نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد بیست و پنجم، شماره چهارم، ۱۳۹۷
http://jwfst.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwfst.2019.14944.1744

آشکارسازی و تحلیل تغییرات کاربری اراضی منطقه ارسبارن با استفاده از بوم‌شناسی منظر

وحید نصیری[۱] و *علی‌اصغر درویش صفت[۲]

[۱]دانشجوی دکتری جنگلداری، گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران،
[۲]استاد گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۱/۲۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۰۷

چکیده

سابقه و هدف: یکی از پیش شرط‌های اصلی برای استفاده صحیح از زمین، اطلاع از الگوی کاربری اراضی و دانستن تغییرات هر کدام از کاربری‌ها در طول زمان است. روش‌های متعددی ازجمله استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین در این راستا توسعه یافته است. استفاده از این سنجه‌ها جهت تحلیل تغییرات کاربری، اساسا بر این اصل استوار است که این سنجه‌ها توانایی ارایه کمی تغییرات عملکردهای سرزمین را دارند. با توجه به جایگاه ویژه اکولوژیکی زیست کره ارسباران و تغییرات به نسبت زیاد صورت گرفته در استفاده از زمین، ضرورت دارد که تغییرات منظر آن مورد پایش قرار گیرد. در نتیجه هدف اصلی این مطالعه بررسی و تحلیل تغییرات کاربری اراضی منطقه ارسباران طی دو دوره از سال ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۳ با استفاده از سنجه‌های بوم‌شناسی منظر می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در گام اول نقشه‌های کاربری اراضی با استفاده از تصاویر سنجنده‌های OLI، +ETM و TM ماهواره لندست برای سال‌های ۱۳۹۳، ۱۳۸۱ و ۱۳۶۹ با کاربری‌های کشاورزی، مرتع، جنگل کم‌تراکم، جنگل متراکم، مسکونی، بدون پوشش و آب تهیه شدند. سنجه‌های مختلف شامل: مساحت هر کلاس، درصد از سیمای سرزمین، تعداد لکه‌ها، شاخص بزرگترین لکه، شاخص میانگین شکل، میانگین فاصله اقلیدسی، پراکندگی و مجاورت، شاخص تکه‌تکه شدگی و شاخص تنوع شانون بر روی نقشه‌های کاربری مقاطع زمانی محاسبه و تحلیل و همچنین میزان تغییرات هر کاربری به دیگر کاربری‌ها، محاسبه شدند.

یافته‌ها و بحث: نتایج محاسبه سنجه‌های‌ای مساحت کل، درصد از سیمای سرزمین و تعداد لکه‌ها نشان‌دهنده تخریب پوشش جنگلی و افزایش سطح اراضی بدون پوشش و مناطق مسکونی در منطقه بود. کاهش شاخص بزگترین لکه و افزایش شاخص‌های فاصله اقلیدسی، مجاورت و پراکندگی و تکه تکه شدگی برای پوشش جنگلی در طول مدت مطالعه نشان‌دهنده تخریب و از هم گسستگی این اراضی است. در سطح سرزمین تعداد لکه‌ها در طول زمان افزایش یافته است که نشان دهنده شدت زیاد تغییرات منفی و تخریبی در دوره‌های زمانی این مطالعه است. همچنین شاخص تنوع شانون تأیید کننده افزایش تنوع لکه‌ها در منظر منطقه در اثر افزایش لکه‌ها و تغییرات صورت گرفته در کاربری‌ها است.

*مسئول مکاتبه: adarvish@ut.ac.ir

نتیجه‌گیری: نتایج محاسبه سنجه مساحت کل و آشکارسازی تغییرات سطح نشان داد که تغییرات در دوره دوم (۱۳۹۳-۱۳۸۱) شدیدتر از دوره اول (۱۳۸۱-۱۳٦۹) بوده است. می‌توان عنوان کرد در منطقه ارسبارن در گذر زمان، منظر منطقه کاملا تکه‌تکه شده و با توجه به گسترش مناطق مسکونی و گسستگی اراضی جنگلی و مرتعی، اکوسیستم منطقه تخریب شده است. همچنین با در نظر گرفتن تنوع مکانی کاربری‌ها و پراکندگی آن‌ها در سطح سیمای سرزمین امکان تشدید تخریب و تغییر کاربری اراضی در آینده وجود دارد. بر همین اساس لزوم تدوین برنامه مناسب برای جلوگیری از تغییرات ناخواسته در سیمای سرزمین منطقه و حفظ پیوستگی مکانی آن دیده می‌شود. دخالت‌های پیش‌رو باید بر اساس اصول توسعه پایدار، ارزیابی توان سیمای سرزمین و استفاده درست از منابع برنامه‌ریزی شود.

واژه‌های کلیدی: بوم‌شناسی منظر، سنجه‌های بوم‌شناسی، تغییرات کاربری، تصاویر ماهواره‌ای، ارسباران

مقدمه

افزایش جمعیت و رشد سریع شهرنشینی، تغییرات نامطلوبی را در کاربری و پوشش اراضی از نظر ساختاری و عملکردی به‌وجود آورده است (١٤). با در نظر گرفتن آثار منفی ناشی از استفاده نامناسب از زمین مانند از بین رفتن تنوع زیستی و اکوسیستم‌ها، انقراض گونه‌ها و تغییرات آب و هوایی(۱)، شناخت تغییرات سرزمین در طول زمان به منظور طرح‌ریزی و مدیریت پایدار سرزمین ضروری است (۱۵). زیرا با استفاده از آن می‌توان ظرفیت برد منابع و پیامدهای بهره‌برداری از منابع بر روی محیط‌زیست را در فرایند تدوین طرح‌های توسعه لحاظ کرد (۱۷). یکی از روش‌های بررسی تغییرات کاربری اراضی، استفاده از توانمندی‌های بوم‌شناسی منظر است، که در دهه‌های اخیر بعد جدیدی را در مطالعات اکولوژیکی بوجود آورده است (۳). بوم‌شناسی منظر بینش با ارزشی در ارتباط با ساختار مکانی و عملکرد سرزمین به وجود آورده است (۱۱). این ارتباط بین ساختار مکانی و فرایندهای اکولوژیکی است که عملکرد سیمای سرزمین را تعیین می‌کند و نقش مهمی در تغییرات زیست محیطی دارد (۱۰). این سنجه‌ها خصوصیات شکلی، هندسی، ماهیت پراکنش و توزیع اجزای ساختاری سرزمین را قابل تعریف و به صورت کمی قابل مقایسه می‌سازند (۲۰). مهمترین فرض در این چنین مطالعات این است که تغییرات مقادیر سنجه‌های بوم‌شناسی منظر در طول زمان، مربوط به تغییر در عملکردهای سرزمین است (۱۸). مطالعات مختلفی با استفاده از این سنجه‌ها جهت بررسی تغییرات کاربری اراضی انجام شده است. طالبی امیری و همکاران (۲۰۰۸) مطالعه‌ای را با عنوان تحلیل تخریب سیمای سرزمین حوزه آبخیز نکا انجام دادند و به‌این نتیجه رسیدند که تعداد لکه‌ها افزایش و منظر منطقه لکه لکه و تخریب شده است (۲۰). کامیاب و سلمان ماهینی (۲۰۰۱) در مطالعه‌ای دیگر به بررسی الگوی مکانی- زمانی تغییرات سیمای سرزمین و توسعه شهری در گرگان در دوره زمانی ۲۰۰۱-۱۹۸۷ پرداختند. نتایج محاسبه سنجه‌های متعدد نشان داد که در طول مدت مطالعه الگوی توسعه شهری منطقه به سمت ایجاد لکه‌های بزرگتر، با اشکال ساده‌تر و پیچیدگی کمتر سوق پیدا کرده است (۹). فتحی‌زاد و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای در منطقه دهلران از سنجه‌های مساحت طبقه، تراکم لکه، تعداد لکه، متوسط اندازه لکه، تراکم حاشیه و متوسط شاخص شکل برای سال‌های ١٣٦٤ و ١٣٨٦ استفاده کردند. نتایج نشان دهنده تغییرات عمده کاربری و از هم گسستگی سرزمین بود (٦). آگویلرا و همکاران

(۲۰۱۱) با استفاده از سنجه‌های مختلف به بررسی چگونگی تغییرات کاربری اراضی در سه سناریو مختلف پرداختند و به‌این نتیجه رسیدند که این سنجه‌ها توانایی خوبی در نمایش تغییرات کاربری به خصوص در سطح کلاس دارند (۲). گواش و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از سنجه‌های بوم‌شناسی منظر به بررسی تغییرات پوشش جنگلی منطقه Dehradum در هیمالیا پرداختند. محاسبات شاخص‌های مکانی سیمای سرزمین در دو سطح کلاس و سیمای سرزمین صورت گرفت. نتایج نشان دهنده عمل کرد خوب سنجه‌ها در بررسی روند جنگل‌زدایی در طول مدت مطالعه بود (۸).

