

تدوین راهبردهای بهبود عدالت فضایی در محلات شهری بر اساس تحلیل قابلیت پیاده‌روی (منطقه ۲ کلانشهر تهران)

چکیده

توزیع ناعادلانه شاخص‌های مؤثر بر پیاده‌روی در محلات شهری، منجر به نابرابری در دسترسی به فرصت‌های شهری و کاهش کیفیت زندگی شده است. هدف این پژوهش، تحلیل این ناعدالتی فضایی از طریق سنجش قابلیت پیاده‌روی و تدوین راهبردهای بهبود آن در محلات منطقه دو کلانشهر تهران است. این تحقیق با به‌کارگیری معیارهای تأثیرگذار و روش‌های تحلیل فضایی شامل تراکم کرنل (برای جمعیت و تقاطع‌ها)، آمار کانونی (برای وسعت فضای سبز) و تحلیل شبکه دسترسی مبتنی بر محدوده خدمات‌رسانی (برای دسترسی به خدمات شهری و ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی بر اساس معابر) انجام شد. وزن‌دهی معیارها با مقایسات زوجی و نظر خبرگان و سپس تلفیق نهایی لایه‌ها، با عملگر ترکیب خطی وزندار صورت گرفت. مطابق یافته‌ها، محلات نیمه جنوبی و غربی منطقه (تیموری، صادقیه و طرشت) به دلیل برخورداری از شبکه معابر متراکم، دسترسی بهتر به خدمات و ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی، بالاترین امتیاز را کسب کردند. در مقابل، محلات شمالی و شرقی (سعادت‌آباد، فراز و ایوانک) به دلیل کمبود این امکانات، با محرومیت جدی مواجه هستند. این نابرابری فضایی منجر به تشدید وابستگی به خودروی شخصی و کاهش کیفیت زندگی در محلات کم‌برخوردار می‌شود که گویای وجود بی‌عدالتی فضایی آشکار در دسترسی به مزایای پیاده‌مداری است. راهبردهای پیشنهادی بر اساس اولویت‌بندی محلات کم‌برخوردار با تراکم جمعیتی بالا (مانند توحید، دریاچه و سعادت‌آباد) و تمرکز بر بهبود دسترسی به خدمات، حمل‌ونقل عمومی، فضای سبز و شبکه معابر تدوین شده‌اند. این پژوهش نشان می‌دهد که ارتقای قابلیت پیاده‌روی می‌تواند ابزاری کلیدی برای تحقق عدالت فضایی و پایداری شهری باشد.

کلیدواژه‌ها: پیاده‌روی، عدالت فضایی، آمار کانونی، تراکم کرنل، شبکه دسترسی، محدوده خدمات‌رسانی.

Developing Strategies for Enhancing Spatial Justice in Urban Neighborhoods Based on Walkability Analysis (District 2- Tehran Metropolitan Area)

Abstract

The inequitable distribution of factors influencing walkability in urban neighborhoods has created significant disparities in access to urban opportunities and diminished quality of life. This research examines spatial injustice through walkability assessment and develops improvement strategies for neighborhoods in District 2 of Tehran Metropolitan Area. The methodology integrates spatial analysis techniques including Kernel Density Estimation (assessing population distribution and intersection density), Focal Statistics (measuring green space accessibility), and Network Analysis based on Service Areas (evaluating access to urban services and public transportation through actual street networks). The analytical framework employed pairwise comparisons and expert consultation for criteria weighting, with spatial layers integrated through Weighted Linear Combination. Findings demonstrate distinct spatial patterns, with southern and western neighborhoods (Teymouri, Sadeghiyeh, Taresht) exhibiting superior walkability due to denser street networks and better service accessibility. Conversely, northern and eastern sectors (Sa'adat Abad, Faraz, Ivank) show significant walkability deficits. This spatial stratification reinforces automobile dependency and compromises urban livability in disadvantaged areas. Strategic interventions prioritize neighborhoods with high population density and poor walkability scores (including Tohid, Daryan No, and Sa'adat Abad), emphasizing enhanced service distribution, public transportation access, green space development, and street network connectivity. The study establishes walkability enhancement as crucial for achieving spatial justice and sustainable urban development.

Keywords: Walkability, Spatial Justice, Kernel Density, Focal Statistics, Network Analysis, Service Areas.

مقدمه

در دهه‌های اخیر، روند فزاینده شهرنشینی در جهان منجر به تغییرات عمیق در ساختار فضایی و عملکردی شهرها شده است. این تحولات علاوه بر ایجاد فرصت‌های اقتصادی و اجتماعی، پیامدهای منفی همچون وابستگی روزافزون به خودرو، تراکم ترافیکی، آلودگی هوا و کاهش کیفیت فضاهای عمومی را به همراه داشته است (Frank & Engelke, 2021). تجربه شهرهای پیشرو نشان می‌دهد که ارتقای قابلیت پیاده‌روی می‌تواند به کاهش مصرف انرژی، تشویق فعالیت‌های بدنی، بهبود سلامت عمومی، تقویت تعاملات اجتماعی و افزایش زیست‌پذیری شهری بینجامد (Garrard et al., 2021; Lopez et al., 2023). در سال‌های اخیر، مفهوم عدالت فضایی نیز به‌عنوان رویکردی نوین در برنامه‌ریزی شهری برجسته شده است. این مفهوم بر توزیع عادلانه منابع، خدمات و زیرساخت‌های شهری در میان مناطق مختلف شهر و جوامع محلی تأکید دارد (Harvey, 2010). از این منظر، قابلیت پیاده‌روی نه صرفاً یک شاخص کالبدی، بلکه ابزاری برای سنجش و تحقق عدالت اجتماعی- فضایی تلقی می‌شود.

مطالعات بین‌المللی گسترده‌ای نه تنها بر اهمیت کلی قابلیت پیاده‌روی، بلکه بر شناسایی معیارها و ارزیابی عینی سنج‌های تشکیل‌دهنده آن تأکید کرده‌اند. این معیارها عموماً در سه دسته کالبدی، دسترسی‌پذیری و ادراکی-کیفی قرار می‌گیرند. در دسته معیارهای کالبدی، قابلیت پیاده‌روی اغلب به عنوان شاخصی ترکیبی در نظر گرفته می‌شود که تراکم جمعیت، اختلاط کاربری‌ها و پیوستگی شبکه دسترسی از ارکان اصلی آن هستند. رابطه مستقیم میان تراکم سکونت‌ی بالاتر با کاهش فاصله سفر و افزایش تمایل به پیاده‌روی وجود دارد. از سوی دیگر، نقش حیاتی اختلاط کاربری‌ها و تنوع مقاصد در دسترس برای ترویج پیاده‌روی در فعالیت‌های روزمره صحنه گذاشته شده است (Zhang & Li, 2022; Lyu et al., 2021; Giles-Corti, 2020). درباره معیار دسترسی‌پذیری، شاخص پیوستگی شبکه دسترسی که با سنج تراکم تقاطع‌ها سنجیده می‌شود، به‌عنوان عاملی کلیدی برای ایجاد مسیرهای کوتاه قابل انتخاب معرفی شده است (Andersen et al., 2019; Sugiyama et al., 2020). همچنین، در مطالعاتی دسترسی به مقاصد خدماتی و دسترسی به حمل‌ونقل عمومی (Kärmeniemi et al., 2019; Hajna et al., 2021; Zuo et al., 2020; Kim et al., 2021)، به‌عنوان زیرمعیارهای تعیین‌کننده، سبب کاهش وابستگی به خودروی شخصی و امکان برگزیدن بیشتر سفرهای از نوع پیاده را افزایش می‌دهند. در نهایت، معیار ادراکی-کیفی شامل زیرمعیارهای سرزندگی فضاهای پیاده راهی، کیفیت فضای سبز، طراحی محیطی و ایمنی محیطی و ایمنی محیطی (Zhang et al., 2021; Shashank & Schuurman, 2021; Vandenbulcke et al., 2021) است که بر جذابیت و تجربه مطلوب پیاده‌روی و تجارب بعدی تأثیر بسزایی دارند.

شهرهای بزرگ در ایران، به دلیل رشد سریع جمعیت و گسترش نامتوازن کالبدی، با بحران‌هایی چون کمبود زیرساخت‌های پیاده‌مدار، تراکم بالای ترافیک، کاهش سرانه فضاهای عمومی و نابرابری در دسترسی به خدمات شهری روبه‌رو هستند (وزیری و قربانی، ۱۳۹۸؛ رزاقی اصل و همکاران، ۱۳۹۳؛ صالحی و همکاران، ۱۳۹۵؛ آرام و منصوریان، ۱۴۰۰؛ فیضی و همکاران، ۱۳۹۱). این شرایط ضرورت بازنگری در سیاست‌های شهری را آشکار می‌سازد، به‌ویژه از آن جهت که توجه به قابلیت پیاده‌روی از منظر عدالت در فضای شهر می‌تواند به ارتقای کیفیت زندگی، کاهش نابرابری‌های اجتماعی و دستیابی به توسعه پایدار شهری کمک کند.

