

Original Article



Spatial Analysis of the Relationship between Urban Form and Accessibility in Tehran's Neighborhoods

Mohammad Soleymani Lamyani¹, Amer Nikpour^{1*}, Sedigheh Lotfi¹, Hamed Abbasi²

Affiliation

1. Dep. of Geography and Urban Planning, University of Mazandaran, Babolsar, Iran
2. University of Bu-Ali Sina, Hamedan, Iran

ABSTRACT

Introduction: Urban development based on a compact and sustainable urban form plays a significant role in optimizing urban travel patterns. This structure contributes to reducing travel distances, promoting walkability, improving access to urban services, and decreasing dependence on private vehicles. In this context, neighborhoods with higher population density and land-use mix offer shorter travel distances and greater accessibility compared to low-density suburban areas. Tehran, as one of the largest and most populous metropolises in Iran, has experienced substantial horizontal growth and spatial dispersion in recent decades. This expansion has increased the distance between origins and destinations, raising serious concerns about spatial equity and accessibility. Accordingly, spatial planning aimed at enhancing urban form to meet residents' needs within short distances and with greater ease has become a key priority for urban management. However, a review of existing literature reveals that most previous studies have focused on macro-level scales such as cities or regions, while limited information is available on accessibility at the neighborhood level. This research aims to fill this gap by analyzing the relationship between urban form and neighborhood-level accessibility in Tehran.

Materials and Methods: This applied study adopts a descriptive-analytical approach. To gather theoretical foundations, documentary and library studies were conducted. The required data were obtained from the 2016 statistical blocks provided by the Statistical Center of Iran, Tehran's urban land-use maps, and Open Street Map (OSM). Seven key indicators were used to evaluate urban form, including measures of density, connectivity, and land-use mix. Hansen's gravity-based model was employed to assess accessibility across neighborhoods. Finally, statistical tests in SPSS were used to examine the relationship between urban form variables and the accessibility index.

Results and Discussions: The research findings indicate that neighborhoods in districts 14, 8, 10, and 17—located in central Tehran—exhibit more sustainable and compact urban forms compared to other districts. In contrast, districts 21 and 22 in the western part of the city show more dispersed and unsustainable spatial patterns. Accessibility analysis revealed that although accessibility levels are somewhat scattered across Tehran, the highest concentration is observed in central areas, particularly in district 12. Conversely, neighborhoods in the western areas, especially districts 21 and 22, experience limited accessibility. Comparing the results with previous studies shows alignment with Sarvar et al. (2020) and Nikpour et al. (2017) in terms of central Tehran's more sustainable form. However, the findings contradict Mitropoulos (2023) regarding the sustainability of the central urban form.

Conclusions: The results of the study showed that urban form has a significant relationship with the level of accessibility, but this relationship is not very strong and other factors also determine the level of urbanization. However, among the urban form indicators, building density has the highest correlation with the indicators shown.

Keyword: Urban form, Access, Density, Connectivity, Mixed use, Tehran.

Citation:

Soleymani Lamyani, M., Nikpour, A., Lotfi, S., Abbasi, H., *Spatial Analysis of the Relationship between Urban Form and Accessibility in Tehran's Neighborhoods, Iran J Remote Sens GIS*. 17(2):1-20.

* Corresponding Author: a.nikpour@umz.ac.ir
DOI: <https://doi.org/10.48308/gisj.2024.233365.1183>

Received: 2023.07.15
Accepted: 2023.10.30



Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.



تحلیل فضایی رابطه بین فرم شهری و دسترسی در محله‌های تهران

محمد سلیمانی لامیانی^۱، عامر نیک‌پور^{۱*}، صدیقه لطفی^۱، حامد عباسی^۲

سمت

۱. گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران
۲. گروه طراحی شهری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

چکیده

سابقه و هدف: توسعه شهری، با رویکردی مبتنی بر فرم فشرده و پایدار، نقش مؤثری در بهینه‌سازی الگوهای سفر شهری ایفا می‌کند. چنین ساختاری با کاهش مسافت‌های سفر، ارتقای امکان پیاده‌روی، افزایش دسترسی به خدمات شهری و کاهش وابستگی به خودرو شخصی همراه است. در این میان، محله‌هایی با تراکم جمعیتی و اختلاط کاربری بالا، در قیاس با مناطق کم‌تراکم حاشیه‌ای، از مزیت‌هایی چون کوتاهی مسیر و تنوع دسترسی برخوردارند. کلان‌شهر تهران، به‌منزله یکی از پرجمعیت‌ترین و گسترده‌ترین شهرهای ایران، در دهه‌های اخیر با رشد افقی و پراکندگی فضایی چشمگیری مواجه بوده و این مسئله به افزایش فاصله‌های میان مبدأ و مقصد و در نتیجه، بروز چالش‌هایی در حوزه عدالت فضایی و دسترسی منجر شده است. در چنین شرایطی، برنامه‌ریزی کالبدی با هدف ارتقای فرم شهری، به‌گونه‌ای که بتواند نیازهای شهروندان را در کمترین فاصله و با بیشترین سهولت تأمین کند، از اولویت‌های اساسی مدیریت شهری محسوب می‌شود. در عین حال مرور منابع موجود نشان می‌دهد که بیشتر مطالعات پیشین در سطوح کلان‌شهری یا منطقه‌ای انجام شده‌اند و اطلاعات اندکی درباره نحوه توزیع دسترسی، در سطح محله‌های شهری، وجود دارد. پژوهش حاضر، با هدف پر کردن این خلأ، رابطه میان فرم شهری و میزان دسترسی در محله‌های شهر تهران را بررسی می‌کند.

مواد و روش‌ها: این پژوهش از نوع کاربردی و با روش توصیفی-تحلیلی انجام شده است. به‌منظور گردآوری مبانی نظری، از مطالعات اسنادی و کتابخانه‌ای بهره گرفته شد. داده‌های مورد استفاده شامل بلوک‌های آماری سال ۱۳۹۵ مرکز آمار ایران، نقشه‌های کاربری اراضی شهری تهران و اطلاعات شبکه معابر از پایگاه Open Street Map است. برای ارزیابی فرم شهری، از هفت شاخص منتخب در حوزه ساختار کالبدی، شامل تراکم، اتصال و اختلاط کاربری، استفاده شد. همچنین برای سنجش میزان دسترسی در سطح محله‌ها، مدل جاذبه هسن به کار رفت. در نهایت، برای تحلیل ارتباط میان متغیرهای فرم شهری و شاخص دسترسی، از آزمون‌های آماری در نرم‌افزار SPSS استفاده شد.

نتایج و بحث: یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که محله‌های واقع در مناطق ۱۴، ۸، ۱۰ و ۱۷ که در محدوده مرکزی شهر قرار دارند، در مقایسه با سایر مناطق، دارای فرم شهری پایدارتر و مترکم‌تری‌اند و در مقابل، مناطق ۲۱ و ۲۲ در غرب تهران از الگوی کالبدی پراکنده و ناپایدارتری تبعیت می‌کنند. نتایج تحلیل دسترسی نیز حاکی از آن است که در سطح شهر تهران، الگوی دسترسی به‌صورت پراکنده توزیع شده است؛ باین‌حال تمرکز بالای شاخص دسترسی در نواحی مرکزی، به‌ویژه منطقه ۱۲، مشهود است. در مقابل، نواحی غربی شهر، به‌ویژه در مناطق ۲۱ و ۲۲ با محدودیت‌های شایان توجهی در دسترسی مواجه‌اند. مقایسه یافته‌های این پژوهش با مطالعات پیشین نیز نشان می‌دهد که ازمنظر پایداری بافت مرکزی شهر تهران، نتایج با مطالعات سرور و همکاران (۲۰۲۰) و نیک‌پور و همکاران (۲۰۱۸) هم‌خوانی دارد. اما درباره هم‌راستایی فرم مرکزی شهر با الگوهای پایدار، نتایج به‌دست‌آمده با یافته‌های میتروپولوس (۲۰۲۳) در تضاد است.

استناد:

سلیمانی لامیانی، م.، نیک‌پور، ع.، لطفی، ص.، عباسی، ح.، تحلیل فضایی رابطه بین فرم شهری و دسترسی در محله‌های تهران، نشریه سنجش از دور و GIS ایران، سال ۱۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۴، ۱-۲۰.

نتیجه‌گیری: نتایج پژوهش نشان داد که اگرچه فرم شهری با سطح دسترسی رابطه معناداری دارد، این رابطه چندان قوی نیست و سایر عوامل نیز در تعیین سطح دسترسی نقش آفرین‌اند. باین‌حال، ازمیان شاخص‌های فرم شهری، تراکم ساختمانی بیشترین همبستگی را با شاخص دسترسی نشان داده است.

واژه‌های کلیدی: فرم شهری، دسترسی، تراکم، اتصال، اختلاط کاربری، تهران.



۱- مقدمه

رشد روزافزون شهرنشینی و به دنبال آن، افزایش جمعیت شهرها پیامدهای متفاوتی را در زمینه‌های گوناگون داشته است (Lotfi et al., 2019; Shojaeian et al., 2023). با وجود این هنوز الگوی مناسبی برای توسعه فضایی و بهبود شرایط زیستی شهرها، با توجه به فرم آنها، ارائه نشده است (Shakarami, 2021). در واقع، جست‌وجوی فرم شهری خوب که باعث افزایش نشاط و کیفیت زندگی شهروندان باشد، بخش مهمی از برنامه‌ریزی شهری را به خود اختصاص داده است (Bardhan et al., 2015). تشویق به توسعه، با فرم شهری پایدار و فشرده، ممکن است مسافت سفرها را کوتاه کند؛ بنابراین حمل‌ونقل راحت‌تر سبب افزایش مناطق در دسترس را در فاصله پیاده‌روی و کاهش وابستگی به خودرو شخصی ایجاد می‌کند (Stevenson et al., 2016). از این رو ساکنان محلات دارای تراکم و اختلاط بالا، در مقایسه با ساکنان حومه‌های کم‌تراکم، مسافت‌های کمتری را برای رسیدن به مقصد طی می‌کنند. این در حالی است که با افزایش جمعیت شهرنشین در دنیا، رشد پراکنده شهری اتفاق می‌افتد و با افزایش پدیده پراکنده‌روی در شهرها، طول سفرها افزایش می‌یابد (Rastegar, 2017). گسترده شدن شهرها و دور شدن کاربری‌ها از یکدیگر و دسترسی سریع، مطمئن و ارزان به نقاط مدنظر مسئله بسیار پیچیده و پرهزینه‌ای را پدید آورده است. بنابراین طراحی ساختار فضایی که خود را با شرایط فعلی و آتی شهر تطبیق دهد و در عین حال پایدار باشد، اهمیت بسیاری دارد؛ این در حالی است که امروزه، با تشدید مسائل و معضلات متعدد ناشی از گسترش سریع شهرنشینی، سیر تکاملی ساختار فضایی و فرم شهری به درستی بررسی نمی‌شود (Nikpour, 2017)؛ در صورتی که عامل بسیاری از آشفتگی‌ها، زوال زود هنگام شهرها و پیچیدگی فعالیت‌ها نبود برنامه‌ریزی و جهت‌دهی کارشناسی شده ساختار فضایی فرم شهرها بوده است (Wei & Ewing, 2018). در چنین شرایطی، افراد برای تأمین نیازهای اساسی روزانه خود مجبور به

