تحلیل روند تغییرات ساختار منظر و کاربری سرزمین به عنوان رویکردی اکولوژی در دستیابی به برنامه ریزی پایدار منطقه‌ای(مطالعه موردی: حوضه آبریز سد لتیان)

بنفشه شفیعی[۱]، هما ایرانی بهبهانی[۲]، امیرحسین جاوید*[۳]،حسن دارابی [۴] ،فرهاد حسین زاده لطفی [۵]

[۱] دانشجوی دکترای آمایش سرزمین ، دانشکده محیط زیست و منابع طبیعی ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقیات، تهران، ایران

[۲] استاد، دانشکده محیط زیست، پردیس فنی دانشگاه تهران، تهران، ایران

[۳]استاد، دانشکده محیط زیست و منابع طبیعی ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقیات، تهران، ایران

[۴] استادیار، دانشکده محیط زیست، پردیس فنی دانشگاه تهران، تهران، ایران

[۵]استاد، دانشکده علوم پایه ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقیات، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۴/۰۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۱۲/۲۰

چکیده

ایجاد تغییر در منظر ممکن است روندی کند و مربوط به روند طبیعی و غیر اختلالی آن باشد و یا بر اثر وقوع یک رخداد اختلالی تسریع گردد. هدف این تحقیق، بررسی تغییرات ساختار منظر در یک بازه ی زمانی ۳۰ ساله و کسب اطلاعات در مورد وضعیت فعلی کاربری ها با استفاده از متریک‌های منظر در حوضه ی آبریز سد لتیان است، تا با تحلیل یافته ها، خلا های موجود جهت رسیدن به برنامه ریزی پایدار برای این حوضه، شناسایی گردد.کاربری اراضی با بهره گیری از چهار تصویر ماهواره ی لندست برای سال‌های t1 (1987), t2 (1998), t3 (2007) و t4 (2017) مشخص و بررسی شدند.کاربری‌ها در این حوضه آبریز به‌صورت چهار طبقه (الف) نواحی جمعیتی ، (ب) پهنه‌های واجد پوشش گیاهی، (ج) اراضی بایر و (د) پهنه‌های آب طبقه‌بندی شدند. سپس با استفاده از ۷ متریک در سطح منظر و ۸ متریک در سطح کلاس، ساختار منظر در این حوضه آبریز با استفاده از نرم‌افزارFragstats 4.2 کمی سازی شد. نتایج بررسی نشان داد که افزایش تعداد لکه ها (NP) ، کاهش میانگین مساحت لکه ها (AREA-MN) و افزایش شاخص مجاورت (IJI) از۵۹ در سال ۱۹۸۷ به ٦٤ در ۲۰۱۷، بیانگر افزایش گسیختگی در سطح منظر در این حوضه آبریز است. هم‌چنین، تعداد لکه‌ها (NP) در سطح منظر از ۳۷٦ به ٤۲۸ لکه در دوره تحقیق افزایش یافته که بیانگر گسیختگی در منظر است، ضمن آن‌که خرد شدن لکه‌ها در هر سه طبقه کاربری نواحی جمعیتی، بایر و پوشش گیاهی رخ داده است. میزان لکه‌گی برای طبقه نواحی جمعیتی با توجه به افزایش میانگین مساحت لکه‌ها(AREA-MN) از ۷٦٤۳ هکتار در ۱۹۸۷ به ۱۱۸۲۰۰ هکتار در ۲۰۱۷، بیانگر گرایش این طبقه به سمت ساختار درشت دانه تر و کاهش این متریک از ۲۹٤۷۰ هکتار به ۲۳۸۱۳ هکتار طی همان سال‌ها در طبقه پوشش گیاهی، بیانگر گرایش این طبقه به سمت ساختار ریزدانه می باشد. نتایج متریک درصد کلاس مورد نظر در منظر (PLAND) نشان می دهد که گرچه همواره طبقه اراضی بایر بیشترین درصد در منظر را داشته، لیکن در روند ۳۰ ساله،کاربری نواحی جمعیتی از ۱٫۸درصد به ۳٫۳ درصد، بیشترین افزایش را در این متریک داشته است.

واژه‌های کلیدی: تغییرکاربری اراضی، متریک‌های منظر ، حوضه آبریز سد لتیان

* a.javid@srbiau.ac.ir

مقدمه

منظر سرزمینی ناهمگن و متشکل از گروه هایی از اکوسیستم ها یا واحد های فضایی تاثیر گذار بر یکدیگر بوده، فرمی مشابه در سراسر آن تکرار می‌شود و سه خصوصیت بنیادین آن، ساختار، کارکرد، تغییر یا پویایی است (Forman & Gordon, 1986:11). به تعریفی دیگر، منظر یا سیمای سرزمین عبارت است از یک سرزمین ناهمگن که از مجموعه اکوسیستم هایی با کنش‌های متقابل تشکیل شده است(Makhdoum, 2008:148). مناظر، تجلی روابط متقابل بین محیط زیست طبیعی و فعالیت های بشر هستند که در آن انسان سعی می کند محیط زیست پیرامون خود را به شکل مناسب‌تری برای زندگی و رفع نیازهای خود تغییر دهد(Antrop, 1998:156) . بنابراین منظر نظامی است بسیار پیچیده که مطابق با مقیاس و اجزای خود، الگوهای متفاوتی را نشان می دهد (Farina, 1998:2) و ساختارهای این نظام به عنوان چیدمانی از عناصر و روابط ترکیب شده با یکدیگر تعریف می شوند(Batty & Longly, 1994:8). این روابط می توانند به صورت عمودی(درون یک واحد فضایی) و افقی(بین واحدهای فضایی) باشند و آنچه علم اکولوژی منظر را نسبت به سایر علوم وابسته منحصر به فرد می سازد، تمرکز این علم بر روابط افقی یعنی روابط بین واحدهای فضایی است (شفیعی و همکاران،۱۳۸۲،ص۲).

ساختار(نوع، اندازه‌ی لکه‌ها و ارتباط بین آن‌ها)، عملکرد(پویایی جانداران و زیستگاه‌ها، غذا و جریان آب و هوا)و تغییر پذیری‌ها(نابسامانی‌ها و ناسازگاری‌ها، تغییر اقلیم و خرد شدن زیستگاه‌ها) به عنوان سه اصل پایه در بررسی های اکولوژی منظر هستند که دارای ارتباط متقابل با یکدیگر می باشند(میرزایی و همکاران،۱۳۹۲،ص۳۸). اکولوژی منظر شامل بررسی الگوی سرزمین، کنش و واکنش بین لکه‌ها در منظر و چگونگی تغییر الگوها در طول زمان است (Campagnaro et al., 2017:148; Kupfer, 2012:402; Uuemaa et al., 2009:2). به طور کلی، اکولوژی منظر به مطالعه تغییرات ناهمگنی مکانی منظر، آثار ناهمگنی مکانی روی فرآیندهای زیستی و غیر زیستی و مدیریت ناهمگنی‌های مکانی می پردازد (Turner, M. G. et al., 1994:12). تغییر پذیری‌های ناشی از عوامل مختلف در الگوهای منظر، به شدت ویژگی‌های اکولوژیک را تحت تاثیر قرار می دهد . درک منظر به عنوان یک نظام اکولوژیک، درک روابط فضایی بین عناصر آن، جریان گونه‌ها، مواد و انرژی و پویایی موزاییک آن در طول زمان، در چارچوب علم اکولوژی منظر میسر است. این موضوع تحلیلی است بر ساختار و مناسبات درونی اجزای منظر که بنا بر الگوهایی که خود زاده‌ی ساختارند، شکل می گیرد(شفیعی و همکاران،۱۳۸۲،ص۲). ساختار در معنای زیست شناسانه ی خود به مفهوم هم‌خوانی ارگانیک میان اجزا باز می گردد(احمدی،۱۳۸۰،ص۳۷)، بنابراین در الگوسازی، ساختارها و روابط درونی میان اجزا از اهمیت بیشتری نسبت به تک تک اجزا برخوردار بوده و کلیت فراتر از جمع اجزاست(Batty & Longly, 1994:9). این رویکرد در تصمیم گیری‌های راهبردی توسعه‌ی پایدار ضروری و مهم است، زیرا با استفاده از آن می توان ظرفیت برد منابع و پیامدهای بهره برداری از آن ها را روی محیط زیست در فرآیند تدوین طرح های گسترش لحاظ کرد (شعبانی و همکاران، ۱۳۸۹،ص۱۸۶). تغییرات در یک منظر نتیجه برهم کنش های پیچیده بین نیروهای فیزیکی، زیستی، اقتصادی، سیاسی و اجتماعی است و چیدمان منظر حاصل، مخلوطی از لکه‌های طبیعی یا تاثیر پذیرفته از انسان در اندازه و شکل‌های متفاوت است .(Shu et al., 2009:21) به‌طور کلی بررس های اکولوژی منظر می‌تواند در راستای اهدف زیر باشد (وحیدی و درویش صفت، ۱۳۹۷،ص۱۰۴):

۱- شناسایی و کمی‌سازی ویژگی‌های کاربری‌های مختلف و بررسی و تحلیل تغییرپذیری‌های ممکن در الگوها و فرآیندهای اکولوزی در مقیاس مکان و زمان؛ به عبارت دیگر با توجه به گستردگی و پیچیدگی‌های سرزمین و رابطه بین کاربری‌های مختلف، هدف کمی‌سازی و بهبود درک پویایی فرآیندهای اکولوژیک است.

۲- درک مفاهیم محیط‌زیستی مربوط به الگوها، بحث در مورد اهمیت جمعیت‌ها و زیستگاه‌ها، جامعه‌ها و اکوسیستم ها و مسائل مرتبط با نگهداری و مدیریت اکوسیستم ها.

۳- کسب اطلاعات در راستای مدیریت سرزمین برای اهداف انسانی.

با گسترش هم‌زمان علومی مانند سنجش از دور، سیستم اطلاعات جغرافیایی، اکولوژی منظر و همچنین نرم‌افزارهای کاربردی مانند Fragstate و Patch analyst پژوه های زیادی در این زمینه انجام شده و بر قابلیت متریک‌ها در تحلیل کاربردی تغییرات منظر تاکید شده است. متریک‌ها، شاخص‌هایی هستند که ویژگی‌های شکلی، هندسی و ماهیت پراکنش و توزیع اجزای ساختاری سرزمین را قابل تعریف و به‌صورت کمی قابل مقایسه می سازند (طاهری سرتشنیزی و همکاران،۱۳۹۳،ص۲٤). برای لکه‌های منفرد نمی‌توان ویژگی‌های مکانی زیادی تعریف کرد، ولی بررسی مجموعه لکه‌ها، می تواند ویژگی‌ها و داده‌های گوناگون و گسترده‌ای را نشان دهد (Midha and Mathur, 2010:489) .

یک رویکرد غیر مستقیم برای تجزیه و تحلیل فرآیندهای شکل دهنده منظر، شناسایی ترکیب و ساختار منظر است. تعیین ناهمگنی‌های مکانی برای توضیح روابط بین فرآیندهای اکولوژیکی و الگوهای فضایی ضروری است. اولین قدم برای شناخت علمی منظر، کمی کردن الگوهای منظر است که نقش مهمی در فهم اساس منظر و تغییرات ممکن در آینده دارد. بنابراین استفاده از متریک های منظر یک روش مناسب برای کمی کردن منظر است که به فهم بهتر روابط بین الگوهای منظر و فرآیندهای آن کمک می کند(بی‌همتای طوسی و همکاران،۱۳۹۲،ص۷۸). همچنین، متریک‌های منظر در جهت حمایت از تصمیم‌گیری‌های طراحی و برنامه‌ریزی اهمیت دارند. متریک‌ها می‌توانند برای تشخیص مهم‌ترین لکه‌های موجود یا کاربری اراضی، برای حفاظت یا به منظور حفظ پیوستگی در منظر مفید باشند. متریک های مساحت در تشخیص بزرگترین لکه‌ها که عرضه کننده منابع بیشتری هستند کمک کنند. همچنین در تشخیص مجموعه‌ای از لکه‌ها و لکه های جدا از هم، متریک‌های همسایگی مانند نزدیک‌ترین فاصله از همسایه به‌کار می روند و متریک‌های پیوستگی مثل مجاورت، در تعیین مکان‌هایی که کریدورها باید قرار بگیرند، کاربرد دارند. انتخاب متریک‌های مناسب، به هدف مطالعه و خصوصیات منظر و ویژگی فرآیندهای اکولوژیکی وابسته است(Buyantuyev, A. et al., 2009:207).

