فصلنامه علوم محیطی، دوره هجدهم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹

۱۸۷-۲۰۲

ارزیابی ساختار اکولوژیکی فضای سبز شهری با رویکرد سیمای سرزمین مطالعه موردی: منطقه ۲۲ تهران

پرستو حسن‌پور، رومینا سیاح‌نیا* و حسن اسماعیل‌زاده

گروه برنامه ریزی و طراحی محیط، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۷/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۲۰

حسن‌پور، پ.، ر. سیاح‌نیا و ح. اسماعیل‌زاده. ۱۳۹۹. ارزیابی ساختار اکولوژیکی فضای سبز شهری با رویکرد سیمای سرزمین مطالعه موردی: منطقه ۲۲ تهران. فصلنامه علوم محیطی. ۱۸(۱): ۲۰۲-۱۸۷.

سابقه و هدف: فضای سبز شهری به‌عنوان بخش مهمی از اکوسیستم پیچیده شهری، خدمات اکولوژیکی، اجتماعی و اقتصادی فراوانی را برای ارتقاء کیفیت زندگی در شهرها عرضه می‌کند. امروزه رشد سریع شهرنشینی به‌همراه تغییرات زیاد در پوشش و کاربری زمین سبب کاهش خدمات اکولوژیک و در نتیجه موجب بروز پیامدهای منفی محیط زیستی شده است. بر همین اساس هدف از این مطالعه بررسی روند تغییرات در وسعت و ساختار اکولوژیک فضای سبز منطقه ۲۲ تهران در سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۸ با رویکرد اکولوژی سیمای سرزمین بمنظور بیان راهبردهای بهینه توسعه فضای سبز است.

مواد و روش‌ها: منطقه مطالعاتی در این پژوهش، منطقه ۲۲ شهرداری تهران می‌باشد. با توجه به این‌که یکی از اصول اکولوژی سیمای سرزمین بررسی تغییرات کاربری و پوشش زمین است بنابراین با استفاده از تصاویر ماهواره لندست[1] در سال‌های ۱۹۹۶ و ۲۰۱۸ نقشه‌های پوشش زمین منطقه ۲۲ تهران با روش طبقه بندی نظارت شده در ۴ کلاس انسان‌ساخت، فضای سبز، فضای باز و لکه‌های آبی تهیه و در ادامه مطالعه با سنجه‌های سیمای سرزمین در سطح سیمای سرزمین شامل آنتروپی نرمال‌شده، غنای گونه‌ای، تراکم حاشیه، مساحت لکه، انعطاف‌پذیری لکه و نیز در سطح کلاس شامل مساحت طبقه، تعداد لکه‌ها، تراکم حاشیه در سطح کلاس، میانگین اندازه و میانگین شکل لکه سیمای سرزمین مورد تحلیل قرار گرفت.

نتایج و بحث: یافته‌های تحقیق بیانگر این است که لکه‌های سبز منطقه ۲۲ تهران در سال ۲۰۱۸ در مقایسه با سال ۱۹۹۶ ازنظر پیوستگی و اندازه و شکل دچار تغییرات عمده شده و در وضعیت مطلوبی قرار ندارند، چرا که ساختار فضاهای سبز شهری ریزدانه گشته و حالت تکه‌تکه شده پیداکرده است. به‌عبارت دیگر دو نوع تغییر عمده در سیمای سرزمین منطقه شامل ایجاد لکه‌های جدید و جدا شدن لکه‌ها رخداده است.

نتیجه‌گیری: با توجه به قابلیت‌های تحلیلی متریک‌های سیمای سرزمین در بهبود ساختار اکولوژیک شهرها و ارزیابی وضعیت فضای سبز پیشنهاد می‌شود رویکرد اکولوژی سیمای سرزمین در برنامه‌ریزی و مدیریت فضای سبز شهرها مدنظر قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: فضای سبز، اکولوژی سیمای سرزمین، سنجه‌های سیمای سرزمین، منطقه ۲۲ تهران.

*Corresponding Author. *Email Address*: r_sayahnia@sbu.ac.ir

مقدمه

سیمای سرزمین شهری و کاربری زمین‌های مناطق مختلف به‌واسطه‌ی رشد شهرنشینی و افزایش جمعیت، به‌سرعت در حال تغییر است چنانکه این پدیده پیامدهای اقتصادی، اجتماعی و اکولوژیکی متعددی را در پی دارد. گسترش شهرنشینی و افزایش کاربری‌های انسان‌ساخت در شهر بدون در نظر گرفتن الزامات محیط زیستی، منجر به تغییرات کمی و کیفی در فضاهای سبز شهری شده است. از دیدگاه محیط زیستی، کاربری فضاهای سبز شهری دارای خدمات اکولوژیکی فراوانی مانند ترسیب کربن و جذب گازهای گلخانه‌ای، کاهش اثرهای تغییر اقلیم مانند طوفان و رواناب، تولید اکسیژن، کاهش آلودگی صوتی، ارتقاء سلامت شهری، حفظ تنوع زیستی و نگهداشت آب و جلوگیری از فرسایش خاک می‌شود (Senanayake *et al.*, 2013; Sayahnia *et al.*, 2017). بنابراین فضاهای سبز بخش جدایی‌ناپذیر از هر منطقه شهری بوده و اهمیت زیادی در حفظ کیفیت و پایداری محیط‌زیست دارند (Gupta *et al*., 2012). فضاهای سبز شهری همچنین می‌توانند مزایایی اجتماعی فراوانی مانند ایجاد محیط‌هایی برای گذران اوقات فراغت و کاهش استرس‌های روزمره به انسان ارائه دهند (Gobster and Westphal, 2004). از آنجا که فضاهای سبز شهری به‌عنوان آخرین نشانه‌های طبیعت در شهر شناخته می‌شوند (Beatley, 2000) و با توجه به مزایای محیط زیستی فضاهای سبز شهری، تخریب و تغییر آن‌ها در شهر موجب تهی شدن سرمایه‌های اکولوژیکی شهر و در نتیجه تغییر عملکرد و برهم خوردن تعادل بوم‌شناسی سیمای سرزمین می‌شود و شهرنشینان با مشکل‌های محیط زیستی فراوانی ازجمله گرمایش، فرسایش، آلودگی، کاهش تنوع زیستی، تکه‌تکه شدن و یا از بین رفتن منابع طبیعی روبرو می‌شوند. امروزه نگرش‌ها و رویکردهای اکولوژیک یکی از مهمترین مباحث روز دنیا در برنامه‌ریزی کاربری زمین‌ها بویژه برنامه‌ریزی شهری بشمار می‌روند (Sadeghi Banis, 2015) و ارزیابی ویژگی‌های فضاهای سبز شهری موردتوجه برنامه‌ریزان و طراحان سیمای سرزمین شهری است. چنانچه این رویکرد سبب می‌شود تا سیستم فضای سبز شهری به‌گونه‌ای مدیریت و برنامه‌ریزی شود که هم انسان و نیازهای زندگی شهری و هم طبیعت و نیازهای اکولوژیکی آن در نظر گرفته شود. فضای سبز شهری براساس کارکردهای متنوع خود، نقش برجسته‌ای در ارتقاء کیفیت زندگی شهروندان ایفا می‌کند و ازاین‌رو عامل کلیدی در شکل‌گیری شهر پایدار می‌باشد (Zarabi and Ranjbar, 2013). از طرفی توسعه فضاهای طبیعی در شهر در وسعت، ترکیب و توزیع لازم و کافی از ضرورت‌های توسعه پایدار و شهر سالم است. بنابراین وضعیت فضاهای سبز شهری به جهت تأثیری که بر کیفیت زندگی شهری و نیل به توسعه پایدار دارند، ارزش بررسی گسترده‌ای دارند (Manlun, 2003). همچنین اگرچه سرعت رشد شهرنشینی بیش از پیش شده است ولی همواره نیاز به ارتباط با طبیعت در حال افزایش می‌باشد در این میان، تغییرات اساسی در رابطه بین بشر و طبیعت در محیط‌های شهری در حال شکل‌گیری است و این امر هم خود دلیلی بر اهمیت به‌کارگیری راهبردهای صحیح برنامه‌ریزی فضای سبز در توسعه شهری می‌باشد (Sadeghi Banis *et al*., 2013). در همین راستا اکولوژی سیمای سرزمین به‌عنوان علم مطالعه سیمای سرزمین‌ها بویژه ترکیب ساختار و کارکرد آن‌ها می‌باشد که شهرها به‌عنوان یک سیمای سرزمین ناهمگن می‌توانند از دیدگاه این علم، موردبررسی و مطالعه قرار گیرند. اکولوژی سیمای سرزمین درزمینه‌های مختلف برنامه‌ریزی شهری، برنامه‌ریزی سبز راه‌ها، فضاهای باز شهری و فراشهری، ارزیابی زمین بمنظور برنامه‌ریزی پایدار کاربری زمین‌ها، سناریوسازی برنامه‌ریزی کاربری زمین‌ها در مقیاس سیمای سرزمین، پایش تغییرات زمانی و مکانی، کاربری فضای سبز شهری نشان‌دهنده قابلیت تحلیل و بیان کمی نتایج حاصل از تعامل انسان و محیط زیست است که خود به‌صورت اختلال و ناهمگنی که در پوشش سطح زمین بروز می‌کند، می‌باشد (Jafari and Tabibian, 2006).