افزایش جمعیت در منطقه ارسباران، پایین بودن نرخ اشتغال، افزایش فعالیت‌های معدن کاوی، مطرح شدن منطقه ار نظر گردشگری، توسعه راه‌های ارتباطی و همچنین تصمیم‌های نادرست در سال‌های اخیر موجب تغییرات کاربری متعددی در منطقه ارسباران شده است (۱۲). با توجه به اهمیت اکولوژیکی منطقه، هدف مطالعه، بررسی و تحلیل تغییرات کاربری اراضی با استفاده از سنجه‌های کارآمد سیمای سرزمین در طول دو دوره ۱۲ ساله است. در همین راستا استفاده از ابزارهای کمی به‌منظور تحلیل تغییرات کاربری صورت گرفته در گذشته در راستای مدیریت سرزمین و جلوگیری از تغییرات ناخواسته، می‌تواند ضرورت انجام این مطالعه را تبیین کند. مهمترین فرضیه مطالعه حاضر این است که تغییرات کاربری در طول مدت مطالعه در جهت کاهش پوشش‌های طبیعی جنگلی و مرتعی و افزایش کاربری‌های انسان ساخت صورت گرفته است و به کمک سنجه‌های سیمای سرزمین می‌توان این تغییرات را به درستی تحلیل و بررسی نمود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: منطقه مورد مطالعه در بخش شمالی شهرستان کلیبر قرار دارد و شامل حدود ۹۰ درصد منطقه حفاظت شده ارسباران و محدوده شهرستان‌های کلیبر و خداآفرین است (شکل ۱). مساحت منطقه ۷٤۰۰۰ هکتار بوده و در گستره جغرافیایی ″۵۰ ′۳۹ °٤٦ تا ″٤۱ ′۱ °٤۷ طول شرقی و ″٤۱ ′٤۳ °۳۸ تا ″۱۱ ′۸ °۳۹ عرض شمالی واقع شده است. سیمای طبیعی منطقه کوهستانی با پوشش جنگلی و مرتعی است (۵). علاوه‌بر آن، قسمت‌هایی از منطقه تحت تأثیر فعالیت‌های دامداری و کشاورزی، دگرگون یافته و جنگل‌ها و مراتع تنک، اراضی مزروعی و آبادی‌های با سکنه، بخش‌های تغییر شکل یافته منطقه را تشکیل می‌دهند (۱۹).

تهیه نقشه‌های کاربری اراضی: لازمه پایش و تحلیل دقیق تغییرات کاربری اراضی در اختیار داشتن نقشه‌های دقیق کاربری از مقاطع زمانی مختلف است. لذا از روش تفسیر تلفیقی (On Screen Digitizing) جهت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای استفاده شد. در این روش، طبقه‌بندی تصویر براساس دانش شخص تفسیر کننده و با استفاده از انواع مشخصه‌های بصری عوارض و بر روی یک ناحیه کامل (نه پیکسل منفرد) که دارای خصوصیات مشابه هستند؛ انجام می‌شود (۱). جمعا نه تصویر از سنجنده‌های TM، +ETM و OLI ماهواره‌های سری لندست مربوط به فصل‌های مختلف سال‌های ۱۳٦۹، ۱۳۸۱ و ۱۳۹۳ بهره گرفته شد تا بتوان با صحت هر چه بیشتر نقشه‌های کاربری تهیه شوند.

شکل ۱- منطقه مورد مطالعه و موقعیت آن در کشور

Figure 1. Case study and its geographical location in Iran.

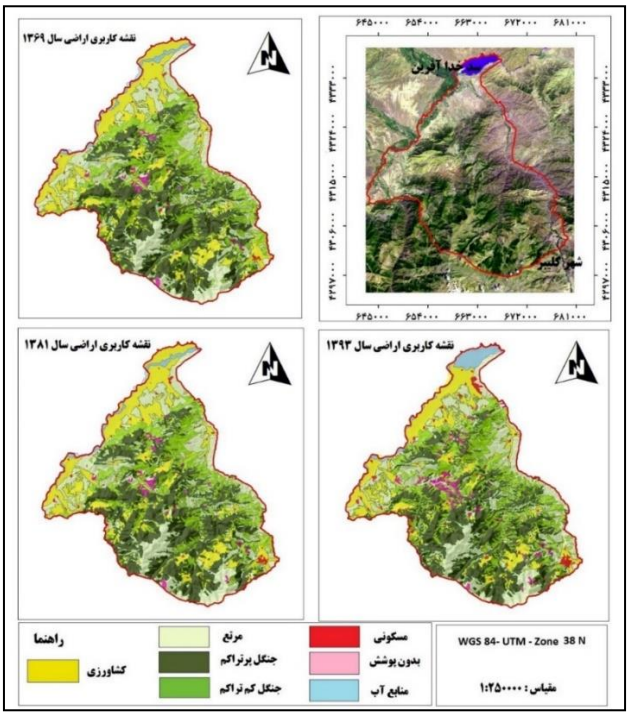
بررسی کیفیت رادیومتری تصاویر، با ایجاد ترکیبات رنگی مختلف و بزرگنمایی و همچنین بررسی کیفیت هندسی تصاویر با استفاده از لایه‌های جاده‌ها و آبراهه‌ها استخراج شده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه انجام شد. با توجه به تقویم زراعی منطقه از تصاویر ماه‌های مختلف استفاده شد تا بتوان از اختلاف بازتاب پدیده‌ها در شناسایی و تفکیک کاربری‌های مختلف بهره برد. در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای از سایر اطلاعات جانبی شامل: برداشت میدانی ٤۰۰ نقطه در کاربری‌های مختلف و تهیه کلید تفسیر، ترسیم کروکی مرز برخی کاربری‌ها بر روی تصاویر رنگی چاپ شده، نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰، تصاویر Google earth و اطلاعات طرح توسعه و عمران وزارت راه و شهرسازی استفاده شد. پس از انجام بارزسازی‌ها و تهیه تصاویر رنگی مناسب، فرایند تفسیر با صرف زمان زیاد از طریق شناسایی کاربری‌های مختلف و ترسیم محدوده آن‌ها در محیط نرم‌افزار ArcGis انجام شد. در نهایت نقشه‌های کاربری قابل اطمینان منطقه در طبقات: کشاورزی (کشاورزی آبی، دیم و باغ)، جنگل متراکم (تراکم ۱۰۰-۵۰) جنگل کم تراکم (تراکم ۵۰-۰ درصد)، مرتع (انواع اراضی مرتعی)، مسکونی (مناطق شهری و روستایی)، بدون پوشش طبیعی و منابع آب (رودخانه و سد) تهیه شدند. به‌منظور تهیه نقشه‌های کاربری اراضی یکنواخت و در یک سطح دقت، با توجه به وسعت منطقه، داده‌های مورد استفاده و کاربری‌های مدنظر، تفسیر همه تصاویر ضمن بزرگنمایی آن‌ها تا مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ صورت گرفت. پس از تفسیر تصاویر ماهواره‌ای، نقشه‌های کاربری اراضی سال‌های ۱۳٦۹، ۱۳۸۱ و ۱۳۹۳ به محیط نرم‌افزار IDRISI انتقال، با اندازه سلول ۳۰ متر رستری و سپس برای کمی‌سازی سنجه‌های سیمای سرزمین وارد نرم‌افزار Fragstats شد. همچنین میزان تغییرات هریک از کاربری‌ها به دیگر کاربری‌ها، در هر دو دوره محاسبه شد.