کلان‌شهر تهران به‌عنوان پایتخت ایران و یکی از پرجمعیت‌ترین شهرهای خاورمیانه، با مشکلات متعددی در حوزه دسترسی و کیفیت محیط شهری مواجه است. گسترش نامتوازن کالبدی، کمبود فضاهای سبز، ضعف شبکه پیاده و وابستگی شدید به خودرو، موجب شده است که الگوی جابه‌جایی در تهران عمیقاً نابرابر و ناکارآمد باشد (ناصری و همکاران، ۱۴۰۲؛ رجی و همکاران، ۱۳۹۵). در بسیاری از محلات، دسترسی پیاده به خدمات اساسی شهری - از جمله آموزشی، درمانی، تجاری و تفریحی - محدود است و این مسئله به نابرابری فضایی میان ساکنان مناطق مختلف دامن زده است (سلطان حسینی و همکاران، ۱۳۹۰). اگرچه در کشور ما، در سال‌های اخیر تلاش شده است تا قابلیت پیاده‌روی با شاخص‌های عینی‌تر و قابل سنجش‌تری پیگیری شود (صالحی و همکاران، ۱۳۹۵؛ وحیدی و همکاران، ۱۴۰۱؛ پرهیزگار و همکاران، ۱۴۰۱؛ حیدری تمرآبادی و همکاران، ۱۴۰۲؛ قشقایی و منصوریان، ۱۴۰۰)، اما اغلب این پژوهش‌ها، یا در مقیاس خرد (مانند بررسی یک محور خاص یا پیاده‌راه) انجام شده‌اند یا در سطح کلان‌شهری بدون تحلیل فضایی دقیق و عینی از توزیع معیارها در سطح محلات.

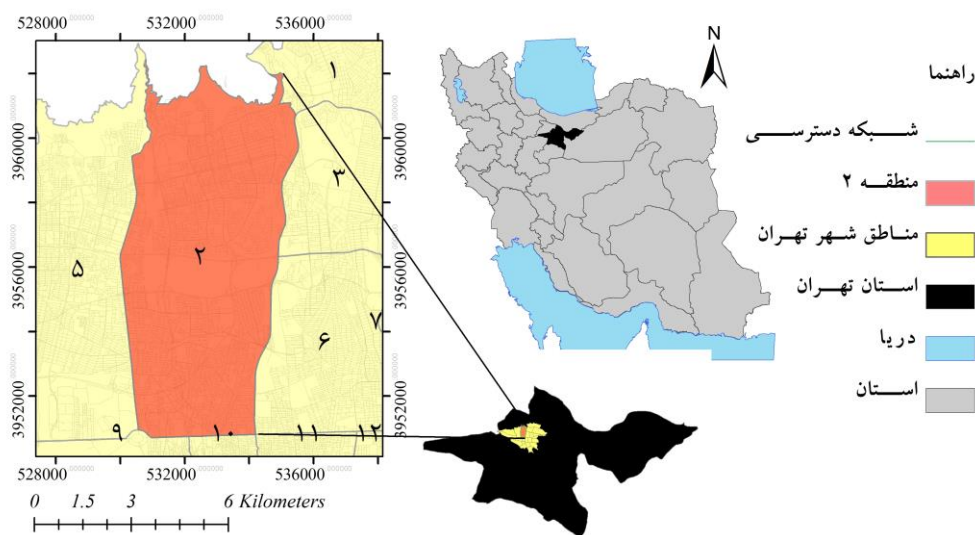
شکاف اصلی پژوهش حاضر، فقدان چارچوبی است که بتواند تحلیل جامعی از مهم‌ترین معیارهای تأثیرگذار بر قابلیت پیاده‌روی (شامل تراکم جمعیت، پیوستگی شبکه دسترسی، دسترسی به حمل‌ونقل عمومی، دسترسی به خدمات شهری و فضای سبز) را به صورت همزمان و در سطح محلات شهری، با بهره‌گیری از روش‌های پیشرفته تحلیل فضایی (همچون تراکم کرنل، تحلیل شبکه و محدوده خدمات‌رسانی) مورد سنجش قرار دهد و سپس نتایج را در پیوند با چارچوب عدالت فضایی تفسیر کند. در این پژوهش، منطقه دو شهرداری تهران، انتخاب شده است که دلایل آن در بخش معرفی منطقه مورد بررسی، ذکر می‌شود. بنابراین، مسئله اصلی این است که چگونه می‌توان با تحلیل معیارهای موثر بر قابلیت پیاده‌روی، به شناسایی نابرابری‌های فضایی در میان محلات منطقه دو شهر تهران پرداخت و راهبردهایی برای ارتقای عدالت فضایی در این زمینه تدوین کرد؟ پژوهش حاضر درصدد است با ارائه تصویری عینی از وضعیت موجود قابلیت پیاده‌روی، زمینه را برای تدوین راهبردهای ارتقای عدالت فضایی منطقه مورد مطالعه فراهم آورد.

معرفی منطقه مورد بررسی

این پژوهش در مقیاس منطقه شهری و با واحد تحلیل محلات انجام شده است که امکان بررسی همزمان شرایط اکولوژیکی و اجتماعی را به طور مطلوبی فراهم می‌کند. منطقه دو شهرداری تهران، به عنوان مطالعه موردی، با مساحتی معادل ۴۷ کیلومتر مربع (تقریباً ۱۰٪ از مساحت کلانشهر تهران) در بخش شمال غربی آن واقع شده است (شکل ۱). این منطقه از چشم‌اندازهای کوهستانی البرز در شمال برخوردار بوده و ساختاری کشیده دارد که میان دو روددره درکه (شرق) و فرحزاد (غرب) قرار گرفته است.

بر اساس داده‌های سرشماری سال ۱۳۹۵، جمعیت این منطقه بالغ بر ۶۴۰،۰۰۰ نفر است که ویژگی‌های اجتماعی ممتازی از جمله باسوادی بالا، کوچکی متوسط بعد خانوار و ترکیب اجتماعی متشکل از اقشار تحصیلکرده و شاغل در مشاغل مدیریتی، فرهنگی و فنی را دارا می‌باشند. از نظر کارکردی، منطقه دو با دارا بودن ترکیب متنوعی از کاربری‌های مسکونی، اداری، تجاری و خدماتی، و نیز استقرار مراکز شاخصی چون برج میلاد، پارک‌های بزرگ و مراکز علمی، از پویایی اقتصادی و عملکردی بالایی برخوردار است. دسترسی مناسب به شبکه بزرگراهی اصلی (همت، حکیم، نیایش، یادگار امام و شیخ فضل‌الله) و ایستگاه‌های قطار شهری، موقعیت ارتباطی ممتازی به آن بخشیده است (Alemohammad et al., 2022; Nasehi et al.,

(2023). با وجود این قابلیت‌ها، توزیع ناعادلانه مراکز خدمات شهری و فضاهای سبز، گسستگی شبکه معابر و ناهمگونی شدید در تراکم و بافت کالبدی بین محلات مختلف، این منطقه را به نمونه‌ای آشکار از چالش‌های عدالت فضایی تبدیل کرده که بررسی قابلیت پیاده‌روی را در آن به امری ضروری بدل می‌سازد. پیامد این شرایط، کاهش جذابیت و به صرفه بودن سفرهای پیاده و تشدید نابرابری در دسترسی محلات به خدمات شهری و فضاهای سبز است.



شکل ۱- جانمایی موقعیت منطقه مورد بررسی

مواد و روش‌ها

این پژوهش از نوع کاربردی- توسعه‌ای و از نظر روش، توصیفی- تحلیلی است. چارچوب روش‌شناسی، از سویی مبتنی بر تلفیق تحلیل‌های پیشرفته آمار فضایی در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی بوده است. از سوی دیگر، مدل‌سازی تصمیم‌گیری چندمعیاره، سبب شده تحلی منطقه‌ای و مؤثر باشد. به نحوی که ساختاردهی و وزندهی معیارها و زیرمعیارها با استدلال بر اساس سلسله مراتب تصمیم‌گیری و مقایسات زوجی رخ داده است.

انتخاب معیارها، زیرمعیارها و روش محاسبه و طبقه‌بندی سنجه‌ها:

بر اساس مبانی نظری و پیشینه پژوهش، پنج معیار اصلی، برای سنجش قابلیت پیاده‌روی در منطقه ۲ شهرداری تهران انتخاب شده‌اند. استفاده هم‌زمان از دوازده زیرمعیار (با سنجه‌های مناسب) متنوع در قالب یک مدل منسجم، دیدی جامع از عوامل تأثیرگذار بر پیاده‌مداری ارائه می‌دهد. داده‌های مکانی مورد نیاز از طریق نقشه‌های پایه و کاربری اراضی به روز (۱۴۰۳)، تهیه شد که در کنار داده‌های سرشماری بلوک‌های شهری مرکز آمار ایران (۱۳۹۵)، در یک پایگاه داده جغرافیایی یکپارچه‌سازی شد. شکل ۲، ساختار سلسله‌مراتبی را نشان می‌دهد که جزئیات اجزای آن و تکنیک‌های تحلیل آمار فضایی به کار گرفته شده، به شرح زیر بوده است:

- معیار تراکم جمعیت^۱ (PD) با سنجه تراکم کرنل^۲ جمعیت در شعاع ۵۰۰ متری: تراکم بالای جمعیت در واحد سطح، فاصله بین مقاصد را کاهش داده و پتانسیل انجام فعالیت‌های روزمره با پیاده‌روی را افزایش می‌دهد. ابزار تراکم کرنل، آمار پلیگونی سرشماری جمعیت بلوکهای شهری را (به صورت وزندار شده بر اساس رابطه معکوس با فاصله)، به لایه اطلاعاتی رستری تبدیل می‌کند. تراکم کرنل یکی از روشهای آمار فضایی است که به‌عنوان یک روش غیرپارامتریک، امکان تخمین تابع چگالی احتمال یک متغیر پیوسته را فراهم می‌سازد و از آن برای نمایش تمرکز فضایی پدیده‌ها استفاده می‌شود.
- معیار پیوستگی شبکه^۳ (NC) دسترسی با سنجه تراکم کرنل تقاطع‌ها در شعاع ۵۰۰ متری: شبکه‌ای با تراکم بالای تقاطع‌ها و الگوی شطرنجی، امکان انتخاب مسیرهای کوتاه‌تر، مستقیم‌تر و متنوع‌تر را فراهم ساخته و پیاده‌روی را کارآمد و جذاب می‌کند. این شاخص با "تراکم تقاطع‌ها" سنجیده می‌شود. ابزار تراکم کرنل برای لایه نقطه‌ای تقاطع‌های معابر در شعاع ۵۰۰ متری هر پیکسل استفاده شده است.
- معیار فضای سبز (GS) با سنجه آمار کانونی^۴ وسعت فضای سبز در شعاع ۵۰۰ متری: وجود فضاهای سبز باکیفیت و در دسترس، علاوه بر تأثیر بر سلامت، با ایجاد جذابیت‌های بصری و مسیرهای آرامش‌بخش، انگیزه پیاده‌روی اختیاری و تفریحی را افزایش می‌دهد. با ابزار آمار کانونی، مجموع مساحت فضای سبز در شعاع ۵۰۰ متری هر پیکسل به عنوان سنجه فضای سبز محاسبه شد.
- امتیازدهی استاندارد به پیکسل‌ها پس از طبقه‌بندی^۵ هر سه لایه بالا با تکنیک مجزاسازی طبیعی^۶: لایه‌های رستری سه سنجه فوق، با استفاده از روش مجزاسازی طبیعی، در ۵ طبقه کیفی قرار گرفتند و به هر طبقه امتیازی از ۲ تا ۱۰ اختصاص یافت که نوعی استاندارد سازی نیز هست.
- معیار دسترسی به خدمات شهری^۷ (AS) با شش زیرمعیار شامل شش سنجه فاصله از مرکز ارائه دهنده خدمت بر روی شبکه دسترسی: این معیار با دربرداشتن دسترسی به پارک‌ها، مراکز تجاری، آموزشی، ورزشی، درمانی و مذهبی، نیاز به سفرهای روزمره را کاهش می‌دهد و مستقیماً با مفاهیم اختلاط کاربری‌ها^۸ و دسترسی به مقاصد مرتبط است. به این منظور از ابزار تحلیل شبکه دسترسی^۹ به خدمات شهری مبتنی بر محدوده خدمات رسانی^{۱۰} استفاده شده است. با این ابزار، میزان دسترسی پیکسل‌ها به شش خدمت اصلی بر اساس سنجه فاصله از مرکز ارائه دهنده خدمت بر روی شبکه معابر، مورد محاسبه قرار گرفته است.
- معیار دسترسی به حمل‌ونقل عمومی^{۱۱} (PT) با سه زیرمعیار شامل سه سنجه فاصله از ایستگاه بر روی شبکه دسترسی: دسترسی آسان به ایستگاه‌های مترو، BRT و اتوبوس، وابستگی به خودروی شخصی را کم کرده و سفرهای ترکیبی (پیاده‌روی در کنار حمل‌ونقل عمومی) را ترویج می‌کند. به این منظور نیز از ابزار تحلیل شبکه دسترسی به خدمات شهری مبتنی بر محدوده خدمات رسانی استفاده شده است. با این ابزار،

1-Population Density

2- Kernel Density

3- Access Network Connectivity

4- Focal Statistics

5- Classification

6- Natural Break

7- Access to Urban Services

8- Landuse Mixture

9- Access Network Analysis

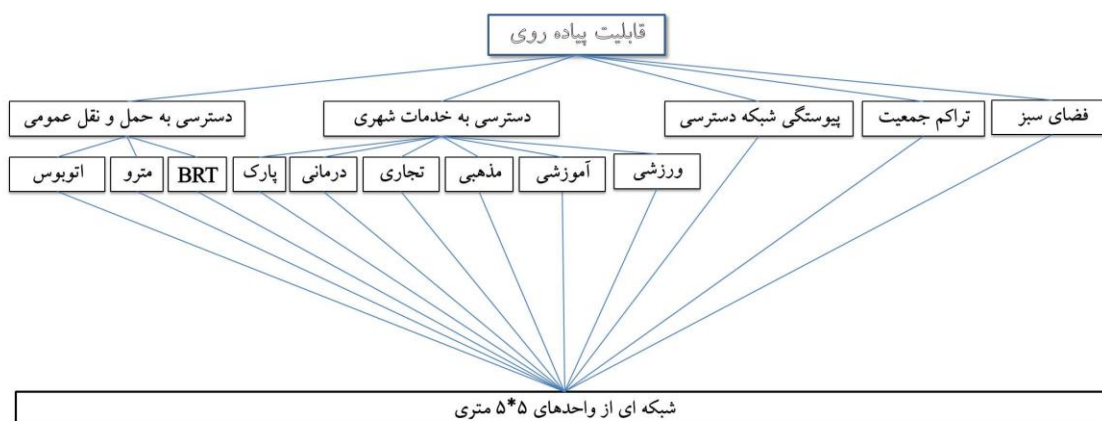
10- Service Area

11- Access to publicTransportation

میزان دسترسی پیکسل‌ها به سه نوع ایستگاه حمل و نقل عمومی (مترو، BRT و اتوبوس)، بر اساس سنجش فاصله از ایستگاه بر روی شبکه معابر، مورد محاسبه قرار گرفته است.

• امتیازدهی استاندارد به پیکسل‌ها پس از طبقه بندی قراردادی لایه‌های اطلاعاتی دو معیار آخر: هرچه فاصله یک پیکسل از خدمت یا ایستگاه بیشتر باشد، امتیاز کم‌تری به آن پیکسل تعلق می‌گیرد. این یعنی ایجاد شش محدوده فاصله پلکانی قراردادی: ۰ تا ۱۰۰ متری (امتیاز ۱۰)، ۱۰۰ تا ۳۰۰ متر (امتیاز ۸)، ۳۰۰ تا ۵۰۰ متر (امتیاز ۶)، ۵۰۰ تا ۷۰۰ متر (امتیاز ۴)، ۷۰۰ تا ۹۰۰ متر (امتیاز ۲) و در نهایت بیش از ۹۰۰ متر (امتیاز ۰). در نهایت امتیاز همه پیکسل‌ها به صورت استاندارد بین ۰ تا ۱۰ قرار گرفته است.

• پیکسل‌های ۵ متر در ۵ متر: برای عملیاتی‌سازی معیارها از روش‌های مختلف تحلیل فضایی استفاده شد و کلیه ورودی‌ها و خروجی‌ها در قالب ساختار رستری با تفکیک‌پذیری ۵×۵ متر تولید و تحلیل شده‌اند. این پیکسل‌ها به‌عنوان گزینه‌های تصمیم‌گیری در ساختار سلسله‌مراتبی استفاده شده است. این امر امکان ارزیابی دقیق‌تر، با جزئیات فضایی بالا را فراهم نموده است. در محاسبات این پژوهش، حاشیه منطقه تا ۱۰۰۰ متر بیرونی در نظر گرفته شد تا اثر مجاورت‌های فضایی در محاسبه مقادیر پیکسل‌ها نادیده گرفته نشود.



شکل ۲- ساختار سلسله‌مراتبی مورد استفاده در پژوهش

وزندگی به معیارها و زیرمعیارها:

برای تعیین اهمیت نسبی معیارها و زیرمعیارها از جداول مقایسات زوجی استفاده شد که با حضور همزمان و مشورت سه متخصص خبره در زمینه قابلیت پیاده روی (استاد دانشگاه)، تکمیل شده است. نظر توافقی این خبرگان در مقیاس ۱ تا ۹ (نسبت‌های ترجیح) برای بیان میزان ترجیح یک عامل نسبت به عامل دیگر، ابراز شده است. این مقادیر نهایی به نرم افزار Expert Choise وارد گردیده و وزن نسبی هر معیار از طریق محاسبه بردار ویژه استخراج شده است.

وزن معیارها شامل دسترسی به خدمات شهری (۰/۵۵)، دسترسی به حمل‌ونقل عمومی (۰/۲۴۴)، تراکم جمعیت (۰/۱۱۶)، فضای سبز (۰/۰۵۷) و پیوستگی شبکه دسترسی (۰/۰۳۲) بوده است. وزن زیرمعیارهای دسترسی به خدمات شهری چنین بوده است: دسترسی به پارک (۰/۴۶۱)، دسترسی به مراکز تجاری (۰/۲۴۸)، دسترسی به مراکز آموزشی (۰/۱۴۵)، دسترسی به مراکز ورزشی (۰/۰۷۶)، دسترسی به مراکز درمانی (۰/۰۴۴) و دسترسی به مراکز مذهبی (۰/۰۲۵). وزن زیرمعیارهای دسترسی به ایستگاه‌های حمل و نقل عمومی، چنین بوده است: دسترسی به ایستگاه مترو (۰/۶۳۷)، دسترسی به ایستگاه BRT (۰/۲۵۸) و

دسترسی به ایستگاه اتوبوس (۰/۱۰۵). پایایی قضاوت‌ها با محاسبه نسبت ناسازگاری^۱ (که برای تمامی ماتریس‌ها کمتر از ۰/۱ بود)، تأیید شد.

