

Need Assessment of Urban Zones to Strengthen and Expand Green Space with Emphasis on Spatial Justice (Case Study: Tehran Metropolitan)

Sayedeh Alemohammad

Faculty of Governance, University of Tehran, Tehran, Iran.

Email: sh.alemohammad@ut.ac.ir

 0009-0006-7434-6583

Majid Ramezani Mehrian

Department of Environmental Studies, the Institute for Research and Development in the Humanities (SAMT), Tehran, Iran.

Email: mehrian@samt.ac.ir

Abstract

The distribution of vegetation in urban areas should correspond proportionally to the city's extent and the population's needs to improve green space density and per capita availability, thereby promoting spatial justice. This applied research aims to prioritize the districts and neighborhoods of Tehran for supportive actions in green space creation. The study uses a descriptive-analytical method and employs satellite imagery, population statistics, and specialized software tools. Initially, a suitable satellite image was prepared and classified through object-based classification using eCognition Developer software. Based on greenness and the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), a detailed green space map of Tehran for 2024 was extracted. Then, spatial analysis was performed using ArcGIS software to calculate and separately map per capita green space and green space density across the studied zones. By combining green space density data with per capita green space, prioritized management zones were identified to guide the strengthening and expansion of green spaces. The needs assessment results show that districts 10, 8, 17, 11, 12, 7, 14, 13, 9, and 19 have the highest priority for investment and attention. Among these, high-need neighborhoods within affluent districts and underserved neighborhoods in deprived areas should be focal points in future actions. Significant disparities in green space per capita and density across Tehran's districts highlight the urgent need for strategic planning and policymaking to achieve spatial justice. Effective and equitable distribution of green spaces requires data-driven policies tailored to local needs.

Keywords: Spatial Analysis, Green Space, Spatial Justice, Per Capita, Need Assessment.



نیازسنجی پهنه‌های شهری برای تقویت و گسترش فضای سبز با تأکید بر عدالت فضایی (مطالعه موردی: کلان‌شهر تهران)

سیده آل محمد

دانشکده حکمرانی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

Email: sh.alemohammad@ut.ac.ir

 0009-0006-7434-6583

مجید رمضانی مهریان

گروه مطالعات محیطی، پژوهشکده تحقیق و توسعه علوم انسانی (سمت)، تهران، ایران.

Email: mehrian@samt.ac.ir

چکیده

پراکنش پوشش گیاهی باید به تناسب گستره شهر و نیاز جمعیتی ساکن در مناطق آن باشد تا تراکم و سرانه فضای سبز موجب بهبود عدالت فضایی شود. هدف این پژوهش، اولویت‌بندی مناطق و محله‌های شهر تهران به لحاظ نیاز به اقدام‌های پشتیبان برای ایجاد فضای سبز است. نوع پژوهش، کاربردی و روش، توصیفی-تحلیلی بوده است. ابزارها شامل تصویر ماهواره‌ای، آمار جمعیتی و نرم‌افزار بوده است. پس از تهیه تصویر ماهواره‌ای مناسب و طبقه‌بندی آن مبتنی بر طبقه‌بندی شیء‌گرای تصاویر ماهواره‌ای در نرم‌افزار Ecognition Developer، نقشه فضای سبز شهر تهران در سال ۱۴۰۳ بر اساس سبزینگی مبتنی بر شاخص نرمال شده تفاضل پوشش گیاهی (NDVI)، استخراج شد. سپس سرانه فضای سبز و تراکم فضای سبز به تفکیک پهنه‌های مورد بررسی با استفاده از تحلیل فضایی در نرم‌افزار ArcGIS استخراج و نقشه‌سازی گردید. در نهایت با تلفیق دو لایه اطلاعاتی (تراکم فضای سبز و سرانه فضای سبز)، پهنه‌های مدیریتی اولویت‌دار به منظور تقویت و گسترش فضای سبز تعیین شد. بر اساس یافته‌های نیازسنجی لازم است ابتدا مناطق دارای درجه نیاز بالا (به ترتیب ۸، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۷، ۱۸، ۱۹ و ۲۰) مورد توجه و سرمایه‌گذاری قرار گیرد. محله‌های نیازمند در مناطق مرفه و محله‌های محروم در مناطق محروم باید در کانون اقدامات آینده قرار گیرند. نابرابری قابل توجه در سرانه و تراکم فضای سبز در مناطق تهران، نیاز مبرم به برنامه‌ریزی راهبردی و خط‌مشی‌گذاری برای دستیابی به عدالت فضایی را برجسته می‌کند. توزیع مؤثر و عادلانه فضاهای سبز نیازمند خط‌مشی‌های مبتنی بر داده متناسب با نیازهای محلی است.

کلیدواژه‌ها: تحلیل فضایی، فضای سبز، عدالت فضایی، سرانه، نیازسنجی



مقدمه و بیان مسئله

«فضای سبز شهری»^۱ به فضاهای باز طبیعی، نیمه‌طبیعی و یا انسان‌ساخت در درون و یا پیرامون نواحی شهری اطلاق می‌شود که از حجم قابل توجه پوشش گیاهی (درختان، درختچه‌ها، چمن‌ها و گیاهان بالارونده) برخوردار است. این فضاها طیف متنوعی دارند و به دو نوع فضای سبز طبیعی و نیمه‌طبیعی (مانند جنگل، علفزار، تپه‌های سبز بین‌شهری، اراضی کشاورزی و باغ‌ها) و فضای سبز انسان‌ساخت (پارک‌های شهری، بوستان‌ها و سبزه‌های حاشیه مسیرهای دسترسی) طبقه‌بندی می‌شوند. تضاد بین حفاظت از فضای سبز و ساخت‌وساز شهری، یکی از مهم‌ترین مسائل مناطق شهری پرجمعیت است. طی نیم‌قرن اخیر هم‌زمان با رشد افسارگسیخته جمعیت شهرنشین در کشورهای در حال توسعه، گسترش بی‌رویه اراضی مسکونی و توسعه شریان‌های حمل‌ونقل، به تدریج فضاهای سبز شهری آسیب‌دیده و محدود شده است (Ben Messaoud et al, 2024; Chapman & Hall, 2022). تشبیه فضای سبز به ریه‌های تنفسی شهر، اغراق‌آمیز نیست بلکه بخش کوچکی از کارکردهای اکولوژیکی این ساختارها را در شهرها نشان می‌دهد.

برخی از مهم‌ترین کارکردهای این فضاها شامل موارد زیر است: ذخیره نمودن کربن، معتدل‌تر نمودن اقلیم، تصفیه برخی آلاینده‌های هوا، تقویت خرد اقلیم‌های خنک‌تر، تقویت ساختار خاک، تقویت آب‌های زیرزمینی، کاهش اثر سیل و تندباد، ایجاد سیمای زیباتر، افزایش روابط اجتماعی، بهبود سلامت و رفاه جامعه و حمایت از تنوع زیستی (Fang et al, 2023; Valente et al, 2022; Houlden, 2021).

حفظ و گسترش فضاهای سبز به‌ویژه در کشورهای واقع در کمربند گرم و خشک جهان، مانند ایران، با وجود چالش‌های کمبود آب پیچیده‌تر شده است. در دهه‌های اخیر تهران دستخوش چند مرحله رشد افقی (گسترده) و رشد عمودی (بلندمرتبه‌سازی) شده که این مسئله زیست‌پذیری این شهر را به‌واسطه کاهش کمیت و کیفیت فضاهای سبز تهدید می‌نماید (Fouladi et al, 2023; ajaeefard et al, 2023). نیازهای فزاینده شهرنشینان و دیدگاه سوداگری نسبت به زمین‌های شهری، نبود برنامه‌ریزی مناسب به‌منظور مکان‌یابی و توسعه پایدار فضاهای سبز در شهرها، به‌مرور زمان سبب کاهش نسبت فضای سبز در میان انواع کاربری‌های شهری، عدم تعادل فضایی در توزیع پارک‌های شهری و همچنین کمبود سرانه فضای سبز نسبت به سرانه پیشنهادی

در طرح‌های جامع و تفصیلی شهر و استانداردهای ملی و بین‌المللی شده است (Nasehi, 2022; et al, 2023; Ramezani Mehrian, 2022; Roozbahani et al, 2022; Roozbahani et al Ganjipour, 2017; Tabatabayee et al, 2022; Mohammadi Hamidi et al, 2020; Naroei et al, 2022; Zayyari et al, 2012; Alikhani et al, 2019).

«سرانه فضای سبز شهری»^۱ نشان‌دهنده میزان فضای سبز موجود برای هر فرد در یک شهر است. سرانه فضای سبز شهری به‌عنوان کل مساحت فضای سبز در محدوده اداری یک شهر تقسیم بر جمعیت آن تعریف می‌شود. این معیار اغلب برحسب مترمربع برای هر نفر بیان می‌شود. مطالعات مختلف در کشور ما، حاکی از آن است که سرانه فضای سبز بهینه باید بین ۹ تا ۱۱ مترمربع باشد تا اهداف پایداری در محیط‌های شهری برآورده شود. درحالی‌که سازمان بهداشت جهانی پیشنهاد می‌کند مناطق شهری باید حداقل ۲۰ تا ۲۵ مترمربع فضای سبز برای هر نفر داشته باشند تا زمینه حفظ سلامت جامعه و کیفیت محیطی بهینه فراهم شود (Ramaiah & Avtar, 2016; Badiu et al, 2016; Kardan et al, 2017; 2019). به دلیل خاص بودن شرایط هر شهر، توسعه فضای سبز نمی‌تواند و نمی‌باید از یک استاندارد سرانه مشخص تبعیت کند. بنابراین ویژگی‌های کمی فضای سبز مانند هر عارضه فضایی دیگر نیاز است با بررسی واقعیت‌های اکولوژیکی و همچنین عوامل اجتماعی و اقتصادی در قالب طرح‌هایی به‌صورت منطقه‌ای و محلی مشخص و شناخته شود.

