مجله آمایش جغرافیایی فضا،
فصلنامه علمی- پژوهشی دانشگاه گلستان
سال نهم/ شماره مسلسل سی و چهارم/ زمستان ۱۳۹۸ / صفحات: ۶۶-۵۳

ارزیابی تغییرات پیوستگی و الگوی کاربری اراضی با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین در حوزه آبخیز زولاچای، سلماس

حبیب نظرنژاد[۱*]، مرتضی حسینی[۲]، رئوف مصطفی‌زاده[۳]

[۱]استادیار گروه مرتع و آبخیزداری دانشگاه ارومیه
[۲]کارشناس‌ارشد مهندسی آبخیزداری، دانشگاه ارومیه
[۳]استادیار گروه مرتع و آبخیزداری دانشگاه محقق اردبیلی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۵/۲۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۲۰

چکیده

امروزه یکی از اثرات فعالیت‌های انسانی در قالب تغییر کاربری اراضی، عدم توجه به محدودیت‌های محیط‌زیستی است که بر سیمای محیط تأثیرگذار بوده و اثرات زیست‌محیطی شدیدی بر اکوسیستم‌های طبیعی دارد. این مسئله وسعت عرصه های طبیعی را کاهش و پراکندگی و انقطاع آن را افزایش می دهد. شناسایی تغییرات عوارض سطح زمین برای درک ارتباط متقابل انسان و محیط، امری ضروری است. هدف از این پژوهش ارزیابی تغییرات الگوی مکانی اراضی زولاچای به کمک سنجش از دور و استفاده از سنجه های سیمای سرزمین در بازه زمانی ۲۴ ساله است که آگاهی از آن باعث برنامه‌ریزی صحیح در جهت توسعه پایدار می‌گردد. برای تهیه نقشه کاربری اراضی از تصاویر ماهواره‌ای Landsat4 سال ۱۹۹۲ و Landsat8 سال ۲۰۱۶ استفاده گردید و با روش Maximum Likelihood که از معروف‌ترین روش‌های طبقه‌بندی است، طبقه‌بندی انجام شد. به منظور بررسی تغییرات پوشش اراضی در این بازه زمانی از سنجه های تعداد لکّه (NP)، تراکم لکّه (PD)، تراکم حاشیه (ED)، درصد پوشش سیمای سرزمین (PLAND)، سنجه بزرگ‌ترین لکّه (LPI) و سنجه شکل سیمای سرزمین (LSI) در سطح کلاس و از سنجه‌های تعداد لکّه‌ها، تراکم لکّه، سنجه بزرگ‌ترین لکّه، سنجه شکل سیمای سرزمین، تنوع شانون (SHDI) و پیوستگی (CONTAG) در سطح سیمای سرزمین در نرم‌افزار Fragstats 4.2 استفاده شد. مقادیر صحت کلی طبقه‌بندی در دو دوره مورد مطالعه، به‌ترتیب ۹۲ و ۹۳ درصد، برآورد شد. بر اساس نتایج، افزایش سنجه تعداد لکّه (NP) بیانگر تفکیک کاربری‌های طبیعی است. هم‌چنین تراکم لکّه (PD) در دوره مطالعاتی از ۴۱ به ۶۲ واحد افزایش پیدا کرده است که نشان‌دهنده افزایش ناهمگنی در کاربری اراضی شده است. میزان یکپارچگی عناصر ساختاری نیز از ۴۳/۱ به ۴۱/۸۹ درصد کاهش یافته است که ناپیوستگی را در منطقه مورد مطالعه افزایش داده است.

واژه‌های کلیدی: تفکیک سیمای سرزمین، کاربری اراضی، نرم‌افزار Fragstats 4.2، زولاچای

مقدمه

یکی از بحران‌های اکولوژیکی که امروزه جهان با آن روبه‌رو است پدیده تغییر کاربری اراضی است که منشأ تشدید بسیاری از مخاطرات محیطی است. این تغییرات که شامل دخالت‌های مستقیم و غیرمستقیم انسان است، می‌تواند حدود نیمی از سطح خشکی‌های زمین را دچار تغییرات جدی کند و اکوسیستم‌های زمینی دچار تغییرات زیادی خواهند شد (اکبری و همکاران، ۱۳۹۵: ۳۵). در مفهوم کلی کاربری اراضی، به استفاده خاص از زمینی اطلاق می‌شود که این کاربری‌ها در طول زمان در حال تغییر بوده و این تغییرات منجر به افزایش تخریب سرزمین و نابودی

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

اکوسیستم می‌شود؛ بنابراین برای مهار و مبارزه با بحران تغییرات کاربری نیاز به شناخت و درک صحیح از عوامل و فرآیندهای ایجادشده و روند آتی آن است. در حال حاضر تغییرکاربری زمین به صورت غیر اصولی از مهم‌ترین معضلات اقصی نقاط کشور ایران است، چرا که تغییر بیشتر کاربری‌ها غالباً بی‌برنامه و بدون در نظر گرفتن محدودیت‌های زیست محیطی صورت می‌گیرد. رشد بی‌رویه شهرها و افزایش آلودگی منابع، از بین رفتن سطح وسیعی از جنگل‌ها، فرسایش زمین‌های کشاورزی، وقوع سیل‌های مخرب، گسترش کویرها و اکوسیستم‌های بیابانی غالباً ناشی از تبدیل غیر اصولی پوشش اراضی و اعمال روش‌های نادرست بهره‌برداری از کاربری‌ها می‌باشد (موسوی و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۳۰). بررسی تغییرات کاربری در جهت شناخت اولیه و ارزیابی روند تغییرات آن‌ها می‌تواند به عنوان ابزاری سودمند در جهت مدیریت و برنامه‌ریزی محیط مفید واقع گردد (مظاهری و همکاران، ۱۳۹۲، ۲۶). حال اینکه روش‌های سنتی برای بررسی تغییرات کاربری‌های اراضی و پوشش اراضی مانند نقشه‌برداری زمینی، اغلب وقت‌گیر و پرهزینه بوده است و به مهارت‌های خاص نیاز دارد، ولی تقریباً در چندین دهه گذشته اطلاعات زیادی درباره سطح زمین و پدیده‌های آن توسط سنجنده‌های فضایی و هوایی تهیه شده است که حاصل توسعه علم سنجش از دور در دهه‌های اخیر می‌باشد (زاهدی‌فرد و همکاران، ۱۳۸۳: ۹۲). با استفاده از قابلیت داده‌های چندطیفی سنجش از دور و توسعه فرآیند پردازش تصاویر رقومی، امکان تحلیل پوشش و کاربری اراضی فراهم شده است (عطا و همکاران، ۱۳۹۶: ۲۵؛ Weng، 2002: 275). با توجه به توسعه علم سنجش از دور در سال‌های گذشته، همزمان با این تغییرات نیز روش‌ها و الگوریتم‌های متنوع برای بررسی روند تغییرات کاربری‌ها به وجود آمده است، یکی از این روش‌ها که زمینه کمّی‌سازی ساختار فضایی سیمای سرزمین (چیدمانی است که در آن ترکیبی از اکوسیستم‌های محلی یا کاربری های سرزمین در یک منطقه در فرم مشابهی تکرار شده‌اند) را فراهم می‌کند، سنجه‌های سیمای سرزمین است (Apan et al., 2002: 44). یکی از اهداف این پژوهش، معرفی سنجه‌های مناسب برای کمّی نمودن تغییرات الگوی پراکنش کاربری اراضی در یک دوره ۲۴ ساله در حوزه آبخیز زولا چای شهرستان سلماس است. در این راستا، کمّی نمودن الگوی تغییر و تفکیک سیمای سرزمین در منطقه مورد مطالعه از دیگر اهداف این پژوهش است.

مبانی نظری

مفهوم عام واژه سیمای سرزمین[1] در واقع به معنی سطح تحقی زمین است که لکّه‌های مختلفی را در بر دارد و با عنوان چیدمانی از لکّه‌ها یا موزائیک عناصر سیمای سرزمین نامیده می‌شود. سنجه‌های سیمای سرزمین الگوریتم‌هایی برای کمّی کردن خصوصیات مکانی خاص لکّه‌ها، کلاس‌ها و موزائیک‌های کل سیمای سرزمین هستند و در سه سطح دسته‌بندی می‌شود، سنجه‌ها در سطح لکّه[2] که برای لکّه‌های منفرد تعریف شده و ویژگی‌های مکانی، نوع محتوا و بافت لکّه‌ها را مشخص می‌کند، سنجه‌ها در سطح کلاس[3] 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، سنجه‌ها در سطح سیمای سرزمین که انواع کلاس‌ها و لکّه‌های موجود در سیمای سرزمین را به‌صورت یکپارچه نشان می‌دهد (McGarigal, 2015: 22). سنجه‌ها ابزارهای مناسبی برای طراحی و یافتن ارتباط دقیق بین ساختار و عملکرد هستند. این سنجه‌ها می‌توانند اندازه‌گیری‌های مقایسه‌ای برای کشف این ارتباطات انجام دهند که در حرکت به‌سمت برنامه‌ریزی پایدار سرزمین کمک می‌کند (Leitao et al., 2006:31). ساختار سیمای سرزمین به معنای الگوی مکانی یا چگونگی قرارگیری اجزای سیمای سرزمین است که برای تفسیر ساختار سیمای سرزمین لازم است ترکیب و توزیع فضایی