روی هم گذاری و شاخص نهایی قابلیت پیاده روی:

نقشه نهایی قابلیت پیاده‌روی با اعمال وزن‌های به دست آمده و با استفاده از عملگر ترکیب خطی وزندار^۲ (WLC) در محیط نرم‌افزار ArcGIS 10.8 تولید گردید. شاخص نهایی قابلیت پیاده‌روی^۳ (WS)، برای هر پیکسل (i)، از طریق رابطه (۱) محاسبه می‌شود. این رابطه، حاصل جمع وزنی امتیازات هر یک از پنج معیار اصلی است و مقدار آن بین ۰ تا ۱۰ است.

رابطه (۱): محاسبه شاخص نهایی قابلیت پیاده‌روی

$$WS_i = (0/55 \times AS_i) + (0/244 \times PT_i) + (0/116 \times PD_i) + (0/057 \times GS_i) + (0/032 \times NC_i)$$

امتیاز معیارهای ترکیبی، خود از طریق روابط (۲) و (۳) و به صورت حاصل جمع وزنی زیرمعیارهای مربوط به آن‌ها به دست می‌آیند و مقدار آن‌ها نیز بین ۰ تا ۱۰ است.

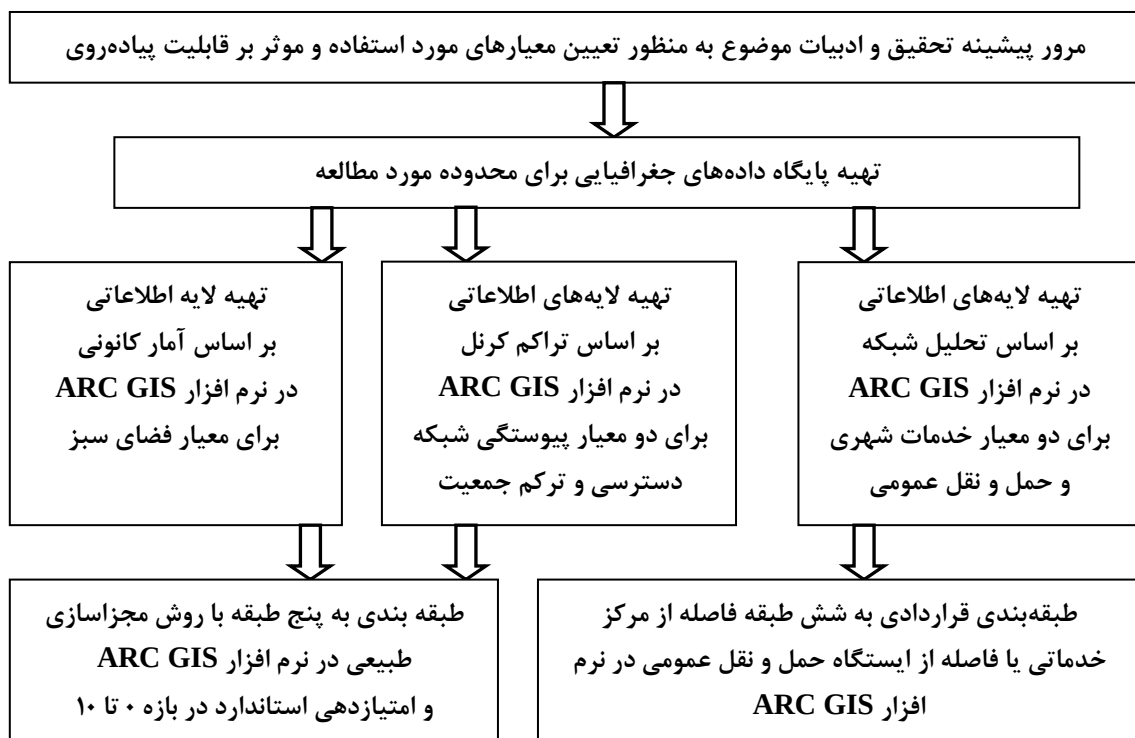
رابطه (۲): محاسبه امتیاز معیار دسترسی به خدمات شهری بر اساس شش زیرمعیار آن

$$AS_i = (0.461 \times P_{Park-i}) + (0.248 \times P_{Comm-i}) + (0.145 \times P_{Edu-i}) + (0.076 \times P_{Sport-i}) + (0.044 \times P_{Health-i}) + (0.025 \times P_{Rel-i})$$

رابطه (۳): محاسبه امتیاز معیار دسترسی به حمل‌ونقل عمومی بر اساس سه زیرمعیار آن

$$PT_i = (0.637 \times P_{Metro-i}) + (0.258 \times P_{BRT-i}) + (0.105 \times P_{Bus-i})$$

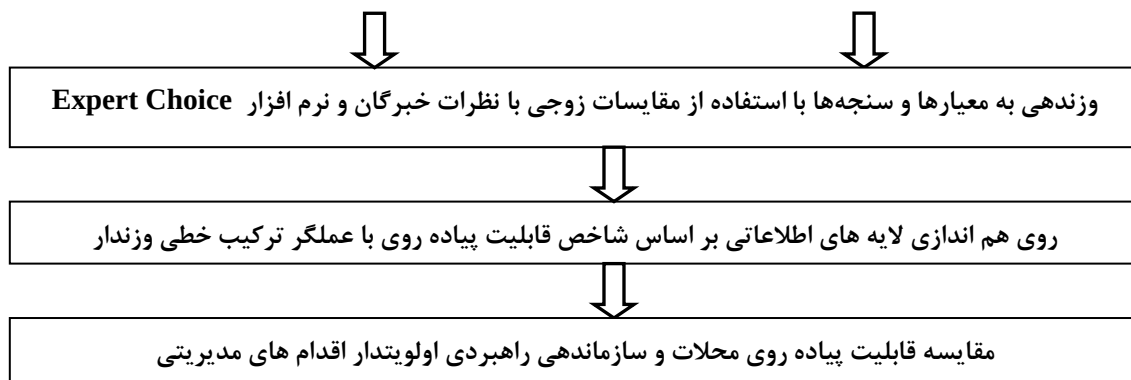
مقدار شاخص قابلیت پیاده روی برای هر محله، از طریق میانگین‌گیری از مقادیر تمامی پیکسل‌های واقع در محدوده آن محله قابل محاسبه است. شکل ۳، فلوچارت مراحل اجرای پژوهش را نشان می‌دهد.



1- Consistency Ratio

2- Weighted Linear Combination

3- Walkability Score



شکل ۳- چارچوب روش شناسی و مراحل انجام پژوهش

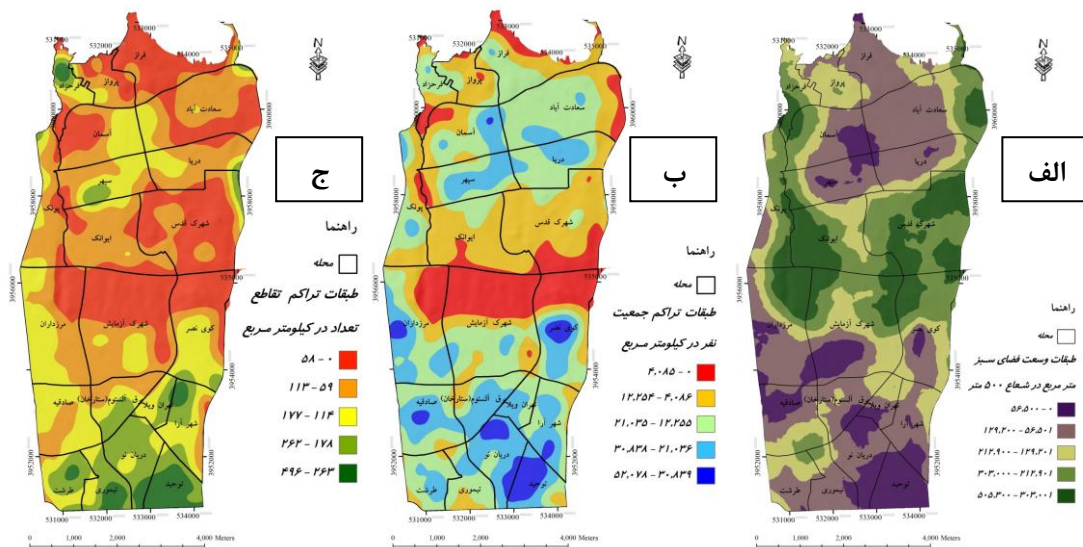
نتایج

معیاهای فضای سبز، تراکم جمعیت و پیوستگی شبکه دسترسی

شکل ۴- الف، نشان می‌دهد که فضاهای سبز در محدوده‌های میانی منطقه مطلوب‌تر است، در حالی‌که بخش‌های جنوبی و شمالی، سهم بسیار کم‌تری از فضای سبز در شعاع پیاده‌مدار دارند. بیشترین مقدار فضای سبز در شعاع ۵۰۰ متری برابر با ۵۰۵۳۰۰ متر مربع بوده است و کمترین مقدار آن، صفر بوده است. در مجموع محلات شهرک قدس، ایوانک و فرخزاد بیشترین وسعت فضای سبز را دارند، در حالی که محلاتی توحید، دریان نو، آلستوم، شهر آرا و صادقیه و شهرک آزمایش، کمترین وسعت فضای سبز را دارند.

