Shahid Bahonar University of Kerman

Urban Social Geography

Online ISSN: 2645-7784

Homepage: https://jusg.uk.ac.ir

Evaluation of the Physical-Functional Aspect of City Form Based on Compact City Approach in 22 Districts of Tehran

Somayeh Fathi, Homayoon Nooraie[1]✉

[1]. Master's Degree in Urban Planning, Faculty of Architecture and Urban Planning, Art University Isfahan, Isfahan, Iran.

[2]. Associate Professor of Urban and Regional Planning, Faculty of Architecture and Urban Planning, Art University of Isfahan, Isfahan, Iran. **E-mail:** H.nooraie@aui.ac.ir

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received: *19 October 2023*

Revised: *25 November 2023*

Accepted: *04 February 2024*

Published online: *20 March 2024*

Keywords:

Assessment,

City form,

Compact city,

Tehran city.

ABSTRACT

Introduction: A compact city is a sustainable urban form. The main goal of this idea is to create cities with high density but far from the problems in the modernist city. This research aims to evaluate the physical-functional aspect of city form based on the compact city approach in 22 districts of Tehran.

Data and Method: Eight indicators of mix and variety of uses, density of residential buildings, percentage of rehabilitation and renovation of urban decay, population density, street density, subway coverage, bus coverage, and bicycle paths have been used. The research method is applied research and the findings obtained from the network analysis in ArcGis and Shannon entropy were obtained and then Merec method was used for weighting the parameters and Cocoso method was used for ranking the options which were the same areas of Tehran.

Results: In order to rank the regions of Tehran in terms of a physical-functional aspect of compact urban form, at first, data related to each measure was collected for 22 regions and then the score of each measure was converted into a standard score. Finally, the areas of Tehran city were divided into five groups according to the level of physical-functional aspect of compact urban form parameters.

Conclusion: The results show that each of the regions has different criteria of 8 parameters of the physical-functional aspect of compact urban form, that region 6 with k=2.154 has the highest priority and region 19 with k=1.333 has the lowest priority and potential for compact urban form. In addition, other regions are also ranked according to the final score.

Cite this article: Fathi, Somayeh., Nooraie, Homayoon. (2024). Evaluation of the Physical-Functional Aspect of City Form Based on Compact City Approach in 22 Districts of Tehran. *Urban Social Geography*, 11 (1), 169-184. http//doi.org/10.22103/JUSG.2024.2123

© The Author(s).

Publisher: *Shahid Bahonar University of Kerman*.

DOI: http//doi.org/10.22103/JUSG.2024.2123

[1] **Corresponding Author: Nooraie, H.,** Faculty of Architecture and Urban Planning, Art University Isfahan, Isfahan, Iran.

✉ H.nooraie@aui.ac.ir ☎ (+98) 9133125938

English Extended Abstract

Introduction

Population growth and urbanization in recent decades have led to increased population density and the spatial expansion of cities both horizontally and vertically. To manage this situation, leveling districts with an approach based on "physical and functional form according to the compact city model" is appropriate. This helps in determining the indicators of compactness and the necessary infrastructure while mitigating inequalities. A compact city, as a sustainable form, consists of dense, rowed buildings that integrate urban space with various functions and rely heavily on pedestrian systems and public transportation.

Tehran, a city divided into 22 districts with a population of around 9.5 million, faces numerous challenges similar to those encountered by large metropolitan areas worldwide. It also has significant issues related to the lack of control in physical development. Therefore, achieving a reasonable population density and balanced building density in proportion to other urban amenities and mixed land uses, supported by an efficient transportation system, will result in desirable urban compactness in Tehran's districts, fulfilling sustainability objectives. The present study aims to evaluate the physical and functional form of the city based on the compact city approach across the 22 districts of Tehran.

Data and Method

This research is descriptive-analytical based on the results obtained. In terms of its outcomes, it is an applied study, and from the perspective of variables, it involves quantitative variables. The analysis of the indicator was conducted using network analysis in ArcGIS and Shannon entropy along with the relevant formulas. After describing and analyzing each Indicator, the Merec method was used for weighting the Indicator, and the Cocoso method was applied to rank the districts of Tehran. Finally, the weights of these districts were normalized using a formula, and based on a five-point Likert scale, the districts were categorized into five groups in terms of the status of compact urban form Indicator. This categorization was then presented as a unified map using Geographic Information Systems (GIS).

Results

To rank the districts of Tehran in terms of the physical and functional form of a compact city, data related to each indicator were first collected for the 22 districts. Then, the score for each indicator was converted into a standardized score. Ultimately, the districts of Tehran were categorized into five groups based on their level of adherence to the physical and functional index of a compact city: Completely Dispersed Urban Form, including districts 4, 9, 19, 21, Dispersed Urban Form, including districts 1, 18, Semi-Compact Urban Form, including districts 3, 12, 13, 15, 16, 22, Compact Urban Form, including districts 2, 7, 10, 14, 17, 20, Completely Compact Urban Form, including districts 5, 6, 8, 11.

Conclusion

The results indicate that the level of compliance with the eight Indicators of the physical and functional form of a compact city varied across the districts. District 6 had the highest priority with a score of k=2.154, while District 19 had the lowest priority and potential for developing a compact urban form, with a score of k=1.333. The other districts were also ranked according to their final scores. Therefore, to address the existing weaknesses in these districts, improve them, and achieve a compact urban form in Tehran, it is essential to thoroughly understand, examine, analyze, and plan for increasing diversity and mixed land use, building and population density, the percentage of renewal and revitalization of deteriorated areas, optimal street density, high accessibility to public transportation, increasing the number of bus and metro stations, reducing walking distance to public transit stations, and expanding bicycle routes, which is a promising solution for making urban transportation systems more sustainable.

جغرافیای اجتماعی شهری
شاپا الکترونیکی: ۲۶۴۵-۷۷۸۴
Homepage: https://jusg.uk.ac.ir

ارزیابی فرم کالبدی و عملکردی شهر بر مبنای رویکرد شهر فشرده در مناطق ۲۲ گانه شهر تهران

سمیه فتحی، همایون نورایی[۱]✉

۱. کارشناس ارشد رشته برنامه‌ریزی شهری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران.
۲. دانشیار گروه شهرسازی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران. **رایانامه:** H.nooraie@aui.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: *مقالهٔ پژوهشی*

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۲۷
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۹/۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۵
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۱/۰۱

کلیدواژه‌ها:
ارزیابی،
فرم شهر،
شهر فشرده،
شهر تهران.

چکیده

مقدمه: شهر فشرده یک فرم شهری پایدار است. هدف اصلی این ایده خلق شهرهایی با فشردگی و تراکم بالا اما به‌دور از مشکلات موجود در شهر مدرنیستی است. هدف از پژوهش حاضر، ارزیابی فرم کالبدی و عملکردی شهر بر مبنای رویکرد شهر فشرده در مناطق ۲۲ گانه شهر تهران می‌باشد.

داده و روش: از هشت شاخص اختلاط و تنوع کاربری‌ها، تراکم ساختمانی مسکونی، درصد احیا و نوسازی بافت فرسوده، تراکم جمعیتی، تراکم خیابان، پوشش‌دهی مترو، پوشش‌دهی اتوبوس، مسیرهای دوچرخه استفاده شده است. روش پژوهش از نظر هدف، کاربردی بوده و یافته‌های به‌دست‌آمده از تحلیل شبکه در ArcGis و آنتروپی شانون به‌دست‌آمده و سپس از طریق روش Merec برای وزن‌دهی سنجه‌ها و از روش Cocoso برای رتبه‌بندی گزینه‌ها که همان مناطق شهر تهران بود استفاده شده است.

یافته‌ها: به‌منظور رتبه‌بندی مناطق شهر تهران از نظر فرم کالبدی و عملکردی شهر فشرده، در ابتدا داده‌های مرتبط با هر سنجه برای مناطق ۲۲ گانه جمع‌آوری گردید و سپس امتیاز مربوط به هر سنجه به نمره استاندارد تبدیل شد. در نهایت مناطق شهر تهران به لحاظ سطح برخورداری از سنجه‌های فرم کالبدی و عملکردی شهر فشرده، به پنج گروه تقسیم گردید.

نتیجه‌گیری: نتایج بیانگر آن است که میزان برخورداری هر کدام از مناطق از سنجه‌های ۸ گانه فرم کالبدی و عملکردی شهر فشرده متفاوت بود که منطقه ۶ با k=2.154 بالاترین اولویت و منطقه ۱۹ با k=1.333 کم ترین اولویت و پتانسیل جهت فرم فشرده شهری را دارد. همچنین مناطق دیگر نیز با توجه به امتیاز نهایی رتبه بندی شدند.

استناد: فتحی، سمیه؛ نورایی، همایون. (۱۴۰۳). ارزیابی فرم کالبدی و عملکردی شهر بر مبنای رویکرد شهر فشرده در مناطق ۲۲ گانه شهر تهران. *جغرافیای اجتماعی شهری*، ۱۱ (۱)، ۱۸۴-۱۶۹. DOI: http//doi.org/10.22103/JUSG.2024.2123

ناشر: *دانشگاه شهید باهنر کرمان.*

© نویسندگان.