طی مسافت‌های طولانی می‌شوند؛ این مسئله موجب استفاده هرچه بیشتر از وسایل نقلیه موتوری و تراکم ترافیک می‌شود که در آلودگی زیست محیطی نقش مهمی ایفا می‌کند (Ghadami et al., 2017). بنابراین تضمین دسترسی مناسب نیازمند توجه بیشتر است و نظارت و ارزیابی آن می‌تواند، در درک سیستم شهری و کارکردهای آن، بسیار مهم باشد (Bok & Kwon, 2016). با توجه به مطالب گفته‌شده، تحقیق حاضر با هدف بررسی وضعیت فرم شهری و دسترسی محله‌های شهر تهران انجام شده است. کلان‌شهر تهران یکی از شهرهایی است که موضوع دسترسی در آن شایان تأمل است؛ چراکه در پی گسترده‌ی و رشد زیادی که طی سالیان اخیر داشته است، فواصل بین مبدأ و مقصد روز به روز افزایش یافته و چنین شرایطی باعث شده است که در نتیجه گسترش افقی شهر، محله‌های این کلان‌شهر دسترسی مناسبی به سایر نقاط شهر نداشته باشند. بیشتر پژوهش‌های انجام‌شده تا کنون، از نظر فضایی، بر سطوح ماکرو (منطقه و شهر) تمرکز داشته‌اند و درباره دسترسی در سطح کل محله‌های شهری، اطلاعات اندکی وجود دارد. بنابراین اهمیت پژوهش حاضر در آن است که علاوه بر مطالعه سطوح دسترسی در سطح محلات شهری، ارتباط بین فرم شهری و شاخص دسترسی را بررسی کرده است. با توجه به اهمیت موضوع فرم و دسترسی شهری، تا کنون پژوهش‌هایی داخلی و خارجی در این زمینه انجام شده است که در ادامه، به برخی از مهم‌ترین آنها اشاره می‌شود.

میتروپولوس^۱ و همکاران (۲۰۲۳)، در پژوهشی، دسترسی را بررسی کرده‌اند. آنها در این پژوهش نیازهای چهار گونه کاربر، از جمله عابران پیاده، افراد معلول، دوچرخه‌سواران و کاربران حمل‌ونقل عمومی را در دسترسی به هفت کاربری فضاهای سبز، فضاهای تفریحی، ساختمان‌های آموزشی، ساختمان‌های بهداشتی، ساختمان‌های خدمات عمومی، کاربری‌های تجاری و ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی، سنجیده‌اند.

1. Mitropoulos

طبق نتایج پژوهش آنها، مرکز شهر آتن دسترسی متوسطی برای عابران پیاده و معلولان فراهم کرده است. لی و لیو^۱ (۲۰۱۷) دسترسی به اشتغال در مناطق حومه‌ای و مرکزی شهر گوانگژو را ارزیابی کردند. نتایج پژوهش آنها نشان داده است که در این شهر، سرمایه‌گذاری در حمل‌ونقل عمومی تحرک و دسترسی شغلی نواحی حومه‌ای را بهبود بخشیده و این افزایش دسترسی توانسته است نابرابری در رسیدن به مقصد را طی سال‌های اخیر، کاهش دهد. سرور^۲ و همکاران (۲۰۲۰) به این نتیجه رسیدند که متغیر فرم شهری و دسترسی همبستگی معناداری با هم دارند؛ به گونه‌ای که ضریب دسترسی در محلات مرکزی بیشتر از بافت حاشیه‌ای است. همچنین نبود تعادل فضایی در توزیع جمعیت و فعالیت‌ها موجب شده است فرم شهری به صورت نامتعادل شکل بگیرد. نیک‌پور^۳ و همکاران (۲۰۱۷) در پژوهشی نتیجه گرفتند که طبق آزمون پیرسون، بین فرم شهر و دسترسی، رابطه مستقیم و معناداری وجود دارد و فشردگی تأثیر مستقیمی در افزایش میزان دسترسی‌ها می‌گذارد. این مسئله در مناطق مرکزی شهر بیشتر دیده می‌شود و هرچه محلات فشرده‌تر شوند، میزان دسترسی افزایش می‌یابد. از دیگر یافته‌های این پژوهش، نسبت بالای مالکیت خودرو در مناطق فشردۀ شهر بابل‌سر با مناطق پیرامونی است؛ این نکته می‌تواند با اصل پیاده‌مداری که از اصول مهم دستیابی به فرم شهر پایدار است، تناقض داشته باشد. رهنما و آقاجانی^۴ (۱۳۹۲) دریافتند که بخش مرکزی شهر، در مقایسه با بخش‌های پیرامونی و حاشیه‌ای، دارای ضریب دسترسی بیشتری است. همچنین آنها، بین شاخص دسترسی و جمعیت، رابطه منفی و معناداری پیدا کردند؛ یعنی، با افزایش ضریب دسترسی، جمعیت نواحی شهر کاهش می‌یابد.

در این مورد که شهر پایدار باید چگونه باشد، تعریف‌های متفاوتی وجود دارد. براساس منابع، اکوشهر و شهرسازی جدید رایج‌ترین و پایدارترین مدل‌های شکل شهری پدیدارند که به منزله نمونه‌هایی از شهر پایدار تعریف شده‌اند (Hofstad, 2012; Joss, 2010;).

دسترسی، در اصل، بر دو نوع است: ۱) دسترسی نسبی؛ ۲) دسترسی ترکیبی. دسترسی نسبی ارتباط یا میزان تعامل بین دو نقطه مشخص و دسترسی ترکیبی ارتباط یا تعامل بین یک نقطه و سایر نقاط را در فضایی جغرافیایی توصیف می‌کنند؛ بنابراین دسترسی معمولاً سهولت رسیدن به محل دارای جاذبه بسیار توصیف می‌شود؛ درحالی‌که حرکت به افزایش سرعت اشاره دارد. این تعریف بیانگر عمومیت دو عامل است: الگوی کاربری زمین‌ها و سیستم حمل‌ونقل. درمورد الگوی کاربری زمین‌ها، وجود فرصت‌های بیشتر درون یک ناحیه به دسترسی بیشتر می‌انجامد (از این رو تعداد کل شاغلان در ناحیه در نقش نیروی جاذبه عمل می‌کند). برای اجرای سیستم حمل‌ونقل، تأثیر کمتر فاصله (فاصله زمانی، هزینه و فاصله مکانی) بین نقطه و فرصت‌هایش باعث دسترسی بیشتر می‌شود (Nikpour, 2017). تفاوت اصلی میان تحرک و دسترسی در این است که تحرک به میزان فاصله‌ای اشاره دارد که افراد می‌توانند در مدت زمان معینی طی کنند؛ درحالی‌که دسترسی درمورد مکان‌هایی است که مردم می‌توانند به طور هم‌زمان به آنها برسند (Ermagun, 2021; Levinson & King, 2019).

1. Li & Liu

2. Sarvar

3. Nikpour

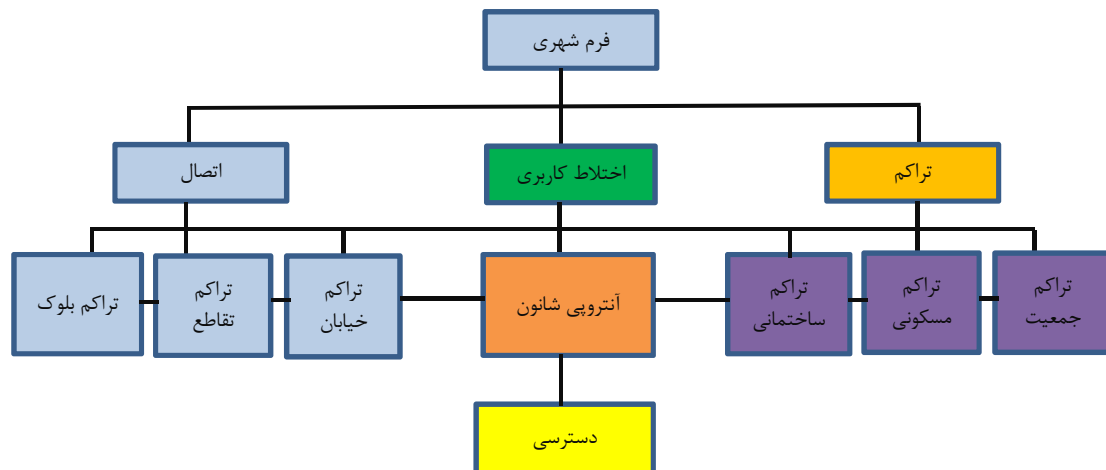
4. Rahnama & Aghajani

در خلا پژوهش‌های فعلی، این مطالعه با هدف بررسی مؤلفه‌های فرم شهری و ارتباط آنها با شاخص دسترسی شهری انجام شده است. برای دستیابی به اهداف تحقیق، پرسش‌های اصلی این پژوهش این‌گونه طرح شده است: (۱) وضعیت دسترسی در سطح محله‌ها چگونه است؟ (۲) کدام نواحی دسترسی بهتری دارند؟ (۳) بین شاخص‌های فرم و دسترسی چه ارتباطی وجود دارد؟

۲- مواد و روش‌ها

تهران بزرگ‌ترین شهر ایران است که با جمعیتی بالغ بر هشت میلیون نفر (Statistical Center of Iran, 2016)،

مساحتی بیش از هفتصد کیلومترمربع دارد. تراکم جمعیت در تهران یازده‌هزار نفر در هر کیلومترمربع برآورد می‌شود که، بنابر آمار در دست، این شهر شانزدهمین شهر پرتراکم جهان است (Shahabiyan et al., 2019). اما از نظر مساحت، صدوبیست و پنجمین کلان‌شهر دنیاست (Pishgar & Mohammadi, 2020). براساس جدول ۱، بیشترین سهم از طول شبکه ارتباطی شهر تهران به کوچه‌ها و کمترین سهم از کل شبکه ارتباطی شهر نیز به آزادراه‌ها اختصاص دارد. جدول ۱ طول شبکه ارتباطی کلان‌شهر تهران را نشان می‌دهد.