شکل ۴- ب، نشان می‌دهد که نقاطی با تراکم بالاتر جمعیتی، عمدتاً در محلات بخش جنوبی و سپس محلات بخش شمالی منطقه تمرکز یافته‌اند. در مقابل، محدوده‌های مرکزی، تراکم جمعیتی کم‌تری را تجربه می‌کنند. بیشترین مقدار تراکم جمعیت در شعاع ۵۰۰ متری برابر با ۵۲۰۷۷ نفر در کیلومتر مربع بوده است و کمترین مقدار آن، صفر بوده است. محلات ایوانک، شهر قدس و شهرک آزمایش و محله پرواز، کمترین تراکم جمعیتی را دارند و دارای تأثیر کاهنده بر قابلیت پیاده‌روی هستند. محلات پرجمعیت‌تر (مانند توحید، دریان نو، کوی نصر، صادقیه و مرزداران)، بیشترین تأثیر را بر افزایش قابلیت پیاده‌روی دارند.

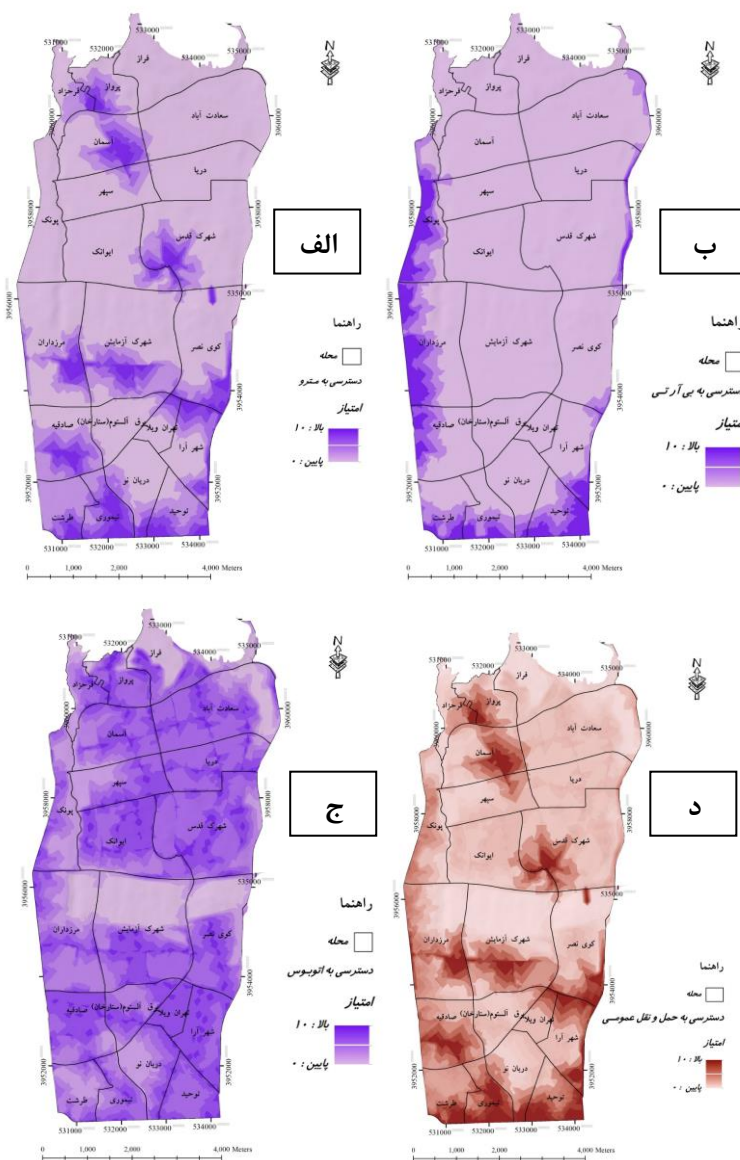
مطابق شکل ۴- ج، بیشترین مقدار تراکم تقاطع‌ها در شعاع ۵۰۰ متری برابر با ۴۹۵ تقاطع در کیلومتر مربع بوده است و کمترین مقدار آن، صفر بوده است. محلات توحید، تیموری، دریان نو، طرشت، شهرآرا، تهران ویلا از بخش جنوبی و فرخزاد از بخش شمالی، بیشترین تراکم تقاطع‌ها را دارند. محلات فراز از بخش شمالی و محلات شهرک آزمایش، شهرک قدس و کوی نصر از بخش میانی دارای کمترین تراکم تقاطع‌ها هستند.



شکل ۴- الف: طبقه بندی پوشش فضای سبز در شعاع ۵۰۰ متری، ب: طبقه بندی تراکم کرنل جمعیت در شعاع ۵۰۰ متری و ج: طبقه بندی تراکم کرنل تقاطع‌ها در شعاع ۵۰۰ متری

معیار دسترسی به حمل و نقل عمومی

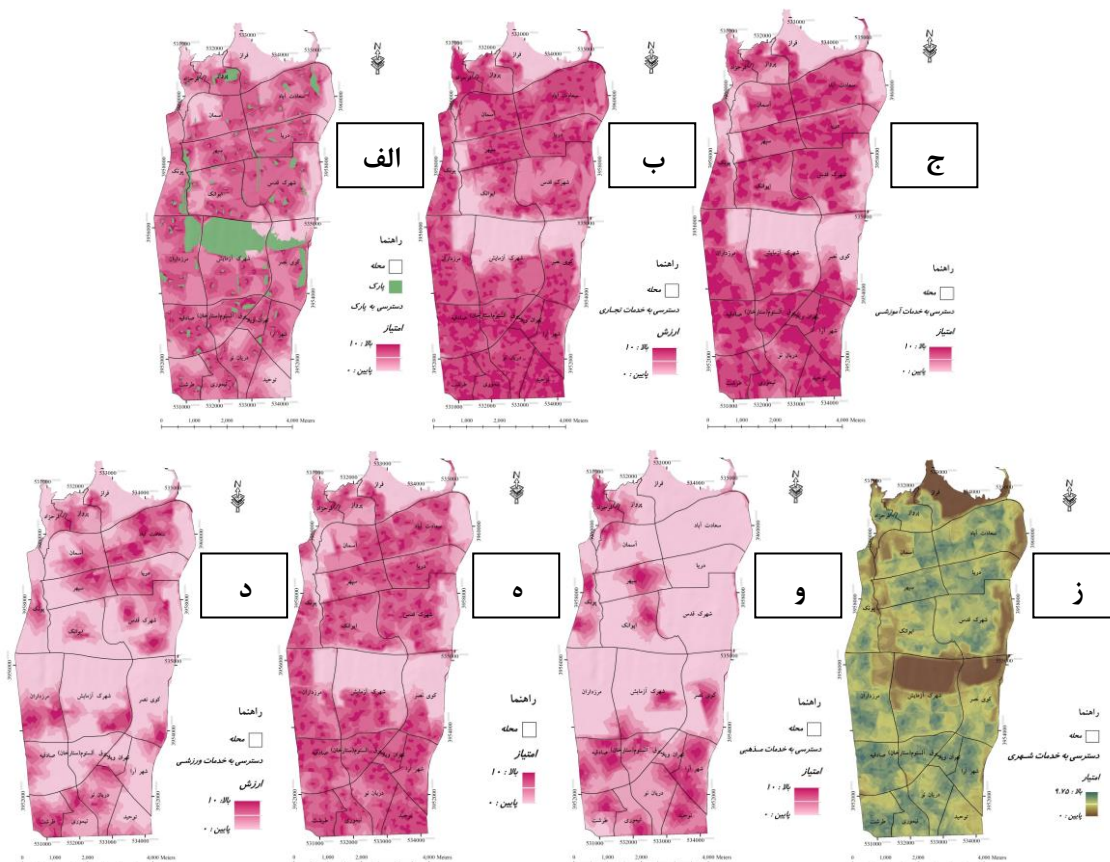
مطابق شکل ۵- الف، دسترسی به ایستگاه‌های مترو به‌طور ناهمگن توزیع شده و تمرکز بیشتر در نیمه جنوبی منطقه است. محلات پونک، سعادت آباد، فراز، دریا و ایوانک، به دلیل فاصله زیاد از ایستگاه‌های مترو، دسترسی بسیار کم‌تری به این ایستگاه‌ها دارند. محلات تیموری، توحید، صادقیه و طرشت، دسترسی خیلی بهتری به ایستگاه‌های مترو دارند. مطابق شکل ۵- ب، دسترسی به ایستگاه‌های خطوط BRT، بیشتر در حاشیه‌های غربی و جنوبی متمرکز است. بخش‌های مرزی رو به بیرون منطقه در محلات پونک، توحید، مرزداران، صادقیه و طرشت، بیشترین میزان دسترسی را دارند. محلات شهرک آزمایش، ایوانک، سپهر و آسمان و محلات شمالی (مانند فرحزاد، پرواز و فراز)، از کمترین امتیاز در این معیار برخوردار شده‌اند. مطابق شکل ۵- ج، دسترسی به ایستگاه‌های اتوبوس به شکل گسترده‌تری توزیع شده‌اند. اغلب محلات دارای میزان دسترسی مناسبی به ایستگاه‌های اتوبوس هستند. فقط بخش‌هایی از شهرک آزمایش، کوی نصر، مرزداران، دریا نو و طرشت، با کمبود دسترسی مواجه هستند. مطابق شکل ۵- د، دسترسی مطلوب‌تر به مجموع این سه زیرمعیار، در برخی محلات نیمه جنوبی منطقه و همچنین بخش‌های میانی در نیمه شمالی، سبب ارتقای قابلیت پیاده‌روی است. محلاتی سعادت آباد، دریا، فراز، پونک و ایوانک، به دلیل کمبود ایستگاه‌های مترو و اتوبوس، با دسترسی ضعیف‌تری مواجه هستند که مسبب کاهش جذابیت پیاده‌روی و افزایش وابستگی به خودروهای شخصی است.