DOI: http//doi.org/10.22103/JUSG.2024.2123

[۱] **نویسنده مسئول:** همایون نورایی، دانشیار گروه شهرسازی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران. رایانامه: H.nooraie@aui.ac.ir تلفن: ۰۹۱۳۳۱۲۵۹۳۸

مقدمه

تلاش برای دستیابی به ساختار و شکل شهری پایدار پس از نیمه دوم قرن بیستم و راهکارهایی مانند رشد هوشمند، تشدید شد. شهر فشرده یک فرم شهری پایدار و فشرده است که در آن ساختمان‌ها به‌صورت ردیفی و فشرده در کنار هم قرار گرفته‌اند. در این الگو، تراکم شکلی معقول و منطقی دارد، فضای شهری از عملکردهای مختلفی تلفیق یافته و زندگی شهری بیش از آنکه بر استفاده مفرط از اتومبیل استوار باشد، مبتنی بر سیستم‌های پیاده و حمل‌ونقل عمومی است (آروین و پوراحمد، ۱۴۰۰، ۲۶۲).

خاستگاه تفکر شهری فشرده را می‌توان در اصلاح‌طلبان برنامه‌ریزی قرن بیستم مانند لوکوربوزیه و جین جیکوبز جستجو کرد که مدل‌های مختلفی برای شهر متراکم ارائه کردند. نظریه‌پردازی و مطالعات اولیه شهر فشرده و پراکندگی باهدف شناسایی میزان پایداری فرم فشرده شهری مشترک است. تمرکز پایداری، داده‌های تجربی روش‌شناسی و در نتیجه دانش تولید شده توسط این کار را مشخص کرد که در ماهیت مقایسه‌ای بسیاری از تحلیل‌ها مشهود است. ابعاد محیطی، اجتماعی و اقتصادی اشکال مختلف شهری (تراکم در مقابل پراکندگی) معمولاً با مقایسه موردی یا مدل‌های آماری همبستگی و چندمتغیره اندازه‌گیری می‌شوند (Haarstad et al, 2023: 3).

مؤلفه‌های مختلف با پتانسیل تأثیرگذاری بر پایداری فرم شهری، شامل: اندازه، شکل، تراکم و فشردگی شهرها، فرایندهای تشدید و تمرکززدایی؛ کاربری زمین، کاربری‌های مختلط، طرح و نوع ساختمان (به‌ویژه مسکن) و فضاهای سبز و باز می‌باشد. این مؤلفه‌ها و تحقیقات ارائه شده در دستیابی به شکل و فرم پایدار شهری، نقطه شروع مفیدی است که از آنجا می‌توان تجربیات کشورهای درحال‌توسعه را با هم مقایسه کرد. کاهش وابستگی خودرو؛ محدودکردن مصرف مصالح ساختمانی و زیرساختی؛ کاهش آلودگی؛ حفظ تنوع برای انتخاب در میان محل‌های کار، امکانات خدماتی و تماس‌های اجتماعی؛ و محدودکردن ازدست‌دادن مناطق سبز و طبیعی. این امر با این واقعیت توجیه می‌شود که شهر فشرده بر تشدید توسعه و فعالیت‌ها تأکید می‌کند، محدودیت‌هایی برای رشد شهری ایجاد می‌کند، استفاده از زمین را تشویق می‌کند، و بر اهمیت حمل‌ونقل عمومی و کیفیت طراحی شهری تمرکز می‌کند. در مجموع، شهر فشرده از مزایای تراکم سازی و از طیف گسترده‌ای از مزایای زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی که از طریق برنامه‌ریزی و توسعه مناسب ارائه می‌کند، بهره می‌برد (Bibri & et al, 2020).

برنامه‌ریزی و توسعه شهری فشرده، در ۳۰ سال گذشته یا بیشتر، پاسخ مطلوب به چالش‌های توسعه پایدار بوده است. به دلیل پیامدهای مثبت آن از نظر کمک به اهداف اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی پایداری، به شدت توسط سیاست‌های جهانی و محلی ترویج می‌شود.

نرخ پیش‌بینی شده ۷۰ در صدی شهرنشینی تا سال ۲۰۵۰ (سازمان ملل متحد، ۲۰۱۵) نشان می‌دهد که پایداری محیط شهری یک عامل کلیدی در تاب‌آوری جهانی در برابر تغییرات آتی خواهد بود. رشد شهری مشکلات مختلفی را ایجاد می‌کند که پایداری شهرها را به خطر می‌اندازد، زیرا باعث ایجاد مشکلات بسیار زیادی می شود (Bibri et al 2020: 2). مدل شهر فشرده و ویژگی‌های آن را می‌توان راهبرد بهبود چالش‌های مربوط به توسعه در شهر دانست و پایداری را به همراه خواهد داشت و دولت‌های شهری در کشورها به دلیل مسائل ناشی از رشد شهری با چالش‌های مهمی در زمینه پایداری زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی مواجه خواهند شد و با دنبال‌کردن متغیرهای شهر فشرده که از طریق شیوه‌های برنامه‌ریزی و استراتژی‌های توسعه به‌دست‌آمده است، فرم پایدار در شهرها به‌صورت فشرده توجیه و تشریح می‌شود.

درنتیجه، با دنبال‌کردن متغیرهای شهر فشرده که از طریق شیوه‌های برنامه‌ریزی و استراتژی‌های توسعه به‌دست‌آمده است، می‌توان فرم پایدار در شهر تهران را به‌صورت فشرده توجیه و تشریح کرد. با توجه به خلاء مذکور، هدف از این مقاله ارائه چارچوبی چندبعدی برای ارزیابی فرم شهر بر مبنای رویکرد شهر فشرده در مناطق ۲۲ گانه شهر تهران و تحلیل و

سطح بندی مناطق ۲۲ گانه کلانشهر تهران برمبنای این رویکرد می باشد. چراکه کلانشهر تهران با ۲۲ منطقه و جمعیتی حدود ۹ و نیم میلیون نفر با مسائل و مشکلات بی‌شمار مرتبط با عدم و هدایت کنترل تحولات کالبدی روبرو است و در نتیجه می‌توان از طریق به کارگیری فرم شهری فشرده غلبه بر بسیاری از مشکلات بخصوص در بعد کالبدی را فراهم نمود. لذا در راستای هدف فوق، ابتدا سنجه‌های کالبدی و عملکردی فرم فشرده از طریق مراجعه به مبانی نظری استخراج گردیده است و سپس وضعیت مناطق ۲۲ گانه شهر تهران براساس این سنجه‌ها مورد سنجش و تحلیل قرار گرفته است.

پیشینهٔ نظری

تعریف و خاستگاه شهر فشرده

خاستگاه تفکر شهری فشرده را می‌توان در اصلاح‌طلبان برنامه‌ریزی قرن بیستم مانند لوکوربوزیه و جین جیکوبز جستجو کرد که مدل‌های مختلفی برای شهر متراکم ارائه کردند. نظریه‌پردازی و مطالعات اولیه شهر فشرده باهدف شناسایی میزان پایداری فرم فشرده شهری در مقایسه با پراکندگی مشترک است (Haarstad et al, 2023: 3).

شکل ۱- سیر تحول مفهوم شهر فشرده
مأخذ: (Wang, 2022, 26)

مفهوم شهر فشرده در درجه اول از طریق طراحی فضایی تحقق می‌یابد که بر شکل شهری به‌عنوان یک عامل تعیین‌کننده در شکل‌دادن به یک جامعه پایدار تأکید می‌کند و بر مرزهای رشد خاص برای مهار پراکندگی اصرار دارد. در بسیاری از شهرهای اروپایی، شکل فشرده شهر به سیاست شهری نفوذ کرده است (kain et al, 2022: 130). سازمان همکاری اقتصادی و توسعه[1] بیان کرده است که ساختار شهر فشرده شکل شهری خاصی را پیش‌فرض نمی‌گیرد و کلان‌شهرهای مختلف باید ساختارهای شهری متفاوتی را برای تشکیل یک شهر فشرده (تک مرکزی، چندمرکزی یا رویکردهای دیگر) دنبال کنند. به‌عنوان‌مثال، یک شهر فشرده تک مرکزی ممکن است در کلان‌شهرها واقع‌بینانه نباشد، زیرا ممکن است اثرات خارجی منفی قابل‌توجهی ایجاد کند (به‌عنوان‌مثال، تراکم ترافیک یا آلودگی هوا) و مزایای یک شهر فشرده را جبران کند. در عوض، یک شهر فشرده چندمرکزی ممکن است در این مورد ارجح باشد (Fan & chapman, 2022: 3 به نقل از OECD, 2012).

[1] OECD

ابعاد و شاخص‌های فرم کالبدی و عملکردی شهر فشرده

محققین ابعاد اصلی فرم شهری فشرده را ترکیب کرده‌اند. اهلفلد و پیتروستفانی [۱] ۱۸۹ مطالعه را بررسی کردند و سه دسته اصلی از ویژگی‌های شهر فشرده را یافتند که عبارت‌اند از: تراکم اقتصادی، تراکم مورفولوژیکی و کاربری مختلط. کوثرکار و همکاران[۲] شش جنبه از فرم شهری فشرده شامل تراکم، توزیع تراکم، کاربری‌های مختلط، شبکه حمل‌ونقل، دسترسی و شکل را اندازه‌گیری کرد. بیبری و همکاران[۳] چهار بعد شهر فشرده را به‌عنوان فشردگی، تراکم بالا، ترکیب کاربری زمین و حمل‌ونقل پایدار شناسایی کرد. در اکثر مطالعات ابعاد کلیدی دارای تفاوت‌های اندک و گاهی اوقات با یکدیگر همپوشانی دارند. همه این ویژگی‌ها بر جنبه‌هایی تمرکز دارند که می‌توانند پایداری شهری را بهبود بخشند. به‌عنوان‌مثال، تراکم بالای جمعیت و مسکونی باعث بهبود بهره‌وری انرژی و کاهش بیشتر مصرف انرژی سرانه می‌شود. توسعه کاربری مختلط و دسترسی بالا باعث کاهش مسافت سفر به محل کار، سرگرمی و خدمات محلی شد. این رویکرد همراه با توسعه ترانزیت محور است که اتصال حمل‌ونقل عمومی را برای کاهش استفاده از خودروهای شخصی و کاهش بیشتر آلودگی هوا و انتشار گازهای گلخانه‌ای افزایش می‌دهد (Ahlfeldt & Pietrostefani, 2017; Kotharkar et al, 2012; Bibri et al, 2020 به نقل از Fan & chapman, 2022, 4).