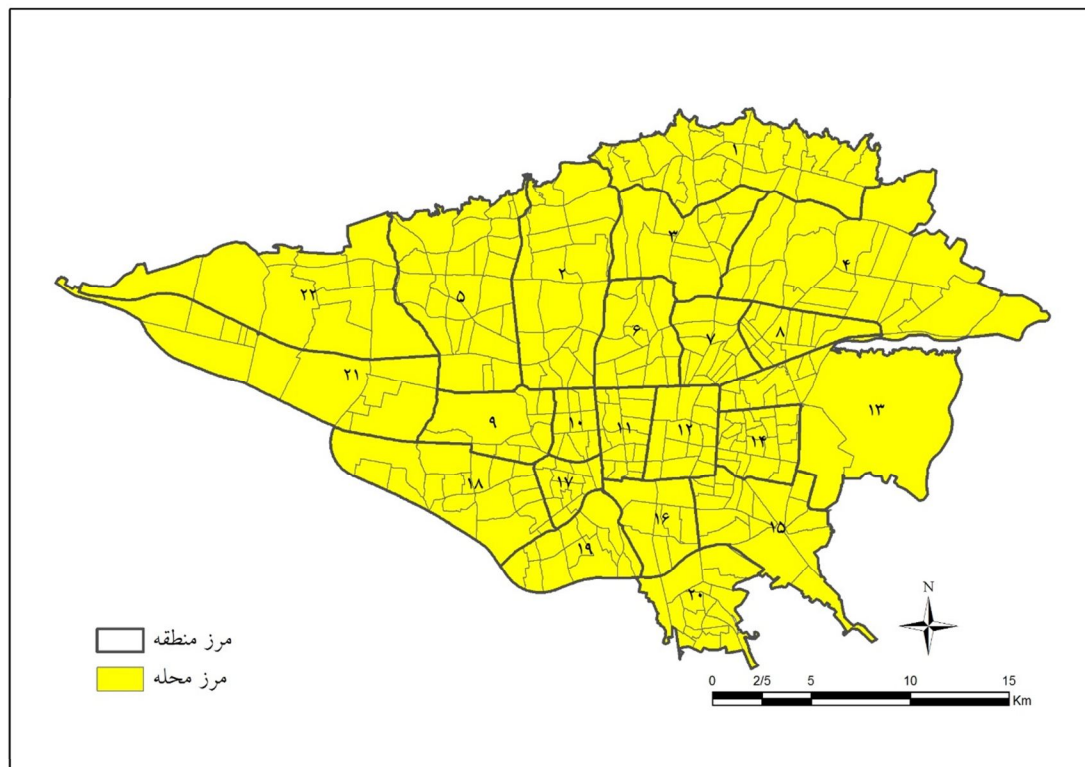


شکل ۱. مدل مفهومی شاخص‌های پژوهش

جدول ۱. طول انواع گوناگون شبکه ارتباطی شهر تهران

نام	طول (کیلومتر)	درصد از کل
آزادراه	۴۷/۸۱	۰/۴۹
بزرگراه	۷۸۶/۲۴	۸/۱۸
خیابان اصلی (شریانی درجه ۱)	۳۸۵/۱۹	۴
خیابان اصلی (شریانی درجه ۲)	۵۵۲/۷۷	۵/۷۵
خیابان فرعی (جمع‌کننده ^۱ یا دسترسی محله)	۲۰۳۶/۶۰	۲۱/۱۹
کوچه	۴۶۶۶/۴۰	۴۸/۵۶
بن‌بست	۱۱۳۲/۶۶	۱۱/۴۸
جمع	۹۶۰۷/۶۹	۱۰۰

منبع: شهرداری تهران، نقشه شبکه معابر شهر



شکل ۲. محله‌بندی شهر تهران

ترتیب، هریک از شاخص‌ها بین اعداد ۰ تا ۱ نرمال شد. در ادامه کار، برای بررسی وضعیت فرم، هریک از هفت شاخص در محیط نرم‌افزار GIS با استفاده از ابزار Weighted Sum هم‌پوشانی شد. به این صورت، وضعیت فرم هریک از محله‌های تهران مشخص شد. برای ارزیابی میزان دسترسی هریک از محلات شهر نیز مدل هسنن به کار رفت. سرانجام با بهره‌گیری از آزمون‌های آماری در نرم‌افزار Spss، ارتباط بین متغیرهای فرم و شاخص دسترسی آزموده شد.

۲-۱- مدل هسنن

مروری بر منابع در زمینه دسترسی و پایداری فرصت خوبی را برای گزینش مدل سنجش دسترسی فراهم آورد و سرانجام مدل زیر، با توجه به اطلاعات در دسترس، انتخاب شد (Rahnama & Aghajani, 2013).

$$A_{ij} = \sum_{j=1}^n s_j \text{ dij} \quad \text{رابطه (۱)}$$

نوع پژوهش حاضر کاربردی است که در تدوین آن، از روش‌های توصیفی-تحلیلی بهره گرفته شده و برای گردآوری دیدگاه‌ها و تجربیات، روش اسنادی و مطالعه کتابخانه‌ای استفاده شده است. داده‌های به‌کاررفته در این پژوهش از اطلاعات بلوک‌های آماری سال ۱۳۹۵ مرکز آمار ایران، نقشه کاربری اراضی شهری تهران و سایت Open Street Map به دست آمده است. برای استخراج و طبقه‌بندی داده‌ها، از نرم‌افزارهای GIS و Global Mapper استفاده شده و برای تعیین فرم محلات شهر، سه شاخص اصلی تراکم، اتصال و اختلاط کاربری که هریک دارای تعدادی شاخص فرعی است، به کار رفت (Nikpour et al., 2017). در مجموع، برای ارزیابی فرم شهری از هفت شاخص مرتبط با فرم شهری استفاده شد. در ادامه، برای نرمال کردن مقادیر هریک از هفت شاخص مورد استفاده در سطح محله‌های شهر تهران، روش فازی به کار رفت. به این

به دلیل اینکه اطلاعات درباره دسترسی شهری در مقیاس بلوک‌های شهری وجود نداشت، برای درک بهتر از وضعیت دسترسی در سطح بلوک، از روش کریجینگ جهت استفاده شد تا وضعیت دسترسی درون‌یابی شود. درواقع، با استفاده از این روش، وضعیت دسترسی نقاط گوناگون کلان‌شهر تهران مشخص شد.

در پژوهش‌هایی که در زمینه فرم شهری انجام می‌شود، شاخص‌های گوناگونی به کار می‌رود که برخی از این شاخص‌ها مقوله فرم شهری را غیرمستقیم اندازه‌گیری می‌کند اما در این پژوهش کوشیدیم، با در نظر گرفتن پژوهش‌های مرتبط در این زمینه، شاخص‌هایی را به کار ببریم که مستقیماً به موضوع فرم شهری بپردازد. شاخص‌های به کاررفته برای اندازه‌گیری فرم شهری، به همراه نحوه محاسبه آنها، در جدول ۲ آمده است.

۳- نتایج

در پژوهش حاضر برای مشخص کردن فرم شهری، از سه شاخص اصلی و کلیدی فرم، یعنی تراکم و اتصال و اختلاط کاربری، استفاده شد. هریک از این شاخص‌ها دارای شاخص‌هایی فرعی‌اند؛ در ادامه، وضعیت هریک از این شاخص‌ها در سطح محله‌های شهر بررسی می‌شود.

۳-۱- تراکم

شاخص تراکم سه شاخص فرعی دارد: تراکم ساختمانی، تراکم مسکونی و تراکم جمعیت. محاسبه این سه شاخص در شهر تهران نشان داد که شاخص‌های تراکم مسکونی و تراکم جمعیت بیشترین میزان تمرکز را در بخش‌های مرکزی شهر داشته‌اند؛ به گونه‌ای که بافت‌های حاشیه‌ای شرقی و غربی شهر، درمقایسه با بخش مرکزی، کمترین میزان تراکم مسکونی و تراکم جمعیت را دارند. شاخص تراکم ساختمانی نیز نشان می‌دهد که بخش‌های مرکزی، جنوبی و شمالی شهر بیشترین تراکم ساختمانی را دارند. کمترین مقدار تراکم ساختمانی نیز به محله‌های بخش غربی شهر اختصاص دارد. شکل ۴ تراکم ساختمانی، مسکونی و جمعیت در شهر تهران را نشان می‌دهد.

در این معادله، A_{ij} معیار نسبی دسترسی منطقه i به فعالیت منطقه j ، D_{ij} فاصله زمانی، مکانی یا هزینه بین منطقه i و j و S_j اندازه فعالیت در منطقه j است و ضریب d در اینجا ۲ در نظر گرفته شده است (Tsou, et al., 2005).

با توجه به این معادله، فاصله بین مراکز محلات در محیط نرم‌افزار Arc GIS اندازه‌گیری شد و سپس با استفاده از فواصل به دست آمده، ماتریسی با ابعاد 360×360 تشکیل شد؛ به این صورت که با تشکیل این ماتریس، میزان تعامل بین محلات به دست آمد. سپس با بهره‌گیری از معادله (۲)، تعداد شاغلان هر محله به منزله عامل جاذبه (S_j) و فاصله بین محلات به منزله (d_{ij}) شناخته شد. به این ترتیب، زمینه برای محاسبه دسترسی (A_{ij}) فراهم آمد.

۲-۲- روش فازی

با استفاده از روش مثبت بی‌بعدسازی فازی، هریک از هفت شاخص مورد استفاده بدین صورت بین ۰ و ۱ بی‌مقیاس شد.

$$\text{رابطه (۲)} = \frac{X_{ij} - \min(x_{ij})}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})} \quad \text{Positive}$$

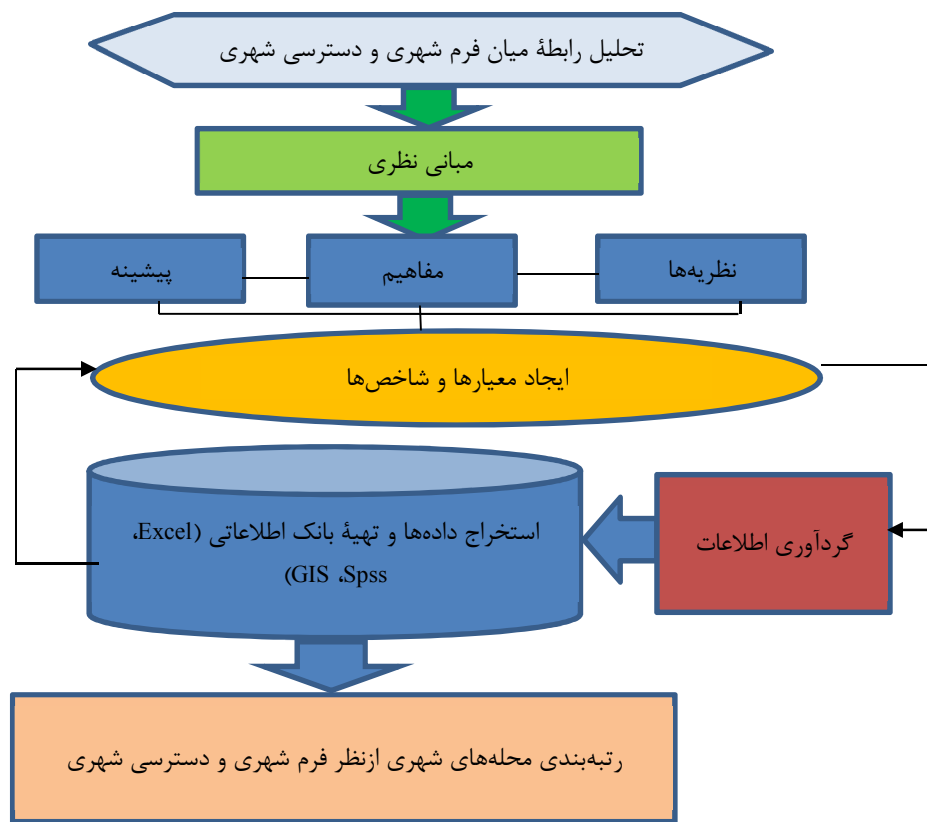
در این معادله، X_{ij} مقدار هر شاخص در محله مورد نظر، $\max(X_{ij})$ ماکزیمم مقدار هر شاخص در سطح کل محلات و $\min(X_{ij})$ مینیمم مقدار هر شاخص در سطح کل محلات است.