شکل ۵- محدوده خدمات‌رسانی ایستگاه‌های حمل و نقل عمومی بر روی شبکه دسترسی. الف: دسترسی به ایستگاه مترو، ب: دسترسی به ایستگاه BRT، ج: دسترسی به ایستگاه اتوبوس و د) دسترسی نهایی به ایستگاه‌های حمل و نقل عمومی

معیار دسترسی به خدمات شهری

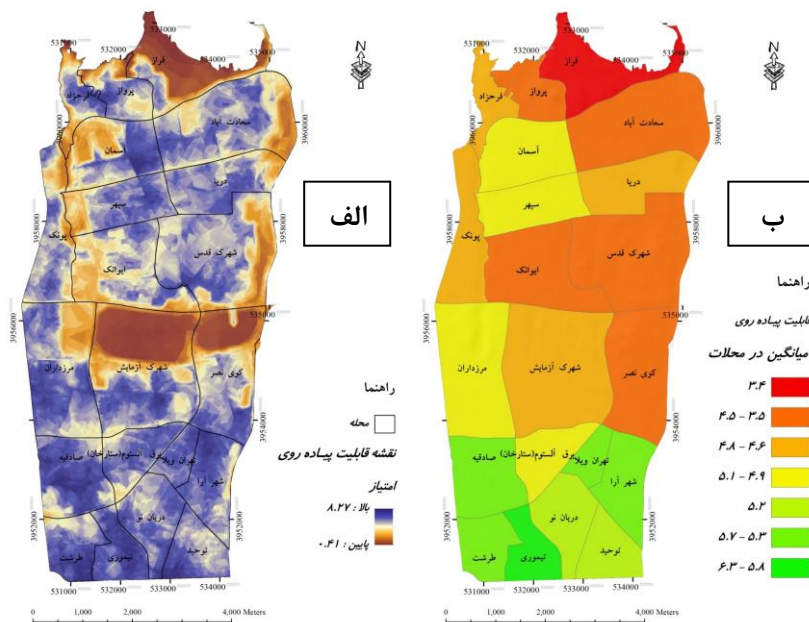
مطابق شکل ۶- الف تا ۶-و، به ترتیب دسترسی به پارک‌ها، مراکز تجاری، مراکز آموزشی، مراکز ورزشی، مراکز درمانی و مراکز مذهبی، هر کدام در بخش‌هایی از منطقه مطلوب‌تر است. به عبارت ساده، از نظر هر زیرمعیار، میان محلات مختلف منطقه تفاوت‌های چشمگیری وجود دارد. مطابق شکل ۶- ز، محلاتی که در مجموع دسترسی بالاتری به جمیع عوامل پارک‌ها و مراکز تجاری، آموزشی، ورزشی، مذهبی و درمانی داشته‌اند، از این منظر در آنها جذابیت پیاده‌روی بیشتر و تمایل به استفاده از خودروی شخصی، کمتر است.



شکل ۶- محدوده خدمات‌رسانی مراکز خدمات شهری بر روی شبکه دسترسی الف: دسترسی به پارک، ب: دسترسی به مراکز تجاری، ج: دسترسی به مراکز آموزشی، د: دسترسی به مراکز ورزشی، ه: دسترسی به مراکز درمانی، و: دسترسی به مراکز مذهبی و ز: دسترسی نهایی به خدمات شهری

قابلیت پیاده‌روی در منطقه ۲ شهرداری تهران

شکل ۷- الف، نتیجه نهایی تحلیل در مقیاس خردفضا (پیکسل‌ها) را نشان می‌دهد. به دلیل برخورداری نسبی بهتر از شبکه پیوسته‌تر معابر، وسعت بیشتر فضای سبز، تراکم جمعیتی بالاتر، دسترسی مطلوب‌تر به ایستگاه‌های حمل و نقل و دسترسی مناسب‌تر به خدمات شهری، برخی پیکسل‌ها امتیاز بیشتری دریافت نموده‌اند است. بر اساس شکل ۷- ب، قابلیت پیاده‌روی در منطقه ۲ تهران، تحت تأثیر مجموعه‌ای از عوامل کالبدی و کارکردی، الگوی ناهمگنی فضایی چشمگیری دارد. محلات تیموری، صادقیه، طرشت، تهران ویلا و شهرآرا دارای بالاترین میانگین‌های قابلیت پیاده‌روی بوده‌اند. این محلات به دلیل هم‌افزایی مثبت میان شبکه معابر ریزدانه، دسترسی گسترده به خدمات شهری و نزدیکی به ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی، شرایط مناسبی برای پیاده‌مداری دارند. در مقابل، محلاتی فراز، پرواز، سعادت آباد، شهرک قدس، ایوانک و کوی نصر، قابلیت پیاده‌روی مناسبی ندارند که اغلب ناشی از کمبود دسترسی به مترو و BRT، فاصله زیاد از مراکز خدماتی و نیز تراکم جمعیتی کمتر است. نیمه‌های جنوبی و غربی منطقه به دلیل تمرکز خدمات، حمل‌ونقل عمومی، اختلاط مناسب‌تر کاربری‌ها و شبکه معابر متراکم‌تر، شرایط مطلوب‌تری را در مقایسه با نیمه‌های شمالی و شرقی برای پیاده‌مداری فراهم آورده‌اند.



شکل ۷- الف: قابلیت پیاده‌روی در واحد پیکسل و ب: قابلیت پیاده روی در محلات شهری

ساماندهی فضا بر اساس شرایط محلات

بهبود قابلیت پیاده‌روی در سطح منطقه نیازمند سیاست‌های متوازن‌سازی فضایی است. به‌ویژه توسعه حمل‌ونقل عمومی، ارتقای پیوستگی شبکه دسترسی و ایجاد مراکز خدماتی در محلات کم‌برخوردار، می‌تواند ضمن ارتقای عدالت فضایی، سهم پیاده‌روی در سفرهای شهری را افزایش داده و کیفیت زندگی ساکنان را بهبود بخشد. در هر محله، به ازای شرایط متفاوت معیارها و زیرمعیارها، راهبردهای مدیریتی متفاوتی اولویت دارد. همچنین افزایش زیرساخت‌های مؤثر بر قابلیت پیاده‌روی (خدمات شهری، حمل و نقل، وسعت فضای سبز و تراکم تقاطع‌ها) باید در کنار توجه به نیازهای جمعیتی (با توجه به تراکم جمعیت هر محله) باشد. اولویت‌های راهبردی به منظور برخورداری عادلانه محلات شهری از قابلیت پیاده‌روی به شرح زیر است:

- اولویت‌های راهبردی به منظور ارتقای دسترسی به خدمات شهری: در محلات شهرک قدس، آسمان، ایوانک و سپهر، کمبود اختلاط کاربری‌ها سبب کاهش دسترسی به خدمات شهری شده است. از این رو در این محلات، نیازمند ارتقای دسترسی به خدمات شهری و توزیع متعادل‌تر انواع کاربری‌های خدماتی هستیم. از میان محلات نام برده شده، سپهر و آسمان به دلیل تراکم جمعیتی بالاتر در اولویت اول هستند.
- اولویت‌های راهبردی به منظور ارتقای دسترسی به حمل و نقل عمومی: محلات سعادت آباد، دریا، فراز، پونک و ایوانک، به دلیل کمبود ایستگاه‌های مترو و اتوبوس، با دسترسی ضعیف‌تری مواجه هستند که مسبب کاهش جذابیت پیاده‌روی و افزایش وابستگی به خودروهای شخصی است. از میان محلات نام برده شده، به ترتیب دریا و سعادت آباد به دلیل تراکم جمعیتی بالاتر در اولویت اول هستند.
- اولویت‌های راهبردی به منظور ارتقای وسعت فضای سبز: محلات توحید، دریا، نو، آلستوم، شهر آرا و صادقیه و شهرک آزمایش، کمترین وسعت فضای سبز را در شعاع ۵۰۰ متری دارند. از میان این محلات، توحید و دریا نو به دلیل تراکم جمعیتی بالاتر در اولویت اول هستند.

- اولویت‌های راهبردی به منظور ارتقای تراکم تقاطع‌ها: در مجموع، محلات شهرک آزمایش، فراز، کوی نصر و شهرک قدس، دارای کمترین تراکم تقاطع‌ها هستند. از میان این محلات، کوی نصر به دلیل تراکم جمعیتی بالاتر در اولویت اول است.

بحث

اگرچه تلاش‌های بسیاری برای پهنه‌بندی مناطق حفاظت شده در کشور ما انجام گردیده است (سلطان حسینی و همکاران، ۱۳۹۰؛ صالحی و همکاران، ۱۳۹۵؛ وحیدی و همکاران، ۱۴۰۱؛ پرهیزگار و همکاران، ۱۴۰۱؛ حیدری تمرآبادی و همکاران، ۱۴۰۲؛ قشقایی و منصوریان، ۱۴۰۰)، اما روش پیشنهادی این پژوهش با تمرکز بر تعریف عملی دسترسی محلی و استفاده همزمان از ابزارهای فضایی دقیق، تلاش می‌کند ضمن حفظ خوانایی برای سیاست‌گذار شهری، اعتبار روش‌شناختی و همبستگی با رفتار واقعی شهروندان را افزایش دهد. در ادامه چهار برتری اصلی تشریح می‌شوند.