دستیابی به فشردگی فرم شهری در سطح جامعه، بخش مهمی از استراتژی توسعه پایدار در شهرهای با توسعه تراکم بالا می‌باشد. کاربری مختلط زمین نقش مهمی در تشویق حمل‌ونقل عمومی ایفا می‌کند؛ زیرا مسافت سفر و استفاده از خودرو را کاهش می‌دهد. روند توسعه شهری توجه زیادی را به خود جلب می‌کند، هجوم مردم و ساخت ساختمان‌های بزرگ و کاربری مختلط و توسعه فشرده زمین، بیان مهمی از شهر فشرده است. این یک مفهوم جدید مبتنی بر استفاده بهینه از منابع کاربری اراضی و توسعه شهر است (fang et al, 2023: 194).

ویژگی‌های شهر فشرده در برخی موارد به‌عنوان «سه D» که توسط سرورو و کوکلمن[۴] (۱۹۹۷) ابداع شده‌اند، تعریف شده‌اند: "density" تراکم (جمعیت و اشتغال)، "diversity" تنوع (نسبت کاربری‌های متفاوت زمین، مختلط عمودی، نزدیکی به کاربری‌های خرده‌فروشی تجاری)، و "design" طراحی (الگوهای خیابان، طراحی سایت) (Ahlfeldt and Pietrostefani, 2017: 7).

در مجموع بر مبنای مبانی نظری فوق، سنجه‌های فرم فشرده در بعد کالبدی و عملکردی در جدول ۱ ارائه گردیده است:

جدول ۱- سنجه‌های فرم شهری فشرده در بعد کالبدی و عملکردی

سنجه	منابع
تراکم خیابان	(قربانی و همکاران، ۱۳۹۹: ۱۸)، (نیک پور و همکاران، ۱۳۹۷: ۸۶)
مسیرهای دوچرخه	(آروین و پوراحمد، ۱۴۰۰: ۲۶۶)، (حسینی، ۱۳۹۶: ۹۷)، (شاهینی فر و همکاران، ۱۳۹۵: ۴۷) (Nadeem et al,2021:2) , (Lee & lim,2018: 5), (Bibri,2020:4), (Metre et al,2021: 524)
حمل‌ونقل عمومی	(آروین و پوراحمد، ۱۴۰۰: ۲۶۶)، (زیاری و همکاران، ۱۳۹۱: ۲۲۲)، (حسینی، ۱۳۹۶: ۹۷)، (شاهینی فر و همکاران، ۱۳۹۵: ۴۶)

[1] Ahlfeldt & Pietrostefani
[2] Kotharkar et al
[3] Bibri et al
[4] Cervero and Kockelman

	(Nadeem et al,2021:2), (Haarstad et al, 2023: 3), (Fahim & Miti, 2021: 1), (Bibri,2020: 43), (Metre et al,2021: 524). (Mouratidis, 2021: 2), (wang,2022: 118)
کاربری زمین ترکیبی و اختلاط کاربری	(آروین و پوراحمد، ۱۴۰۰: ۲۶۶)، (حسینی، ۱۳۹۶: ۹۸)، (زیاری و همکاران، ۱۳۹۱: ۲۲۲)، (حاتمی و کیافر، ۱۳۹۵: ۳)، (شاهینی فر و همکاران، ۱۳۹۵: ۴۴) (Nadeem et al,2021:2), (Bibri et al,2020: 1), (Fahim & Miti, 2021: 1) , (Bibri,2020: 43), (Metre et al,2021: 524) ، (wang,2022: 118), (Mohd Rani, 2015: 825)
نوسازی ساختمان‌های فرسوده	(آروین و پوراحمد، ۱۴۰۰: ۲۷۹)/ (زیاری و همکاران، ۱۳۹۱: ۲۲۲)، (حاتمی و کیافر، ۱۳۹۵: ۵) (Nadeem et al,2021:2), (Haarstad et al, 2023: 9)
تراکم ساختمانی	(شاهینی فر و همکاران، ۱۳۹۵: ۴۵) (rode, 2014), (Hassen & hofstad,2013)
تراکم جمعیتی	(نیک‌پور و همکاران، ۱۳۹۷: ۸۴)، (شاهینی فر و همکاران، ۱۳۹۵: ۴۶) (Conticelli, 2020: 6)

منبع: نگارندگان، ۱۴۰۳

پیشینهٔ عملی

سیف‌الدینی و همکاران (۱۳۹۱) پژوهشی را با عنوان "تبیین پراکنش و فشردگی فرم شهری در آمل با رویکرد فرم شهری پایدار" انجام داده‌اند. پژوهش حاضر باهدف مرور انواع فرم‌های شهری و بررسی رابطه آن‌ها با مفاهیم پایداری و همچنین بررسی ضرورت ایده شهر فشرده در گفتمان‌های توسعه شهری پایدار انجام شده است. برای سنجش فرم از روش‌ها و مدل‌های کمی و برای شناخت الگوی رشد کالبدی شهر و تهیه نقشه‌ها از روش خودهمبستگی فضایی در ArcGis استفاده شده است. نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش نشان می‌دهد که شهر آمل با این که در طول ۴۰ سال گذشته از فرم پراکنده برخوردار بوده است، اما در دهه اخیر از میزان پراکنش آن کاسته شده و روند تمرکزگرایانه‌ای را در پیش گرفته است، اما در دهه اخیر از میزان پراکنش آن کاسته شده و روند تمرکزگرایانه‌ای را در پیش گرفته است که این امر شکل‌گیری بافت‌های متراکم و فشرده‌ای را در نواحی داخلی شهر موجب شده است.

شاهینی فر و همکاران (۱۳۹۵) پژوهشی را در مورد "تحلیل ظرفیتی فرم شهر با تأکید بر الگوی شهر فشرده (مطالعه موردی: شهر گرگان)" انجام داده‌اند. پژوهش حاضر باهدف تحلیل ظرفیتی فرم شهر با تأکید بر الگوی شهر فشرده در شهر گرگان می‌باشد که روش آن ترکیبی از روش‌های تحلیلی – اکتشافی و مطالعات میدانی و پیمایشی است که ابتدا از هشت شاخص در ارتباط با الگوی شهر فشرده استفاده شده است و یافته‌های به‌دست‌آمده از تحلیل فضایی – مکانی با استفاده از نرم‌افزار GIS و روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره MADM و مدل SAR، منطقه چهار دارای بیشترین پتانسیل و منطقه یک دارای کمترین پتانسیل جهت پیاده‌سازی الگوی رشد فشرده شهری است. بررسی کالبدی فضایی شهر گرگان نشان می‌دهد که این شهر در برخی مناطق دارای پراکندگی در فرم و ساختار خود است.

نیک‌پور و همکاران (۱۳۹۷) پژوهشی را در مورد "ظرفیت‌سنجی فرم محلات بر اساس الگوی شهر فشرده مطالعه موردی: شهر بابلسر" انجام داده‌اند. پژوهش حاضر با هدف مطالعه سنجش ظرفیت فرم محلات بر مبنای الگوی فشرده است. برای استخراج و طبقه‌بندی اطلاعات این پژوهش از نرم‌افزار (GIS) بهره گرفته شده است. از روش آنتروپی برای تعیین میزان اختلاط محله‌های ۲۲ گانه شهر استفاده‌شده است، و به‌منظور رتبه‌بندی فرم محلات از روش کوپراس (COPRAS) استفاده شد. و نتایج نشان می‌دهد که الگوی رشد در اکثر محلات، فرم پراکنده ای را نشان می‌دهد که در

صورت توجه به مزایای فرم فشرده و در سایه برنامه‌ریزی صحیح و مدیریت کارآمد، می‌تواند پایداری بیشتری را برای محلات ایجاد نماید.

قربانی و همکاران (۱۳۹۹) پژوهشی را در مورد " تحلیل الگوی پراکنش و فشردگی فرم شهری با رویکرد فرم شهری پایدار در کلان‌شهرها (مطالعه موردی: کلانشهر تبریز" انجام داده‌اند. پژوهش حاضر باهدف بررسی انواع فرم‌های شهری و رابطه آن با مفاهیم پایداری و ساماندهی الگوی توسعه، فرم شهری تبریز است. از روش اسنادی برای جمع‌آوری داده‌ها و از مدل‌های آنتروپی شانون، هلدرن و ضریب جینی مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که باتوجه‌به نزدیک بودن مقدار آنتروپی به مقدار حداکثر، رشد شهر پراکنده هست و در بررسی بی‌قوارگی شهر با استفاده از مدل هلدرن ۶۹ درصد از رشد فیزیکی شهر مربوط به رشد جمعیت و ۳۱ درصد رشد شهر مربوط به رشد افقی و اسپرال شهر بوده است و باتوجه‌به مقدار ضریب جینی که برابر با ۰,۰۰۵ می‌باشد، رشد فیزیکی شهر به حالت پراکنده و دارای الگویی غیرمتراکم است.