با توجه به نقش فضای سبز در ارتقای کیفیت زندگی شهری، حفظ و تأمین این فضاها و همچنین گسترش آن‌ها با رویکرد توزیع متناسب، یکی از مهم‌ترین محورها در رسیدن به شهری عدالت‌محور و عدالت جغرافیایی است. پراکنش نامتوازن فضای سبز بدون توجه به پراکنش جمعیت و تراکم متفاوت فضای سبز می‌تواند به مشکلات اجتماعی و رفاهی منجر شود (Mosayyebzadeh & baghaei, 2023; Jafari et al, 2019; Fasihi et al, 2020). بدون شک پراکنش فضای سبز باید متناسب با گستره فیزیکی محدوده و مناطق شهری و همچنین نیازهای جمعیتی باشد تا بتواند به‌عنوان فضای سبزی فعال، بازدهی مستمر داشته باشد. به عبارت ساده، نه تنها شاخص سرانه فضای سبز بلکه شاخص تراکم فضای سبز را نیز در نظر گرفت تا بتوانیم فضای سبز را متناسب افزایش دهیم و سپس تصمیم‌های درستی اتخاذ کنیم. زیرا ممکن است در مکانی به دلیل جمعیت کمتر، سرانه فضای سبز بالا باشد؛ اما مقدار مساحت فضای سبز به نسبت مساحت کل منطقه، اندک باشد. در این شرایط، مسلم‌ترین مسیر مداخله، ارتقای

شاخص‌های کمی (مانند تراکم فضای سبز و سرانه آن) به صورت مقایسه‌ای منطقی در میان مناطق و محله‌های شهری است. برنامه‌ریزی تملک اراضی به منظور گسترش فضاهای سبز شهری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. عدم توجه مناسب به توزیع فضایی عادلانه فضای سبز سبب شده فرصت‌های استفاده از مزایای فضای سبز در بین ساکنان شهر عادلانه نباشد. مکان‌یابی تملک اراضی با هدف جبران کمبود سرانه‌های فضای سبز در محلات شهری مطالعاتی جداگانه‌ای را می‌طلبد که لازم است بر اساس معیارهای اکولوژیکی، دسترسی‌پذیری فضا برای جوامع محلی، معیارهای قانونی و حقوقی، قرار گرفتن زمین در طرح فضای سبز و با توجه به یافته‌های حاصل از پژوهش حاضر صورت پذیرد. در این زمینه لازم است برنامه‌ریزی برای آینده فضای سبز کلان‌شهر تهران بر اساس مطالعات علمی و با در نظر گرفتن نیازهای جمعیتی و محیطی شهر انجام شود. ضروری است اولویت‌بندی مناطق شهری بر اساس نیاز به تقویت و گسترش فضای سبز انجام شود. اولویت‌بندی‌های مکانی به منزله پایه و مبنا برای تصمیم‌گیری‌های بعدی مانند مطالعات آتی دقیق‌تر از جمله مکان‌یابی برای تملک اراضی است (Nourian et al, 2019; Ramezani Kiasejmahaleh et al, 2021; Afshamia et al, 2019; Cao et al, 2022; Dong et al, 2024; Ezzatpanah et al, 2016). برای آغاز با چهارچوب علمی روشن، می‌توان پرسش‌های زیر را مطرح نمود: ۱. پراکنش سرانه و تراکم فضای سبز در مناطق و محله‌های کلان‌شهر تهران چه تفاوت‌هایی دارد و این تفاوت‌ها چه تأثیری بر عدالت فضایی می‌گذارند؟ ۲. کدام پهنه‌های شهری تهران در اولویت نیاز به اقدام‌های پشتیبان برای تقویت و گسترش فضای سبز قرار دارند؟ شایان ذکر است که این پژوهش، رویکرد نیازسنجی دارد و با هدف تعیین مناطق و محله‌های اولویت‌دار در کلان‌شهر تهران با تأکید بر اهمیت عدالت فضایی به منظور تقویت و گسترش فضای سبز انجام شده است.

۱. مبانی نظری

فضای سبز شهری از دیرباز بخشی از ساختار کالبدی شهرها بوده است؛ اما نقش و جایگاه آن با گذر زمان دگرگون شده است. در دوره‌های پیشامدرن، این فضاها عمدتاً به صورت باغ‌ها و پردیس‌هایی برای اقبال ممتاز جامعه طراحی می‌شدند. با آغاز دوران صنعتی و گسترش شهرنشینی در قرن نوزدهم، توجه برنامه‌ریزان و معماران شهری به کارکردهای بهداشتی، زیست‌محیطی و اجتماعی فضاهای سبز جلب شد.

در همین راستا، نظریه‌هایی همچون «باغ‌شهر» به ضرورت تلفیق عناصر طبیعی در طراحی شهری برای ارتقای کیفیت زندگی شهروندان پرداختند (Ying et al., 2021). همچنین، مکتب بوم‌شناسی شهری با بررسی تنوع زیستی در محیط‌های انسانی، به درک تازه‌ای از ظرفیت‌های اکولوژیکی شهرها دست یافت. در نیمه دوم قرن بیستم، نظریه‌های نوینی شکل گرفتند که بر پیوند میان ساختار طبیعی و مصنوع در شهر تأکید داشتند. رویکردهایی نظیر طراحی مبتنی بر طبیعت و برنامه‌ریزی محیطی بر هم‌سویی الگوهای توسعه شهری با فرایندهای بوم‌شناختی تأکید کردند. در ادامه، مفهومی پدید آمد که فضای سبز را نه صرفاً عنصری تزئینی یا تفریحی، بلکه بخشی اساسی از ساختار زیرساختی شهر در نظر گرفت؛ عنصری که در ارتقای سلامت عمومی، کیفیت محیط زیست، و تاب‌آوری شهرها در برابر بحران‌های محیطی نقش آفرین است (Ahern et al., 2022). در دو دهه اخیر، با شدت گرفتن پیامدهای تغییر اقلیم و نابرابری‌های اجتماعی، مفهوم عدالت فضایی در توزیع فضاهای سبز به یکی از محورهای کلیدی برنامه‌ریزی شهری تبدیل شده است. پژوهش‌ها نشان می‌دهند که پراکندگی نامتوازن فضای سبز می‌تواند منجر به بازتولید نابرابری‌های اجتماعی، زیست‌محیطی و بهداشتی شود. به‌ویژه گروه‌های کم‌درآمد و حاشیه‌نشین در بسیاری از شهرها، از دسترسی کافی و باکیفیت به فضاهای سبز بی‌بهره‌اند (Kabisch et al., 2021; Rigolon et al., 2021). از این‌رو، عدالت فضایی در این حوزه به معنای تضمین بهره‌مندی برابر همه شهروندان، فارغ از محل سکونت یا شرایط اجتماعی‌شان، از فضاهای سبز ایمن، در دسترس و کارآمد است.

در سال‌های اخیر، مطالعات بین‌المللی بر ضرورت بهره‌گیری از فناوری‌های مکانی مانند سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و سنسور از‌دور برای تحلیل و ارزیابی عادلانه توزیع فضای سبز تأکید دارند (Jennings et al., 2022). این ابزارها به شناسایی پهنه‌های کم‌برخوردار، اولویت‌بندی اقدامات و جهت‌دهی خط‌مشی‌های شهری در راستای عدالت فضایی کمک می‌کنند. پژوهش حاضر نیز با تکیه بر این چهارچوب نظری، می‌کوشد با تحلیل فضایی دقیق، شکاف‌های موجود در کلان‌شهر تهران را آشکار سازد و پیشنهادهایی برای خط‌مشی‌گذاری منصفانه و پایدار ارائه دهد.

در مطالعات خارجی، تمرکز اصلی بر تحلیل‌های مکانی پیشرفته با بهره‌گیری از داده‌های سنسور از دور، تصاویر ماهواره‌ای و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی بوده است. این پژوهش‌ها به ارزیابی میزان و کیفیت فضای سبز در مقیاس جهانی پرداخته و نشان داده‌اند که شهرها در تأمین عادلانه فضای سبز با چالش‌های جدی مواجه‌اند. در

برخی از این مطالعات، رابطه میان ویژگی‌های جمعیتی، اقتصادی و اقلیمی با میزان دسترسی به فضای سبز بررسی شده است. همچنین کارکردهای زیست‌محیطی فضای سبز همچون کاهش اثرات جزیره حرارتی، تصفیه هوا و افزایش تاب‌آوری شهرها مورد توجه قرار گرفته و ضرورت توجه به عدالت فضایی در توزیع این فضاها برجسته شده است (Huang et al., 2021; Han et al., 2023; Wu & Kim, 2021; Lee et al., 2021; Rigolon et al., 2021; Liu et al., 2021; Yutian et al., 2024).