- برتری حاصل از انتخاب شعاع ۵۰۰ متر در محاسبه وسعت فضای سبز، تراکم تقاطع‌ها و تراکم جمعیت: ۵۰۰ متر، شعاع پیاده‌مدار در پیرامون هر پیکسل است. زیرا ۵۰۰ متر، تقریباً معادل ۵ تا ۷ دقیقه پیاده‌روی برای یک فرد با قامت متوسط است و در ادبیات برنامه‌ریزی شهری به عنوان شعاع قابل‌قبول دسترسی محلی مطرح شده است. سازمان بهداشت جهانی و برخی راهنماهای طراحی شهری، نیز بر لزوم دسترسی محلی در شعاع کم تأکید دارند (WHO, 2017; Gunn et al., 2017; Yang & Diez-Roux, 2012; Gehl, 2010).

- برتری حاصل از در نظر گرفتن حاشیه منطقه تا ۱۰۰۰ متر بیرونی به منظور در نظر گرفتن اثر مجاورت های فضایی و حاشیه در محاسبه مقادیر پیکسل‌ها. خدمات و فعالیت‌های شهری که در مرزهای نزدیک قرار دارند، می‌توانند بر تجربه کاربران در محدوده اصلی اثرگذار باشند. این رویکرد در ادبیات جغرافیای شهری با عنوان اثر حاشیه‌ای^۱ شناخته می‌شود. بافر افزایشی، امکان تحلیل جامع‌تری از دسترسی واقعی را فراهم می‌سازد (Kwan, 2012; Chaix et al., 2009).

- برتری حاصل از به کارگیری تراکم کرنل به جای تراکم معمولی: مزیت تراکم کرنل نسبت به تراکم معمولی آن است که به جای شمارش ساده نقاط، نقاط نزدیک‌تر وزن بیشتری می‌گیرند و با افزایش فاصله وزن آن‌ها کاهش می‌یابد، که این امر بازنمایی دقیق‌تری از الگوهای مکانی ایجاد می‌کند. تراکم کرنل امکان تولید سطح پیوسته‌ای از چگالی فضایی را فراهم می‌سازد که حساسیت بالاتری نسبت به تغییرات مکانی دارد و ارتباط بهتری با رفتارهای واقعی شهروندان نشان داده است. فزون بر این، مطالعات سلامت محیطی نشان داده‌اند که تراکم کرنل امکانات با افزایش احتمال پیاده‌روی و فعالیت بدنی همبستگی معناداری دارد (Thornton et al., 2011; King et al., 2015; Telega et al., 2021; McCormack & Shiell, 2011).

- برتری حاصل از به کارگیری تحلیل شبکه دسترسی به جای بافر دایره‌ای ساده^۲: روش‌های مبتنی بر فاصله مستقیم معمولاً دسترسی را بیش‌برآورد می‌کنند، زیرا مکان‌هایی را در محدوده قرار می‌دهند که از نظر مسیر واقعی قابل دسترسی نیستند. در مقابل، تحلیل شبکه با در نظر گرفتن مسیرهای واقعی، تقاطع‌ها، بن‌بست‌ها و موانع، تصویری واقعی‌تر از دسترسی فضایی ارائه می‌دهد. مطالعات نشان داده‌اند که مدل‌های

1 - Spillover or Edge Effects

2 - Euclidean Buffer

شبکه‌ای همبستگی بیشتری با رفتارهای واقعی سفر و پیاده‌روی دارند و بنابراین دقت تحلیلی بالاتری به دست می‌دهند (Browning et al., 2017; Bramson et al., 2021; Li et al., 2022; Pais et al., 2025).

نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف تحلیل قابلیت پیاده‌روی و بررسی عدالت فضایی در سطح محلات منطقه دو کلان‌شهر تهران انجام شد. یافته‌ها نشان داد که الگوی توزیع معیارهای مؤثر بر پیاده‌روی (دسترسی به خدمات شهری، دسترسی به حمل‌ونقل عمومی، تراکم جمعیت، پیوستگی شبکه معابر و وسعت فضای سبز) بسیار ناهمگن و نامتوازن است. به‌طور کلی، نیمه‌های جنوبی و غربی منطقه به دلیل تمرکز خدمات، حمل‌ونقل عمومی، اختلاط مناسب‌تر کاربری‌ها و شبکه معابر متراکم‌تر، شرایط مطلوب‌تری را در مقایسه با نیمه‌های شمالی و شرقی برای پیاده‌مداری فراهم آورده‌اند. این الگوها نشان می‌دهد که نابرابری فضایی در دسترسی به فرصت‌های روزمره در منطقه دو تهران وجود دارد و این نابرابری می‌تواند به افزایش وابستگی به خودرو، کاهش کیفیت زیست‌پذیری و تعمیق شکاف‌های اجتماعی- فضایی منجر شود. بر این اساس، ضروری است سیاست‌های شهری در این منطقه به سمت ارتقای دسترسی عادلانه در همه محلات هدایت شوند.

تصمیم‌گیری برای ارتقای وضعیت هر معیاری که در برخی محلات دارای شرایط ضعیف است، برای محلاتی دارای اولویت بیشتر است که تراکم جمعیتی بالاتر دارند. بر این اساس، محلاتی چون توحید، دریان نو، سپهر، آسمان، سعادت‌آباد، دریا، طرشت و کوی نصر به‌عنوان کانون‌های اصلی مداخله برای ارتقای قابلیت پیاده‌روی منطقه شناسایی شده‌اند. برنامه‌ریزی هدفمند در این محلات می‌تواند علاوه بر ارتقای عدالت فضایی، سهم پیاده‌روی در سفرهای روزمره را به‌طور معناداری افزایش داده و کیفیت زیست‌پذیری شهری را بهبود بخشد. این رویکرد قابلیت تعمیم به سایر مناطق شهر تهران و نیز شهرهای دیگر کشور را دارد.

در کنار مزیت‌هایی که در بحث مطرح شد، باید به محدودیت‌های پژوهش نیز اشاره کرد. نخست، مبنای داده‌های جمعیتی، آخرین سرشماری رسمی کشور بوده که ممکن است تمامی تغییرات جدید جمعیتی را بازتاب ندهد. دوم، تمرکز مدل بر معیارهای کالبدی و کمی بوده و ابعاد کیفی تجربه پیاده‌روی (مانند امنیت ادراکی، کیفیت منظر شهری، سرزندگی فضاها و احساس تعلق اجتماعی) به‌طور مستقیم در تحلیل وارد نشده‌اند. با وجود این محدودیت‌ها، پژوهش حاضر تصویری روشن از وضعیت عدالت فضایی در حوزه پیاده‌مداری شهری فراهم می‌سازد و می‌تواند مبنایی برای برنامه‌ریزی شهری و تدوین سیاست‌های ارتقای عدالت فضایی باشد. همچنین پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی، داده‌های رفتاری و ادراکی شهروندان با شاخص‌های مکانی تلفیق شود تا ابعاد اجتماعی و ذهنی پیاده‌روی نیز در کنار معیارهای کالبدی مورد توجه قرار گیرد. در مجموع، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که ارتقای قابلیت پیاده‌روی می‌تواند ابزاری کلیدی برای تحقق عدالت فضایی، کاهش نابرابری‌های اجتماعی و بهبود کیفیت زیست‌پذیری شهری باشد.

منابع

آرام، ع. و منصوریان، ا. (۱۴۰۰). اهمیت و تأثیر پیاده‌روها در بهبود کیفیت زندگی و نقش آن در فضای شهری. جغرافیا و روابط انسانی، ۱۸۹-۱۹۳. https://www.gahr.ir/article_138298.html?utm_source=chatgpt.com