آروین و پوراحمد (۱۴۰۰) پژوهشی را در مورد " تبیین نظری ساختار شهرفشرده چندهسته‌ای به‌منظور ایجاد فرم شهری پایدار" انجام داده‌اند. پژوهش حاضر باهدف تبیین نظری رویکرد ساختار فشرده چندهسته‌ای در چارچوب نظریه‌های برنامه‌ریزی شهری انجام شده است و روش این پژوهش، کیفی و مبتنی بر بررسی متون نظری مطرح در حوزه‌های پراکنده‌رویی شهری، شهر فشرده و ساختار چندهسته‌ای است. در راستای هدف تبیینی مقاله، از روش اسنادی و کتابخانه‌ای با مرور مقالات استفاده شده است. نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق نشان دادند که شهر فشرده چندهسته‌ای با شاخص‌هایی مانند افزایش تراکم، تقویت حمل‌ونقل عمومی، افزایش کاربری ترکیبی، تسهیل خدمات‌رسانی، کاهش فاصله بین محل سکونت و محل کار، تشدیدسازی و میان افزایی به‌عنوان آخرین ساختار برای تحقق توسعه پایدار شهری پیشنهاد می‌شود.

رودولف و همکاران[1] (۲۰۱۸) پژوهشی را در مورد "برنامه‌ریزی برای اشکال شهری فشرده: رویکردهای مدیریت رشد محلی و تکامل آنها در طول زمان" انجام داده‌اند. رشد شهری یک موضوع کلیدی برای برنامه‌ریزی فضایی است؛ زیرا بر الگوهای شهری تأثیر می‌گذارد و مناظر باز را مختل می‌کند. برای هدایت مؤثر رشد شهری به سمت اشکال شهری فشرده، بسیاری از سیاست‌های مدیریت رشد در دهه‌های اخیر توسعه یافته‌اند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که شهرداری‌های بزرگ از طیف وسیعی از سیاست‌های تقویت‌کننده در طول دهه‌ها استفاده می‌کنند. در مقابل، شهرداری‌های کوچک عمدتاً به مقررات مرسوم استفاده از زمین متکی هستند. فقدان سیاست‌های مبتکرانه، توانایی شهرداری‌های کوچک را برای مدیریت مؤثر رشد شهری مورد تردید قرار می‌دهد.

گانگ و همکاران[2] (۲۰۲۰) پژوهشی را در مورد "فرم فشرده شهری و الگوی گسترش، تراکم شهری را کاهش می‌دهد: یک‌چشم انداز جهانی" انجام داده‌اند. در این تحقیق تأثیرات شکل شهری و الگوی گسترش را بر کاهش تراکم در ۲۰۰ شهر جهانی تعیین کرده‌اند. از باز بودن و مجاورت برای نشان‌دادن پراکندگی و فشردگی مناطق ساخته شده استفاده شده و نسبت‌های گسترش در سه الگو جمع‌آوری شده است. از تحلیل همبستگی برای شناسایی متغیرهای توضیحی و مدل‌های رگرسیونی استفاده شده است. نتیجه تحقیق این است که فرم شهری فشرده و الگوی گسترش می‌تواند کاهش تراکم را کاهش دهد. سیاست‌های کاربری زمین که از رشد فشرده حمایت می‌کنند، تشویق می‌شوند تا کاهش تراکم شهری را کاهش دهند، به‌ویژه در مناطق پرجمعیت سریع شهری.

فهیم و میتی[3] (۲۰۲۱) پژوهشی را در مورد "اندازه‌گیری فرم فشرده شهری پایدار: مطالعه موردی در مورد دانموندی و اوتارا" انجام داده‌اند. هدف این مطالعه بررسی ابعاد مختلف و شاخص‌های مرتبط برای درک و اندازه‌گیری فشردگی در

---

1 Rudolf et al

2 Gang et al

3 Fahim & miti

زمینه داکا است و دانموندی و اوتارا به‌عنوان نمونه مطالعاتی انتخاب شده است. این پژوهش با استفاده از دو رویکرد کیفی و کمی انجام شده است. اطلاعات مربوط به سنجش تراکم از طریق پرسش‌نامه و پیمایش مشاهده میدانی جمع‌آوری شد و ۲۰۰ نفر نمونه انتخاب شدند. متخصصان برای مصاحبه انتخاب شدند تا استاندارد اندازه‌گیری تراکم را برای شهر داکا به دست آورند. داکا تا حدودی فشرده است، اما به دلیل رشد بی‌رویه و کنترل نشده، عدم برنامه‌ریزی و غیره، پایداری وجود ندارد. برای دستیابی به پایداری شهری نیازمند تجمیع سیاست‌ها، برنامه‌های مناسب است.

متر و همکاران[1] (۲۰۲۱) پژوهشی را در مورد " شهر فشرده و تأثیرات مرتبط با آن بر توسعه پایدار در مناطق شهری" انجام داده‌اند. هدف این مطالعه برر سی شهر ناگپور در هند در بافت شهری ف شرده می‌با شد. سعی در تجزیه و تحلیل جنبه‌های فیزیولوژیکی دارد و مفهوم شهر ف شرده را برر سی می‌کند و تلاش می‌کند تاثیر آن را بر تو سعه پایدار در زمینه هند برر سی کند. این مطالعه مقای سه موفقی را بین تو سعه پراکنده و تو سعه ف شرده ن شان می دهد که کارایی ا ستفاده از زمین و منابع را افزایش می دهد. کاهش زمان سفر باعث تشویق زمان اجتماعی بهتر و جوامع پایدار می شود و همچنین شامل کاهش مسافت و مصرف سوخت می شود. نتیجه تحقیق این است که توسعه فشرده می تواند در مناطق شهری و همچنین در مناطق روستایی اجرا شود و به حفظ تعادل محیطی کمک می کند و اجرای مفهوم شهر فشرده، ارتقا کیفیت زندگی و پایداری را به دنبال دارد.

داده‌ها و روش‌شناسی

این تحقیق از باب نتایج، کاربردی بوده و از منظر متغیر، شامل متغیرهای کمی است و در دسته تحقیقات توصیفی قرار می‌گیرد و به‌صورت اسنادی – کتابخانه‌ای انجام می‌شود. به منظور گردآوری اطلاعات از شیپ فایل شهر تهران مربوط به سال ۱۳۹۵ و۱۴۰۰، از سالنامه آماری شهر تهران مربوط به سال ۱۴۰۰ استفاده شده است. داده‌ها و اطلاعات لازم از مرکز آمار و نقشه‌های کاربری اراضی و شبکه ارتباطی و حمل و نقل عمومی شهر تهران استخراج شده است.

گام اول: از شاخص آنتروپی شانون برای اندازه‌گیری اختلاط و تنوع کاربری استفاده شده است.

$$H=- \sum_{i=1}^{n} P_i \times \ln(P_i) \quad , \quad G=\frac{H}{\ln n}$$

دراین‌رابطه؛ H: مقدار آنتروپی شانون، P_i: نسبت مساحت هر کاربری از مساحت کل کاربری‌های منطقه، n: مجموع مناطق می‌باشد. با توجه به اینکه شاخص آنتروپی شانون، نشان دهنده مقداری است که کاربری‌ها به صورت ناهمگن در یک منطقه توزیع شده اند. مقدار صفر در این شاخص نشان از همگونی دارد و وقتی اتفاق می افتد که تمام کاربری‌ها از یک نوع باشند. مقدار یک به معنی ناهمگونی کامل است، یعنی منطقه مورد نظر دارای توزیع یکنواختی از نظر کاربری‌های مختلف است.

گام دوم: برای تراکم ساختمانی مسکونی از فرمول زیر استفاده شده است و مساحت زمین و تعداد طبقات از شیپ فایل شهر تهران استخراج و در ArcGis تراکم محاسبه شده است:

ضریب سطح اشغال × مساحت زمین = سطح اشغال

طبقات × سطح اشغال = تراکم ساختمانی

گام سوم: درصد احیا و نوسازی بافت فرسوده تا پایان سال ۱۴۰۰ که از سازمان نوسازی شهر تهران تهیه شد، ارائه شده است.

گام چهارم: از طریق جمعیت در واحد سطح (نفر در هکتار) تراکم جمعیتی در سطح مناطق به‌دست‌آمده است.

گام پنجم: تراکم خیابان از نسبت مساحت شبکه ارتباطی محدوده به کل مساحت محدوده به‌دست‌آمده است.

[1] Metre et al

گام ششم: در این گام به بررسی سطح پوشش‌دهی ایستگاه‌های مترو و اتوبوس که از ابزار تحلیل شبکه در پایگاه‌داده‌های مکانی پرداخته شده است و در این مقاله از طریق فاصله ۸۰۰ متری از ایستگاه‌های مترو و فاصله ۴۰۰ متری از ایستگاه‌های اتوبوس براساس معابر موجود در شهر تهران در نرم افزار Arc Gis، سطح پوشش‌دهی مترو و اتوبوس بررسی گردیده است.

شکل۲- پوشش‌دهی ایستگاه‌های اتوبوس و مترو در شهر تهران

گام هفتم: به‌منظور بررسی وضعیت مسیرهای دوچرخه، درصد نسبت طول مسیرهای دوچرخه به طول کل مسیرهای موجود منطقه در نرم‌افزار ArcGis، محاسبه گردیده است.

گام هشتم: پس از توصیف و تحلیل هر سنجه، به‌منظور وزن‌دهی به سنجه‌ها از روش (Merec) استفاده گردید. روش Merec، روش جدیدی بر اساس اثرات حذف سنجه‌ها برای تعیین وزن سنجه‌ها در یک مسئله تصمیم‌گیری چندمعیاره پیشنهاد شده است. این روش در دسته روش‌های وزن‌دهی عینی برای به‌دست‌آوردن وزن سنجه‌ها قرار می‌گیرد. همان‌طور که قبلاً ذکر شد، Merec از اثر حذف هر سنجه بر عملکرد گزینه‌ها برای تعیین وزن سنجه‌ها استفاده می‌کند. به سنجه‌هایی که تأثیرات بالاتری بر عملکرد دارند، وزن‌های بیشتری تعلق می‌گیرد. در این روش ابتدا باید سنجه‌هایی برای عملکرد گزینه‌ها تعریف کنیم.