1. Landscape
2. Patch
3. Class

عناصر ساختاری بررسی گردد، ترکیب[1]: مشخصاتی از سیمای سرزمین مانند نسبت مساحت لکّه‌ها، تنوع لکّه‌ها، تراکم و غیره را می‌سنجد و از این طریق تعیین بستر و ناهمگنی را امکان‌پذیر می‌سازد. توزیع[2]: مشخصات فضایی انواع پوشش اراضی در یک سیمای سرزمین خاص را بازگو می‌کند و به توزیع فضایی و هندسی لکّه‌ها مثل شکل و اندازه مربوط است (Forman & Godron, 1986:110). بررسی کمّی ترکیب و توزیع فضایی عناصر ساختاری سیمای سرزمین از طریق استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین امکان‌پذیر است، با شناسایی عناصر سیمای سرزمین، ارتباطات میان آن‌ها و تغییر این ارتباطات طی زمان می توان درخصوص مدیریت و تغییر روند تغییرات سیمای سرزمین بهتر تصمیم گرفت (شعبانی و همکاران، ۱۳۸۹: ۱۸۸). مجموعه ارتباطات متقابل در درون هر یک از عناصر سیمای سرزمین و میان این عناصر با یکدیگر از طریق جریان ماده، انرژی و گونه، عملکرد سیمای سرزمین را مشخص می‌سازد (Crow, 2002: 351). سنجه‌های سیمای سرزمین برای ارزیابی خدمات اکوسیستم در مناظر با وجود انسان نیز امکان‌پذیر است (Inkoom et al, 2018: 117). بسیاری از محرک‌های تغییر سیمای سرزمین تغییرات ناشی از ایجاد شرایط لازم در پاسخگویی به نیازهای توسعه‌های جدید و جمعیت رو به رشد، اعم از کشاورزی و توسعه مناطق مسکونی است (Niesterowicz & Stepinski, 2016: 20).

پیشینه پژوهش

در سال های اخیر در جهان و ایران پژوهش‌های متعددی بر روی ارزیابی تغییرات الگوی پراکنش مکانی کاربری اراضی با به کارگیری از سنجه‌های سیمای سرزمین انجام شده است که از این جمله می توان در سطح جهان به پژوهش دیباروس[3] و همکاران (۲۰۰۵) که با استفاده از سنجه‌های اندازه، شکل، تراکم، توزیع و همسایگی تخریب سریع جنگل‌های آمازون را در روندونیا برزیل بررسی نمودند و اظهار داشتند در صورت ادامه این روند، وسعت چشمگیری از این جنگل‌ها رو به نابودی خواهد رفت. شی و ژیائو[4] (۲۰۰۸) برای ارزیابی تغییرات سیمای سرزمین شهر شیجیاشوانگ چین از ترکیب سنجه‌های سیمای سرزمین در سطح کلاس و سیمای سرزمین استفاده کرده و به این نتیجه رسیدند که کاربرد سنجه های سیمای سرزمین در کمّی کردن تغییرات کاربری‌های موجود در سیمای سرزمین بسیار مناسب است. هم‌چنین نتایج آن‌ها نشان داد که بافت شهر شیجیاشوانگ به سمت کاربری های انسان ساخت و غیرپایدار در حال تغییر است. تانگ[5] و همکاران (۲۰۰۸) تغییرات زمانی و مکانی سیمای سرزمین دو شهر هیوستون در آمریکا و شهر داکینگ در چین را با هم مقایسه کردند و به این نتیجه رسیدند که سیمای سرزمین‌های طبیعی مانند تالاب و جنگل ها در فاصله بیست سال اخیر تخریب شده و برعکس سیمای سرزمین های شهری گسترش پیدا کرده‌اند. دنگ[6] و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی تغییر الگوهای سیمای سرزمین در منطقه هانگزوی چین نتیجه گرفتند که شهرنشینی سریع منجر به تغییرات وسیع در کاربری سیمای سرزمین شده است. هانگ[7] و همکاران (۲۰۱۰) الگوی سیمای سرزمین سواحل جنوب شرقی چین را با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین مورد تحلیل قرار دادند و بیان کردند که در طی چندین سال اخیر فرایندهایی که منجر به تکه تکه شدن سیمای سرزمین می گردد افزایش پیدا کرده است. فیینر[8] و همکاران (۲۰۱۱) در یک بررسی مروری، به ارزیابی نقش الگوی تغییرات زمانی مکانی کاربری اراضی در اثر اقدامات مدیریتی بر واکنش رواناب سطحی در اراضی کشاورزی و ارتباط میان متریک‌های چشم‌انداز و فرآیندهای هیدرولوژی پرداختند. ایشان بر نقش پیوستگی و جداشدگی لکّه ها در اراضی کشاورزی و

1. Composition
2. Configuration
3. Debarros
4. Shi & Xiao
5. Tang
6. Deng
7. Hung
8. Fiener

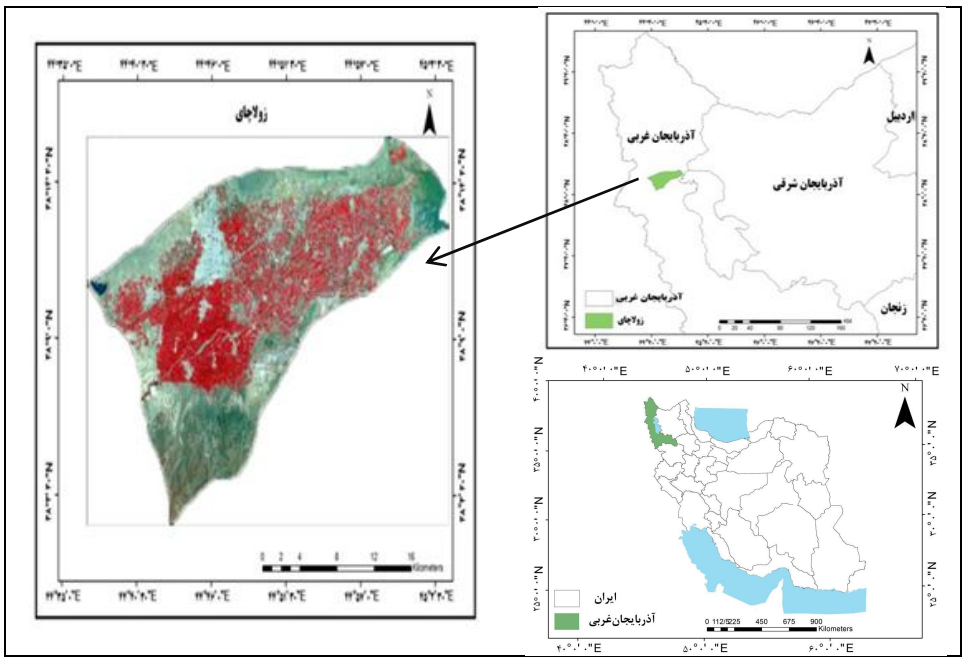
لحاظ آن در ابزارهای مدل سازی تأکید نمودند. سو[1] و همکاران (۲۰۱۴) تغییرات الگوی پراکنش اراضی کشاورزی در یک دوره سی ساله در حوزه آبخیز کیانتانگ چین را با استفاده از متریک‌های چشم انداز ارزیابی نموده و نتیجه گرفتند که در این فاصله زمانی، اراضی کشاورزی، پایداری خود را از دست داده و به قطعات جدا با شکل نامنظم تفکیک شده اند. کاستیلو[2] و همکاران (۲۰۱۵) تغییرات پوشش جنگلی در پارک طبیعی مونکایو اسپانیا را با استفاده از سنجش از دور، سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجه های سیمای سرزمین بررسی کردند. اطلاعات به دست آمده از تحلیل سنجه‌های سیمای سرزمین نشان‌دهنده افزایش تکه‌تکه شدن و در نتیجه افزایش تنوع فضایی در سطح سیمای سرزمین است. تانگ[3] و همکاران (۲۰۱۷) در نتایج خود نشان دادند که تغییر کاربری سیمای سرزمین و الگوهای سیمای سرزمین نتیجه رشد سریع شهرنشینی و افزایش جمعیت است. در مطالعات داخل کشور نیز فتحی‌زاد و همکاران (۱۳۹۲) در پژوهشی روند تغییرات سیمای سرزمین در منطقه دهلران استان ایلام با استفاده از سنجه‌های مساحت طبقه، تراکم لکّه، تعداد لکّه، متوسط اندازه لکّه، تراکم حاشیه و متوسط شاخص شکل را بررسی کردند، نتایج نشان داد تغییر خصوصیات مکانی در کارکرد اکولوژیک منطقه تأثیرگذار بوده و روند تخریب و تجزیه سیمای سرزمین افزایش یافته که باید در برنامه‌ریزی سرزمین مورد توجه قرار گیرد. نوحه‌گر و همکاران (۱۳۹۴) با استفاده از نقشه کاربری و سنجه های 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. بی‌همتای طوسی و همکاران (۱۳۹۵) به بررسی تغییرات مکانی زمانی پوشش کاربری اراضی شهرستان خمینی شهر با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین پرداختند، به منظور بررسی تغییرات پوشش اراضی از سنجه‌های درصد کاربری اراضی، تعداد لکّه، میانگین اندازه لکّه، نمایه بزرگ‌ترین لکّه و متوسط نزدیک‌ترین فاصله همسایگی در دو سطح کلاس و سرزمین استفاده شد. نتایج حاصل از این مطالعه نشان دهنده رشد و گسترش اراضی شهری به دنبال تغییر کاربری اراضی کشاورزی در طی دوره زمانی مورد مطالعه بوده است. براتی و همکاران (۱۳۹۶) به ارزیابی یکپارچگی مناطق حفاظت شده پارک ملی و پناهگاه حیات وحش کلاه قاضی با به کارگیری سنجه های سیمای سرزمین در سطح کلاس پرداختند، نتایج پژوهش نشان داد در کل منطقه، لکه‌های مرتع خوب یکپارچه‌تر شده، ولی تعارضات موجود در منطقه مانند کاربری‌های معدن، کشاورزی و شهری باعث دورترشدن این لکه‌ها از یکدیگر شده است. رضایی و همکاران (۱۳۹۶) تغییرات فضایی زمانی شکل شهرهای ساحلی و غیرساحلی استان مازندران با به کارگیری سنجه‌های سیمای سرزمین پژوهش نمودند، برای تحلیل تغییرات سیمای سرزمین از دوازده سنجه و در دو سطح کلاس و سیمای سرزمین استفاده شد. نتایج نشان داد که کاربری کشاورزی دچار پدیده خردشدگی، کاهش پیوستگی و وجود اختلال شده است. در مجموع بر اساس سوابق پژوهش می‌توان گفت که تغییر در ساختار سیمای سرزمین در مناطق مختلف با درجات متفاوت صورت گرفته است و کمّی نمودن این تغییرات با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین از مواردی است که می تواند به ارزیابی تغییرات الگوی مکانی کمک نماید. علاوه بر این تفسیر نحوه تغییرات می تواند راهکاری در جهت تعیین عوامل اصلی تأثیرات و ارائه اقدامات مدیریتی در بهبود برنامه‌ریزی مدیریت کاربری اراضی باشد. هدف این پژوهش، کمّی نمودن تغییرات الگوی مکانی کاربری اراضی در یک دوره ۲۴ ساله در حوزه آبخیز زولاچای سلماس با استفاده از قابلیت نرم‌افزار Fragstats و سنجه‌های سیمای سرزمین در این منطقه است. به عبارتی در این پژوهش، علاوه بر ارزیابی تغییر کاربری اراضی، سعی شده است تغییرات آن در قالب سنجه‌های سیمای سرزمین مورد ارزیابی قرار گیرد.