سنجه‌های مورد استفاده در این مطالعه: با توجه به مطالعات انجام شده، اهداف تحقیق و با در نظر گرفتن همپوشانی بین برخی سنجه‌ها، سنجه‌های مساحت، لکه‌ها، حاشیه‌ها، شکل و پراکندگی انتخاب شدند. مشخصات شاخص‌های مکانی انتخاب شده در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- سنجه‌های سیمای سرزمین مورد استفاده در مطالعه

Table 1. Landscape metrics that used in study.

شاخص‌های سیمای سرزمین Landscape metrics	علامت اختصاری و دامنه Symbol and scope	واحد Unit	توضیح سنجه Describe the metric
مساحت هر کلاس Class area	CA>0	هکتار Hectare	سطح هر کلاس در سیمای سرزمین Sum of the areas (m2) of all patches of the corresponding patch type.
درصد از سیمای سرزمین Percentage of landscape	$0 < PLAND \leq 100$	درصد Percent	سهم نسبی هر کلاسه در سیمای سرزمین The relative contribution of each class in the landscape.
تعداد لکه‌ها Number of patches	$NP \geq 1$	-	این شاخص زمانی برابر یک است که کلاسه به هم پیوسته باشد و فقط از یک لکه در سطح سیمای سرزمین تشکیل شده باشد. NP = 1 when the landscape contains only 1 patch of the corresponding patch type; that is, when the class consists of a single patch.
شاخص بزرگترین لکه Largest patch index	$0 < LPI \leq 100$	درصد Percent	نشان می‌دهد چه درصدی از سیمای سرزمین توسط بزرگترین لکه یک کلاس اشغال شده است. Quantifies the percentage of total landscape area comprised by the largest patch.
شاخص میانگین شکل Mean Shape metric	MN_SHAPE	-	برابر است با نسبت مجموع محیط لکه‌ها تقسیم بر تعداد لکه‌ها از همان نوع Equals the sum, across all patches divided by the total number of patches.
میانگین فاصله اقلیدسی Euclidean nearest-neighbor distance	$ENN > 0$	متر Meter	برابر است با میانگین فاصله از نزدیکترین لکه مشابه Equals the distance (m) to the nearest neighboring patch of the same type.
پراکندگی و مجاورت Interspersion and juxtaposition index	$0 < IJI \leq 100$	درصد Percent	نشان دهنده پراکندگی نسبی لکه‌های هر کلاس در سطح سیمای سرزمین است. Represents the patches relative interspersion in landscape level.
شاخص تکه تکه شدگی Division metric	$0 \leq DIVISION \leq 1$	-	نشان دهنده میزان تکه تکه شدگی است و بیان می‌کند که با چه احتمالی دو پیکسل انتخاب شده به صورت تصادفی در یک لکه مشابه قرار می‌گیرند. It based on the cumulative patch area distribution and interpreted as the probability that two randomly chosen pixels in the landscape are not situated in the same patch.
شاخص تنوع شانون Shannon's diversity index	$SHDI \geq 0$	-	وقتی سیمای سرزمین فقط از یک لکه تشکیل شده است و تنوعی وجود ندارد مقدار آن برابر صفر است و با افزایش تعداد لکه‌ها مقدار آن افزایش می‌یابد. SHDI = 0, when the landscape contains only 1 patch (i.e., no diversity) and increases as the number of different patch types (i.e., patch richness, PR) increases.



شکل ۲- نقشه‌های کاربری اراضی حاصل از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای.

Figure 2. LULC maps of the study area derived from classification of Landsat satellite images.

نتایج و بحث

نقشه‌های کاربری اراضی حاصل از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای و تصویر رنگی (RGB) ٧٦٤ تصاویر OLI لندست ۸ در شکل ۲ آمده است.

نتایج محاسبه شاخص مکانی مساحت کل: در دوره اول مساحت کاربری‌های جنگل متراکم، جنگل کم‌تراکم و آب کاهش و کاربری‌های کشاورزی، مرتع، مسکونی و بدون پوشش افزایش یافته است (جدول ۲). اراضی جنگلی کم‌تراکم با نرخ سالیانه ٦٠/٩٥ هکتار و در مجموع با ٧٣١/٤ هکتار بیشترین کاهش سطح را در این دوره داشته است. در دوره دوم علاوه‌بر کاهش جنگل متراکم و جنگل کم تراکم، شاهد کاهش سطح کاربری کشاورزی نیز بوده‌ایم. بیشترین کاهش سطح متعلق به کاربری کشاورزی با ٨٦٨/٤ هکتار و نرخ ٧٢/٣٦ هکتار در سال می‌باشد. همچنین بیشترین افزایش سطح متعلق به کاربری آب با ۱۱۷۵/۵ هکتار و نرخ ۹۷/۹۵ هکتار در سال است.

سهم هر یک از کاربری‌ها در تغییرات خالص یک کاربری: سهم هر یک از کاربری‌ها در افزایش و یا کاهش یک کاربری خاص در جداول ۳ و ٤ آورده شده است. بر اساس نتایج (جدول ۳) در دوره اول (۱۳۸۱-۱۳٦۹) بیشترین تغییر صورت گرفته، تبدیل اراضی جنگلی کم‌تراکم به مرتع به میزان ۸۱۵ هکتار بوده است. بیشترین میزان تغییر سطح جنگل متراکم، مربوط به تبدیل جنگل‌های متراکم به جنگل کم‌تراکم به میزان ۱۷٤ هکتار می‌باشد. علاوه‌بر آن در این دوره، ۱۲۸ هکتار از حریم رودخانه‌ها، ۸۹ هکتار از جنگل کم تراکم و ۱۲۱ هکتار از جنگل‌های متراکم به اراضی کشاورزی تبدیل شده است و تنها ۱۱۲ هکتار از این اراضی به مناطق مسکونی تغییر یافته است.

جدول ۲- مساحت و تغییرات هر یک از کاربری‌ها (به هکتار) در طول دو دوره زمانی.

Table 2. Temporal changes for different LULC categories during two times period.

تغییرات دوره ۱۳۸۱-۱۳۹۳ Land use change 1990-2002 Ha		تغییرات دوره ۱۳۶۹-۱۳۸۱ Land use change 1990-2002 Ha		مساحت ۱۳۹۳ Area 2014 Ha	مساحت ۱۳۸۱ Area 2002 Ha	مساحت ۱۳۶۹ Area 1990 Ha	
نرخ سالیانه Annual rate	سطح Area	نرخ سالیانه Annual rate	سطح Area				
-72.36	-868.4	+54.41	+653	13735.20	14603.60	13950.54	کشاورزی Agriculture
+67.63	+811.65	+33.33	+400	22215.34	21403.69	21003.09	مرتع Grassland
-50.12	-601.49	-32.58	-390.8	22754.65	23356.14	23747.01	جنگل پرتراکم Dense forest
-71.74	-860.93	-60.95	-730.4	11414.22	12275.14	13006.61	جنگل کم تراکم Low forest
+24.12	+294.49	+10.75	+128.08	629.22	339.73	206.65	مسکونی Residential
+4.31	+51.73	+5.64	+68	872	821.73	754.65	بدون پوشش Barren land
+97.95	+1175.5	-10.68	-128.2	2352.34	1176.84	1305.12	آب Water bodies

جدول ۳- سهم هر یک از کاربری‌ها در تغییرات خالص سایر کاربری‌ها در دوره زمانی ۱۳۸۱-۱۳۶۹.