کریجینگ

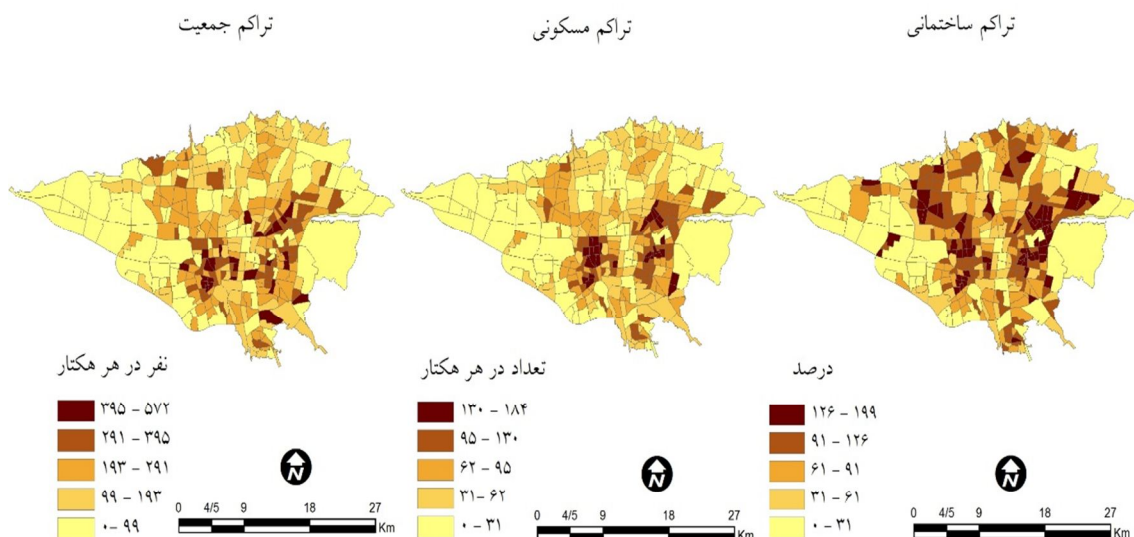
بر اساس ویژگی‌های ساختار مکانی، این روش، انواع متفاوتی دارد که مهم‌ترین آن کریجینگ ساده و معمولی است. درواقع، هموارسازی یا نرم شدن تغییرات، هنگام درون‌یابی، از ویژگی‌های مدل کریجینگ است؛ به این معنی که واریانس نمونه‌های تخمین زده شده، درمقایسه با نقاط واقعی، تغییرات کمتری دارد. در این روش، هر نمونه معلوم در تخمین نقطه مجهول به ساختار فضایی محیط بستگی دارد (Abdollahi & Ghasemi, 2018). در پژوهش حاضر

جدول ۲. شاخص‌های اندازه‌گیری فرم شهری

شاخص	شاخص فرعی	نحوه محاسبه	توضیحات	منبع
تراکم	تراکم جمعیت	$PD = \frac{\text{جمعیت منطقه } i}{\text{مساحت منطقه } i}$	به معنای جمعیت در واحد سطح و معمولاً نفر در هکتار است. این شاخص حاصل تقسیم جمعیت بر مساحت جغرافیایی مورد نظر (ناحیه، محله) است	Liu & Shi (2022); Lee (2020); Natekal (2023)
	تراکم مسکونی	$TRD = \frac{\text{تعداد واحدهای مسکونی منطقه } i}{\text{مساحت منطقه } i}$	حاصل تقسیم تعداد واحدهای مسکونی منطقه مورد نظر بر مساحت جغرافیایی همان منطقه است	Banai & Antipova (2016); Chen et al. (2021)
	تراکم ساختمانی	$FAR = \frac{\text{مساحت زیر بنا (در طبقات)}}{\text{مساحت منطقه } i}$	تراکم ساختمانی برابر است با نسبت سطح زیربنای ساختمان (در تمامی طبقات) به مساحت قطعه زمین	Liu & Shi (2022)
اتصال	تراکم بلوک	$C = \frac{\text{تعداد بلوک‌های منطقه } i}{\text{مساحت منطقه } i}$	منظور از آن تعداد بلوک‌های شمارش شده در هر هکتار است. هر چه مقدار آن بیشتر باشد، اتصال‌پذیری بیشتری را نشان می‌دهد	Liu & Shi (2022)
	تراکم خیابان	$C = \frac{\text{مساحت شبکه ارتباطی منطقه } i}{\text{کل مساحت منطقه } i}$	منظور نسبت مساحت شبکه ارتباطی منطقه مورد نظر به کل مساحت منطقه است. عدد بالاتر نشان‌دهنده خیابان‌های بیشتر است و با بالاتر بودن تراکم خیابان، اتصال‌پذیری بیشتر خواهد بود	Cervero et al. (2009); Liu & Shi (2022)
	تراکم تقاطع	$C = \frac{\text{تعداد تقاطع‌های منطقه } i}{\text{مساحت منطقه } i}$	تعداد تقاطع‌های (گروه‌های واقعی یعنی تقاطع سواره یا چهارراه، نه انتهای کوچه بن‌بست) شمارش شده در هر واحد سطح (مانند هکتار). عدد بالاتر تقاطع‌های بیشتر و احتمالاً اتصال‌های بیشتر را نشان خواهد داد	Liu & Shi (2022)
اختلاط	اختلاط کاربری	$H1 = \frac{-\sum i = 1 (Pi) * \ln(Pi)}{\ln(m)}$	مقدار صفر نشان‌دهنده همگونی است و وقتی اتفاق می‌افتد که تمامی کاربری‌ها در منطقه از یک نوع باشد. مقدار ۱ به معنی ناهمگونی کامل است؛ یعنی منطقه مورد نظر، از لحاظ کاربری‌های گوناگون، توزیع یکنواختی دارد	He et al. (2018); Liu & Shi (2022); Lan et al. (2020)



شکل ۳. فلوچارت مراحل پژوهش



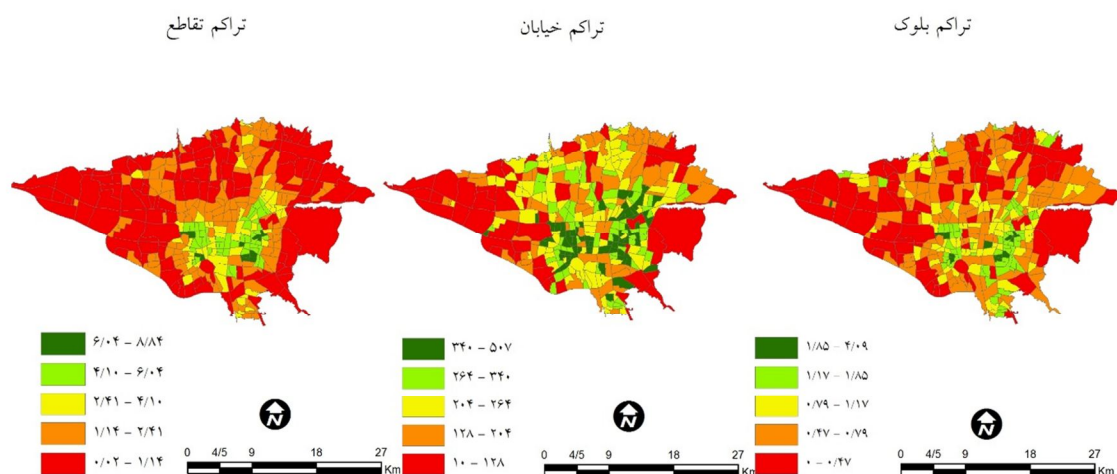
شکل ۴. انواع تراکم در سطح محله‌های شهر تهران