بر اساس این روش، در مرحله اول، ماتریس تصمیم ساخته می‌شود که رتبه‌بندی یا مقادیر هر گزینه را در مورد هر سنجه نشان می‌دهد. در مرحله دوم ماتریس تصمیم نرمال‌سازی می‌شود. در مرحله سوم عملکرد کلی گزینه‌ها (S_i) محاسبه می‌شود. مرحله چهارم، از معیار لگاریتمی مشابه مرحله قبل استفاده می‌شود. تفاوت این مرحله با مرحله ۳ در این است که عملکرد جایگزین‌ها (S'_{ij}) محاسبه می‌شود. مرحله پنجم، مجموع انحرافات مطلق محاسبه می‌شود. در این مرحله، اثر حذف سنجه j بر اساس مقادیر به دست آمده از مرحله ۳ و مرحله ۴ محاسبه می‌شود. Ej اثر حذف معیار j را نشان می دهد. در نهایت در مرحله ششم، اوزان نهایی سنجه‌ها تعیین می‌شود. در این مرحله، وزن هدف هر سنجه با استفاده از اثرات حذف (Ej) مرحله ۵ محاسبه می شود.

در گام نهم: از روش Cocoso که یک مدل یکپارچه از روش جمع وزنی ساده (SAW) و مدل ضرب وزنی (WPM) می‌باشد برای رتبه‌بندی گزینه‌ها که مناطق شهر تهران می‌باشد، استفاده شده است. در سال ۲۰۱۸ یزدانی و همکاران (یزدانی و همکاران، ۲۰۱۸) روش کوکوسو را توسعه دادند. روش راه‌حل مصالحه ترکیبی (Cocoso) رویکرد پیشنهادی مبتنی بر وزن‌دهی ساده افزودنی یکپارچه و حالت محصول وزن‌دار نمایی است (Yazdani et al, 2018, 8).

بر اساس این روش در مرحله اول ماتریس تصمیم تشکیل می‌شود. در مرحله دوم نرمال‌سازی مقادیر سنجه‌ها بر اساس معادله عادی‌سازی سازش انجام می‌شود. در مرحله سوم به محاسبه مقادیر S_i و P_i پرداخته می‌شود و در مرحله چهارم وزن نسبی گزینه‌ها با استفاده از سه استراتژی تجمع محاسبه می‌شود و در نهایت رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس مقادیر K_i تعیین می‌شود.

$$K_i=(k_{ia}k_{ib}k_{ic})^{1/3}+\frac{1}{3}(k_{ia}+k_{ib}+k_{ic})$$

در پایان نیز وزن این مناطق با استفاده از فرمول، نرمال‌سازی شده تا بر اساس طیف پنج‌گانه لیکرت، مناطق به پنج دسته دارای فرم شهری کاملاً پراکنده، پراکنده، نیمه فشرده، فشرده و کاملاً فشرده از لحاظ وضعیت سنجه‌های فرم فشرده شهری تقسیم شده و این دسته‌بندی، با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در قالب نقشه‌ای یکپارچه ارائه شده است.

جدول ۲- امتیاز مربوط به سنجه‌های فرم کالبدی و عملکردی شهر فشرده در مناطق ۲۲ گانه تهران

مناطق شهر تهران	اختلاط و تنوع کاربری‌ها	تراکم ساختمانی مسکونی	احیا و نوسازی بافت فرسوده	تراکم جمعیتی	تراکم خیابان	پوشش‌دهی مترو	پوشش‌دهی اتوبوس	مسیرهای دوچرخه
۱	۰,۴۲۰	۱۲۲۲,۳۲۹	۲۹,۵	۱۲۱,۰۰۵	۰,۲۱۸	۰,۰۶۶۹	۰,۲۹۷	۰,۸۸
۲	۰,۴۵۱	۸۳۳,۵۰۲	۲۱,۵	۱۶۲,۹۹۰	۰,۳۰۶	۰,۰۷۳۴	۰,۳۵۰	۳,۹۸
۳	۰,۵۳۴	۹۹۰,۶۷۶	۲۹,۶	۱۲۴,۱۸۶	۰,۲۲۳	۰,۰۸۷۳	۰,۲۹۹	۱,۱۶
۴	۰,۵۰۶	۵۸۶,۴۹۵	۲۴,۹	۱۶۰,۵۶۷	۰,۲۲۶	۰,۰۳۵۳	۰,۳۳۷	۰,۷۱
۵	۰,۴۴۳	۱۱۳۰,۴۰۲	۱۰۰	۱۷۵,۲۸۹	۰,۲۸۴	۰,۰۶۲۹	۰,۳۵۰	۲,۰۱
۶	۰,۴۹۴	۷۸۰,۴۸۱	۳۸,۹	۱۳۱,۲۸۰	۰,۲۷۴	۰,۱۷۵۴	۰,۵۵۳	۵,۹۴
۷	۰,۳۶۴	۳۷۹,۴۷۹	۵۱,۷	۲۰۷,۴۸۳	۰,۲۵۰	۰,۲۱۶۶	۰,۴۸۶	۱,۲۹
۸	۰,۲۸۱	۳۴۰,۷۶۱	۶۱	۳۷۴,۸۰۴	۰,۳۲۹	۰,۱۰۵۸	۰,۵۷۳	۵,۵۵
۹	۰,۴۱۸	۲۴۹,۷۹۹	۵۸,۸	۱۰۰,۰۰۶	۰,۱۴۰	۰,۰۳۴۹	۰,۲۴۶	۵,۶۷
۱۰	۰,۳۱۳	۲۲۳,۳۵۲	۵۹,۵	۴۲۳,۱۷۵	۰,۲۸۰	۰,۰۹۷۶	۰,۵۵۲	۱,۷
۱۱	۰,۴۳۱	۳۵۳,۰۵۹	۵۱,۷	۲۶۹,۴۲۲	۰,۲۴۵	۰,۲۳۷۶	۰,۶۴۶	۱,۶۷
۱۲	۰,۴۶۵	۲۹۷,۳۷۲	۲۶	۱۵۲,۲۳۶	۰,۲۲۰	۰,۲۰۰۲	۰,۴۹۵	۱,۹۱
۱۳	۰,۳۹۶	۳۳۹,۴۱۳	۶۰,۱	۱۷۷,۹۵۹	۰,۲۷۹	۰,۰۵۳۰	۰,۳۴۷	۱,۶۷
۱۴	۰,۳۷۱	۲۷۱,۷۷۴	۵۶,۲	۳۶۲,۲۲۵	۰,۳۱۲	۰,۰۹۷۹	۰,۵۴۸	۱,۵۵
۱۵	۰,۴۹۵	۲۲۵,۶۵۱	۳۱,۹	۲۴۸,۹۶۲	۰,۲۹۲	۰,۰۳۴۷	۰,۵۰۲	۱,۳۵
۱۶	۰,۵۶۳	۲۳۰,۷۱۴	۳۹,۷	۱۵۴,۵۷۲	۰,۲۳۹	۰,۰۷۰۱	۰,۵۳۸	۳,۱۹
۱۷	۰,۴۲۸	۱۹۷,۶۴۶	۵۲	۳۹۶,۰۳۴	۰,۳۰۰	۰,۰۵۱۷	۰,۵۵۹	۲,۰۶
۱۸	۰,۶۰۹	۲۶۷,۲۳۵	۴۸,۱	۱۲۰,۴۷۷	۰,۱۹۸	۰,۰۱۲۶	۰,۳۴۱	۱,۲۶
۱۹	۰,۵۰۵	۲۱۵,۱۴۰	۱۶,۲	۱۳۸,۵۶۳	۰,۲۲۴	۰,۰۲۲۲	۰,۳۴۶	۲,۳۴
۲۰	۰,۵۷۷	۲۸۶,۴۴۹	۴۳,۳	۱۶۸,۸۵۴	۰,۲۷۰	۰,۰۸۶۱	۰,۴۶۴	۳,۴
۲۱	۰,۶۲۸	۷۱۲,۵۵۲	۵۷,۳	۴۰,۶۴۳	۰,۱۷۳	۰,۰۰۶۲	۰,۲۰۸	۲,۲
۲۲	۰,۵۴۳	۱۶۰۴,۷۲۷	۱۰۰	۴۰,۵۷۹	۰,۲۰۸	۰,۰۱۰۲	۰,۱۸۱	۷,۸۹

منبع: نگارندگان، ۱۴۰۳

جدول ۳- امتیاز نرمال شده مربوط به سنجه‌های فرم کالبدی و عملکردی شهر فشرده در مناطق ۲۲ گانه تهران