مطالعات داخلی نیز با رویکردهایی گوناگون و روش‌های متنوع ارزیابی و تحلیل فضای سبز شهری به موضوع پرداخته‌اند. به‌عنوان مثال، در برخی از این مطالعات، از روش‌های توصیفی-تحلیلی و نرم‌افزارهای مکان‌مند برای جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها استفاده شده است. این روش‌ها به محققان این امکان را می‌دهند که به بررسی وضعیت موجود فضای سبز و پراکندگی آن در مناطق مختلف بپردازند. در دیگر پژوهش‌ها، از تصاویر ماهواره‌ای و سنجش از دور برای بررسی تغییرات فضایی و زمانی پوشش سبز بهره گرفته شده است. این رویکردها به شناسایی روندهای تغییرات در طول زمان و ارزیابی تأثیرات انسانی بر فضای سبز کمک می‌کنند. علاوه بر این، برخی پژوهش‌ها به تحلیل داده‌ها با استفاده از پرسش‌نامه‌ها و مدل‌های آماری پرداخته‌اند که به محققان اجازه می‌دهند تا نظر و تجربه ساکنان را درباره فضای سبز جمع‌آوری کرده و به تحلیل نیازهای توسعه این فضاها بپردازند. همچنین، در برخی از مطالعات، از معیارهای عدالت فضایی برای ارزیابی توزیع فضای سبز در بین مناطق مختلف شهری استفاده شده است. این ارزیابی‌ها به شناسایی نابرابری‌ها در دسترسی به فضای سبز و نیاز به بهبود وضعیت موجود کمک می‌کنند. در مجموع، این روش‌ها به درک بهتر از وضعیت فضای سبز در مناطق مختلف شهری و نیازهای توسعه آن‌ها می‌انجامد و می‌تواند به برنامه‌ریزی مؤثرتر برای بهبود کیفیت زندگی شهری کمک کند (Zayyari et al, 2012; Darskhan & Pashachini, 2021; Tabatabayee et al., 2022; Naderi Mayvan & Hadadi Kohsar, 2023; Alikhani et al, 2019; Mosayyebzadeh & baghaei, 2019; Mohammadi Hamidi et al, 2020; 2023; Hoseini & Ahmadi, 2012; Roozbahani et al, 2022; Nasehi et al, 2023; Ganjipour, 2017; Yazdanpanah et al, 2015; Naroei et al, 2022).

در مجموع، بررسی پیشینه پژوهش‌ها نشان می‌دهد که اگرچه تاکنون از ابزارها و روش‌های متنوعی برای سنجش و تحلیل فضای سبز شهری استفاده شده است؛ اما در بسیاری از مطالعات، تلفیق شاخص‌های اکولوژیکی و جمعیتی در مقیاس محله‌ای کمتر مورد توجه قرار گرفته است. پژوهش حاضر تلاش دارد با بهره‌گیری از رویکردی تلفیقی بر پایه داده‌های دقیق مکانی و اطلاعات آماری جمعیت، پهنه‌های نیازمند تقویت فضای

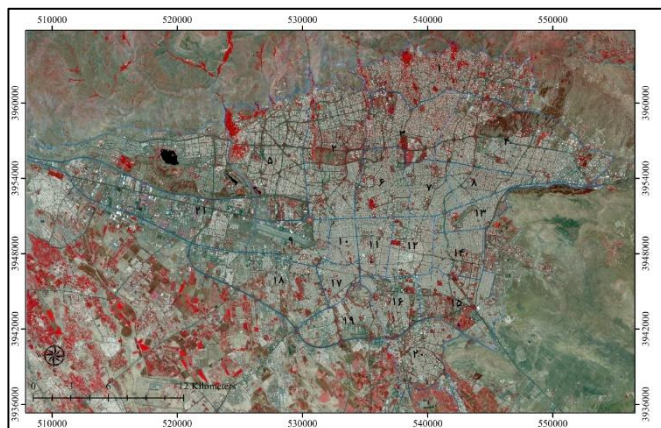
سبز را شناسایی کرده و الگویی برای تصمیم‌گیری عادلانه و مبتنی بر شواهد در کلان‌شهر تهران ارائه دهد.

۲. روش پژوهش

در این پژوهش، ابتدا داده‌های لازم از جمله تصویر ماهواره سنتینل ۲ و آمار جمعیت مناطق و محله‌های شهر تهران بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۵ جمع‌آوری شده است. مرز سرزمین مورد مطالعه در شعاعی تا ۲۰۰۰ متر فراتر از مرز سیاسی کلان‌شهر تهران تعیین شد. پس از انتخاب بهترین تصویر از نظر زمان حداکثر پوشش گیاهی و کمترین عناصر مزاحم مانند پوشش ابر، پیش‌پردازش تصاویر انجام شد. سپس مراحل پردازش تصویر با استفاده از طبقه‌بندی شیء‌گرا در نرم‌افزار Ecognition Developer برای تهیه نقشه به روز پوشش گیاهی صورت پذیرفت. تصویر ماهواره‌ای در تاریخ ۱۱ خرداد ۱۴۰۳ برداشته شده (شکل ۱) که مشخصات آن در جدول (۱)، ارائه شده است.

جدول ۱: مشخصات تصویر انتخابی از محدوده مورد مطالعه در سال ۱۴۰۳

ماهواره	سخت‌کننده	قدرت تفکیک	تاریخ	گذر و ردیف	باند‌های طیفی
Sentinel 2	MSI	۱۰ متر	31 May 2024	N0510_R006	2,3 4,8



شکل ۱: تصویر ماهواره‌ای رنگ کاذب سال ۱۴۰۳ شهر تهران که پوشش گیاهی را به رنگ قرمز نشان می‌دهد

در روش شیء‌گرا بر اساس پارامترهای طیفی، فیزیکی و هندسی عوارض زمینی، قطعه‌بندی انجام می‌شود. در این پژوهش پس از تکمیل مرحله قطعه‌بندی، برای شناسایی قطعات فضای سبز از شاخص نرمال شده تفاضل پوشش گیاهی^۱ (NDVI) استفاده شده است. این شاخص واکنش به فتوسنتز را نشان می‌دهد و هرچه بالاتر باشد نشانگر پوشش گیاهی متراکم‌تر و شاداب‌تر است. مقادیر این شاخص از -۱ تا +۱ متغیر و نشان‌دهنده تراکم بالای پوشش گیاهی و عدم وجود پوشش گیاهی است. در این پژوهش آستانه تعیین فضای سبز به روش آزمون و خطا، ۰/۱۷ در نظر گرفته شده است. این یعنی قطعه‌هایی که میانگین شاخص NDVI در پیکسل‌های تشکیل‌دهنده آن‌ها بیشتر از این مقدار باشد به‌عنوان فضای سبز در نظر گرفته می‌شوند. این شاخص بر اساس رابطه (۱) محاسبه می‌شود. NIR یعنی بازتاب اشعه طول موج نور مادون قرمز نزدیک و RED یعنی بازتاب اشعه طول موج نور قرمز مرئی.

$$\text{رابطه ۱: } \text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED})$$

خروجی طبقه‌بندی دو دسته پوشش فضای سبز و سایر کاربری‌ها بوده است. در مرحله بعد ارزیابی دقت طبقه‌بندی^۲ با مقایسه واقعیت زمینی (نقاط کنترل زمینی توسط GPS) با نقشه حاصل از طبقه‌بندی و بر اساس ماتریس خطا^۳ انجام شده است. به این ترتیب پارامترهای دقت کلی ۸۹/۰۹ درصد و مقدار ضریب کاپا حدود ۸۴ درصد محاسبه شدند.

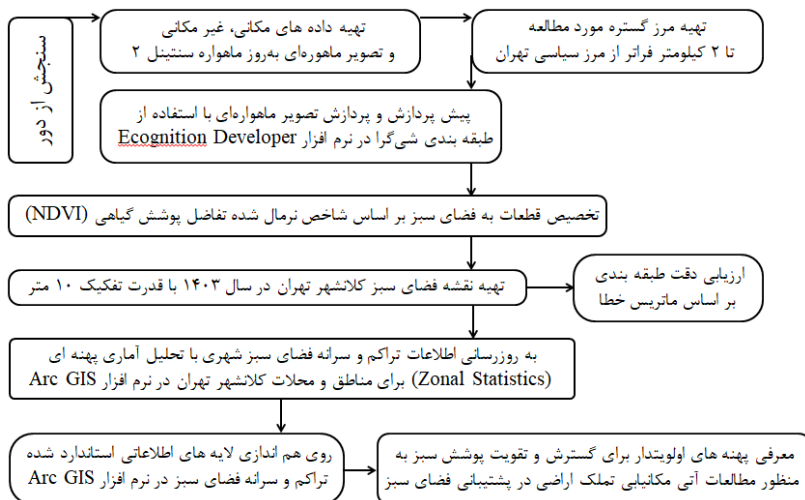
همچنین مرز مناطق و محله‌های شهر تهران بر روی پوشش فضای سبز قرار گرفته است و در رابطه با تراکم و سرانه فضای سبز، تحلیل آماری فضایی-پهنه‌ای^۴ با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS در مناطق و محله‌های شهر تهران انجام شده است. سپس این دو لایه اطلاعاتی استاندارد گردیده و با استفاده از روی هم‌گذاری^۵ در نرم‌افزار ArcGIS، تلفیق شده‌اند. نقشه نهایی به‌دست‌آمده پهنه‌های اولویت‌دار برای پشتیبانی مطالعات آتی به‌منظور تقویت پوشش فضای سبز را نشان می‌دهد.