۳-۲- تراکم اتصالات شهری

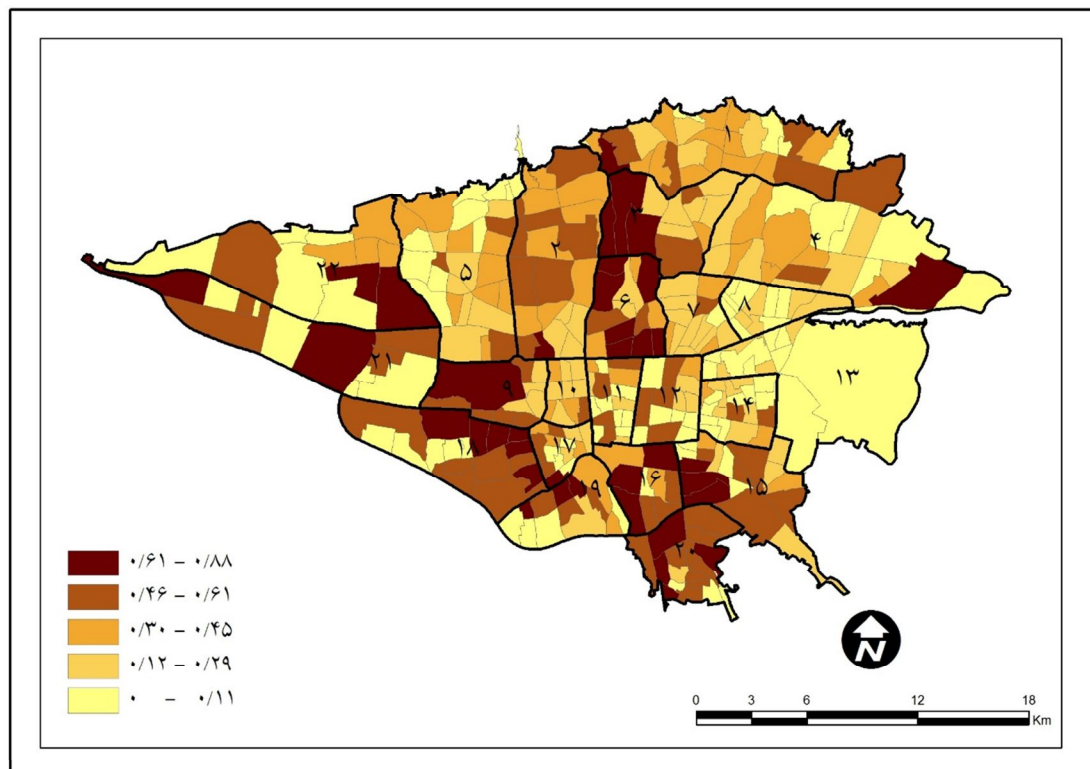
بررسی‌های انجام‌شده در شهر تهران نشان داد که هریک از شاخص‌های تراکم بلوک، تراکم خیابان و تراکم تقاطع وضعیت متفاوتی در این شهر دارد. براساس شکل ۵، تراکم تقاطع در محله‌های بخش‌های شرقی، غربی و شمالی پایین است؛ به‌طوری‌که تراکم تقاطع شمارش‌شده در این محله‌ها برابر با ۱ است اما بخش مرکزی شهر، با شش تا هشت تقاطع در هر هکتار، بیشترین میزان اتصال‌پذیری را دارد. شاخص تراکم خیابان نیز نشان می‌دهد که بخش‌های مرکزی و جنوبی شهر بیشترین سهم از شبکه ارتباطی شهر را به خود اختصاص داده‌اند؛ به این معنی که در بخش‌های مرکزی شهر، که با رنگ قهوه‌ای نشان داده شده است، در هر هکتار، حدود ۳۴۰ تا ۵۰۷ متر شبکه معابر شهری وجود دارد. این عدد، در مقایسه با بافت‌های حاشیه‌ای، بسیار زیاد است. در نهایت، وضعیت تراکم بلوک در شهر تهران مشخص می‌کند بخش‌های مرکزی و جنوبی بیشترین میزان تراکم بلوک را دارند. بر مبنای نقشه تراکم بلوک در این شهر، در بخش‌های مرکزی و جنوبی، در هر هکتار یک تا چهار بلوک شهری وجود دارد؛ در حالی که در بخش‌های غربی و قسمت‌هایی از شمال شهر، در هر هکتار کمتر از یک بلوک شهری مشاهده می‌شود.

۳-۳- اختلاط کاربری

در این پژوهش، برای اندازه‌گیری اختلاط کاربری، شاخص تراکم کاربری‌ها به کار رفت. به این منظور، برای اندازه‌گیری کثرت یا تراکم کاربری‌ها، روش نسبت مساحت کاربری‌ها با بهره‌گیری از روش شاخص آنتروپی شانون استفاده شده است. شاخص آنتروپی روشی برای سنجش تغییرات، پراکندگی یا تنوع است؛ مقدار صفر نشان‌دهنده همگونی است که وقتی تمامی کاربری‌ها در منطقه از یک نوع باشند، رخ می‌دهد و مقدار یک نیز به معنی تنوع کاربری‌ها در منطقه است (Nikpour et al., 2017). براساس شکل ۶، مشخص شد که کمترین میزان اختلاط کاربری به محله‌های بخش مرکزی شهر و بیشترین میزان اختلاط نیز به محله‌های بخش‌های جنوبی و شمالی شهر اختصاص دارد. بنابراین، با توجه به نتایج این شاخص در شهر تهران، می‌توان گفت که محله‌های بخش مرکزی شهر کاربری‌های یک‌دست دارند و تنوع بسیار زیادی در بین کاربری‌های آنها دیده نمی‌شود؛ اما محله‌هایی که با رنگ قهوه‌ای نشان داده شده است دارای تنوع کاربری بیشتریند. این محله‌ها اغلب در بخش مرکزی و جنوب غرب دیده می‌شوند.



شکل ۵. انواع اتصال‌ها در سطح محله‌های شهر تهران



شکل ۶. اختلاط کاربری در سطح محله‌های شهر تهران

۳-۴- اندازه‌گیری فرم محلات شهر تهران

به‌منظور تعیین فرم محله‌های شهر تهران، از هفت شاخص اصلی و کلیدی مرتبط با تراکم، اتصال و کاربری اراضی استفاده شد. خروجی حاصل نشان داد محله‌های مناطق ۸، ۱۰ و ۱۷ که از مناطق مرکزی شهرند، درمقایسه با سایر محله‌ها، فرم پایدارتری دارند؛ در صورتی که محله‌های مناطق ۲۱ و ۲۲ که در بخش غربی تهران قرار دارند، وضعیت به‌مراتب ناپایدارتری دارند. شکل ۷ وضعیت فرم شهری در تهران را نشان می‌دهد.

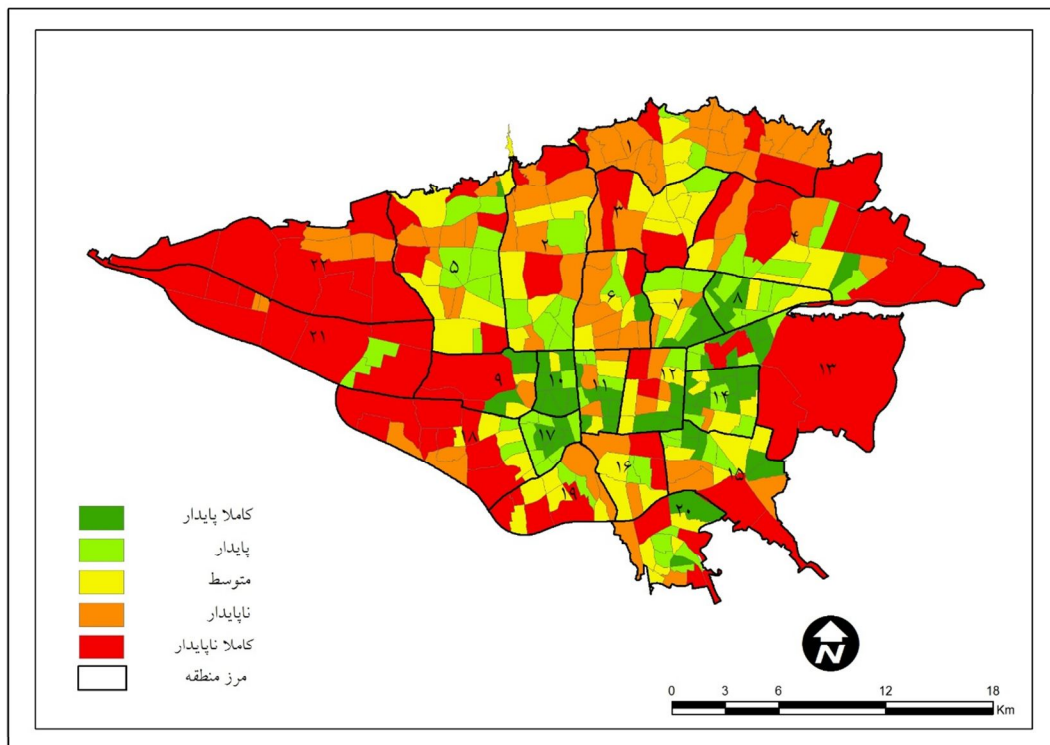
۳-۵- دسترسی

براساس شکل ۸ می‌توان گفت وضعیت بیشتر محله‌های شهر تهران، به‌صورت پراکنده، نسبتاً خوب است اما بیشترین تمرکز شاخص دسترسی در بخش مرکزی شهر، به‌ویژه بخش‌هایی از منطقه ۱۲، دیده می‌شود.

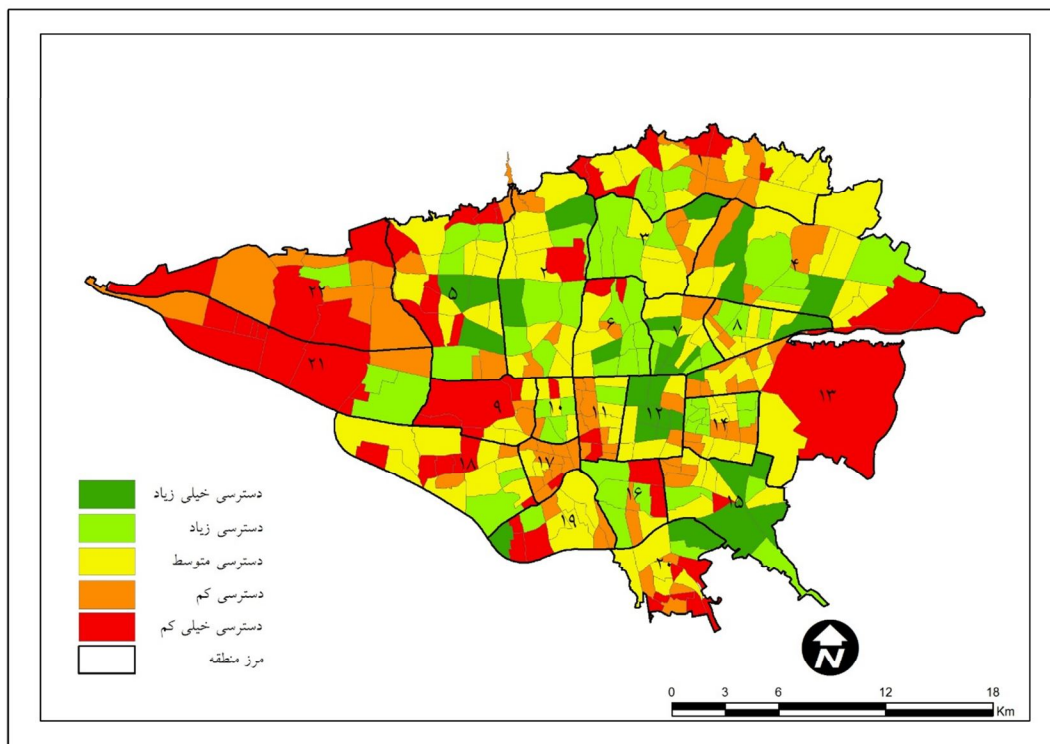
از دیگر سو در بخش‌های غربی شهر تهران، به‌ویژه مناطق ۲۱ و ۲۲، وضعیت دسترسی مناسبی به چشم نمی‌خورد.