ارخی(۱۳۹۴) و نوحه گر و همکاران(۱۳۹۴) در تحقیقات خود، کارایی متریک‌های مساحت کل، درصد از سیمای سرزمین، حاشیه کل و تراکم حاشیه را در تعیین نوع بستر سرزمین تائید کردند(ارخی،۱۳۹٤،ص٦۷; نوحه‌گر و همکاران،۱۳۹٤،ص۲۱۰). درگاهی و احمدزاده (۱۳۹۱) در تحقیقی که در پارک ملی بوجاق استان گیلان انجام دادند بر قابلیت متریک های مختلف اکولوژی منظر از جمله سنجه‌های میانگین شکل، نسبت محیط به مساحت وسنجه های مجاورت و پراکندگی در تحلیل رابطه بین کاربری‌های مختلف تاکید داشتند(درگاهی و احمدزاده، ۱۳۹۲).

همچنین طالبی امیری و همکاران(۱۳۸۸) در بررسی خود، کارایی متریک‌های شاخص های شکل، شاخص‌های مربوط به تکه‌شدگی، تنوع و یکنواختی را در بررسی و تحلیل منظر تائید کرده اند(طالبی امیری و همکاران، ۱۳۸۸،ص۱٤۱).

نتایج مطالعات بایانتویو و همکاران(Buyantuyev,.et al., 2009:206) ، دنگ و همکاران (Deng, J. S. et al., 2009:187)، رافائل و همکاران(Raffaele, P. et al., 2009:35) ، هانگ و همکاران (Huang, et al., 2009:20) نشان می‌دهد که متریک‌های منظر شاخص مناسبی برای ارزیابی تغییرات کاربری در فاصله زمانی مشخص است و باید از میان متریک‌های موجود، بهینه آن‌ها انتخاب و مورد استفاده قرار گیرد. کابا و لی(۲۰۱۱)، جهت تحلیل تغییرات کاربری اراضی و تاثیرات اکولوژیکی آن ها در منطقه Hubei چین ، از متریک‌های NP,PD,LPI,SIEI,SIDI استفاده نمودند. نتایج نشان دهنده گسیختگی منظر و لکه‌شدگی پوشش جنگلی بوده است(Kabba & Li ,2011:112). مو و همکاران(۲۰۱٦) در منطقه Zhengzhou چین، تاثیر سیاست‌های برنامه‌ریزی بر روند تغییرات منظر در طول دوره زمانی ۲۰۱۳-۱۹۹۲ را بررسی کردند. در این تحقیق، آن‌ها از متریک‌های PD, LPI, IJI, DIVISION, SPLIT استفاده نمودند و به این نتیجه رسیدند که تغییر کاربری اراضی کشاورزی به شهری و توسعه شهرسازی در منطقه مورد نظر از سال ۲۰۰٤ به بعد، روند افزاینده‌ای داشته است که منجر به پیوستگی کاربری شهری و گسستگی اراضی کشاورزی و سایر کاربری‌ها شده است(Mu et al. ,2016:41). در ایران نیز مطالعاتی مبنی بر استفاده از متریک‌های منظر صورت گرفته است. نظرنژاد و همکاران(۱۳۹۸)، تغییرات کاربری اراضی در حوضه آبریز بالانج‌چای را با استفاده از متریک‌های NP,PD,LPI,LSI,PLAND,ED,CONTAG,SHDI و در بازه زمانی ٢٤ ساله مورد تحلیل و بررسی قرار دادند و نتایج مطالعات آنان نشان داد که در سطح کلاس و منظر، سیمای سرزمین تکه‌تکه‌تر و ناپیوسته‌تر شده است. فتحی‌زاد و همکاران (۱۳۹۲)، میرزایی وهمکاران(۱۳۹۲)، به منظور آنالیز تغییرات کاربری اراضی از متریک‌های منظر استفاده و به این نتیجه رسیدند که تغییر خصوصیات مکانی، در کارکرد اکولوژیک منطقه تاثیرگذار است و باید در برنامه‌ریزی سرزمین مورد توجه قرار گیرد. درویشی و همکاران(۱۳۹۲) به منظور کمی‌سازی تغییرات الگوی منظر در منطقه ارسباران، از سنجه‌های NP, LPI, TE استفاده نمودند و نتیجه گرفتند که از دست رفتن زیستگاه‌ها با کاهش سطح جنگل‌ها و مراتع و تکه‌شدگی سرزمین همراه بوده است (درویشی و همکاران،۱۳۹۲،ص۲۷).

بنابراین،گسترش و یا تکه‌تکه شدن یک کلاس خاص، مورد توجه اصلی برنامه‌ریزان منظر است(زبردست و همکاران،۱۳۹٤،ص۹۲). در کل، ترکیب و توزیع منظر، فرایندهای اکولوژیک را چه به طور مستقل و چه در تعامل با یکدیگر تحت تاثیر قرار می‌دهند. بنابراین درک این که چه اجزایی از الگوی منظر به وسیله یک متریک خاص کمی شود، بسیار مهم است(McGarigal, et al., 2001). انتخاب متریک‌های مناسب در پژوهش های منظر می تواند بر اساس نظر کارشناسی یا رویکردهای آماری باشد (نوحه گر و همکاران،۱۳۹٤،ص۲۰۳). اجماع نظر در مورد نحوه ی به کارگیری و تفسیر متریک‌ها، جهت شناسایی و کمی سازی فرایند فضایی وجود ندارد (Makhdoum, 2008:156). از سویی دیگر به‌طور معمول نحوه تغییرات متریک‌ها در اثر عوامل مختلف ساختاری و در مناطق مختلف متفاوت است، بنابراین می‌بایست متریک‌های مناسب هر منظر انتخاب شوند(زبردست و همکاران، ۱۳۹٤،ص۱۲۳). مساحت کلاس(CA) و درصد منظر(PLAND) یکی از اندازه گیری‌های منظر است که نشان می دهد که چه مقدار از منظر از یک نوع لکه خاص تشکیل شده است. تغییر در میزان آن ها نشان دهنده‌ی گسیختگی ساختار منظر است. شاخص بزرگ‌ترین لکه(LPI)، حاشیه کلی(TE) و تراکم حاشیه(ED) از جمله سایر متریک‌هایی

است که در سطح کلاس برای تحلیل میزان گسیختگی استفاده می گردد. مصطفی زاده و همکاران(۱۳۹۷)، جهت اندازه‌گیری تخریب پیوستگی منظر در اراضی مرتعی زیرحوضه‌های آبخیز ایریل در استان اردبیل، از متریک‌های AI, Split, Mesh, Cohesion, ED, LPI استفاده نمودند. نتایج مطالعات آنان نشان می دهد که میزان تخریب و کاهش پیوستگی، در حاشیه لکه‌های مرتعی بیشتر است(مصطفی‌زاده و همکاران،۱۳۹۷،ص۴۱). مک گریگال و مارکس(۱۹۹۵) شاخص درون پراکنش و مجاورت (IJI) را برای اولین بار معرفی کردند (McGarigal & Marks, 1995:15). این شاخص بر اساس مجاورت لکه است و مجاورت هر لکه با لکه های دیگر ارزیابی می شود. این شاخص، میزان اختلاط لکه‌ها را نشان می‌دهد،یعنی لکه‌های مختلف کنار یکدیگر قرار گرفته اند(مختاری، سیاح نیا ۱۳۹۶،ص۱۴۲). مقادیر بالا میزان اختلاط بیشتر و مقادیر پایین تر، منظری را نشان می دهد که لکه ها با یکدیگر به خوبی اختلاط ندارند.

هدف تحقیق حاضر، بررسی تغییرات منظر و کاربری اراضی در یک بازه زمانی ۳۰ ساله و تحلیل رابطه بین کاربری های مختلف و کسب اطلاعات در مورد وضعیت فعلی کاربری‌ها با استفاده از متریک‌های منظر در حوضه آبریز سد لتیان به منظور استفاده از نتایج آن در برنامه‌ریزی پایدار منطقه‌ای است. بر همین اساس، مهم‌ترین فرضیه تحقیق پیش رو این است که منطقه مورد بررسی از لکه‌های گوناگون با کاربری‌های مختلف تشکیل شده و رابطه بین این کاربری ها در آینده، در جهت کاهش سطح پوشش طبیعی و باغات و افزایش کاربری های انسان ساخت خواهد بود. با در نظر گرفتن اهمیت اکولوژیکی حوضه آبریز سد لتیان به عنوان یکی از زیرحوضه‌های رودخانه جاجرود (که اصلی ترین منبع تامین کننده آب سد لتیان برای آب شرب تهران است)، هم جواری با منطقه حفاظت شده جاجرود، اقلیم گرم و نیمه خشک منطقه، ارتفاعات با عمق کم خاک و پوشش گیاهی متوسط تا تنک، همراه با رخنمون های صخره ای که طبقه اراضی بایر را سخت شکننده و آسیب پذیر می کند، اهمیت مطالعه و توجه به تغییرات ساختار اکولوژیک در این حوضه را آشکار می سازد. همچنین، استفاده از ابزارهای کمی برای تحلیل وضعیت کنونی کاربری‌ها در راستای مدیریت و برنامه‌ریزی سرزمین و جلوگیری از تغییرات ناخواسته در کاربری اراضی، می تواند ضرورت انجام این تحقیق را تبیین کند. کسب اطلاعات در مورد وضعیت منظر منطقه، می تواند در برنامه ریزی‌های حفاظتی و گسترش طرح‌های نگهداری از اکوسیستم طبیعی این حوضه آبریز کارساز باشد. در این تحقیق از سنجش از دور برای تهیه نقشه دقیق کاربری اراضی، سیستم اطلاعات جغرافیایی برای آماده سازی داده ها و از متریک های منظر به منظورکمی کردن ساختار منظر و کمک به درک تغییرات فضایی منطقه استفاده شده است.

مواد و روش ها

معرفی منطقه ی مطالعاتی

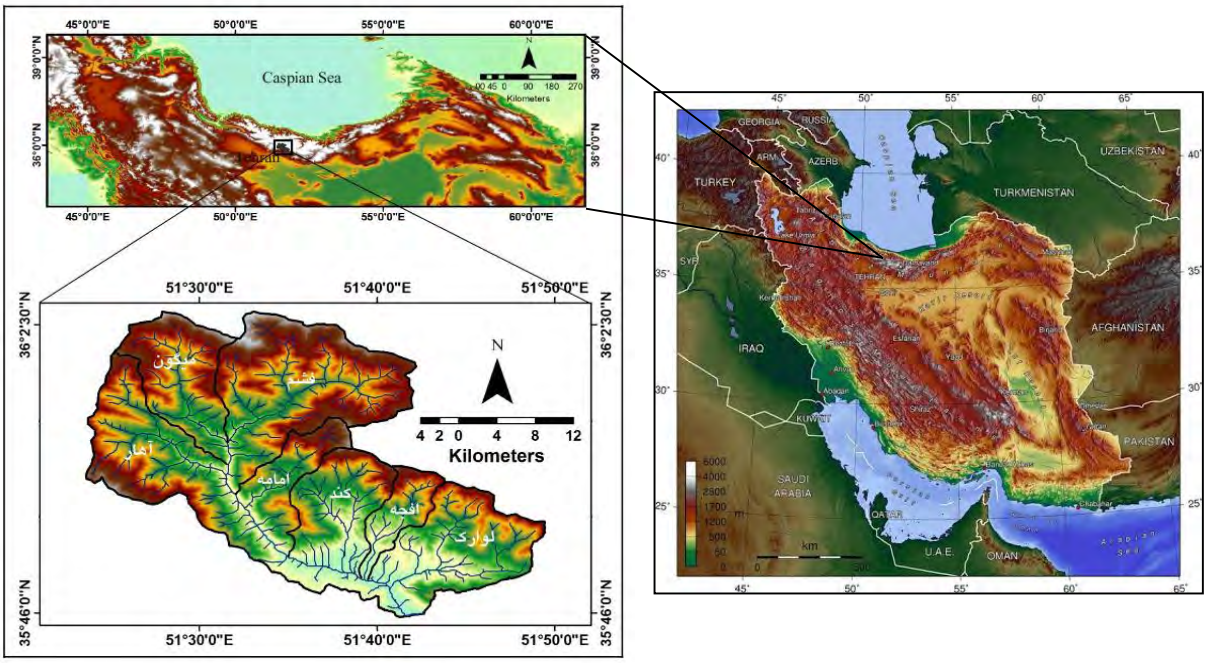
حوضه ی آبریز سد لتیان در شمال شرق تهران واقع شده است. این حوضه ، یکی از زیرحوضه های حوضه ی آبریز رودخانه ی جاجرود بوده و مساحتی بالغ بر ۷۹۰ کیلومتر مربع را در بر می گیرد که در ۳۵ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۵ دقیقه طول شرقی و ۵۱ درجه و ۲۲ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۵۲ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است(شکل ۱).