مناطق شهر تهران	اختلاط و تنوع کاربری‌ها	تراکم ساختمانی مسکونی	احیا و نوسازی بافت فرسوده	تراکم جمعیتی	تراکم خیابان	پوشش دهی مترو	پوشش دهی اتوبوس	مسیرهای دوچرخه
۱	۰,۴۰۱	۰,۷۲۸	۰,۱۵۹	۰,۲۱۰	۰,۴۱۳	۰,۲۶۲	۰,۲۴۹	۰,۰۲۴
۲	۰,۴۹۰	۰,۴۵۲	۰,۰۶۳	۰,۳۲۰	۰,۸۷۸	۰,۲۹۰	۰,۳۶۳	۰,۴۵۵
۳	۰,۷۲۹	۰,۵۶۴	۰,۱۶۰	۰,۲۱۹	۰,۴۳۹	۰,۳۵۰	۰,۲۵۴	۰,۰۶۳
۴	۰,۶۴۸	۰,۲۷۶	۰,۱۰۴	۰,۳۱۴	۰,۴۵۵	۰,۱۲۶	۰,۳۳۵	۰,۰۰۰
۵	۰,۴۶۷	۰,۶۶۳	۱,۰۰۰	۰,۳۵۲	۰,۷۶۲	۰,۲۴۵	۰,۳۶۳	۰,۱۸۱
۶	۰,۶۱۴	۰,۴۱۴	۰,۲۷۱	۰,۲۳۷	۰,۷۰۹	۰,۷۳۱	۰,۸۰۰	۰,۷۲۸
۷	۰,۲۳۹	۰,۱۲۹	۰,۴۲۴	۰,۴۳۶	۰,۵۸۲	۰,۹۰۹	۰,۶۵۶	۰,۰۸۱
۸	۰,۰۰۰	۰,۱۰۲	۰,۵۳۵	۰,۸۷۴	۱,۰۰۰	۰,۴۳۰	۰,۸۴۳	۰,۶۷۴
۹	۰,۳۹۵	۰,۰۳۷	۰,۵۰۸	۰,۱۵۵	۰,۰۰۰	۰,۱۲۴	۰,۱۴۰	۰,۶۹۱
۱۰	۰,۰۹۲	۰,۰۱۸	۰,۵۱۷	۱,۰۰۰	۰,۷۴۱	۰,۳۹۵	۰,۷۹۸	۰,۱۳۸
۱۱	۰,۴۳۲	۰,۱۱۰	۰,۴۲۴	۰,۵۹۸	۰,۵۵۶	۱,۰۰۰	۱,۰۰۰	۰,۱۳۴
۱۲	۰,۵۳۰	۰,۰۷۱	۰,۱۱۷	۰,۲۹۲	۰,۴۲۳	۰,۸۳۸	۰,۶۷۵	۰,۱۶۷
۱۳	۰,۳۳۱	۰,۱۰۱	۰,۵۲۴	۰,۳۵۹	۰,۷۳۵	۰,۲۰۲	۰,۳۵۷	۰,۱۳۴
۱۴	۰,۲۵۹	۰,۰۵۳	۰,۴۷۷	۰,۸۴۱	۰,۹۱۰	۰,۳۹۶	۰,۷۸۹	۰,۱۱۷
۱۵	۰,۶۱۷	۰,۰۲۰	۰,۱۸۷	۰,۵۴۵	۰,۸۰۴	۰,۱۲۳	۰,۶۹۰	۰,۰۸۹
۱۶	۰,۸۱۳	۰,۰۲۴	۰,۲۸۰	۰,۲۹۸	۰,۵۲۴	۰,۲۷۶	۰,۷۶۸	۰,۳۴۵
۱۷	۰,۴۲۴	۰,۰۰۰	۰,۴۲۷	۰,۹۲۹	۰,۸۴۷	۰,۱۹۷	۰,۸۱۳	۰,۱۸۸
۱۸	۰,۹۴۵	۰,۰۴۹	۰,۳۸۱	۰,۲۰۹	۰,۳۰۷	۰,۰۲۸	۰,۳۴۴	۰,۰۷۷
۱۹	۰,۶۴۶	۰,۰۱۲	۰,۰۰۰	۰,۲۵۶	۰,۴۴۴	۰,۰۶۹	۰,۳۵۵	۰,۲۲۷
۲۰	۰,۸۵۳	۰,۰۶۳	۰,۳۲۳	۰,۳۳۵	۰,۶۸۸	۰,۳۴۵	۰,۶۰۹	۰,۳۷۵
۲۱	۱,۰۰۰	۰,۳۶۶	۰,۴۹۰	۰,۰۰۰	۰,۱۷۵	۰,۰۰۰	۰,۰۵۸	۰,۲۰۸
۲۲	۰,۷۵۵	۱,۰۰۰	۱,۰۰۰	۰,۰۰۰	۰,۳۶۰	۰,۰۱۷	۰,۰۰۰	۱,۰۰۰

منبع: نگارندگان، ۱۴۰۳

قلمرو پژوهش

کلان‌شهر تهران با مساحت بیش از ۶۰۰ کیلومتر مربع و با برآورد جمعیت ۹۴۳۰۶۲۵ میلیون نفر پرتراکم ترین کانون جمعیتی کشور است. قلمرو جغرافیایی کلانشهر تهران در موقعیت ۳۵ درجه و ۳۱ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۵۷ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۴ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۴۷ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است. شهر تهران دارای ۲۲ منطقه می باشد که مناطق ۴، ۵، ۲، ۱۵، با جمعیت‌های ۹۱۷۲۶۱، ۸۵۶۵۶۵، ۶۹۲۵۷۹، ۶۵۹۴۶۸ به ترتیب دارای بیشترین جمعیت در کلانشهر تهران هستند(آمارنامه شهر تهران، ۱۴۰۰، ۱۲و ۴۵).

شکل۳- موقعیت محدوده مطالعاتی در کشور

یافته‌ها

به‌منظور رتبه‌بندی مناطق شهر تهران از نظر فرم کالبدی و عملکردی شهر فشرده، در ابتدا داده‌های مرتبط با هر سنجه برای مناطق ۲۲ گانه جمع‌آوری گردید و سپس امتیاز مربوط به هر سنجه به نمره استاندارد تبدیل شد(نمره یک به حداکثر برخورداری و نمره صفر به حداقل آن اختصاص یافت).

سپس با استفاده از روش Cocoso این مناطق رتبه‌بندی و سطح‌بندی شده‌اند. اوزان نهایی سنجه‌ها با استفاده از روش Merec در جدول ۴ آورده شده است. در ادامه، wj مخفف وزن معیار j است. برای محاسبه wj از معادله زیر استفاده می‌شود:

$$W_j=\frac{Ej}{\sum_k E_k}$$

جدول ۴- وزن سنجه‌ها

سنجه	E_j	W_j وزن سنجه
اختلاط و تنوع کاربری	۸,۸۷۹	۰,۱۱۵
تراکم ساختمانی	۹,۲۷۶	۰,۱۲۰
احیا و نوسازی بافت فرسوده	۹,۵۶۸	۰,۱۲۴
تراکم جمعیتی	۱۰,۱۳۹	۰,۱۳۱
تراکم خیابان	۸,۹۴۳	۰,۱۱۶
پوشش‌دهی مترو	۱۱,۳۶۵	۰,۱۴۷
پوشش‌دهی اتوبوس	۹,۲۵۲	۰,۱۲۰
مسیرهای دوچرخه	۹,۷۶۶	۰,۱۲۷

منبع: نگارندگان، ۱۴۰۳

در ادامه بر اساس روش Cocoso با استفاده از مقادیر موجود در جدول (۵) مقدار Ki(رتبه مناطق) آورده شده است.

