نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال دهم، شماره ٤، زمستان ١٤٠٢

صفحات ٥٩ – ٧٨

تحلیل نقش تغییر کاربری زیرساخت‌های سبز در تاب‌آوری اکولوژیک منطقه یک شهرداری تهران

تاج الدین کرمی[1]؛ استادیار جغرافیا و برنامه ریزی شهری، گروه جغرافیای انسانی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

علی شماعی؛ دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، گروه جغرافیای انسانی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

فاطمه محبی؛ دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، گروه جغرافیای انسانی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

دریافت مقاله :۱۴۰۱/۰۷/۱۲ پذیرش نهایی:۱۴۰۲/۰۹/۲۶

چکیده

تاب‌آوری اکولوژیک مفهومی است که بر قابلیت بازگشت‌پذیری ساختارها و کارکردهای اکولوژیکی در مقابل شوک‌های وارده دلالت دارد. پهنه شمالی تهران به مثابه مهم‌ترین پشتوانه‌های اکولوژیک این شهر در دهه‌های اخیر دچار تغییرات کاربری زیادی شده است. تحقیق حاضر تحلیل نقش تغییر کاربری در تاب‌آوری اکولوژیک زیرساخت‌های سبز (به عنوان یکی از ارکان ساختاراکولوژیکی) منطقه یک شهرداری تهران پرداخته است. این تحقیق به لحاظ هدف کاربردی و به لحاظ روش توصیفی ـ تحلیلی محسوب می‌شود. از داده‌های ماهواره‌ای لندست (۲۰۲۱-۱۹۷۶) برای کشف تغییرات مورد نظر و از سنجه‌های سیمای سرزمین برای تحلیل وضعیت تاب‌آوری اکولوژیک استفاده شده است. بر اساس یافته‌های تحقیق، سنجهٔ اندازه لکه‌ها(CA) و تعداد لکه‌های(NP)، سبز در طی دوره مورد بررسی، از نظر وسعت کاهش یافته و از نظر تعداد دچار افزایش چشم‌گیری شده‌اند. این تغییرات بیانگر فرایند خرددانگی و از بین رفتن انسجام ساختاری لکه‌های سبز است. نتایج حاصل از متریک پیوستگی(ENN و GYRATE) نیز پیوستگی کمی بین لکه‌های سبز منطقه را نشان می‌دهد. بعلاوه نتایج سنجه CONTAG، بیان می‌کند که درصد سرایت به خاطر پیوستگی کم، پایین است. بنابراین می‌توان گفت که زیرساخت‌های سبز منطقه در مقابل تغییرات کاربری اراضی انسجام ساختاری خود را از دست داده و در نتیجه کارکردها و خدمات اکولوژیکی مورد انتظارِ آن‌ها نیز دچار نارسایی شده‌اند. بنابراین زیرساخت‌های سبز منطقه مورد مطالعه در مقابل تغییرات کاربری آسیب‌پذیر بوده و به نحو بارزی از تاب‌آوری اکولوژیک آن‌ها کاسته شده است.

واژه‌های کلیدی: تاب‌آوری‌اکولوژیک، تغییر کاربری، زیرساخت سبز، سنجه‌های سیمای سرزمین، منطقه یک شهرداری تهران.

[1] نویسنده مسئول: Email: karamit@khu.ac.ir

مقدمه

در توسعه شهریِ مدرن، شهرها به مثابه مجموعه‌ای از زیرساخت‌های برنامه‌ریزی‌شده قلمداد می‌شوند. بر اساس شکل ۱، زیرساخت‌های عمده شهری شامل زیرساخت‌های خاکستری (سازه‌های مهندسی و ساختمان‌ها)، زیرساخت‌های اکولوژیکی سبز و آبی و زیرساخت‌های قرمز (زیرساخت‌های اجتماعی ـ اقتصادی) هستند. کارکرد اصلی این زیرساخت‌ها تأمین کالا و خدمات مورد نیاز شهروندان است (Young et al,۲۰۱۵). زیرساخت سبز بخشی از سیستم اکولوژیک پشتیبان حیات است که بر شبکه‌ای به هم‌پیوسته از عناصر طبیعی (جنگل، تالاب و...)، نیمه‌طبیعی (باغ، زمین‌های کشاورزی و...)، و مصنوعی (پارک‌ها، بام‌سبز و...)، اطلاق می‌شود. کارکرد زیرساخت‌های موصوف، ارائه خدمات اکوسیستمی مانند پاک‌سازی هوا، فیلترکردن و خنک کردن آب (خدمات تنظیم‌گر)، چرخه مواد مغذی،تولید آب و خاک (خدمات پشتیبان)، تأمین مواد غذایی (خدمات تأمین‌گر)، و ارزش‌های زیبایی‌شناسی و اکوتوریسم (خدمات فرهنگی) است. به واقع زیرساخت‌های سبز از ارکان اصلی شکل‌گیری محیط زیست سالم‌اند و مزایای زیادی برای سلامت جسمی و روانی شهروندان و منافع اجتماعی و اقتصادی فراوانی برای توسعه جوامع به همراه دارند (Tzoulas,۲۰۰۷: ۱۶۷–۱۷۸). از اینرو می‌توان نتیجه گرفت که پایداری و تاب‌آوری اکولوژیکی محیط‌های شهری به توانایی اکوسیستم‌های شهری و پیراشهری در ارئه خدمات اکوسیستمی (تأمین‌گر، تنظیم‌گر، پشتیبان و فرهنگی) زیرساخت‌های اکولوژیکی و سبز وابسته است. خدمات اکوسیستمی تولید شده توسط زیرساخت‌های سبز سبب ارتقای رفای و بهروزی ساکنان شهری در پنج مؤلفه تأمین مواد و مصالح برای یک زندگی خوب، سلامت، امنیت، ارتباطات اجتماعی، آزادی و انتخاب می‌شوند (Nastran et al, ۲۰۱۶). شکل ۲ این موضوع را نشان می‌دهد.

تاب‌آوری بر توانایی و ظرفیت جذب اختلالات، سازگاری با تغییر و توانایی ثبات ساختارها و کارکردهای یک سیستم در برابر مخاطرات، تغییرات، اختلالات و شوک‌های ناگهانی دلالت دارد. در ادبیات اکولوژی، تاب‌آوری از دو دیدگاه تاب‌آوری مهندسی و تاب‌آوری اکولوژیک مورد توجه قرار می‌گیرد. تاب آوری مهندسی بر توانایی بازگشت به حالت قبل از آشفتگی یا بازگشت به ثبات پیش از شوک وارده تاکید می‌کند (Pickett, ۲۰۱٤). این برداشت تک تعادلی و پیش‌بینی پذیر، همسو با تمایل مهندسی برای طراحی یک نظام ایمن است (پریور و همکاران،۱۳۹۹). اما تاب آوری اکولوژیک بر ظرفیت یک سایت برای انطباق تغییرات و شوک‌های وارده و توانایی کنترل تعاملات اکولوژیک آن تاکید دارد(Pickett, ۲۰۱٤). تاب‌آوری اکولوژیک مبتنی بر دیدگاهی تکاملی است که تصدیق می‌کند طبیعت در حال تکامل و سازگاری مداوم است. تاب‌آوری اکولوژیک بر ظرفیتِ نظام‌های اکولوژیکی در مقابل مخاطرات، تغییرات، شوک‌ها و اختلات برای حفظ ساختار یعنی ترکیب و توزیع فضایی یا چیدمان عناصر نظام اکولوژیکی و حفظ کارکردهای آن دلالت دارد (پریور و همکاران،۱۳۹۹). بر عکس، نظام‌های مهندسی سیستم‌های پیچیده اکولوژیکی و اجتماعی ـ اقتصاد در میان مجموعه ای از متغیرها حرکت می‌کنند و هرگز یک نقطه تعادل معین ندارند. در تاب‌آوری مهندسی بازگشت به وضعیت ثابت و پایدار می‌تواند معنا پیدا کند، اما در نظام‌های اکولوژیک و اجتماعی وضعیت‌های ثابت و پایدار برای بازگشت بسیار نادرند. این امر در مورد نظام‌های پیچیده شهری که حاصل ترکیب فرایندها و رویدادهای طبیعی و فرهنگی هستند و تحت تأثیر شرایط متغیر محیطی، اقلیمی،

اجتماعی، اقتصادی، سیاسی و ... قرار دارند، بیشتر صدق پیدا می‌کند. بنابراین استفاده از استعاره‌هایی مانند انطباق یا تطبیق با شرایط و تغییرات جدید مناسب‌تر است (Pickett, ۲۰۱٤).

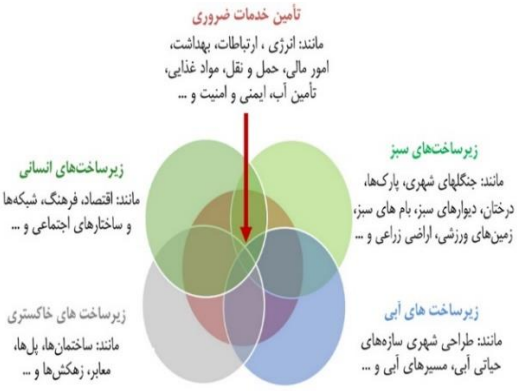
تحلیل ساختارها، کارکردها و تنوع زیستی زیرساخت‌های اکولوژیک نقش مهمی در تاب‌آوری خدمات اکوسیستمی دارند. اما نباید از واکنش نظام برنامه‌ریزی و مدیریت به تغییرات و اختلات و نیز پویایی تقاضا برای خدمات اکوسیستمی غافل ماند. به لحاظ مکانی تولید و عرضه خدمات اکوسیستمی باید با تقاضا و تغییرات آن در انطباق باشد. علاوه بر این موارد، برنامه‌ریزان، طراحان و مدیران باید زمینه‌ها و فرایندهای اکولوژیک، اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، کالبدی و رخدادهای اکوسیستم‌ها طبیعی و انسانی را در مدیریت خدمات اکوسیستم لحاظ کنند. مک‌فرسون و همکاران (۲۰۱۵)، تاب‌آوری اکولوژیک در شهرها را به تاب‌آوری خدمات اکوسیستم (که عمدتاً از طریق زیرساخت‌های سبز تولید می‌شوند) پیوند می‌دهند. زیرا بین تاب‌آوری خدمات اکوسیستمی و کمیت،کیفت و تنوع خدمات اکوسیستمی رابطه مستقیمی وجود دارد (ن.ک: شکل ۳). با افزایش فضای باز و سبز بر تنوع، کمیت و کیفت خدمات اکوسیستم افزوده شده و تاب‌آوری اکولوژیک ارتقا می‌یابد. بر عکس زمانی که زیرساخت‌های خاکستری سطح بیشتری از زمین‌های شهری را می‌پوشانند، تاب‌آوری اکولوژیک شهری کاهش پیدا می‌کند (McPhearson, et al, ۲۰۱٥). در واقع شهرها برای سوخت و ساز و انجام کارکردهای خود نیازمند و ناچار به تسلط بر فضا، اشغال زمین و تغییرات کاربری‌اند. این روند اغلب به سود گسترش زیرساخت‌های خاکستری و به زیان زیرساخت‌های اکولوژیکی تمام می‌شود. تراکم جمعیت و فعالیت‌های فشرده اجتماعی و اقتصادی در نواحی شهری نیز اثرات نامطلوبی بر منابع و زیرساخت‌های اکولوژیک محلی داشته و موجبات کاهش تاب‌آوری اکولوژیکی را فراهم می‌کند. به علاوه الگوی توزیع فضایی زیرساخت‌ها و خدمات اکولوژیک نیز عامل مهمی در تاب‌آوری اکولوژیک به شمار می‌رود. وقتی زیرساخت‌های اکولوژیک توزیع ناموزونی دارند و در یک فرایند قطبش مکانی در یک یا چند جای خاص تجمیع می‌شوند و به تکه‌ها و قطعات پراکنده فاقد ارتباط و انسجام تقسیم می‌شوند. به بیان دیگر گسترش زیرساخت‌های خاکستری و سطوح نفوذناپذیر در چشم‌انداز[۱] شهری سبب بروز پدیده‌هایی مانند خرددانگی[۲] و انزوای زیستگاه‌های اکولوژیک، ساده شدن و همسان شدن ترکیب گونه‌ها و انقطاع در سیستم‌های هیدرولوژیکی می‌شود (Gibbons, ۱۹۹٦ & Arnold,۲۰۰۱). در نتیجه این روند ظرفیت سازگاری، تنوع، ثبات و افزونگی[۳] برای تاب‌آوری اکوسیستم کاهش‌می‌یابد. قابلیت سازگاری بر ظرفیت اکوسیستم شهری برای جذب اختلالات و میزان آمادگی ارکان، عناصر و بازیگران اکوسیستم‌های شهری برای انطباق با شرایط ناشی از تغییرات جدید دلالت دارد. همچنین تنوع، فراوانی تولید و عرضه خدمات اکوسیستمی بر ظرفیت‌های انطباقی اکوسیستم تأثیر گذار است. ثبات و مقاومت اکوسیستم‌ها نیز در مقابل تغییرات و اختلات وارده نقش مهمی در تاب‌آوری اکولوژیک آن ایفا می‌کند. به علاوه سیستمی که از افزونگی لازم برخوردار باشد، زمانی که اجزای با عملکرد مشابه آن دچار اختلال شوند، سیستم می‌تواند با استفاده از ظرفیت افزونگی به کار خود ادامه دهد (Wang et al,۲۰۲۳).