Table 3. Contribution of each category in transformation of other LULC types during 1990-2002.

مجموع Total change (hectare)	آب Water bodies	بدون پوشش Barren land	مسکونی Residential	جنگل کم تراکم Low forest	جنگل متراکم High forest	مرتع Grassland	کشاورزی Agriculture	کاربری‌ها LULC category
+653	+128	-	-112	+89	+121	+427	-	کشاورزی Agriculture
+400	-	-68	-16	+815	+96	-	-427	مرتع Grassland
-390	-	-	-	-174	-	-96	-121	جنگل متراکم High forest
-730	-	-	-	-	+174	-815	-89	جنگل کم تراکم Low forest
+128	-	-	-	-	-	+16	+112	مسکونی Residential
+68	-	-	-	-	-	+68	-	بدون پوشش Barren land
-128	-	-	-	-	-	-	-128	آب Water bodies

در دوره دوم (جدول ٤) بیشترین تغییر صورت گرفته، تبدیل ۱۲۱۹ هکتار جنگل کم‌تراکم به مرتع می‌باشد که بیشترین سهم را در افزایش ۸۱۱ هکتاری اراضی مرتعی دارد، همچنین ٤٨١ هکتار از اراضی مرتعی به کشاورزی تبدیل شده است. در این دوره با احداث سد خداآفرین، ۱۱۷۵ هکتار از اراضی

کشاورزی به کاربری آب تبدیل شده است. در کاهش سطح جنگل متراکم، کاربری‌های جنگل کم تراکم و مرتع به‌ترتیب با ٤۰۷ و ۱۷۵ هکتار تبدیل، بیشترین سهم را دارند. نتایج مقایسه تغییرات در دو دوره مورد مطالعه نشان می‌دهد که تبدیل اراضی جنگلی متراکم به جنگل‌کم تراکم، در دوره دوم با شدت بیشتری صورت گرفته است به طوری‌که در دوره اول تنها ۱٤۷ هکتار از این اراضی به جنگل کم‌تراکم تبدیل شده است ولی در دوره دوم این میزان به ٤۰۷ هکتار افزایش یافته است. در هر دو دوره بیشترین افزایش سطح اراضی بدون پوشش، تبدیل اراضی مرتعی به این اراضی بوده است که این روند در دوره دوم با شدت کمتری صورت گرفته است، میزان تبدیل اراضی مرتعی به بدون پوشش در دوره اول ٦۸ هکتار بوده است که در دوره دوم به ۳٤ هکتار کاهش یافته است.

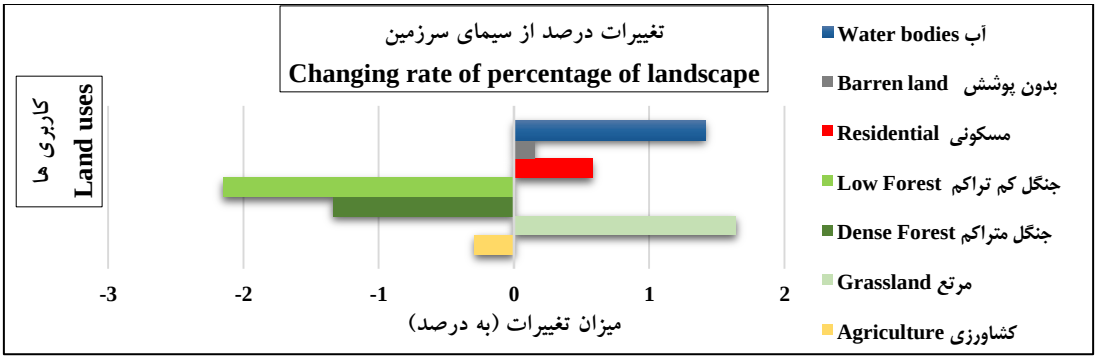
جدول ٤- سهم هر یک از کاربری‌ها در تغییرات خالص سایر کاربری‌ها در دوره زمانی ۱۳۹۳-۱۳۸۱.

Table 4. Contribution of each category in transformation of other LULC types during 2002-2014.

کاربری‌ها LULC category	کشاورزی Agriculture	مرتع Grassland	جنگل متراکم High forest	جنگل کم تراکم Low forest	مسکونی Residential	بدون پوشش Barren land	آب Water bodies	مجموع Total change (hectare)
کشاورزی Agriculture	-	+481	+28	+27	-221	-	-1175	-868
مرتع Grassland	-481	-	+175	+1219	-68	-34	-	+811
جنگل متراکم High forest	-28	-175	-	-407	-	-	-	-601
جنگل کم تراکم Low forest	-27	-1219	+407	-	-	-17	-	-860
مسکونی Residential	+221	+68	-	+5	-	-	-	+294
بدون پوشش Barren land	-	+34	-	+17	-	-	-	+51
آب Water bodies	+1175	-	-	-	-	-	-	+1175

نتایج محاسبه شاخص‌های مکانی سیمای سرزمین در سطح کلاس: نتایج محاسبه شاخص درصد از سیمای سرزمین نشان داده که بیشترین تغییرات منفی را جنگل کم تراکم داشته است و از ۱۷/۵۸ درصد در سال ۱۳٦۹ به ۱۵/٤۳ درصد در سال ۱۳۹۳ کاهش پیدا کرده است. بیشترین تغییرات مثبت متعلق به پوشش مرتعی است به طوری‌که از ۲۸/۳۹ درصد در سال ۱۳٦۹ به ۳۰/۰۳ درصد در سال ۱۳۹۳ افزایش یافته است. تغییرات درصد از سیمای سرزمین سایر کاربری‌ها در شکل ۳ آمده است. بر اساس نتایج (جدول ۵) در طول سال‌های ۱۳٦۹ تا ۱۳۹۳، تعداد لکه‌های پوشش مرتعی، جنگل متراکم، جنگل کم تراکم، کشاورزی و بدون پوشش به‌ترتیب ۷۲، ٦۹، ۳۷، ۷۵ و ٤٤ لکه افزایش یافته است. افزایش تعداد لکه‌ها نشان دهنده تکه‌تکه شدگی این اراضی است. همچنین تعداد لکه‌های مناطق مسکونی ۱۱ عدد کاهش یافته است. بر اساس نتایج محاسبه شاخص بزرگترین لکه (جدول ۵)، بزرگترین لکه متعلق به پوشش جنگلی است که در سال‌های ۱۳٦۹، ۱۳۸۱ و ۱۳۹۳ به‌ترتیب ۵/۸۳، ۵/۷ و ٤/۷٦ درصد از سطح

سرزمین را تشکیل می‌دهد. کاهش شاخص بزرگترین لکه در مقاطع زمانی مختلف نشان دهنده تخریب و کاهش سطح جنگل‌های متراکم در سیمای سرزمین منطقه می‌باشد. سایر کاربری‌ها شامل کشاورزی، مرتع، مسکونی، بدون پوشش و آب، افزایش نسبی را نشان دادند.



شکل ۳- میزان تغییرات شاخص درصد از سیمای سرزمین در طول مدت مطالعه (۱۳۹۳-۱۳۶۹)

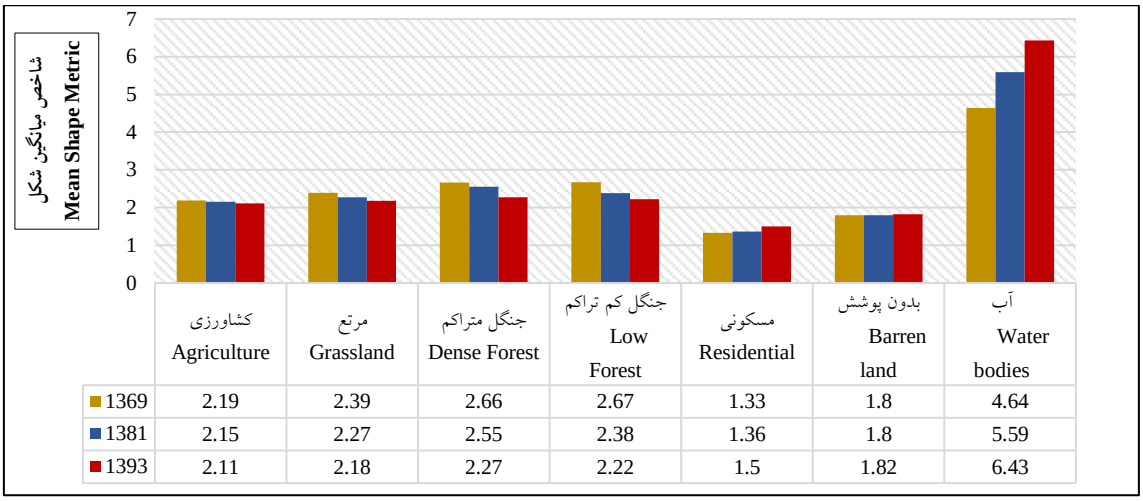
Figure 3. Changing rate of PLAND metric in duration of the study.