1. Su
2. Castillo
3. Tong

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز زولاچای با مساحتی حدود ۹۶ هزار هکتار در جنوب غربی شهرستان سلماس و استان آذربایجان غربی در محدوده جغرافیایی '۰۲ °۳۸ الی '۱۶ °۳۸ درجه عرض شمالی و'۴۳ °۴۴ الی '۵۸°۴۴ طول شرقی واقع گردیده است، که در شکل (۱) نشان داده شده است. زولاچای از کوه‌ها و ارتفاعات ساری‌داش سرچشمه می‌گیرد و در ادامه از وسط دهستان لکستان و زولا عبور می نماید و به دریاچه ارومیه (از حوزه‌های آبخیز منتهی به دریاچه ارومیه) می‌ریزد. دره زولاچای از زیباترین و جذاب‌ترین مناطق گردشگری شهرستان سلماس است. اراضی منطقه در طول سالیان اخیر دستخوش تغییرات به دلیل احداث سد زولا و کانال‌های انتقال آب بوده، لذا ضرورت پایش تغییرات کاربری اراضی، قبل و بعد از احداث سد نیازمند ارزیابی بوده است. در نتیجه در این پژوهش تغییرات کاربری اراضی از پایاب سد (در ۱۵ کیلومتری جنوب غربی سلماس بر روی رودخانه زولاچای احداث شده است) تا ورودی به دریاچه ارومیه، به وسعت ۴۴۰ کیلومتر مربع مورد بررسی قرار خواهد گرفت.



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران و استان آذربایجان غربی

روش تحقیق

در این پژوهش از نرم‌افزارهای ENVI 5.3 ، ArcGIS 10.4 و Fragstats 4.2 استفاده شد. تصاویر ماهواره‌ای مربوط به سال‌های ۱۳۷۱ و ۱۳۹۵ مندرج در جدول (۱) بر اساس کیفیت مطلوب تصاویر در دسترس ماهواره لندست از جهت تصحیحات هندسی و رادیومتریکی انتخاب شدند.

جدول ۱: مشخصات تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده برای منطقه زولاچای

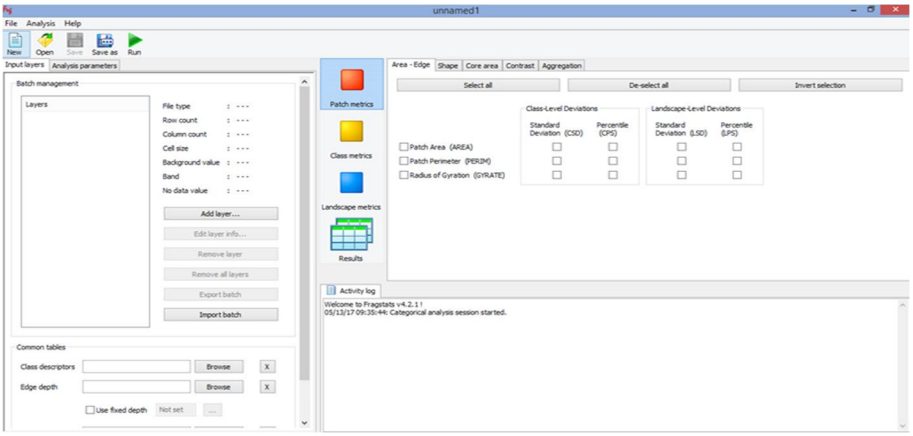
ماهواره	سنجنده	ردیف و گذر	منبع	تقویم شمسی	تقویم میلادی
Landsat4	TM	۱۶۹/۳۴	USGS	۲۵ مرداد ۱۳۷۱	16 Aug 1992
Landsat8	OLI	۱۶۹/۳۴	USGS	۳ تیر ۱۳۹۵	23 Jun 2016

پس از تهیه تصاویر ماهواره‌ای قابل قبول، تصویر باندها توسط نرم‌افزار ENVI 5.3 (یک نرم‌افزار پردازش تصاویر که توابع اصلی پردازش تصاویر در آن به‌طور کامل موجود است. توابعی نظیر انواع تبدیل‌ها، فیلترها، طبقه‌بندی، تصحیح هندسی، آنالیزهای طیفی متعدد، پردازش داده‌های راداری، کار با داده‌های فراطیفی و پشتیبانی از انواع فرمت‌ها) با تکرار ترکیبی باندهای مختلف برای جداسازی بهتر تشخیص کاربری اراضی، بهترین ترکیب باندی با نظر کارشناسی (سبز، قرمز و مادون قرمز نزدیک) برای سال ۱۳۷۱، ترکیب رنگی کاذب ۴۳۲ و برای سال ۱۳۹۵، ترکیب رنگی کاذب ۵۴۳ انتخاب شدند و نقشه کاربری اراضی زولاچای پس از بررسی و اطمینان از کیفیت رادیومتریکی تصاویر، کنترل صحت هندسی، نقاط برداشت شده توسط دستگاه موقعیت‌یاب جهانی (GPS)، بازدید میدانی برای شناسایی کابری‌های منطقه، نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰، استفاده از گوگل ارث و برنامه جانبی Arcbrutile برای اطمینان از تطابق با عارضه‌های زمینی، در چهار کلاس کاربری اراضی در جدول (۲) طبقه‌بندی گردید. قابل ذکر است که مطابق هدف این پژوهش، ارزیابی تغییرات کاربری اراضی قبل و بعد از احداث سد زولاچای در سال ۱۳۸۹ احداث شده و به عنوان سال میانی برای ارزیابی تغییرات کاربری اراضی در دوره‌های قبل و بعد از آن مدنظر قرار گرفته است. در مرحله پردازش، نمونه‌های تعلیمی جهت طبقه‌بندی دقیق‌تر ارزیابی شدند و با روش حداکثر شباهت (از معروف‌ترین روش‌های آماری طبقه‌بندی که جزو روش‌های بر اساس پیکسل قرار می‌گیرد، در طبقه‌بندی بیشترین شباهت، کلاسی به پیکسل مورد نظر نسبت داده می‌شود که بیشترین احتمال تعلق پیکسل به آن کلاس وجود داشته باشد، اقدام به طبقه‌بندی گردید (Richards, 2013: 60; Abdolalizadeh et al., 2019: 1688). هم‌چنین برای تشخیص کاربری اراضی منطقه از نقاط برداشت شده توسط GPS، بازدید میدانی برای شناسایی کابری‌های منطقه، گوگل ارث و برنامه جانبی Arcbrutile بهره گرفته شد.