کمترین تراز ارتفاعی این منطقه ۱۳۰۰ متر و بیشترین آن ٤۳۷۵ متر از سطح دریا است. حداقل دبی تخلیه این حوضه ۱۱۹۷ مترمکعب بر ثانیه است که در شهریورماه رخ می دهد و حداکثر آن مربوط به اردیبهشت ماه با ۲۰۸٦ مترمکعب بر ثانیه است. بارندگی سالیانه در حوضه ی آبریز سد لتیان حدود ۵۰۰ میلی متر است که بین ٤۱۸ تا ۷۰۰ میلی متر بسته به موقعیت مکانی، متغیر می باشد (مهندسین مشاور جاماب، ۱۳۸۵). رویش های رودکناری با تراکم متوسط تا خوب بوده و بیشتر از نوع درختان بید و درختچه های تاغ، گز و زرشک هستند. به دلیل عمق کم و فقر کیفی خاک و شرایط اقلیمی حاکم بر نواحی گرم و نیمه خشک، بیشتر بخش های این حوضه، از گونه های گیاهان بومی علفی، پشته ای، چوبی یا خشبی تشکیل شده است. کوهپایه ها و ارتفاعات، از پوشش گیاهان استپی نظیر درمنه، ریش بز و گونه های بالشتکی مانند کلاه میرحسن، گون، چوبک و گونه هایی نظیر آویشن، قدومه، بومادران، پونه کوهی پوشیده شده اند(مهندسین مشاور جاماب، ۱۳۸۵). همچنین این منطقه از باغات میوه و درختان و گیاهان کاشته شده به خصوص در املاک خصوصی و فضاهای سبز عمومی و پارک ها، برخوردار است (ماخذ: بازدید میدانی نگارندگان، ۱۳۹۷). مجموعه مناطق جاجرود، یکی از بهترین زیستگاه های حیات وحش ناحیه البرز مرکزی برای پستاندارانی نظیر قوچ و میش، کل و بز و سپس آهو است که متاسفانه به دلیل گسترش شهری و افزایش جمعیت ساکن و مسافران آخر هفته در محدوده مطالعاتی، زیستگاه های این حیوانات ارزشمند به شدت کاهش یافته و محدود به پارک‌های ملی خجیر و سرخه‌حصار و منطقه حفاظت شده جاجرود شده است. در محدوده مطالعاتی، بیشتر مناطق مسکونی، اقامتی و مراکز خدماتی و تجاری، در شهرهای لواسان، اوشان، فشم، میگون و شمشک تمرکز یافته اند(ماخذ: بازدید میدانی نگارندگان، ۱۳۹۷).

روش تحقیق

با توجه به هدف اصلی پژوهش، بررسی تغییرات الگوهای فضایی – زمانی منظر در یک بازه زمانی ۳۰ ساله و تحلیل رابطه بین کاربری های مختلف منطقه است، باید نقشه کاربری اراضی دقیقی در دست باشد. بنابراین از روش طبقه بندی نظارت شده و حداکثر شباهت در محیط نرم افزار IDRISI استفاده شد. برای مقایسه و بررسی های تصاویر ماهواره ای چند زمانه در حالت ایده آل، داشتن تصاویر مربوط به یک روز در سال های مختلف مناسب است اما با توجه به مشکلاتی از قبیل در دسترس نبودن تصویر در دوره زمانی عبور ماهواره از منطقه و پوشش ابر ، استفاده از تصاویر نزدیک به هم ارجحیت دارد.

آقایی و همکاران(۱۳۹۹)، برای آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی، تصاویر ماهواره‌ای را از سنجده‌های TM, ETMو OLI از جایگاه سازمان زمین شناسی آمریکا(USGS) گرفتند. تصویرها بی‌ابر و در ماه‌های تیر و مرداد بود که رشد پوشش گیاهی به بیشینه خود رسیده است(آقایی و همکاران،۱۳۹۹،ص٤۹).



شکل ۱. منطقه ی مورد مطالعه

با توجه به رشد حداکثری پوشش گیاهان رودکناری و باغات منطقه در تابستان، این فصل جهت دریافت تصاویر ماهواره ای انتخاب شد. در این تحقیق از تصاویر سنجنده های TM, ETM , OLI استفاده شد که از وب سایت www.earthexplorer.usgs.gov دریافت شدند(جدول ۱). برای تصحیحات اتمسفری بر روی تصاویر ماهواره ای از نرم افزار ENVI 5.3 و از الگوریتم FLAASH استفاده شد(آقایی و همکاران،۱۳۹۸). این ابزار از مدل عبور اتمسفری MODTRAN4 برای تصحیحات اتمسفری استفاده می‌کند که داده هایی مانند زمان عبور ماهواره، ارتفاع سنجنده، موقعیت جغرافیایی منطقه، زاویه تابش خورشید و مدل اتمسفری منطقه‌ای را به کار می‌برد و طول موج‌های قابل دیدن از طریق مادون قرمزهای نزدیک و کوتاه را مشخص می کند.

جدول ۱. مشخصات تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در تحقیق

ماهواره	سنجده	منبع	تاریخ
لندست ۵	TM	USGS	1987/08/24
لندست ۵	TM	USGS	1998/08/22
لندست ۷	ETM+	USGS	2007/08/09
لندست ۸	OLI & TIRS	USGS	2017/08/26

ماخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶

سپس، تصحیحات تمام داده‌ها و لایه‌ها به سیستم مختصات UTM زون ۳۹ نیم کره شمالی تبدیل شدند. برای بررسی کیفیت هندسی تصاویر، لایه های جاده ها و آبراهه ها از روی نقشه های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ سازمان نقشه برداری و اطلاعات طرح جامع حوضه آبریز جاجرود و کرج مشاورین جاماب استخراج و روی تصاویر ماهواره ای قرار داده شد. همچنین نمونه‌هایی از طبقات مختلف کاربری منطقه در ۴۰ نقطه بازدید و اطلاعات آن‌ها با GPS ثبت و در

نهایت از این داده‌ها به عنوان کلید تفسیر در طبقه بندی تصاویر استفاده شد. در طبقه بندی تصاویر ماهواره ای از دیگر داده های جانبی شامل، نقشه های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰سازمان نقشه برداری، تصاویر Google Earth ، اطلاعات طرح جامع حوضه آبریز جاجرود و کرج مشاورین جاماب و پیمایش زمینی، برای طبقه بندی هر چه بهتر تصاویر استفاده شد. کاربری‌ها پس از طبقه بندی، آماده تبدیل شدن از حالت رقومی به رستری می‌باشند که از ArcGIS 10.3با CellSize 30m استفاده شده است. پس از انجام آشکارسازی‌ها و تهیه تصاویر رنگی مناسب، خطاها اصلاح و در نهایت نقشه کاربری اراضی قابل اطمینان منطقه در طبقه های۱- اراضی بایر ۲- نواحی جمعیتی ۳- پوشش گیاهی و ٤- آب تهیه شد(جدول ۲).

جدول ۲. طبقه بندی کاربری اراضی/ پوشش اراضی

نوع پوشش	توضیح
اراضی بایر	مراتع، تپه ها و دامنه های کوه پوشیده از خاک، سنگریزه یا صخره ها
نواحی جمعیتی	کانون های زیستی شهری و روستایی، مناطق تجاری و خدماتی، حمل و نقل
پوشش گیاهی	پوشش گیاهی طبیعی و رودکناری، درختان پهن برگ، باغ ها، پارک های شهری
آب	دریاچه ی پشت سد، رودخانه

ماخذ: نگارندگان، ۱۳۹٦

نتایج ضریب کاپای بیشتر از ۰٫۸۰ نشان دهنده ی قابل اعتماد بودن مدل سازی و شبیه سازی است (Keshtkar, 2016:4; Araya, 2010:1552) . صحت کلی، صحت کاربر، صحت تولیدکننده و ضریب کاپا برای نقشه های استخراج شده از تصاویر ماهواره ای طی سال های ۱۹۸۷،۱۹۹۸،۲۰۰۷ و ۲۰۱۷ بر اساس سنجش از دور، محاسبه شد و نتایج حاصله از نقشه های کاربری اراضی استخراج شده، صحت خوبی جهت مدل سازی را نشان می دهد (جدول ۳).

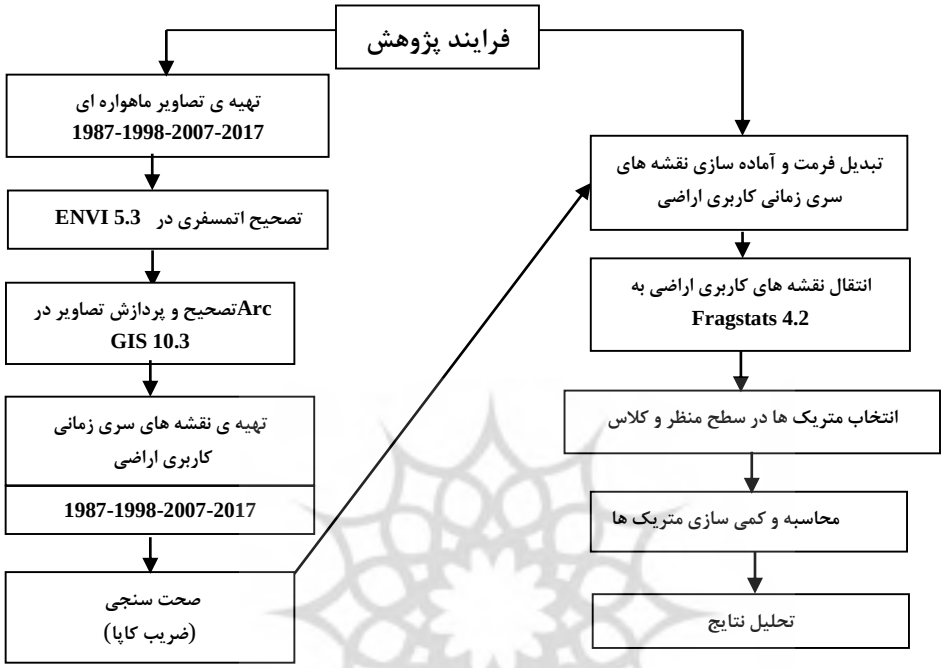
جدول ۳: صحت نقشه سازی

	۲۰۱۷	۲۰۰۷	۱۹۹۸	۱۹۸۷
صحت کلی (درصد)	۸۵,۱۲	۸٤,۳۲	۸۳,۲۱	۸۰,٦٦
صحت کاربر (درصد)	۹۱,۱٤	۸٦,٦۸	۸۳,۷۵	۸۵,۳۳
صحت تولید کننده (درصد)	۸۹,۲۱	۸۸,۷٦	۸۸,۸۹	۸۸,٤۷
ضریب کاپا	۰,۸٦	۰,۸٤	۰,۸۲	۰,۸۰

ماخذ: نگارندگان

برنامه ی Fragstats شامل مجموعه ای ازمتریک های مختلف برای اندازه گیری ترکیب وتوزیع(چیدمان) منظر است که در سه سطح لکه، کلاس و منظر، تحلیل را انجام می دهد. بسیاری از متریک‌های سطح کلاس و منظر، اطلاعات پایه یکسانی را ارایه می دهند اما الگوریتم هایشان کمی متفاوت از هم‌دیگر است. متریک‌ها در سطح کلاس، توزیع مکانی یک نوع لکه را در منظر نشان می دهد .در حالی که متریک‌ها در سطح منظر، الگوی مکانی کل چیدمان