---

۱ - Landscape

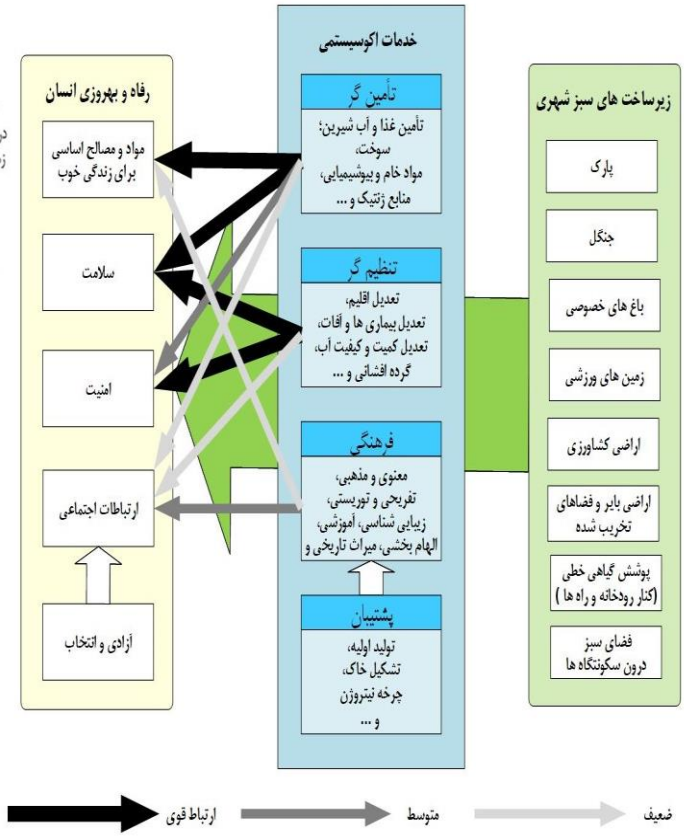
۲ - Fragmentation

۳ - Adaptation, Diversity, Robustness and Redundancy



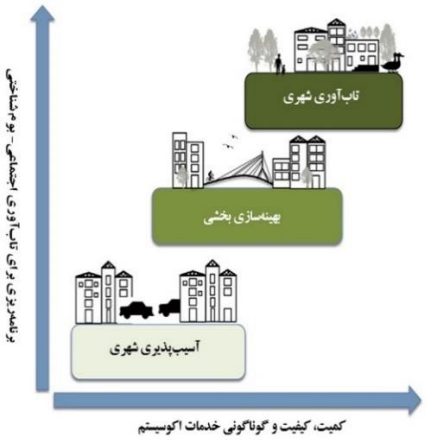
شکل ۱: زیرساخت های عمده شهری و کارکرد آنها

Source: Young & Jones,۲۰۱۵



شکل ۲: ارتباط بین زیرساخت‌های سبز، خدمات اکوسیتمی و رفاه انسانی

Source: Nastran et al, ۲۰۱۶



شکل۳: نقش زیرساخت‌ها و فضای سبز در بهبود کیفیت محیط و تاب‌آوری شهری

Source: McPhearson, et al, ۲۰۱۵

در یک نگاه بنیادین تفاوت در تاب‌آوری اکولوژیکی در پهنه‌ها و محله‌های شهری متأثر از منطق حاکم بر توسعه شهر است. این منطق اغلب تحت آمیزه‌ای از روابط اکولوژی اجتماعی، الزامات اقتصادی سیاسی فضا و تصمیمات سیاسی ـ نهادی شکل می‌گیرد. از منظر مکتب اکولوژی اجتماعی شیکاگو، رقابت بر سرزمین، زمین و منابع در یک منطقه شهری منجر به ساخت‌وساز مداوم فضای شهر به برای ایجاد کنام‌های[۱] اکولوژیکی متفاوت برای گروه‌های قومی و اجتماعی می‌شود. تحت چرخه‌های تهاجم ـ جایگزینی[۲] و به دنبال افت کیفیت محله‌های مسکونی، ثروتمندان به سمت سکونت در نواحی و محله‌های خوش‌آب‌وهوا با کیفیت محیطی مطلوب‌تر تمایل پیدا می‌کنند. اقشار کم‌درآمد، فقرا و مهاجران فقیر نیز در محله‌های سابقاً مرفه و محله‌های فرسوده و رو به زوال ساکن می‌شوند(Wu et al,۲۰۱۳: ۴۳). همچنین دیدگاه اقتصاد