شکل (۲)، چهارچوب مدل فرایندی نیازسنجی را در این پژوهش نمایش می‌دهد. این شکل، مراحل کلی پژوهش را به‌صورت تصویری نمایش می‌دهد. در گام اول،

1. Normalized Difference Vegetation Index
2. Accuracy assessment of classification
3. Error matrix
4. Zonal- Spatial Statistics
5. Overlaying

داده‌های ماهواره‌ای و آماری جمع‌آوری و پردازش شده و از طریق طبقه‌بندی شیء‌گرا، پوشش فضای سبز از سایر کاربری‌ها تفکیک شده است. سپس با بهره‌گیری از شاخص NDVI و تلفیق داده‌های محیطی و جمعیتی، نقشه به‌روز پوشش گیاهی شهر تهران تهیه شده است. در گام بعد، با تحلیل فضایی، شاخص‌های سرانه و تراکم فضای سبز برای مناطق و محله‌های شهری محاسبه و استانداردسازی شده‌اند. این شاخص‌ها در قالب یک لایه تلفیقی، مبنای نیازسنجی و تعیین اولویت مداخلات قرار گرفته‌اند.

در نقشه‌های حاصل، رنگ‌بندی پهنه‌ها به‌گونه‌ای است که مناطق قرمز، نارنجی و زرد، بیشترین نیاز به اقدام‌های مدیریتی برای گسترش فضای سبز را دارند. این مناطق دارای کمترین میزان برخورداری از سرانه و تراکم فضای سبز در مقایسه با جمعیت ساکن‌اند. در مقابل، پهنه‌های با رنگ سبز پررنگ، بیانگر وضعیت مطلوب و برخورداری بالا هستند و نیازی به مداخله فوری ندارند. مناطق سبز کم‌رنگ نیز وضعیت نسبتاً مطلوبی دارند و در اولویت بعدی قرار می‌گیرند. الگوی نیازسنجی این پژوهش مبتنی بر تلفیق شاخص‌های محیطی و جمعیتی در بستر تحلیل مکان‌محور است و خروجی آن، نقشه‌ای کاربردی از اولویت‌های مداخله در سطح پهنه‌های شهری تهران است. نقشه نهایی می‌تواند مبنایی برای خط‌مشی‌گذاری، مکان‌یابی پروژه‌های توسعه فضای سبز و تصمیم‌گیری‌های آتی در جهت تحقق عدالت فضایی در کلان‌شهر تهران باشد.



شکل ۲: چهارچوب مراحل فرایند سنجش نیاز پهنه‌های شهری

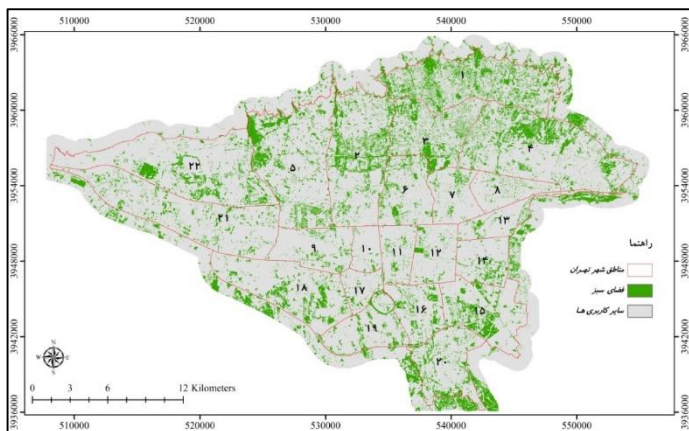
به تقویت و گسترش فضای سبز با تأکید بر عدالت فضایی

۳. معرفی محدوده مورد مطالعه

کلان‌شهر تهران، یکی از پرجمعیت‌ترین و پرتراکم‌ترین شهرهای خاورمیانه است که با توسعه شهری شتابان، نیاز به برنامه‌ریزی دقیق برای حفظ و گسترش فضای سبز دارد. طرح احداث کمربند سبز ۵۰ هزار هکتاری در پیرامون شهر تهران از سال ۱۳۶۶ تاکنون ادامه دارد. البته از سال ۱۳۴۵ نیز، در شرق و غرب تهران، ایجاد جنگل‌های مصنوعی وجود داشته است. هم‌اکنون مناطق مرکزی تهران با کمبود فضای سبز مواجه هستند. این موضوع به دلیل وجود اولویت‌های دیگر و نبودن پاسخ مناسب و به‌موقع به نواقص و کمبودهای کالبدی-فضایی کلان‌شهر تهران افزایش یافته است. در این راستا، اگرچه برنامه‌ریزی برای توسعه فضای سبز تهران از اولویت‌های مهم شهرداری بوده و همیشه تلاش گشته سطح پارک‌های شهری بیشتر شود، ولی برخی مطالعات پایه و آتی موردنیاز مورد بی‌توجهی قرار گرفته است. در سال‌های اخیر، شهرداری تهران تلاش کرده است که با توسعه کمربند سبز و تملک باغات و اراضی مشجر، به چالش‌های محیط‌زیستی و عدم دسترسی‌ها در این زمینه پاسخ دهد. باین‌حال، نیاز به یک برنامه جامع و پایدار برای تقویت فضای سبز در تهران، به‌ویژه در محلات با سرانه پایین، هنوز احساس می‌شود (Jazayeri et al., 2023; Kamanroudi Kojuri et al., 2020; Hassanpour et al., 2020; Mahmoodi et al., 2013; Moazeni et al., 2020; Barghjelve, 2014).

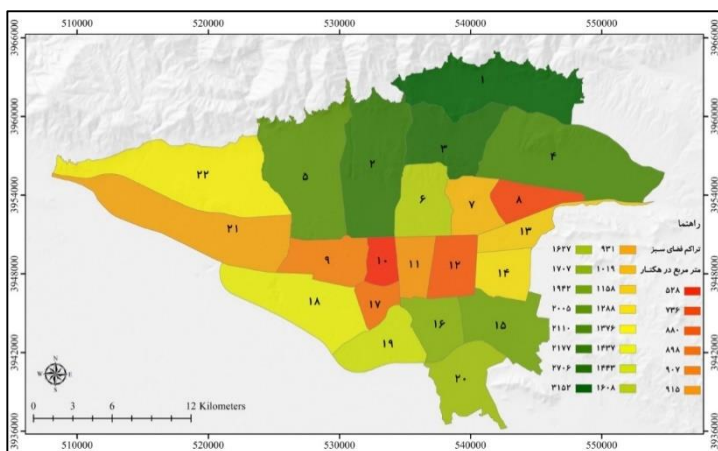
۴. یافته‌های پژوهش

بر اساس طبقه‌بندی انجام شده، در سطح مناطق ۲۲ گانه شهر تهران ۱۰۴۶۲ هکتار فضای سبز وجود دارد. پراکندگی پوشش فضای سبز در سطح شهر تهران به تفکیک مناطق شهری در شکل ۳ نمایش داده شده است. تراکم فضای سبز و سرانه فضای سبز در کل سطح کلان‌شهر تهران در این پژوهش به ترتیب ۰/۱۷ مترمربع در هکتار و ۱۲/۷ مترمربع به‌دست‌آمده است.



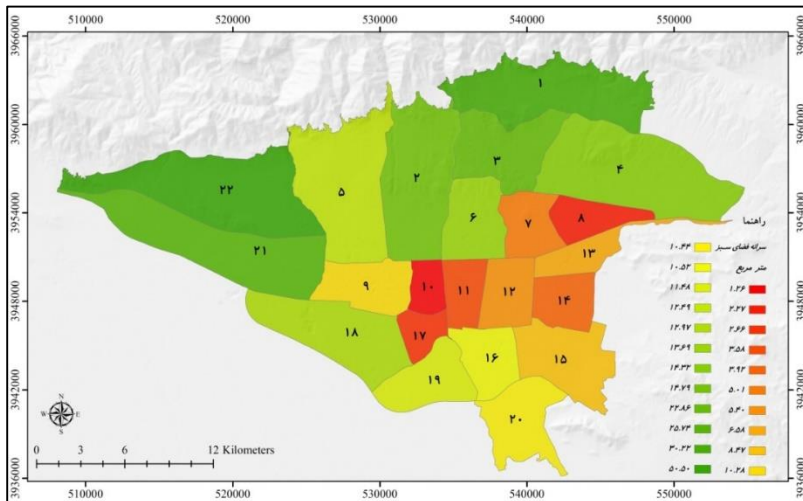
شکل ۳: پراکندگی فضای سبز به تفکیک مناطق شهری تهران در سال ۱۴۰۳

با توجه به شکل (۴) و بر اساس وسعت فضای سبز مناطق و مساحت هر منطقه، می‌توان گفت که کمترین تراکم فضای سبز در منطقه ۱۰ برابر با ۵۲۸ مترمربع در هکتار و بیشترین تراکم فضای سبز در منطقه ۳ برابر با ۲۷۰۶ مترمربع در هکتار بوده است. همچنین به ترتیب کمترین تا بیشترین تراکم فضای سبز متعلق به مناطق ۱۰، ۸، ۱۲، ۱۷، ۹، ۱۱، ۲۱، ۷، ۱۳، ۱۴، ۲۲، ۱۸، ۱۹، ۶، ۲۰، ۱۶، ۱۵، ۵، ۴، ۲، ۳ و ۱ بوده است. مناطق مشخص شده با رنگ‌های قرمز، نارنجی و زرد، به ترتیب بدترین وضعیت را به لحاظ عدالت فضایی در توزیع تراکم فضای سبز دارند.