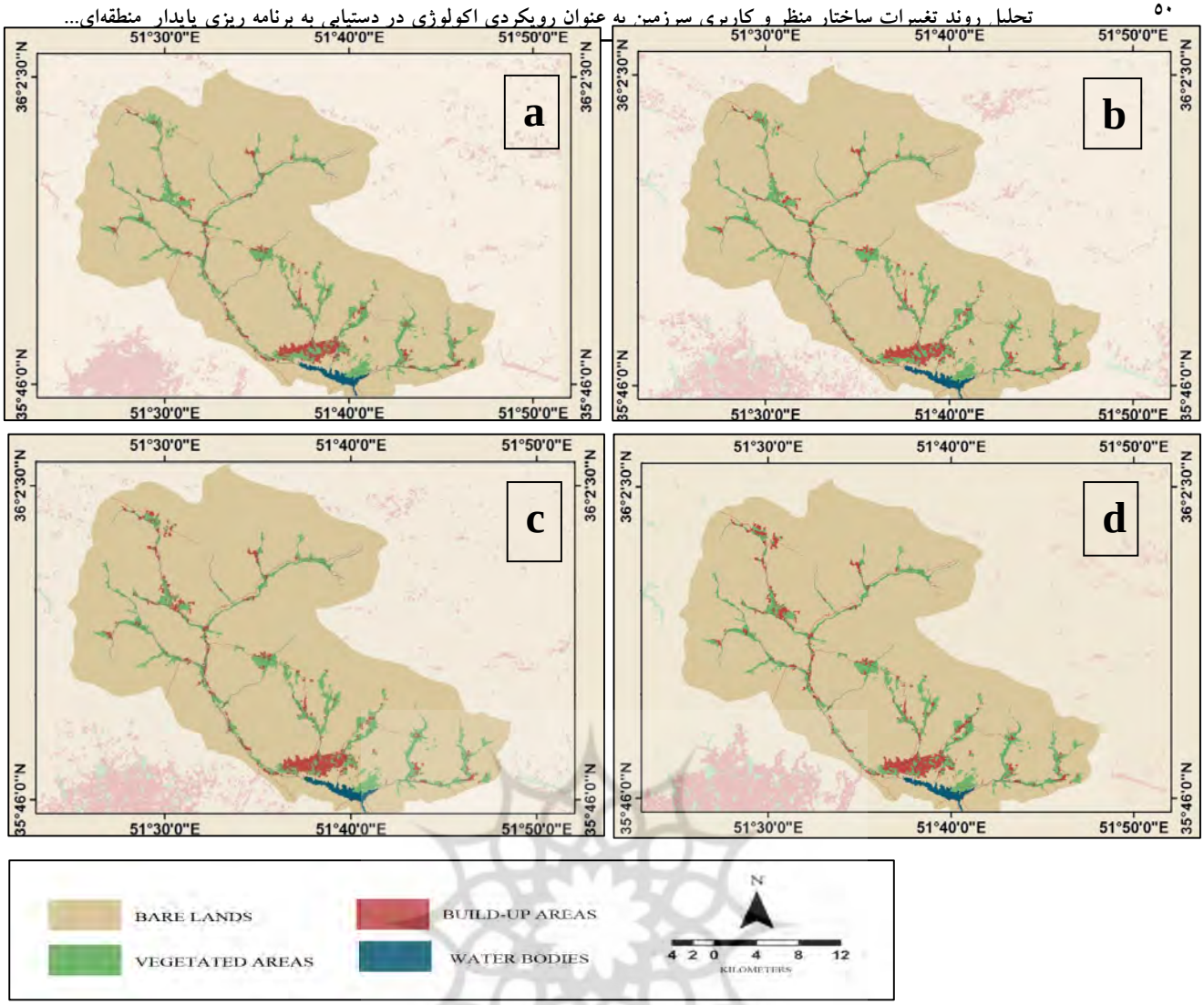
منظر و تمامی لکه‌ها را به صورت هم‌زمان در نظر می گیرد. بنابراین با وجودی که بسیاری از متریک‌ها بین سطوح کلاس و منظر یکسان است، لیکن تفسیر آن‌ها تا اندازه‌ای با هم متفاوت است. بیشتر متریک‌ها در سطح کلاس به عنوان شاخص گسیختگی مورد استفاده قرار می‌گیرند (زبردست و همکاران، ۱۳۹٤، ص۱۲۱). در حالی که متریک‌ها در سطح منظر، نشانه ناهمگنی در مقیاس منظر است و الگوی کلی منظر را اندازه گیری می‌کنند(مختاری، سیاح نیا، ۱۳۹٦، ص۱۲٦).



شکل ۲: مراحل انجام پژوهش (ماخذ: نگارندگان)

بررسی ساختار منظر طی سال های ۱۹۸۷، ۱۹۹۸،۲۰۰۷ و ۲۰۱۷

ساختار منظر در ۱۹۸۷ از همگنی در کل منظر و پیوستگی در اراضی بایر برخودار بوده و لکه‌های باغات و پوشش گیاهی طبیعی در کانون های زیستی به صورت باغ و در حاشیه ی رودخانه به صورت درختان و گیاهان رودکناری نیز واجد پیوستگی بودند. نواحی جمعیتی به صورت شهرهای کوچک، روستاها و یا مراکز خدماتی و رستوران‌های بین راهی که از دیرباز در جاده ی لواسان به سمت اوشان، فشم، میگون ، شمشک و دربندسر بوده، هستند. بیشترین ساخت و سازها در منطقه شهری لواسان بود که علی‌رغم توسعه ها، هنوز باغات و درختان بسیاری در این منطقه وجود داشتند. ساختار منظر در ۱۹۹۸ از همگنی در کل منظر و پیوستگی در اراضی بایر برخودار بوده و لکه‌های باغات و پوشش گیاهی طبیعی در نواحی جمعیتی به صورت باغ و در حاشیه رودخانه به صورت درختان و گیاهان رودکناری نیز واجد پیوستگی بودند.در این طبقه از کاربری، میزان لکه‌ای شدن باغات و شروع گسیختگی آن‌ها وگرایش به ریزدانه شدن ، بیشتر مشهود است. ساختار منظر در ۲۰۰۷ از همگنی در کل منظر برخوردار بوده ولیکن آغاز ساخت و سازها میزان لکه‌ای شدن در این کلاس از کاربری اراضی را افزایش داده است. لکه‌های باغات و پوشش گیاهی طبیعی در نواحی جمعیتی به صورت باغ و در حاشیه رودخانه به صورت درختان و گیاهان رودکناری بوده که به نسبت دو دهه قبل از پیوستگی آن‌ها به ویژه در لواسان، فشم ، میگون و شمشک کاسته شده است.



شکل ۳: روند تغییرات مکانی- زمانی در حوضه آبریز سد لتیان برای سال های ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷ (
(a) 1989, (b) 1998, (c) 2007, (d) 2017
ماخذ: نگارندگان(خروجی نرم افزار ENVI و ArcGIS 10.3)

همچنین ساخت و سازها در اطراف رودخانه و نواحی جمعیتی، منجر به کاهش پیوستگی پوشش گیاهی و باغ ها و افزایش گسیختگی در این طبقه از کاربری اراضی شده است.

ساختار منظر در ۲۰۱۷ شروع به ناهمگنی در سطح منظر و افزایش لکه‌ای شدن به‌خصوص در اراضی بایر و نواحی کم ارتفاع و با شیب کمتر شده است. لیکن در ارتفاعات از پیوستگی برخودار بوده و مشابه دهه‌های گذشته است. در طبقه نواحی جمعیتی، میزان لکه‌ای شدن و گسیختگی کاهش یافته و پیش بینی می‌شود در آینده و طی سال‌هایی نه چندان دور، لکه‌های نواحی جمعیتی به یکدیگر بپیوندند و پیوستگی در این طبقه از کاربری بیش از فضاهای باز و سبز طبیعی گردد. میزان لکه‌های پوشش گیاهی در نواحی جمعیتی که به صورت باغ و پارک و در حاشیه ی رودخانه به صورت درختان و گیاهان رودکناری بودند، در اثر گسترش شهری و ساخت و ساز بی رویه در لواسان، میگون، شمشک و دربندسر به وضوح مشهود است. در مجموع، تغییرات الگوی منظر طی دوره ی ۳۰ ساله، بیانگر کاهش همگنی در سطح منظر و افزایش گسیختگی در سطح کلاس است. افزایش لکه‌ای شدن در اراضی بایر، پهنه های واجد پوشش گیاهی رودکناری و باغات و نواحی جمعیتی، سرعت تغییر الگوی منظر به خصوص طی سال های ۱۹۹۸ تا

۲۰۰۷ را نشان می دهد. ادامه این روند تا سال ۲۰۱۷، الگوی دیگری را آشکار می سازد که افزایش لکه‌ای شدن و گسیختگی در لکه‌های پوشش گیاهی و کاهش گسیختگی و افزایش پیوستگی در لکه‌های نواحی جمعیتی را نشان می دهد.

کمی سازی ساختار منظر با استفاده از متریک ها

تغییرات در ساختار منظر منجر به تغییر در عملکرد و بالعکس می شود. تغییر می تواند ناشی از دخالت دو عامل طبیعی و انسانی باشد. تغییر کاربری اراضی، منشا بسیاری از مخاطرات محیطی است که شامل دخالت‌های مستقیم و غیر مستقیم انسان است(نظرنژاد و همکاران، ۱۳۹۸، ص۵۳). ترکیب و توزیع منظر، فرآیندهای اکولوژیکی را به طور مستقل یا در تعامل با یکدیگر تحت تاثیر قرار می دهند. بنابراین درک اینکه چه اجزایی از الگوی منظر به وسیله ی یک متریک خاص کمی شود بسیار مهم است(McGarigal,et al., 2001:36). میرزایی و همکاران (۱۳۹۷) ، در مطالعات خود برای انتخاب متریک مناسب، از تحلیل مولفه‌های اصلی و عدم همبستگی درونی استفاده کردند. با توجه به تعدد متریک‌های استخراج شده، بر اساس هدف پژوهش، تکرار استفاده از متریک‌ها در مطالعات قبلی و آماره مناسب برخی از متریک‌ها، ۹ متریک از میان ۷۲ متریک انتخاب کردند. در این تحقیق با توجه به مرور منابع ، نظر کارشناسان و همچنین هدف تحقیق ، سعی شد تا متریک‌هایی انتخاب شود که به خوبی بیانگر توزیع و ترکیب منظر منطقه باشند. بنابراین با توجه به هدف اصلی، ۷ متریک در سطح منظر (جدول٤) و ۸ متریک در سطح کلاس(جدول۵) که از جمله متریک‌های منظر در محاسبه مساحت، شکل ، مجاورت و پراکندگی لکه‌ها بوده و چگونگی ترکیب و توزیع در منظر را نشان می دهند، کمی سازی شدند. نقشه کاربری اراضی تهیه شده در ArcGIS 10.3 با ساختار برداری به محیط نرم افزار IDRISI منتقل(با اندازه سلول ۳۰ متر رستری) و برای کمی‌سازی متریک‌ها، وارد نرم افزار Fragstats 4.2 شد(علایی و همکاران، ۱۳۹۸،ص۲۲).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول۴: متریک‌های مورد استفاده در سطح منظر

سطح سیمای سرزمین	توضیح	علامت اختصاری
مساحت کلی	Total Area	TA
تعداد لکه	Number of Patch	NP
تراکم لکه	Patch Density	PD
شاخص یا نمایه ی بزرگ ترین لکه	Largest Patch Index	LPI
توزیع مساحت لکه(میانگین)	Patch area distribution	Area-MN
شاخص یا نمایه ی درون پراکنش و مجاورت	Interspersion & Juxtaposition Index	IJI
متوسط نسبت محیط به مساحت	Mean Perimete to Area Rate	MPAR

ماخذ: نگارندگان(با استفاده از منابع موجود در تحقیقات و کتاب‌ها)