در رابطه با موضوع تحقیق می توان به پژوهش‌های زیر اشاره کرد: Fan and Myint (2014) در تحقیقی با عنوان

«مقایسه‌ای از شاخص‌های خودکار فضایی و منظر در سنجش اجزای منظر شهری»، متریک‌های منظر سنتی (شامل متریک‌های گتیس و موران [۲]) را برای استفاده تصاویر ماهواره‌ای مبتنی بر سنجش‌های فضایی خودکار در کمی سازی ساختار منظر در محدوده شهری فونیکس [۳] مورد استفاده قرار داده‌اند. نتایج تحقیق نشان داد که ارتباط مشخصی بین سنجه‌های فضایی خودکار محلی و متریک‌های فراگ است [۴] وجود دارد (Fan and Myint, 2014). تحقیق دیگری از سوی Lausch *et al.* (2015) با عنوان «درک و کمی سازی ساختار منظر؛ پژوهشی در رابطه با فرآیند مرتبط با مشخصات، مدل‌های داده‌ها و متریک‌های منظر» انجام شده است. در این تحقیق برای کمی سازی و مدل‌سازی الگوهای منظر از مدل‌های ماتریس سایت و مدل گرادیانت [۵] به‌عنوان مفاهیم اساسی اکولوژی منظر استفاده شده و نتیجه پژوهش نشان می‌دهد که تبدیل مدل‌های ماتریس به مدل‌های گرادیانت، دقت و کیفیت کار را بیشتر خواهد کرد (Lausch *et al.*, 2015). در سال ۲۰۱۶، پژوهش دیگری با عنوان «پویایی کاربری زمین‌ها و الزامات سیاست‌گذاری در چین مرکزی: مطالعه موردی: ژنگ ژو» از سوی Mu *et al.* (2016) تهیه و تدوین شده است که نشان می‌دهد تصمیم‌های حکومت چین مرکزی، اهرم اصلی فرآیند شهرنشینی در شهرهای بزرگ چین شرقی است. این تحقیق، تغییرات فضایی موقتی الگوهای فضایی در کاربری زمین‌ها را مشخص کرده و روابط بین پویایی چشم انداز و اجرای سیاست‌های برنامه ریزی در منطقه ژنگ ژو را در طول دوره سریع شهرنشینی در بین سال‌های ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۳ را نشان می‌دهد (Mu *et al.*, 2016). تحقیق دیگری نیز در سال ۲۰۱۸ با عنوان «تغییرات کاربری اراضی شهری: نقش برنامه ریزی فضایی استراتژیک» از سوی Hersperger *et al.* (2018) تهیه و تدوین شده است. در این تحقیق بمنظور تحلیل بهتر برنامه ریزی فضایی در توسعه شهری، از سه عنصر نام برده شده است: گرایش به طرح‌ها، اجرای طرح‌ها از طریق فرآیندهای حکمروایی و نقش شرایط خارجی تاثیرگذار بر اجرا، این تحقیق بر مبنای ادبیات برنامه‌ریزی فضایی، دستورکاری برای توسعه درک این سه عنصر وابسته به هم در مدل‌سازی تغییرات کاربری زمین‌ها برای منطقه‌های شهری بیان شده است (Hersperger *et al.*, 2018).

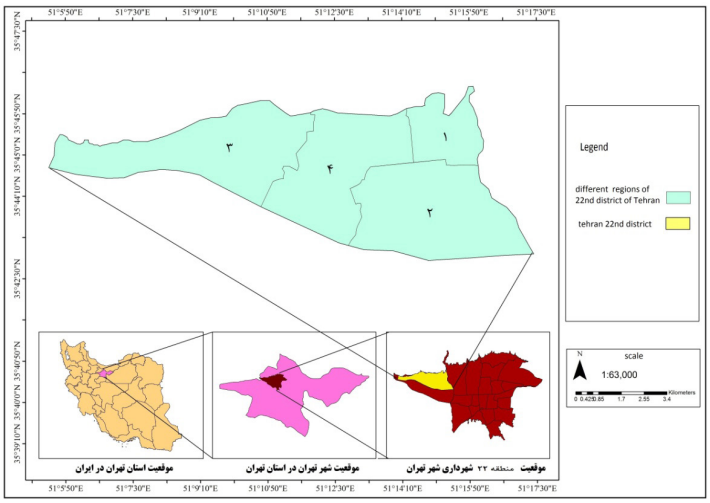
منطقه ۲۲ کلانشهر تهران به‌عنوان بزرگترین توسعه شهری متصل به تهران، در چند دهه اخیر شاهد رشد فزاینده‌ای بوده است. این نوع رشد و توسعه، منجر به ایجاد محدودیت‌هایی برای توسعه کاربری فضای سبز و کاهش فضاهای باز شهری شده و حتی در بسیاری از مواقع موجب جایگزین شدن این ساختارها با کاربری‌های انسان‌ساخت شده است. برای نمونه بسیاری از باغ‌ها، فضاهای باز و سبز عمومی در جریان تغییر کاربری، جای خود را به بافت مسکونی و تجاری داده‌اند. با توجه به اهمیت مسئله و ازآنجاکه تاکنون مطالعه‌ای با این رویکرد برای منطقه ۲۲ تهران صورت نگرفته است پژوهش حاضر با هدف نشان دادن نقش تغییرات در بستر مناطق شهری و دادن راهکارهای بهینه جهت برنامه ریزی و مدیریت فضای سبز به ارزیابی ساختار اکولوژیک فضای سبز منطقه ۲۲ تهران با استفاده از رویکرد اکولوژی سیمای سرزمین پرداخته است.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه ۲۲ شهرداری تهران، واقع در شمال غرب تهران با وسعتی حدود ۶ هزار هکتار محدوده شهری و ۱۸۰۰۰ هکتار حریم شهر است که یک‌هفتم مساحت شهر تهران را تشکیل می‌دهد. این منطقه بین طول‌های شرقی ۵۱ درجه و ۵ دقیقه و ۱۰ ثانیه تا ۵۱ درجه و ۲۰ دقیقه و ۴۰ ثانیه و عرض‌های شمالی ۳۵ درجه و ۳۲ دقیقه و ۱۶ ثانیه تا ۳۵ درجه و ۵۷ دقیقه و ۱۹ ثانیه در قسمت شمال غربی تهران در پایین‌دست حوضه آبریز رودخانه کن و وردیج واقع شده است. این منطقه از شمال به ارتفاعات کوهپایه‌های البرز، از شرق به مسیل کن، از جنوب به آزادراه تهران کرج و از غرب به محدوده شهر گرم‌دره محدود می‌گردد. شکل ۱، موقعیت جغرافیایی منطقه ۲۲ را نشان می‌دهد.