شکل ۴: په‌نه‌بندی تراکم فضای سبز در مناطق شهر تهران

به‌علاوه با توجه به شکل (۵) و بر اساس جمعیت و وسعت فضای سبز مناطق می‌توان گفت که کمترین سرانه فضای سبز در منطقه ۱۰ برابر با $\frac{1}{3}$ مترمربع و بیشترین سرانه فضای سبز در منطقه ۲۲ برابر با $\frac{50}{5}$ مترمربع بوده است. در نهایت به ترتیب کمترین تا بیشترین سرانه فضای سبز متعلق به مناطق ۱۰، ۸، ۱۷، ۱۱، ۱۴، ۷، ۱۲، ۱۳، ۱۵، ۹، ۲۰، ۱۶، ۱۹، ۵، ۱۸، ۶، ۴، ۲، ۳، ۲۱، ۱ و ۲۲ بوده است. به دلیل این تفاوت‌ها در ترتیب مناطق به لحاظ تراکم فضای سبز و سرانه آن، لازم است به هر دو شاخص توجه شود. مناطق مشخص شده با رنگ‌های قرمز، نارنجی و زرد، به ترتیب بدترین وضعیت را به لحاظ عدالت فضایی در توزیع سرانه فضای سبز دارند.



شکل ۵: پهنه‌بندی سرانه فضای سبز در مناطق شهر تهران

بر اساس جدول (۲)، وسعت فضای سبز، تراکم فضای سبز، تعداد جمعیت، تراکم جمعیت و در نهایت سرانه فضای سبز در مناطق کلان‌شهر تهران آورده شده است. با بررسی داده‌های ارائه شده تنوع چشمگیری در شاخص‌های مربوط به فضای سبز در مناطق شهر تهران مشاهده می‌شود. این تنوع نه تنها در سرانه فضای سبز (مترمربع به ازای هر نفر) بلکه در سایر شاخص‌ها مانند مساحت منطقه (هکتار)، جمعیت در آخرین سرشماری، تراکم جمعیت (نفر در هکتار)، وسعت فضای سبز (مترمربع)، وسعت فضای سبز (درصد از کل مساحت منطقه) و تراکم فضای سبز (مترمربع در هکتار) نیز قابل مشاهده است. به‌عنوان مثال جمعیت مناطق از ۱۶۰۶۸۹

نفر در منطقه ۲۲ تا ۹۰۶۵۹۸ نفر در منطقه ۴ متغیر است، این اختلاف جمعیتی بر نیاز به فضای سبز در هر منطقه تأثیرگذار است. تراکم جمعیت نیز تفاوت‌های قابل توجهی دارد، از ۲۷/۲ نفر در هکتار در منطقه ۲۲ تا ۴۱۸/۵ نفر در هکتار در منطقه ۱۰، این امر نشان‌دهنده فشارهای جمعیتی متفاوت بر منابع و فضاهای سبز در مناطق مختلف است. وسعت فضای سبز نیز از ۴۳۲۲۰۰ مترمربع در منطقه ۱۰ تا ۱۴۶۹۰۱۰۰ مترمربع در منطقه ۱ متغیر است. تراکم فضای سبز نیز از ۵۲۸ مترمربع در هکتار در منطقه ۱۰ تا ۳۱۵۲ مترمربع در هکتار در منطقه ۱ متغیر است. همه این تنوع، نشان‌دهنده الگوی توزیع فضای سبز در مناطق مختلف است. سرانه فضای سبز نیز از ۱/۳ مترمربع در منطقه ۱۰ تا ۵۰/۵ مترمربع در منطقه ۲۲ متغیر است، که نشان‌دهنده تفاوت‌های بارز در دسترسی به فضای سبز و توزیع ناعادلانه آن در مناطق مختلف شهر است. همین محاسبات به‌صورت جداگانه برای محله‌های تهران (۳۴۶ محله) نیز انجام شده است که به دلیل تفصیل بسیار زیاد، از ذکر آن‌ها در اینجا خودداری می‌شود. کمترین سرانه (۰/۱ مترمربع) به محله افسریه شمالی در منطقه ۱۵ و بیشترین سرانه (۳۵۱۶ مترمربع) به محله بوستان ولایت در منطقه ۱۹ اختصاص دارد.

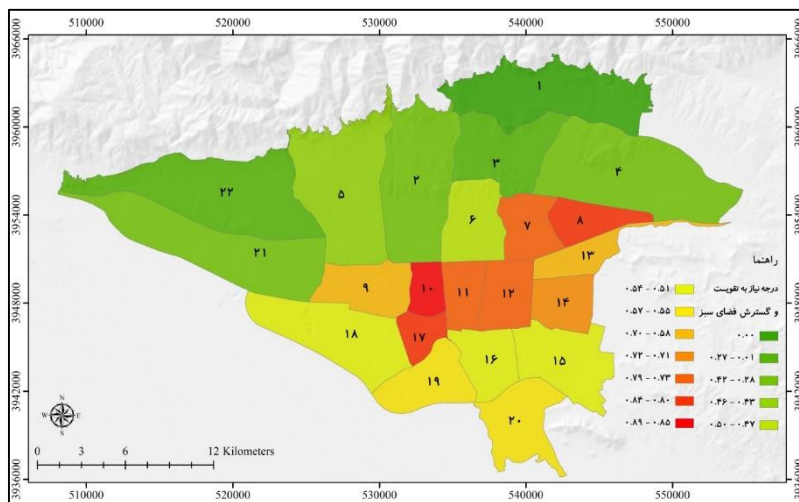
جدول ۲: اطلاعات آماری مرتبط با فضای سبز به تفکیک مناطق شهر تهران

ردیف	مساحت (هکتار)	جمعیت در سال ۱۳۹۵	تراکم جمعیت (نفر در هکتار)	وسعت فضای سبز (متر مربع)	وسعت فضای سبز (درصد)	تراکم فضای سبز (متر مربع در هکتار)	سرانه فضای سبز
۱	۴۶۶۱٫۲	۴۸۶۰۶۹	۱۰۴٫۳	۱۴۶۹۰۱۰۰	۳۱٫۵۲	۳۱۵۲	۳۰٫۲
۲	۴۷۰۰٫۶	۶۹۱۷۹۵	۱۴۷٫۲	۱۰۲۳۵۲۰۰	۲۱٫۷۷	۲۱۷۷	۱۴٫۸
۳	۲۹۲۱٫۷	۳۴۵۸۸۵	۱۱۸٫۴	۷۹۰۷۲۰۰	۲۷٫۰۶	۲۷۰۶	۲۲٫۹
۴	۶۱۵۵٫۵	۹۰۶۵۹۸	۱۴۷٫۳	۱۲۹۹۰۰۰۰	۲۱٫۱۰	۲۱۱۰	۱۴٫۳
۵	۵۲۱۶٫۲	۸۵۳۲۱۲	۱۶۰٫۵	۱۰۶۶۱۰۰۰	۲۰٫۰۵	۲۰۰۵	۱۲٫۵
۶	۲۱۳۶٫۷	۲۵۰۷۵۳	۱۱۷٫۴	۳۴۳۵۳۰۰	۱۶٫۰۸	۱۶۰۸	۱۳٫۷
۷	۱۵۳۳٫۵	۳۱۲۰۰۲	۲۰۳٫۵	۱۵۶۳۲۰۰	۱۰٫۱۹	۱۰۱۹	۵٫۰
۸	۱۳۱۵٫۶	۴۲۵۰۴۴	۳۲۳٫۱	۹۶۸۹۰۰	۷٫۳۶	۷۳۶	۲٫۳
۹	۱۹۷۴٫۷	۱۷۴۱۱۵	۸۸٫۲	۱۷۹۰۵۰۰	۹٫۰۷	۹۰۷	۱۰٫۳
۱۰	۸۱۸٫۵	۳۴۲۵۴۰	۴۱۸٫۵	۴۳۲۲۰۰	۵٫۲۸	۵۲۸	۱٫۳