جدول ۵: متریک‌های مورد استفاده در سطح کلاس

سطح کلاس	توضیح و دامنه	علامت اختصاری و دامنه
مساحت کلی	Total (class) Area	CA/TA CA>0
تعداد لکه	Number of Patch	NP NP ≥ 1
درصد کلاس مورد نظر در سیمای سرزمین	Percentage of Landscape	PLAND 0 < PLAND≤ 100
تراکم لکه	Patch Density	PD PD>0
نمایه ی بزرگ ترین لکه	Largest Patch Index	LPI 0 < LPI≤ 100
توزیع مساحت لکه(میانگین)	Patch area distribution	Area-MN
نمایه ی درون پراکنش و مجاورت	Interspersion & Juxtaposition Index	IJI 0 < IJI ≤ 100
متوسط نسبت محیط به مساحت	Mean Perimete to Area Rate	MPAR PARA_MN > 0

ماخذ: نگارندگان(با استفاده از منابع موجود در تحقیقات و کتاب‌ها)

یافته های تحقیق

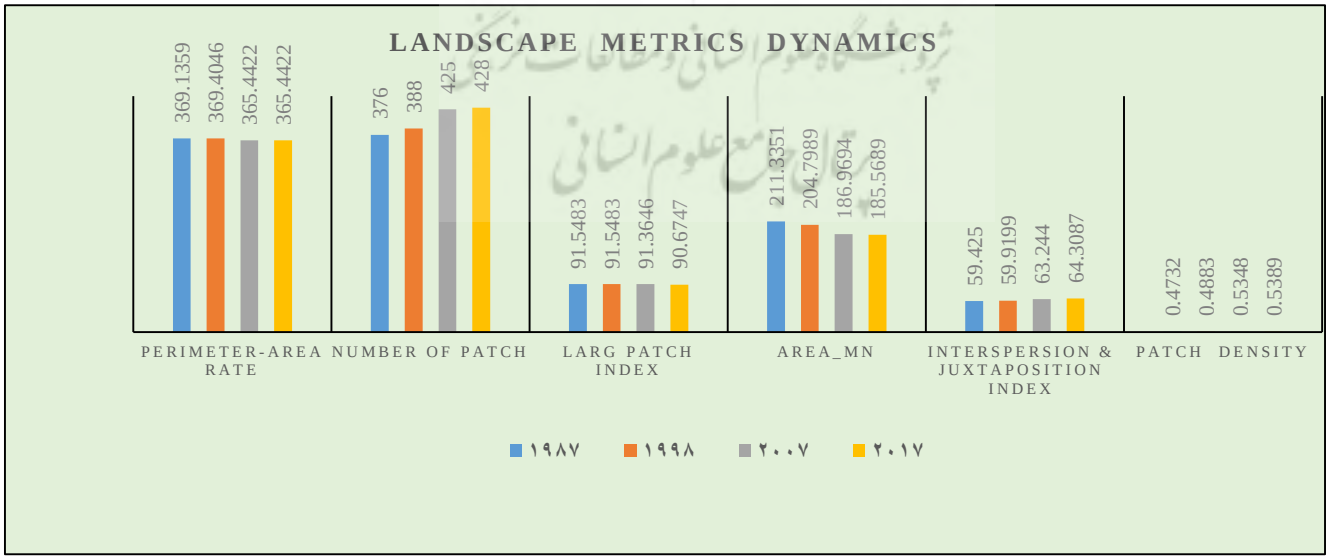
۱- بررسی و تحلیل ساختار منظر بر اساس متریک های سطح Landscape طی سال های ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷

کل مساحت (TA)محدوده ی موردنظر در مقیاسLandscape طی ۳۰ سال بررسی، بالغ بر ۷۹٤٦۲ هکتار است. میانگین توزیع نسبت محیط به مساحت(MPAR)، بیانگر میزان لکه‌گی در ساختار منظر است. نتیجه بیانگر این امر است که سال های ۱۹۸۷ تا ۱۹۹۸، متوسط نرخ محیط به مساحت ثابت بوده و لذا تغییری در میزان لکه گی در منظر رخ نداده است. لیکن این میزان در سال ۲۰۰۷ به طور مشخص و با حدود ۱,۱ درصد به نسبت دوره ی ۱۰ ساله گذشته، کاهش یافته و بیانگر خرد شدن لکه ها و افزایش لکه گی در مقیاس Landscape است.تعداد لکه ها (NP)از ۳۷٦ لکه در سال ۱۹۸۷ به ۳۸۸ لکه در ۱۹۹۸ و ٤۲۵ لکه در ۲۰۰۷ و ٤۲۸ لکه در ۲۰۱۷ تغییر کرده که بیانگر افزایش تعداد لکه ها طی ۳۰ سال گذشته بوده و خرد شدن لکه ها و تقسیم ساختار منظر به لکه های کوچک تر را نشان می دهد. رشد این خرد شدن و افزایش تعداد لکه ها در طی سال های ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷، حدود ۱۳,۸ درصد بوده است.

شاخص بزرگترین لکه(LPI) که مربوط به اراضی بایر می شود، طی سال های ۱۹۸۷ تا ۱۹۹۸ تغییری نداشته ولی در سال ۲۰۰۷ با کاهش ۰,۲ درصدی این متریک و کاهش ۰,۷ درصدی آن در ۲۰۱۷، نمایانگر خرد شدن لکه ها و گرایش به سمت ناهمگنی در ساختار در سطح Landscape است. مقایسه ی میانگین مساحت لکه ها(AREA-MIN) طی یک دوره ی زمانی ۳۰ ساله نشان می دهد که در سال ۱۹۹۸ با توجه به کاهش ٦,٥ هکتار از مساحت لکه ها یا به عبارتی ۳,۱ درصدی مساحت لکه های موجود، تغییرات زیادی از نظر از ناهمگنی در منظر به وجود نیامده، لیکن با کاهش ۱۷,۸ هکتار از میانگین مساحت لکه ها که معادل کاهش ۸,۷ درصدی این متریک در سال ۲۰۰۷است، نشان می دهد که خرد شدن لکه ها در منظر طی ۱۰ سال بیش از دو برابر شده است. سپس با شیب ملایم ۰,۷ درصدی در سال ۲۰۱۷ افزایش یافته است. متریک شاخص درون پراکنش و مجاورت(IJI) بیانگر مجاورت هر لکه با لکه ی دیگری است که مشابه هم نیستند. به عبارتی میزان اختلاط لکه ها را نشان می دهد. افزایش ۸,۲ درصدی این متریک طی بازه ی زمانی ۳۰ سال، بیانگر ناهمگنی در منظر و خرد شدن لکه ها و جایگزین شدن آن ها با لکه ها از نوع دیگر هستند. تخریب و کاهش باغات و اراضی سبز و ایجاد نواحی جمعیتی به جای آن‌ها، مصداق این امر است. متریک تراکم لکه(PD) حاکی از افزایش دانسیته لکه‌ها است. از بین رفتن فضاهای سبز و باز و تبدیل آن به لکه های جمعیتی و ساختمان سازی از چندمرتبه تا بلند مرتبه، منجر به افزایش تراکم لکه ای طی سال های ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷ شده است. شکل ٤ بیانگر تغییرات ۷ متریک مورد بررسی در سطح Landscape در محدوده ی مطالعاتی است. افزایش تعداد لکه ها (NP) ، کاهش میانگین مساحت لکه ها (AREA-MN) و افزایش شاخص مجاورت (IJI)، بیانگر افزایش ناهمگنی در سطح منظر است (شکل ٤).

۲- بررسی و تحلیل ساختار سیمای سرزمین بر اساس متریک های سطح Class طی سال های ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷

مساحت کاربری ها(CA) در کلاس اراضی پوشش گیاهی و باغات و کلاس نواحی ساخت و ساز بیشترین تغییر، در کلاس اراضی بایر کمترین تغییر و در کلاس بسترهای آبی(دریاچه ی پشت سد و رودخانه) تغییری نداشته است.



شکل ٤: کمی سازی متریک های ترکیب و توزیع در سطح Landscape طی سال های ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷

ماخذ: نگارندگان(ترسیم نمودار در Excel با خروجی های Fragstat 4.2)

مساحت اراضی واجد پوشش گیاهی و باغات از ٤٧١٥ هکتار در سال ١٩٨٧ با ١/٥ درصد کاهش به ٤٦٤٣ هکتار در سال ١٩٩٨ رسید. این میزان در سال ٢٠٠٧ به ٤٣٢٢ هکتار تقلیل یافت که کاهش ٦,٩ درصدی را نشان می دهد. در سال ٢٠١٧، مساحت کلاس باغات و پوشش گیاهی به ٤٢٦٢ هکتار رسید که به نسبت ده سال قبل ١,٤ درصد کاهش داشته است. در مجموع این طبقه از کاربری در این حوضه آبریز، طی ٣٠ سال، ٩,٦ درصد کاهش داشته است. مساحت کاربری نواحی جمعیتی از ١٤٨٢,٧٥ هکتار در سال١٩٨٧ به ١٥٥٤,٢١ هکتار در سال ١٩٩٨رسید که افزایش ٤,٨ درصدی را نشان می دهد. سپس با رشد ٣٠ درصدی طی ١٠ سال، در سال ٢٠٠٧ بالغ بر ٢٠٢١,٥٨ هکتار شد. در سال ٢٠١٧ مساحت نواحی جمعیتی به ٢٦٤٧,٦٢ هکتار افزایش یافته که نسبت به ١٠ سال قبل، ٣١ درصد رشد داشته است. در مجموع این طبقه از کاربری در طی ٣٠ سال، ٧٨,٥ درصد افزایش داشته است. مساحت اراضی بایر طی سال های ١٩٨٧ تا ١٩٩٨ تغییری نداشته و در ٢٠٠٧ از ٧٢٨٦,٢١ هکتار به ٧٢٧١٥,٢٣ هکتار و در ٢٠١٧ به ٧٢١٠٩,٩٨ هکتار رسید. طی دوره ی ده ساله ی دوم ٠,١٧ درصد و طی دهه ی سوم ٠,٨ درصد کاهش داشته است. مساحت بستر آبی تغییری نداشته و طی ٣٠ سال در مقیاس بررسی، ٤٠٣ هکتار بوده است(جدول ٦).

نتیجه و خروجی نرم افزار بیانگر این امر است که میانگین توزیع نسبت محیط به مساحت(MPAR) در کلاس اراضی بایر و کلاس باغات و فضای سبز طبیعی، روندی افزایشی داشته که خود بیانگر افزایش لکه‌ای شدن سرزمین در این دو کلاس کاربری است. برعکس، در کلاس نواحی جمعیتی ، این متریک روندی کاهشی داشته که خود نشان دهنده ی این است که ساخت و سازها در برگیرنده لکه های بزرگتری از منظر به نسبت قبل شده اند. تعداد لکه (NP)در طبقه ی باغات و پوشش گیاهی طبیعی از ١٩٤ لکه در سال ١٩٨٧ به ٢٢٤ لکه در ٢٠١٧ تغییر کرده است. تعداد لکه های کلاس اراضی بایر تا سال ٢٠٠٧ تغییری نداشته و پس از آن در ٢٠١٧ افزایش نشان می دهد. تعداد لکه های کلاس نواحی جمعیتی از ١٦٠ لکه در سال ١٩٨٧ به ١٧٩ لکه در ٢٠١٧ افزایش یافته است. تعداد لکه های آب در طی این سال ها تغییر نداشته است. این موضوع بیانگر افزایش تعداد لکه‌ها طی ٣٠ سال گذشته بوده و خرد شدن لکه‌ها و گسیختگی در منظر در هر سه طبقه کاربری اراضی را نشان می دهد. رشد این خرد شدن و افزایش تعداد لکه ها در طی سال های ١٩٨٧ تا ٢٠١٧ برای کلاس پوشش گیاهی و باغات حدود ١٥,٥ درصد، برای کلاس نواحی جمعیتی حدود ١١,٩ درصد و برای اراضی بایر ١٥ درصد بوده است (جدول ٥). شاخص بزرگترین لکه(LPI) که مربوط به اراضی بایر است، با کاهش ٠,٧٥ درصدی آن طی ٢٠٠٧ تا ٢٠١٧ همراه بوده و کاهش ١١,٣ درصدی این متریک در کلاس پوشش گیاهی طی ٣٠ سال، نمایانگر خرد شدن لکه‌ها و افزایش گسیختگی در منظر در این دو طبقه از کاربری است. برعکس، اندازه ی بزرگترین لکه در کلاس نواحی جمعیتی افزایش داشته و از رشد ٢٣,٧ درصدی برخوردار است که نشان می دهد لکه های پراکنده ی ساخت ساز در اثر توسعه و رشد ساخت و ساز، به یکدیگر پیوسته و به تدریج لکه‌های بزرگتری را تشکیل می دهند. مقایسه میانگین مساحت لکه ها(AREA-MIN) نشان می دهد که در کلاس کاربری پوشش گیاهی و کلاس کاربری اراضی بایر، مساحت لکه‌ها روند کاهشی را دنبال می کرده است.کلاس نواحی جمعیتی ، رشد ٥٤,٦ درصدی را در مساحت لکه نشان می دهد که افزایش پیوستگی لکه‌ها در این کلاس از کاربری را نشان می دهد. در مقایسه با سایر متریک های NP , LPI و MPAR رشد ساخت و سازها و تغییر محیط طبیعی به محیط مصنوع و افزایش ناهمگنی در سطح منظر و افزایش گسیختگی در سطح کلاس تایید می شود. متریک شاخص درون پراکنش و مجاورت (IJI) افزایش ٩,١ درصدی طی بازه زمانی ٣٠ سال در کلاس پوشش گیاهی،