در این تحقیق ابتدا نقشه‌های کاربری زمین‌های سال‌های ۱۹۹۶ و ۲۰۱۸ با استفاده از تصاویر ماهواره لندست و



شکل ۱- نقشه موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه
Fig. 1- Geographic location of the studied area

بهره‌گیری از نرم‌افزار ArcGIS 10.1 به روش طبقه بندی نظارت شده در ۴ کلاس انسان‌ساخت، فضای سبز، فضای باز و لکه‌های آبی تهیه و سپس تغییرات کاربری زمین‌های منطقه مقایسه و تحلیل شد. در ادامه تحقیق با استفاده از نقشه‌های تهیه شده بمنظور ارزیابی ساختار اکولوژیک فضای سبز شهری، متریک‌های سیمای سرزمین با استفاده از نرم‌افزارهای Fragstats 4.2.1 و TerrSet مورد تحلیل قرار گرفت. Fragstats یک برنامه نرم‌افزاری برای آنالیز الگوی مکانی است که برای کار کردن با نقشه‌ها کاربرد دارد و به آسانی گسترش مکانی و ترکیب فضایی لکه‌ها را در درون سیمای سرزمین و در سطوح مختلف محاسبه می‌کند (Mokhtari and Sayahnia, 2017).

متریک‌های سیمای سرزمین

توانایی برای تشریح کمی ساختار سیمای سرزمین، پیش شرط مطالعه عملکرد و تغییرات در ساختار سیمای سرزمین می‌باشد. بنابراین برای نیل به این هدف، متریک‌های مختلفی در اکولوژی سیمای سرزمین تدوین، تولید و مورد استفاده قرار می‌گیرند (Arekhi, 2016; Mokhtari and Sayahnia, 2017). استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین بهترین راه برای مقایسه وضعیت سیمای سرزمین طی زمان و ابزار مناسبی برای یافتن ارتباط دقیق بین ساختار و عملکرد کاربری‌های مختلف سیمای سرزمین می‌باشد (Asgarian *et al.*, 2016).

در این مطالعه پوشش گیاهی یا به‌عبارتی فضای سبز با توجه به اینکه در اکولوژی سیمای سرزمین، کلیدی‌ترین فاکتور در تجزیه و تحلیل محسوب می‌شود، مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته است، که در ادامه الگوریتم هر یک از متریک‌های مورد استفاده تشریح و شرح پارامترهای هر معادله به‌طور خلاصه بیان می‌شوند (Mokhtari and Sayahnia, 2017).

-آنتروپی نرمال شده[5]

این سنجش در واقع اندازه‌گیری آنتروپی شانون هست؛ که در آن حداکثر آنتروپی برای تعداد طبقات پوشش زمین مورداستفاده قرار می‌گیرد. این ماژول میزان تنوع کاربری‌ها را اندازه‌گیری می‌کند که اعداد آن نشان می‌دهد هر چه به صفر نزدیک‌تر باشد، میزان یکنواختی بیشتر و هرچه به یک نزدیک‌تر باشد، تنوع بیشتر می‌شود. رابطه محاسبه آن مطابق رابطه ۱ است:

$$E = -(\sum_{i=1}^{k} Pi + \ln(Pi))/\ln(n) \quad (۱)$$

که در آن:

N تعداد کلاس‌های پوشش زمین‌ها

P_i نسبت کلاس‌های i در کل کلاس‌ها

I سنجه برای کلاس‌های مجاور

K تعداد کل کلاس‌های مجاور

-غنای گونه‌ای[6]

غنای گونه‌ای تنوع کلاس‌های پوشش زمین‌ها را محاسبه

می‌کند که مطابق رابطه ۲ محاسبه می‌شود.

$$R = n/nmax \text{ X } 100 \quad (۲)$$

که در آن تعداد کلاس‌های مختلف Nmax حداکثر تعداد طبقات جدید است.

-تراکم حاشیه[۷]

تراکم لبه یا همان تراکم حاشیه، یک محاسبه ساده از تکه‌تکه شدن زیستگاه می‌باشد. تراکم لبه به‌عنوان تعداد جفت پیکسل‌هایی که در مجاورت هم در منطقه می‌باشند، نسبت به حداکثر تعداد جفت پیکسل‌های مختلف در همان مکان از یکدیگر متفاوت هستند، بیان می‌شوند.

-مساحت لک[۸]

ساده‌ترین اندازه‌گیری برای یافتن فضا بندی سیمای سرزمین، اندازه‌گیری مساحت پهروها می‌باشد. بیشتر سنجه‌های سیمای سرزمین به‌طور مستقیم با اندازه پهرو در ارتباط است و مقادیرشان با اندازه آن تغییر می‌کند.

-انعطاف‌پذیری لکه[۹]

این سنجه فشردگی پیکسل‌ها یا لکه‌های مجاور را محاسبه و به تصویر می‌کشد که در رابطه ۳ نشان داده شده است.

$$C = SORT(Ap/Ac) \quad (۳)$$

که در آن SQRT ریشه دوم تابع و AP منطقه‌ای که لکه در آن محاسبه‌شده و AC شعاع دایره‌ای که محیط آن با لکه برابر است.

انتخاب متریک‌ها در سطح کلاس

از ۵ متریک مساحت طبقه (CA)، تعداد لکه (NP)، تراکم لبه (ED)، میانگین اندازه لکه (MPS)، میانگین سنجه شکل لکه (MSI) سیمای سرزمین به‌دلیل توانایی آن‌ها در تفسیر ترکیب و توزیع فضایی عناصر ساختاری در سیمای سرزمین و در سطح کلاس استفاده‌شده است. تشریح متریک‌های موردنظر و چگونگی محاسبه آن‌ها در نرم‌افزار Fragstats با تفسیر معادله‌های ریاضی مربوط به هر یک و شرح پارامترهای هر معادله به‌طور خلاصه در زیر آورده شده است.

-مساحت طبقه[۱۰]

سنجه مساحت لکه؛ حاصل جمع مساحت(مترمربع) لکه‌ها می‌باشد که به عدد ۱۰۰۰۰ جهت تبدیل به هکتار تقسیم می‌شود.

$$CA = \sum_{j=1}^{n} aij \frac{1}{10000} \quad (۴)$$

واحد: هکتار

دامنه تغییرات: $CA > 0$ بدون محدودیت

این سنجه مساحت اشغال‌شده توسط هر طبقه از پوشش کاربری زمین‌ها را بیان می‌کند و سنجه مناسبی است که ترکیب در سیمای سرزمین را نشان دهد و می‌تواند در بسیاری موارد از جمله تحلیل تغییرات در کاربری یا پوشش زمین‌ها، برنامه‌ریزی حفاظت از منابع و برنامه‌ریزی‌های استراتژیک سیمای سرزمین به‌کار گرفته شود و بویژه می‌تواند همراه با دیگر متریک‌های مانند میانگین اندازه لکه، کارایی مؤثرتری داشته باشد.

-تعداد لکه‌ها[۱۱]

این سنجه تعداد لکه‌ها را در سطح کلاس یا سیمای سرزمین را به‌صورت کمی بیان می‌کند.

$$NP = N \quad (۵)$$

واحد: ندارد

دامنه تغییرات: $NP \geq 1$، بدون محدودیت

هنگامی سیمای سرزمین تنها یک لکه داشته باشد NP=1 می‌شود.

- میانگین اندازه لکه[۱۲]

با توجه به اینکه لکه‌ها اجزای فیزیکی و کارکرد اصلی در سیمای سرزمین هستند که فرآیندهای آن را کنترل می‌کنند بنابراین اندازه لکه‌ها بر بسیاری از ویژگی‌های سیمای سرزمین ازجمله ترکیب و توزیع گونه‌ها، تولید اولیه و ... تأثیر دارد. بنابراین متریک میانگین اندازه لکه می‌تواند به‌عنوان سنجه سنجش کارکردهای سیمای سرزمین به‌کار گرفته شود. این سنجه میانگین اندازه لکه‌ها در سطح کلاس یا سیمای سرزمین را اندازه‌گیری می‌کند.

واحد: هکتار

دامنه: MPS > 0 بدون محدودیت

مساحت لکه: a_i

تعداد کل انواع لکه: n_i

میانگین اندازه لکه: MPS

$$MPS = \frac{\sum_{J=1}^{N} aij}{ni}\left(\frac{1}{10000}\right) \quad (۶)$$

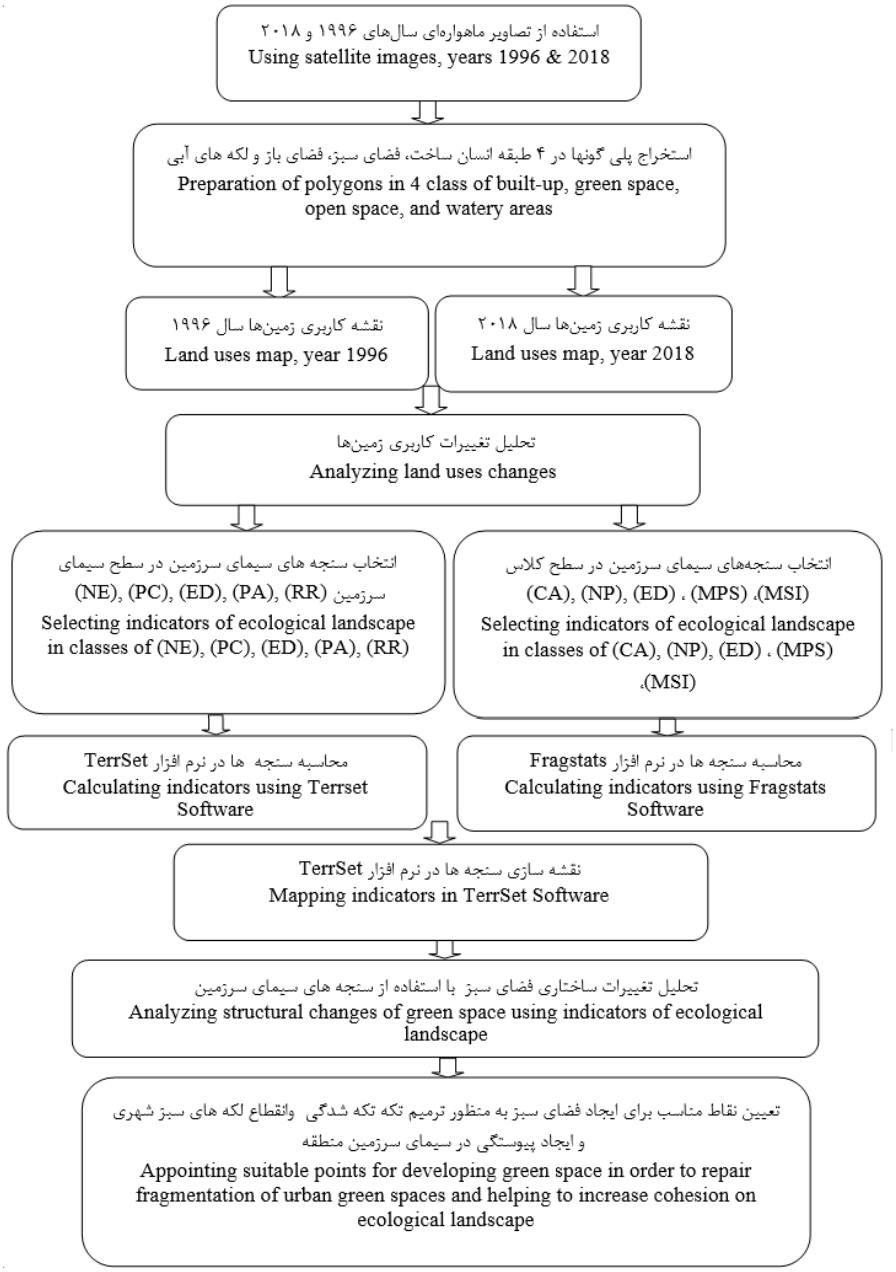
- میانگین شکل لکه[۱۳]

متوسط پیچیدگی، شکل لکه است یا به بیانی دیگر میانگین نسبت محیط به مساحت لکه‌ها می‌باشد، که به‌صورت زیر محاسبه می شود. این متریک بزرگتر یا مساوی یک است. مقادیر آن هنگامی برابر یک است که همه لکه‌ها یک کلاس مربع شکل هستند. با افزایش مقادیر این متریک به‌صورت نامحدود، شکل لکه نامنظم‌تر می‌شود.

$$MSI = \frac{\sum_{j=1}^{n}\left(\frac{pij}{2\sqrt{n^0\ aij}}\right)}{N} \quad (۷)$$

واحد ندارد.

دامنه: MSI ≥ 1 بدون محدودیت



شکل ۲- فلوچارت مراحل انجام پژوهش

Fig. 2- Flowchart of research stages

محیط هر لکه: p_{ij}

مساحت هر لکه: a_{ij}

تعداد کل لکه‌ها: N

- تراکم حاشیه[۱۴]

سنجه تراکم حاشیه؛ معادل طول تمامی حاشیه‌ها تقسیم‌بر مساحت است.

واحد: متر در هر هکتار

$$ED = \frac{\sum_{k=1}^{m} aij}{A}(10000) \qquad (۸)$$

دامنه تغییرات: $ED \geq 0$ بدون محدودیت

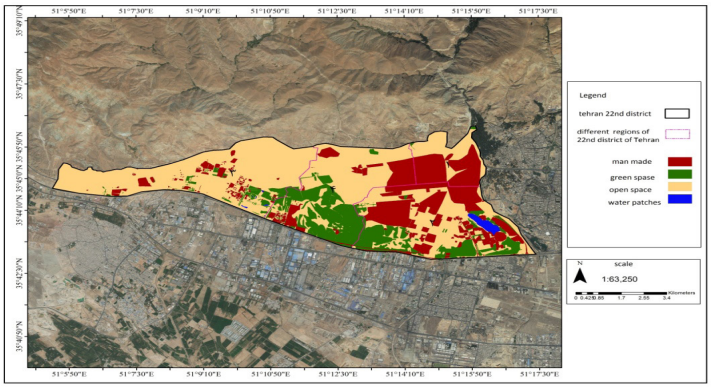
e_i طول کل حاشیه‌های لکه‌های کلاس در سیمای سرزمین

A مساحت کل سیمای سرزمین

برای تبدیل به هکتار ضربدر ۱۰۰۰۰ شده است.

جدول ۱- مساحت طبقات کاربری زمین در سال ۱۹۹۶
Table 1. Areas of land use classes in 1996

کلاس کاربری زمین‌ها Class of land uses	مساحت(هکتار) Areas (Hr.)	مساحت(درصد) Areas (percent)
انسان‌ساخت Built-up	1413.7975	24.27
فضای سبز Green space	1004.74	17.24
فضای باز Open space	3359.8347	57.67
لکه‌های آبی Watery areas	46.89	0.80
جمع Total	5825.26	100



شکل۳- نقشه کاربری زمین در سال ۱۹۹۶ (منبع: نگارنده)
Fig. 3- Land use map in 1996

نتایج و بحث

تحلیل نقشه‌های کاربری زمین‌ها

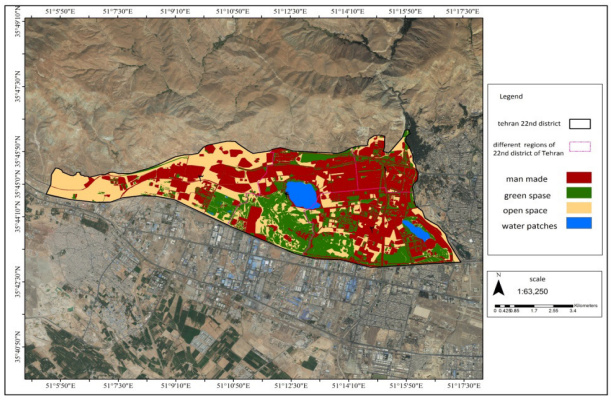
مطابق نقشه کاربری زمین‌ها و اطلاعات به‌دست آمده از تصاویر ماهواره‌ای سال ۱۹۹۶ از منطقه (جدول ۳ و شکل ۳) می‌توان گفت کاربری فضای باز با ۳۳۵۹/۸۳ هکتار بیشترین وسعت و لکه‌های آبی با مساحت۴۶/۸۹ هکتار کمترین وسعت منطقه را به خود اختصاص داده است.

همان‌طور که از نقشه کاربری زمین‌های منطقه مستخرج از تصاویر ماهواره‌ای سال ۲۰۱۸ مشخص است (شکل ۴) بیشترین کلاس، کاربری انسان‌ساخت با ۲۴۴۸/۷ هکتار و کمترین آن منابع آبی با ۱۸۴/۸۳ هکتار است (جدول ۲).

با مقایسه کاربری‌های سال‌های بیان شده مشخص گردید که کاربری‌های انسان‌ساخت و فضای سبز و منابع آبی نسبت به سال ۱۹۹۶ افزایش و فضاهای باز کاهش‌یافته‌اند. آنچه مسلم است افزایش فضای سبز ناشی از فعالیت‌های اخیر شهرداری منطقه می‌باشد که با توجه به تغییرات ساختاری در پوشش طبیعی قبلی منطقه، عملکرد سابق را نخواهد داشت. بیشترین میزان تغییرات بین سال‌های ۱۹۹۶ تا

جدول ۲- مساحت طبقات کاربری زمین در سال۲۰۱۸
Table 2. Areas of land use classes in 2018

کلاس کاربری زمین Class of land uses	مساحت(هکتار) Areas (Hr.)	مساحت(درصد) Areas (percent)
انسان‌ساخت Built-up	2448.7	42.03
فضای سبز Green space	1498.75	25.72
فضای باز Open space	1692.96	29.06
لکه‌های آبی Watery areas	184.73	3.17
جمع Total	5825.26	100



شکل۴- نقشه کاربری زمین در سال ۲۰۱۸
Fig. 4- Land use map in 2018

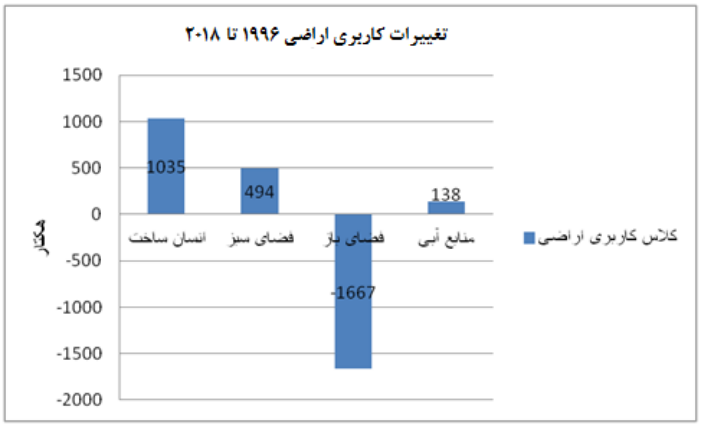
۲۰۱۸ مربوط به کاربری فضاهای خالی است که کمابیش به‌میزان ۱۶۶۶/۸۷ هکتار معادل ۲۸ درصد کاهش‌یافته و کمترین میزان تغییرات برای کاربری منابع آبی است که به‌طور تقریبی ۱۳۷ هکتار معادل ۲ درصد برآورد شده است (شکل ۵).

تحلیل متریک‌ها در سطح سیمای سرزمین بین سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۸

متریک‌های محاسبه شده در سطح سیمای سرزمین با نرم‌افزار TerrSet بیانگر آن است که متریک آنتروپی نرمال شده برای همه کاربری‌ها در سال ۲۰۱۸ نسبت به سال ۱۹۹۶ افزایش یافته است و نشان دهنده‌ی افزایش ناهمگونی سیمای سرزمین است. به‌طورکلی می‌توان گفت متریک‌های تراکم حاشیه و غنای گونه‌ای و مساحت لکه و انعطاف‌پذیری لکه در بیشتر کاربری‌های سال ۲۰۱۸ کاهش‌یافته ولی متریک غنای گونه‌ای برای کاربری فضای سبز افزایش‌یافته است که با توجه به کاهش پیوستگی لکه‌های سبز در این کاربری می‌توان نتیجه گرفت که فضای سبز منطقه تکه‌تکه شده است (شکل ۱۰-۶).

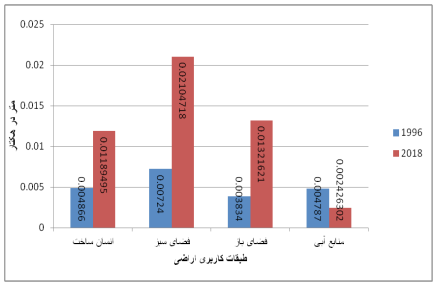
تحلیل متریک‌ها در سطح کلاس (طبقه) بین سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۸

محاسبات کمی این متریک‌ها در سطح کلاس در نرم‌افزار Fragstats نشان می‌دهد مساحت کلاس در همه کاربری‌ها بجز فضاهای باز و تعداد لکه و تراکم حاشیه در همه کاربری‌ها افزایش‌یافته است که بیانگر تکه‌تکه شدن طبقات سیمای سرزمین می‌باشد. میانگین مساحت لکه در همه کاربری‌ها بجز منابع آبی کاهش‌یافته که با توجه به افزایش تعداد لکه‌ها و کاهش مساحت لکه بازهم می‌توان به تکه‌تکه شدن سیمای سرزمین اشاره کرد. میانگین شکل لکه در کاربری‌های انسان‌ساخت و منابع آبی کم و در کاربری‌های فضای سبز و فضای باز افزایش‌یافته است. با توجه به اینکه



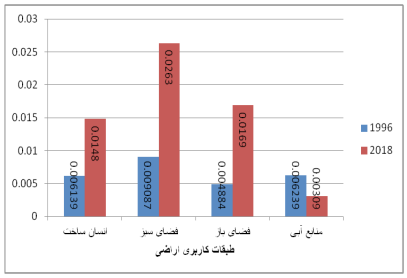
شکل ۵- تغییرات کاربری زمین بین سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۸

Fig. 5- Land use changes between 1996 and 2018



شکل ۶- تحلیل سنجه تراکم حاشیه در سال‌های ۱۹۹۶ و ۲۰۱۸

Fig. 6- Analysis diagram of edge density metric in 1996 and 2018



شکل ۷- تحلیل سنجه آنتروپی نرمال شده در سال‌های ۱۹۹۶ و ۲۰۱۸

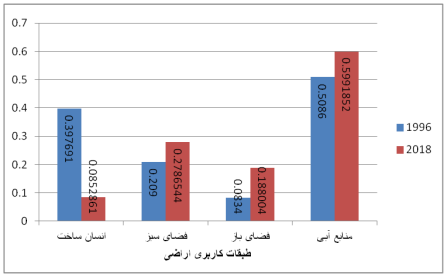
Fig. 7- Analysis diagram of normalized entropy metric in 1996 and 2018

شکل ۸- تحلیل سنجه غنای گونه‌ای در سال‌های ۱۹۹۶ و ۲۰۱۸

Fig. 8- Analysis diagram of relative richness metric in 1996 and 2018

شکل ۹- تحلیل سنجه مساحت لکه در سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۸

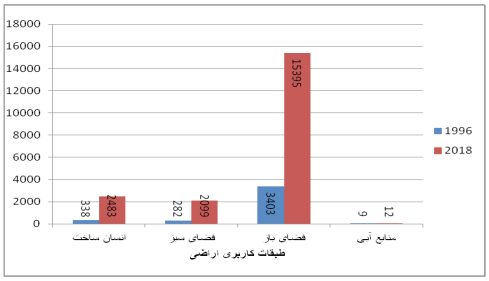
Fig. 9- Analysis diagram of patch area metric in 1996 and 2018



شکل ۱۰- تحلیل سنجه انعطاف‌پذیری لکه در سال ۱۹۹۶ و ۲۰۱۸

Fig. 10- Analysis diagram of patch compactness metric in 1996 and 2018

میانگین شکل لکه نسبت محیط به مساحت است همان‌طور که از محاسبات کمی به‌دست‌آمده بود، مساحت لکه‌ها در منابع، آبی زیاد و در کاربری‌های فضای سبز و فضای باز مساحت، کاهش‌یافته است (شکل‌های ۱۱ الی ۱۵). نوع تغییرات سیمای سرزمین بیان‌کننده نحوه تغییرات کاربری زمین‌ها در منطقه مورد مطالعه است بدین معنی که در منطقه مورد مطالعه

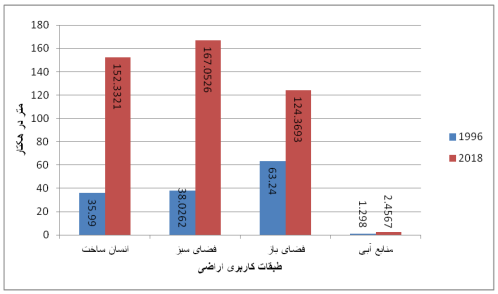


شکل ۱۱- نمودار تحلیل سنجه تعداد لکه در سال‌های ۱۹۹۶ و ۲۰۱۸

Fig. 11- Analysis diagram of number of patch metric in 1996 and 2018

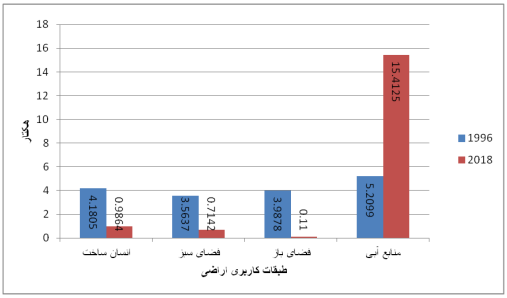
شکل ۱۲- تحلیل سنجه مساحت کلاس در سال‌های ۱۹۹۶ و ۲۰۱۸

Fig. 12- Analysis diagram of class area metric in 1996 and 2018



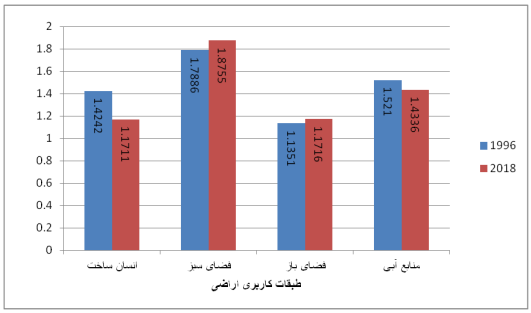
شکل ۱۳- نمودار تحلیل سنجه تراکم حاشیه در سال‌های ۱۹۹۶ و ۲۰۱۸)

Fig. 13- Analysis diagram of edge density metric in 1996 and 2018



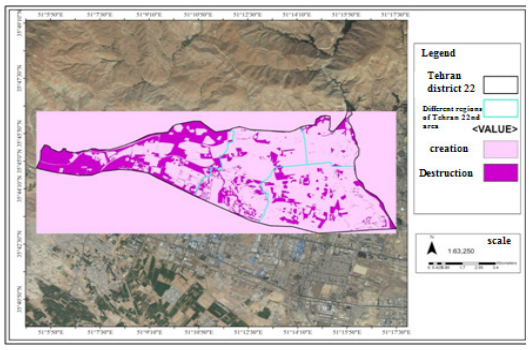
شکل ۱۴- تحلیل سنجه میانگین اندازه لکه در سال‌های ۱۹۹۶ و ۲۰۱۸

Fig. 14- Analysis diagram of mean path size metric in 1996 and 2018



شکل ۱۵- تحلیل سنجه میانگین شکل لکه در سال‌های ۱۹۹۶ و ۲۰۱۸

Fig. 15- Analysis diagram of the mean shape index metric in 1996 and 2018



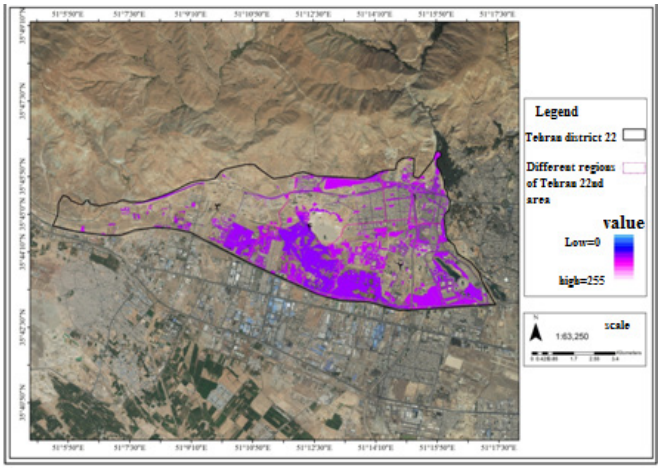
شکل ۱۶- فرآیند تغییرات سیمای سرزمین در بازه زمانی ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۸

Fig. 16– Map of landscape changes between 1996 to 2018

با توجه به تعداد محدود کاربری زمین‌ها دو نوع تغییر عمده سیمای سرزمین رخداده است. این دو نوع تغییر شامل ایجاد لکه‌های جدید و جدا شدن لکه اتفاق می‌باشد که تغییر در جدا شدگی در لکه‌ها میزان بالاتری دارد بدین معنی که طبقات کاربری زمین‌ها دچار گسستگی شده و لکه‌های جدید را به‌وجود آورده است. در واقع در طبقه ایجاد لکه‌های جدید مساحت لکه

جدول۳- مساحت انواع تغییرات سیمای سرزمین در بازه زمانی ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۸
Table 3. Area of landscape changes between 1996 and 2018

مساحت (هکتار) Areas (Hr.)	نوع تغییر سیمای سرزمین Type of ecological landscape change
۴۱۳۲,۲۹ 4132.29	ایجاد لکه‌های جدید Developing new spaces
۱۶۹۲,۲۹۲ 1692.292	جدا شدن لکه‌ها Segmentation of spaces



شکل ۱۷- ارزش‌های سیمای سرزمین در کاربری فضای سبز منطقه
Fig. 17- Fuzzy map of the values of landscape in green space in the studied area

و تعداد در حال افزایش است درحالی‌که در طبقه جدا شدن لکه تعداد لکه افزایش پیدا می‌کند ولی مساحت کاهش می‌یابد (شکل ۱۶ و جدول ۳).

در ادامه با توجه به تحلیل‌های انجام شده و شناسایی ساختارهای سبز در حال گسستگی بمنظور بهبود وضعیت اکولوژیکی فضای سبز منطقه، مناطق دارای ارزش بیشتر برای حفاظت و توسعه فضای سبز شناسایی شد (شکل ۱۷). بنابراین راهبرد بهینه برای توسعه فضای سبز حفاظت از مناطق دارای پیوستگی بالا (که در نقشه بارنگ بنفش تیره مشخص‌شده‌اند) و ایجاد پیوستگی در مناطقی که دچار تکه‌تکه شدگی لکه‌ها شده‌اند، می باشد.

نتیجه‌گیری

فضای سبز در منطقه ۲۲ شهر تهران از فضای سبز طبیعی به انسان‌ساخت تغییر یافته است با وجوداینکه این منطقه بیشترین میزان سرانه فضای سبز را در بین دیگر مناطق شهرداری تهران دارد (Ashouri, 2017) ولی یافته‌های این پژوهش بیانگر این است که ساخت‌وسازهای بی‌رویه تأثیرهای مهمی روی ساختار اکولوژیک منطقه ۲۲ تهران داشته است که درنتیجه آن فضاهای سبز به کاربری‌های دیگر تبدیل‌شده‌اند که بیشترین میزان تبدیل کاربری فضای سبز به‌ترتیب به کاربری‌های انسان‌ساخت و منابع لکه آبی (دریاچه خلیج فارس) بوده است. همچنین نتایج گویای آن است که لکه‌های فضاهای سبز منطقه ۲۲ تهران نسبت به سال ۱۹۹۶، ازنظر تعداد و مساحت و شکل و اندازه کاهش‌یافته در وضعیت نامناسبی قرار دارند به‌طوری‌که ساختار فضای سبز منطقه ۲۲ تهران در فاصله زمانی بررسی‌شده دارای ساختار ریزدانه و نامنظم شده است و لکه‌های بزرگ فضاهای سبز در سال ۱۹۹۶ که ازلحاظ اکولوژیکی دارای ارزش فراوان بودند در سال ۲۰۱۸ جای خود را به لکه‌های کوچکتر با ارزش اکولوژیکی پایین‌تر داده و ارتباط بین لکه‌های فضاهای سبز قطع‌شده است. نتایج گویای آن است که فضای سبز این منطقه ازلحاظ ساختار اکولوژیک و پیوستگی سیمای سرزمین در وضعیت مناسبی قرار ندارد و تغییرات حاصله در ساختار سیمای سرزمین نشان می‌دهد که تخریب سیمای سرزمین بیشتر از نوع ایجاد لکه‌های

جدید بوده است که درواقع مساحت لکه‌ها کم و لکه‌های جدید ایجاد شده است. درنهایت برای بهبود وضعیت ساختار اکولوژیک و پیوستگی فضای سبز منطقه پیشنهادهای زیر توصیه می‌شود:

۱. حفاظت از فضاهای سبز موجود با ارزش اکولوژیکی بالا و با وسعت زیاد نظیر پارک جنگلی چیتگر، باغ گیاه‌شناسی و اتصال این قطعات بزرگ توسط قطعات کوچکتر یا کریدورهای[۱۴] طبیعی رودخانه‌ها جهت ایجاد پیوستگی در ماتریس طبیعی شهر.

۲. ایجاد بام سبز در نقاطی که امکان ایجاد فضای سبز وجود ندارد؛ تا بتوان پیوستگی اکولوژیکی فضای سبز منطقه را ترمیم کرد. ایجاد فضاهای سبز بزرگ در مناطقی از شهر که لکه‌های سبز با مساحت کم دارند و پتانسیل ایجاد فضاهای سبز جدید را دارند.

۳. حفاظت و بازسازی متناسب با شرایط کریدورهای رودخانه‌ها ازجمله کریدورهای طبیعی رودخانه کن و ایجاد حریم برای آن‌ها با استفاده از پوشش گیاهی اکولوژیک منطقه. اطراف رودخانه‌های کن و وردآورد فضاهای سبز وجود ندارد و این سبب آسیب‌پذیری رودخانه شده از همین رو می‌توان در فضای اطراف رودخانه که فضای باز هستند پوشش گیاهی بومی و مناسب جهت حفاظت از حریم رودخانه ایجاد کرد.

۴. با توجه به قابلیت‌های تحلیل متریک‌های سیمای سرزمین در بهبود ساختار اکولوژیک شهرها و بررسی وضعیت فضای سبز توصیه می‌شود بحث اکولوژی سیمای سرزمین در برنامه‌ریزی و مدیریت فضای سبز شهرها مدنظر قرار گیرد. با استفاده از مدل‌ها و روش‌های مختلف که امروزه در مطالعات اکولوژی سیمای سرزمین کاربرد ویژه‌ای دارند، افزون بر ساختار که در این پژوهش مدنظر قرار گرفت در ادامه پژوهش‌های دیگری درزمینه‌ی عملکرد و فرآیندهای اکولوژیکی[۱۵] در سیمای سرزمین صورت گیرد.

پی‌نوشت‌ها

[1]Landsat
[2]Metrics of Gits & Moran
[3]Phoenix
[4]FRAGStATS
[5]Normalized Entropy
[6]Relative richness
[7]Edge Density
[8]Patch Area
[9]patch compactness
[10]class area
[11]Number of Patches
[12]Mean Patch Size
[13]Mean Shape Index
[14]Corridors
[15]Ecological

منابع

Arekhi, S., 2016. Application of landscape metrics in assessing land use change trends using remote sensing and GIS (case study: Dehloran Desert Region). Geography and Development Quarterly. 40, 59-68.

Ashouri, A., 2017. Review and evaluation of green space application in urban justice (sustainable development) at Tehran Municipality. MSc. Thesis. Islamic Azad University, Tehran Central Branch, Iran.

Asgarian, A., Jabarian Amiri, B., Alizade Shabani, A. and Feghhi, J., 2016. Study of development patterns in Sari City using landscape ecology approach. Natural Environment Journal. 1, 95-107.

Beatley, T., 2000. Green Urbanism: Learning from European Cities. Island Press, Washington, D.C., USA.

Gobster, P.H. and Westphal, L.M., 2004. The human dimensions of urban greenways: planning for recreation and related experiences. Landscape Urban Plan. 68, 147–165.

Gupta, K., Kumar, P., Pathan. S.K. and Sharma, K.P., 2012. Urban neighborhood green index a measure of green spaces in urban areas. Landscape and Urban

Planning. 105, 325-335.

Jafari, A. and Tabibian, M., 2006. Urban planning of Shirin Shahr City, using the principles of landscape ecology. Sabzineh Shargh Quarterly. 12, 3-11.

Manlun, Y., 2003. Suitability analysis of urban green space system based on GIS. MSc. Thesis. International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation, Enschede, Netherlands.

Mokhtari, Z. and Sayahnia, R., 2017. Principales of Quantifying Landscape Pattern. Ava publisher, Tehran, Iran.

Sayahnia, R., Makhdoum, F.F. and Faryadi, Sh., 2017. Ecological indices in evaluation of urban development capability (case study: Tehran metropolitan area). Environmental Science. 15(1), 77-88.

Sadeghi Banis, M., Banaii, V. and Daraiesh, R., 2013. Using gradient analysis of landscape metrics to investigate the change in urban green space (case study: Tabriz City). Geography Quarterly and Zagros Landscape Program. 6, 7-20.

Sadeghi Banis, M., 2015. Using landscape metrics in improving urban ecological network (case study: Tabriz City). Journal of Gardening News. 32, 62-53.

Senanayake, I.P., Welivitiya, W.D. and Nadeeka, P.M., 2013. Urban green spaces analysis for development planning in Colombo, Sri Lanka. Utilizing THEOS satellite imagery – a remote sensing and GIS approach. Urban Forestry and Urban Greening. 12, 307–314.

Yousefi Roubyat, E., 2011. Evaluating spatial compatibility of urban green space considering ecological principles, case study: neighborhood and regional parks in Birjand. MSc. Thesis. Environmental Planning and Management, Tehran University, Tehran, Iran.

Zarabi, A. and Ranjbar, A., 2013. Analysis of urban landuse using urban planning techniques in the GIS (case study: Shiraz 4th Region). Geography and Environmental Planning. 4, 135-154.

Environmental Sciences Vol.18/ No.1/ Spring 2020

187-202

Ecological structure assessment of urban green space using the landscape approach (case study: Tehran's 22nd district)

Parastoo Hassanpour, Romina Sayyahnia* and Hassan Esmaeilzadeh

Department of Environmental Planning and Design, Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Received: 2018.10.01 Accepted: 2019.06.10

Hassanpour, P., Sayyahnia, R. and Esmaeilzadeh, H., 2020. Ecological structure assessment of urban green space using the landscape approach (case study: Tehran's 22nd district). Environmental Sciences. 18(1): 187-202.

Introduction: Urban green space, as an important part of the urban complex ecosystem, offers many ecological, social, and economic services that contribute to the quality of life in cities. Today, the rapid growth of urbanization, along with a lot of changes in land cover and land use, has caused many environmental impacts associated with a reduction in green spaces and, as a result, have negative environmental impacts. Accordingly, the purpose of this study was to investigate the trend of changes in the extent and structure of green spaces in the 22nd district of Tehran from 1996 to 2018 with the landscape ecology approach.

Material and methods: One of the principles of the ecology of the land is to examine the changes in land use and land cover over time. Accordingly, in the present study, using LANDSAT satellite imagery from 1996 and 2018, landslide maps of Tehran's District 22 were first developed in four classes including man-made, green spaces, open spaces, and water patches. In the following, the selection of landscape metrics at the level of the landscape including normalized entropy, relative richness, edge density, patch area, patch compactness and class-level metrics including the number of patches, edge density at the class level, mean patch size, and mean shape index were analyzed for landscape analysis.

Results and discussion: The findings revealed that green areas of zone 22 of Tehran have been structurally changed from 1996 to 2018 from the aspect of cohesion, and doesn't have a desirable situation because the structure of urban green spaces has been diminished. Namely, two type of basic changes have been occurred in ecological landscape, including developing new polygons and segmentation of polygons.

*Corresponding Author. *Email Address*: r_sayahnia@sbu.ac.ir

Conclusion: The findings of the research indicated that green patches in the district 22 of Tehran, in comparison with previous years, in terms of number, area, size and shape have undergone major changes and is not in a desirable condition, because the structure of urban green spaces have been fragmented. Accordingly, suitable spots for the development and improvement of the continuity of urban green patches were presented.

Keywords: Green space, Landscape ecology, Landscape metrics, District 22 of Tehran.