۳-۶- نیم‌رخ وضعیت دسترسی در شهر تهران

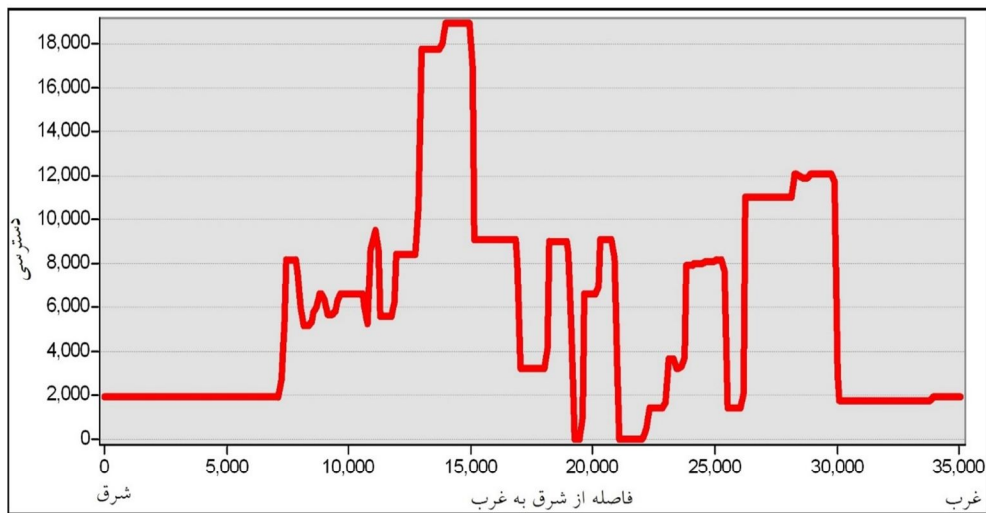
بررسی وضعیت نیم‌رخ دسترسی در شهر تهران نشان می‌دهد که از محور شرق‌به‌غرب، میزان دسترسی از کمترین میزان شروع می‌شود و با نزدیک شدن به مرکز شهر، روندی صعودی می‌یابد. سپس در محله‌های بخش مرکزی به بیشترین میزان خود می‌رسد و با فاصله گرفتن از مرکز شهر، روند نزولی پیدا می‌کند. با تداوم حرکت به سمت غرب، میزان دسترسی بار دیگر صعودی می‌شود اما، در شعاع سه‌کیلومتری غرب تهران، به کمترین میزان می‌رسد. همچنین در محور شمال‌به‌جنوب، با نزدیک شدن به مرکز شهر، میزان دسترسی افزایش می‌یابد. به‌طور کلی می‌توان گفت که میزان دسترسی در جهت شرق‌به‌غرب، در قیاس با محور شمال‌به‌جنوب، نوسان بیشتری دارد.



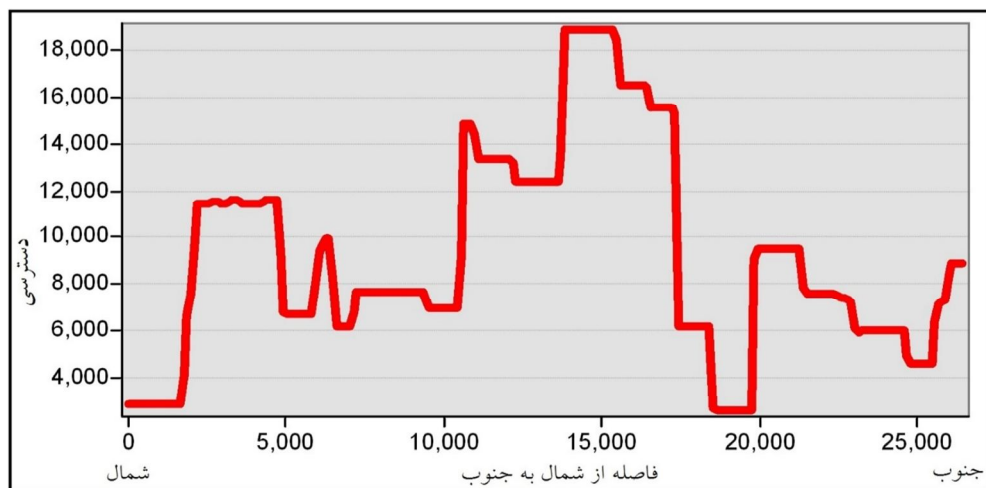
شکل ۷. وضعیت فرم در سطح محله‌های شهر تهران



شکل ۸. وضعیت دسترسی در سطح محله‌های شهر تهران



شکل ۹. نیم‌رخ وضعیت دسترسی در سطح محله‌های شهر تهران، در جهت شرق به غرب



شکل ۱۰. نیم‌رخ وضعیت دسترسی در سطح محله‌های شهر تهران، در جهت شمال به جنوب

۷-۳- تحلیل فضایی میزان دسترسی

بیشترین میزان دسترسی را دارد. علاوه بر بخش مرکزی، بخش‌هایی از مناطق ۴، ۳، ۱۵ و ۵ نیز به مراتب دارای دسترسی مطلوب‌اند؛ زیرا اغلب در بخش‌های مرکزی و شمالی شهر بیشترین میزان تراکم جمعیت دیده می‌شود و در نتیجه آن، امکانات و تجهیزات، از جمله خطوط متروی شهری، ایستگاه‌های اتوبوس درون‌شهری و ایستگاه‌های تاکسی افزایش پیدا می‌کند. بنابراین مجموع این عوامل، در کنار افزایش تراکم جمعیت، باعث شده

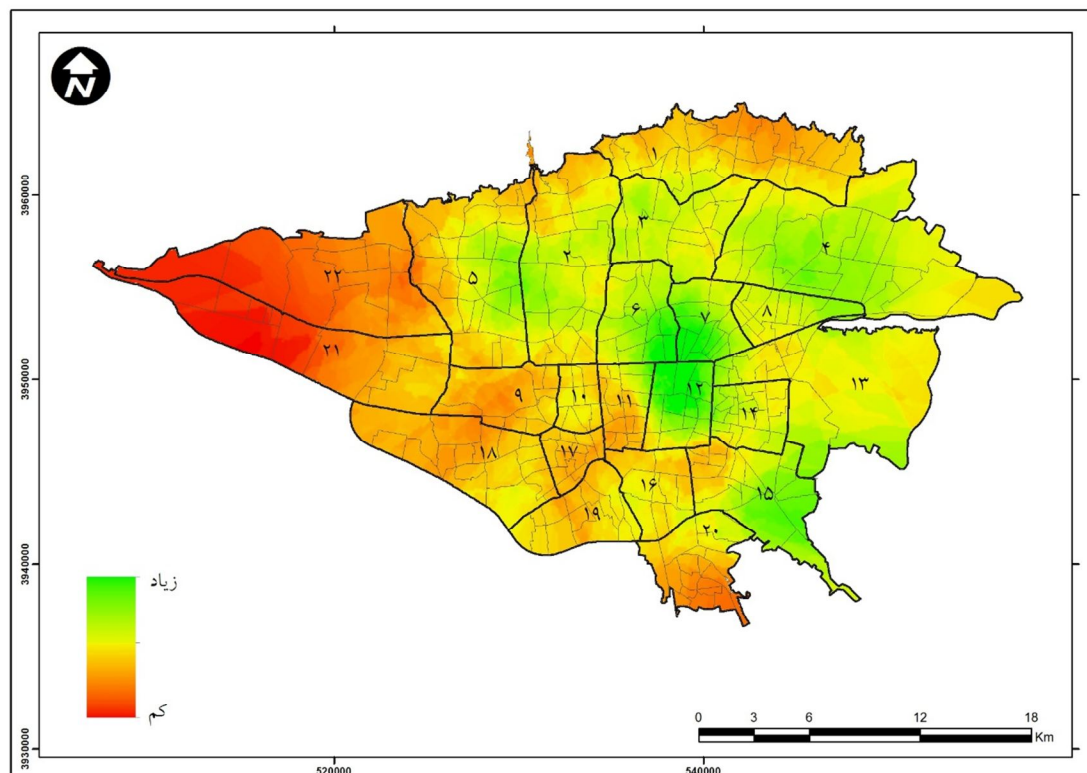
در این بخش، برای درک بهتر از وضعیت دسترسی در کلان‌شهر تهران، وضعیت دسترسی بدون در نظر گرفتن مرز محلات اندازه‌گیری شد؛ بدین منظور، برای سنجش میزان دسترسی در سطح شهر، روش کرینجینگ در نرم‌افزار GIS به کار رفت. مطابق شکل ۱۱، رنگ سبز میزان دسترسی بالا و رنگ قرمز نیز میزان پایین دسترسی را نشان می‌دهد. براساس این شکل، می‌توان گفت بخش مرکزی شهر که شامل مناطق شماره ۱۲، ۷ و ۶ می‌شود،

است که محله‌های بخش مرکزی و شمالی شهر میزان دسترسی بالایی داشته باشند. در مقابل، بخش‌های غربی شهر که شامل مناطق ۲۱ و ۲۲ می‌شود، کمترین میزان دسترسی را به خود اختصاص داده است. شاید یکی از دلایل چنین وضعیتی پایین بودن تراکم جمعیت در محله‌های غربی کلان‌شهر تهران باشد.

۸-۳- آزمون همبستگی میان شاخص‌های فرم شهری و دسترسی

برای بررسی و تحلیل رابطه میان شاخص‌های فرم و دسترسی، آزمون همبستگی پیرسون در نرم‌افزار Spss استفاده شد. نتایج آزمون نشان داد که اگرچه میان شاخص‌های فرم شهری و دسترسی همبستگی مثبت و معناداری وجود دارد، میزان این همبستگی قوی نیست؛

به گونه‌ای که از میان شاخص‌های فرم، شاخص تراکم ساختمانی با مقدار ۰/۱۶۵ دارای بیشترین میزان همبستگی با دسترسی است. کمترین مقدار همبستگی نیز به شاخص اختلاط کاربری اختصاص دارد که برابر با ۰/۰۲۳ است. بنابراین می‌توان گفت مقوله دسترسی شهری، بیش از آنکه متأثر از فرم شهری باشد، از میزان مرکزیت تأثیر می‌پذیرد. همان‌طور که طبق نتایج پژوهش مشخص شد، میزان دسترسی در محله‌های شهر تهران با میزان مرکزیت شهر انطباق بیشتری دارد زیرا معمولاً محله‌های بخش مرکزی شهر، به‌رغم داشتن فرم نسبتاً پایدار و متوسط، ضریب دسترسی بیشتری داشتند. جدول ۳ میزان همبستگی میان شاخص‌های فرم شهری و دسترسی در شهر تهران را نشان می‌دهد.