افزایش ۱٤,۳درصدی در کلاس اراضی بایر و کاهش ۰,٦۷ درصدی در کلاس کاربری نواحی جمعیتی را نشان می دهد که بیانگر افزایش همگنی و پیوستگی لکه‌ها در کلاس اخیر است. افزایش تراکم لکه‌ای(PD) طی سال های ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷ در کلاس پوشش گیاهی و اراضی بایر اتفاق افتاده است. نتایج متریک درصد کلاس مورد نظر در منظر (PLAND) نشان می دهد که اراضی بایر ۹۱,٦۹ درصد از منظر را در سال ۱۹۸۷ تشکیل داده که در سال ۲۰۱۷ به ۹۰,۷۹درصد کاهش یافته است. کلاس پوشش گیاهی، ۵,۹ درصد از منظر را در سال ۱۹۸۷ تشکیل داده و در ۲۰۱۷ این مقدار تنها ۳,۳ درصد از کل منظر است. نتیجه اینکه در طی دوره تحقیق، طبقه کاربری نواحی جمعیتی بیشترین افزایش را داشته و منابع آب (رودخانه و دریاچه ی پشت سد) بدون تغییر باقی مانده است (جدول ٦).

جدول ٦ : مقایسه متریک‌های سطح Class و Landscape طی سال های ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷

	کاربری اراضی	PLAND	PD	IJI	PAR_MN	AREA_MN	LPI	NP	CA
۱۹۸۷	ارضی بایر	۹۱,۶۹۳۲	۰,۰۲۵۲	۶۱,۶۶۹۱	۴۸۸,۵۶۲۴	۳۶۴۳,۰۶۰۵	۹۱,۵۴۸۳	۲۰	۷۲۸۶,۲۱
	نواحی جمعیتی	۱,۸۶۶	۰,۲۴۴۱	۶۳,۱۶۷۲	۴۱۱,۷۵۹۲	۷,۶۴۳	۰,۶۶۲۸	۱۹۴	۱۴۸۲,۷۵
	پوشش گیاهی	۵,۹۳۳۷	۰,۲۰۱۴	۵۳,۷۷۳۵	۲۹۹,۷۴۸۸	۲۹,۴۶۸۸	۰,۵۰۹۸	۱۶۰	۴۷۱۵,۰۱
	آب	۰,۵۰۷۲	۰,۰۰۲۵	۳۸,۶۷۱۱	۵۹۱,۳۸۴۲	۲۰۱,۵۱	۰,۵۰۶۸	۲	۴۰۳,۰۲
۱۹۹۸	ارضی بایر	۹۱,۶۹۳۲	۰,۰۲۵۲	۶۲,۴۲۱۲	۴۸۸,۵۶۲۴	۳۶۴۳,۰۶۰۵	۹۱,۵۴۸۳	۲۰	۷۲۸۶۱,۲۱
	نواحی جمعیتی	۱,۹۵۵۹	۰,۲۵۱۷	۶۳,۱۸۳۱	۴۰۸,۶۰۴۳	۷,۷۷۱	۰,۷۰۷	۲۰۰	۱۵۵۴,۲۱
	پوشش گیاهی	۵,۸۴۳۷	۰,۲۰۸۹	۵۴,۳۳۵۳	۳۰۵,۱۴۵۲	۲۷,۹۷۳۲	۰,۵۰۹۸	۱۶۶	۴۶۴۳,۵۵
	آب	۰,۵۰۷۲	۰,۰۰۲۵	۳۸,۶۷۱۱	۵۹۱,۳۸۴۲	۲۰۱,۵۱	۰,۵۰۶۸	۲	۴۰۳,۰۲
۲۰۰۷	ارضی بایر	۹۱,۵۰۹۴	۰,۰۲۵۲	۶۸,۵۷۹۳	۴۸۸,۵۶۷۱	۳۶۳۵,۷۶۱۵	۹۱,۳۶۴۶	۲۰	۷۲۷۱۵,۲۳
	نواحی جمعیتی	۲,۵۴۴۱	۰,۲۸۹۴	۶۳,۰۲۳۵	۳۹۹,۳۱۹۶	۸,۷۸۹۵	۰,۸۰۲۷	۲۳۰	۲۰۲۱,۵۸
	پوشش گیاهی	۵,۴۳۹۳	۰,۲۱۷۷	۵۷,۳۱۴۱	۳۰۳,۵۵۶۷	۲۴,۹۸۳۶	۰,۵۰۹۸	۱۷۳	۴۳۲۲,۱۶
	آب	۰,۵۰۷۲	۰,۰۰۲۵	۳۸,۶۷۱۱	۵۹۱,۳۸۴۲	۲۰۱,۵۱	۰,۵۰۶۸	۲	۴۰۳,۰۲
۲۰۱۷	ارضی بایر	۹۰,۷۹۱۸	۰,۰۲۹	۷۰,۴۷۰۹	۵۹۳,۵۸۸	۳۱۳۵,۲۱۶۵	۹۰,۶۷۴۷	۲۳	۷۲۱۰۹,۹۸
	نواحی جمعیتی	۳,۳۳۳۵	۰,۲۸۲	۶۲,۷۴۴۸	۳۷۸,۳۴۱۲	۱۱,۸۱۹۷	۰,۸۱۹۷	۲۲۴	۲۶۴۷,۶۲
	پوشش گیاهی	۵,۳۶۶۹	۰,۲۲۵۴	۵۸,۶۶۷۷	۳۰۵,۷۱۲۷	۲۳,۸۱۳۳	۰,۴۵۲۱	۱۷۹	۴۲۶۲,۵۸
	آب	۰,۵۰۷۸	۰,۰۰۲۵	۴۰,۰۵۰۸	۵۹۱,۵۸۳۵	۲۰۱,۶۴۵	۰,۵۰۷۴	۲	۴۰۳,۲۹

بحث و نتیجه گیری

برنامه ریزی پایدار یک فعالیت چند جانبه بوده که هدف آن اطمینان از زیست پذیری سیستم های اکولوژیکی، اجتماعی و اقتصادی است و دستیابی به نتایج خوب برنامه ریزی نمی تواند بدون ملاحظات اکولوژیکی به دست آید. اکولوژی در ارتباط با کارایی سیستم ها و منابع است و برنامه ریزی بر استفاده از آن ها به نفع انسان تمرکز دارد (Botequilha & Ahren, 2002:66). از نقطه نظر اکولوژیکی، پایداری می تواند به عنوان ظرفیت زمین برای نگهبانی و پشتیبانی زندگی و ایستایی به عنوان یک اصل تعریف شود(Franklin, 1997: 266). بسیاری بر این باورند که برنامه ریزی

برای حفاظت و پشتیبانی و استفاده ی مناسب از سرزمین و منابع طبیعی، هدف نهایی برنامه ریزی منظر است(Forman, 1995: 501). از سویی، منظر با مقیاس درک، تصمیم گیری و مدیریت فیزیکی انسان سازگار است (Forman, 1995:499; Botequilha & Ahren, 2002:71). مرحله ی پایش برای برنامه ریزی و طراحی سیستم های پایدار بسیار مهم است، بنابراین هدف علم اکولوژی منظر، با توجه به ماهیت اکولوژیکی – فضایی آن، مدیریت و برنامه ریزی و حرکت در جهت پایداری، بر اساس یک آرایش فضایی بهینه از اکوسیستم ها و کاربری اراضی است که موجب افزایش یکپارچگی اکولوژیکی، حفظ ساختار و کارکرد طبیعی سرزمین، دستیابی به نیازهای اساسی انسان و در نهایت ساخت یک محیط زیست پایدار می شود. تغییر، تکامل و جایگزینی در ساختار و عملکرد اکولوژیکی موزائیک سیمای سرزمین در طول زمان است(Forman & Gordon, 1986:440).تغییر وقتی می تواند توصیف و تحلیل شود که حداقل مقایسه بین دو وضعیت زمانی امکان پذیر باشد. دوره ی زمانی در نظر گرفته شده بازگو کننده ی سرعت تغییر(تناوب و اهمیت) اجزای تحت بررسی است(زبردست و همکاران، ۱۳۹٤،ص۸٤). یافته های حاصل از تحقیق حاضر نشان می دهد که تعداد لکه‌ها(NP) طی ۳۰ سال گذشته افزایش یافته و گسیختگی در منظر رخ داده و افزایش لکه‌گی برای طبقه پوشش گیاهی، بیانگر گرایش این طبقه به سمت ساختار ریز دانه می‌باشد. مقایسه میانگین مساحت لکه‌ها (AREA-MIN) طی دوره مطالعه، نشان می‌دهد که طبقه پوشش گیاهی و اراضی بایر، در این متریک روند کاهشی را دنبال کرده است. کاربری نواحی جمعیتی ، رشد ٥٤,٦ درصدی را در مساحت لکه نشان می‌دهد که گرچه بیانگر افزایش پیوستگی لکه‌ها است، لیکن در مقایسه با سایر متریک‌های NP , LPI و MPAR رشد نواحی جمعیتی و تغییر محیط طبیعی به محیط مصنوع را نشان می‌دهد که بیانگر افزایش گسیختگی در سطح کلاس پوشش گیاهی و اراضی بایر است. افزایش شاخص درون پراکنش و مجاورت(IJI) در طبقات پوشش گیاهی و اراضی بایر و کاهش آن در نواحی جمعیتی، بیانگر ناهمگنی در منظر و خرد شدن لکه‌های پوشش گیاهی و بایر و جایگزین شدن آن‌ها با لکه‌ها از نوع نواحی جمعیتی است که روندی به سوی همگنی دارند. نتیجه بررسی متریک توزیع میانگین نسبت محیط به مساحت(MPAR) نیز بیانگر میزان افزایش لکه‌گی در طبقه پوشش گیاهی است. در مجموع، نتایج نشان می دهد که الگوی منظر در حوضه ی آبریز سد لتیان در طی ۳۰ سال تغییر کرده و این تغییرات به سمت افزایش لکه‌ای و ریزدانه‌تر شدن و افزایش گسیختگی در لکه‌های پوشش گیاهی منطقه و افزایش درشت دانه‌تر شدن و پیوستگی در لکه‌های نواحی جمعیتی است.

این نتایج با یافته‌های نظرنژاد و همکاران(۱۳۹۸) که از متریک‌های منظر برای تحلیل تغییرات کاربری اراضی حوضه آبخیز بالانج‌چای استفاده کردند مطابقت دارد. آنان به این نتیجه رسیدند که منظر(سیمای سرزمین) این حوضه آبخیز در سطح کلاس و منظر لکه‌ای تر و گسیخته‌تر شده که اثر مستقیم حضور انسان و گسترش ساخت و سازها است.

نتایج پژوهش مصطفی‌زاده و همکاران(۱۳۹۷) نشان می‌دهد که پیوستگی اراضی مرتعی در زیرحوضه‌های آبخیز ایریل در استان اردبیل کاهش یافته که بیانگر تخریب مراتع است که با نتایج تحقیق حاضر مشابهت دارد. همچنین، نظرنژاد و همکاران(۱۳۹۸) تغییرات الگوی کاربری اراضی را در حوضه آبخیز زولاچای با استفاده از متریک‌های منظر، بررسی کردند.افزایش تعداد و تراکم لکه نشان می‌دهد که یکپارچگی سرزمین کاهش و گسیختگی و ناپیوستگی افزایش یافته است که با نتایج این تحقیق هم‌خوانی دارد.