جدول۲: روش طبقه‌بندی پوشش/کاربری سرزمین (دژکام و همکاران، ۱۳۹۴: ۲۳۱)

کلاس	توضیحات
اراضی انسان‌ساخت	مناطق شهری با تراکم‌های مختلف، مناطق روستایی، شبکه جاده‌ای و حمل و نقل، توسعه خطی اطراف جاده‌ها و برزگراهها، مراکز خدماتی، صنعتی و تجاری
اراضی کشاورزی	زراعت آبی، دیم‌کاری، باغداری، زراعت چوب و نهالستان، کشت علوفه
اراضی مرتعی	مراتع غنی، متوسط، ضعیف، بوته‌ای، درختچه‌ای و علفی و مخلوط
اراضی بایر	زمین‌های لخت، بیرون‌زدگی‌های سنگی و صخره‌ای، بستر شنی و خشک رودخانه‌ها، اراضی شور

معرفی نرم‌افزار Fragstats 4.2: عنوان برنامه‌ای است که برای کمّی کردن ساختار و الگوی سیمای سرزمین مورد استفاده قرار می‌گیرد، این نرم افزار مجموعه کاملی از سنجه‌های سیمای سرزمین است و محدودیتی در مقیاس ایجاد نمی‌کند و برای ارزیابی الگوی مکانی و سنجه‌های مختلف لکّه‌های کاربری اراضی تشکیل دهنده سیمای سرزمین در محیط‌های ناهمگن و شرایط متفاوت مناسب است (جعفری و همکاران، ۱۳۹۶: ۸۵). به ازای هر ورودی در نرم‌افزار، سه فایل خروجی ایجاد می‌شود. هر سه فایل خروجی در شکل (۲) با نام Patch، Class، Land در محیط Excel ذخیره شده و قابل مشاهده و تجزیه و تحلیل است. آنچه که سنجه‌های سیمای سرزمین را کاربردی‌تر ساخته است، امکان مقایسه سیمای سرزمین‌های مختلف با استفاده از یک روش مشابه، ارزیابی در یک سیمای سرزمین خاص برای دفعات متعدد و مقایسه سیمای سرزمین‌های مشخص با گزینه‌های مختلف است (McGarigal, 2015: 49).



شکل ۲: محیط نرم‌افزار Fragstats 4.2

به‌دلیل تعداد زیاد سنجه‌ها، وجود همبستگی بین برخی از آن‌ها و به منظور پرهیز از تولید اطلاعات زائد، بر اساس مرور منابع علمی (Duck & Nakagoshi, 2008; Bolliger & Kienast, 2010; Brown & Reed, 2012; Simova & Gdulova, 2012) و دانش کارشناسی و با توجه به تناسب سنجه‌ها با هدف پژوهش و توجه به همبستگی بین مفهوم آن‌ها، مجموعه‌ای از سنجه‌های ترکیب و توزیع شکل سیمای سرزمین برای این پژوهش انتخاب و در جدول (۳) گردآوری شدند (میرزایی و همکاران، ۱۳۹۷: ۳۶۵):

جدول ۳: مشخصات سنجه‌های استفاده شده در ارزیابی تغییرات کاربری اراضی (McGarigal, 2015: 92)

نام فارسی	نام سنجه	علامت‌اختصاری	واحد	محدوده تغییرات	فرمول محاسباتی
تعداد لکّه‌ها	Number of Patches	NP	-	بزرگ‌تر و مساوی یک	n_i
تراکم لکّه	Patch Density	PD	تعداد در ۱۰۰هکتار	بزرگ‌تر از صفر	$\frac{n_i}{A}(10000)(100)$
بزرگ‌ترین لکّه	Largest Patch Index	LPI	٪	صفر تا صد	$\frac{\sum_{j=1}^{n} max(a_{ij})}{A}(100)$
شکل سیمای سرزمین	Landscape Shape Index	LSI	-	بزرگ‌تر و مساوی یک	$\frac{e_i}{\min e_i}$
درصد پوشش سیمای سرزمین	Percentage of Lands	PLAND	٪	صفر تا صد	$\frac{\sum_{j=1}^{n} a_{ij}}{A}(100)$
تراکم حاشیه	Edge Density	ED	متر در هکتار	بزرگ‌تر از صفر	$\frac{\sum_{k=1}^{m} e_{ik}}{A}(10000)$
پیوستگی	Contagion	CONTAG	٪	صفر تا صد	$1+\frac{\sum_{k=1}^{m} e_{ik}}{2Ln}(100)$
تنوع شانون	Shannon's Diversity Index	SHDI	-	بزرگ‌تر و مساوی صفر	$-\sum_{i=1}^{m}(p_i \ln p_i)$

متغیرهای فرمول‌های ارائه شده در جدول (۳) نشان‌دهنده موارد زیر است:

n_i: تعداد لکّه‌های نوع کلاس i. A: مساحت کل سیمای سرزمین. a_{ij}: مساحت لکه ij. m: تعداد انواع لکّه‌ها. P_i: نسبتی از سیمای سرزمین که به وسیله لکّه

نوع i اشغال شده است. e_i: محیط کلاس لکه i. e_i min: حداقل محیط کلاس لکّه. e_{ik}: طول کل حاشیه‌های لکّه‌های کلاس نوع i در سیمای سرزمین است.

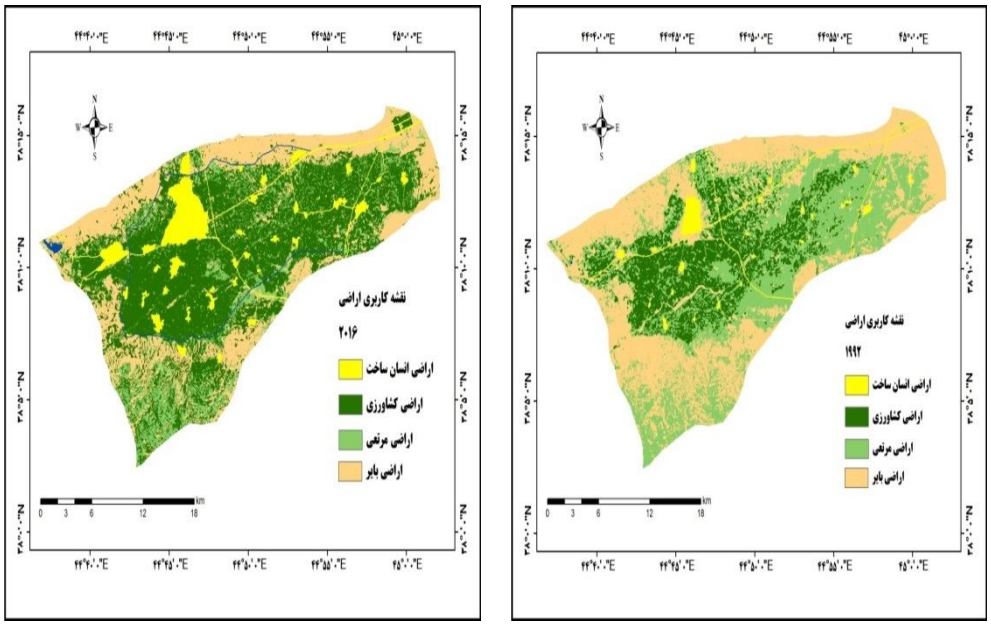
تعداد لکّه‌ها: این سنجه تعداد لکّه‌ها را در سطح کلاس یا سیمای سرزمین کمّی می‌نماید و نشان می‌دهد اگر تعداد لکّه زیاد باشد آن کلاس یا نوع لکّه دچار افتراق و جدائی شده است. تراکم لکّه: این سنجه تعداد لکّه‌ها را در واحد سطح نشان می‌دهد و امکان مقایسه بین مساحت‌های مختلف را فراهم می‌کند و به عنوان شاخص تکه‌تکه شدگی زیستگاه استفاده می‌شود. بزرگ‌ترین لکّه: برابر مساحت بزرگ‌ترین لکّه در سیمای سرزمین است. شکل سیمای سرزمین: برای اندازه‌گیری پیچیدگی شکل لکّه است. پوشش سیمای سرزمین: درصدی از سیمای سرزمین که به یک کلاس مشخص اختصاص دارد. تراکم حاشیه: با مساحت سیمای سرزمین در ارتباط و معادل طول تمامی حاشیه‌ها تقسیم بر مساحت است. سنجه تنوع شانون: تنوع لکّه‌های سیمای سرزمین را اندازه‌گیری می‌کند و از نظر مفهومی مقابل پیوستگی سیمای سرزمین قرار دارد. سنجه پیوستگی: یکی از سنجه‌های اندازه‌گیری درجه یکپارچگی لکّه‌های سیمای سرزمین است.

یافته‌های پژوهش

از اهداف این پژوهش آشکارسازی تغییرات پوشش کاربری اراضی در دوره مورد مطالعه است، لذا در پایان مرحله طبقه‌بندی (نظارت شده)، پس پردازش‌هایی به منظور آماده‌سازی این داده‌ها برای اهداف بعدی، به منظور افزایش کیفیت و دقت طبقه‌بندی و آماده‌سازی نتایج به منظور نزدیک شدن به شکل نهایی صورت می‌پذیرد (اکبری و شکاری‌بادی، ۱۳۹۳: ۲۰۳). در این پژوهش، از معیار ضریب کاپا و صحت کلّی با استفاده از المان‌های ماتریس خطا، به دست آمد (Lillesand et al., 2004: 166)، که در جدول (۴) محاسبات ارائه شده است.