جدول ۵– وزن نرمال شده مناطق و رتبه بندی مناطق

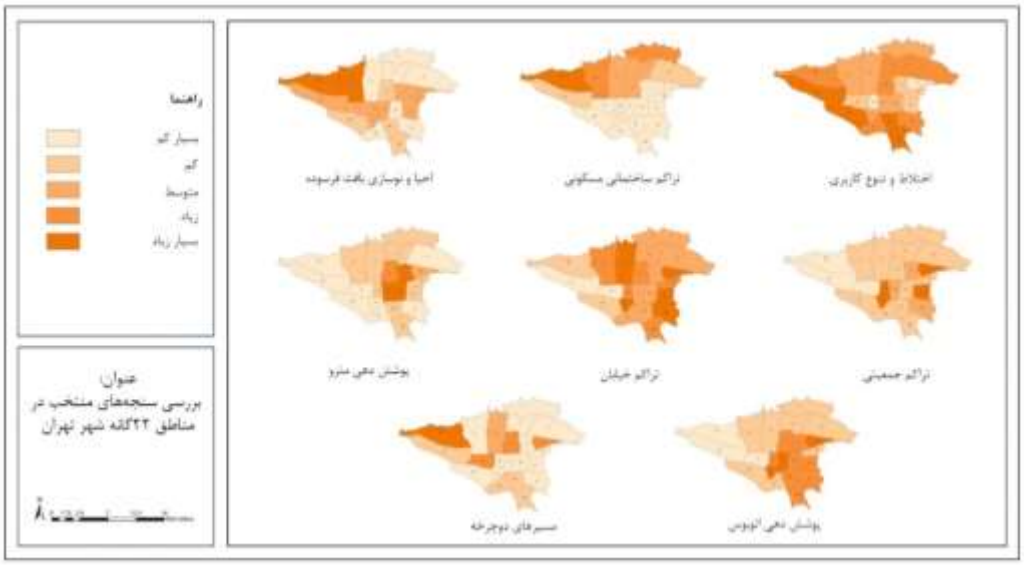
مناطق	s	p	k_a	k_b	kc	k	وزن نرمال شده	رتبه‌بندی
۱	۰,۳۰۰	۶,۶۶۶	۰,۰۴۵	۲,۴۷۱	۰,۸۷۸	۱,۵۹۲	۰,۳۱۵	۱۷
۲	۰,۴۰۶	۷,۰۱۱	۰,۰۴۸	۲,۹۷۳	۰,۹۳۵	۱,۸۳۰	۰,۶۰۵	۱۰
۳	۰,۳۴۱	۶,۸۳۲	۰,۰۴۷	۲,۶۶۹	۰,۹۰۴	۱,۶۸۹	۰,۴۳۳	۱۵
۴	۰,۲۷۳	۵,۹۵۰	۰,۰۴۰	۲,۲۲۷	۰,۷۸۴	۱,۴۳۰	۰,۱۱۸	۱۹
۵	۰,۴۹۴	۷,۲۱۳	۰,۰۵۰	۳,۳۷۳	۰,۹۷۱	۲,۰۱۲	۰,۸۲۷	۳
۶	۰,۵۶۳	۷,۳۷۴	۰,۰۵۱	۳,۶۸۷	۱,۰۰۰	۲,۱۵۴	۱	۱
۷	۰,۴۴۳	۷,۰۲۹	۰,۰۴۸	۳,۱۲۷	۰,۹۴۱	۱,۸۹۵	۰,۶۸۴	۸
۸	۰,۵۵۹	۶,۴۸۲	۰,۰۴۶	۳,۵۰۵	۰,۸۸۷	۲,۰۰۱	۰,۸۱۳	۴
۹	۰,۲۵۶	۵,۷۵۵	۰,۰۳۹	۲,۱۲۰	۰,۷۵۷	۱,۳۶۹	۰,۰۴۳	۲۰
۱۰	۰,۴۶۵	۶,۸۸۹	۰,۰۴۸	۳,۱۹۳	۰,۹۲۷	۱,۹۱۰	۰,۷۰۲	۶
۱۱	۰,۵۴۲	۷,۲۱۸	۰,۰۵۰	۳,۵۷۲	۰,۹۷۸	۲,۰۹۴	۰,۹۲۶	۲
۱۲	۰,۳۹۷	۶,۹۰۵	۰,۰۴۷	۲,۹۱۴	۰,۹۲۰	۱,۷۹۶	۰,۵۶۳	۱۲
۱۳	۰,۳۳۷	۶,۸۵۱	۰,۰۴۷	۲,۶۵۸	۰,۹۰۶	۱,۶۸۶	۰,۴۲۹	۱۶
۱۴	۰,۴۷۹	۷,۰۴۴	۰,۰۴۹	۳,۲۷۸	۰,۹۴۸	۱,۹۵۸	۰,۷۶۱	۵
۱۵	۰,۳۷۳	۶,۷۰۹	۰,۰۴۶	۲,۷۸۱	۰,۸۹۲	۱,۷۲۵	۰,۴۷۷	۱۴
۱۶	۰,۴۰۷	۶,۹۱۹	۰,۰۴۸	۲,۹۶۰	۰,۹۲۳	۱,۸۱۷	۰,۵۸۹	۱۱
۱۷	۰,۴۷۲	۶,۳۴۹	۰,۰۴۴	۳,۱۲۱	۰,۸۵۹	۱,۸۳۳	۰,۶۰۹	۹
۱۸	۰,۲۸۰	۶,۴۵۶	۰,۰۴۴	۲,۳۴۹	۰,۸۴۹	۱,۵۲۴	۰,۲۳۲	۱۸
۱۹	۰,۲۴۲	۵,۶۷۵	۰,۰۳۸	۲,۰۵۰	۰,۷۴۶	۱,۳۳۳	۰	۲۲
۲۰	۰,۴۴۱	۷,۰۷۳	۰,۰۴۹	۳,۱۲۷	۰,۹۴۷	۱,۸۹۹	۰,۶۸۹	۷
۲۱	۰,۲۷۳	۵,۴۶۸	۰,۰۳۷	۲,۱۳۹	۰,۷۲۳	۱,۳۵۳	۰,۰۲۴	۲۱
۲۲	۰,۵۰۲	۵,۴۰۷	۰,۰۳۸	۳,۰۷۱	۰,۷۴۵	۱,۷۲۹	۰,۴۸۲	۱۳

منبع: نگارندگان، ۱۴۰۳

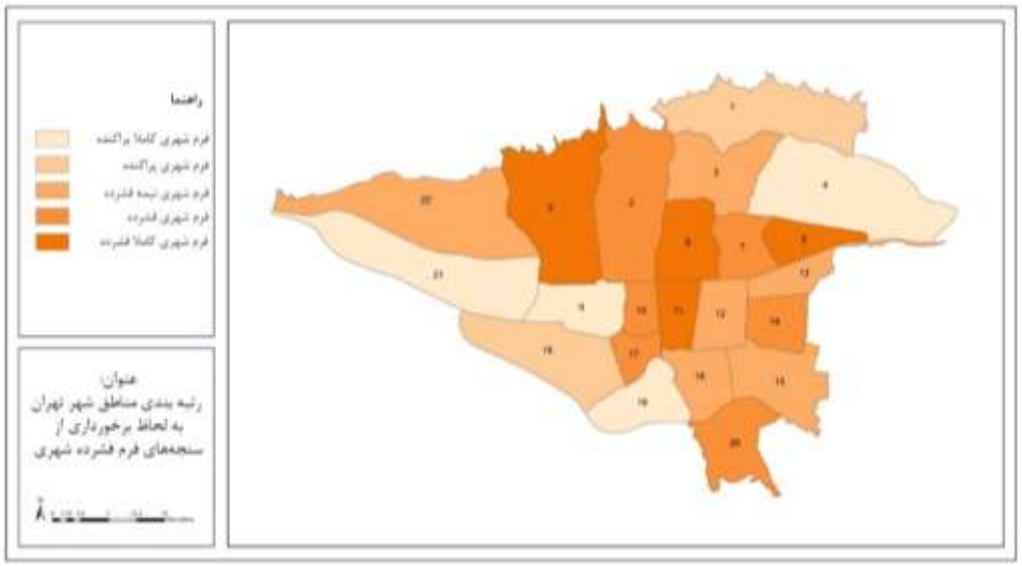
همچنین برای شناخت بهتر از وضعیت این سنجه‌های فرم کالبدی و عملکردی شهر فشرده در میان مناطق ۲۲ گانه شهر تهران و ارائه اولویت تخصیص این موارد به مناطق مختلف، این مناطق در ۵ گروه براساس طیف لیکرت پنج گانه معرفی شده در بخش روش شناسی، طبق جدول ۵ و تصویر ۴ رتبه بندی شده‌اند. بنابراین، مناطق شهر تهران به لحاظ سطح برخورداری از سنجه‌های فرم کالبدی و عملکردی شهر فشرده، به پنج گروه به شرح ذیل تقسیم می‌گردند:

- مناطق دارای فرم شهری کاملاً پراکنده: شامل مناطق ۴، ۹، ۱۹، ۲۱ است. این مناطق به لحاظ برخورداری از سنجه‌های فرم فشرده در وضعیت بسیار نامطلوب قرار دارند و در اولویت اول برای ارتقا سطح این سنجه‌ها و برنامه ریزی فرم شهری فشرده قرار دارند.
- مناطق دارای فرم شهری پراکنده: شامل مناطق ۱، ۱۸ است. که با کمبودهایی در زمینه سنجه‌های فرم فشرده مواجه‌اند و در اولویت دوم برای برنامه ریزی فرم شهری فشرده قرار دارند.
- مناطق دارای فرم شهری نیمه فشرده: شامل مناطق ۳، ۱۲، ۱۳، ۱۵، ۱۶، ۲۲ است. این مناطق به لحاظ برخورداری از سنجه‌های فرم فشرده در وضعیت نسبتا مطلوبی قرار دارند و در اولویت سوم برای برنامه ریزی فرم شهری فشرده قرار دارند.

- مناطق دارای فرم شهری فشرده: شامل مناطق ۲، ۷، ۱۰، ۱۴، ۱۷، ۲۰ است. این مناطق به لحاظ برخورداری از سنجه‌های فرم فشرده در وضعیت مطلوبی قرار دارند و در اولویت چهارم برای برنامه ریزی فرم شهری فشرده قرار دارند.
- مناطق دارای فرم شهری کاملاً فشرده: شامل مناطق ۵، ۶، ۸، ۱۱ است. این مناطق به لحاظ برخورداری از سنجه‌های فرم فشرده در وضعیت بسیار مطلوب قرار دارند و در اولویت پنجم برای برنامه ریزی فرم شهری فشرده قرار دارد.



شکل۴- بررسی سنجه‌های منتخب در مناطق ۲۲ گانه شهر تهران



شکل۵- طبقه بندی مناطق شهر تهران براساس رویکرد فرم کالبدی و عملکردی شهری فشرده

نتیجه‌گیری

در این مقاله در راستای ارزیابی فرم کالبدی و عملکردی شهر بر مبنای رویکرد شهر فشرده در مناطق ۲۲ گانه شهر تهران پس از مرور مبانی نظری موضوع و با در نظرگیری مورد پژوهی، سنجه‌های فرم کالبدی و عملکردی شهر فشرده

به صورت ۸ مورد استخراج گردید. در ادامه از روش توصیفی–تحلیلی استفاده شده است و این شهر به ۲۲ منطقه تفکیک شده است که میزان تحقق پذیری فرم کالبدی و عملکردی شهری فشرده در این مناطق مورد بررسی و مقایسه قرار گرفته شده است و میزان برخورداری هر کدام از مناطق از سنجه‌های ۸ گانه فرم شهری فشرده شامل اختلاط و تنوع کاربری ها، تراکم ساختمانی مسکونی، درصد احیا و نوسازی بافت فرسوده، تراکم جمعیتی، تراکم خیابان، پوشش‌دهی مترو، پوشش‌دهی اتوبوس، مسیرهای دوچرخه از طریق روش آنتروپی شانون، فرمول‌های مربوطه و تحلیل در نرم افزار ArcGis محاسبه شده است و در نهایت با استفاده از روش Merec این سنجه‌ها وزن‌دهی و با استفاده از روش Cocoso مناطق ۲۲ گانه رتبه بندی شده است. در این پژوهش، منطقه ۶ با k=2.154 بالاترین اولویت و منطقه ۱۹ با k=1.333 کم ترین اولویت و پتانسیل جهت رشد فشرده شهری را دارد و مناطق دیگر نیز با توجه به امتیاز نهایی رتبه بندی شده اند.

از جمله مهم‌ترین اقدامات بهبودبخشی در راستای ارتقا ضعف‌های موجود در مناطق و بهبود آن‌ها و تحقق فرم شهری فشرده در شهر تهران، می‌توان به افزایش تنوع و اختلاط کاربری به‌صورت عمودی در ساختمان‌ها و به‌صورت افقی در سطح شهر در جهت دسترسی راحت و کاهش مسافت طی شده برای سفرهای روزانه، تراکم ساختمانی بالا که جمعیت بیشتری را در خود جای دهند و تراکم جمعیتی بالا به این منظور است که مردم برای امکانات رفاهی و خدمات شهری و ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی مسافت‌های کوتاهی را پیاده‌روی کنند و همچنین افزایش درصد احیا و نوسازی بافت فرسوده که یکی از روش‌های دستیابی به شهر فشرده برای دستیابی به تراکم بالاتر می‌باشد و همچنین تراکم مطلوب خیابان و دسترسی بالا به حمل‌ونقل عمومی و افزایش ایستگاه‌های اتوبوس و مترو و کاهش فاصله پیاده‌روی افراد تا محل ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی و افزایش مسیرهای دوچرخه که یک راه‌حل امیدوارکننده برای پایدارکردن سیستم‌های حمل‌ونقل شهری است اشاره نمود.

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از پایان نامه نویسنده نخست تحت عنوان" ارزیابی و سطح بندی مناطق ۲۲ گانه شهر تهران بر مبنای رویکرد شهر فشرده" تحت راهنمایی نویسنده دوم می‌باشد.

منابع

آروین، محمود؛ پوراحمد، احمد. (۱۴۰۰). ***تبیین نظری ساختار شهر فشرده چندهسته‌ای به منظور ایجاد فرم شهری پایدار.*** فصلنامه جغرافیا و آمایش شهری، ۱۱ (۴۱)، ۲۵۳-. Doi :GAIJ.2021.6660/۱۰,۲۲۱۱۱

آفتاب، احمد؛ رحیمی، عرفان؛ جلیلی، حسین. (۱۳۹۴). ***تبیین الگوی گسترش فضایی-کالبدی شهر ارومیه با رویکرد فرم شهری پایدار.*** اولین کنگره بین‌المللی زمین، فضا و انرژی پاک، ۱-۱۱.

حاتمی، هادی؛ کیافر، طاهر. (۱۳۹۵). ***مفهوم شهر فشرده و ارتباط آن با پایداری شهری.*** سومین کنفرانس بین‌المللی پژوهش در علوم و تکنولوژی، برلین – آلمان، ۱-۱۳.

حسینی، هادی. (۱۳۹۶). ***شهر فشرده و توسعه پایدار شهری(مطالعه شهر سبزوار).*** نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال هفدهم، شماره ۴۵.

زیاری، کرامت اله؛ پارسی پور، حسن؛ علی‌آبادی، . (۱۳۹۱). ***بافت میانی شهرها ظرفیتی برای حرکت به سمت الگوی شهر فشرده(مورد: شهر بجنورد).*** مجله جغرافیا و توسعه ناحیه ای، شمارهی نوزدهم، پاییز و زمستان۱۳۹۱.

سیف الدینی، فرانک؛ زیاری، کرامت اله؛ پوراحمد، احمد؛ نیک پور، عامر. (۱۳۹۱). ***تبیین پراکنش و فشردگی فرم شهری در آمل با رویکرد فرم شهری پایدار.*** پژوهش‌های جغرافیای انسانی (پژوهش‌های جغرافیایی)، ۴۴(۸۰)، ۱۵۵-۱۷۶.

شاهینی فر، مصطفی؛ خداداد، مهدی؛ بیرانوندزاده، مریم؛ سبحانی، نوبخت. (۱۳۹۵). ***تحلیل ظرفیتی فرم شهر با تأکید بر الگوی شهر فشرده (مطالعه موردی: شهر گرگان).*** نشریه مطالعات نواحی شهری دانشگاه شهید باهنر کرمان، شماره ۲، ۳۹-۵۶.

قربانی، رسول؛ اصغری زمانی، اکبر؛ غلامحسینی، رحیم. (۱۳۹۹). تحلیل الگوی پراکنش و فشردگی فرم شهری با رویکرد فرم شهری پایدار در کلان‌شهرها (مطالعه موردی: کلان‌شهر تبریز). پژوهش‌های محیط‌زیست، ۱۱ (۲۲).

نیک‌پور، عامر؛ رضازاده، مرتضی؛ الهقلی تبار نشلی، فاطمه. (۱۳۹۷). ***ظرفیت‌سنجی فرم محلات بر اساس الگوی شهر فشرده (مطالعه موردی: شهر بابلسر).*** فصلنامه شهر پایدار، ۱ (۲)، ۹۵-۷۹.

References

Ahlfeldt, G, M, & Pietrostefani, E. (2017). ***The Compact City in Empirical Research: A Quantitative Literature Review***. London School of Economics, 1-73.

Bibri, S E. (2020***). Advances in the Leading Paradigms of Urbanism and their Amalgamation: Compact Cities, Eco – cities, and Data–Driven Smart Cities***. Springer Nature Switzerland AG: Cham Switzerland.

Bibri, S E., Krogstie, J., & K€arrholm, M. (2020). ***Compact city planning and development: Emerging practices and strategies for achieving the goals of sustainability***. Developments in the Built Environment. https://doi.org/10.1016/j.dibe.2020.100021

Conticelli, E. (2020). ***Compact City as a Model Achieving Sustainable Development, Sustainable Cities and Communities, Encyclopedia of the UN Sustainable***. Development Goals. Springer, Cham, 1-10. https://doi.org/10.1007/978-3-319-71061-7_35-1.

Fahim, A U., & Miti, S. S. (2021***). Sustainable Urban Compact Form Measurement: A Case Study on Dhanmondi and Uttara***. Department of Urban and Regional Planning, Jahangirnagar.

Fan, T., & Chapman, A. (2022). ***Policy Driven Compact Cities: Toward Clarifying the Effect of Compact Cities on Carbon Emissions***. sustainability, 14(19) 1-19. https://doi.org/10.3390/su141912634.

Fang, Q., Homma, R., Inoue, T., Liu, Q., & Qiyang, Z. (2023). ***Spatio-temporal Variation of Urban Bus Ridership Using Smart Card Data in a Compact City.*** International review for spatial planning and sustainable development C: Planning and Design Implentation, 11(1), 192-207. https://doi.org/10.14246/irspsd.11.1_192.

Gang, X., Zhengzi, ZH., Limin, J., & Rui, ZH. (2020). ***Compact Urban Form and Expansion Pattern Slow Down the Decline in Urban Densities: A Global Perspective***. Land Use Policy, 94(4), 1-12. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104563.

Hanssen, G S., & Hofstad, H. (2013). ***Compact City Policies in England***. Denmark, the Netherlands and Norway, Norwegian Institute for Urban and Regional Research, 1-126.

Haarstad, H., Kjærås, K., Røe, P. G., & Tveiten, K. (2023***). Diversifying the compact city: A renewed agenda for geographical research***. Dialogues in Human Geography, 13(1), 1-20. https://doi.org/10.1177/20438206221102949.

Kain, J-H., Adelfio, M., Stenberg, J., & Thuvander, L. (2022). ***Towards a systemic understanding of compact city qualities.*** Journal of Urban Design, 27(1), 130–147. https://doi.org/10.1080/13574809.2021.1941825.

Kotharkar, R, & Bahadure, P. (2012). ***Vyas, A. Compact City Concept: It's Relevance and Applicability for Planning of Indian Cities.*** In Proceedings of the PLEA2012—28th Conference, Opportunities, Limits and Needs Towards an Environmentally Responsible Architecture, Lima, Perú, 7–9.

Lee, J. H., & Lim, S. (2018***). The selection of compact city policy instruments and their effects on energy consumption and greenhouse gas emissions in the transportation sector: The case of South Korea. Sustain.*** Cities, vol 37, 116-124. https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.11.006.

Metre, K., Baghel, H., Suman, G., Batra, M., & Ghodmare, S D. (2021). ***Compact City and Related Impact on Sustainable Development in Urban Areas.*** Civil Engineering Department,

G. H. Raisoni College of Engineering, Nagpur, India, vol 87, 523- 530. https://doi.org/10.1007/978-981-15-6463-5_50.

Nadeem, M., Aziz, A., Al-Rashid, M A., Tesoriere, G., Asim, M., & Campisi, T. (2021). ***Scaling the Potential of Compact City Development: The Case of Lahore, Pakistan.*** Sustainability, 13(9), 1-22. https://doi.org/10.3390/su13095257.

OECD. (2012). ***Compact city policies: a comparative assessment. OECD Green Growth Studies.*** OECD Publishing, Paris. https://doi.org/10.1787/9789264167.

Rode, P. (2014). ***The politics and planning of urban compaction: the case of the London Metropolitan region, 4th Holcim Forum 2013***. "Economy of Sustainable Construction", Mumbai, India, 111-122.

Rudolf, S., kienastT, F., & Hersperger, A. (2018). ***Planning for compact urban forms: local growth-management approaches and their evolution over time***. Journal of Environmental Planning and Management, (61)3, 474-492. https://doi.org/10.1080/09640568.2017.1318749.

Wang, M. (2022). ***Building a Compact City Spatial Planning in Yinchuan City, Western China.*** Department of Public Administration Zhejiang University of Finance and Economics Zhenjiang, China. Cham: Springer. 126.