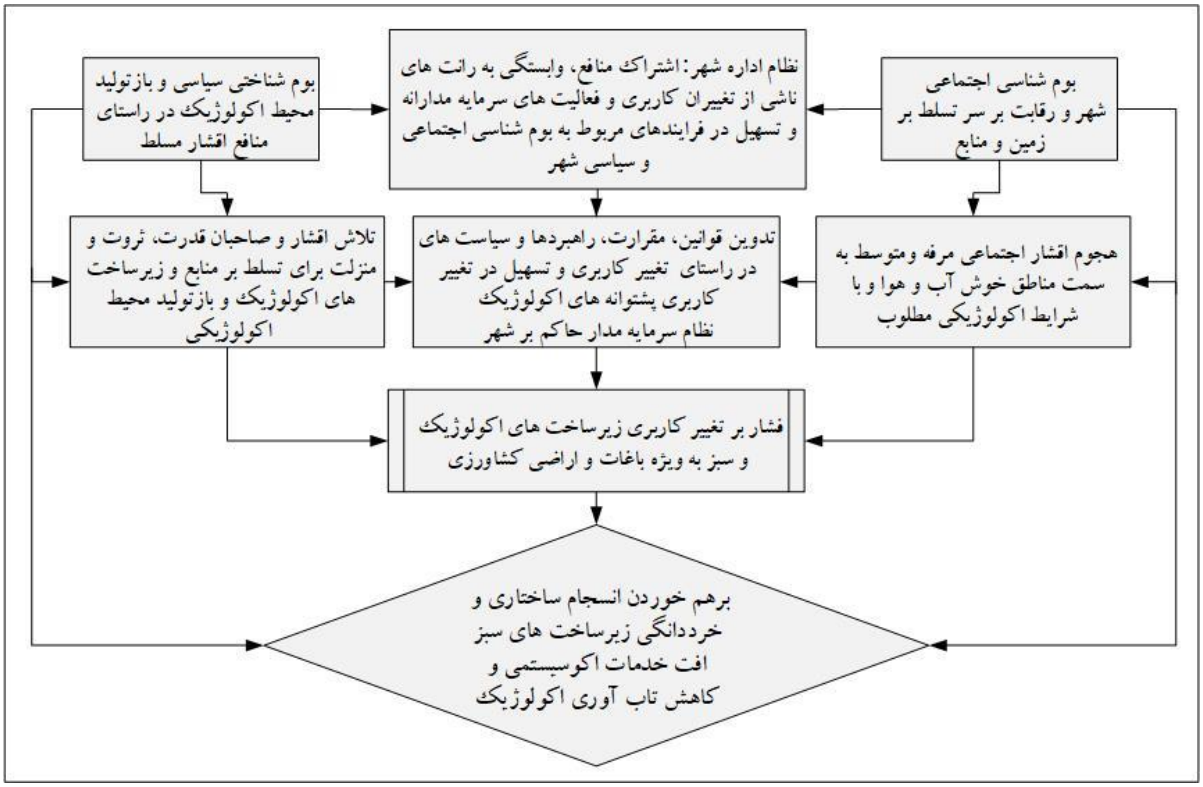
۱- niches

۲- Invasion-Succession Cycles

سیاسی فضا ضمن انتقاد از نگاه اکولوژی اجتماعی به شهر، نگاه خود را بر ساختارها و سازوکارهای نابرابر حاکم بر روابط سرمایه‌داری به مثابه معمار اصلی فضا متمرکز می‌کند. از منظر رهیافت اکولوژی سیاسی شهر که متاثر از دیدگاه اقتصاد سیاسی فضا است، شهری‌شدن نوعی بازتولید طبیعت ثانویه در محیط های شهری است. در شهر با پیشی گرفتن رشد تولیدات اجتماعی از تولیدات طبیعی، شرایط محیطی ویژه‌ای شکل می‌گیرد که ساختار اجتماعی ـ اقتصادی مسلط در تعیین و چگونگی آن نقش اساسی دارد. این شرایط توسط نخبگان و ذی‌مدخلان شهری کنترل و دستکاری می‌شود تا بر منافع آنها منطبق شود. به این ترتیب ساختار اجتماعی ـ اقتصادی و طبقات اجتماعی برآمده از اقتصاد سیاسی، محیط و مواهب طبیعی را در اختیار گرفته و محیط اکولوژیکی را راستای منافع خود بازتولید می‌کنند. به واقع این فرایند اقتصاد سیاسی حاکم بر شهر است که تعیین کننده برندگان و بازندگان توسعه شهری چه کسانی یا چه محله‌های باشند (Heynen, Perkins and Roy,۲۰۰٦). برنده بودن یا بازنده بودن در عرصه توصه شهر نمی‌تواند بی ارتباط با تصمیمات دست اندرکاران اداره امور شهر از قبیل برنامه‌ریزان شهری، دیوانسالاران محلی، کارگزاران اجتماعی، آژانس‌های معاملات ملکی و. .. باشد. زیرا آنها نیز در راستا و تکمیل اقتصاد سیاسی حاکم بر فضا، دستیابی به منابع و تسهیلات کمیاب شهر را کنترل می‌کنند (استیونسون، ۱۳۸۸: ۷۰). به این ترتیب مجموعه‌ای از زمینه‌ها، مناسبات، فرایندها و سازوکارهای متعامل و هم‌افزای مربوط به بوم‌شناختی اجتماعی، بوم‌شناختی و نظام اداره شهر، شرایط را برای تسلط بر زیرساخت‌های شهری و به ویژه زیرساخت‌های سبز به مثابه پشتوانه‌ها اکولوژیک نظام سرمایه‌مدار حاکم بر شهر، فراهم می‌کند. به بیان دیگر جستجوی اقشار مرفه برای شرایط اکولوژیکی زیست مطلوب فراسوی مرزهای رسمی شهر نیز کشانده می‌شود و نوعی حومه نشینی اقشار مرفه را در مناطق پیراشهری و گاه دورتر رقم می‌زند. در نتیجه منطق هم‌افزای برآمده از ساختارها، فرایندها و سازوکارهای مربوط بوم‌شناختی اجتماعی، بوم‌شناختی سیاسی و نظام اداره شهر، منطقی بر توسعه شهری حاکم می‌شود که مداخله، دستکاری و تغییر کاربری را را به نفع کاربری‌های جاذب سرمایه‌گذاری و منفعت‌آفرین را توجیه پذیر می‌کند(کرمی و همکاران،۱۳۹۱). در این شرایط فضاهای باز و سبز به ویژه باغات تحت فشار فزاینده برای تفکیک قطعات ملکی، بلندمرتبه‌سازی، یجاد برج‌باغ‌ها و تغییر کاربری قرار می‌گیرند. به این ترتیب نواحی و محله‌های از شهر که اکنون مرفه به نظر می‌رسند در مسیر فرایند کاهش تاب‌آوری و کیفیت زیست نامطلوب گام برمی‌دارند (شکل ۴).

این چنین است که در عمل، توسعه فعالیت‌های انسانی و حفاظت از محیط زیست، اغلب فرایندهایی متناقص و گاه متضاد به شمار می‌روند. زیرا غالباً توسعه به افزایش جمعیت و فعالیت‌های اقتصادی وابسته است. با افزایش جمعیت و فشار فزاینده تقاضا برای تأمین زمین و فضا، تغییرات کاربری نیز شدت می‌یابد. در نتیجه تغییرات کاربری زمین، تعادل بین "فعالیت‌های انسانی و پیکره کالبدی مربوط به زیرساخت‌های خاکستری" به ضرر "زیرساخت‌های اکولوژیک به مثابه هسته اصلی تاب‌آوری اکولوژیک" به هم می‌خورد. با برهم‌خوردن انسجام ساختاری شبکه زیرساخت‌های سبز، تکه پاره شدن، تفرق و توزیع ناموزون فضاهای سبز، زمینه کاهش تنوع زیستی، اختلال در کارکردها و خدمات اکوسیستمی زیرساخت‌ها و فضای سبز فراهم می‌شود. در چنین وضعیتی، نظام برنامه‌ریزی و مدیریت شهری ناچار به مداخله می‌شود. بنابراین تلاش می‌شود از طریق سازگاری توسعه انسانی با منابع طبیعی و اکولوژیکی و بهره‌برداری پایدار از آنها، توسعه فعالیت‌های انسانی را نظام‌مند کرده و موجبات حفظ زیرساخت‌های اکولوژیک و ارتقای امنیت اکولوژیکی را فراهم کنند(Wu, et al,۲۰۲۰).

این درست بازنمایی سرشت متناقض توسعه شهری در تولید توأمان مزیت و مضرت[۱] در راستای نقش‌آفرینی به مثابه موتور اصلی رشد و توسعه، کانون اصلی چالش‌های محیط‌زیستی و اجتماعی ـ اقتصای و نیز رهبری جوامع انسانی به سمت توسعه پایدار است(Wu et al: ۲۰۱۳).



شکل ۴: مدل مفهومی تغییر کاربری زیرساخت‌های سبز و کاهش تاب‌آوری اکولوژیک در مناطق خوش آب و هوای شهری

کاهش سطح تاب‌آوری در برابر اختلات اکولوژیکی و اجتماعی ـ اقتصادی شهرها را از مسیر پایداری دور می‌کند (McPhearson, et al, ۲۰۱۵). از اینرو ارتقای پایداری، تاب آوری و سرزندگی شهرها در کشورهای توسعه یافته، به اهدافی راهبردی برای دولت‌ها تبدیل شده‌است. راهبردهای شهرهای "خودکفا، ایمن، تاب‌آور و پایدار" در ایالات متحده امریکا و " توسعه زیرساخت‌های سبز" و "توسعه شهری طبیعت محور" در اتحادیه اروپا در این راستا قابل ارزیابی است (مثنوی،۱۳۹۶: ۲۶). در دهه‌های اخیر تحقیق در موضوع زیرساخت‌های سبز در تاب‌آوری اکولوژیک نیز رو به افزایش بوده است. در این راستا می‌توان به نتایج تحقیقات وانگ و همکاران (Wang et al,۲۰۲۳) در مقاله "چارچوب کمی ارزیابی تاب‌آوری اکولوژیک شهری: بسط شناخت از منظر چند خصیه‌ای"، پامکو ـ البِرز و همکاران (Pamukcu-Albers, et al,۲۰۲۱) در مقاله"ایجاد زیرساخت‌های سبز برای افزایش تاب آوری شهری در برابر تغییرات آب و هوایی و بیماری‌های همه‌گیر"، پارکر و سیمپسون (Parker and Simpson,۲۰۲۰) در مقاله "چارچوب نظری برای تقویت پیوندهای انسان و طبیعت و تاب آوری شهری از طریق زیرساخت سبز"، وو و همکاران (Wu, et al,۲۰۲۰). در مقاله "افزایش تاب‌آوری

۱- boon and a bane

اکولوژیکی مبتنی بر زیرساخت سبز در سیستم‌های شهری"، فو و همکاران (FU, et al,۲۰۲۰) در مقاله "ارزیابی عملکرد زیرساخت سبز از طریق یک لنز تاب آوری شهری"، وُگرا و جودیس (Voghera and Benedetta Giudice,۲۰۱۹) در مقاله " ارزیابی و برنامه‌ریزی زیرساخت سبز: چشم انداز استراتژیک برای پایداری و تاب آوری" لیو و همکاران (Liu, et al,۲۰۲۰) درمقاله "بهبود تاب آوری شهری از طریق زیرساخت سبز"، میرو و نیوئل (Meerow and Newell,۲۰۱۷)، در مقاله "برنامه‌ریزی فضایی برای زیرساخت سبز چند منظوره: انعطاف پذیری رو به رشد در دیترویت"، مک‌فرسون و همکاران (McPhearson, et al, ۲۰۱۵) در مقاله "تاب آوری از طریق خدمات اکوسیستم شهری" و آلبرتی و مازلوف (Albert and Marzluff,۲۰۰٤) در مقاله "تاب‌آوری اکولوژیک در اکوسیستم‌های شهری: پیوند الگوهای شهری به کارکردهای انسانی و اکولوژیکی" اشاره کرد. در سال‌های اخیر پژوهشگران ایرانی نیز موضوع تاب‌آوری اکولوژیک را مورد توجه قرار داده‌اند. در این راستا می توان به نتایج پژوهش‌های زاهدی کلاکی و همکاران(۱۴۰۰)، با عنوان "تبیین ساختار اکولوژی شهری در راستای ارتقای ضریب تاب‌آوری زیست محیطی با استفاده از تحلیل متریک‌های سیمای سرزمین (مطالعه موردی شهر بهشهر)"، یوسف زاده و همکاران (۱۳۹۶) با عنوان "ارزیابی تاب‌آوری خدمات اکوسیستمی در محیطزیست شهری (مطالعه موردی شهر یزد)" و پریور و همکاران(۱۳۹۲)، زیر عنوان "بسط راهبردهای پایداری اکولوژیک برای افزایش تاب‌آوری محیطزیست شهری(نمونه موردی :مناطق ۱ و ۳ شهرداری تهران)، کرمی و همکاران (۱۳۹۱) در مقاله بایسته های بوم شناسی سیاسی شهر: الگوی توزیع تاج پوشش درختی و نابرابری فضایی در شهر تهران اشارکرد. به علاوه پریور و همکاران(۱۳۸۷)، در مقاله "تحلیل زمانی و توزیع مکانی فضاهای سبز شهری تهران در مقایس سیمای سرزمین، نشان داده‌اند که فضاهای سبز در شهر تهران از نظر نحوه ترکیب و توزیع دارای شرایط مطلوبی نیستند و طی دوره زمانی مورد مطالعه لکه‌های سبز از لحاظ وسعت، پیوستگی و ماهیت ترکیب و توزیع فضایی دچار روند تخریب شده‌اند. بنابراین در حال حاضر شبکه موزائیک لکه‌های سبز شهر، از وسعت و پیوستگی لازم را برای ارائه خدمات اکولوژیکی به منظور بهبود کیفیت محیط زیست شهر تهران برخوردار نیستند. بررسی پیشنه تحقیق نشان داد که به رغم توجه موضوع فضای سبز و نقش آن در تاب‌آوری، تحلیل این موضوع در منطقه یک شهرداری تهران در متن یک نگاه فراگیر به تحولات شهری و تلفیق آن با اندازه‌گیرها متریک نگاهی متفاوت محسوب می‌شود.