جدول ۵- نتایج محاسبه شاخص‌های درصد از سیمای سرزمین، تعداد لکه و شاخص بزرگترین لکه.

Table 5. The result of calculating PLAND, NP and LPI metrics.

درصد از سیمای سرزمین (PLAND)			تعداد لکه (NP)			شاخص بزرگترین لکه (LPI)			
۱۳۶۹	۱۳۸۱	۱۳۹۳	۱۳۶۹	۱۳۸۱	۱۳۹۳	۱۳۶۹	۱۳۸۱	۱۳۹۳	
1990	2002	2014	1990	2002	2014	1990	2002	2014	
18.85	19.74	18.56	85	88	133	2.48	2.52	2.72	کشاورزی Agriculture
28.39	28.93	30.03	139	159	211	1.49	1.50	1.55	مرتع Grassland
32.10	31.57	30.76	63	64	132	5.83	5.75	4.76	جنگل پرتراکم Dense forest
17.58	16.50	15.43	161	170	198	1.85	1. 83	1.73	جنگل کم تراکم Low forest
0.27	0.45	0.85	64	63	53	0.10	0.10	0.12	مسکونی Residential
1.02	1.11	1.17	30	33	74	0.08	0.08	0.12	بدون پوشش Barren land
1.76	1.59	3.17	1	1	1	0.89	0.95	1.42	آب Water bodies

نمودار محاسبه شاخص میانگین شکل، در شکل ٤ آمده است. همان‌طور که مشخص است در هر سه مقطع زمانی بیشترین مقدار شاخص میانگین شکل متعلق به کاربری آب است و این موضوع نشان می‌دهد که این کاربری از تعداد لکه‌های کمتری تشکیل شده است. دلیل افزایش این سنجه در مورد کاربری آب، افزایش مساحت و در نتیجه آن محیط لکه‌های منابع آب، و ثابت بودن تعداد لکه‌ها در طول زمان می‌باشد. سنجه میانگین شکل برای کاربری مسکونی افزایش ولی در مورد پوشش‌های جنگلی متراکم و کم تراکم، مرتع و کشاورزی کاهش یافته است که مربوط به تکه تکه شدگی و افزایش تعداد لکه‌ها در طول زمان می‌باشد.

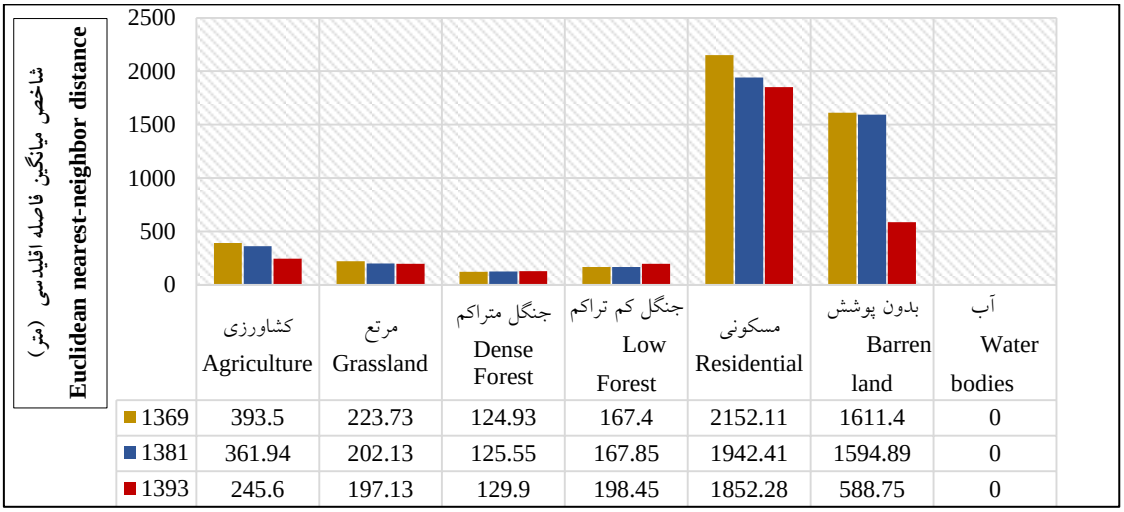


	کشاورزی Agriculture	مرتع Grassland	جنگل متراکم Dense Forest	جنگل کم تراکم Low Forest	مسکونی Residential	بدون پوشش Barren land	آب Water bodies
1369	2.19	2.39	2.66	2.67	1.33	1.8	4.64
1381	2.15	2.27	2.55	2.38	1.36	1.8	5.59
1393	2.11	2.18	2.27	2.22	1.5	1.82	6.43

شکل ٤- نتایج محاسبه شاخص میانگین شکل برای کاربری‌های مختلف در سه مقطع زمانی.

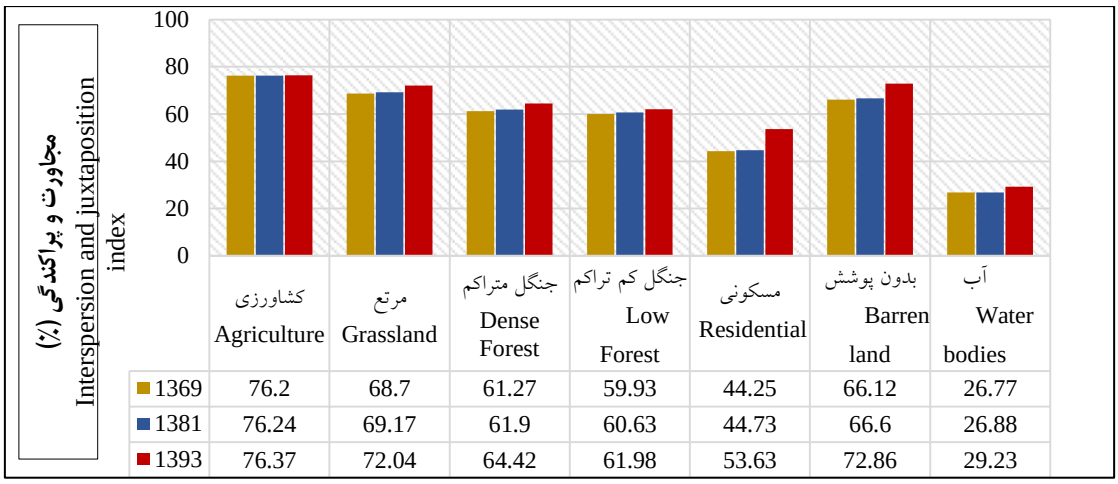
Figure 4. The result of calculating MN-Shape for different land uses.