- آل محمد، سیده، منوچهری میاندوآب، ایوب و رضانی مهریان، مجید. (۱۴۰۱). تحلیل عوامل عدم تعادل فضایی منطقه کلان‌شهری تهران و سناریوهای آینده. *فصلنامه علمی راهبرد*. ۳۱ (۲)، ۲۸۷-۳۱۰.
<https://10.22034/rahbord.2022.162604>
- حیدری تمرآبادی، مینا، فصیحی، حبیب اله و کرمی، تاج الدین. (۱۴۰۳). ارزیابی عناصر سرزندگی فضا در پیاده راه جهان‌شهر کرج. *برنامه ریزی فضایی*، ۱۴ (۲)، ۳۰-۱.
<https://10.22108/sppl.2024.138999.1744>
- رجبی، آ.، مهدوی، م.، درزی رامندی، م. (۱۳۹۵). ارزیابی عملکرد پیاده راه و نقش‌پذیری آن در جهت جنبش پیاده گسترده و آسایش حرکت پیاده در برنامه‌ریزی شهری (نمونه موردی منطقه ۲ تهران). *فصلنامه علمی و پژوهشی نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی*، ۱۹۳-۲۱۰.
https://journals.iau.ir/article_536983.html
- رزاقی اصل، سینا، علیمردانی، م.، زیبایی، ن. (۱۳۹۳). نقش عوامل طراحی در ارتقای سلامت و پیاده‌روی ساکنان، نمونه موردی محله مطهری مشهد. *فصلنامه مطالعات شهری*، ۲۷-۳۶.
https://urbstudies.uok.ac.ir/article_8764.html
- سلطان حسینی، م.، پورسلطانی، ح.، سلیمی، م.، عمادی، سارا. (۱۳۹۰). امکان سنجی قابلیت پیاده‌روی در فضای شهری بر پایه الگوهای توسعه پایدار و نو-شهرسازی (مطالعه موردی: محله سعادت آباد تهران). *فصلنامه علمی و پژوهشی پژوهش و برنامه‌ریزی شهری*، ۴۳-۵۶.
https://jupm.marvdasht.iau.ir/article_1553.html
- صالحی، اسماعیل، آل محمد، سیده و رضانی مهریان، مجید. (۱۳۹۵). تحلیل فضایی قابلیت پیاده‌روی مطالعه موردی: منطقه ۶ شهر تهران. *صفه*، ۲۶ (۳)، ۶۵-۸۶.
- فیضی، م.، رجبی، آ. و حسینی، ی. (۱۳۹۱). بازشناخت جنبش پیاده‌مداری در پایداری فضاهای متراکم شهری. *مدیریت شهری*، ۱۰ (۳۰)، ۱۷۹-۱۹۳.
<https://sid.ir/paper/91942/fa>
- قشقایی، رضا و منصوریان، الهام. (۱۴۰۰). مؤلفه‌های تأثیرگذار بر ارتقای کیفیت فضای سبز شهری (نمونه موردی پیاده‌روهای شهر یاسوج). *جغرافیا و روابط انسانی*، ۴ (۳)، ۵۰-۶۴.
<https://10.22034/gahr.2021.303573.1607>
- ناصحی، سعیده، آل محمد، سیده، رضانی مهریان، مجید & مبرقی دینان، نغمه. (۱۴۰۲). تدوین راهبردهای پایداری زیرساخت‌های سبز شهری با استفاده از ارزیابی تغییرات سیمای سرزمین (مطالعه موردی: منطقه دو کلان‌شهر تهران). *جغرافیا و پایداری محیط*، ۱۳ (۲)، ۹۵-۱۱۴.
<https://10.22126/ges.2023.8640.2614>
- وحیدی، حسین، رضانی مهریان، مجید، خسروی، حسین، علی حسینی، آزاده و جلایر، امین. (۱۴۰۱). شاخص قابلیت پیاده‌روی: رویکردی برای توسعه پایدار شهری (مورد مطالعه: منطقه ۱۶ شهرداری تهران). *فصلنامه علوم محیطی*، ۲۰ (۴)، ۲۷۶-۲۵۹.
<https://10.48308/envs.2022.1165>
- وزیری و قربانی، س. (۱۳۹۷). نقش پیاده راه در ارتقا سلامت شهروندان (تأثیر پیاده راه بر افزایش پیاده‌روی سالم در محیط‌های شهری)، *کنفرانس بین‌المللی عمران، معماری و مدیریت توسعه شهری در ایران*، تهران.
<https://civilica.com/doc/847837>

References

- Alemohammad, S., Manochehri Miandoab, A., & Ramezani Mehrian, M. (2022). Analysis of Spatial Imbalance Factors in the Metropolitan Area of Tehran and Future Scenarios. *Strategy*, 31(2), 287-310. Doi: 10.22034/rahbord.2022.162604.
- Andersen, Z. J. , de Nazelle, A. , Mendez, M. A. , Garcia-Aymerich, J. , Hertel, O. , Tjønneland, A. ,... & Nieuwenhuijsen, M. J. (2019). A study of the associations between road network structure, urban form, and physical activity in the Danish Diet, Cancer and Health cohort. *Environmental Research*, 169, 455-463. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.11.020>

- Frank, L. D. , & Engelke, P. (2021). How Land Use and Transportation Systems Impact Public Health: A Scientific Research Agenda. American Journal of Public Health.
- Frank, L. D., Fox, E. H., Ulmer, J. M., Chapman, J. E., Kershaw, S. E., Sallis, J. F., Conway, T. L., Cerin, E., Cain, K. L., Adams, M. A., Radford-Smith, G., Hinckson, E., Mavoa, S., Christiansen, L. B., Hino, A. A. F., Lopes, A. A. S., & Schipperijn, J. (2017). *International comparison of observation-specific spatial buffers: maximizing the ability to estimate physical activity*. International Journal of Health Geographics, 16, 4. <https://doi.org/10.1186/s12942-017-0077-9>.
- Garrard, J. , et al. (2021). Designing Walkable Communities: A Guide to Effective Planning. Urban Planning.
- Gehl, J. (2010). Cities for People. Island Press.
- Giles-Corti, B. (2019). Urban liveability: Emerging lessons from Australia for exploring the potential for indicators to measure the social determinants of health. Social Science & Medicine, 232, 3–10. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2019.04.004>
- Gunn, L. D., King, T. L., Mavoa, S., Lamb, K. E., Giles-Corti, B., & Kavanagh, A. M. (2017). *Identifying destination distances that support walking trips in local neighborhoods*. Journal of Transport & Health, 5, 133–141. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2016.08.009>.
- Hajna, S. , Dasgupta, K. , Halparin, M. , & Ross, N. A. (2021). Neighbourhood walkability and daily steps in adults: A systematic review and meta-analysis. BMC Public Health, 21, 1302. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-11326-4>
- James, P., Berrigan, D., Hart, J. E., Hipp, J. A., Hoehner, C. M., Kerr, J., Major, J. M., Oka, M., & Laden, F. (2014). *Effects of buffer size and shape on associations between the built environment and energy balance*. Health & Place, 27, 162–170. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2014.02.003>.
- Jankowska, M. M., Natarajan, L., Godbole, S., Meseck, K., Sears, D. D., Patterson, R. E., & Kerr, J. (2017). *Kernel density estimation as a measure of environmental exposure related to insulin resistance in breast cancer survivors*. Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention, 26(7), 1078–1084. <https://doi.org/10.1158/1055-9965.EPI-16-0927>.
- Kärmeniemi, M. , Lankila, T. , Ikäheimo, T. , Koivumaa-Honkanen, H. , & Korpelainen, R. (2019). The built environment as a determinant of physical activity: A systematic review of longitudinal studies and natural experiments. Annals of Behavioral Medicine, 53(7) , 642–655. <https://doi.org/10.1093/abm/kay031>
- Kim, D. , Ko, Y. , & Park, H. (2021). Does access to public transportation increase walking? Evidence from Seoul, South Korea. International Journal of Environmental Research and Public Health, 18(4) , 2036. <https://doi.org/10.3390/ijerph18042036>
- King, T. L., Bentley, R. J., Thornton, L. E., & Kavanagh, A. M. (2016). *Using kernel density estimation to understand the influence of neighbourhood destinations on BMI*. BMJ Open, 6(2), e008878. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2015-008878>.
- Kwan, M.-P. (2012). *The uncertain geographic context problem*. Annals of the Association of American Geographers, 102(5), 958–968. <https://doi.org/10.1080/00045608.2012.687349>.
- Li, J., Peterson, A., Auchincloss, A. H., Hirsch, J. A., Rodriguez, D. A., Melly, S. J., ... Sánchez, B. N. (2022). *Comparing effects of Euclidean buffers and network buffers on associations between built environment and transport walking: the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis*. International Journal of Health Geographics, 21(1), 12. <https://doi.org/10.1186/s12942-022-00310-7>.
- Lopez, M. , et al. (2023). Factors Affecting Pedestrian Behavior in Urban Environments. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 112, 104123.
- Lyu, F. , Zhang, X. , & Shi, L. (2021). Association of land use mix and neighborhood walkability with physical activity and sedentary behavior in older adults: A systematic review. Geriatrics & Gerontology International, 21(2) , 105–113. <https://doi.org/10.1111/ggi.14103>

- McCormack, G. R., & Shiell, A. (2011). *In search of causality: a systematic review of the relationship between the built environment and physical activity among adults*. International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 8, 125. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-8-125>.
- Nasehi, S., Alemohammad, S., Ramezani Mehrian, M., Mobarghei Dinan, N. (2023). Formulating Sustainability Strategies for Urban Green Infrastructures by using the Landscape Changes Assessment (Case Study: Tehran Metropolitan District 2). *Geography and Environmental Sustainability*, 13 (2), 95-114. DOI: 10.22126/GES.2023.8640.2614
- Sugiyama, T. , Cerin, E. , Owen, N. , Oyeyemi, A. L. , Conway, T. L. , Van Dyck, D. , Sallis, J. F. (2020). Associations of neighborhood environmental attributes with adults' transport-related walking and cycling: Findings from the IPEN Adult study. *Health & Place*, 63, 102333. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2020.102333>
- Thornton, L. E., Pearce, J. R., & Kavanagh, A. M. (2011). *Using geographic information systems (GIS) to assess the role of the built environment in influencing obesity: A glossary*. International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 8, 71. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-8-71>.
- World Health Organization Regional Office for Europe. (2016). *Urban green spaces and health: a review of evidence*. WHO Regional Office for Europe.
- Shashank, A. , & Schuurman, N. (2021). Unpacking walkability indices and their inherent assumptions. *Health & Place*, 67, 102489. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2020.102489>
- Vandenbulcke, G., Thomas, I., & Steenberghen, T. (2021). The influence of street design and crime-related safety on route choice behavior: Evidence from a field experiment. *Journal of Transport Geography*, 91, 102964. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2021.102964>
- WHO (2017). *Urban Green Space Interventions and Health*. World Health Organization.
- Zhang, X. , Tan, P.Y. , & Tao, Y. (2021). Perceived street greenery and mental health: A case study in Beijing. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(3) , 1208. <https://doi.org/10.3390/ijerph18031208>
- Zhang, Y. , & Li, X. (2022). Residential density, urban form, and walking behavior: Evidence from urban China. *Cities*, 122, 103534. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103534>