حرکت مناطق مسکونی و تجاری به سمت مناطق روستایی و کشاورزی در حاشیه ی مناطق شهری نشان دهنده رشد اقتصادی منطقه می باشد که این رشد به طرز فزاینده ای اثرات سوء محیط زیستی دارد که شامل کاهش کیفیت آب وهوا، از بین رفتن اراضی طبیعی، کاهش محصولات کشاورزی، فرسایش خاک و افزایش سیلاب ، افزایش تخریب زیستگاه های حیات وحش و تاثیرات اقتصادی – اجتماعی و هزینه های زیرساختی ایجاد می کند(بی همتای طوسی و همکاران،۱۳۹۲). تغییرات پوشش اراضی در حاشیه ی شهرها در واقع به توسعه ی سریع مناطق کم جمعیت باز می گردد(جعفری و همکاران،۱۳۹۰). شناخت و مطالعه ی این تغییرات و تاثیرات ناشی از آن، توسط مدیران و سیاست گذاران ناحیه ای و محلی در راستای برنامه ریزی و رسیدن به توسعه ی پایدار ضروری است (براتی قهفرخی. وهمکاران۱۳۸۸). نقشه های استخراج شده از تصاویر ماهواره ای در مقیاس ۱:۵۰,۰۰۰ در حوضه ی آبریز سد لتیان، به خوبی تغییرات ترکیب و توزیع در ساختار و الگوی منظر در طی این ۳۰ سال را نشان می دهد که منطبق با نتایج حاصل از کمی سازی با متریک‌های انتخابی منظر بوده است. خروجی‌ها نشان می دهند که در طول این سه دهه، از میزان اراضی بایر و فضاهای باز، همچنین از اراضی باغات و پوشش گیاهی طبیعی کاسته شده (هرچند که به صورت پراکنده و کم در برخی نقاط مانند اوشان به صورت پارک شهری در اثر توسعه ی شهری اضافه شده است) و به جای آن کاربری ساخت و ساز افزایش یافته است. همچنین، نتایج نشان می دهد که اگر سناریوی تداوم که بیانگر ادامه روند تغییرات کاربری اراضی از گذشته به سوی آینده است را در نظر بگیریم، کاهش پوشش گیاهی طبیعی و باغات منطقه در درجه اول ،کاهش اراضی بایر در درجه دوم و با میزان کمتر و افزایش ساخت و ساز ها در مناطق شهری و کانون های زیستی و به خصوص ییلاقی اطراف کلان شهر تهران در این حوضه آبریز ، ادامه داشته و در صورت عدم وجود برنامه ها و سیاست های پیشگیرانه ، این روند تخریب باغات و پوشش گیاهی و گسترش بی رویه ساخت و سازها ادامه خواهد داشت. جمع بندی این پژوهش با نتایج تحقیقات Mu et al. (2016) ، درگاهی و احمدزاده(۱۳۹۲) فتحی زاد و همکاران (۱۳۹۲) نصیری ودرویش صفت (۱۳۹۷) ، نوحه گر و همکاران (۱۳۹٤)، علایی و همکاران(۱۳۹۸) انطباق دارد و آن چه این تحقیق را متمایز از مطالعات قبلی می کند، موقعیت جغرافیایی و اقلیمی منطقه مطالعاتی است. این حوضه آبریز در منطقه گرم و نیمه خشک قرار دارد که بسیار شکننده و آسیب پذیر است. همچنین وسعت منطقه، مجاورت با کلان شهر و فقدان برنامه ریزی منطقه‌ای، حفاظت از ارزش‌های اکولوژیک و فرهنگی این حوضه آبریز را به‌شدت دچار مخاطره کرده است.

چهار نیروی محرکه باعث تغییرات پوشش / کاربری اراضی و به تبع آن تغییر ساختار منظر در این حوضه آبریز شده است که عبارتند از: ۱- وجود اراضی کافی جهت اسکان و توسعه ی شهری ۲- رشد و تراکم جمعیت در کلان شهر تهران و افزایش تقاضای ساخت و ساز ۳- کمبود فضاهای باز و تفریحی در شهر تهران ٤- بهبود وضعیت اقتصادی جامعه به خصوص کلان شهرها و تغییر در شیوه ی زندگی مردم، تجمل گرایی و افزایش تمایل به داشتن خانه های ویلایی برای تعطیلات و آخر هفته ها. کلان شهر تهران در منطقه‌ای با اقلیم نیمه خشک قرار دارد، بنابراین فضاهای باز مناطق برون شهری، باغ های میوه و حاشیه ی رودخانه جاجرود در حوضه آبریز سد لتیان، مقصد بسیار خوبی برای پایتخت نشینان جهت اسکان موقت ، تفریح و پیک نیک یک روزه یا اسکان طولانی‌تر در تعطیلات و آخرهفته‌ها و یا به صورت اسکان دائمی است. این امر اثرات قابل توجهی بر تغییرات پوشش زمین و کاربری اراضی دارد که منجر به تغییر ساختار و الگوی منظر در این حوضه آبریز شده و از دو جنبه ماهیتی و دوره زمانی قابل بحث و بررسی

است. ابتدا، ماهیت این تغییرات است که به صورت تخریب باغ ها و پوشش گیاهان رودکناری، کاهش اراضی بایر و افزایش ساخت و سازها ظاهر شده و ترکیب و توزیع لکه‌ها در الگوی منظر را تغییر داده است. دوم، شدت این تغییرات است که طی سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۷ میلادی(۱۳۷۷–۱۳۸٦) افزایش بیشتری نسبت به دوره‌ی زمانی ده ساله‌ی اول(۱۹۸۷–۱۹۹۸) و سوم (۱۹۹۸–۲۰۰۷) این پژوهش داشته است. این امر با بهبود وضعیت اقتصادی طی ۱۰ ساله‌ی دوم و بروز تحریم‌ها و مشکلات اقتصادی در ده ساله‌ی سوم انطباق دارد. یکی دیگر از مشکلات مهم در به‌وجود آمدن تغییرات پوشش / کاربری اراضی در این منطقه، وجود میان‌برها و راه‌های فرعی جهت صدور مجوز ساخت و سازها است که منجر به تخریب باغ‌ها و پوشش گیاهی و اراضی بایر و حتی دامنه کوه شده است. ارزش بالای زمین به واسطه نفوذ دلالان و رانت خواران و زمین خواران، همچنین سوء استفاده از بومیان به منظور خرید زمین‌هایشان به قیمت ارزان جهت شهرک سازی و ویلا سازی، جامعه بومی را علی‌رغم آموزه‌های نسل اندر نسل و درک عمیق از محیط طبیعی که بستر زندگی آنان است، مغلوب موضوعات مالی و اقتصادی کرده و به طور غیر مستقیم و ناآگاهانه در تخریب محیط، منابع و میراث طبیعی خود، دخیل گشتند. نتایج تحقیقات (Darabi & Jalali, 2018) نشان می‌دهد که هزینه‌های سوداگری، سبب ناکارآمدی سازمان های رسمی شده و منجر به گسترش توسعه های غیر رسمی و خارج از تشریفات قانونی می شود. یافته های علمی ناشی از این تحقیق، به برنامه ریزان و تصمیم‌گیران ، همچنین ذی‌نفعان و ذی‌نفوذان کمک می کند تا به توسعه پایدار و درخور منطقه‌ای دست یابند . این آگاهی منجر به حفظ محیط زیست و اراضی فراشهری برای نسل های آینده به عنوان میراث طبیعی خواهد شد و درک و تفسیر مناسب از طبیعت و مشارکت جهت حفظ آن را در پی خواهد داشت .

پیشنهادها

- تعیین استراتژی های تعدیل ارزش زمین جهت کاهش ساخت و ساز های بدون برنامه ، کنترل بیشتر بر حفظ حریم رودخانه جهت حفظ پوشش گیاهان رودکناری ، حفظ ارزش‌های اکولوژیک ، حفظ ارزش های فرهنگی و گردشگری ، پیشنهاد می شود .
- به دلیل اثرگذاری جامعه بومی و غیر بومی(ساکن یا غیر ساکن) بر تخریب محیط، ناشی از ساخت و سازها، پینشهاد می‌شود مطالعات اقتصادی – اجتماعی – فرهنگی با رویکرد مشارکت مردمی انجام و به پیش‌بینی‌ها و نتایج کمی‌سازی اضافه گردد، تا تصمیم‌گیری‌ها و سیاست‌گذاری‌ها با قطعیت و صحت بیشتری صورت پذیرد .
- اعمال سناریوهای برنامه‌ریزی و مدیریتی ، سیاست‌گذاری‌ها و تصمیم‌گیری‌های کلان در سطح استان تهران در زمینه‌های افزایش زیر ساخت‌های گردشگری ، برنامه‌ریزی صحیح منطقه‌ای جهت رشد مناطق خارج شهری و کانون‌های زیستی ، توسعه جاده‌ها ، حفظ و گسترش منطقه حفاظت شده جاجرود و مناطق هم‌جوار آن‌ها پیشنهاد می‌شود.

منابع:

۱- آقایی، مریم؛ خاوریان، حسن؛ مصطفی‌زاده، رئوف، ۱۳۹۹، پیش بینی و آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل CA مارکوف و LCMدر آبخیز کوزه-تپراقی استان اردبیل، پژوهش‌های آبخیزداری، دوره ۳۳، شماره۳، شماره پیاپی۱۲۸، ص ۱۰۷-۹۱.

۲- احمدی، بابک، ۱۳۸۰، ساختار و هرمنوتیک، انتشارات گام نو،تعداد صفحه۱۳۵.

۳- ارخی، صالح، ۱۳۹٤، کاربرد متریک های سیمای سرزمین در ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی با استفاده ازسنجش از دور و GIS مطالعه موردی: منطقه بیابانی دهلران، جغرافیا و توسعه، سال ۱۳، شماره٤۰، ص ۵۹-٦۸.

٤- براتی قهفرخی،سوسن؛ سلطانی کوپانی،سعید؛ خواجه الدین،سیدجمال‌الدین؛ رایگانی،بهزاد، ۱۳۸۸، بررسی تغییرات کاربری اراضی در زیر قلعه شاهرخ با استفاده از تکنیک سنجش از دور-دوره زمانی ۱۳۸۱-۱۳۵٤، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال سیزدهم، شماره ٤۷، ص۳٤۹-۳٦۵.

۵- بی همتای طوسی، ندا؛ سفیائیان، علیرضا؛ فاخران، سیما، ۱۳۹۲، بررسی تغییرات پوشش اراضی در منطقه مرکزی اصفهان با استفاده از متریک های سیمای سرزمین، بوم شناسی کاربردی، سال دوم، شماره ششم، ص ۷۷-۸۷ .

٦- جعفری،حمیدرضا؛ حمزه، محمد؛ نصیری، حسین؛ رفیعی،یوسف،(۱۳۹۰)، توسعه مدل شهری مبتنی بر الگوریتم Decision Tree و داده کاوی به منظورآشکار سازی کاوی تغییرات پوشش اراضی با استفاده از تصویر سنجنده TM و داده های کمکی(مطالعه موردی: بخش مرکزی شهرستان بویراحمد)، مجله علوم محیطی، ۸ (٤)، ص ۱-۲۰.

۷- درگاهی،محمد؛ احمدزاده،رباب، ۱۳۹۲، کاربرد سنجه های سیمای سرزمین در تحلیل ساختاری اکوتوپ های پارک ملی بوجاق، نخستین کنفرانس بین المللی اکولوژی سیمای سرزمین، ۸ و۹ آبان، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۸- درویشی،آصف؛ فاخران،سیما؛ سفیانیان،علیرضا؛ قربانی،مهدی،۱۳۹۲،کمی‌سازی تغییرات الگوی مکانی سیمای سرزمین در زیستگاه سیاه خروس قفقازی (Tetrao mlokosiewiczi) در ذخیرگاه زیستکره ارسباران، بوم شناسی کاربردی، سال دوم ، شماره پنجم، ص۲۷-۳۸.