توسعه کنونی تهران به مثابه پایتخت و مرکز ثقل کارکردهای سیاسی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور متأثر از منطق حاکم بر توسعه کشور و این شهر است. در منطق بوم‌شناختی حاکم بر تهران، چه در الگوی توسعه سنتی و چه در الگوی توسعه مدرن آن، تسلط بر اراضی پایکوهی شمال تهران (شمیران) از اهمیت زیادی برخوردار بوده است. چنانچه پس از انتخاب تهران به پایتختی به تدریج، باغ‌ها، دره‌ها و کوهپایه‌های شمالی تهران مورد توجه خاندان سلطنتی، اشراف، اعیان و برخی سفارت‌خانه‌های خارجی واقع شد (چگینی،۱۳۹۱). در صدساله اخیر نیز منطق حاکم بر توسعه کشور، تمرکز قدرت و انباشت سرمایه به نفع شهر تهران و در این شهر هم به نفع نهادها، شرکت‌ها و لایه‌های اجتماعی خاص قطعیت یافته است (رئیس‌دانا،۱۳۸۱). بازنمایی فضایی لایه‌بندی اجتماعی پیش‌گفته، انطباق توپوگرافی اجتماعی بر توپوگرافی طبیعی در راستای شیب جنوب به شمال شهر تهران است (رهنمایی،۱۳۸۱). شمیران تا دهه‌های ۲۰ و ۳۰ از شهر تهران جدا بود، اما با گسترش شهر تهران در دهه‌های ۳۰ و ۴۰، به دلیل داشتن ارزش‌های زیست‌محیطی فراوان مورد توجه بیش از پیش

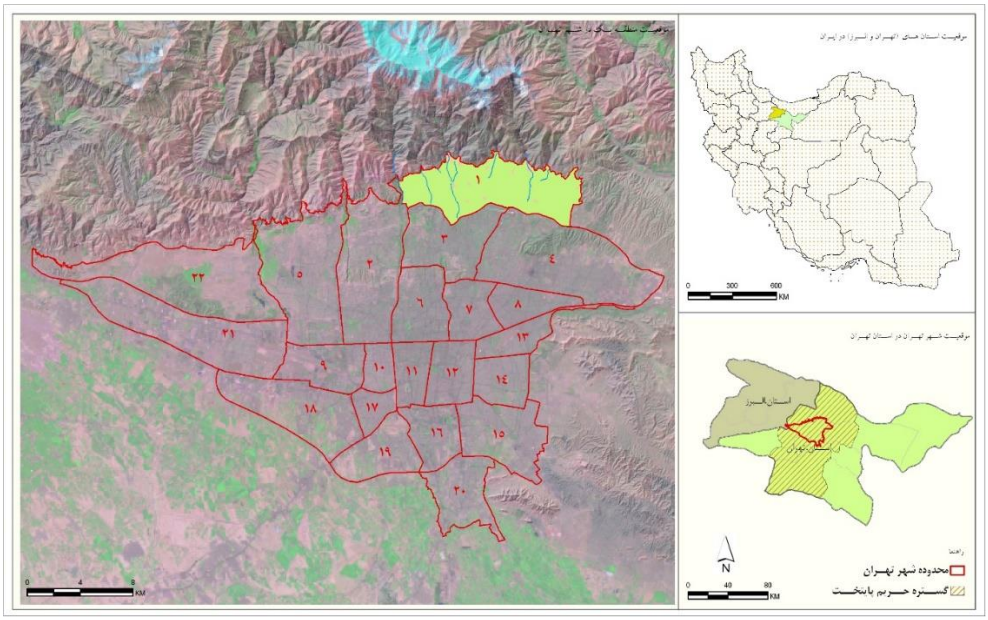
نهادهای حکومتی، سفارت‌خانه‌های خارجی و اقشار مرفه و پردرآمد قرار گرفت. ز دهه ۱۳۴۰ و به دنبال تغییر الگوی مسکن به نفع بلندمرتبه‌سازی، سکونت در مناطق شمالی تهران و به ویژه منطقه یک شهرداری، مورد اقبال گسترده لایه‌های پایین‌تری از طبقه متوسط قرارگرفت (مدنی‌پور،۱۳۸۱). در دهه‌های اخیر روند ناپایدار اسکان جمعیت و بلندمرتبه‌سازی در منطقه یک شهرداری ادامه یافته است. این روند به ویژه به تقویت ساختار ناسالم تولید، مستغلاتی شدن شدید اقتصاد، نقش زمین و مسکن در حفظ بلندمدت ارزش دارائی‌ها در شرایط تورمی، تراکم‌فروشی، رانت موقعیتی و طبقاتی مربوط می‌شود. در نتیجه ارزش مبادلاتی در مناطق شمالی و به ویژه منطقه یک شهرداری تهران شده است. این روند منجر به ائتلاف نانوشته‌ای از بازیگران دولتی، شهرداری، بساز به فروشان و مالکان شده است. تعلاوه بر این تبدیل منطقه یک شهرداری تهران به مهم‌ترین منبع درآمدی حاصل از تراکم فروشی، موجبات فشار فزاینده برای تغییر کاربری باغات و ساخت برج باغ‌ها، فراهم آورده است. (چگینی،۱۳۹۱). رشد زیاد جمعیت منطقه در دهه‌های اخیر، فشار فزاینده بر منابع زیست‌محیطی آن وارد کرده است. روندی که می‌تواند دامنه آسیب‌پذیری از مخاطرات محیطی را در این منطقه گسترش دهد. یکی از این مخاطرات تغیر کاربری زیرساخت‌های سبز است. تحقیق حاضر در پی‌آن است که نشان دهد که چگونه تغییرات کاربری اراضی موجب گسترش زیرساخت‌های خاکستری و کاهش زیرساخت‌های سبز در منطقه یک شده است؟ و چگونه فرایند مذکور سبب برهم زدن انسجام ساختاری و کارکردی زیرساخت‌های سبز شده و زمینه کاهش تاب‌آوری اکولوژیک را در این منطقه فراهم خواهد کرد.

داده‌ها و روش کار

- **قلمرو جغرافیایی مورد مطالعه**

محدوده مورد مطالعه منطبق بر منطقه یک شهرداری تهران است که بین عرض‌های ۳۵ درجه و ۴۶ دقیقه و ۳۵ درجه و ۵۰ دقیقه شمالی و طول ۵۱ درجه و ۲۳ دقیقه و ۵۱ درجه و ۳۲ دقیقه شرقی قرار دارد. تمایل به سکونت در منطقه یک تهران از زمان قاجارها تا به اکنون تحولات زیادی را به خود دیده است. در دهه‌های ابتدایی حاکمیت قاجارها، خصلت‌های عشایری قاجارها، تبعیت آنها از سنت ییلاق ـ قشلاق و رهایی شرایط نامطلوب محیطی شهر تهران در فصل گرم سال، سبب توجه آنها به شمیران شد. متعاقب این جریان، اشراف، اعیان و برخی سفارت‌خانه‌های خارجی نیز به جریان دست‌اندازی بر اراضی کوهپایه‌ای شمال تهران پیوستند. با تأسیس حکومت پهلوی و استقرار رضاشاه در منطقه سعدآباد تمایل سکونت اشراف و اعیان در شمیران بیشتر شد. اما از دهه ۱۳۴۰ به این طرف لایه‌های بیشتری از طبقات مرفه و متوسط به سکونت در مناطق شمالی تهران و به ویژه در محدوده مکانی منطقه یک کنونی بیشتر شد. این روند پس از پیروزی انقلاب اسلامی تشدید شد به همین دلیل در دهه‌های اخیر جمعیت ساکن در منطقه افزایش یافته است. طبق آمار منتشر شده از سوی شهرداری منطقه‌ی یک، این منطقه دارای ۱۰ ناحیه و ۳۱ محله می‌باشد. این منطقه با وسعتی حدود ۴۶۳۰ هکتار، بر اساس نتایج سرشماری سال ۱۳۹۵ حدود ۴۹۳۸۸۹ نفر را در خود جایی داده است. جمعیت این منطقه در سال ۱۳۶۵ بالغ بر ۲۱۴۵۰۸ نفر بوده است. این بدان معنا است که جمعیت این منطقه در یک دوره ۳۰ ساله (از ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۵)، ۲/۸ درصد رشد داشته است. منطقه یک تهران امروزه منطقه‌ای مرفه نشین محسوب می‌شود. با این وجود بیش‌ترین شکاف

درآمدی را نیز دارد. دلیل آن نیز ادغام هسته‌های روستایی و تبدیل شدن آنها به مأمن اقشار فرودست و فقیر است. این منطقه بیشترین سهم از اقشار اجتماعی فرادست تهران را در خود جایی داده و به لحاظ قیمت گران‌ترین منطقه تهران محسوب می‌شود (چگینی،۱۳۹۰). شکل ۵ موقعیت جغرافیایی این منطقه را نشان می‌دهد.



شکل۵.موقعیت جغرافیایی منطقه یک شهر تهران

- **روش تحقیق**
  - **نوع تحقیق و داده‌های مورد نیاز**

تحقیق حاضر به لحاظ روش‌شناسی ماهیتی اثباتی دارد، به لحاظ هدف، کاربردی و به لحاظ روش، ماهیتی توصیفی ـ تحلیلی دارد. جامعه مورد مطالعه تحقیق مشتمل بر محدوده مصوب طرح جامع تهران است. داده‌های مورد نیاز تحقیق نیز شامل داده‌های ثانویه بوده که مشتمل بر موارد زیر است:

- داده‌های جمعیتی مرکز آمار ایران؛
- داده‌های طرح‌های توسعه شهری؛
- داده‌های ماهواره‌ای.

به منظور بررسی تغییرات کاربری از داده‌های ماهواره‌ای سنجنده MSS لندست ۱ و سنجنده OLI لندست ۸ در دو بازه زمانی ۱۹۷۶م/۱۳۵۵ ه.ش و ۲۰۲۱م/۱۴۰۰ ه.ش استفاده شده است

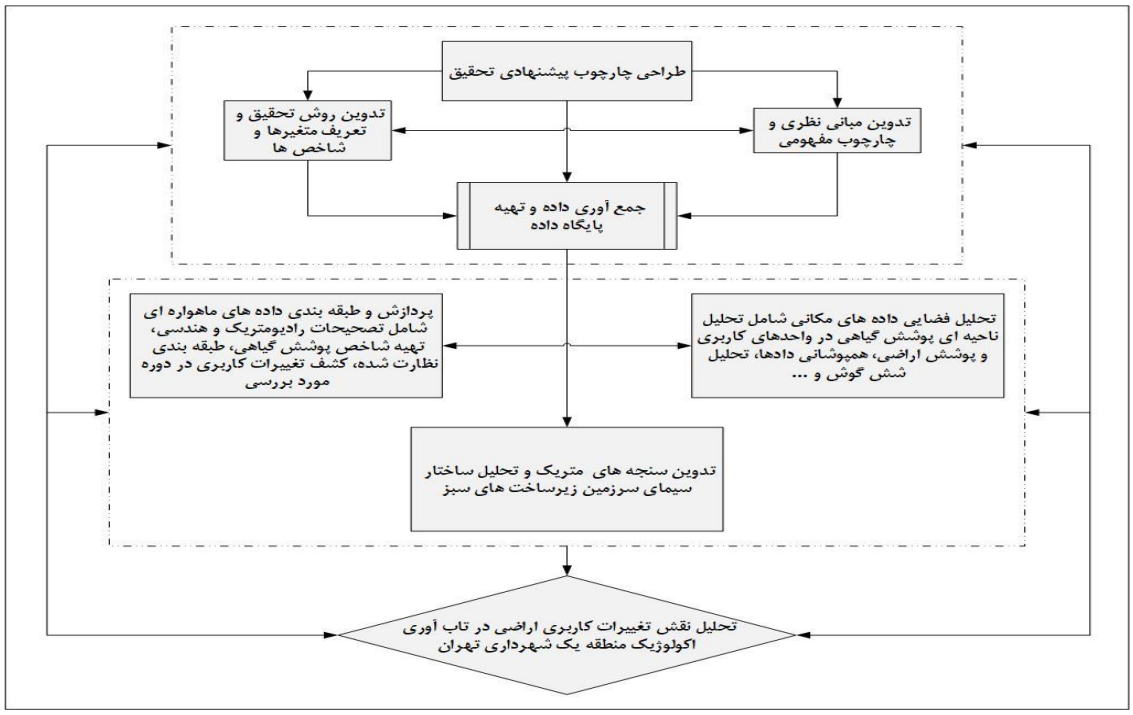
  - **روش تحلیل داده‌ها**

مهمترین روش‌های تحلیلی به کار رفته در انجام این تحقیق شامل موارد زیر بوده است:

- بررسی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از فنون طبقه‌بندی نظارت شده، شاخص NDVI و استفاده از تکنیک Image Deferenceبا استفاده از نرم‌افزار Idrisi Terrset؛

- تحلیل ساختار شبکه سبز با استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین با استفاده از نرم‌افزار Fragstate؛
- بررسی تاب‌آوری اکولوژیک در محله‌های منطقه یک شهرداری تهران با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS.

شکل ۶ نیز روند نمای انجام تحقیق را نشان می‌دهد.



شکل۶: روندنمای انجام تحقیق

شرح و تفسیر نتایج

یافته‌های تحقیق در محورهای کشف تغییرات زیرساخت‌های سبز، تحلیل متریک‌های سیمای سرزمین و تعیین سطوح تاب‌آوری اکولوژیک با استفاده از نسبت سطوح فضای سبز به سطوح خاکستری است که در ادامه ارائه شده‌اند.

- **کشف تغییرات کاربری اراضی**

تغییرات کاربری اراضی با استفاده از پردازش داده‌های ماهواره‌ای لندست در یک دوره زمانی ۴۵ ساله در حد فاصل ۱۹۷۶م/۱۳۵۵ ه.ش و ۲۰۲۱م/۱۴۰۰ ه.ش استفاده شده است. تصویر سال ۱۳۵۵ مربوط به سنجنده MSS لندست ۲ و تاریخ دقیق آن به ۱۰ تیرماه سال ۱۳۵۵ است. همچنین تصویر سال ۱۴۰۰ مربوط به سنجنده OLI لندست ۸ است که در تاریخ ۳۱ شهریور ۱۴۰۰ تصویر برداری شده است. این تصاویر با استفاده روش نظارت شده و الگوریتم حداکثر احتمال همانندی[۱] در محیط نرم‌افزار Idrisi Terrset طبقه‌بندی و پردازش شدند. همچنین با توجه به اینکه تشخیص فضاهای

۱ - Maximum Likelihood

سبز در این تحقیق از اهمیت زیادی برخوردار بود با استفاده از شاخص پوشش گیاهی NDVI تصویر پوشش گیاهی نیز استخراج شد و نتایج در تصویر طبقه‌بندی شده لحاظ شد. بر اساس تحلیل انجام شده سه کلاس به شرح زیر تعیین شدند:

- کلاس فضای سبز که در برگیرنده انواع پوشش سبز است؛
- کلاس فضاهای خاکستری که شامل کلیه فضاهای مربوط به سازه‌های مهندسی، ساختمان‌ها و راه‌ها است؛
- کلاس بایر که شامل اراضی فاقد پوشش سبز و ساخته نشده است.

ارزیابی دقت طبقه‌بندی تصاویر سال ۱۳۵۵ و ۱۴۰۰ با استفاده از شاخص کاپا نشان می‌دهد که میزان دقت طبقه‌بندی انجام شده به ترتیب ۷۸/۴ و ۸۵/۸ درصد بوده است. شکل ۷ و ۸ نتایج این طبقه‌بندی را نشان می‌دهد. همچنین به منظور آشکارسازی تغییرات فضای سبز به زیرساخت‌های خاکستری نسبت مساحت پهنه سبز در نقشه شبکه‌های سلولی شش گوش استخراج شد (نوک: شکل ۹ و ۱۰). جدول شماره ۱ میزان مساحت و ضریب تغییرات نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۵۵ و ۱۴۰۰ را نشان می‌دهد. بر اساس اطلاعات این جدول مساحت زیرساخت‌های خاکستری در سال ۱۳۵۵ تنها ۱۲/۷ درصد مساحت منطقه را تشکیل داده بود اما پس از دوره ۴۵ ساله تقریبا ۶ برابر شده و ضریب تغییرات مساحت آن ۵۸۵/۳ درصد بوده است. اما کاربری‌های سبز و بایر که در کاهش تاب‌آوری اکولوژیک نقش حیاتی دارند به شدت کاهش یافته‌اند و ضریب تغییرات مساحت آنها به ترتیب ۷۰/۶- و ۹۷/۲- درصد بوده که نشان دهنده شدت تغییرات اراضی این دو پهنه به زیرساخت‌های خاکستری بوده است. شکل‌های ۱۱ تا ۱۳ نمودار و نقشه‌های این تغییرات را نشان می‌دهند.

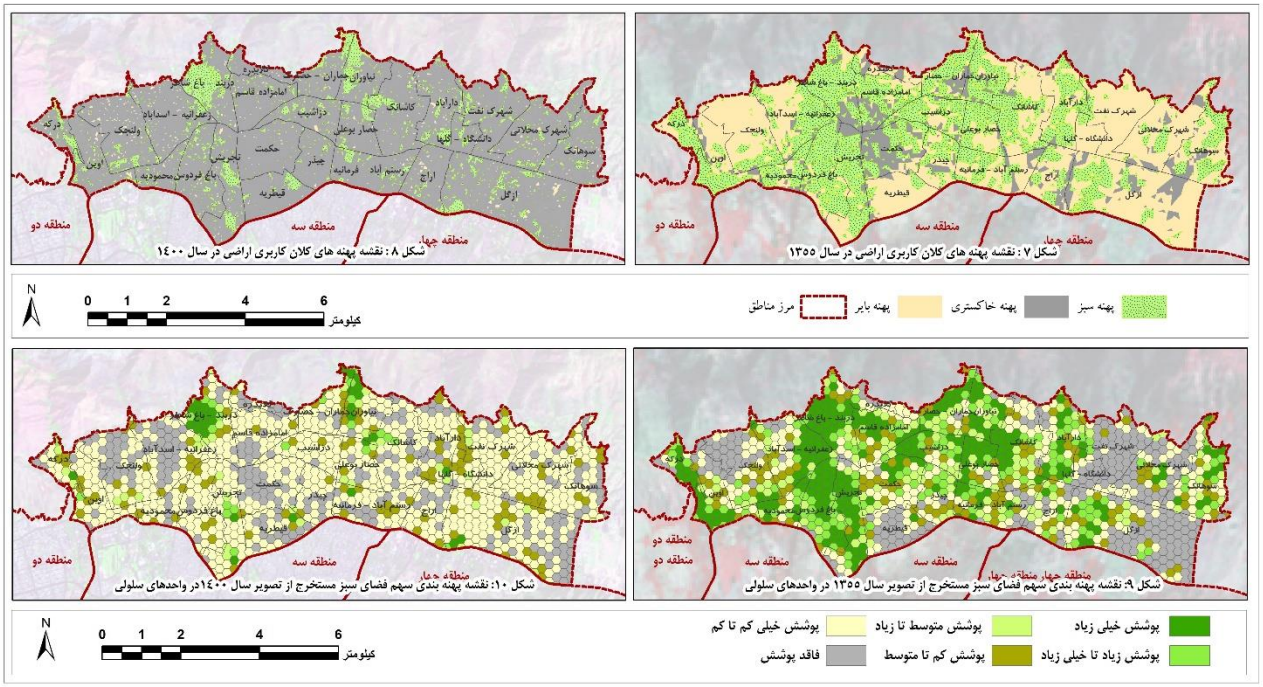
جدول ۱: مساحت کاربری مستخرج از تصاویر سال ۱۳۵۵ و ۱۴۰۰

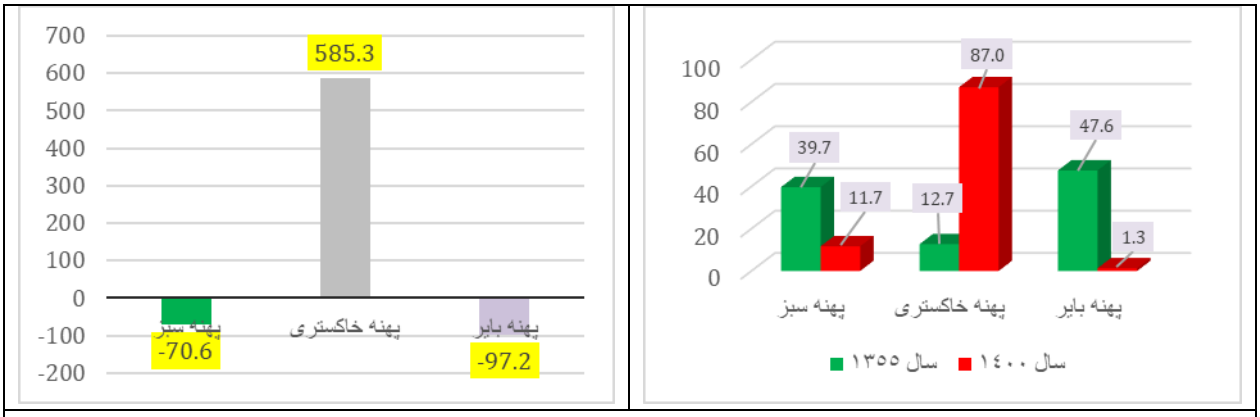
ردیف	پهنه ها	مساحت کاربری ۱۳۵۵		مساحت کاربری ۱۴۰۰		تغییرات سطح نسبت به سال ۱۳۵۵ (هکتار)	درصد تغییرات نسبت به سال ۱۳۵۵
		مساحت به هکتار	درصد	مساحت به هکتار	درصد		
۱	پهنه سبز	۱۸۴۰	۳۹/۷	۵۴۰/۴	۱۱/۷	-۱۲۹۹/۶	-۷۰/۶
۲	پهنه خاکستری	۵۸۷/۷	۱۲/۷	۴۰۲۷/۷	۸۷	۳۴۴۰	۵۸۵/۳
۳	پهنه بایر	۲۲۰۲/۴	۴۷/۶	۶۲	۱/۳	-۲۱۴۰/۴	-۹۷/۲
۴	جمع	۴۶۳۰/۱	۱۰۰	۴۶۳۰/۱	۱۰۰	۰	۰

جدول ۲ نیز اطلاعات مربوط به نقشه‌های سهم مساحت سبز سال ۱۳۵۵ و ۱۴۰۰ را در شبکه‌های سلولی شش گوش را نشان می‌دهد. بر اساس این جدول، مساحت سلول‌هایی که در سال ۱۳۵۵ بیش از ۴۰ درصد آنها را فضای سبز تشکیل داده و در پهنه‌های با پوشش متوسط تا خیلی زیاد قرار دارند در حدود ۴۵/۳ درصد سطح منطقه را تشکیل می‌دادند. تعداد این سلول‌ها با مشخصات ذکر شده در سال ۱۳۵۵، بالغ بر ۵۵۲ مورد بوده که معادل ۴۲/۶ درصد تعداد سلول‌ها است. اما اطلاعات این جدول در خصوص سال ۱۴۰۰ کاملاً معکوس است. چنانچه سلول‌های با پوشش ۱ تا ۴۰ درصد یعنی پهنه‌های با پوشش خیلی کم تا کم و کم تا متوسط، ۶۹/۱ درصد از سطح مساحت منطقه و ۸۳۹ سلول معادل ۶۴/۷ درصد تعدادکل سلول‌های منطقه را تشکیل می‌دهند. این به آن معنا است که سطح زیادی از باغات منطقه در این فرایند ۴۵ ساله تغییر کاربری داده و به زیرساخت‌های خاکستری تبدیل شده‌اند.

جدول ۲: سهم مساحت پوشش سبز سال ۱۳۵۵ و ۱۴۰۰ در شبکه سلولی

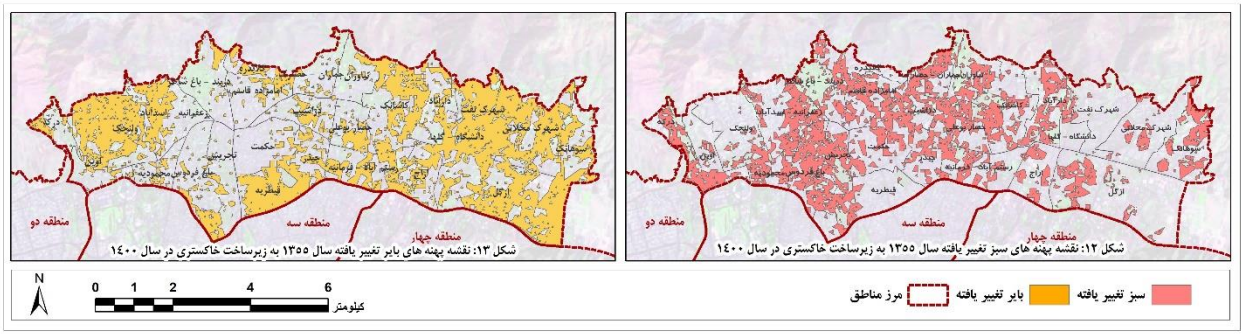
ردیف	دامنه تغییرات (درصد)	پهنه ها	سال ۱۳۵۵				سال ۱۴۰۰			
			تعداد	درصد تعداد	مساحت به هکتار	درصد مساحت	تعداد	درصد تعداد	مساحت به هکتار	درصد مساحت
۱	۰	فاقد پوشش	۳۴۶	۲۶/۷	۱۰۵۷/۳	۲۲/۸	۳۴۶	۲۶/۷	۱۰۶۵/۸	۲۳
۲	۱-۲۰	پوشش خیلی کم تا کم	۲۵۰	۱۹/۳	۹۳۱/۲	۲۰/۱	۷۱۱	۵۴/۸	۲۷۲۹/۵	۵۹
۳	۲۰-۴۰	پوشش کم تا متوسط	۱۴۹	۱۱/۵	۵۴۵/۲	۱۱/۸	۱۲۸	۹/۹	۴۶۸/۴	۱۰/۱
۴	۴۰-۶۰	پوشش متوسط تا زیاد	۱۳۸	۱۰/۶	۵۱۱/۷	۱۱/۱	۴۶	۳/۵	۱۵۵/۳	۳/۴
۵	۶۰-۸۰	پوشش زیاد تا خیلی زیاد	۱۵۷	۱۲/۱	۵۸۴/۲	۱۲/۶	۳۳	۲/۵	۹۱/۴	۲
۶	۸۰-۱۰۰	پوشش خیلی زیاد	۲۵۷	۱۹/۸	۱۰۰۰/۵	۲۱/۶	۳۳	۲/۵	۱۱۹/۷	۲/۶
۷	جمع		۱۲۹۷	۱۰۰	۴۶۳۰/۱	۱۰۰	۱۲۹۷	۱۰۰	۴۶۳۰/۱	۱۰۰





شکل ۱۱: نمودار درصد مساحت و ضریب (درصد) تغییرات کاربری

بر اساس نقشه‌های موضوع، شدت تغییر کاربری فضاهای سبز به زیرساخت‌های خاکستری در بخش میانی منطقه بیشتر بوده، اما در جدار شرقی و به ویژه در غرب منطقه، شدت تغییر کاربری‌های بایر به زیرساخت‌های خاکستری بیشتر بوده است.



- **تحلیل متریک‌های سیمای سرزمین منطقه**

یکی از ابزارهای کمی پرکاربرد در برنامه‌ریزی محیط‌زیست و ارزیابی فعالیت‌های انسانی در یک چشم‌انداز یا سرزمین استفاده از متریک‌ها یا سنجه‌های سیمای سرزمین است. در تحقیق حاضر نیز برای بررسی ساختار فضای سبز در منطقه یک شهرداری تهران از نرم افزار Fragstats استفاده شده است. به همین منظور از ۷ سنجه سیمای سرزمین استفاده شده و جدول شماره ۳ نتایج آن را نشان می‌دهد.

جدول۳. معیارهای سنجش ساختار سیمای سرزمین فضاهای سبز منطقه یک شهر تهران

سنجه	نام سنجه	علامت اختصاری	سال ۱۳۵۵	سال ۱۴۰۰	تغییرات
اندازه لکه	Class area	CA	۱۸۴۰	۵۴۰/۴	-۱۲۹۹/۶
تعداد لکه‌ها	Number of Patches	NP	۸۴	۳۰۶	+۲۲۲
تراکم لکه	Patch Density	PD	۵/۳۹	۳۹/۸	+۳۴/۴۱
پودمانگی	CONTAG	CONTAG	۵۰/۵۳	۳۷/۶۷	-۱۲/۸۶

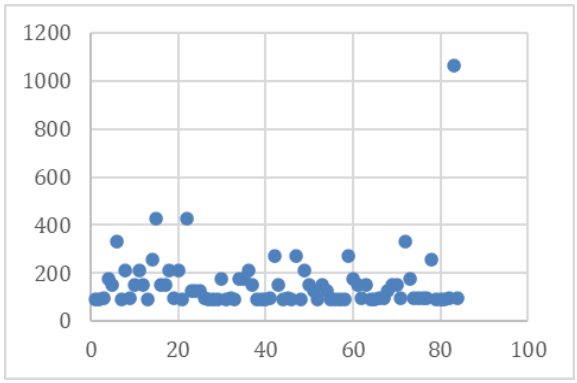
نزدیکترین فاصله اقلیدسی لکه‌ها	Euclidean nearest neighbor distance	ENN	۱۵۳/۵۹	۱۰۸/۳۶	-۴۴/۶۴
فشردگی لکه	Radius of gyration	GYRATE	۱۱۱/۷۸	۵۸/۱۵	-۵۳/۶۳
شاخص شکل سیمای سرزمین	Landscape Shape Index	LSI	۱۳/۵۳	۲۴/۵۶	+۱۱/۰۳

بررسی اطلاعات جدول ۳ نشان می‌دهد که در دوره ۴۵ سال مورد بررسی یعنی از سال ۱۳۵۵ تا ۱۴۰۰، تعداد کل لکه‌های سبز (NP) از ۸۴ به ۳۰۶، افزایش یافته و مساحت آنها (CA) از ۱۸۴۰ هکتار به ۵۴۰/۴ هکتار، کاهش یافته است که نشان از خرددانگی پوشش سبز منطقه دارد. سنجه تراکم تکه (PD) نیز در سال‌های مورد مطالعه به ترتیب ۵/۳۹ و ۳۹/۸ بوده‌است که بیان کننده افزایش تعداد تکه‌های سیمای سرزمین در واحد سطح طی زمان است. این روند به همراه افزایش تعداد کل لکه‌های سبز، بیانگر افزایش تکه تکه شدگی زیرساخت سبز منطقه در این بازه زمانی می‌باشد. همچنین سنجه پودمانگی سیمای سرزمین(CONTAG) که به صورت درصد بیان می‌شود و یکی از سنجه‌های اندازه‌گیری میزان سرایت لکه‌های موجود در سرزمین است، کاهش میزان این سنجه ۵۰/۵۳ به ۳۷/۶۷ در دو مقطع زمانی مورد بررسی در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد، لکه‌های سبز در سطح منطقه به صورت تعداد زیادی لکه پراکنده شده و اتصال و سرایت در آنها کم است. افزایش سنجه شکل سیمای سرزمین (LSI) نیز از۱۳/۵۳ به۲۴/۵۶ در دو بازه زمانی مود بررسی نشان از پیچیدگی و بی‌نظمی در مرز و حاشیه لکه‌های سبز دارد. به علاوه نتایج حاصل از اندازه‌گیری سنجه‌های پیوستگی، نشان از کاهش محسوس مقدار این سنجه‌ها در بازه زمانی مورد نظر دارد. کاهش میانگین سنجه فاصله اقلیدسی بین هر لکه مجزا و نزدیکترین لکه از همان جنس، در کنار کاهش تعداد لکه‌ها، نشان از خرددانگی لکه‌های وسیع سبز و تبدیل به تکه‌های کوچک در سطح منطقه می‌باشد. هم چنین به منظور ارزیابی و تحلیل دقیق تر داده‌های بدست آمده از سنجه‌های ENN و GYRATE استفاده شده است. شاخص‌های آمار توصیفی این سنجه‌ها شامل میانگین، مقدار بیشینه ، مقدار کمینه و انحراف معیار این داده ها در سال های ۱۳۵۵ و ۱۴۰۰ اندازه گیری و در جدول ۴ درج شده است.

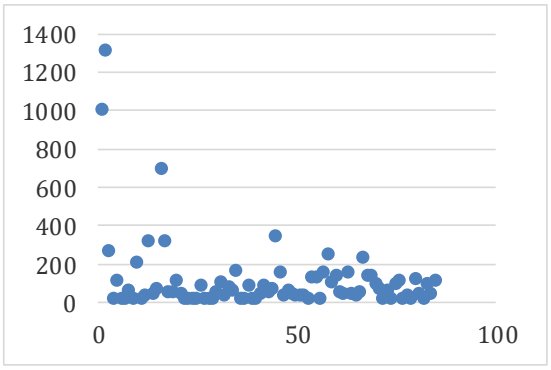
جدول۴. نتایج شاخص های آماری ارزیابی شده در ارتباط با سنجهENN و GYRATE منطقه در سال‌های ۱۳۵۵ و ۱۴۰۰

نتایج سال ۱۳۵۵				
شاخص آماری سنجه	میانگین	مقدار بیشینه	مقدارکمینه	انحراف معیار
ENN	۱۵۳/۵۹	۱۰۶۴	۹۰	۱۲۴/۸
GYRATE	۱۱۱/۷۸	۱۳۰۹/۸	۲۱/۲۱	۱۹۳/۱۳
نتایج سال ۱۴۰۰				
ENN	۱۰۸/۳۶	۳۹۰	۶۰	۵۷/۲۹
GYRATE	۵۸/۱۵	۴۹۰/۹۲	۱۹/۲۱	۵۷/۵۹

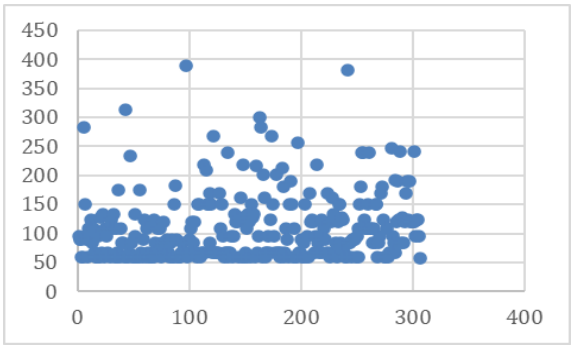
شکل‌های ۱۴ تا ۱۷ نشان دهنده نتایج حاصل از دو متریک بیان کننده پیوستگی یعنی ENN و GYRATE در دو مقطع زمانی ۱۳۵۵ و ۱۴۰۰ است. این نتایج نشان می‌دهد که در طی دوره ۴۵ ساله مورد بررسی منتهی به سال ۱۴۰۰ از پیوستگی فضای سبز منطقه کاسته شده و پراکندگی لکه‌ها بیشتر شده است.



شکل ۱۴: پراکندگی مقادیرسنجه ENN در سال ۱۳۵۵

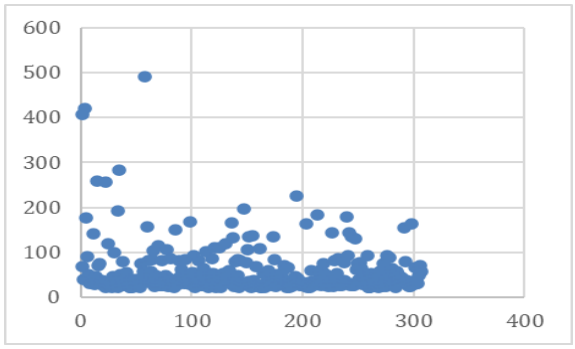


شکل۱۵ : پراکندگی مقادیر سنجه GYRATE درسال ۱۳۵۵



شکل ۱۷: پراکندگی مقادیر سنجه GYRATE در سال ۱۴۰۰

EN در سال ۱۴۰۰



تحلیل انجام گرفته ناشی از سنجه‌های سیمای سرزمین در دو مقطع زمانی ۱۳۵۵ تا ۱۴۰۰ نشان داد که ساختار فضای سبز منطقه یک شهرداری تهران نه تنها از نظر وسعت به شدت کاهش یافته بلکه پیوستگی خود را نیز از دست داده و دچار تفرق و پراکندگی شده‌اند. به علاوه این تفرق مشمول خرددانگی لکه‌های سبز شده است. لکه‌هایی که اغلب فاقد ارتباط اند و در نوعی انزوای اکولوژیک قرار دارند.

- **تحلیل تاب‌آوری اکولوژیک محله‌های منطقه**

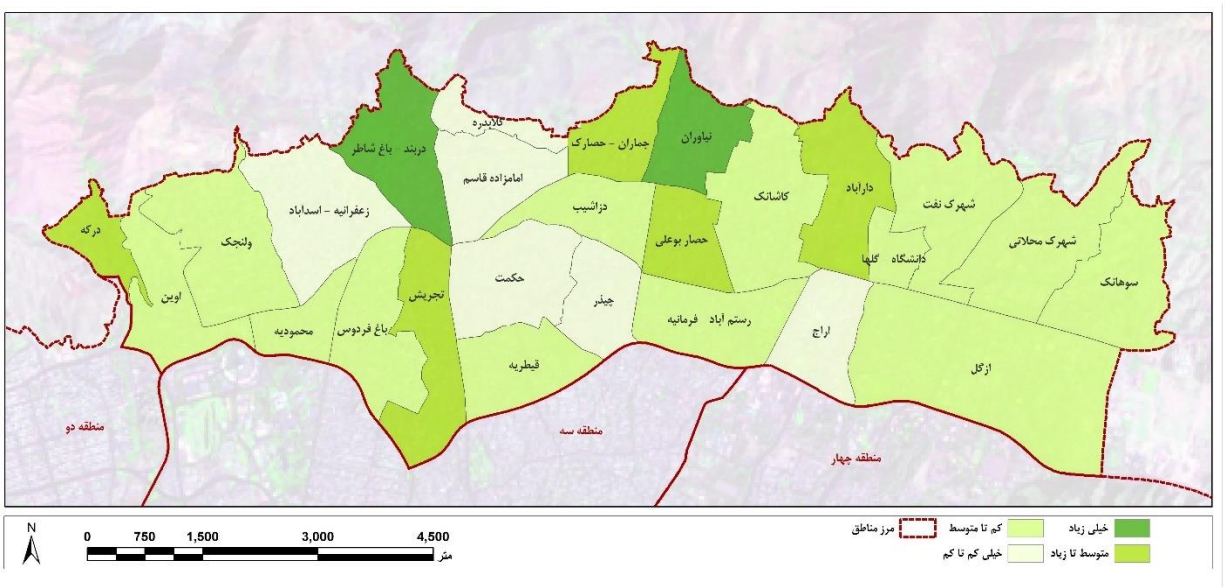
تحلیل تاب‌آوری اکولوژیک در محله‌های منطقه یک شهرداری تهران بر اساس این مفروض انجام شده که هرچه نسبت فضای سبز و باز نفوذپذیر نسبت فضای مربوط به زیرساخت‌های خاکستری بیشتر باشد، تاب‌آوری اکولوژیک بیشتر می‌شود. بر عکس زمانی که نسبت فضاهای سبز و باز نفوذپذیر کاسته‌می‌شود، از میزان یا پتانسیل تاب‌آوری اکولوژیک کاسته می‌شود. این تحلیل در مقطع زمانی ۱۴۰۰ انجام شده است. زیرا تا این سال عمده مساحت منطقه به زیرساخت‌های

خاکستری اختصاص یافته است. بر این اساس ارقام مربوط به مساحت فضاهای سبز حاصل از پردازش تصویر ماهواره‌ای ۱۴۰۰ و پهنه خاکستری در واحد مکانی محله‌های منطقه تجمیع شد. سپس نسبت مساحت پهنه‌های سبز به مساحت پهنه‌های خاکستری محاسبه شد. میانگین ضریب مذکور ۱۵/۵ درصد است که به عنوان آستانه[۱] تاب‌آوری اکولوژیک در نظر گرفته شد.پس از آن محله‌ها پهنه‌بندی شدند. جدول ۵ و شکل ۱۸ نتایج این تحلیل را نشان می‌دهند. اگرچه تاب‌آوری فرایندی چند وجهی است، اما تحلیل انجام شده در این بخش از تحقیق نشان داد که با شدت یافتن تغییرات کاربری اراضی و افزایش سهم کاربری‌های مربوط به زیرساخت خاکستری، تاب‌آوری اکولوژیک در منطقه یک شهرداری تهران رو به افت است. بر اساس مقایسه ضریب فضاهای سبز به زیرساخت خاکستری با آستانه تعریف شده (۱۵/۵ درصد)، نزدیک به ۷۸ درصد منطقه، تاب‌آوری اکولوژیک کمتر از حد آستانه دارند و تنها ۲۲ درصد از این آستانه فراتر رفته‌اند. دلیل آن نیز کاربری‌های دولتی و عمومی شاخصی بوده که به راحتی قابل تغییر نیستند.

جدول۵. نتایج تحلیل تابآوری اکولوژیک محله‌های منطقه

ردیف	پهنه‌ها	محله‌ها	مساحت به هکتار	درصد مساحت	تعداد	درصد تعداد
۱	خیلی کم تا کم	اراج، چیذر، امامزاده قاسم، حکمت، زعفرانیه - اسدآباد و گلابدره	۹۱۵/۱	۱۹/۸	۶	۲۳/۱
۲	کم تا متوسط	سوهانک، شهرک محلاتی، ولنجک، شهرک نفت، کاشانک، محمودیه، قیطریه، ازگل، دزاشیب، باغ فردوس، رستم آباد - فرمانیه، اوین و دانشگاه – گل‌ها	۲۶۸۵	۵۸	۱۳	۵۰
۳	متوسط تا زیاد	حصار بوعلی، دارآباد، جماران - حصارک، تجریش و درکه	۷۰۰/۳	۱۵/۱	۵	۱۹/۲
۴	زیاد تا خیلی زیاد	-	۰	۰	۰	۰
۵	خیلی زیاد	نیاوران و دربند ـ باغ شاطر	۳۲۹/۷	۷/۱	۲	۷/۷
۶	جمع		۴۶۳۰/۱	۱۰۰	۲۶	۱۰۰

۱ - Threshold



شکل ۱۸: پهنه بندی تاب آوری اکولوژیک محله‌های منطقه

نتیجه گیری

سکونتگاه‌های انسانی و به ویژه شهرها بدون دسترسی و دستیابی به زیرساخت‌های مطلوب گام برداشتن در مسیر توسعه پایدار باز می‌مانند. زیرا این زیرساخت‌ها، تأمین‌کننده خدمات اکوسیستمی برای تضمین رفاه و بهروزی جوامع انسانی‌اند. در درون مرزهای شهری، اغلب مهمترین زیرساخت اکولوژیک در شهرها، زیرساخت‌های سبز محسوب می‌شوند. خدمات اکوسیستمی عرضه‌شده توسط زیرساخت‌های سبز، موجب کسب جایگاه ویژه‌ای برای این زیرساخت‌ها در برنامه‌های سرزندگی، زیست‌پذیری، تاب‌آوری و پایداری شهری شده است. از اینرو در دهه‌های اخیر تحقیق در موضوع فزاینده بوده است.

تحقیق حاضر نیز بر اساس این ایده شکل گرفته بود که بایسته‌های ناشی از هم‌افزایی منطق برخاسته از اقتصاد سیاسی فضا، اکولوژی اجتماعی و الزامات نظام اداره شهر، سبب فشار فزاینده برای تغییر کاربری زیرساخت‌های اکولوژیک به نفع کاربری‌های مربوط به زیرساخت‌های سبز شده است. به بیان دیگر بازیگران حاضر در ائتلاف نانوشته، دولت‌ها، شهرداری‌ها، بساز و بفروش‌ها و طیفی از مالکان املاک و مستغلات، دل در گروه تغییر کاربری دارند. فرایندی که منطقه یک شهرداری تهران را به مثابه یکی از پشتوانه‌های اکولوژیک تهران به تغییر ناپایدار زیرساخت‌های سبز واداشته است. تحلیل‌های انجام شده در تحقیق حاضر نشان داد که زیرساخت‌های اکولوژیک شهر (اراضی سبز و بایر) منطقه پیش‌گفته در دوره ۴۵ ساله مورد بررسی(از سال ۱۳۵۵ تا۱۴۰۰) تغییرات شدیدی را به نفع زیرساخت‌های خاکستری از سر گذرانده است. مساحت زیرساخت‌های خاکستری از سال ۱۳۵۵ تا ۱۴۰۰، تقریباً ۶ برابر شده و سالانه رشدی معادل ۴.۴ درصد داشته است. زمین مورد نیاز این رشد از محل زیرساخت‌های اکولوژیک و سبز تأمین شده است. چنانچه ۷۰/۶- درصد از مساحت پهنه‌های سبز و ۹۷/۲- از مساحت پهنه‌های بایر کاسته شده است. روند کاهشی مساحت این دو پهنه باعث شده که رشد آنها منفی باشد. در دوره ۴۵ ساله مورد بررسی پهنه سبز، سالانه ۲/۷- و پهنه بایر، سالانه ۷/۶- کاهش رشد داشته باشند. این افت

تنها به مساحت محدود نبوده و نتایج حاصل از تحلیل سنجه‌های سیمای سرزمین نیز نشان داد که پهنه سبز در سال ۱۴۰۰ نسبت به سال ۱۳۵۵، انسجام و پیوستگی خود را از دست داده است. در نتیجه این پهنه به تکه‌های متفرق، از هم گسیخته و فاقد ارتباط نظام یافته تبدیل شده است. به این ترتیب روند تغییرات کاربری در منطقه یک شهرداری تهران به گونه‌ای بوده است که ساختار اکولوژیک و سبز به سمت فروپاشی ره سپرده است. کارکرد اکولوژیک و خدمات اکوسیستمی آن نیز به تبع دچار افت و کاهش شده است. این روند منطقه و محله‌های آن را به سمت کاهش فضای سبز برده است. در چارچوب این مفروض که کاهش سهم مساحت زیرساخت سبز نسبت زیرساخت خاکستری را شاخصی برای تحلیل تاب‌آوری اکولوژیک قرار می‌دهد، تنها ۷ محله از ۲۶ محله منطقه از میزان تاب‌آوری بیشتر از آستانه تعریف شده برخوردارند و بسیاری از محله‌ها که آوازه بلندی در جذب اقشار مرفه دارند، تاب‌آوری اکولوژیک کمتری از آستانه تعریف شده، دارند.

نتایج بدست آمده در تحقیق حاضر نشان می‌دهد که اگر توسعه هوشمندانه نباشد، مخاطرات به عنوان همزاد توسعه مجال رشد پیدا می‌کند. به علاوه نتایج تحقیق به نوعی نشان دهنده ارتباط تاب‌آوری اکولوژیک با ساختار و منطق فضایی حاکم بر توسعه شهری ارتباط آشکاری دارد. چنانچه توسعه مسیر هوشمندانه و پایدار طی کند، تاب‌آوری اکولوژیک آن نیز تقویت می‌شود، اما اگر شهر در مسیر ناپایداری رشد کند، تاب‌آوری اکولوژیک کاهش پیدا می‌کند. تاب‌آوری اکولوژیک همچون بسیاری از پدیده‌ها با ساختار و کارکرد شهر رابطه متعامل و درهمتنیده‌ای دارد، چنانچه تاب‌آوری اکولوژیک دچار نقصان و افت شود، زیست‌پذیری و پایداری شهر را دچار چالش و مخاطره خواهد کرد. آنچه که در قالب نتایج تحقیق به اختصار بیان شد در هم‌راستا با تحقیقات پیشین و مورد اشاره در مرور ادبیات و پیشینه نظری تحقیق به ویژه آلبرتی و مازلوف(۲۰۰۴)، مک‌فرسون (۲۰۱۵)، وو و همکاران، (۲۰۲۰) و وانگ و همکاران (۲۰۲۳) بوده و استدلال‌های آنها را در خصوص نقش بی‌ثبات‌کننده تغییرات بی‌رویه و ناپایدار در کاهش تاب‌آوری اکولوژیک مورد تأیید قرار می‌دهد.

سخن نهایی اینکه، کاهش تاب‌آوری اکولوژیک به مثابه یک بیماری نهفته، حیات پایدار مناطق شهری را هدف قرار داده است. یافته‌های این تحقیق نشان داد، تغییر کاربری ناپایدار زیرساخت‌های سبز می‌تواند حتی منطقه‌ای مرفه‌نشین و گران‌قیمتی مانند منطقه یک شهرداری تهران را در مسیر نازیست‌پذیری قرار دهد. مخاطره‌ای که اگر در میانه هیاهوی فضای رانتی، سرخوشی‌های ناشی از سودهای نجومی ارزش مبادلاتی املاک و مستقلات، غوغای زندگی‌های مجلل، ناکارآمدی‌های مدیریتی و ... مجالی برای پرداختن به آن پیدا نشود، دیر یا زود در قامت فاجعه‌ای تمام عیار آثار خود را بر پیکره زخمی شهر تحمیل خواهد کرد.

منابع

استیونسون، دبورا. ۱۳۸۸. شهرها و فرهنگ‌های شهری. ترجمه رجب پناهی و احمد پوراحمد. مرکز مطالعاتی و تحقیقاتی شهرسازی و معماری. تهران.

پریور، پرستو؛ احد ستوده. آیدا احمدی. ۱۳۹۹. تفکر تاب آوری، مفاهیم و کاربردها در مدیریت محیط زیست شهری. نوبت اول. یزد.

پریور، پرستو؛ یاوری، احمدرضا و ستوده، احد. ۱۳۸۷. تحلیل تغییرات زمانی و توزیع مکانی فضاهای سبز شهری تهران در مقیاس سیمای سرزمین. *محیط شناسی*، **۳۴ (۴۵)**: ۷۳- ۸۴.

چگینی، رباب. ۱۳۹۱. *تبیین پیامدهای کالبدی ادغام هسته‌های روستایی در فرایند گسترش شهر(مورد: منطقه یک شهرداری تهران)*. رساله دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری به راهنمایی دکتر محمد سلیمانی و حسن افراخته. دانشگاه خوارزمی. تهران.

رهنمایی، محمدتقی(۱۳۸۱)، *مجموعه مباحث شهرسازی (جلد جغرافیا)*، تهران، وزارت مسکن و شهرسازی، مرکز تحقیقات شهرساز و معماری ایران.

رئیس‌دانا، فریبرز، (۱۳۸۱)، "*اقتصاد سیاسی توسعه*"، انتشارات نگاه، تهران.

عظیمی (آرانی)، حسین.۱۳۸۸. *مدارهای توسعه‌نیافتگی در اقتصاد ایران*. نشر نی. چاپ دهم. تهران.

فاطمی، سید باقر؛ یوسف رضائی.۱۳۹۶.*مبانی سنجش از دور*. چاپ پنجم. تهران.

کرمی، تاج‌الدین. و دیگران. ۱۳۹۱. بایسته‌های بوم‌شناسی سیاسی شهر: الگوی توزیع تاج‌پوشش درختی و نابرابری فضایی در شهر تهران. *مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای*. **۴(۱۳)** : ۲۲-۱.

مثنوی، محمدرضا؛ دبیری، مریم. ۱۳۹۶. ارزش‌گذاری خدمات اکوسیستم شهری به عنوان ابزاری برای برنامه‌ریزی شهرهایی پایدارتر. *نشریه منظر*. **۹(۴۱)**: ۳۵-۲۴.

مدنی‌پور، علی. ۱۳۸۱. *تهران ظهور یک کلانشهر*. ترجمه حمید زرآزوند. شرکت پردازش و برنامه‌ریزی شهر تهران.

مهندسان مشاور بافت شهر.۱۳۸۱. *بررسی مسائل توسعه شهری منطقه یک تهران*. شهرداری منطقه یک.

یوسف زاده، الهام و دیگران (۱۳۹۶)، "ارزیابی تابآوری خدمات اکوسیستمی در محیطزیست شهری(مطالعه موردی شهر یزد"، *مجله پژوهش‌های محیط زیست*، **۸(۱۶)**: ۲۸-۱۵.

Alberti, M., & Marzluff, J. M. ۲۰۰٤. Ecological resilience in urban ecosystems: linking urban patterns to human and ecological functions. *Urban ecosystems*, **۷(۳)**: ۲٤۱-۲٦٥.

Evans, D. L., Falagán, N., Hardman, C. A., Kourmpetli, S., Liu, L., Mead, B. R., & Davies, J. A. C. ۲۰۲۲. Ecosystem service delivery by urban agriculture and green infrastructure–a systematic review. *Ecosystem Services*, **٥٤**: ۱۰۱٤۰٥.

Fu, S., Zhuo, H., Song, H., Wang, J., & Ren, L. ۲۰۲۰. Examination of a coupling coordination relationship between urbanization and the eco-environment: A case study in Qingdao, , China. *Environmental Science and Pollution Research*, **۲۷(۱۹)**: ۲۳۹۸۱–۲۳۹۹۳.

Heynen Nik, Harold A. Perkins and Parama Roy, ۲۰۰٦, The Political Ecology of Uneven Urban Green Space, The Impact of Political Economy on Race and Ethnicity in Producing Environmental Inequality in Milwaukee, Urban Affairs Review, **٤۲(۱)**: ۳-۲٥, September.

Liu, Z., Xiu, C., & Ye, C. ۲۰۲۰. Improving Urban Resilience through Green Infrastructure: An Integrated Approach for Connectivity Conservation in the Central City of Shenyang, China. Complexity, ۲۰۲۰.

Marzluff, J. M. ۲۰۰۱. *Worldwide urbanization and its effects on birds*. In Avian ecology and conservation in an urbanizing world (pp. ۱۹-٤۷). Springer, Boston, MA.

Mather, P. M., & Koch, M. ۲۰۱۱. Computer processing of remotely-sensed images: an introduction. John Wiley & Sons.

McGarigal, K., Cushman, S. A., Neel, M. C. Ene, E., ۲۰۰۲, "*Fragstats: Spatial pattern analysis program for categorical maps*", Oregon State University: Corvallis.

McPhearson, T., Andersson, E., Elmqvist, T., & Frantzeskaki, N. ۲۰۱٥. Resilience of and through urban ecosystem services. *Ecosystem Services*, **۱۲**: ۱٥۲-۱٥٦.

Meerow, S., & Newell, J. P. ۲۰۱۷. Spatial planning for multifunctional green infrastructure: Growing resilience in Detroit. *Landscape and Urban Planning*, **۱٥۹**: ٦۲-۷٥.

Nastran.Mojca, Železnikar. Špela, Cvejić. ozalija and Pintar.Marina ۲۰۱٦. *Linkages between ecosystem services, urban green infrastructure and wellbeing*, University of Ljubljana, Humboldt-Universität zu Berlin, Available in: https://www.researchgate.net/publication/۳۰٤۲۸٤٥۱۷.

Pamukcu-Albers, P., Ugolini, F., La Rosa, D., Grădinaru, S. R., Azevedo, J. C., & Wu, J. ۲۰۲۱. Building green infrastructure to enhance urban resilience to climate change and pandemics. *Landscape Ecology*, **۳٦(۳)**: ٦٦٥-٦۷۳.

Parker, J., & Simpson, G. D. (۲۰۲۰). A theoretical framework for bolstering human-nature

Pickett, S. T., McGrath, B., Cadenasso, M. L., & Felson, A. J. ۲۰۱٤. Ecological resilience and resilient cities. *Building Research & Information*, **٤۲(۲)**: ۱٤۳-۱٥۷.

Strahler, A. H. ۱۹۸۰. The use of prior probabilities in maximum likelihood classification of remotely sensed data. *Remote sensing of Environment*, **۱۰(۲)**: ۱۳٥-۱٦۳.

Tzoulas, K., Korpela, K., Venn, S., Yli-Pelkonen, V., Kaźmierczak, A., Niemela, J., & James, P. ۲۰۰۷. Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review. *Landscape and urban planning*, **۸۱(۳)**: ۱٦۷-۱۷۸.

Voghera, A., & Giudice, B. ۲۰۱۹. Evaluating and planning green infrastructure: a strategic perspective for sustainability and resilience. *Sustainability*, **۱۱(۱۰)**: ۲۷۲٦.

Wang, Y., Cai, Y., Xie, Y., Zhang, P., & Chen, L. A ۲۰۲۳. quantitative framework to evaluate urban ecological resilience: broadening understanding through multi-attribute perspectives. *Frontiers in Ecology and Evolution*, ۱۱: ۱۱٤٤۲٤٤.

Wu, J., He, C., Huang, G., & Yu, D. ۲۰۱۳. Urban landscape ecology: Past, present, and future. In Landscape ecology for sustainable environment and culture (pp. ۳۷-٥۳). Springer, Dordrecht.

Wu, X., Zhang, J., Geng, X., Wang, T., Wang, K., & Liu, S. ۲۰۲۰. Increasing green infrastructure-based ecological resilience in urban systems: A perspective from locating ecological and disturbance sources in a resource-based city. Sustainable Cities and Society, ٦۱: ۱۰۲۳٥٤.

Young, C., Symons, J., & Jones, R. ۲۰۱٥. Investing in Growth: Understanding the Value of Green Infrastructure Workshop Report.