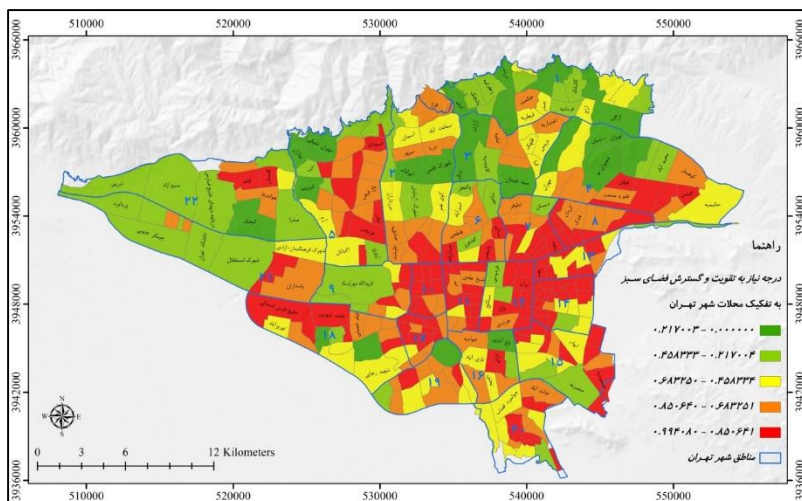
ردیف	مساحت (هکتار)	جمعیت در سال ۱۳۹۵	تراکم جمعیت (نفر در هکتار)	وسعت فضای سبز (مربع)	وسعت فضای سبز (درصد)	تراکم فضای سبز (متر مربع در هکتار)	سرانه فضای سبز
۱۱	۱۲۰۳٫۱	۳۰۷۴۶۹	۲۵۵٫۶	۱۱۰۰۹۰۰	۹٫۱۵	۹۱۵	۳٫۶
۱۲	۱۶۰۰٫۷	۲۶۰۶۶۶	۱۶۲٫۸	۱۴۰۸۵۰۰	۸٫۸۰	۸۸۰	۵٫۴
۱۳	۱۲۸۶٫۳	۲۲۶۱۴۰	۱۷۵٫۸	۱۴۹۰۰۰۰	۱۱٫۵۸	۱۱۵۸	۶٫۶
۱۴	۱۴۵۵٫۳	۴۷۷۷۵۱	۳۲۸٫۳	۱۸۷۴۴۰۰	۱۲٫۸۸	۱۲۸۸	۳٫۹
۱۵	۲۷۷۴٫۰	۶۳۵۸۱۱	۲۲۹٫۲	۵۳۸۸۳۰۰	۱۹٫۴۲	۱۹۴۲	۸٫۵
۱۶	۱۶۵۱٫۲	۲۶۷۶۷۸	۱۶۲٫۱	۲۸۱۸۵۰۰	۱۷٫۰۷	۱۷۰۷	۱۰٫۵
۱۷	۸۲۵٫۲	۲۷۸۲۵۴	۳۳۷٫۳	۷۴۱۰۰۰	۸٫۹۸	۸۹۸	۲٫۷
۱۸	۳۷۸۶٫۹	۴۱۹۲۴۹	۱۱۰٫۷	۵۴۴۱۲۰۰	۱۴٫۳۷	۱۴۳۷	۱۳٫۰
۱۹	۲۰۳۴٫۱	۲۵۵۵۳۳	۱۲۵٫۶	۲۹۳۵۴۰۰	۱۴٫۴۳	۱۴۴۳	۱۱٫۵
۲۰	۲۳۵۸٫۴	۳۶۷۴۲۹	۱۵۵٫۸	۳۸۳۶۴۰۰	۱۶٫۲۷	۱۶۲۷	۱۰٫۴
۲۱	۵۱۵۲٫۵	۱۸۶۳۱۹	۳۶٫۲	۴۷۹۷۱۰۰	۹٫۳۱	۹۳۱	۲۵٫۷
۲۲	۵۹۰۰٫۳	۱۶۰۶۸۹	۲۷٫۲	۸۱۱۶۳۰۰	۱۳٫۷۶	۱۳۷۶	۵۰٫۵

در ادامه، نتیجه تلفیق تراکم فضای سبز و سرانه فضای سبز نمایش داده شده است که به منزله نقشه‌های نهایی مؤثر بر تصمیم‌گیری در مطالعات آتی هستند. بر اساس شکل (۶)، به ترتیب مناطق اولویت‌دار شامل مناطق ۱۰، ۸، ۱۷، ۱۱، ۱۲، ۷، ۱۴، ۱۳، ۹ و ۱۹ هستند که باید در اولویت مطالعه، سرمایه‌گذاری و اقدام باشند. بر اساس شکل (۷)، اولویت باید با محله‌هایی باشد که در بهره‌مندی از فضای سبز، وضعیت نامناسب‌تری دارند. به‌طور مثال در منطقه ۱۰، اولویت به ترتیب با محله‌های امام خمینی، سلسبیل، کارون، مرتضوی، هاشمی، سلیمانی، جی، زنجان، بریانک و هفت‌چنار است. همچنین محله‌هایی هم وجود دارد که در خارج از ده منطقه ذکر شده هستند؛ اما درعین‌حال نیاز بسیار بالایی به بهبود کمیت و کیفیت فضای سبز دارند. مهم‌ترین محله‌ها با ویژگی مذکور اخیر، به این شرح هستند: افسریه شمالی از منطقه ۱۵، توحید از منطقه ۲، شوش از منطقه ۱۵، قائم از منطقه ۲۲، گلشن از منطقه ۴، سنایی از منطقه ۶، علی‌آباد شمالی از منطقه ۱۶، رضویه از منطقه ۱۵، تقی‌آباد از

منطقه ۲۰، اوقاف از منطقه ۴، طیب از منطقه ۱۵، مسعودیه از منطقه ۱۵، اقدسیه از منطقه ۲۰، افسریه جنوبی از منطقه ۱۵، فیروزآبادی از منطقه ۲۰، مظاهری منطقه ۱۵، استخر از منطقه ۲۰، شهرک پرواز از منطقه ۵، نارمک شمالی از منطقه ۴، تهران پارس غربی از منطقه ۴، کوهسار از منطقه ۵، فردوس از منطقه ۵، خزانه از منطقه ۱۶، جنت‌آباد جنوبی از منطقه ۵ و باشگاه نفت از منطقه ۲۱.



شکل ۶: نقشه اولویت تقویت و گسترش فضای سبز در سطح مناطق شهر تهران



شکل ۷: نقشه اولویت تقویت و گسترش فضای سبز در سطح محله‌های کلان شهر تهران بر اساس نیازسنجی

نتایج تحقیقات پیشین درباره فضای سبز شهری در کلان‌شهر تهران و سایر شهرهای ایران، به‌وضوح بیانگر ضرورت بررسی دقیق‌تر و گسترش این فضاها به‌منظور ارتقای کیفیت زندگی ساکنان است. تحقیقات متعدد بر کمبود سرانه فضای سبز و پراکندگی نامناسب آن در مناطق مختلف تأکید دارند. این عدم تناسب در توزیع و دسترسی به فضای سبز در مناطق مختلف تهران، ضرورت برنامه‌ریزی و طراحی دقیق‌تری برای توسعه پایدار این فضاها را نمایان می‌سازد. عدم دسترسی ساکنان به فضای سبز کافی و باکیفیت، نه‌تنها بر جنبه‌های محیط زیستی بلکه بر کیفیت زندگی افراد تأثیر می‌گذارد. همچنین بررسی‌های انجام شده در شهرهای دیگر مانند قم، تبریز، شیراز، اصفهان و ارومیه نیز حاکی از عدم انطباق وضعیت فعلی فضای سبز با استانداردهای معمول و نارضایتی ساکنین از وضعیت موجود است (Zayyari et al, 2012; Darskhan & Pashachini, 2021; Tabatabayee et al, 2022; Naderi Mayvan & Hadadi Kohsar, 2023; Alikhani et al, 2019; Mosayyebzadeh & baghaei, 2023; Hoseini & Ahmadi, 2012; Mohammadi Hamidi et al, 2020; Naroei et al, 2022; Ganjipour, 2017; Roozbahani et al, 2022; Yazdanpanah et al, 2015; Nasehi et al, 2023; Beiranvand et al, 2013).

مطالعات انجام‌شده در حوزه فضای سبز شهری، چه در سطح جهانی و چه در سطح ملی، نشان می‌دهد که این موضوع به‌عنوان یکی از اجزای مهم زیرساخت شهری و بستر تحقق عدالت فضایی، مورد توجه جدی پژوهشگران قرار گرفته است. این پژوهش‌ها با رویکردهای گوناگون و ابزارهای تحلیلی متنوع، از بررسی‌های کمی و فضایی تا مطالعات تجربی و مشارکتی، تلاش داشته‌اند تا الگوهای توزیع، کارکرد و نابرابری در دسترسی به فضای سبز را تبیین کنند.

به‌وضوح لزوم توجه ویژه به عدالت فضایی و توزیع عادلانه فضای سبز در میان مناطق مختلف شهری قابل اذعان است؛ به‌ویژه آنکه سایر مطالعات در کنار شناسایی کمبودها و چالش‌ها در زمینه فضای سبز، بر اهمیت اولویت‌سنجی برای تقویت فضای سبز در آینده توجه داشته‌اند، پژوهش حاضر در راستای پیشنهادهای مطالعات قبلی انجام شده است و می‌تواند راهگشای تدوین راهکارهای عملی و مؤثر برای بهبود وضعیت فضای سبز و افزایش دسترسی ساکنان شهر تهران به این فضاها باشد. برتری‌های این پژوهش نسبت به مطالعات قبلی شامل چهار مقوله زیر بوده است:

۱. اطلاعات مورد نیاز از تصاویر ماهواره‌ای به دو روش اصلی پیکسل‌محور و شیء‌گرا استخراج می‌شود. در روش پیکسل‌محور، طبقه‌بندی بر اساس مقادیر عددی پیکسل‌های تصویر انجام می‌شود. درحالی‌که روش شیء‌گرا، که از

اطلاعات طیفی، بافت و محتوای تصویر بهره می‌برد، دقت بالاتری در طبقه‌بندی دارد. طبقه‌بندی دقیق‌تر شیء‌گرا یکی از برتری‌های روش این پژوهش بوده است که به داده‌های قابل اعتمادتر انجامیده است؛

۲. در این پژوهش از تحلیل آمار فضایی برای ایجاد تصویری مناسب از وضعیت عدالت یا بی‌عدالتی فضایی در توزیع فضای سبز در پهنه‌های مدیریتی استفاده شده است. در نتیجه با تقویت قابلیت قیاس و استدلال، اولویت‌بندی مناطق و محله‌های شهری و نیازسنجی مطالعات آینده بر اساس دو شاخص سرانه فضای سبز و تراکم فضای سبز ارائه شده است؛

۳. استفاده از شاخص NDVI برای استخراج نقشه فضای سبز، سبب می‌شود که نسبت مشخصی از باندهای مادون قرمز نزدیک و قرمز مرئی برای نقشه‌های پوشش گیاهی و بررسی ویژگی‌های آن‌ها مورد استفاده قرار گیرد. این دو باند توسط گیاهان، به مقدار بسیار زیاد جذب و منعکس می‌شوند پس این شاخص، دقت و درستی تشخیص پوشش گیاهی دارای کیفیت بالا را به خوبی بهبود می‌دهد؛

۴. علاوه بر این، این پژوهش به‌عنوان یک نیازسنجی مدیریتی عمل می‌کند و با ارائه نقشه‌های پهنه‌بندی، اولویت‌های مکان‌یابی فضای سبز را به‌طور واضح مشخص می‌سازد. این ویژگی به تصمیم‌گیرندگان و برنامه‌ریزان شهری کمک می‌کند تا بر اساس داده‌های علمی و تحلیلی، تصمیم‌های بهتری در زمینه تملک اراضی و گسترش فضای سبز اتخاذ کنند. در نتیجه، این روش نه تنها به بهبود کیفیت داده‌ها و تحلیل‌ها کمک می‌کند، بلکه به ایجاد یک رویکرد مدیریتی مؤثرتر در توسعه فضای سبز شهری نیز می‌انجامد.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهاد

با توجه به تفاوت‌های چشمگیر در سرانه و تراکم فضای سبز در مناطق و محله‌های مختلف شهر تهران، لزوم برنامه‌ریزی و خط‌مشی‌گذاری برای عدالت فضایی در توزیع فضای سبز در سطح شهر بیش‌ازپیش احساس می‌شود. این تفاوت‌ها تحت تأثیر قدمت متفاوت مناطق، نوع بافت و کاربری غالب متفاوت آن‌ها، تراکم متفاوت جمعیت‌ها، انواع راهبردهای توسعه شهری به کار گرفته شده و حتی تنوع شرایط اکولوژیکی است. به‌طور مثال مناطق و محله‌های با جمعیت متراکم، اغلب فضای سبز کمتری به ازای هر نفر دارند، در حالی‌که اغلب مناطق و محله‌های کم‌جمعیت، فضای سبز بیشتری

دارند. در هر صورت داده‌های این پژوهش بر بهره‌مندی محدود بخش قابل توجهی از شهر و ساکنان شهری از مزایای فضاهای سبز تأکید دارد. اهمیت نتایج حاصل شده چنان است که لازم است بانک اطلاعاتی مکان‌دار حاصل از این پژوهش، حداقل هر دهه یک‌بار به‌روزرسانی شود.

در مجموع شهرداری هم‌اکنون به برنامه‌ریزی جدی برای بهبود دسترسی همه شهروندان به فضاهای سبز از طریق توزیع عادلانه‌تر فضاهای سبز نیازمند است. در این زمینه، مطالعات مکان‌یابی برای احداث پارک‌ها و بوستان‌های جدید باید با اولویت مکانی به‌دست‌آمده در این مطالعه و بر اساس راه‌حلی‌هایی که در دنیا تجارب موفق‌تری از آن‌ها در این زمینه وجود دارد، انجام شود. به عبارت ساده، بر اساس نتایج این پژوهش، مناطق و محله‌هایی که در شهر تهران با درجه نیاز بالا شناخته شده‌اند، از نظر فضای سبز کمتر برخوردار هستند و اجرای پروژه‌های حفظ، تقویت و گسترش فضای سبز در این پهنه‌ها در اولویت است. لازم است ابتدا به ترتیب مناطق دارای درجه نیاز بالا یعنی مناطق ۱۰، ۸، ۱۷، ۱۱، ۱۲، ۷، ۱۴، ۱۳، ۹ و ۱۹ مورد توجه و سرمایه‌گذاری در این زمینه قرار گیرد. در کنار این، بدون تردید محله‌هایی از شهر که بهره‌مندی کمتری دارند، در اولویت اقدام هستند.

پیشنهاد می‌شود به‌منظور برنامه‌ریزی منطقی، از فناوری‌های نوین و روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و تلفیق شاخص‌ها به‌عنوان مثال سرانه سطح و دسترسی برای مکان‌یابی فضاهای سبز جدید استفاده شود. همچنین توصیه می‌شود که در مطالعات آتی مکان‌یابی فضای سبز به معیارهایی مانند تناسب اکولوژیکی، دسترسی‌پذیری و صلاحیت قانونی تملک اراضی اهمیت داده شود. در این زمینه سازگاری با کاربری‌های دیگر، وجود فضاهای باز و زمین‌های بایر، فاصله از پارک‌های موجود و نزدیکی به رود-دره‌ها نیز مهم است. برنامه عملیاتی آینده می‌تواند شامل ایجاد پارک‌های محله محور، تقویت فضای سبز در حاشیه معابر و ساختمان‌ها و احیای باغ‌ها و فضاهای سبز متروکه باشد که بخشی از آن‌ها نیازمند تملک قانونی اراضی مناسب است. به‌منظور تملک اراضی، زمین‌های نسبتاً بزرگ دولتی در طرح تفصیلی با نام کاربری ذخیره توسعه و نوسازی شهری اهمیت بسیار دارد. همچنین مهم است که به فضاهایی که با احداث بزرگراه‌ها، تملکشان در اختیار شهرداری قرار گرفته است، توجه شود. در نهایت پیشنهاد می‌شود در مطالعات جداگانه‌ای، حوزه نفوذ عملکردی فضاهای سبز بر اساس شبکه دسترسی پیاده و با تأکید بر زیرساخت‌های سبز و رود-دره‌ها، برای طرح‌ریزی‌های آینده مورد بررسی قرار گیرد.

تقدیر و تشکر

این پژوهش با حمایت مالی مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران، از محل قرارداد شماره ۱۳۷/۱۰۷۰۹۹۲ با معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه تهران با عنوان «ارزیابی فضایی پیوستگی شبکه فضای سبز شهر تهران با استفاده از اصول بوم‌شناسی سیمای سرزمین» انجام شده است. در این زمینه از راهنمایی‌های ارزشمند آقای دکتر یوسف رفیعی راهبر محترم پروژه بسیار سپاسگزاریم.

References

- Afsharnia, A., Zebardast, E., & Talachian, M. (2019). Investigating and evaluating urban development plans based on spatial justice approach (Case study: Farahzad reorganization plan). *Quarterly Journal of Urban and Regional Development Planning*, 4(9), 59–92. <https://doi.org/10.22054/urdp.2021.54937.1245> [In Persian]
- Ahern, J., Cilliers, S., & Niemelä, J. (2022). The concept of green infrastructure: From research to design and implementation. *Landscape and Urban Planning*, 221, 104384. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2022.104384>
- Alikhani, M., Nouri, M., & Ghalehnoee, M. (2019). Prioritizing urban districts according to their needs for green spaces (Case study: 15 selected districts of Isfahan). *Journal of Environmental Studies*, 45(1), 115–132. <https://doi.org/10.22059/jes.2019.260864.1007691> [In Persian]
- Badiu, D. L., Iojă, C. I., Pătroescu, M., Breuste, J., Artmann, M., Niță, M. R., & Onose, D. A. (2016). Is urban green space per capita a valuable target to achieve cities' sustainability goals? Romania as a case study. *Ecological indicators*, 70, 53-66. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.05.044>
- Ben Messaoud, K., Wang, Y., Jiang, P., Ma, Z., Hou, K., & Dai, F. (2024). Spatial-temporal dynamics of urban green spaces in response to rapid urbanization and urban expansion in Tunis between 2000 and 2020. *Land*, 13(1), 98. <https://doi.org/10.3390/land13010098>
- Cao, Y., Guo, Y., & Zhang, M. (2022). Research on the equity of urban green park space layout based on Ga2SFCA optimization method—taking the core area of Beijing as an example. *Land*, 11(8), 1323. <https://doi.org/10.3390/land11081323>
- Chapman, C.; Hall, J.W. Designing green infrastructure and sustainable drainage systems in urban development to achieve multiple ecosystem benefits. *Sustain. Cities Soc.* 2022, 85, 104078. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104078>
- Darskhan, R., & Pashachini, H. (2021). Location and analysis of green space distribution with spatial justice approach (Case study: Tabriz Metropolis). *Journal of Geography and Environmental Studies*, 36(9), 7–20. [In Persian]
- Dong, T., Feng, C., Yue, B., & Zhang, Z. (2024). An Evaluation Model of Urban Green Space Based on Residents' Physical Activity. *Sustainability*, 16(10), 4220. <https://doi.org/10.3390/su16104220>
- Ezzatpanah, B., Sobhani, N., & Rashidi Ebrahimhesari, A. (2016). Investigating the distribution of urban land use in urban development projects in terms of social justice (Case study: Shahindezh City). *Journal of Urban Ecology Researches*, 6(12), 49–64. [In Persian]
- Fang, X.; Li, J.; Ma, Q. Integrating green infrastructure, ecosystem services and nature-based solutions for urban sustainability: A comprehensive literature review. *Sustain. Cities Soc.* 2023, 98, 104843. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104843>

- Fasihi, H., Parizadi, T., & Hamidi, M. (2020). Analyzing accessibility to urban parks using an environmental justice approach. *Urban Structure and Function Studies*, 6(21), 39–58. [In Persian]
- Ganjipour, A. (2017). Per capita green space assessment using GIS (Case study: District 8 of Tehran). *Environmental Based Territorial Planning*, 5(35), 71–84. [In Persian]
- Han, Y., He, J., Liu, D., Zhao, H., & Huang, J. (2023). Inequality in urban green provision: A comparative study of large cities throughout the world. *Sustainable Cities and Society*, 89, 104229. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104229>
- Hoseini, S., & Ahmadi, S. (2012). Study and analysis of Shiraz park and green space. *Journal of Urban Ecology Researches*, 3(5), 51–70. <https://doi.org/20.1001.1.25383930.1391.3.5.4.0> [In Persian]
- Houlden, V.; Jani, A.; Hong, A. Is biodiversity of greenspace important for human health and wellbeing? A bibliometric analysis and systematic literature review. *Urban For. Urban Green.* 2021, 66, 127385. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127385>
- Huang, C. et al. (2021). Mapping the maximum extents of urban green spaces in 1039 cities. *Environmental Research Letters*, 16(6), 064072. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abf364>
- Jafari, F., Rasoulzade, Z., & Hamidi, A. (2019). Distribution analysis of urban parks with a spatial equity approach (Case study: Bonab city). *Journal of Urban Social Geography*, 6(1), 43–56. <https://doi.org/10.22103/JUSG.2019.1977> [In Persian]
- Jazayeri, S. H., Poursaeed, A., & Omid Najafabadi, M. (2023). Assessing the managerial capabilities of Tehran in line with strategic planning of urban green space development. *Journal of Studies of Human Settlements Planning*, 2, 49–66. [In Persian]
- Jennings, V., Yun, J., & Larson, L. R. (2022). Urban green space access and environmental justice: A systematic review. *Landscape and Urban Planning*, 214, 104180. [tps://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2021.104180](https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2021.104180)
- Kabisch, N., Korn, H., Stadler, J., & Bonn, A. (2021). Nature-based solutions to climate change adaptation in urban areas. Springer.
- Kardan, O., Gozdyra, P., Misic, B., Moola, F., & Palmer, L. J. (2017). Neighborhood greenspace and health in a large urban center. In *Urban Forests* (pp. 77-108). Apple Academic Press.
- Lee A, Jeong S, Joo J, Park C R, Kim J and Kim S 2021 Potential role of urban forest in removing PM2.5: a case study in Seoul by deep learning with satellite data *Urban Clim.* 36 100795. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2021.100795>
- Liu, D., Kwan, M.-P., & Kan, Z. (2021). Analysis of urban green space accessibility and distribution inequity in the City of Chicago. *Urban Forestry & Urban Greening*, 59, 127029. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127029>
- Mohammadi Hamidi, S., Nazmfar, H., & Akbari, M. (2020). Spatial analysis of parks and urban green spaces using Copras models and GIS (Case study: 22 regions of Tehran). *Human Geography Research*, 52(2),

- 437–455. <https://doi.org/10.22059/jhgr.2018.248988.1007610> [In Persian]
- Mosayyebzadeh, A., & Baghaei, M. (2023). Explaining the status of possession and distribution of green space in urban areas with a spatial justice approach (Case study: Five areas of Urmia city). *Urban Space and Social Life*, 2(4), 57–71. <https://doi.org/10.22034/jprd.2023.16428> [In Persian]
 - Naderi Mayvan, R. A., & Haddadi Kohsar, S. (2023). Evaluation of green space per capita in the urban environment (Case study: Bojnord City). *Environmental Science and Geography*, 5(2), 1–13. [In Persian]
 - Naroei, B., Barghjelveh, S., Esmaeilzadeh, H., & Zebardast, L. (2022). Evaluating spatial-temporal changes of urban green infrastructure using decision tree algorithm of spatial processes - Case study: Tehran Landscape System. *Scientific- Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR)*, 31(122), 167-188. Doi: 10.22131/sepehr.2022.254788
 - Nasehi, S., Alemohammad, S., Ramezani Mehrian, M., & Mobarghei Dinan, N. (2023). Formulating Sustainability Strategies for Urban Green Infrastructures by using the Landscape Changes Assessment (Tehran Metropolitan District 2). *Geography and Environmental Sustainability*, 13(2), 95-114. Doi: 10.22126/ges.2023.8640.2614 [In Persian]
 - Nourian, F., Khakpour, A., & Karbalaee Hosseini Ghasvand, A. (2019). Evaluation of detailed plan proposed areas for urban green spaces using ANP and GIS (Case study: Javadiyeh Area in Tehran's 16th region). *Geographical Journal*, 9(35), 97–110. [In Persian]
 - Pouya, S., & Aghlmand, M. (2022). Evaluation of urban green space per capita with new remote sensing and geographic information system techniques and the importance of urban green space during the COVID-19 pandemic. *Environmental monitoring and assessment*, 194(9), 633. <https://doi.org/10.1007/s10661-022-10369-2>
 - Rajaeefard, M. M., Behbahaninia, A., Samadyar, H., & Motahari, S. (2023). An analysis of urban livability dimensions in Tehran: Emphasizing sustainable development (Case study: Sirous Neighborhood). *Strategy*, 32(2), 331–356. <https://doi.org/10.22034/rahbord.2024.412372.1585> [In Persian]
 - Rall, E., Hansen, R., & Pauleit, S. (2019). The Added Value of Public Participation GIS (PPGIS) for Urban Green Infrastructure Planning. *Urban Forestry and Urban Greening*, 40, 264–274. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.07.014>
 - Ramaiah, M., & Avtar, R. (2019). Urban green spaces and their need in cities of rapidly urbanizing India: A review. *Urban science*, 3(3), 94. <https://doi.org/10.3390/urbansci3030094>
 - Ramezani Kiasejmahaleh, R., Esmaeli Alavijeh, E., & Amiri, M. J. (2021). Locating urban green spaces using multi-criteria evaluation methods (Case study: Tehran Region 4). *Journal of Urban Ecology Researches*, 11(22), 13–28. <https://doi.org/10.30473/grup.2021.7618> [In Persian]
 - Ramezani Mehrian, M. (2022). Assessing the structural quality of green space network in urban environments (Case study: District 16 of Tehran

- Municipality). *Geographical Urban Planning Research*, 10(1), 81–99. <https://doi.org/10.22059/jurbangeo.2022.325283.1535> [In Persian]
- Rigolon, A., Browning, M. H. E. M., & McAnirlin, O. (2021). Green space and health equity: A systematic review on the potential of green infrastructure to reduce health disparities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(5), 2563. <https://doi.org/10.3390/ijerph18052563>
 - Roozbahani, M., Janbaz Ghobadi, G., Motevalli, S., & Azimi Amoli, J. (2022). Detection and district analysis of urban green space changes in the 22 districts of Tehran. *Journal of Urban Ecology Researches*, 12(25), 37–58. <https://doi.org/10.30473/grup.2022.8708> [In Persian]
 - Sadreazam Nouri, Z., Nouri, J., Habib, F., & Rafieian, M. (2021). Environmental management for urban development around river valleys using a conceptual model. *International Journal of Human Capital in Urban Management*, 6(4), 351-364. <https://doi.org/10.22034/IJHCUM.2021.04.07>
 - Tabatabayee, S., Robati, M., & Azizi, Z. (2022). Determination of spatial pattern of urban green spread (Case study: District 5 of Tehran Municipality). *Journal of Geographical Studies*, 22(67), 171–188. <https://doi.org/10.52547/jgs.22.67.171> [In Persian]
 - Valente, D.; Marinelli, M.V.; Lovello, E.M.; Giannuzzi, C.G.; Petrosillo, I. Fostering the Resiliency of Urban Landscape through the Sustainable Spatial Planning of Green Spaces. *Land* 2022, 11, 367. <https://doi.org/10.3390/land11030367>
 - Wu, L., & Kim, S. K. (2021). Exploring the equality of accessing urban green spaces: A comparative study of 341 Chinese cities. *Ecological Indicators*, 121, 107080.
 - Yazdanpanah, M., Yavari, A., Zebardast, L., & Alemohammad, S. (2015). Urban green infrastructure assessment for regeneration in Tehran landscape. *Journal of Environmental Studies*, 41(3), 613–625. <https://doi.org/10.22059/jes.2015.55900> [In Persian]
 - Ying, J., Zhang, X., Zhang, Y., & Bilan, S. (2021). Green infrastructure: Systematic literature review. *Economic Research-Ekonomiska Istraživanja*, 1-22. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2021.1976050>
 - Yutian, L. U., Running, C. H. E. N., Bin, C. H. E. N., & Jiayu, W. U. (2024). Inclusive green environment for all? An investigation of spatial access equity of urban green space and associated socioeconomic drivers in China. *Landscape and Urban Planning*, 241, 104926.
 - Zayyari, K., Vahedian Beiky, L., & Parnoon, Z. (2012). The study of environmental crisis and local distribution of green space in Tehran City. *Journal of Urban-Regional Studies and Research*, 4(14), 101–114. [In Persian]