شاخص دیگری که در این مطالعه محاسبه شد، میانگین فاصله اقلیدسی است. افزایش مقدار این سنجه در طول زمان نشان دهنده گسستگی است. بر اساس نتایج (شکل ٥)، مقدار این شاخص برای اراضی بدون پوشش کاهش محسوسی از سال ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۳ داشته است به طوری‌که از ۱۵۹٤/۸۹ متر در سال ۱۳۸۱ به ۵۸۸/۷۵ متر در سال ۱۳۹۳ رسیده است. روند کاهش این شاخص در کاربری‌های کشاورزی، مرتع و مسکونی نیز دیده می‌شود که ناشی از افزایش تعداد لکه‌ها و توسعه این کاربری‌ها در طول زمان است. در مقابل میانگین فاصله از لکه‌های همنوع در اراضی جنگلی متراکم و کم تراکم افزایش یافته است که بیانگر افزایش گسستگی در این اراضی است. در هر سه مقطع زمانی کمترین فاصله بین لکه‌های متناظر در کاربری جنگل متراکم و بیش‌ترین فاصله بین لکه‌های کاربری مسکونی دیده شد که نشان می‌دهد جنگل متراکم پیوسته‌ترین کاربری و مناطق مسکونی گسسته‌ترین کاربری در سیمای سرزمین منطقه می‌باشد. شکل ٦ نتایج محاسبه سنجه پراکندگی و مجاورت را نشان می‌دهد. در هر سه مقطع زمانی مقدار این شاخص برای کاربری‌های مختلف به جز کاربری آب اختلاف چندانی ندارد و می‌توان گفت تقریبا تمامی کاربری‌ها در سیمای سرزمین منطقه به‌صورت پراکنده توزیع شده‌اند. افزایش این سنجه در طول زمان برای تمامی کاربری‌ها اتفاق افتاده است که نشان‌دهنده افزایش پراکندگی این کاربری‌ها در طول مدت مطالعه است. کاربری مسکونی بیشترین تغییر را در بین سایر کاربری‌ها داشته است.



شکل ۵- نتایج محاسبه شاخص میانگین فاصله اقلیدسی برای کاربری‌های مختلف در مقاطع زمانی مختلف.

Figure 5. The result of calculating ENN metric for different land uses.



شکل ٦- نتایج محاسبه شاخص مجاورت و پراکندگی برای کاربری‌های مختلف در مقاطع زمانی مختلف.

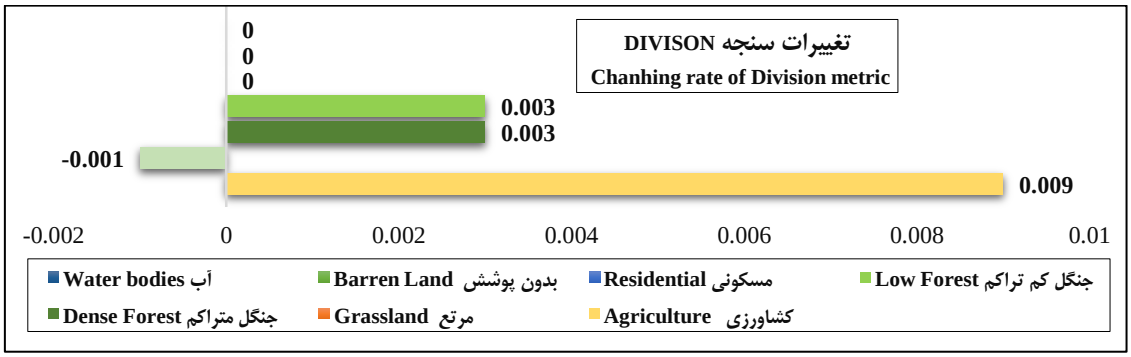
Figure 6. The result of calculating IJI metric for different land uses.

شاخص تکه تکه شدگی (DIVISION) از جمله شاخص‌های گسستگی است که در این مطالعه محاسبه شد. افزایش میزان این سنجه در طول زمان بیانگر افزایش از هم گسستگی در سیمای سرزمین است. در هر سه مقطع زمانی بیشترین مقدار این سنجه متعلق به کاربری مسکونی است که نشان می‌دهد کاربری مسکونی از هم گسسته‌ترین کاربری در منظر منطقه است. کاربری‌های مسکونی، بدون پوشش و آب تغییری در طول مدت مطالعه نداشته‌اند (جدول ٦). میزان شاخص تکه تکه شدگی برای کاربری مرتع کاهش یافته است. همچنین این شاخص در مورد کاربری‌های کشاورزی، جنگل متراکم و کم‌تراکم افزایش نشان داد که بیانگر افزایش از هم گسستگی این کاربری‌ها در طول زمان می‌باشد. بیشترین افزایش متعلق به کاربری کشاورزی است (شکل ۷).

جدول ٦- نتایج محاسبه سنجه تکه تکه شدگی (DIVISION).

Table 6. The result of DIVISION metric.

آب Water bodies	بدون پوشش Barren land	مسکونی Residential	جنگل کم تراکم Low forest	جنگل پرتراکم Dense forest	مرتع Grassland	کشاورزی Agriculture	مقطع زمانی Years
0.9998	0.9999	1	0.9960	0.9920	0.9990	0.9981	۱۳٦۹ 1990
0.9998	0.9999	1	0.9970	0.9930	0.9980	0.9989	۱۳۸۱ 2002
0.9998	0.9999	1	0.9990	0.9950	0.9980	0.9990	۱۳۹۳ 2014



شکل ۷- تغییرات سنجه DIVISON برای کاربری‌های مختلف در دوره مدت مطالعه (۱۳۹۳-۱۳٦۹)

Figure 7. Changing rate of Division metric in duration of the study.

محاسبه شاخص‌های مکانی در سطح سیمای سرزمین: جدول ۷ نتایج محاسبه شاخص‌های تعداد لکه، تراکم لکه و تراکم حاشیه را در سطح سیمای سرزمین نشان می‌دهد. بر اساس نتایج تعداد لکه‌ها در دوره اول (۱۳۸۱-۱۳٦۹) و دوره دوم (۱۳۹۳-۱۳۸۱) به‌ترتیب ٤۲ و ۲۳۷ افزایش یافته است که نشان‌دهنده روند لکه‌لکه شدگی سرزمین در طول مدت مطالعه است. افزایش سنجه تراکم لکه با توجه به ثابت بودن مساحت سرزمین نشان‌دهنده افزایش تعداد لکه‌ها و ریزدانه شدن سیمای سرزمین است. شاخص تراکم حاشیه در سطح سیمای سرزمین روند افزایشی داشته است. این افزایش نشان‌دهنده افزایش محیط لکه‌ها در سیمای سرزمین و ناشی از افزایش تعداد لکه‌ها و همچنین افزایش بی‌نظمی در محیط لکه‌های قبلی است. میزان شاخص تنوع شانون زمانی که سیمای سرزمین تنها از یک لکه تشکیل شده باشد برابر صفر خواهد بود و با افزایش تعداد لکه‌ها افزایش می‌یابد. میزان این شاخص در مقاطع زمانی مختلف نشان‌دهنده تنوع زیاد در سیمای سرزمین منطقه است. این شاخص در دوره اول (۱۳۸۱-۱۳٦۹) تغییری نداشته است اما در سال ۱۳۹۳ مقدار آن افزایش یافته است.

جدول ۷- نتایج محاسبه شاخص‌های تعداد لکه، تراکم لکه، تراکم حاشیه و تنوع شانون در سطح سیمای سرزمین.

Table 7. The result of calculating NP, PD, ED and SHDI in landscape level.

تنوع شانون (SHDI)	تراکم حاشیه (ED)	تراکم لکه (PD)	تعداد لکه (NP)	Years
1.42	18.53	0.35	523	۱۳۶۹ 1990
1.42	18.56	0.36	565	۱۳۸۱ 2002
1.45	21.07	0.53	802	۱۳۹۳ 2014
0	0.03	0.01	42	تغییرات (۱۳۸۱-۱۳۶۹) Changes 1990-2002
0.03	2.51	0.17	237	تغییرات (۱۳۹۳-۱۳۸۱) Changes 2002-2014

در این مطالعه از سنجه‌های مساحت کل و درصد از سیمای سرزمین برای تعیین بستر منطقه، از سنجه‌های تعداد لکه و شاخص بزرگترین لکه برای بررسی روند تغییرات لکه‌های کاربری‌ها و از سنجه‌های میانگین شکل، متوسط فاصله اقلیدسی، شاخص مجاورت و پراکندگی و سنجه تکه‌تکه شدگی در جهت بررسی تغییرات گسستگی کاربری‌ها در طول دو دوره ۱۲ ساله استفاده شد. کامیاب و سلمان ماهینی (۲۰۱۱) و میرزایی و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه خود عنوان کردند که سنجه‌های مختلف بوم‌شناسی منظر که در این مطالعه نیز به کار رفتند، کارایی خوبی در تعیین بستر منظر منطقه و تحلیل تغییرات کاربری اراضی دارند (۹ و ۱۲). در مطالعه ما نیز نتایج نشان داد در طول مدت مطالعه، بستر منطقه از جنگل متراکم به مرتع در حال تغییر بوده است. نتایج همچنین نشان داد که مقدار سنجه میانگین فاصله اقلیدسی رابطه مستقیم با مقدار سنجه مجاورت و پراکندگی دارد. به‌عبارت دیگر با افزایش پراکندگی لکه‌ها، فاصله بین آن‌ها افزایش می‌یابد که با نتایج مطالعه نوحه گر و همکاران (۲۰۱۵) نیز مطابقت دارد (۱٤). نتایج محاسبه سنجه مساحت کل و درصد از سیمای سرزمین نشان داد که تغییرات در دوره دوم شدیدتر از دوره اول صورت گرفته است. میزان زیاد تغییرات در دوره دوم، برپایه نتایج سنجه‌های تعداد لکه و شاخص بزرگترین لکه نیز مشهود است. در مورد کاربری مسکونی افزایش سنجه میانگین شکل نشان‌دهنده توسعه این کاربری در طول مدت مطالعه است. کاهش مقدار این سنجه برای جنگل متراکم و کم‌تراکم، در ارتباط مستقیم با کاهش سطح جنگل‌ها و افزایش تعداد لکه‌ها ناشی از گسستگی و تخریب این اراضی است. این مطالب به وضوح توسط سنجه‌های میانگین فاصله اقلیدسی نیز تأیید میشود. میانگین فاصله بین لکه‌های جنگل کم‌تراکم در طول مدت مطالعه از ١٦٧/٤ متر در سال ۱۳٦۹، به ١٦٧/٨٥ متر در سال ۱۳۸۱ و با جهشی به ۱۹۸/٤٥ متر در سال ۱۳۹۳ افزایش یافته است. این روند در مورد جنگل متراکم نیز مشاهده شد. نتایج محاسبه سنجه‌ها در سطح منظر تأیید کننده تشدید روند تغییرات در دوره دوم است. نتایج نشان داد که در دوره اول (۱۳۸۱-۱۳٦۹)، ٤۲ لکه و در دوره دوم (۱۳۹۳-۱۳۸۱)، ۲۳۷ لکه، بر تعداد لکه‌های این سرزمین افزوده شده است. این افزایش تعداد لکه‌ها باعث افزایش مقادیر سنجه‌های تراکم لکه و تراکم حاشیه شده است. زبر دست و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی روند تغییرات

پوشش اراضی منطقه حفاظت شده ارسباران به این نتیجه رسیدند که کاهش اراضی جنگلی در بین سال‌های (۲۰۰۸-۲۰۰٦) با شدت بیشتری نسبت به دوره (۲۰۰٦-۲۰۰۲) صورت گرفته است (۲۱) که با نتایج مطالعه حاضر هم‌خوانی دارد. شدت بالای تغییرات صورت گرفته در دوره دوم را می‌توان با پدیده مهاجرت معکوس، مطرح شدن منطقه از نظر گردشگری، ایجاد زیر ساخت‌های حمل و نقل و ... مرتبط دانست. درویشی و همکاران (۲۰۱۲) نیز در مطالعه خود در منطقه ارسبارن به نتایج مشابهی دست یافتند. بر اساس نتایج آن‌ها، در طول مدت مطالعه، اراضی جنگلی تخریب و اراضی مرتعی افزایش یافته است (٤). در مطالعه دیگر نیز رضایی بنفشه و همکاران (۲۰۰۸) به‌این نتیجه رسیدن که روند تغییرات کاربری اراضی ارسباران در طول سال‌های (۲۰۰۵-۱۹۸۷) در این منطقه در راستای کاهش سطح جنگل‌ها صورت گرفته است و مراکز سکونتگاهی مهمترین عامل مؤثر در این تغییرات به شمار می‌روند (١٦). بر اساس مطالعه قنبری و همکاران (۲۰۱۵)، از جمله عوامل مهمی که در تخریب و کاهش سطح جنگل‌ها مؤثر بیان شدند، می‌توان به قطع درختان برای تأمین سوخت، تبدیل اراضی جنگلی به اراضی کشاورزی و غیر کشاورزی مخصوصاً در مناطق کم شیب، معدنکاری در برخی از مناطق جنگلی، عدم رعایت ظرفیت مرتع توسط دامداران، قیمت پایین زمین و افزایش ویلاسازی‌ها اشاره کرد (۷).

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی می‌توان عنوان کرد که در منطقه ارسبارن در گذر زمان، سیمای سرزمین کاملا تکه تکه شده و با توجه به گسترش مناطق مسکونی و گسستگی اراضی جنگلی و مرتعی، روند شکننده شدن اکوسیستم سرعت یافته است. با در نظر گرفتن تنوع مکانی کاربری‌ها و پراکندگی آن‌ها در سطح منظر امکان تخریب و تغییر بیشتر کاربری اراضی وجود دارد. نتایج این مطالعه نشان داد که تغییرات کاربری در منطقه دارای سمت و سوی تخریب اراضی جنگلی و افزایش سطح اراضی مرتعی، کشاورزی و مسکونی است. این تغییرات به‌صورت تکه‌تکه شدن اراضی جنگلی و تبدیل آن‌ها به اراضی مرتعی و کشاورزی است. چگونگی کاهش گسستگی پوشش مرتعی نشان می‌دهد که تخریب اراضی جنگلی و تبدیل آن به اراضی مرتعی در محل همسایگی لکه‌ها بین این دو پوشش صورت می‌گیرد. با توجه به این‌که بخش قابل توجهی از سیمای سرزمین منطقه به کاربری کشاورزی اختصاص یافته که در مجاورت مراتع و جنگل‌ها گسترده شده است، امکان تخریب بیشتر و تغییر کاربری مراتع و جنگل‌ها وجود دارد، به‌خصوص این‌که این کاربری‌ها از لکه‌های متعدد و گسسته‌ای تشکیل شده است که می‌تواند تغییرات کاربری منطقه را تسهیل نماید. همچنین کاربری مسکونی و بدون پوشش بیشترین پراکندگی را در بین سایر کاربری‌ها دارند و با توجه به این‌که این پراکندگی در طول زمان افزایش یافته است، و همچین با در نظر گرفتن افزایش از هم گسستگی اراضی جنگلی و مرتعی امکان بروز تغییرات کاربری اراضی در آینده افزایش می‌یابد. مسلما افزایش زیر ساخت‌ها و فعالیت‌های انسانی بدون توجه به ظرفیت طبیعیت در منطقه، همچنان مشکلات زیادی را در آینده به دنبال خواهد داشت. البته افزایش میزان اشتغال در منطقه می‌تواند باعث کاهش وابستگی مردم محلی به جنگل شود. تدوین برنامه‌های مدیریتی بر اساس اصول توسعه پایدار، ارزیابی توان سرزمین و استفاده درست از منابع برای جلوگیری از تغییرات در منظر منطقه و حفظ پیوستگی مکانی آن ضروری می‌باشد. برنامه‌ریزی‌های توسعه این منطقه باید بر اساس اصول حفاظتی و حمایتی از عرصه‌های طبیعی و جنگلی صورت گیرد،

در غیر این‌صورت با روند کنونی، پوشش‌های طبیعی تخریب و ویلاسازی‌های و کاربری‌های انسان ساز افزایش خواهد یافت.

منابع

1. Arkhei, S., and Niyazi, Y. 2010. Assessing different remote sensing techniques to detect land use changes (Case study in Dareshahr, Ilam province). Iranian Journal of Rangeland and Desert Research. 17(1): 74-93. (In Persian).
2. Aguilera, F., Valenzuela, L.M., and Leitao, A.N. 2011. Landscape metrics in the analysis of urban land use patterns (A case study in a Spanish metropolitan area). Journal of landscape and urban planning. 99: 226-238.
3. Asgharian, A, and Jabarian Amiri, B. 2013. Assessing Land use/ cover change of Qaemshahr Using Landscape Metrics. The 1st International Conference of IALE-Iran. (In Persian)
4. Darvishi, A., Fakheran, S., Safyanian, A., and Ghorbanim M. 2012. Quantifying landscape spatial pattern changes in the Caucasian Black Grouse (Tetrao Mlokosiewiczi) Habitat in Arasbaran biosphere reserve. Iranian journal of applied ecology, 5: 27-37. (In Persian)
5. Darvishsefat, A.A. 2006. Atlas of protected areas of Iran. University of Tehran press, 175p.
6. Fathizad, H., Nohegar, A., Faramaezi, M., and Tazeh, M. 2013. An Investigation of Changes in land Use According to the Analysis of Landscape Ecology Metrics by Using Remote Sensing and GIS in Arid and Semi-arid Region of Dehloran. Journal of Towne and Country Planning. 5(1): 79-99. (In Persian)
7. Ghanbari, S., Jafari, M., and Nasiri, V. 2016. Effects of conservation programs in changing the pattern of fuel consumption of villagers in the Arasbaran forests. Journal of Forest Research and Development. 1(1): 67-83. (In Persian)
8. Ghosh, A., Munshi, M., Areendran, G., and Joshi, P.K. 2012. Pattern space analysis of landscape metrics for detecting changes in forests of Himalayan foothills. Asian journal of Geo informatics., 12: 1-12.
9. Kamyab, H.R., and Mahini, S. 2011. Tempo-spatial patterns of landscape changes and urban development (Case study of Gorgan). Journal of Applied RS and GIS Techniques in Natural Recourse Science., 3(2): 58-70. (In Persian)
10. Makhdom, M. 2008. Landscape ecology against environmental research. Journal of environmental application and science, 3(3): 147-160. (In Persian)
11. Midha, N., and Mathur, P.K. 2010. Assessment of forest fragmentation in the conservation priority Dudhwa Landscape, India using Fragstats computed class level metrics. Spatial issue on biodiversity and landscape ecology., 38: 587-500.
12. Mirzayi, M., Riyahi Bakhtiyari, A., Salman Mahini, A., and Gholamalifard, M. 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.
13. Nasiri, V., Darvishsefat, A.A., Shirvany, A., and Avatefi, M. 2014. Monitoring and predicting land use changes using temporal satellite images and GIS (case study: Arasbaran region). MSc. Thesis. Faculty of Natural Resources, Tehran University, Iran. (In Persian)
14. Nohegar, A., Jabarian Amiri, B., and Afrakhte, R. 2015. Land use analysis on Guilan central district using landscape ecology approach. Journal of management system, 15: 197-214. (In Persian)
15. Parivar, P., Yavari, A.R., Faryad, S., and Sotoudeh, A. 2009. Landscape Ecological Structure Analysis of Tehran to Develop Strategies for Improving

Environmental Quality. Journal of environmental studies., 39(1): 123-132. (In Persian)
16. Rezaie, B.M., Rostamzadeh, H., and Feyzizadeh, B. 2008. The Study and Evaluation of the Trend of Forest Surface Changes Using the Remote Sensing and GIS: A Case Study of Arasbaran Forests (1987-2005). Geographical Research Quarterly. 40(1): 133-159. (In Persian)
17. Shabani, N., Abekar, M., Parivar, P., and Kochakzadeh, M. 2009. The Introduction and Application of the Ecosystem approach in City Scale (Case Study: Tehran City). Journal of Environmental Science and Technology., 12(4): 185-197. (In Persian)
18. Salman Mahini, A. 2008. Landscape and Soil Erosion Criteria for Rapid Impact Assessment. Journal of Agricultural Science and Natural Resources, 1(14). (In Persian)
19. Sarhangzade, J., and Makhdom, M. 2000. Land use planning of Arasbaran protected area. Journal of environmental studies, 28: 31-42. (In Persian)
20. Talebi, A.Sh., Azari, D.F., Sadeghi, H.R., and Sofbaf, R. 2008. Analysis of the degradation of the Neka watersheds using metrics landscape Ecology. Journal of Environment Science, 7(1): 133-144.
21. Zebardast, L., Yavari, A.R., Salehi, E., and Makhdom, M. 2010. Using landscape ecological metrics to investigate impacts of road on structural changes in Golestan National Park during 1987 to 2010. Journal of environmental research. 2(4): 11-20. (In Persian)

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 25 (4), 2018
http://jwfst.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwfst.2019.14944.1744

Change Detection and Analysis of Land Use Land Cover Changes Using Ecological Landscape Metrics (Case study: Arasbaran region, 1990-2014)

V. Nasiri[1] and *A.A. Darvishsefat[2]
[1]Ph.D. Student, Dept., of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran,
[2]Professor, Dept., of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran
Received: 04/17/2018; Accepted: 01/27/2019

Abstract

Background and objectives: Getting informed about of land uses patterns and knowing the changes of each land use, during the time is the one of the prerequisites for the correct uses of land. During the last decades many methods of this regard have been developed. One of these methods is the use of landscape metrics. Landscape metrics are quantitative indices that describe compositional and spatial aspects of landscape. The most important impose on these studies is that changes into landscape patterns strongly affected landscape function. Due to the special ecological position of the Arasbaran biosphere, and some destructive factors such as over-grazing, high acreage of agricultural fields and encroachment of human-made structures into natural ecosystems, the area has witnessed a noticeable rate of land degradation during the last decades. Therefore, the main objective of this study was analysis of land use and land cover changes using ecological landscape metrics.

Materials and methods: At first, the multi temporal Landsat images dated 1990, 2002 and 2014 were provided. Based on former knowledge from study area and study aim, satellite images were classified in seven classes including high forest, low forest, agriculture, grassland, barren land, water and urban area. For quantitative landscape metrics for each land use map, we used Fragstate software. Selected metrics included CA, PLAND, NP, LPI, MN_SHAPE, ENN, IJI, DIVISION and SHDI.

Results: The result of calculating CA, PLAND and NP metrics showed that forests were degraded and urban area and barren land were extended. Decreasing the index of the largest patch (LPI) and increasing indexes of contagion-interspersion (IJI), ENN and DIVISION for forest area indicates the destruction and disintegration of these lands. In landscape level the number of patches has increased over the time, which represents the intensity of negative and defamatory change during the study. Also, the increasing of Shannon's diversity index confirms the increasing diversity of patches in the regions as a result of increasing patch numbers and changes in landscape. Contribution of each category in altering other LULC categories was also calculated to provide an improved understanding regarding current LULC change processes in the area. Grassland is the most invasive category against low-density forest such that it occupies this category for 815 and 1,219 hectares during both time intervals, respectively.

Conclusion: The result of calculating metrics and change detection showed the changes in the second period (2002-2014) were more intense than the first period (1990-2002). Based on the results can be mentioned that during of study the landscape in Arasbaran region completely fragmented. Also consider spatial diversity and dispersion of land uses, there is a possibility of degradation and land use change in the future. Accordingly, there is a need to develop a suitable program to prevent unwanted changes in the landscape and maintain its spatial continuity. Development in the future should be programmed based on sustainable development principles and attention be pay to protection, maintenance and ecosystem management.

Keywords: Landscape ecology, Ecological metrics, Land use changes, Satellite images, Arasbaran

*Corresponding author: adarvish@ut.ac.ir