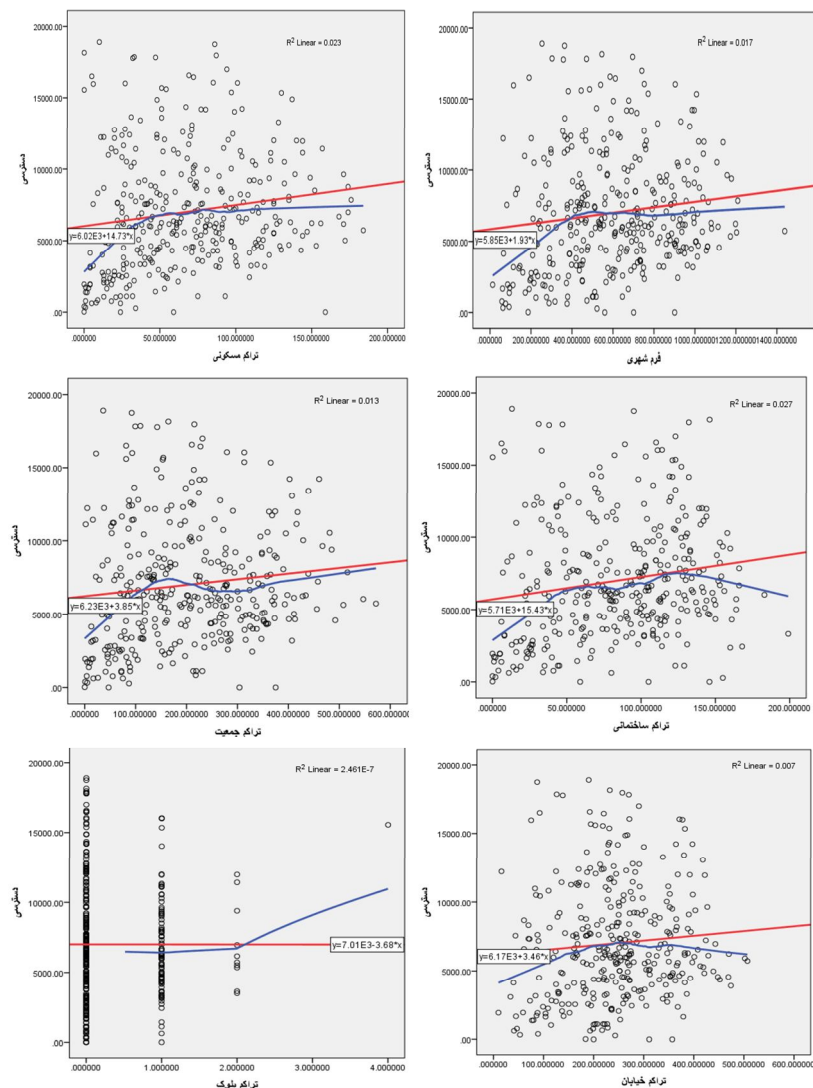
شکل ۱۱. تحلیل فضایی ضریب دسترسی در سطح شهر تهران

نتایج نمودار پراکندگی نشان می‌دهد که بین هریک از شاخص‌های فرم و دسترسی، همبستگی مثبت و معناداری وجود دارد؛ به این معنی که با افزایش هریک از شاخص‌های تراکم جمعیت، تراکم ساختمانی، تراکم مسکونی، تراکم تقاطع، تراکم بلوک، تراکم دسترسی و اختلاط کاربری در شهر تهران، میزان دسترسی افزایش می‌یابد. شکل ۱۲ همبستگی میان شاخص‌های فرم و دسترسی را نشان می‌دهد.

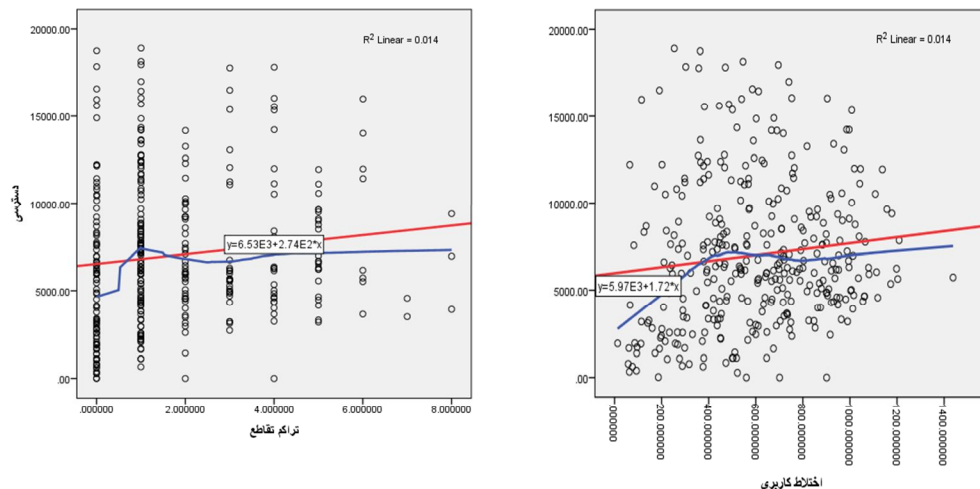
جدول ۳. همبستگی میان شاخص‌های فرم و دسترسی

متغیر مستقل	متغیر وابسته	میزان همبستگی	سطح معناداری
فرم شهری	میزان دسترسی	۰/۱۳۱	۰/۰۱۴
تراکم جمعیت	میزان دسترسی	۰/۱۱۶	۰/۰۳۰
تراکم مسکونی	میزان دسترسی	۰/۱۵۲	۰/۰۰۴
تراکم ساختمانی	میزان دسترسی	۰/۱۶۵	۰/۰۰۲
تراکم بلوک	میزان دسترسی	۰/۰۹۵	۰/۰۴۰
تراکم خیابان	میزان دسترسی	۰/۰۸۴	۰/۰۵۰
تراکم تقاطع	میزان دسترسی	۰/۱۰۹	۰/۰۴۱
اختلاط کاربری	میزان دسترسی	۰/۰۲۳	۰/۰۴۰

منبع: یافته‌های پژوهش



شکل ۱۲. همبستگی میان شاخص‌های فرم و دسترسی



شکل ۱۳. همبستگی میان شاخص‌های فرم و دسترسی

۴- بحث و نتیجه‌گیری

هدف اصلی این پژوهش تحلیل فضایی رابطه میان شاخص‌های فرم شهری و سطح دسترسی در محله‌های کلان‌شهر تهران بوده است. در راستای این هدف، ابتدا فرم شهری با استفاده از شاخص‌های کلیدی، شامل تراکم، اتصال و اختلاط کاربری، در سطح محله‌ای سنجش شد و سپس میزان دسترسی هر یک از محله‌ها، با بهره‌گیری از مدل جاذبه هسن، اندازه گرفته شد. داده‌ها از منابع معتبر آماری و مکانی استخراج شد و تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای GIS و SPSS انجام شد.

نتایج ارزیابی فرم شهری حاکی از آن است که هرچه به سمت مرکز شهر تهران نزدیک می‌شویم، شاخص‌های فرم شهری به‌سوی پایداری بیشتر گرایش می‌یابد. این در حالی است که محله‌های حاشیه‌ای، به‌ویژه در نواحی غربی تهران (مانند مناطق ۲۱ و ۲۲)، اغلب با الگوهای ساختاری ناپایدار مواجه‌اند. به نظر می‌رسد توسعه‌های شهری در این نواحی معمولاً در دهه‌های اخیر و با انگیزه‌های اقتصادی و بدون پیروی از اصول توسعه پایدار انجام شده است.

در زمینه سنجش دسترسی، یافته‌ها نشان داد که محله‌های واقع در نواحی مرکزی و شمالی شهر تهران، مانند بهارستان، فردوسی، دروازه شمیران، خواجه نصیر،

ونک و کاووسییه، بیشترین میزان دسترسی را دارند. نکته شایان توجه آن است که برخی از این محله‌ها با وجود بهره‌مندی از دسترسی بالا، در ارزیابی فرم شهری، در وضعیت نسبتاً ناپایدار قرار گرفته‌اند؛ برای نمونه، محله‌های بازار و پامنار و ایرانشهر. این یافته نشان می‌دهد که تمرکز فعالیت‌ها و شبکه حمل‌ونقل، در هسته مرکزی شهر، به افزایش دسترسی منجر شده است؛ حتی در شرایطی که پایداری فرم شهری در وضعیت مطلوبی قرار ندارد.

از مهم‌ترین دلایل دسترسی بالای این محله‌ها، می‌توان به تراکم بالای جمعیت، فراوانی تقاطع‌ها، و توسعه شبکه معابر اشاره کرد. همچنین تمرکز فعالیت‌های اقتصادی و اداری و خدماتی، در این نواحی، سبب افزایش تعاملات و جذب جمعیت از سایر مناطق شهری شده است که خود این وضعیت به افزایش دسترسی فضایی کمک می‌کند.

براساس تحلیل آماری، بین شاخص‌های فرم شهری و دسترسی نیز رابطه‌ای مثبت و معنادار، اما با شدت نسبتاً پایین، وجود داشت. از میان شاخص‌های مورد بررسی، فقط شاخص تراکم ساختمانی دارای همبستگی معنادارتر و قوی‌تری (ضریب همبستگی ۰/۱۶۵) با

دسترسی بود؛ درحالی‌که سایر شاخص‌ها، همچون اتصال و اختلاط کاربری، ارتباط ضعیف‌تری با دسترسی داشتند. این مسئله بیانگر آن است که فرم شهری به‌تنهایی تعیین‌کننده اصلی دسترسی نیست و متغیرهای دیگری، مانند شبکه حمل‌ونقل، موقعیت جغرافیایی و تمرکز فعالیت‌های شهری، نیز نقش درخور توجهی در این زمینه ایفا می‌کنند.

یافته‌های این پژوهش با برخی مطالعات پیشین هم‌خوانی دارد. به‌طور ویژه، نتایج با مطالعات سرور و همکاران (۲۰۲۰) و نیک‌پور و همکاران (۲۰۱۷) که تأکید داشتند بافت مرکزی تهران دارای فرم نسبتاً پایداری است، هماهنگی دارد. بااین‌حال نتایج این پژوهش با یافته‌های میتروپولوس و همکاران (۲۰۲۳) که معتقد بود مرکز تهران دارای فرم ناپایدار است، در تضاد قرار دارد. این تفاوت را می‌توان به تفاوت رویکردها در سنجش دسترسی نسبت داد؛ بدین‌صورت که پژوهش حاضر از منظر تعاملی و جاذبه مکانی به دسترسی نگریسته و مطالعه میتروپولوس (۲۰۲۳) بر دسترسی افراد پیاده و توان‌یاب تمرکز داشته است.

۵- پیشنهادهایی در زمینه برنامه‌ریزی شهری

با توجه به نتایج این پژوهش که گویای وجود شکاف‌های فضایی در فرم شهری و سطح دسترسی میان محله‌های گوناگون شهر تهران است، مجموعه‌ای از پیشنهادها کاربردی برای سیاست‌گذاران، مدیران شهری و برنامه‌ریزان مطرح می‌شود:

الف) بازنگری در سیاست‌های توسعه حاشیه‌ای شهر: در طرح‌های توسعه‌ای آینده، لازم است به اصول طراحی شهری پایدار در مناطق حاشیه‌ای تهران، به‌ویژه در غرب شهر، توجه شود. طراحی محله‌های جدید باید با تمرکز بر افزایش تراکم بهینه، ارتقای اتصال معابر و ترویج اختلاط کاربری‌ها انجام شود تا از بروز فرم‌های ناپایدار جلوگیری شود؛

ب) افزایش دسترسی از طریق تقویت شبکه حمل‌ونقل عمومی: مناطقی با فرم نسبتاً پایدار، اما دسترسی اندک، نیازمند بهبود در زیرساخت‌های حمل‌ونقل عمومی‌اند. توسعه خطوط اتوبوس‌های تندرو (BRT)، مترو و مسیرهای دوچرخه‌سواری در این محله‌ها می‌تواند نقش مؤثری در ارتقای سطح دسترسی ایفا کند؛

ج) تقویت مراکز محله‌ای در مناطق کم‌برخوردار: ایجاد مراکز محله‌ای متنوع (تجاری، خدماتی، فرهنگی و تفریحی) در مناطقی با فرم ناپایدار می‌تواند سبب افزایش تعاملات محلی، کاهش وابستگی به مرکز شهر و بهبود نسبی دسترسی شود؛

د) استفاده از داده‌های مکانی در تصمیم‌گیری‌ها: پیشنهاد می‌شود مدیران شهری از مدل‌های مکانی و تحلیل‌های GIS برای شناسایی نواحی دارای ضعف در فرم و دسترسی بهره‌برند و برنامه‌ریزی‌های مبتنی بر داده را جایگزین تصمیم‌گیری‌های صرفاً اداری و غیرتحلیلی کنند؛

ه) بازآفرینی شهری در بافت‌های ناپایدار مرکزی: با توجه به دسترسی بالای برخی محله‌های مرکزی و درعین‌حال وضعیت ناپایدار آنها در فرم شهری، باید برنامه‌هایی برای بازآفرینی، نوسازی و ارتقای کیفیت محیط کالبدی این محله‌ها در دستور کار قرار بگیرد؛

و) ایجاد تعادل میان تراکم و کیفیت زندگی: تراکم بالا، اگرچه ممکن است به افزایش دسترسی منجر شود، در صورت نبود مدیریت صحیح می‌تواند به کاهش کیفیت زندگی بینجامد. ازاین‌رو باید میان افزایش تراکم، بهبود خدمات و حفظ کیفیت محیطی، تعادل برقرار شود.

درنهایت، تحقق عدالت فضایی در کلان‌شهر تهران مستلزم نگرش یکپارچه به فرم شهری و دسترسی، با رویکردی داده‌محور و مشارکتی است. تلفیق این دو مؤلفه می‌تواند به ارتقای تاب‌آوری شهری و بهبود کارایی نظام سکونت در مقیاس محله‌ای کمک کند.

۶- منابع

- Abdollahi, A.A. & Ghasemi, M., 2018, **Evaluation Proceeds Model Middling Kriging in Distribution Spatial Land Use City (Case Study: City Kerman)**, jgs., 18(50), PP. 235-252, <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.22287736.1397.18.50.12.7>
- Banai, R. & Antipova, A., 2016, **Retail- Center Viability and Urban Form: International Review of Retail**, Distribution and Consumer Research, 26(5), PP. 521-540.
- Bardhan, R., Kurisu, K. & Hanaki, K., 2015, **Does Compact Urban Forms Relate to Good Quality of Life in High Density Cities of India? Case of Kolkata**, Cities, 48, PP. 55-65, <https://doi.org/10.1080/09593969.2016.1202855>.
- Bibri, S.E., 2013, **ICT for Sustainable Urban Development in the European Information Society: A Discursive Investigation of Energy Efficiency Technology**, Master Thesis, School of Culture and Society, Malmö University.
- Bok, J. & Kwon, Y., 2016, **Comparable Measures of Accessibility to Public Transport Using the General Transit Feed Specification**, Sustainability, 8(3), P. 224, <https://doi.org/10.3390/su8030224>.
- Cervero, R., Sarmiento, O.L., Jacoby, E., Gomez, L.F. & Neiman, A., 2009, **Influences of Built Environments on Walking and Cycling: Lessons from Bogotá**, International Journal of Sustainable Transportation, 3(4), PP. 203-226, <https://doi.org/10.1080/15568310802178314>.
- Chen, W., Wu, A.N. & Biljecki, F., 2021, **Classification of Urban Morphology with Deep Learning: Application on Urban Vitality**, Computers, Environment and Urban Systems, 90, P. 101706.
- Ermagun, A., 2021, **Transit Access and Urban Space-Time Structure of American Cities**, Journal of Transport Geography, 93, P. 103066.
- Ghadami, M., Bahrami, Y. & Deylam Salehi, M., 2017, **The Effect of Urban Physical Form on Citizen's Travel Mode (Case study: Sari city)**, Journal of Physical Development Planning, 2(2), PP. 45-56.
- He, Q., He, W., Song, Y., Wu, J., Yin, Ch. & Mou, Y., 2018, **The Impact of Urban Growth Patterns on Urban Vitality in Newly Built-Up Areas Based on an Association Rules Analysis Using Geographical 'Big Data'**, Land Use Policy, 78, PP. 726-738, <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.07.020>.
- Hofstad, H., 2012, **Compact City Development: High Ideals and Emerging Practices**, European Journal of Spatial Development, 10(5), PP. 1-23, <https://doi.org/10.5281/zenodo.5139751>.
- Habib, F. & Khastoo, M., 2014, **An Analytical Approach to the Impact of Urban Physical Aspects on Culture and Behavior**, Architecture and Urban Development, 4(1), PP. 17-24.
- Joss, S., 2010, **Eco-Cities: A Global Survey 2009**, WIT Transactions on Ecology and the Environment, 129(1), PP. 239-250.
- Lan, F., Gong, X., Da, H. & Wen, H., 2020, **How Do Population Inflow and Social Infrastructure Affect Urban Vitality? Evidence from 35 Large-and Medium-Sized Cities in China**, Cities, 100, P. 102454, <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.102454>.
- Lee, C., 2020, **Impacts of Two-Scale Urban form and Their Combined Effects on Commute Modes in US Metropolitan Areas**, Journal of Transport Geography, 88, P. 102821, <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102821>.
- Levinson, D.M. & King, D.A., 2019, **A Political Economy of Access: Infrastructure, Networks, Cities, and Institutions**, Network Design Lab.
- Li, S.M. & Liu, Y., 2017, **Land Use, Mobility and Accessibility in Dualistic Urban China: A Case Study of Guangzhou**, Cities, 71, PP. 59-69, <https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.07.011>.
- Liu, D. & Shi, Y., 2022, **The Influence Mechanism of Urban Spatial Structure on Urban Vitality Based on Geographic Big Data: A Case Study in Downtown Shanghai**, Buildings, 12(5), P. 569, <https://doi.org/10.3390/buildings1205056>.
- Lotfi, S., Nikpour, A. & Suleimani, M., 2019, **Investigating the Impact of City Form on Energy Consumption in Residential Sector (A Case Study: City of Hamedan)**, Sustainable City, 2(1), PP. 109-122, <https://doi.org/10.22034/jsc.2019.92853>.
- Mitropoulos, L., Karolemeas, C., Tsigdinos, S., Vassi, A. & Bakogiannis, E., 2023, **A Composite Index for Assessing Accessibility in Urban Areas: A Case Study in Central Athens, Greece**, Journal of Transport Geography, 108, P. 103566, <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2023.103566>.

- Natekal, A., 2023, Sustainable Urban Form and the Creative Class: Insights from Southern California, *Journal of Planning Education and Research*, 44(4), <https://doi.org/10.1177/0739456X231160426>.
- Nikpour, A., Lotfi, S. & Rezazadeh, M., 2017, **Analysis of the Relationship between Urban Form and Access Indicator (Case Study: Babolsar City)**, *Spatial Planning*, 7(3), PP. 85-106, <https://doi.org/10.22108/sppl.2017.105094.1091>.
- Nikpour, A., Mohammadyari, B. & Soleymani, M., 2022, **Spatial Modeling of Factors Affecting Building Density: A Case Study of Hamedan City**, *Spatial Planning*, 12(2), PP. 27-46, <https://doi.org/10.22108/sppl.2022.127142.1559>.
- Pishgar, E. & Mohammadi, A., 2020, **An Analysis of Changes in Housing Indicators in the Metropolis of Tehran during the Period 2009-2019**, *Urban Economics and Planning*, 1(2), PP. 106-118, <https://doi.org/10.22034/UE.2020.09.02.05>.
- Rahnama, M.R. & Aghajani, H., 2013, **Accessibility Analysis in Mashhad Metropolitan**, *Journal of Geography and Regional Development*, 11(1), <https://doi.org/10.22067/geography.v11i20.30705>.
- Rapoport, E. & Vernay, A.L., 2011, **Defining the Eco-City: A Discursive Approach, Paper Presented at the Management and Innovation for a Sustainable Built Environment Conference**, International Eco-Cities Initiative, Amsterdam, The Netherlands, PP. 1-15.
- Rastegar, H., 2017, **A Comparative Study of the Influence of Urban Form on Urban Travel Behavior and Fuel Consumption of Vehicles**, *Haft Hesar J. Environ. Stud.*, 5(19), PP. 19-30, <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.23225602.1396.5.19.4.4>.
- Sarvar, H., Pahlavan, M., Mobaraki, O. & Kirizadeh, M., 2020, **Spatial Analysis of the Relationship between Urban Form and the Studied Access Index: Maragheh City**, *Geography and Development*, 18(60), PP. 157-180, <http://dx.doi.org/10.22111/GDIJ.2020.5654>.
- Shahabian, P., Taban Tarashkar, S. & Tavasoli, M., 2019, **Analyzing the Relationship between Social and Economic Factors of Floor Area Ratio in Takhti Neighborhood, Zone 12 of Tehran Using GWR**, *Armanshahr Architecture & Urban Development*, 11(25), PP. 329-342.
- Shakarami, K., Rahnama, M. & Shokouhi, M.A., 2021, **Analysis of the Spatial Development of Karaj Urban Form with Futures Studies Approach**, *Spatial Planning*, 11(4), PP. 129-150, <https://doi.org/10.22108/sppl.2022.130439.1611>.
- Shojaeian, A., Nikpour, A., Aligholizadeh Firouzjaei, N. & Soleymani, M., 2023, **Identifying Potential Areas for Infill Development Using Remote Sensing: Ahvaz Metropolis**, *Motaleate Shahri*, 12(45), PP. 83-96, <https://doi.org/10.34785/J011.2023.009>.
- Statistical Center of Iran, **General Population and Housing Census**, 2016.
- Stevenson, M., Thompson, J., de Sá, T.H., Ewing, R., Mohan, D., McClure, R. & Woodcock, J., 2016, **Land Use, Transport, and Population Health: Estimating the Health Benefits of Compact Cities**, *The Lancet*, 388(10062), PP. 2925-2935.
- Tsou, K.W., Hung, Y.T. & Chang, Y.L., 2005, **An Accessibility-Based Integrated Measure of Relative Spatial Equity in Urban Public Facilities**, *Cities*, 22(6), PP. 424-435, <https://doi.org/10.1016/j.cities.2005.07.004>.
- Wei, Y.D. & Ewing, R., 2018, **Urban Expansion, Sprawl and Inequality**, *Landscape and Urban Planning*, 177, PP. 259-265, <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.05.021>.

This Page is Intentionally Left Blank