جدول۴: درصد صحت کلی و ضریب کاپا حاصل از طبقه‌بندی

نوع طبقه‌بندی	سال	صحت کلّی	ضریب کاپا
حداکثر احتمال	۱۳۷۱	۹۲/۴	۰/۸۷
	۱۳۹۵	۹۳/۵	۰/۸۹



شکل ۳: نقشه کاربری اراضی حوزه آبخیز زولاچای سال‌های ۱۳۷۱ (۱۹۹۲) و ۱۳۹۵ (۲۰۱۶)

مکرونی و همکاران (۱۳۹۵: ۸۹) نیز به مقدار قابل قبول ضریب کاپا در استفاده از روش حداکثر شباهت اشاره نموده‌اند. در نهایت با استفاده از نرم‌افزارهای ENVI 5.3 و ArcGIS 10.4 (نرم‌افزاری است که به کاربران این امکان را می دهد که به سادگی اطلاعات مکانی و داده‌های توصیفی را برای ایجاد نقشه‌ها، جداول و نمودارها به کارگیرند)، نقشه کاربری اراضی شکل (۳) استخراج گردید. نتایج آشکارسازی تغییرات توسط سنجه‌های سیمای سرزمین در سطح کلاس برای کاربری های اراضی با استفاده از نرم افزار Fragstats 4.2 محاسبه و در جداول (۵ و ۶) به شرح زیر می‌باشد.

جدول ۵: نتایج محاسبه سنجه‌های سیمای سرزمین در سطح کلاس برای کاربری‌های اراضی سال ۱۳۷۱

کاربری/ سنجه	PLAND	NP	PD	LPI	ED	LSI
اراضی انسان ساخت	۳/۲۴	۳۰۸۱	۷/۱۶	۱/۲۷	۲۷/۸۶	۵۰/۷۶
اراضی بایر	۳۵/۱۳	۴۳۰۷	۱۰/۰۰	۱۸/۴۲	۶۸/۵۲	۶۱/۸۰
اراضی مرتعی	۴۲/۵۷	۵۲۹۱	۱۲/۲۹	۱۸/۹۲	۹۵/۰۲	۷۹/۸۲
اراضی کشاورزی	۱۹/۰۲	۱۱۵۹	۲/۶۹	۶/۴۴	۳۷/۱۰	۴۴/۰۹

جدول ۶: نتایج محاسبه سنجه‌های سیمای سرزمین در سطح کلاس برای کاربری‌های اراضی سال ۱۳۹۵

کاربری/ سنجه	PLAND	NP	PD	LPI	ED	LSI
اراضی انسان ساخت	۹/۳۴	۶۸۹۸	۱۶/۰۳	۲/۸	۴۰/۵۹	۷۸/۳۶
اراضی بایر	۲۹/۹۸	۵۳۷۵	۱۲/۴۹	۱۱/۲۸	۶۲/۰۰	۶۰/۳۷
اراضی مرتعی	۱۴/۷۳	۱۲۳۸۰	۲۸/۷۷	۱/۳۱	۸۵/۱۴	۱۱۵/۴۶
اراضی کشاورزی	۴۵/۷۵	۶۱۹۰	۱۴/۳۸	۳۶/۴۸	۹۵/۸۴	۷۲/۸۸

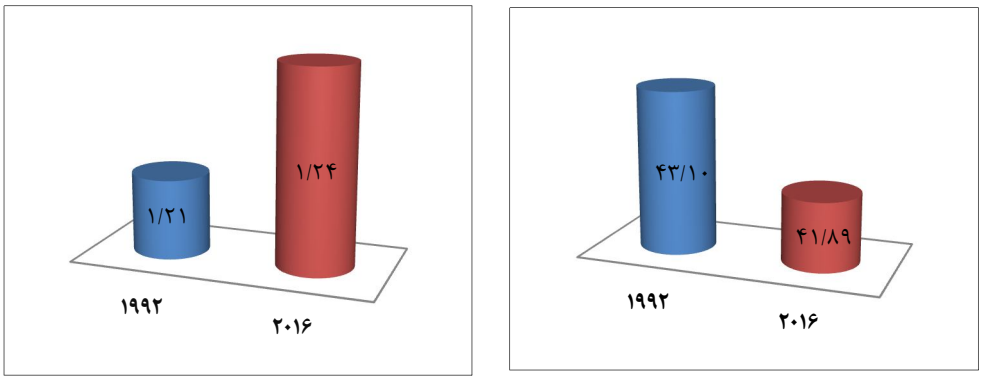
ارزیابی تعداد لکّه در سطح کلاس نشان داد بیشترین تغییر در طول این بازه زمانی در تعداد لکّه‌ها مربوط به کلاس مرتعی از ۵۲۹۱ تعداد به ۱۲۳۸۰ بوده است که این افزایش بیانگر خردشدگی و وجود اختلال در سرزمین است که در نتیجه گسترش اراضی کشاورزی و انسان ساخت ایجاد شده است. مقایسه تراکم لکّه در سطح نشان داد گسترش شهرنشینی و افزایش کاربری کشاورزی، موجب شده تراکم لکّه‌های مرتعی کاهش یابد و حالت تکه‌تکه بیشتری را نسبت به سایر کلاس‌ها داشته باشد. کاهش ۱۸ درصدی سنجه بزرگ‌ترین لکّه برای اراضی مرتعی بیانگر استفاده بیش از حد از زمین مرتعی در گسترش کاربری کشاورزی و تبدیل شدن بعضی از قسمت‌های اراضی مرتعی به اراضی انسان ساخت است. ارزیابی سنجه شکل سیمای سرزمین از ۴۴ به ۷۲ واحد برای کاربری‌های کشاورزی عدد بیشتری را نشان می‌دهد که بیانگر این موضوع است که تغییرات کشاورزی منجر به پیچیدگی‌های بیشتر و افزایش بی‌نظمی شکل لکّه است. تحلیل سنجه بیشترین نسبت تراکم حاشیه متعلق به پوشش زمین‌های کشاورزی با افزایش ۵۵ واحدی متر در هکتار بوده است. بر اساس تغییرات درصد پوشش سیمای سرزمین اراضی انسان ساخت با ۶ و اراضی کشاورزی با ۲۵ درصد در بازه زمانی مورد نظر افزایش و اراضی مرتعی و بایر به ترتیب با ۲۷ و ۵ درصد روندی کاهشی یافته‌اند که بیانگر این موضوع است که گسترش شهرنشینی و کشاورزی منجر به از بین رفتن زمین‌های مرتعی و تبدیل شدن اراضی مرتعی به سایر کاربری‌ها شده است.

نتایج روند تغییرات در سطح سیمای سرزمین در جدول (۷) با استفاده از سنجه‌های تعداد لکّه، تراکم لکّه، سنجه شکل سیمای سرزمین، سنجه بزرگ‌ترین لکّه، سنجه تنوع شانون و پیوستگی به شرح زیر به‌دست آمد. نتایج افزایش مقادیر سنجه‌های تعداد کل لکّه و تراکم لکّه بیانگر افزایش تکه تکه شدگی سیمای سرزمین طی زمان مورد مطالعه بوده است. سنجه بزرگ‌ترین لکّه و سنجه شکل سیمای سرزمین روندی افزایشی را طی کرده‌اند که این روند نشان می‌دهد با گذشت زمان، شکل سیمای سرزمین منطقه زولا چای

پیچیده‌تر و از نظر هندسی نامنظم‌تر شده است. در شکل (۴) نتایج سنجه پیوستگی سیمای سرزمین نشان‌دهنده کاهش یکپارچگی و افزایش تکه‌تکه شدگی در سیمای سرزمین و نتایج سنجه تنوع شانون نشان داد که سیمای سرزمین متحمل تغییرات کاربری متفاوتی شده است.

جدول۷: نتایج محاسبه سنجه‌ها در سطح سیمای سرزمین در دو دوره مطالعاتی

سال/ سنجه	NP	PD	LPI	LSI	CONTAG	SHDI
۱۳۷۱	۱۷۶۵۶	۴۱/۰۳	۱۸/۹۲	۶۴/۰۷	۴۳/۱۰	۱/۲۱
۱۳۹۵	۲۷۰۲۸	۶۲/۸۱	۳۶/۴۸	۷۱/۷۸	۴۱/۸۹	۱/۲۴



شکل ۴: نتایج سنجه پیوستگی (CONTAG) و سنجه تنوع شانون (SHDI) در سطح سیمای سرزمین

بحث و نتیجه‌گیری

فعالیت‌های مخرب انسان و تبدیل و تفکیک اراضی بر سیمای محیط تأثیرگذار بوده و اثرات زیست‌محیطی شدیدی بر اکوسیستم های طبیعی دارد، این مسئله وسعت عرصه‌های طبیعی را کاهش و پراکندگی و انقطاع آن را افزایش می‌دهد. شناسایی تغییرات عوارض سطح زمین برای درک ارتباط متقابل انسان و محیط، می‌تواند در آمایش کاربری اراضی، ارزیابی خطرات محیطی و نیز الگوی مکانی استفاده از اراضی مورد استفاده قرار گیرد. درک ساختار و نحوه ترکیب الگوهای سیمای سرزمین سبب طرح‌ریزی و برنامه‌ریزی یکپارچه سیمای سرزمین می‌شود که می‌تواند به کاهش تخریب سیمای سرزمین کمک کند و در آمایش استفاده از زمین موثر باشد. به‌طور کلی به‌منظور درک روند تغییرات در سیمای سرزمین مناطق، تغییرات در محیط‌های طبیعی همگی می‌بایست بر مبنای یک دوره زمانی صورت بگیرد؛ لذا در این پژوهش نیز در بازه زمانی ۱۳۷۱ و ۱۳۹۵ تحلیل سیمای سرزمین صورت گیرد تا تغییرات در کاربری‌ها نمایان گردد. تعیین کاربری‌ها نشان داد که در طول سال‌های متعدد لکّه‌ها یا همان کاربری‌های متفاوتی در منطقه ایجاد شده است. این کاربری‌ها به‌صورت نامناسب در بستر منطقه (مرتعی) توسعه پیدا کرده و در جهت تخریب تنوع زیستی بوده‌اند. وجود کاربری‌های انسان ساخت و کشاورزی در حوزه آبخیز زولاچای گسترده شده است که باعث بروز مشکل تخریب و پراکندگی بستر منطقه شده است که این خود می‌تواند عامل مهم برای نابودی منابع طبیعی منطقه باشد. به عنوان مثال کاربری انسان ساخت به طرز بسیار ناهمگون و نامناسبی در منطقه گسترش یافته است. نتایج پژوهش با استفاده از سنجه‌های سطح سیمای سرزمین و کلاس بیانگر آن شد که به طور کلی، سیمای سرزمین تکه‌تکه‌تر، از نظر شکلی پیچیده‌تر، نامنظم‌تر و از نظر میزان یکپارچگی عناصر ساختاری، ناپیوسته‌تر و از نظر نوع کاربری پوشش موجود در واحد سطح متنوع‌تر شده است. تفسیر نتایج نشان داد که عامل‌های اصلی این تغییرات، پویایی شدید

کاربری‌های انسان ساخت و کشاورزی در منطقه در مقطع زمانی سال‌های ۱۳۷۱ و ۱۳۹۵ بوده است که در نهایت اثرگذاری بیشتری داشته‌اند که این نتیجه با نتایج پژوهش کرمی و فقهی (۱۳۹۰: ۷۹) در کمّی کردن سنجه‌های سیمای سرزمین در حفاظت از الگوی کاربری اراضی پایدار استان کهگیلویه و بویراحمد مطابقت دارد. در واقع فاصله کم نقاط شهری و روستایی از همدیگر، پیوستن سکونتگاه‌های سابق مجزا به همدیگر بر اثر فرآیند توسعه شهری، ساخت و سازهای کم تراکم، توسعه شبکه حمل و نقل و رشد خطی یا نواری مناطق انسان ساخت اطراف این شبکه که هیچ‌گونه محدودیتی را پیش روی خود نداشته‌اند سبب شده است مساحت کل کلاس و تعداد لکّه‌ها (NP)، تراکم لکّه (PD)، میزان حاشیه (ED) و پیچیدگی شکل لکّه (LSI) و مساحت بزرگ‌ترین اندازه لکّه (LPI) کاربری انسان ساخت و کشاورزی افزایش یابد. این موضوع موجب کاهش مساحت کاربری مرتعی، افزایش تعداد و تراکم لکّه‌های آن، کاهش مقدار حاشیه لکّه‌های مرتعی، پیچیدگی شکل آن‌ها و کاهش شدید اندازه بزرگ‌ترین لکّه مرتعی منطقه شده است و زمین‌های مرتعی منطقه که زمانی به هم پیوسته و دارای یکپارچگی زیادی بوده‌اند دچار فرآیند تکه‌تکه شدگی و از هم‌گسیختگی شده‌اند در این راستا مقدار LPI در اراضی مرتعی از ۱۸/۹۲ به ۱/۳۱ درصد کاهش پیدا نموده است. در حالی که تراکم لکّه (PD) در دوره مطالعاتی از ۴۱ به ۶۲ واحد افزایش پیدا کرده است که نشان‌دهنده افزایش ناهمگنی در کاربری اراضی شده است. میزان یکپارچگی عناصر ساختاری نیز از ۴۳/۱ به ۴۱/۸۹ درصد کاهش یافته است که ناپیوستگی را در منطقه مورد مطالعه افزایش داده است. این فرآیند که تغییرات ساختاری شدیدی در سیمای سرزمین ایجاد کرده است منجر به فرو اُفت کارکرد آن خواهد شد و علاوه بر کاهش بازدهی به دلیل کوچک شدن قطعات زمین، موجب افزایش دسترسی انسانی در سیمای سرزمین به آن و زمین‌های مرغوب باقی مانده در معرض تهدید ساخت و سازهای کنترل نشده خواهد بود. پژوهش با نتایج طالبی‌امیری و همکاران (۱۳۸۸: ۱۳۳) با هدف تحلیل تخریب سیمای سرزمین حوزه آبخیز نکاء و نتایج پژوهش‌های شهپریان و همکاران (۱۳۹۴: ۱) با هدف ارزیابی تغییرات الگوهای مکانی سیمای سرزمین در حاشیه رودخانه زاینده‌رود مطابقت دارد. پوشش اراضی بایر منطقه اگر چه دچار کاهش سطح و تخریب شده است ولی روند تغییرات آن وضعیتی بحرانی همچون مرتعی را نشان نمی‌دهد و این می‌تواند به علت قرار گرفتن عمده پوشش بایر منطقه در مناطق با شیب و ارتفاع بالا و دور از دسترس انسان باشد. نتیجه‌گیری نهایی تحلیل تغییرات الگوی مکانی منطقه زولاچای را می‌توان به این صورت بیان کرد که داشتن بستر مرتعی مزیتی است برای حفاظت و توسعه تنوع زیستی منطقه، زیرا مرتع به عنوان یک اکوسیستم مطلوب طبیعی خاستگاه بسیاری از گونه‌های گیاهی و جانوری است اما این در حالی است که وجود لکّه‌های انسان ساخت و کشاورزی، تنوع زیستی منطقه را در حد بحرانی قرار داده است که با نتایج هرولد[1] و همکاران (۲۰۰۵: ۳۶۹) در بررسی نقش سنجه‌های سیمای سرزمین در تجزیه و تحلیل تغییر کاربری شهری سانتاباربارا و پژوهش ماسوشیتا[2] و همکاران (۲۰۰۶: ۲۴۱) در بررسی تغییرات کاربری اراضی کاسمیگاورای ژاپن، همسو بوده و به تکه‌تکه‌شدگی سیمای سرزمین اذعان کرده‌اند. در نهایت با توجه به رشد کنترل‌نشده مناطق انسان ساخت و کشاورزی طی ۲۴ سال گذشته در منطقه، برای جلوگیری از تخریب بیشتر و هم‌چنین حفظ پوشش‌های کاربری مرتعی پیشنهادهایی ارائه می‌گردد. ارزیابی کمی تغییرات کاربری اراضی می‌تواند مبنای آمایش مکانی تغییرات اراضی باشد. علاوه بر این، انتخاب راهبرد مناسب در جلوگیری از تغییرات کاربری اراضی و نیز حفظ یکپارچگی اکولوژیک اراضی می‌تواند بر مبنای نتایج کمی حاصل از تغییر الگوی سیمای سرزمین باشد.

1. Herold
2. Matsushita

پیشنهادها

* تمرکز کاربری‌ها در قسمت خاصی از منطقه جهت جلوگیری از تخریب سرزمین
* توانمندسازی جوامع محلی، ارتقاء و بهره‌گیری از دانش بومی به منظور مدیریت اکوسیستم‌ها
* افزایش پیوستگی سرزمین بر مبنای عناصر و مفاهیم ساختاری سیمای سرزمین
* انجام پژوهش‌های آمایش سرزمین به منظور تعیین توان اکولوژیک منطقه
* استفاده از روش تحلیل‌گر ادیان سیمای سرزمین در جهت حفظ اکوسیستم‌های طبیعی

منابع

۱. اکبری، الهه و علی شکاری‌بادی. ۱۳۹۳. پردازش و استخراج اطلاعات از داده‌های ماهواره‌ای با استفاده از نرم‌افزار ENVI، جلد اول، چاپ اول، دانشگاه حکیم سبزواری، نشر دانشگاهی فرهمند، ۲۲۴ صفحه.

۲. اکبری، الهه. محمدعلی زنگنه‌اسدی و ابراهیم تقوی‌مقدم. ۱۳۹۵. پایش تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش های مختلف تئوری آموزش آماری منطقه نیشابور، آمایش جغرافیایی فضا، دوره ۶، شماره ۲۰، صفحات ۵۰-۳۵.

۳. براتی، بهزاد. علی جهانی، لعبت زبردست و بهزاد رایگانی. ۱۳۹۶. ارزیابی یکپارچگی مناطق حفاظت شده با به کارگیری رهیافت اکولوژی سیمای سرزمین (منطقه مورد مطالعه: پارک ملی و پناهگاه حیات وحش کلاه قاضی)، آمایش سرزمین، دوره ۹، شماره ۱، صفحات ۱۶۸-۱۵۳.

۴. بی‌همتای طوسی، ندا. علیرضا سفیانیان و سیما فاخران. ۱۳۹۵. آشکارسازی تغییرات پوشش اراضی با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین (مطالعه موردی: شهرستان خمینی شهر)، دومین کنفرانس بین المللی اکولوژی سیمای سرزمین، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ۶ و ۵ آبان ۱۳۹۵.

۵. جعفری، انیس. فرشاد کیوان بهجو و رئوف مصطفی‌زاده. ۱۳۹۶. مقایسه مؤلفه‌های مختلف وضعیت سلامت زیست‌بوم در حوزه آبخیز ایریل، استان اردبیل. مهندسی اکوسیستم بیابان، دوره ۶، شماره ۱۶، صفحات ۹۲-۸۱.

۶. دژکام، سید صادق. بهمن جباریان امیری و علی اصغر درویش صفت. ۱۳۹۴. پایش تغییرات سیمای سرزمین با استفاده از تحلیل سینوپتیک و تصاویر ماهواره‌ای (مطالعه موردی: شهرستان رشت). محیط‌زیست طبیعی، دوره ۶۸، شماره ۲، صفحات ۲۳۸-۲۲۵.

۷. رضایی، فاطمه. سامره فلاحتکار و هاشم داداش پور. ۱۳۹۶. تغییرات فضایی-زمانی شکل شهرهای ساحلی و غیرساحلی استان مازندران با به کارگیری سنجه‌های سیمای سرزمین، آمایش سرزمین، دوره ۹، شماره ۱، صفحات ۷۹-۵۷.

۸. زاهدی‌فرد، ندا. سیدجمال‌الدین خواجه‌الدین و احمد جلالیان. ۱۳۸۳. کاربرد داده‌های رقومی سنجنده TM در تهیه نقشه کاربری اراضی حوضه آبخیز رودخانه بازفت، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، دوره ۸، شماره ۲، صفحات ۱۰۵-۹۱.

۹. شعبانی، نگین. مهرو ابرکار، پرستو پریور و محسن کوچک‌زاده. ۱۳۸۹. معرفی و کاربرد رویکرد بوم‌شناسی سیمای سرزمین در مقیاس شهر، نمونه موردی شهر تهران، علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، دوره ۱۲، شماره ۴، صفحات ۱۹۷-۱۸۵.

۱۰. شهپریان، مینا. نیلوفر مهدی‌پور، محمد شفیعی‌زاده و سیما فاخران. ۱۳۹۴. ارزیابی تغییرات الگوهای مکانی سیمای سرزمین در حاشیه رودخانه زاینده‌رود در دهه گذشته. دومین همایش ملی تغییرات اقلیم و مهندسی توسعه پایدار کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ۲۶ شهریور ۱۳۹۴.

۱۱. طالبی‌امیری، شیما. فرود آذری دهکردی، سیدحمیدرضا صادقی و سیدرضا صوف باف. ۱۳۸۸. تحلیل تخریب سیمای سرزمین حوزه آبخیز نکاء با استفاده از سنجه‌های اکولوژی سیمای سرزمین. علوم محیطی، دوره ۶، شماره ۳، صفحات ۱۴۴-۱۳۳.

۱۲. عطا، بهنام. محمدرحیم رهنما و صالح آرخی. ۱۳۹۶. ارزیابی و پیش‌بینی تغییرات و پراکنش افقی شهرها با استفاده از تصاویر چند زمانه و مدل CA.Markov (مطالعه موردی: شهر گنبدکاووس)، آمایش جغرافیایی فضا، دوره ۷، شماره ۲۳، صفحات ۴۰-۲۵.

۱۳. فتحی‌زاد، حسن. احمد نوحه‌گر، مرزبان فرامرزی و مهدی تازه. ۱۳۹۲. بررسی تغییرات کاربری اراضی بر

اساس تجزیه و تحلیل متریک های سیمای سرزمین با استفاده از سنجش از دور و GIS در منطقه خشک و نیمه‌خشک دهلران، آمایش سرزمین، دوره ۵، شماره ۱، صفحات ۹۹-۷۹.

۱۴. کرمی، آرش و جهانگیر فقهی. ۱۳۹۰. بررسی کمّی کردن سنجه‌های سیمای سرزمین در حفاظت از الگوی کاربری اراضی پایدار مطالعه موردی: کهگیلویه و بویراحمد. محیط شناسی، دوره ۳۷، شماره ۶۰، صفحات ۸۸-۷۹.

۱۵. مظاهری، محمودرضا. مهرداد اسفندیاری، محمدحسن مسیح آبادی و اردوان کمالی. ۱۳۹۲. پایش تغییرات زمانی کاربری اراضی با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: جیرفت، استان کرمان)، کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، دوره ۴، شماره ۲، صفحات ۳۹-۲۵.

۱۶. مکرونی، سرور. غلامرضا سبزقبایی، شهرام یوسفی خانقاه و ستار سلطانیان. ۱۳۹۵. آشکارسازی روند تغییرات کاربری اراضی تالاب هورالعظیم با استفاده از تکنیک سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، دوره ۷، شماره ۳، صفحات ۹۹-۸۹ .

۱۷. موسوی، سیدحجت. ابوالفضل رنجبر و مهدی حاصلی. ۱۳۹۵. پایش و روندیابی تغییرات کاربری اراضی حوضه ابرکوه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، اطلاعات جغرافیایی، دوره ۲۵، شماره ۹۷، صفحات ۱۴۶-۱۲۹.

۱۸. میرزایی، شهناز. اباذر اسمعلی‌عوری، رئوف مصطفی‌زاده، اردوان قربانی و سجاد میرزایی. ۱۳۹۷. شبیه‌سازی هیدروگراف سیل و تحلیل ارتباط آن با سنجه های سیمای سرزمین در حوزه آبخیز عموقین، استان اردبیل. اکوهیدرولوژی، دوره ۵، شماره ۲، صفحات ۳۵۷-۳۷۲.

۱۹. نوحه‌گر، احمد. بهمن جباریان امیری و روشنک افراخته. ۱۳۹۴. تحلیل کاربری سرزمین در بخش مرکزی گیلان با رویکرد اکولوژی سیمای سرزمین، جغرافیا و آمایش شهری، دوره ۵، شماره ۱۵، صفحات ۱۹۷-۲۱۴.

20. Abdolalizadeh, Z., Ebrahimi, A., and Mostafazadeh, R. 2019. Landscape pattern change in Marakan protected area, Iran. Regional Environmental Change, 19(6): 1683-1699.

21. Apan, A., Raine, S., and Paterson, M. 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.

22. Bolliger, J., and Kienast, F. 2010. Landscape functions in a changing environment. Landscape Science. 25(1), 1-5.

23. Bolliger, J., Wagner, H., and Turner, M. 2007. Identifying and quantifying landscape patterns in space and time. Landscape Science. 8(1): 177-194.

24. Brown, G., and Reed, P. 2012. Social landscape metrices measures for understanding place values from public participation Geographic information system (PPGIS), Landscape Research, 37(1): 73-90.

25. Castillo, E.M., García-Martin, A., Aladrén, L.A.L. and de Luis, M. 2015. Evaluation of forest cover change using remote sensing techniques and landscape metrics in Moncayo Natural Park (Spain), Applied Geography, 62(1): 247-255.

26. Crow, T. 2002. Putting multiple use and sustained yield into a landscape context. Scientific Journal, UK, 349-365

27. Debarros, F., Vettorazzi, C., Theobald, D. and Ballester, M. 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.

28. Deng, J., Wang, K., Hong, Y., and Qi, J. 2009. Spatio-temporal dynamics and evaluation of landuse change and landscape pattern in reasons to rapid urbanization. Landscape and Urban Planning, 92(3-4): 187-198.

29. Duck Uy, P., and Nakagoshi, N. 2008. Application of land suitability analysis and landscape ecology to urban green space planning in Hanoi, Vietnam, Urban Forestry and Urban Greening, 7(1): 25-40.

30. Fiener, P., Auerswald, K., and Van Oost, K. 2011. Spatio-temporal patterns in land use and management affecting surface runoff response of agricultural

structure: or why are there so many patches, University of Massachusetts Amherst, 44p.
41. Niesterowicz, J., and Stepinski, T. 2016. On using landscape metrics for landscape similarity search, Ecological Indicators, 64(1): 20-30.
42. Richards, J. A. 2013. Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction, 5nd Edition, Springer, 494p.
43. Shi, Y., and Xiao, J. 2008. Evaluating landscape changing due to urbanization using remote sensing data: international workshop on geoscience and remote sensing, computer society Washington, DC, USA, 21-22 December, 508-511.
44. Simova, P., and Gdulova, K. 2012. Landscape indices behavior: A review of scale effects. Applied Geography, 34(1): 385-394.
45. Su, Sh., Ma, X., and Xiao, R. 2014. Agricultural landscape pattern changes in response to urbanization atecoregional scale. Ecological Indicators, 40(1): 10-18.
46. Tang, Junmei., Wang, Le., and Yao, Zhijun. 2008. Analyses of urban landscape dynamics using multi-temporal satellite images: A comparison of two petroleum-oriented cities. Landscape and Urban Planning, 87(4): 269-278.
47. Tong, l., Hu, Sh., Frazier, A., and Liu, Y. 2017. Multi-order urban development model and sprawl patterns: An analysis in China, 2000–2010, Landscape and Urban Planning, 167(1): 386-398.
48. Weng, Q. 2002. Landuse change analysis in the zhujiang delta of china using satellite Remote Sensing, GIS and Stochastic Modeling. Environmental Management, 64(3): 274-284.
catchments-A review. Earth-Science Reviews, 106(1): 92-104.
31. Forman, R.T.T., and Godron, M. 1986. Landscape Ecology. Springer, 640p.
32. Herold, M., Couclelis, H., and Clarke, K. 2005. The role of spatial metrics in the analysis and modeling of urban landuse change. Journal of Computers, Environment and Urban Systems, 29(4): 369-399.
33. Hung, J., Zhenshum, T., and Jie, L. 2010. Detecting spatio-temporal change of landuse and landscape pattern in a coastal gulf region, southeast of China. Environment, Development and Sustainability, 12(1): 35-48.
34. Inkoom, J., Frank, S., Greve, K., Walz, U., and Furst, Ch. 2018. Suitability of different landscape metrics for the assessments of patchy landscapes in West Africa, Ecological Indicators, 85(1): 117-127.
35. Leitao, A., Miller, J., Ahern, J., and McGarigal, K. 2006. Measuring Landscape, A Planners Handbook, 272p.
36. Lillesand, T.M., Kiefer, R.W., and Chipman, J.W. 2004. Remote Sensing and Image Interpretation. Fifth edition, Wiley and Sons. New York, 812p.
37. Luck, M., and Wu, J. 2002. A gradient analysis of urban landscape pattern: a case study from the Phoenix metropolitan region, Arizona, USA. Landscape Ecology, 17(4): 327-339.
38. Matsushita, B., Xu, M., and Fukushima, T. 2006. Characterizing the changes in Landscape structure in the lake Kasumigaura basin, Japan using a high-quality GIS dataset. Landscape and Urban Planning, 78(3): 241-250.
39. McGarigal, K. 2015. Fragstats User Manual, Version 4.2. University of Massachusetts Amherst, 182p.
40. McGarigal, K., and Cushman, S.A. 2002. The gradient concept of landscape

Assessment of Changes in Landuse Connectivity and Pattern using Landscape Metrics in the Zolachai Watershed, Salmas

Habib Nazarnejad*[1], Morteza Hosseinim[2], Raoof Mostafazadeh[3]
Assistant Prof. Dept. of Range and Watershed Management, Urmia University
M.Sc in Watershed management Engineering, Urmia University
Assistant Prof. Dept. of Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili

Abstract
Nowadays, landuse change and human imapcts on the natural environemnt due to environmental constraints raised several environmental effects and deteriorate natural ecosystems. This activities had reduced the extent of the natural arenas and increases its dispersion and fragmentation. The purpose of this research is to evaluate the changes of the Zolachai landuse model using remote sensing and the use of landscape metrics in a 24-year time span, which is needed to proper planning for sustainable development. The Landsat 4 Satellite images of 1992 year and Landsat 8 of 2016 year were used for land use mapping. And by Maximum Likelihood method, which is one of the most popular statistical methods of classification, with a general accuracy of 92% and 93%, were categorized. In order to study land cover change, The Number of Patches, Patch Density, Edge Density, Percentage of Lands, Largest Patch Index & Landscape Shape Index metrics in Class level and Number of Patches, Patch Density, Largest Patch Index, Landscape Shape Index, Shannon,s Diversity Index & Contagion metrics in Landscape level were used based on the FRAGSTATS 4.2 Software. The results indicates that the Number of Patch (NP) metric increased, which means fragementation in natural land uses. Also, the mean value of Patch Density (PD) had increased (from 41.03 to 62.81) in the study area as a sign of increasing heterogenity of land uses. The integrity and connectivity of structural elements has reduced from 43.1 to 41.89 Percent Which prove the decline in connectivity of the study area.

Keywords: Zolachai, Landscape fragmentation, Landuse, Fragstats 4.2 Software

Assessment of Changes in Landuse Connectivity and Pattern using Landscape Metrics in the Zolachai Watershed, Salmas
Habib Nazarnejad*[1], Morteza Hosseinim[2], Raoof Mostafazadeh[3]
Assistant Prof. Dept. of Range and Watershed Management, Urmia University
M.Sc in Watershed management Engineering, Urmia University
Assistant Prof. Dept. of Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili

Extended abstract:

Introduction

Nowadays, landuse change and human imapcts on the natural environemnt due to environmental constraints raised several environmental effects and deteriorate natural ecosystems. This activities had reduced the extent of the natural arenas and increases its dispersion and fragmentation. Identifying land surface changes is essential to understand the interaction between humans and the environment. The purpose of this research is to evaluate the changes of the Zolachai landuse model using remote sensing and the use of landscape metrics in a 24-year time span, which is needed to proper planning for sustainable development. Land use change is one of main environmental hazards and ecological crises

* h.nazarnejad@urmia.ac.ir
* h.nazarnejad@urmia.ac.ir

worldwide. Land use change involve direct and indirect human intervention which can affect about half of the land surface and ecosystems (Akbari *et al*, 2016:35). Investigating the change severity and extend can be useful tools for managing and planning the environment (Mazahre *et al*, 2013:26). With the development of remote sensing science in the past years, various methods and algorithms have been developed to investigate the land use changes. Landscape is defined as a scheme or a combination of repeated local ecosystems or land uses in one region (Apan *et al*, 2002:44). Landscape metrics are valuable tools for designing and finding the exact relationship between structure and performance of an ecosystem. These metrics can make comparative measurements to discover these communications that help move forward to sustainable landuse planning (Leitao et al, 2006:31).

Methodology

The Landsat 4 Satellite images of 1992 year and Landsat 8 of 2016 year were used for land use mapping. In order to study land cover change, the Number of Patches, Patch Density, Edge Density, Percentage of Lands, Largest Patch Index & Landscape Shape Index metrics in Class level and Number of Patches, Patch Density, Percentage of Lands, Landscape Shape Index, Shannon,s Diversity Index & Contagion metrics in Landscape level were used based on the Fragstata 4.2. Software. The ENVI 5.3, ArcGIS 10.4, Fragstats 4.2 were used to processing and analysis of the spatial land use data. The satellite images were taken based on the desirable quality of the available images and were selected for geometric and radiometric corrections. The image of the bands is represented by ENVI 5.3 software, functions such as types of transformations, filters, classification, geometric correction, spectral analyzes were done for extracting the land use map of the study area. After checking and ensuring the radiometric quality of the images and the geometric accuracy of controls, as well as points taken by the Global Positioning System (GPS) through field surveys to identify the land uses, the visual interpretation were done With Google Earth to verify the accuracy of the five land use classes. The large number of landscape metrics were analysed and some suitable landscape metrics were chosen to based on the literture review and expert knowledge and according to the appropriateness with the aim of studying and correlation between their concept. In the processing stage, educational samples were evaluated for more accurate classification and categorized by maximum Likelihood method. At the end of the classification stage, its post-processing operation is applied to determine the accuracy of the classification of the Kappa coefficient criterion and the overall accuracy that is obtained using the impedances of the error matrix. Finally, using the ENVI 5.3 and ArcGIS 10.4 software the land use map was extracted.

Discussion

The results indicates that the Number of Patch (NP) metric increased, which means fragementation in natural land uses. The increasing the number of patches and patch density indicate that land surface fragmentation has increased during the studied period. Also, the mean value of Patch Density (PD) had increased (from 41.03 to 62.81) in the study area as a sign of increasing heterogenity of land uses. Changing the value of Largest Patch Index (LPI) from 18 to 36 represents the fragmentation of the land uses over the study period. Metrics of the largest patch index had progressively increased over time, which means that the shape of the Zolachai area have became more complex and geometrically more irregular. The integrity and connectivity of structural elements has reduced from 43.1 to 41.89 which prove the decline in connectivity of the study area. The results of the Contagion metric indicate a reduction of integrity, while, the increase in Shannon diversity index showed that the landscape has undergone different user variations.

Conclusion

The problem of landuse change reduces the extent of natural areas and increases the dispersion and fragemenation of natural ecosystems. Identification of land use changes is neccesary to understand the interaction between humans and the environment. According to the results, it can be noted that the landscape fragmentation have been occurred in rangeland area, that leads to destroy biodiversity of this natural ecosystems. Existence of man-made and agricultural uses in the Zolachai area has caused the problem of degradation and dispersion of the natural landscapes. The human use and man-made land uses made a heterogeneous land uses in the region. Based on the values of Class and Landscape metrics, the shape of the fragmented territory is more complex, irregular and structural elements. The final conclusion of the analysis of changes in the spatial pattern of the Zolahai land uses is that the rangelands are under a severe pressure of degradation, while this natural ecosystem are the origin of many plant and animal species. The existence of human-made and agricultural patchs has made the biodiversity of the region at a critical level. Landscape metrics are a clear and strightforward tools in the analysis landscape change and processess. Therefore, regarding the uncontrolled growth of human-made farming and agriculture over

the past 24 years, a ordered management planning is needed in order to prevent further degradation as well as the maintenance of rangelands. Therfore, using landscape metrics can be considered as a useful tool in determinig the degree of degradation and also the importance of each land use category, based on the capabilites of the study area in the framework of sustainable development. It is suggested that, in order to prevent further destruction through human-made and agricultural patchs, their use should be concentrated on a specific area of the region and actively prevented from its progress. Empowering local communities and promoting environmental knowledge for the management of ecosystems and enhancement of territorial integrity in necceary in the conservation of landscape integrity. Carrying out land surveys to determine the ecological capability of areas and use of landscape gradient analysis is suggested in future researches.

Keywords: Landscape fragmentation, Landuse, Fragstats 4.2 Software, Zolachai