[۲] و سالار حمزه[۲]

۱- استادیار، گروه علوم آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
۲- کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۵/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۰۲

چکیده

امروزه گسترش جوامع انسانی و تسلط بیشتر بر محیط زیست، سبب شده تا تغییرات محیطی سریع‌تر و گسترده‌تر از قبل به وقوع بپیوندند. این مسئله وسعت عرصه‌های طبیعی را کاهش و پراکندگی و انقطاع آن را افزایش می‌دهد. هدف از این پژوهش ارزیابی تغییرات زمانی و توزیع مکانی اراضی پردانان پیرانشهر به کمک سنجش از دور و با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین در یک بازه زمانی ده ساله است که برای برنامه‌ریزی‌های فعلی و آتی استفاده از سرزمین به‌منظور توسعه پایدار حائز اهمیت می‌باشد. برای تهیه نقشه کاربری اراضی از تصاویر ماهواره‌ای لندست استفاده شد. به‌منظور بررسی تغییرات کاربری اراضی در این بازه زمانی از سنجه‌های تعداد لکّه، تراکم لکّه، درصد پوشش، بزرگ‌ترین لکّه در سطح کلاس و از سنجه‌های تعداد لکّه‌ها، تراکم لکّه، تنوع شانون و پیوستگی در سطح سیمای سرزمین در نرم‌افزار فراگستتس استفاده شد. نتایج پژوهش با استفاده از سنجه‌ها در دو سطح بیانگر آن است که به‌طور کلی، سیمای سرزمین تکه‌تکه‌تر، از نظر شکلی پیچیده‌تر، نامنظم‌تر و از نظر مقدار یکپارچگی عناصر ساختاری، ناپیوسته‌تر (از ۳۹/۰۱ به ۳۳/۰۶ درصد) و از نظر نوع کاربری پوشش موجود در واحد سطح متنوع‌تر (از ۱/۰۴ به ۱/۱۵) شده است.

واژه‌های کلیدی: پیرانشهر، توزیع مکانی، سنجه‌های سیمای سرزمین، کاربری اراضی.

* نویسنده مسئول: Email: h.nazarnejad@urmia.ac.ir

مقدمه

امروزه گسترش جوامع انسانی و تسلط بیشتر بر محیط زیست، سبب شده تا تغییرات محیطی سریع‌تر و گسترده‌تر از قبل به وقوع بپیوندد، بنابراین داشتن اطلاعات لازم در مورد این تغییرات برای مدیریت و برقراری نظم طبیعی پایدار اکوسیستم ها ضروری است (Karami and feghhi, 2012). با اطلاع از نسبت تغییرات کاربری‌ها در گذر زمان می‌توان تغییرات آتی را پیش‌بینی کرده و اقدامات مقتضی را انجام داد. نقشه‌های پوشش اراضی در مدیریت منابع طبیعی و محیط زیست و شناخت توان و استعداد اراضی کاربرد دارند و به عنوان یک منبع مهم اطلاعاتی برای اتخاذ سیاست‌های اصولی و تدوین برنامه‌های توسعه به‌شمار می‌آید (Fizezadeh and mirrahime, 2008). با توجه به توسعه علم سنجش‌ازدور در سال‌های گذشته، استفاده از داده‌های ماهواره‌ای با توجه به ویژگی‌هایی مانند دید وسیع، یکپارچه، استفاده از قسمت‌های مختلف طیف الکترومغناطیس برای ثبت خصوصیات پدیده‌ها، پوشش تکراری و امکان به‌کارگیری سخت‌افزارها و نرم‌افزارها موجب شده که در دنیا با استقبال خاصی روبه‌رو باشد (Zahedifard *et al.*, 2004). همزمان با این تغییرات نیز روش‌ها و الگوریتم‌های متنوع برای بررسی روند تغییرات کاربری‌های اراضی به‌وجود آمده است. یکی از این روش‌ها که زمینه کمّی‌سازی ساختار فضایی سیمای سرزمین را فراهم می‌کند، سنجه‌های سیمای سرزمین می‌باشد. شناخت روند تغییرات الگوی سیمای سرزمین با استفاده از الگوریتم‌های سنجه‌های سیمای سرزمین برای کمّی کردن خصوصیات مکانی لکّه‌ها، کلاس‌ها و موزاییک‌های کل سیمای سرزمین می‌باشد که پیش نیاز برنامه‌ریزی و مدیریت پایدار عرصه‌های منابع طبیعی مانند جنگل‌ها است (Karami and feghhi, 2012). سنجه‌های سیمای سرزمین خصوصیت شکلی، هندسی و ماهیت پراکنش و توزیع اجزای ساختاری سیمای سرزمین مانند لکّه و کریدور را قابل تعریف و به صورت کمّی قابل مقایسه می‌سازند (Lausch and Herzog, 2002). سیمای سرزمین، چیدمانی است که در آن ترکیبی از بوم سازگان‌های محلی یا کاربری‌های سرزمین در یک منطقه در فرم مشابهی تکرار شده‌اند (Apan *et al.*, 2002). مفهوم عام آن در واقع به معنی سطح زمین است که لکّه‌های مختلفی را در بر دارد و با عنوان موزائیکی از لکّه‌ها یا موزائیک عناصر منظر نامیده می‌شود. شاخص‌های توسعه‌یافته برای یافتن الگوی نقشه‌های طبقه‌بندی و الگوریتم‌هایی برای کمّی کردن خصوصیات مکانی خاص لکّه‌ها، کلاس‌ها یا موزائیک‌های کل لنداسکیپ هستند (McGarigal and Cushman, 2002). دو جنبه اساسی ساختار آن، یعنی ترکیب و توزیع شکل فضایی لکّه‌ها را می‌توان به کمک سنجه‌ها اندازه‌گیری کرد. سنجه‌هایی که ترکیب را نشان می‌دهند، تنوع و فراوانی لکّه را بدون توجه به مشخصات فضایی یا ترتیب آنها مورد بررسی قرار می‌دهند. به‌طور کلی، شکل فضایی به موقعیت اجزاء، مشخصات و ترتیب فضایی در سطح منظر اشاره دارد (Leitao *et al.*, 2009). این سنجه‌ها در سه سطح دسته‌بندی می‌شود، در سطح لکّه که برای لکّه‌های منفرد تعریف شده و ویژگی‌های مکانی، نوع محتوا و بافت لکّه‌ها را مشخص می‌کند؛ در سطح کلاس که برای همه لکّه‌هایی که از یک نوع هستند کاربرد داشته و منظور از کلاس همه لکّه‌هایی است که یک نوع کاربری یا یک نوع پوشش را نشان می‌دهند؛ در سطح سیمای سرزمین که انواع کلاس‌ها و لکّه‌های موجود در منظر را به‌صورت یکپارچه نشان می‌دهد (McGarigal, 2015). از طرفی دیگر فناوری سنجش از دور می‌تواند با داده‌های چندطیفی و بهنگام خود به

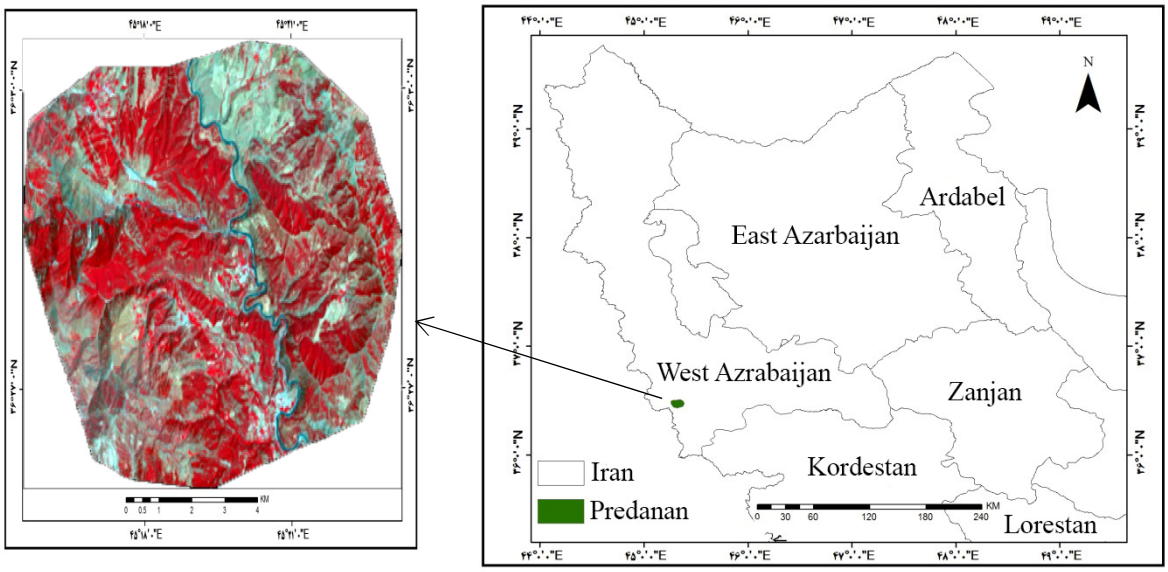
همراه سامانه اطلاعات جغرافیایی به کمّی‌سازی و پایش تغییرات الگوی سیمای سرزمین بر پایه سنجه‌های سیمای سرزمین کمک نماید، سهولت اندازه‌گیری سنجه‌های سیمای سرزمین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و نیز رابطه آنها با کارکرد بوم‌سازگان‌ها از ویژگی‌های با ارزش آنهاست (Salman Mahiny, 2007). در سال‌های اخیر در جهان و ایران مطالعات زیادی در زمینه مزایای سنجه‌های سیمای سرزمین و کاربرد آنها در بررسی تغیرات زمانی و توزیع مکانی پوشش اراضی انجام شده است. de Barros Ferraz و همکاران (2005) با استفاده از سنجه‌های اندازه، شکل، تراکم، توزیع و همسایگی تخریب سریع جنگل‌های آمازون را در روندونیا برزیل بررسی کردند و اظهار داشتند در صورت ادامه این روند وسعت چشمگیری از این جنگل‌ها رو به نابودی خواهد رفت. Amsalu و همکاران (2006) به بررسی مسئله تغییرات کاربری اراضی در حوضه‌های آبخیز در ارتفاعات اتیوپی پرداختند و کاهش سطح طبیعی رستنی‌ها را ناشی از تبدیل اراضی به کشاورزی با تغییر سیاست‌های اقتصادی اجتماعی در طول یک دوره چهل ساله عنوان نمودند. Chiesa و همکاران (2009) پویایی سیمای سرزمین در یک محیط روستایی کوهستان‌های آپنین ایتالیا را بررسی کردند، نقشه‌های کاربری اراضی تهیه و سپس تغییرات پوشش زمین و ساختار سیمای سرزمین در دوره زمانی مورد نظر از طریق شکل، اندازه و جداشدگی لکّه‌ها بر اساس سنجه‌های اندازه استاندارد انحراف لکّه، میانگین اندازه لکّه، مساحت کل و اندازه بزرگ‌ترین لکّه بررسی شد. نتایج نشان داد که جنگلکاری روندی افزایشی و مراتع با روندی کاهشی روبرو بوده است. به‌علاوه پیوستگی جنگل‌ها و جنگلکاری‌های سوزنی‌برگ افزایش و قطعه‌قطعه شدن و پراکندگی آنها کاهش یافته است. Liu و همکاران (2014) تکه تکه‌شدن جنگل‌ها و ازبین‌رفتن پیوستگی زیستگاه‌های جنگلی در ارتباط با توسعه شبکه جاده و گسترش آن در یک دوره پانزده ساله در لانکانگ چین را با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین مورد ارزیابی قرار دادند و بیان کردند که در طی چندین سال اخیر فرایندهایی که منجر به تکه‌تکه شدن سیمای سرزمین می‌شود افزایش پیدا کرده است. نتایج پژوهش نشان داد تعرضات انسان به‌طور قابل-توجهی سبب آشفتگی مکانی در کاهش سطح جنگل‌ها در کل منطقه شده است. de Castillo و همکاران (2015) تغییرات پوشش جنگلی در پارک طبیعی مونکایو اسپانیا را با استفاده از فناوری سنجش از دور، سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجه‌های سیمای سرزمین بررسی کردند. اطلاعات به دست‌آمده از تحلیل سنجه‌های سیمای سرزمین نشان دهنده افزایش تکه‌تکه‌شدن و در نتیجه افزایش تنوع فضایی در سطح سیمای سرزمین می‌باشد. در ایران نیز Talebi Amiri و همکاران (2009) به‌منظور تهیه نقشه‌های پوشش سرزمین و تحلیل تغییرات، از تصاویر ماهواره‌ای لندست و سنجه‌های مساحت طبقه شاخص بزرگ‌ترین لکّه، تعداد و میانگین اندازه لکّه استفاده کردند. تجزیه و تحلیل سنجه‌های سیمای سرزمین بیانگر جایگزینی گسترده زمین‌های جنگلی و کشاورزی در منطقه با پوشش مرتعی بوده است. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که افزایش تعداد لکّه‌ها و کاهش میانگین مساحت دو شاخص مهم تجزیه بوده و روند تخریب و تجزیه سیمای سرزمین به‌صورت افزایشی بوده است. Mirzayi و همکاران (2013) با استفاده از سنجه‌های مساحت کل، تعداد لکّه، شاخص بزرگ‌ترین لکّه، نسبت چولیدگی لبه و شاخص تنوع شانون به بررسی تغییرات پوشش زمین در استان

مازندران پرداختند و بیان داشتند که بستر سیمای منطقه از کاربری جنگل به مرتع و کاربری کشاورزی تغییر یافته است. NoheGhar و همکاران (2015) با استفاده از نقشه کاربری و سنجه‌های مکانی، ساختار سیمای سرزمین بخش مرکزی استان گیلان را بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد که ساختار کاربری‌ها تکه‌تکه شده و تعداد لکّه‌های انسان ساخت افزایش و سطح جنگل‌ها گسسته شده و کاهش یافته است. Heydari و همکاران (2016) به بررسی اثرهای تغییر کاربری بر توزیع تاج پوشش درختان جنگل‌های زاگرس پرداختند، نتایج این پژوهش نشان داد که در اثر تغییر کاربری، در طبقات مختلف تاج پوشش اختلاف ایجاد شده است و این تغییرات مدیریت متنوعی را برای حفاظت و پرورش این توده‌ها می طلبد. Barate و همکاران (2017) به ارزیابی یکپارچگی مناطق حفاظت‌شده پارک ملی و پناهگاه حیات‌وحش کلاه قاضی با به‌کارگیری سنجه‌های سیمای سرزمین در سطح کلاس پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد در کل منطقه، لکّه‌های مرتع خوب یکپارچه‌تر شده، ولی تعارضات موجود در منطقه مانند کاربری‌های معدن، کشاورزی و شهری موجب دورترشدن این لکّه‌ها از یکدیگر شده است. Ghorbane و همکاران (2017) به بررسی تعیین ابعاد بهینه شبکه‌بندی سرزمین به پهنه‌های مساوی برای کمّی‌سازی سنجه‌های سیمای سرزمین در بخش جنگلی پارک ملی گلستان با استفاده از فناوری سنجش از دور و سنجه‌های سیمای سرزمین پرداختند، نتایج نشان داد که پهنه‌های شش ضلعی صد هکتاری با توجه با مشخصات سنجه‌های انتخابی بهترین ابعاد برای شبکه‌بندی منطقه می‌باشد. در مجموع براساس سوابق پژوهش می‌توان گفت که تغییر در ساختار سیمای سرزمین در مناطق مختلف با درجات متفاوت صورت گرفته است و کمّی کردن این تغییرات با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین از مواردی است که می‌تواند به تجزیه و تحلیل الگوی تغییرات مکانی کمک نماید. علاوه بر این تفسیر شیوه تغییرات و پیوستگی سیمای سرزمین می‌تواند راهکاری برای تعیین عوامل اصلی تاثیرات و ارائه راهکارهای مدیریتی در بهبود ساختار بوم‌شناختی بوم سازگان‌ها و نیز برنامه‌ریزی مدیریت کاربری اراضی باشد. بررسی تغییرات زمانی و مکانی الگوی سیمای سرزمین برای پیش بینی پروژه‌هایی با اهداف مختلف مانند آمایش سرزمین، مدیریت منابع و حفاظت تنوع زیستی لازم است (Veldkamp and Lambin, 2001). هدف این پژوهش کمّی‌کردن تغییر الگوی پراکنش کاربری اراضی در یک دوره ده‌ساله در پردانان پیرانشهر می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

منطقه پردانان (شکل ۱) در ۲۲ کیلومتری جنوب شهرستان پیرانشهر به طرف سردشت واقع شده شامل روستای پیردانه (قبر حسین) تفرجگاه جنگلی پیردان و روستای کولکّه و در حد فاصل جغرافیائی ′ ۲۶ ، ° ۳۶ تا ′ ۳۰ ،″ ۳۶° عرض شمالی و ′ ۱۵ ،° ۴۵ تا ″ ۲۷ ، ° ۴۵ طول شرقی واقع شده است. کمترین ارتفاع از سطح تراز دریا در حاشیه رودخانه چم کلوه ۱۳۰۰ متر و بالاترین ارتفاع در غرب منطقه ۲۱۰۰ متر است. بیش‌ترین فراوانی از میان گونه‌های درختی مربوط به دارمازو، یوول است. در منطقه پیرانشهر بر خلاف دیگر مناطق جنگلی زاگرس، در زیرآشکوب جنگل زراعت انجام نمی‌گیرد. در این مناطق، ابتدا پوشش جنگل از طریق قطع درخت و سوزاندن ریشهٔ آن ریشه‌کن شده و سپس با شخم، اراضی آن به اراضی زراعی تبدیل می‌شود.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه پردانان پیرانشهر

Figure1. Geographical location of the Predanan area of Piranshahr

روش تحقیق

در این تحقیق از دستگاه موقعیت یاب جهانی (GPS) و نرم‌افزارهای Fragstats 4.2، ArcGIS 10.4 و ENVI 5.3 استفاده شده است. تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در این پژوهش بر اساس کیفیت مطلوب تصاویر دردسترس ماهواره لندست، تصحیحات هندسی (روش تصویر به تصویر) و رادیومتریکی (روش Flat Field)، عدم وجود پوشش ابر بر روی منطقه مورد تحقیق و منابع موجود، برای دو تصویر در سال‌های ۱۳۸٦ و ۱۳۹۵ انتخاب شدند.

جدول ۱- مشخصات تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده برای منطقه پردانان پیرانشهر

Table 1. Specifications of satellite images used for the Predanan area of Piranshahr

تقویم میلادی Data Christian	تقویم شمسی Data Solar	منبع Source	ردیف و گذر Row&Path	سنجنده Sensor	ماهواره Satellite
24 Jun 2007	۳ تیر ۱۳۸٦	USGS	168/35	TM	لندست۵ Landsat5
02 Jun 2016	۱۲ تیر ۱۳۹۵	USGS	168/35	OLI	لندست۸ Landsat8

تصویر باندها توسط نرم‌افزار ENVI 5.3 بصورت ترکیب سه باند مختلف و اختصاص هر رنگ قرمز، سبز، آبی به هر باند، ترکیب رنگی کاذب (مناسب برای شناسایی پوشش گیاهی) انتخاب شدند. نقشه کاربری اراضی پردانان پیرانشهر پس از بررسی و اطمینان از کیفیت رادیومتری تصاویر، کنترل صحت هندسی و هم‌چنین نقاط برداشت‌شده توسط دستگاه موقعیت‌یاب جهانی، بازدید میدانی برای شناسایی کاربری‌های منطقه، نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰، ارزیابی صحت نقشه‌های تهیه شده با تفسیر چشمی برای

پردازش، استفاده از گوگل ارث و اکستنشن ArcBruTile در ArcGIS برای اطمینان از تطابق با عارضه‌های زمینی، در چهار طبقه کاربری پوشش زمین در جدول ۲ طبقه‌بندی شد. در مرحله بعد با استفاده از نرم‌افزار GIS 10.4، Shapefile نمونه‌های تعلیمی تهیه شد و در نهایت نمونه‌های تعلیمی وارد نرم‌افزار ENVI 5.3 شده و با استفاده از نمونه‌های تعلیمی، طبقه‌بندی به روش Maximum Likelihood انجام گرفت.

جدول۲- روش طبقه بندی پوشش / کاربری سرزمین (Dezhkam *et al*., 2015)

Table 2. Land Coverage Classification Method (Dezhkam *et al*., 2015)

کلاس Class	توضیحات Description
اراضی انسان‌ساخت Built up areas	مناطق شهری با تراکم‌های مختلف، مناطق روستایی، شبکه جاده‌ای و حمل‌ونقل، توسعه خطی اطراف جاده‌ها و برزگراه‌ها ، مراکز خدماتی، صنعتی و تجاری Urban areas with different densities, rural areas, road network and transportation, linear development around roads and highwayes, service centers, industrial and commercial
اراضی زراعی Agricultural lands	زراعت آبی، دیم کاری، باغداری، زراعت چوب و نهالستان، کشت علوفه Agriculture Watery, Dry farming, Gardening, Wood and Nursery, Forage Farming
اراضی مرتعی Rangeland lands	مراتع غنی، متوسط، ضعیف، بوته‌ای، درختچه‌ای و علفی و مخلوط Pastures Rich, medium, poor, bushes, shrubs and grasses and mixtures
اراضی جنگلی Forest lands	پوشش‌های جنگلی طبیعی، بیشه زارها، مناطق جنگلکاری شده و درختزارهای شهری و غیرشهری انبوه، نیمه انبوه و تنک Natural forest coverings, dense forestlands, forested areas, and urban and non-urban densely populated, semi-massive and sparse

به‌دلیل تعداد زیاد سنجه‌ها، و به‌منظور پرهیز از تولید اطلاعات اضافی، بر اساس مرور منابع علمی و با توجه به تناسب سنجه‌ها با هدف پژوهش، مجموعه‌ای از سنجه‌های ترکیب و توزیع شکل سیمای سرزمین برای انجام تحقیق حاضر انتخاب و در جدول ۳ گردآوری شدند. متغیرهای فرمول‌های جدول ۳ نشان دهنده موارد زیر است:

n_i: تعداد لکّه‌های نوع کلاس i. A: مساحت کل سیمای سرزمین. a_{ij}: مساحت لکّه ij. m: تعداد انواع لکّه‌ها. P_i: نسبتی از سیمای سرزمین که به‌وسیله لکّه نوع i اشغال شده است. g_{ik}: طول کل حاشیه‌های لکّه‌های کلاس نوع i در سیمای سرزمین.

تعداد لکّه‌ها: این سنجه تعداد لکّه‌ها را در سطح کلاس یا سیمای سرزمین کمّی می‌نماید و نشان می‌دهد اگر تعداد لکّه زیاد باشد آن طبقه یا نوع لکّه دچار افتراق و جدائی شده است. تراکم لکّه: این سنجه تعداد لکّه‌ها را در واحد سطح نشان می‌دهد، این سنجه به عنوان شاخص تکه‌تکه‌شدگی استفاده می‌شود. بزرگ‌ترین لکّه: این سنجه برابر مساحت بزرگ‌ترین لکّه در سیمای سرزمین. پوشش سیمای سرزمین: درصدی از سیمای سرزمین که به یک کلاس مشخص اختصاص دارد. سنجه تنوع شانون: تنوع لکّه‌های سیمای سرزمین را اندازه‌گیری می‌کند. سنجه پیوستگی: یکی از سنجه‌های اندازه‌گیری درجه یکپارچگی لکّه‌های سیمای سرزمین است.

جدول ۳- مشخصات سنجه‌های استفاده شده در ارزیابی تغییرات کاربری اراضی

Table 3. Specifications of the metrics used to evaluate land use change (McGarigal, 2015)

فرمول محاسباتی Computational formula	محدوده تغییرات Change limit	واحد Unit	علامت اختصاری Symbol	نام سنجه Name Metric	نام فارسی Name Farsi
n_i	1 ≤ NP	-	NP	Number of Patches	تعداد لکّه‌ها
$\frac{n_i}{A}(10000)(100)$	0 < PD	تعداد در ۱۰۰ هکتار Number per 100 Hectares	PD	Patch Density	تراکم لکّه
$\frac{\underset{j=1}{\overset{n}{}}max(a_{ij})}{A}(100)$	0 - 100	%	LPI	Largest Patch Index	بزرگ‌ترین لکّه
$\frac{\sum_{j=1}^{n} a_{ij}}{A}(100)$	0 - 100	%	PLAND	Percentage of Lands	پوشش سیمای سرزمین
$1+\frac{\sum_{k=1}^{m} g_{ik}}{2Ln}(100)$	0 - 100	%	CONTAG	Contagion	پیوستگی
$-\sum_{i=1}^{m}(p_i \ln p_i)$	0 ≤ SHDI	-	SHDI	Shannon's Diversity Index	تنوع شانون

نتایج

در پایان مرحله طبقه‌بندی (طبقه بندی نظارت شده)، خطاها در طبقه‌بندی به دو نوع خطای Error Commission and Omission تقسیم می‌شود. برای تعیین اندازه دقت طبقه‌بندی اغلب از معیار ضریب کاپا که با استفاده از المان‌های ماتریس خطا (شامل دقت تولیدکننده که بیان‌کننده درستی نسبت پیکسل‌های واقعیت زمینی، دقت کاربر که بیان‌کننده صحت نسبت پیکسل‌های نقشه طبقه‌بندی) بدست می‌آید و نقش شانس و توافق اتفاقی را در طبقه‌بندی کاهش می‌دهد (Lillesand *et al.*, 2004)، استفاده می شود که در جدول‌های ٤، ٥ و ٦ محاسبات نشان داده شدند.

جدول ٤- خطای Commission، Omission، دقت تولید کننده و دقت کاربر (سال ١٣٨٦)

Table 4. Error Commission, Omission, Producer Accuracy, User Accuracy (2007)

دقت کاربر User Accuracy	دقت تولید کننده Producer Accuracy	خطای Omission	خطای Commission	کلاس Class	نوع طبقه‌بندی Type of Classification
83/33	48/39	51/61	16/67	اراضی انسان ساخت Built up human lands	حداکثر احتمال Maximum Likelihood
97/56	90	10	2/44	اراضی زراعی Agricultural lands	

ادامه جدول ٤.

Continued table 4.

دقت کاربر User Accuracy	دقت تولید کننده Producer Accuracy	خطای Omission	خطای Commission	کلاس Class	نوع طبقه‌بندی Type of Classification
90	83/96	16/04	10	اراضی مرتعی Rangeland lands	حداکثر احتمال Maximum Likelihood
65/85	90	10	24/15	اراضی جنگلی Forest lands	

جدول ٥- خطای Commission، Omission، دقت تولید کننده و دقت کاربر (سال ۱۳۹۵)

Table 5. Error Commission, Omission, Producer Accuracy, User Accuracy (2016)

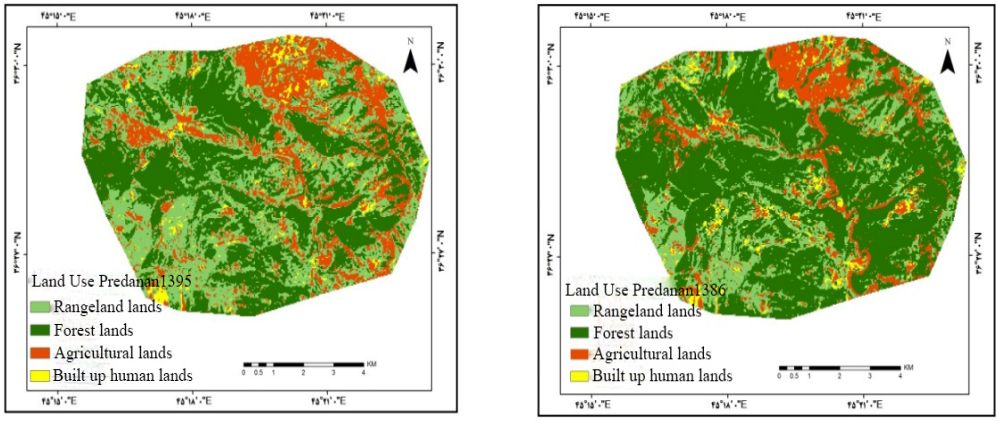
دقت کاربر User Accuracy	دقت تولید کننده Producer Accuracy	خطای Omission	خطای Commission	کلاس Class	نوع طبقه‌بندی Type of Classification
8/98	50	50	91/02	اراضی انسان ساخت Built up human lands	
65/08	84/16	15/84	34/92	اراضی زراعی Agricultural lands	
88/58	88/71	11/29	11/42	اراضی مرتعی Rangeland lands	حداکثر احتمال Maximum Likelihood
68/84	92/23	7/77	31/16	اراضی جنگلی Forest lands	

جدول ٦- درصد صحت کلی و ضریب کاپا حاصل از طبقه‌بندی

Table 6. Overall accuracy and Kappa coefficient result from classification

ضریب کاپا Kappa Coefficient	صحت کلّی overall accuracy	تاریخ Date	نوع طبقه بندی Type of Classification
0/87	90/2	2007	حداکثر احتمال
0/89	92/1	2016	Maximum Likelihood

پس از اطمینان از صحت نقشه‌های کاربری اراضی پس از طبقه‌بندی، در نهایت با استفاده از نرم-افزارهای ENVI 5.3 و ArcGis 10.4 نقشه کاربری اراضی در شکل ۲ برای سال‌های ۱۳۸٦ و ۱۳۹۵ استخراج شد.



شکل ۲- نقشه کاربری اراضی سال‌های ۱۳۸٦(سمت راست) و ۱۳۹۵(سمت چپ)

Figure 2. Land use map of 2007 (right) and 2016 (left)

نتایج آشکارسازی تغییرات توسط سنجه‌های سیمای سرزمین به‌دست آمده و در بخش نتایج سنجه‌های سیمای سرزمین ارائه شدند، سنجه‌های مورد نظر با استفاده از نرم‌افزار Fragstats 4.2 محاسبه شده‌اند. مقادیر کمّی‌شده سنجه‌ها در سطح کلاس‌های کاربری اراضی در جدول‌های ۷ و ۸ به شرح زیر است.

جدول ۷- نتایج محاسبه سنجه‌ها در سطح کلاس‌های کاربری اراضی سال ۱۳۸٦

Table7. Results of calculation the metrics at the Surface level of land use classes in 2007

سنجه Metric				
پوشش سیمای سرزمین PLAND	بزرگ‌ترین لکّه LPI	تراکم لکّه PD	تعداد لکّه NP	کاربری اراضی Land use
2/02	0/08	5/83	460	اراضی انسان ساخت Built up human lands
58/43	17/26	9/30	595	اراضی جنگلی Forest lands
25/52	2/50	23/80	1879	اراضی مرتعی Rangeland lands
14/02	4/54	12/13	1007	اراضی زراعی Agricultural lands

جدول ۸- نتایج محاسبه سنجه‌ها در سطح کلاس‌های کاربری اراضی سال ۱۳۹۵

Table8. Results of calculation the metrics at the Surface level of land use classes in 2016

سنجه Metric				
پوشش سیمای سرزمین PLAND	بزرگ‌ترین لکّه LPI	تراکم لکّه PD	تعداد لکّه NP	کاربری اراضی Land use
3/67	0/22	8/92	743	اراضی انسان ساخت Built up human lands
40/18	10/68	8/32	922	اراضی جنگلی Forest lands
31/36	9/60	22/51	1683	اراضی مرتعی Rangeland lands
24/78	5/41	19/78	1310	اراضی زراعی Agricultural lands

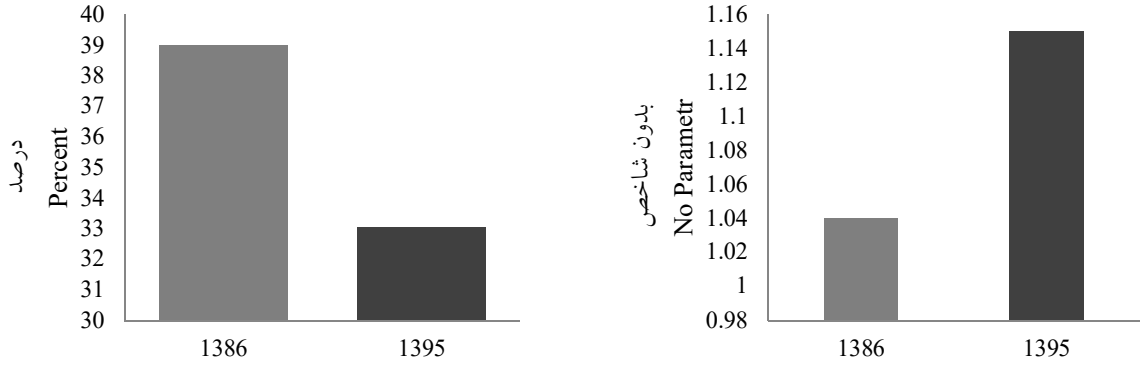
بیشترین مساحت طبقه‌بندی‌شده متعلق به کاربری جنگلی است، بنابراین بستر منطقه محسوب می‌شود. بستر جزیی از سیمای سرزمین است که بیشترین مساحت سیمای سرزمین را به خود اختصاص داده است (Eskandare *et al.*, 2011). به همین علت تعیین بستر منطقه اولین گام در پژوهشهای سیمای سرزمین منطقه خواهد بود. از آنجا که اراضی زراعی، جزء کاربری‌های نیمه‌طبیعی محسوب می‌شود که توسط انسان ایجاد شده و گسترش یافته است، وسعت زیاد آن نشان‌دهنده تخریب منطقه و تغییر بستر منطقه به‌وسیله انسان است. از طرفی موقعیت اراضی جنگلی طوری است که احتمال تخریب و نفوذ انسان در سال‌های آینده در آن زیاد خواهد بود. ارزیابی تعداد لکّه که بیانگر آینده سیمای منطقه خواهد بود نشان داد بیشترین تغییر در طول این بازه زمانی مربوط به کاربری جنگلی بوده است که این افزایش بیانگر خرد-شدگی و وجود اختلال در سرزمین است (Arekhi, 2015). مقایسه تراکم لکّه نشان داد گسترش اراضی مسکونی و زراعی، توسعه فعالیت‌ها و تغییرات کاربری‌ها موجب شده تراکم لکّه‌های جنگی و مرتعی کاهش یابد و حالت تکه‌تکه بیشتری را نسبت به دیگر کلاس‌ها داشته باشند. نتایج سنجه بزرگ‌ترین لکّه نشان داد کاهش بزرگ‌ترین لکّه مربوط به اراضی جنگلی است که بیانگر تخریب یکپارچه پوشش جنگلی است. براساس تغییرات درصد پوشش سیمای سرزمین برای اراضی زراعی در بازه زمانی مورد نظر افزایش و درصد اراضی جنگلی کاهش یافته است که بیانگر این موضوع است که گسترش اراضی زراعی منجر به ازبین‌رفتن زمین‌های جنگلی و تبدیل‌شدن آنها به دیگر کاربری‌ها شده است. نتایج روند تغییرات سیمای سرزمین با استفاده از سنجه‌های تعداد لکّه، تراکم لکّه، سنجه تنوع شانون و پیوستگی در سطح سیمای سرزمین در جدول ۹، ارائه شده است.

جدول ۹- نتایج محاسبه سنجه‌ها در سطح سیمای سرزمین در دو دوره مطالعاتی

Table9. Results of calculating the metrics at the surface level of the landscape in two study periods

سال Yera	سنجه Metric			
	تعدادلکّه NP	تراکم لکّه PD	پیوستگی CONTAG	تنوع شانون SHDI
1386	3941	51/05	39/01	1/04
1395	4658	59/55	33/06	1/15

نتایج افزایش روند سنجه‌های تعداد کل لکّه و تراکم لکّه بیانگر افزایش تکه‌تکه‌شدگی سیمای سرزمین طی زمان مورد بررسی بوده است. نتایج سنجه پیوستگی سیمای سرزمین در نمودار شکل ۳ از ۳۹/۰۱ به ۳۳/۰٦ درصد در این منطقه طی این سال‌ها بوده است که نشان دهنده کاهش یکپارچگی و افزایش تکه‌تکه شدگی در سیمای سرزمین است و نتایج سنجه شاخص تنوع شانون از ۱/۰٤ به ۱/۱۵ افزایش داشته و این به معنای آن است که سیمای سرزمین دچار تغییرات کاربری گوناگونی شده است.



شکل ۳- نمودارهای سنجه تنوع شانون (سمت راست) و سنجه پیوستگی (سمت چپ) در سطح سیمای سرزمین

Figure 3. Shannon Diversity Charts (right) and Contag metric (left) at the surface of the landscape

بحث

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، در گذشته بیشتر منطقه را جنگل پوشانده بوده ولی به‌تدریج با دخالت‌های انسانی، تغییر کاربری رخ داده و کاربری‌های دیگر شکل گرفته‌اند. بایستی توجه کرد که داشتن بستر جنگل، مزیتی برای حفاظت و توسعه تنوع زیستی منطقه است، زیرا جنگل به عنوان عالی‌ترین بوم-سازگان طبیعی خاستگاه بسیاری از گونه‌های گیاهی و جانوری است. هم‌اکنون کاربری جنگل به دلیل وسعت بیش‌تر به عنوان بستر در منطقه وجود دارد ولی به وجودآمدن لکّه‌های مختلف در درون این کاربری موجب در خطر قرار گرفتن زیستگاه داخلی آن شده است. زراعت نیز با داشتن تعداد زیاد لکّه‌ها عامل مهمی برای تخریب و تغییر کاربری است. مخرب‌ترین نوع کاربری در این منطقه کاربری زراعی است، زیرا به‌صورت مستقیم سبب تخریب جنگل می‌شود. متأسفانه طی مشاهدات حاصل از بازدیدهای میدانی، وسعت این کاربری‌ها توسط ساکنان منطقه رو به

افزایش است، به‌طوری که فواصل کم این لکّه‌ها خود نشانه مهم دیگری برای گسترش روزافزون این کاربری است. تعیین کاربری‌ها نشان داد که مردم بومی در طول سال‌های متوالی، لکّه‌ها یا همان کاربری‌های متفاوتی در منطقه ایجاد کرده‌اند. این کاربری‌ها به‌صورت نامناسب در بستر منطقه که جنگلی بوده توسعه پیدا کرده است. وجود اراضی مسکونی و زراعی که در پردانان گسترده شده است، سبب بروز مشکل تخریب و پراکندگی آنها در سطح منطقه شده است که این خود می‌تواند عامل مهم برای نابودی منابع طبیعی منطقه شود. ضمن اینکه گسترش برخی از کاربری‌ها در آینده خطری جدی برای ماهیت تنوع زیستی منطقه محسوب می‌شود. نتایج پژوهش با استفاده از سنجه‌ها بیانگر آن شد که به‌طور کلی، سیمای سرزمین تکه‌تکه‌تر، از نظر شکلی پیچیده‌تر، نامنظم‌تر و از نظر مقدار یکپارچگی عناصر ساختاری، ناپیوسته‌تر ۳۹/۰۱ به ۳۳/۰۶ و از نظر نوع کاربری پوشش موجود در واحد سطح متنوع‌تر ۱/۰۴ به ۱/۱۵ شده است. هم‌چنین تفسیر نتایج گویای این واقعیت است که اراضی مسکونی و زراعی در سیمای سرزمین در بازه زمانی مورد نظر روند تغییراتی کاملاً هم‌جهت را طی کرده‌اند که می‌تواند ناشی از اثر مستقیم و شدت حضور بیشتر انسان در تعیین الگوی پراکنش مکانی آنها در مقایسه با دیگر کاربری‌ها باشد. نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش‌های Mirzayi و همکاران (2013) در بررسی تغییرات پوشش اراضی استان مازندران با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین تطابق داشت. نتایج ایشان حاکی از افزایش مساحت در پوشش‌های مسکونی، کشاورزی، مرتع، جاده و افت شدید در جنگل‌های استان بود. NoheGhar و همکاران (2015) در تحلیل کاربری سرزمین در بخش مرکزی گیلان از سنجه های توزیع مکانی وترکیب بندی لکّه‌ها، در سطح کلاس و سیمای سرزمین استفاده کردند. نتایج نشان داد که در اثر دخل و تصرف انسان، ساختار سیمای سرزمین ریزدانه شده، تعداد تکه‌های انسان ساخت مصنوعی و نیمه‌طبیعی افزایش یافته و عوامل مزبور منجر به هضم کاربری جنگل و بیشه‌زار متراکم شده است. اتصال و پیوستگی سیمای سرزمین نیز به واسطه افزایش تکه‌های کاربری‌های متنوع، کاهش پیدا کرده و چشم‌انداز منطقه با هضم تکه‌های جنگل در میان پوشش‌های انسان ساخت دچار تحول شده است. Amsalu و همکاران (2006) در بررسی تغییرات کاربری اراضی در حوضه‌های آبخیز در ارتفاعات اتیوپی. Liu و همکاران (2014) در بررسی تکه تکه شدن جنگل‌ها در لانکانگ چین. de Castillo و همکاران (2015) در بررسی تغییرات پوشش جنگلی در پارک طبیعی مونکایو اسپانیا نیز به تکه‌تکه شدگی سیمای سرزمین اذعان کرده‌اند.

نتیجه‌گیری

با توجه به رشد کنترل‌نشده اراضی مسکونی و زراعی طی دوره ده‌ساله گذشته، برای جلوگیری از تخریب بیشتر و هم‌چنین حفظ پوشش‌های کاربری جنگلی، که می‌تواند سبب فروافت یا نابودی ساختار و به‌تبع آن فروافت کارکرد و خدمات آنها شود، پیشنهاد می‌شود آمایش سرزمین بر مبنای عناصر ساختاری سیمای سرزمین و مفاهیم سیمای سرزمین انجام شود. استفاده از شاخص‌های سیمای سرزمین برای تجزیه و تحلیل تغییر و پویایی الگوی لکّه‌های زادآوری موجود در بوم- سازگان‌های جنگلی در طول زمان با توجه به تاثیر عوامل مختلف و چگونگی فعالیت‌های انسان و تاثیرآن بر منطقه استفاده شود. برداشت اصولی از انواع تولیدات جنگلی بر اساس توان زیستی و بوم‌شناختی به‌منظور حفظ، احیاء و توسعه رویشگاه‌ها. جذب مشارکت‌های مردمی با استفاده از نقاط قوت تولید

اقتصادی محدوده و هم‌چنین بررسی سنجه‌ها در مقیاس زیرحوضه و یا بخش محدودی از منطقه با ارائه جزییات می‌تواند در تعیین لکّه‌ها و کاربری‌های ناسازگار و نیز چگونگی تغییر در سیمای کاربری اراضی کمک کند، که می‌تواند در پژوهش‌های آتی مدنظر قرار گیرد.

References

- Amsalu, A., L. Stroosnijder & J. de Graaff, 2006. Long-term dynamics in land resource use and the driving forces in the Beressa watershed, highlands of Ethiopia, *Journal of Environmental Management*, 83(4): 448-459.
- Apan, A. A., S. R. Raine & M. S. Paterson, 2002. Mapping and Analysis of changes in the riparian landscape structure of the Lockyer valley catchment, Queensland, Australia, *Journal of Landscape and Urban Planning*, 59(1): 43-57.
- Arekhi, S., 2015. Application of Landscape Metrics in Assessing Land Use Changes' trend by Using Remote Sensing and GIS Case study: Dehloran Desert Area, *Geography and Development Iranian Journal*, 13(40): 59-68. (In Persian)
- Barate, B., A. Jahane, L. Zebardast & B. Rayghane, 2017. Assessing the integrity of the protected areas by using the Land Ecology Approach (Case Study area: National Park and Wildlife Refuge of Kahahi Ghazi), *Land Extension*, 9(1): 153-168. (In Persian)
- Chiesa, D., R. Pelorosso, A. Leone & U. Berger, 2009. Landscape dynamics in an abandoned rural area of the central Apennine Mountains. Proceedings of Thirty-Third Conference Technology and management to ensure sustainable agriculture, agro-systems, forestry and safety, Reggio Calabria Italy, Italy.
- de Barros Ferraz, S. F., C. A. Vettorazzi, D. M. Theobald & M. V. R. Ballester, 2005. Landscape Dynamics of Amazonian Deforestation Between 1984 and 2002 in central Rondonia Brazil, Assessment and Future Scenarios, *Forest Ecology and* Management, 204(1): 69-85.
- de Castillo, E. M., A. Garcia-Martin, L. A. L. Aladrén & M. de Luis, 2015. Evaluation of forest cover change using remote sensing techniques and landscape metrics in Moncayo Natural Park (Spain), *Applied Geography*, 62(1): 247-255.
- Dezhkam, S. S., B. Jabbarian Amiri & A. A. Darvishsefat, 2015. Monitoring the landscape changes using synoptic analysis and satellite images (case study: Rasht township), *Quarterly journal of natural environment (Iranian journal of natural resoursec)*, 68(2): 225-238. (In Persian)
- Eskandare, S., A. Morade & J. Olade, 2011. Land Use and Terrestrial Landscape Analysis of the White Flower Village in terms of environmental performance using RS and GIS*, Land use planning*, 3(4): 137-162. (In Persian)
- Fizezadeh, B. & M. mirrahime, 2008. Detection of Land Use Change Using Object-Oriented Classification Method Case Study: Andisha Town, Proceedings of Geomatics Conference, Mapping Organization of the Country, Tehran, Iran. pp. 1 -10. (In Persian)
- Ghorbane, M., A. Darvishsefat & B. JabareanAmire, 2017. Determining Optimal Network Dimensions for Quantitative Assessment of Territory Territories, Proceedings of Fourth International Conference on Environmental Planning and Management, University of Tehran, Tehran, Iran. pp. 1-8. (In Persian)
- Heydari, M., A. Mahdavi & A. Modaberi, 2016. The most appropriate statistical distribution for studding effect of land use changes on distribution of Oak trees (Quercus brantii) canopy in Zagros forests of Ilam Province, *Forest Research and development*, 2(4): 353-366. (In Persian)
- Lausch, A. & F. Herzog, 2002. Applicability of landscape metrics for the monitoring of landscape change: issues of scale, resolution and interpretability, *Ecological indicators,* 2(1-2): 3-15.
- Leitao, A. B., J. Miller, J. Ahern & K. McGarigal, 2009. Measuring Landscape, *Journal of Urban Affairs,* 31(3): 376-378.
- Lillesand, T., R. W. Kiefer & J. Chipman, 2004. Remote Sensing and Image Interpretation, Fifth edition. Wiley and Sons press, New York, 812 p.
- Liu, S., Y. Dong, L. Deng, Q. Liu, H. Zhaoa & S. Dong, 2014. Forest fragmentation and landscape connectivity change associated with road network extension and city expansion: A case study in the Lancang

River Valley, *Ecological Indicators*, 36(1): 160-168.
- McGarigal, K. & S. A. Cushman, 2002. The Gradient Concept of Landscape Structure: Or why are there so Many patches, University of Massachusetts Amherst, 44 p.
- McGarigal, K., 2015. Fragstats Help, Version 4.2. University of Massachusetts Amherst, 182 p
- Mirzayi, M., A. Riyahi Bakhtiyari, A. A. Salman Mahiny & M. Gholamalifard, 2013. Investigating the Land Cover Changes in Mazandaran Province Using Landscape Ecology's Metrics Between 1984 - 2010, *Iranian Journal of Applied Ecology*, 2(4): 37-55. (In Persian)
- NoheGhar, A., B. Jabariyan Amiri & R. Afrakhte, 2015. Land use analysis on Guilan central district using landscape ecology approach, *Geography and territorial spatial arrangement*, 5(15): 197-214. (In Persian)
- Salman Mahiny, A., 2007. Landscape metrics and erosion risk as two classes of quantitative indicators for rapid environmental impact assessment, *Journal of Agricultural Science and Natural Resources*, 14(1): 1-11. (In Persian)
- Talebi Amiri, Sh., F. Azari Dehkord, S. H. Sadeghi & S. R. Soofbaf, 2009. Study on Landscape Degradation in Neka Watershed Using Landscape Metrics, *Environmental science*, 6(3): 133-144. (In Persian)
- Veldkamp, A. & E. F. Lambin, 2001. Predicting land-use change, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 85(1-3): 1-6.
- Zahedifard, N., S. J. Khajeddin & A. Jalalian, 2004. TM Digital Data Application on Land-use Mapping of Bazoft River Basin, *JWSS - Journal of Water and Soil Science, Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 8(2): 91-105. (In Persian)
-Karami, A. & J. Feghhi, 2012. Investigation of Quantitative metrics to protect the landscape in land use by sustainable pattern (Case study: Kohgiluyeh and Boyer Ahmad), *Journal of environmental studies*, 37(60): 79-88. (In Persian)

Analysis of temporal-spatial variations of land use in Predanan Piranshahr using LandScape Metrics

H. Nazarnejad[*1], M. Hosseine[2] and S. Hamzeh[2]

1- Assistant Professor, Department of Watershed Management Science, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, I. R. Iran.

2- M.Sc. of Watershed Management, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, I. R. Iran.

Received: 08.08.2017 Accepted: 22.04.2018

Abstract

Nowadays, the expansion of human societies and greater environmental dominance have caused more rapid and wider environmental changes to take place. This will reduce the scope of the natural arenas and increase its dispersion and termination. The aim of this research is to evaluate the time variation and spatial distribution of the Piranshahr land plots with the help of remote sensing and land surveying in a ten-year time horizon, which is important for current and future planning of land use for sustainable development. Landsat satellite images were used to prepare land use map. In order to investigate land use changes during this time interval, Fragstats software was used to measure the Number of Patches, Patch density, percentage of Lands, Largest Patch Index metrics in the class level, and the number of patches, patch density, Shannon,s diversity and contagion metrics in landscape level. The results of the research using the metrics at two levels indicate that, in general, the shape of the fragmented landscape is more complex, irregular, and in terms of the integrity of the structural elements, the more discontinuous (from 39.01 to 33.06%) and in terms of type The use of coverage in a more diverse area (from 1.04 to 1.15) has been used.

Keywords: Landscape metrics, Land use, Piranshahr, Spatial distribution.

[*] Corresponding author: Email: h.nazarnejad@urmia.ac.ir