۹- زبردست، لعبت؛ یاوری، احمدرضا؛ پریور، پرستو؛ ستوده، احد، ۱۳۹٤، مقدمه ای بر مفاهیم پایه اکولوژی سیمای سرزمین با کاربرد در برنامه ریزی محیط زیست، انتشارات آوای قلم، تعداد صفحه ۱۷۹.

۱۰- شعبانی، نگین؛ پریور، پرستو؛ ابرکار، مهرو؛ کوچکزاده،م، ۱۳۸۹، معرفی و کاربرد رویکرد بوم شناسی سیمای سرزمین در مقیاس شهر(مطالعه موردی: شهر تهران)، فصلنامه علوم محیطی، دوره دوازدهم، شماره چهارم، ص ۱۸۵ – ۱۹۷.

۱۱- شفیعی،بنفشه؛ ایرانی بهبهانی،هما؛ مخدوم، مجید؛ یاوری، احمدرضا؛ کریمی، کیوان، ۱۳۸۲، ارائه الگوی های طراحی و احیا در مناطق رود کناری با رعایت اصول اکولوژیک منظر. فصلنامه علمی- پژوهشی محیط شناسی، سال ۲۹ شماره ۳۲، ص ۱-۱٤.

۱۲- طالبی امیری،شیما؛ آذری دهکردی،فرود؛ صادقی، حمیدرضا؛ سوف باف،رضا، ۱۳۸۸. تحلیل تخریب سیمای سرزمین حوزه آبخیز نکا با استفاده از متریک های اکولوژی سیمای سرزمین، فصلنامه علوم محیطی،سال ششم، شماره سوم، ص ۱۳۳ – ۱٤٤.

۱۳- طاهری سرتشنیزی، فریدون، فقهی، جهانگیر؛ دانه کار، افشین؛ بابازاده خامنه،صدیقه، ۱۳۹۳، کاربرد سنجه های سیمای سرزمین در تحلیل گرادیان فضاهای سبز شهری (مطالعه موردی: منطقه ۳ شهرداری کرج)، فصلنامه علوم و مهندسی محیط زیست، شماره ۱، ۱(۲): ۲۳-۳۳.

١٤- علایی، نازیلا؛ مصطفی زاده، رئوف؛ اسمعلی، اباذر؛ شرری، معراج؛ حزباوی، زینب، ۱۳۹۸، ارزیابی و مقایسه پیوستگی سیمای سرزمین در حوزه آبخیز کوزه تپراقی، استان اردبیل، بوم شناسی کاربردی، سال هشتم، شماره چهارم، ص ٣٤-١٩.

۱۵- فتحی زاد، حسن؛ نوحه گر، احمد؛ فرامرزی، مرزبان؛ تازه، مهدی، ۱۳۹۲، بررسی تغییرات کاربری اراضی بر اساس تجزیه و تحلیل متریک های سیمای سرزمین با استفاده از سنجش از دور و GIS در منطقه ی خشک و نیمه خشک دهلران، آمایش سرزمین، دوره پنجم، شماره اول، ص ۷۹-۹۹.

١٦- مختاری، زهرا؛ سیاح نیا، رومینا، ١٣٩٦، مبانی مطالعه و کمی سازی ساختار سیمای سرزمین به همراه راهنمای نرم افزار FRAGSTATS 4.2 ، انتشارات آوای قلم، تعداد صفحه ١٤٩.

۱۷- مصطفی‌زاده، رئوف، جعفری، انیس، کیوان بهجو، فرشاد، ۱۳۹۷. مقایسه ساختار اراضی مرتعی و میزان تخریب پیوستگی سیمای سرزمین در زیرحوزه‌های آبخیز ایریل، استان اردبیل، بوم شناسی کاربردی، سال هفتم،شماره اول، ص ۵۳-٤١.

۱۸- مهندسین مشاور جاماب، ۱۳۸۵، طرح جامع حوضه آبخیز جاجرود و کرج.

۱۹- میرزایی، شهناز؛ اسمعلی، اباذر؛ مصطفی زاده، رئوف؛ قربانی، اردوان؛ میرزایی، سجاد، ۱۳۹۷، شبیه‌سازی هیدروگراف سیل و تحلیل ارتباط آن با سنجه‌های سیمای سرزمین در حوضه آبخیز عموقین، استان اردبیل، اکوهیدرولوژی، دوره ۵، شماره ۲، ص ۳۷۲-۳۵۷.

۲۰- میرزایی، محسن؛ ریاحی بختیاری، علیرضا، ماهینی، عبدالرسول؛ غلامعلی فرد، مهدی، ۱۳۹۲، بررسی تغییرات پوشش اراضی استان مازندران با استفاده از سنجه های سیمای سرزمین بین سال های ۱۳۸۹-۱۳٦۹، اکولوژی کاربردی، سال دوم، شماره چهارم، ص ۳۷-٥٤.

۲۱- نصیری، وحید؛ درویش صفت، علی اصغر، ۱۳۹۷ ، تحلیل کاربری و پوشش زمین ها با استفاده از سنجه های بوم شناسی منظر (بررسی موردی: منطقه ارسباران)، فصلنامه علوم محیطی، دوره شانزدهم، شماره۳، ص ۹۹- ۱۱٦.

۲۲- نظرنژاد، حبیب؛ حسینی، مرتضی؛ مصطفی زاده، رئوف، ۱۳۹۸، تحلیل تغییرات کاربری اراضی حوزهٔ آبخیز بالانج چای با استفاده از سنجه های سیمای سرزمین، جغرافیا و توسعه، شماره پنجاه و چهار، ص۹۰-۷۵.

۲۳- نظرنژاد، حبیب؛ حسینی، مرتضی؛ مصطفی زاده، رئوف، ۱۳۹۸، ارزیابی تغییرات پیوستگی و الگوی کاربری اراضی با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین در حوزه آبخیز زولاچای، سلماس، مجله آمایش جغرافیایی فضا، سال نهم، شماره سی و چهارم، ص ٦٦-٥٣.

٢٤- نوحه گر، احمد؛ جباریان امیری، بهمن، افراخته، روشنک ،١٣٩٤، تحلیل کاربری سرزمین در بخش مرکزی گیلان با رویکرد اکولوژی سیمای سرزمین. فصلنامه جغرافیا و آمایش شهری – منطقه ای، دوره پنجم، شماره ۱۵، ص ٢١٤-١٩٧.

25- Antrop, M. (1998): Landscape change: Plan or chaos? Landscape and Urban Planning. 41(3-4), PP. 155-161. **https://doi.org/10.1016/S0169-2046(98)00068-1**

26- Araya, Y.H.; Cabral, P. (2010): Analysis and Modeling of Urban Land Cover Change in Setúbal and Sesimbra,Portugal. Remote Sens. 2, PP.1549–1563.

27- Batty, M. Longly, P. 1994. Fractal Cities. Academic Press.

28- Botequilha, A. Ahren, Jack. 2002. Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning. Landscape and Urban Planning. 59(2): PP. 65-93.

29- Buyantuyev, A., J. Wu and C. Gries. (2009): Multiscale analysis of the urbanization pattern of the Phoenix metropolitan landscape of USA: Time, space and thematic resolution. Landscape and Urban Planning. 94, PP. 206-217.

30- Campagnaro, T., Frate, L., Carranza, M.L. and Sitzia, T., (2017): Multi-scale analysis of alpine landscapes with different intensities of abandonment reveals similar spatial pattern changes: Implications for habitat conservation. Journal of ecological indicators. 74, PP.147-159.

31- Darabi, H., Jalali, D. (2018): Illuminating the formal–informal dichotomy in land development on the basis of transaction cost theory. Planning Theory 2019, Vol. 18(1), PP. 100–121.

32- Deng, J. S., Wang, K., Hong, Y. and Qi, J. G. (2009): Spatio-temporal dynamics and evolution of land use change and landscape pattern in response to rapid urbanization. Landscape and Urban Planning. 92(4), PP. 187-198.

33- Farina, A. 1998. Principals and Methods in Landscape Ecology. Chapman & Hall.

34- Forman, R. Gordon, M. 1986. Landscape Ecology. John Willy and Sons, Inc.

35- Franklin, C. 1997. Fostering living landscapes. In. G.Thompson, F. Steiner. Ecological Design and planning (pp.263-292). New York: John Wiley and Sons.

36- Huang, S. L., Wang, S. H., Budd, W. (2009): Sprawl in Taipei a per-urban zone: Responses to spatial planning and implications for adapting global environmental change. Landscape and Urban Planning. 90(1), PP. 20-32.

37- Kabba,V. Li , J. (2011): Analysis of Land Use and Land Cover Changes, and Their Ecological Implications in Wuhan, China. Journal of Geography and Geology. 3, (1), PP.104-118. **http://www.ccsenet.org/journal/index.php/jgg/article/view/8994**

38- Keshtkar, H., Voigt, W. (2016): A spatiotemporal analysis of landscape change using integrated Markov chain cellular automata model. Model. Earth Syst. Environ. 2, PP.1–13. **https://link.springer.com/article/10.1007/s40808-015-0068-4**

39- Kupfer, J.A. (2012): Landscape ecology and biogeography: rethinking landscape metrics in a post-FRAGSTATS landscape. Progress in physical geography. 36(3), PP.400-420.

40- McGarigal,K. 2001. Introduction to landscape ecology. Duke University, Private University in Durham, North Carolina, USA.

41- McGarigal, K., Marks, B. 1995. Fragstats:Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Reference manual for Sci. Dep. Oregon State University. Corvallis Oregon.

42- Makhdoum, M. (2008): Landscape ecology or environmental studies (Land Ecology) (European Versus Anglo-Saxon schools of thought). Journal of International environmental application and science. 3(3), PP.147-160.

43- Midha,N. Mathur, P.K. (2010): Assessment of forest fragmentation in the conservation priority Dudhwa Landscape, India using Fragstats computed class level metrics. Journal of the Indian society of Remote Sensing. 38(3), PP. 487-500.

44- Mu, B. Mayer,A. He, R. Tian,G. (2016): Land use dynamics and policy implications in Central China: A case study of Zhengzhou. Cities.58, PP.39-49.
https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264275116301184

45- Raffaele, P., Antonio, L. Lorenzo, B. (2009): Land cover and land use change in the Italian central Apennines: A Comparison of assessment methods. Applied Geography. 29, PP. 35-48.

46- Shu, L., HuaWanga.S. Budd, W. (2009): Sprawl in Taipei's peri-urban zone: Responses to spatial planning and implicationsfor adapting global environmental change. Landscape and Urban Planning. 90, PP. 20-32.

47- Turner, M. G., Gardner, R. H. 1994. Quantitative Methods in Landscape Ecology: The Analysis and Interpretation of Landscape Ecology. Springer Verlage Pub., USA.

48- Uuemaa, E. Antrop, M. Roosaare, J. Marja, R., (2009): Landscape Metrics and Indices: An Overview of Their Use in Landscape. Living Rev.Landscape Res., 3(1), PP. 1-28.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

The Analysis of Landscape Structure and Land Use Changes as an Ecological Approach to Acheive the Sustainable Regional Planning

(case study: Latian Dam Watershed)

Abstract

Landscape changes occur by natural trends or disturbing events. The current study evaluated the landscape structure changes of Latian Dam watershed by means of landscape metrics to achieve the ecological approach in order to formulate sustainable regional development and planning for area of the study. Land use changes were identified using four time-series atmospherically-corrected surface reflectance Landsat images from 1987 to 2017.Then,7 metrics in landscape level and 8 metrics in class level were chosen to quantification the landscape structure by Fragstats 4.2 software, in order to analyze the landscape changes. The results and analysis show the increase in NP and IJI, and the decrease of AREA-MN which mean the fragmentation occurs in landscape level. The increase of AREA-MN and NP in built-area class shows the tendency to coarse grain structure (homogeneity), and the decrease of AREA-MN and increase of NP in vegetated area class, shows the tendency to fine grain structure (heterogeneity) in landscape level. These scientific findings of past, present and ability to estimate the future land use of the study area will assist planners and decision-makers to formulate environmental protection plans to conserve natural heritage.

Key Words:

Landscape metrics, Land use changes, Sustainable regional planning, Latian dam watershed

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی