Journal of Sustainable City

Online ISSN: 2476-6151

Journal Homepage: www.jscity.ir

Analysis of Physical Transformations within the Framework of Urban Physical Expansion Management Strategies: A case study of District 22 of Tehran

Sina Seifi Marzan [1], Hossein Mansourian [2] ✉, Ahmad Pourahmad [3]

1. *Department of Human Geography and Planning, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran*
Email: sina.seifi@ut.ac.ir
2. (Corresponding Author) *Department of Human Geography and Planning, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran*
Email: h.mansourian59@ut.ac.ir
3. *Department of Human Geography and Planning, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran*
Email: apoura@ut.ac.ir

ARTICLEINFO

Article type:
Research Paper

Article History:
Received:
12 June 2026
Received in revised form:
4 September 2026
Accepted:
2 October 2026
Available online:
5 November 2026

Keywords:
Urban Physical Growth,
Smart Growth,
Urban Growth Restriction,
Policies,
Spatial Metrics,
District 22 of Tehran.

ABSTRACT

Population growth and urban sprawl have made physical change more complex, driven by land-use policies.The District 22 of Tehran, as the capital's new development hub, has experienced distinctive spatial dynamics. This study aims to analyze the morphological transformation of District 22 within the framework of urban physical expansion management strategies. The research is applied in purpose and quantitative in methodology. Spatial data on built-up areas for 2006, 2016, and 2024 were extracted through visual interpretation of satellite imagery using Google Earth Pro. The Holdren model and landscape metrics were then employed to distinguish the contribution of different factors and to analyze the landscape structure. The Holdren model results for the first period (2006–2016) indicated that population growth, with a contribution of approximately 128%, was the primary driver of physical development, while per capita land consumption decreased by 28%. However, landscape metrics revealed increasing shape complexity and patch fragmentation, indicating that this expansion lacked a structural guidance and a coherent development strategy. During the second period (2016–2024), although the Holdren model showed a positive 15% contribution from per capita land consumption, declining trends in the Shape-MN and ENN-MN metrics demonstrated that new land consumption primarily occurred through infill development and the utilization of vacant internal spaces in a more compact and orderly pattern. Over the entire 18-year period (2006–2024), population growth, accounting for 113% of the total contribution, remained the principal driver of the district's physical expansion. District 22's macro-structure has inadequate sprawl and progressed toward smart growth principles.

Citation: Seifi Marzan, S, Mansourian, H., & Pourahmad, A. (2026). Analysis of Physical Transformations within the Framework of Urban Physical Expansion Management Strategies: A case study of District 22 of Tehran. *Journal of Sustainable City*, 9 (3), 39-57.
http://doi.org/10.22034/jsc.2025.512605.1838

© The Author(s)

Publisher: Iranian Geography and Urban Planning Association

Extended Abstract

Introduction

The process of large-scale urbanization and urban growth has impacted all countries worldwide. In recent decades, the world has been urbanizing at an unprecedented rate, a trend manifested in Iran through the concentration of population in metropolitan areas. One of the most unsustainable patterns resulting from this process is urban sprawl—defined as the uncontrolled, horizontal, and low-density physical expansion into peri-urban lands, leading to excessive and inefficient land consumption. Driven by dynamic forces such as rapid population growth and increasing migration, land policies and government interventions, the expansion of informal settlements, the growth of surrounding villages, and the expansion of urban infrastructure and transport networks alongside technological advancements, this discontinuous sprawl entails severe consequences. These include heightened social and economic vulnerabilities, degradation of agricultural lands, natural resources, and open spaces in urban peripheries, increased costs for public infrastructure and service provision, reduced spatial and physical cohesion of cities, exacerbated traffic congestion and environmental pollution, and ultimately, a decline in centralized local land-use control.

Given the inherent finiteness of land, its pivotal role in the development process, and the destructive impacts of urban sprawl, leaving the urban land market unregulated without an appropriate management strategy compromises complementary sectors such as capital and labor markets within the development continuum. Therefore, state intervention via land policy serves as a critical mechanism to regulate price-profit dynamics and guide land uses optimally.

Among the government's primary instruments for controlling the urban land market are the formulation of strategic programs, master plans, detailed plans, and overarching land policy frameworks. To manage urban expansion and address the resulting environmental, economic, and social challenges, urban managers globally have considered various strategies, broadly categorized into two main approaches. The first encompasses growth containment policies, which utilize restrictive tools—such as urban growth boundaries and greenbelts—to prevent the outward horizontal expansion of cities into greenfield lands. The second approach is the Smart Growth paradigm, an affirmative approach aimed at directing growth inward toward existing built-up areas through redevelopment, high-rise construction, and infill revitalization. In Iran, although numerous master and detailed plans inspired by these two approaches have been formulated to curb physical expansion, macroeconomic and political fluctuations, alongside a lack of institutional alignment, have aggravated chaos in decision-making processes and perpetuated uncoordinated growth.

Although extensive domestic and international studies have monitored and analyzed physical indicators (Dutta & Sengupta, 2026; Sharma & Ghuge, 2025; Liu et al., 2025; Mahtta et al., 2022; Parizadi et al., 2023; Ramzi & Navidi Majd, 2023; Mehimi et al., 2020) or evaluated the efficacy of urban land policies and their impacts on spatial transformations (Moradi et al., 2021; Goudarzi et al., 2021; Laleh-Pour, 2012; Rahimi, 2020; Kumar & Singh, 2023; Zhang & Li, 2011; Seto et al., 2011), a theoretical and empirical gap remains regarding the simultaneous assessment of physical transformations under the influence of two contrasting yet complementary approaches—Smart Growth and Growth Containment—within newly developed metropolitan zones.

This gap is particularly obvious in District 22 of the Tehran Metropolitan Area – Iran’s political and economic hub. Strategically located and assigned a regional role in high-level planning documents—originally designated with an ecological mandate as a hub for tourism development and the capital's last environmental *lung*—District 22 has evolved over the past two decades into a locus of intense structural conflicts. Massive population loading, the introduction of regional mega-commercial projects (such as Iran Mall), high-density

residential developments around Chitgar Lake, and frequent alterations to zoning regulations have subjected this area to rapid spatial changes in its landscape. The physical tension between compact high-rise development on one hand and the horizontal expansion of built-up areas toward virgin lands and mountain slopes on the other underscores the urgent need for a rigorous spatial structure evaluation.

Therefore, the central problem of this research is to investigate the extent to which the physical transformations and landscape pattern changes in District 22 over the past two decades align with the strategic goals of the Smart Growth paradigm or reflect the impact of urban growth containment policies. Answering this question through landscape metrics analysis and the measurement of spatial dynamics can elucidate the degree of success achieved by past urban land policies, thereby establishing the necessary scientific foundation to refine future policy-making and guide the physical expansion of the Tehran Metropolitan Area in a smart manner. Specifically, this study addresses the core question: What physical patterns have driven the spatial transformations and landscape structure changes in Tehran's District 22 over the past two decades, and to what extent have these patterns fulfilled the strategic objectives of physical growth management?

Methodology

In terms of nature, this research is a retrospective study; in terms of objective, it is applied; and in terms of approach, it is quantitative. The temporal scope of the study covers an 18-year period, from 2006 to 2024. The year 2006 was selected as the baseline because it aligns with the 2006 National Population and Housing Census, the formulation of the Tehran Master Plan in 2007, and the implementation of the first Comprehensive Plan for District 22 (approved in 2004), which established the initial official strategies for managing physical growth in the area.

High-resolution historical satellite imagery from Google Earth Pro (GEP) was utilized as the primary database to extract spatial data regarding the built-up areas of District 22. Specifically, the boundaries of built-up lands across the three temporal periods—2006, 2016, and 2024—were accurately digitized as vector layers based on visual interpretation of ground evidence within the GEP environment. These vector layers were subsequently used to analyze physical transformations via spatial metrics in FRAGSTATS software.

Spatial metrics quantify, define, and enable the comparison of the structural, geometric, and distributional characteristics of landscape components (patches or fragments). Analyzing spatial metrics contributes to understanding urban growth patterns, thereby fostering better-informed decisions regarding urban land policies. Key applications of spatial metrics include evaluating the environmental impacts of urban growth, planning for cost reduction, and forecasting future urban growth and physical transformations. Furthermore, spatial metrics serve as effective tools for measuring urban sprawl patterns, urban density, and compact development. By monitoring these temporal changes and analyzing historical trends, future physical transformations can be anticipated. The outputs of these spatial metrics were ultimately used to identify the dominant paradigm governing physical transformations over the past two decades.

In addition to spatial metrics, Holdern's mathematical model was applied to analyze the relationship between demographic shifts and physical expansion. Holdern's model enables researchers to quantify the proportion of urban growth attributable to population growth versus the share resulting from sprawling, unregulated physical expansion.

Results and Discussion

In the context of physical urban growth management, strategies are broadly classified into two main paradigms: urban growth containment policies and the Smart Growth paradigm. This study aims to analyze the spatial-physical transformations of District 22 in Tehran—one of the capital's most dynamic spatial zones—within the framework of physical growth management strategies.

An examination of spatial developments during the 2006–2016 period reveals a phase of massive physical development that lacked a clear managerial framework. Although the Holdern model results for this decade indicate that 127.83% of physical construction growth was driven by demographic attraction, accompanied by a decline in per capita land consumption, the structural analysis of the landscape metrics uncovers a complementary reality. Throughout this decade, a departure from a compact urban form was evident; increases in shape complexity and patch fragmentation reflected accelerated construction in the absence of a cohesive spatial plan. This finding aligns with prior empirical research that identified the initial development phase of District 22 as a form of unguided, scattered expansion (Goudarzi et al., 2022; Rafieian et al., 2017).

Conversely, during the 2016–2024 period, physical transformations in District 22 entered a new phase, exhibiting preliminary signs of alignment with Smart Growth principles. Contrary to purely qualitative claims, quantitative evidence derived from spatial metrics supports this positive shift. Despite the physical expansion of built-up areas from 4,200 to 5,157 hectares during this interval, structural landscape indicators—specifically the decline in geometric shape complexity (Shape_MN), the reduced mean Euclidean nearest-neighbor distance among patches (ENN_MN), and the moderation of the largest patch index (LPI)—demonstrate a clear trajectory toward spatial cohesion, infill development, and endogenously driven growth. This trend reflects improved sprawl management compared to the preceding decade.

Nevertheless, the full realization of Smart Growth objectives in District 22 remains constrained by structural challenges. The absence of unified official statistics post-2016 and discrepancies between municipal building permit administrative data and actual spatial realities on the ground hinder comprehensive evaluations. Given these registry data limitations, future research should focus on a comprehensive sustainability assessment of District 22 by empirically evaluating the ten core principles of Smart Growth (e.g., mixed land use, sustainable transportation, and diverse housing options) through rigorous field-based methodologies.

Conclusion

The first period of physical and demographic transformations in District 22 (2006–2016) reflects significant population growth accompanied by rapid physical expansion. The observed developments align closely with the outputs of Holdern's model for this decade, demonstrating that physical urban growth during this initial phase was predominantly driven by demographic factors. When evaluated against the two main growth management frameworks, this period exhibits an increase in built-up areas, heightened spatial complexity, and a decline in urban density, revealing no clear strategic approach toward urban sprawl management. Rather, the ascending trajectory of both population and built environments indicates a clear departure from a compact and sustainable urban form.

During the second period (2016–2024), Holdern's model indicates that physical expansion played a more dominant role in driving urban sprawl, while population growth experienced a noticeable deceleration. Interestingly, the demographic data and Holdern model outputs for this phase appear somewhat counterintuitive when contrasted with the spatial metrics findings—a discrepancy primarily attributable to an internal development (infill) approach. Despite the overall expansion of urbanized land from 2016 to 2024, widespread, scattered urban sprawl was effectively restrained due to the consolidation and development of interior vacant spaces. Spatial metrics during this era—including reduced geometric complexity of urban areas, diminished distances between built-up patches, and a declining influence of the largest urban patch (LPI)—further confirm a shift in spatial development logic compared to the preceding decade.

In summary, the first phase of physical transformation was characterized by simultaneous demographic and spatial expansion, reflecting the absence of

targeted strategies to manage urban sprawl. In the second phase (2016–2024), population growth continued, albeit at a significantly reduced intensity. Consequently, the spatial shifts during this second era can be characterized as a structural improvement of the built environment in terms of shape complexity, spatial proportion, patch size, and related spatial metrics. Thus, District 22 demonstrated more effective management of sprawl and unguided physical growth during the second period.

However, given the ongoing decline in urban density, future spatial developments may push expansion toward peripheral or emerging zones. Potential future shifts, such as changes in the LPI and Shape_MN metrics, could signal risks of spatial fragmentation and irregular development over time. Conversely, the observed increase in mean patch area (Area_MN) reflects larger-scale developments and intensified residential construction, suggesting enhanced spatial connectivity and structural integration in the long term. Ultimately, the physical transformations in District 22 over this 18-year timeframe highlight a critical juncture: without optimal land management and proactive policies, the region will face severe physical, economic, and environmental vulnerabilities.

Funding
There is no funding support.

Authors' Contribution
All sections of the manuscript were written with the joint contribution of the first and second authors. The third author reviewed and revised the final manuscript.

Conflict of Interest
Authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments
We are grateful to all the scientific consultants of this paper.

مجلـــه شـــهر پایـــدار
Journal Homepage: www.jscity.ir
شاپا الکترونیکی:2476-6151

تحلیل تحولات کالبدی در چارچوب راهبردهای مدیریت گسترش فیزیکی شهر مطالعه موردی: منطقه ۲۲ شهر تهران*

سینا سیفی مرزان [۱]، حسین منصوریان [۲]، احمد پوراحمد [۳]

۱- گروه جغرافیای انسانی و برنامه‌ریزی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: sina.seifi@ut.ac.ir
۲- نویسنده مسئول، گروه جغرافیای انسانی و برنامه‌ریزی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: h.mansourian59@ut.ac.ir
۳- گروه جغرافیای انسانی و برنامه‌ریزی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: apoura@ut.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۵/۰۳/۲۲
تاریخ بازنگری:
۱۴۰۵/۰۶/۱۳
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۵/۰۷/۱۰
تاریخ چاپ:
۱۴۰۵/۰۸/۱۴

واژگان کلیدی:
رشد فیزیکی شهر، رشد هوشمند، سیاست‌های محدودکننده رشد شهری، متریک‌های فضایی، منطقه ۲۲ شهر تهران.

چکیده

رشد شتابان جمعیت و گسترش فیزیکی شهرها، تحولات کالبدی را به فرایندی پیچیده و متأثر از سیاست‌های زمین تبدیل کرده است. منطقه ۲۲ شهر تهران به‌عنوان قطب جدید توسعه پایتخت، پویایی‌های فضایی ویژه‌ای را تجربه می‌کند. این پژوهش با هدف تحلیل تحولات کالبدی منطقه ۲۲ در چارچوب راهبردهای مدیریت گسترش فیزیکی شهر انجام‌شده است. پژوهش از نظر هدف کاربردی و از حیث روش کمّی است. فضاهای ساخته‌شده در سه مقطع زمانی ۱۳۸۵، ۱۳۹۵ و ۱۴۰۳ با تفسیر بصری تصاویر ماهواره‌ای در محیط Google Earth Pro استخراج و سپس با استفاده از مدل هلدرن و متریک‌های فضایی تحلیل شدند. نتایج مدل هلدرن در دوره نخست (۱۳۸۵–۱۳۹۵) نشان داد رشد جمعیت با سهمی حدود ۱۲۸ درصد، عامل اصلی توسعه کالبدی بوده و سرانه زمین ۲۸ درصد کاهش‌یافته است. بااین‌حال، متریک‌های فضایی افزایش پیچیدگی اشکال و ناپیوستگی پچ‌ها را نشان داد که بیانگر فقدان هدایت ساختاری توسعه بود. در دوره دوم (۱۳۹۵–۱۴۰۳)، اگرچه مدل هلدرن سهم مثبت ۱۵ درصدی سرانه زمین را نشان داد، اما کاهش شاخص‌های Shape-MN و ENN-MN بیانگر آن است که توسعه عمدتاً از طریق بارگذاری در فضاهای خالی داخلی و با الگوی منظم‌تر انجام‌شده است. در بازه ۱۸ ساله (۱۳۸۵–۱۴۰۳)، رشد جمعیت با سهم ۱۱۳ درصد، پیشران اصلی توسعه کالبدی منطقه بوده است. درمجموع، نتایج نشان می‌دهد ساختار کلان منطقه ۲۲ در مهار پراکنده‌رویی افقی و حرکت به‌سوی الگوی رشد هوشمند شهری عملکردی موفق داشته است.

استناد: سیفی مرزان، سینا؛ منصوریان، حسین و پوراحمد، احمد. (۱۴۰۵). تحلیل تحولات کالبدی در چارچوب راهبردهای مدیریت گسترش فیزیکی شهر مطالعه موردی: منطقه ۲۲ شهر تهران. *مجله شهر پایدار*، ۹ (۳)، ۵۷–۳۹.
http://doi.org/10.22034/jsc.2025.512605.1838

© نویسندگان
ناشر: انجمن جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری ایران

*. این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد سینا سیفی مرزان در رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری با راهنمای نویسنده دوم و مشاوره نویسنده سوم در دانشکده جغرافیا دانشگاه تهران است.

مقدمه

فرایند شهرنشینی و رشد شهری در مقیاس وسیع همه کشورهای جهان را تحت تأثیر قرار داده است (سیف‌الدینی و همکاران، ۱۳۹۳). در دهه‌های اخیر، جهان با سرعتی بی‌سابقه در حال شهری شدن بوده و این روند در ایران نیز به شکل تمرکز جمعیت در کلان‌شهرها بروز پیداکرده است (منصوریان و همکاران، ۱۳۹۸). یکی از ناپایدارترین الگوهای حاصل از این جریان، پدیده پراکنده‌رویی شهری به معنای گسترش فیزیکی کنترل نشده، افقی و کم تراکم در زمین‌های پیرامون شهر است که به مصرف بی‌رویه و ناکارآمد اراضی می‌انجامد (رحیمی و همکاران، ۱۴۰۱). این گسترش ناپیوسته که محرک‌های پویایی همچون رشد سریع جمعیت و افزایش مهاجرت (زبردست و قانونی، ۱۴۰۰)، سیاست‌های زمین و دخالت‌های دولت (حسینی و میره‌ای، ۱۳۹۸)، گسترش سکونتگاه‌های غیررسمی، توسعه روستاهای پیرامون (ایراندوست و همکاران، ۱۳۹۷) و توسعه زیرساخت‌های شهری و شبکه ارتباطی همراه با توسعه تکنولوژیکی (شفیعی ثابت و همکاران، ۱۳۹۸) را به‌عنوان پشتوانه در اختیار دارد، پیامدهای ناگواری همچون افزایش آسیب‌های اجتماعی و اقتصادی (زبردست و قانونی، ۱۴۰۰)، تخریب اراضی کشاورزی، منابع طبیعی و فضاهای باز پیرامون شهر (کیانی و قدیمی، ۱۴۰۳)، افزایش هزینه در تأمین خدمات و زیرساخت‌های شهری (خاکپور و همکاران، ۱۳۹۸)، کاهش انسجام فضایی و کالبدی شهر (ایراندوست و همکاران، ۱۳۹۷)، افزایش ترافیک و آلودگی‌های محیطی و در نهایت کاهش کنترل متمرکز بر کاربری اراضی محلی را به دنبال دارد (Shirkalaee, 2008).

با توجه به محدودیت ذاتی زمین و نقش کلیدی آن در فرایند توسعه و پیامدهای مخرب پراکنده‌رویی شهری، رهاشدگی بازار زمین شهری بدون استراتژی مدیریتی مناسب، حوزه‌های مکمل دیگر مانند بازار سرمایه و کار را نیز در روند توسعه دچار مشکل خواهد کرد. ازاین‌رو، مداخلات دولت در قالب سیاست‌گذاری زمین، ابزاری بسیار حیاتی برای تنظیم مناسبات قیمت، سود و هدایت بهینه کاربری‌ها محسوب می‌شود (رحیمی، ۱۳۹۹؛ Kivell, 2003). یکی از مهم‌ترین ابزارهای دولت در راستای کنترل بازار زمین شهری، تدوین برنامه‌ها، طرح جامع، طرح تفصیلی و در کل سیاست‌گذاری در حوزه زمین است. برای مدیریت گسترش شهری و مقابله با چالش‌های محیطزیستی، اقتصادی و اجتماعی حاصل از آن، راهبردهای گوناگونی موردتوجه مدیران شهری در دنیا قرارگرفته است. این راهبردها در دودسته کلان قابل تقسیم‌بندی می‌باشند. گروه اول، سیاست‌های محدودکننده رشد هستند که با ابزارهای سلبی مانند تعیین مرزهای کالبدی توسعه و کمربند سبز مانع پیشروی افقی شهر در اراضی خام می‌شوند. گروه دوم، پارادایم رشد هوشمند شهری است که با رویکردی ایجابی، به دنبال هدایت رشد به سمت داخل بافت موجود از طریق توسعه مجدد، بلندمرتبه‌سازی و نوسازی درون‌زا است (زنگنه شهرکی، ۱۳۹۸). در ایران، اگرچه طرح‌های جامع و تفصیلی متعددی با الهام از این دو رویکرد برای مهار گسترش کالبدی تهیه‌شده، اما نوسانات اقتصادی–سیاسی و نبود وحدت رویه، به آشفتگی در فرآیند تصمیم‌گیری و تداوم رشد بی‌برنامه دامن زده است (رحیمی، ۱۳۹۹؛ گودرزی و همکاران، ۱۴۰۰).

اگرچه پژوهش‌های داخلی و بین‌المللی متعددی به پایش و تحلیل شاخص‌های کالبدی (Dutta and Sengupta, 2026؛ Sharma and Ghuge, 2025؛ Liu, et al., 2025؛ Mahtta et al., 2022؛ پریزادی و همکاران، ۱۴۰۲؛ رمضی و نویدی مجد، ۱۴۰۲؛ مهیمی و همکاران، ۱۳۹۹) یا اثربخشی سیاست‌های زمین شهری و تحلیل اثرات آن بر تحولات کالبدی (مرادی و همکاران، ۱۴۰۰؛ گودرزی و همکاران، ۱۴۰۰؛ لاله‌پور، ۱۳۹۱؛ رحیمی، ۱۳۹۹؛ Kumar and Singh, 2023; Zhang and Li, Seto et al., 2011) پرداخته‌اند؛ اما، سنجش هم‌زمان تحولات کالبدی تحت تأثیر دو رویکرد متضاد و مکمل "رشد هوشمند" و "سیاست‌های محدودکننده" در پهنه‌های نوساز کلان‌شهری همچنان با خلاء تئوریک و تجربی مواجه است. این مسئله در کلان‌شهر تهران به‌عنوان گره‌گاه سیاسی–اقتصادی کشور و در منطقه

۲۲ نمودی عینی یافته است. منطقه ۲۲ شهر تهران که با داشتن موقعیت راهبردی و نقش فرا منطقه‌ای در اسناد فرادست با رسالت اکولوژیک، پهنه توسعه فضاهای گردشگری و آخرین ریه تنفسی پایتخت تعریف‌شده بود، در دو دهه اخیر به بستر تعارضات ساختاری شدید بدل گشته است. بارگذاری شدید جمعیتی، ورود کلان پروژه‌های تجاری فرا منطقه‌ای (مانند ایران‌مال)، بارگذاری انبوه مسکن بلندمرتبه در اطراف دریاچه چیتگر و دگرگونی ضوابط پهنه‌بندی‌های کالبدی، این منطقه را با تغییرات شتابان ساختار سیمای سرزمین مواجه کرده است. تضاد کالبدی میان بلندمرتبه‌سازی‌های متراکم از یک‌سو و گسترش افقی اراضی ساخته‌شده به سمت اراضی خام و دامنه کوهستان از سوی دیگر، ضرورت ارزیابی دقیق ساختار فضایی این منطقه را آشکار می‌سازد. بنابراین، مسئله اصلی پژوهش آن است که تحولات کالبدی و تغییرات سیمای سرزمین در منطقه ۲۲ طی دو دهه اخیر، تا چه حد همسو با اهداف راهبردی پارادایم رشد هوشمند و یا متأثر از سیاست‌های محدودکننده رشد شهری بوده است؟ پاسخ به این پرسش از طریق تحلیل متریک‌های فضایی و سنجش پویایی کالبدی منطقه، می‌تواند تبیین‌کننده میزان توفیق سیاست‌های زمین شهری گذشته بوده و بستر علمی لازم را برای بهبود سیاست‌گذاری‌های آتی و هدایت هوشمندانه گسترش فیزیکی کلان‌شهر تهران فراهم آورد. بنابراین، مسئله اصلی این پژوهش آن است که تحولات کالبدی و تغییرات ساختار سیمای سرزمین در منطقه ۲۲ تهران طی دو دهه گذشته، تحت تأثیر چه الگوهای کالبدی بوده و تا چه حد توانسته است اهداف راهبردی مدیریت گسترش فیزیکی شهر را محقق سازد؟

مبانی نظری

زمین شهری به زمین‌های واقع در محدوده شهرها با کاربری غیر کشاورزی اطلاق می‌شود که برای ساخت‌وساز به اخذ پروانه از شهرداری نیاز دارد. زمین شهری، بستر اصلی بارگذاری کالبدی و یکی از ارکان اصلی توسعه شهری محسوب می‌شود (موسوی و همکاران، ۱۴۰۰). بر اساس نظریه رانت ساختاری، زمین‌های شهری به دلیل موقعیت مکانی متمایز، دسترسی به تجهیزات و نزدیکی به فعالیت‌های عمرانی، ارزش‌افزوده‌ای فراتر از ارزش ذاتی خود تولید می‌کنند که به شکل‌گیری رانت منتهی می‌شود. در این میان، «سیاست زمین شهری» مجموعه‌ای از ابزارها، قوانین و برنامه‌های حاکمیتی است که شیوه کنترل، تخصیص و استفاده بهینه از اراضی را متناسب با نیازهای آتی مسکن و خدمات تعیین می‌کند و بر این روند تأثیر می‌گذارد (مهدوی، ۱۳۹۶). سیاست‌های زمین با محاسبه نیازهای واقعی، به دنبال تأمین کاربردهای موردنیاز و حل مشکل زمین و مسکن و مسائل مربوط به رشد شهر در آینده می‌باشد (امیری و همکاران، ۱۳۹۸). ناتوانی مدیریت شهری در هدایت توسعه فیزیکی شهر، روند توسعه را به سمت گسترش کم‌تراکم، ناپیوسته و لجام‌گسیخته در اراضی مرغوب پیرامونی سوق می‌دهد (کیانی و رئیسی، ۱۳۹۶)، که در ادبیات شهرسازی تحت عنوان پراکنده‌رویی شهری تعریف می‌شود. این الگو با شش معیارِ کلیدی شامل پیشروی گام‌به‌گام در پیرامون شهر، افزایش تخلخل فضایی، کاهش تراکم جمعیت، افزایش فواصل دسترسی به خدمات، جهش هزینه‌های سرانه زیرساختی و وابستگی شدید به حمل‌ونقل خصوصی شناخته می‌شود (ایراندوست و همکاران، ۱۳۹۷).

پراکنده‌رویی شهری، معلول یک عامل واحد نیست، بلکه حاصل هم‌افزایی و تلاقی ساختاری شبکه پیچیده‌ای از محرک‌های متنوع است. عوامل اجتماعی و مسائل مربوط به رشد طبیعی جمعیت، عوامل فرهنگی و افزایش تقاضا برای فضای بیشتر، عوامل تکنولوژیکی به دلیل پیشرفت فناوری و توسعه حمل‌ونقل، عوامل طبیعی، عوامل کالبدی–فضایی مانند نظام کاربری اراضی، عوامل اقتصادی و مسائل مربوط به سوداگری زمین و مسکن، عوامل سیاسی و مدیریتی که

در غالب سیاست‌های زمین شهری قرار می‌گیرد، ضعف در نظام برنامه‌ریزی شهری و خلاء نظارتی از جمله محرک‌های پراکنده‌رویی محسوب می‌شوند (رحیمی و همکاران، ۱۴۰۱). مسائلی مانند کاهش هزینه حمل‌ونقل و بهبود زیرساخت‌های بزرگراهی، سیاست‌هایی که سبب سهولت در توسعه مسکن ارزان در حومه می‌شود، تغییرات در سبک زندگی افراد و ضعف در برنامه‌ریزی نیز می‌توانند بر پراکنده رویی شهری اثرگذار باشند (Ewing, 2008). گسترش پراکنده شهری اگر مدیریت و با آن مقابله نشود می‌تواند اثرات زیادی در حوزه‌های مختلف مانند محیط‌زیست با تخریب اکوسیستم و فضاهای باز پیراشهری و افزایش آلودگی هوا، حوزه اجتماعی همراه با کاهش انسجام و تعاملات اجتماعی و دسترسی نابرابر به خدمات، حوزه اقتصادی و هزینه‌های بالای زیرساخت و کاهش کارایی اقتصادی و مسائل بسیار دیگر مانند حمل‌ونقل و سلامت عمومی شهروندان داشته باشد (Guneralp et al., 2020).

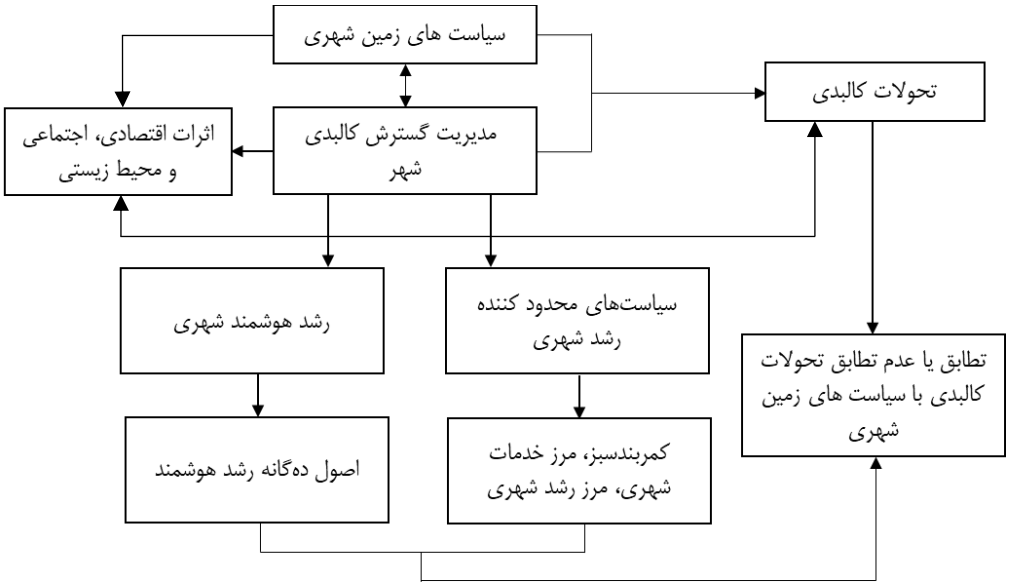
با توجه به عوارض پراکنده‌رویی شهری، مدیریت گسترش فیزیکی شهر و مقابله با اثرات آن امری ضروری است. برنامه‌ریزی شهری مبتنی بر توسعه متراکم، ترکیب کاربری‌ها، توسعه حمل‌ونقل عمومی، مدیریت رشد شهری با تعیین مرز، استفاده از تکنولوژی‌ها، تشویق به توسعه درونی و نوسازی و بهسازی، حفظ فضاهای باز و سبز شهری و آموزش به شهروندان و مشارکت، همه از فعالیت‌هایی در راستای مقابله با گسترش شهری می‌باشد (Akbari & Ameri, 2021). در جهت مهار عوارض پراکنده‌رویی، دو پارادایم کلان در نظریات شهرسازی معاصر شکل‌گرفته است که رویکردهای مدیریتی متفاوتی را تعقیب می‌کنند. الگوهایی که شهرهای آمریکایی در مدیریت گسترش شهری استفاده می‌کنند بیشتر در چارچوب رشد هوشمند و الگوی شهرهای اروپایی در قالب سیاست‌های محدودکننده رشد شهری و ایجاد مرز خدماتی و کمربند سبز جای می‌گیرد (Ewing & Hamidi, 2015; Schuster Olbrich et al., 2022).

از مهم‌ترین راهبردهای شهرنشینی پایدار می‌توان به رشد هوشمند اشاره کرد. رشد هوشمند نوعی از توسعه می‌باشد که به اقتصاد، اجتماع و محیط‌زیست فکر می‌کند و به‌عنوان جامع‌ترین و تفصیلی‌ترین رویکرد در زمینه مدیریت گسترش پراکنده شناخته می‌شود (زنگنه شهرکی، ۱۳۹۸). این رویکرد به الگوی ترکیبی کاربری و قابل‌دسترس بودن، تنوع در حمل‌ونقل و توسعه حمل‌ونقل عمومی، کاهش در هزینه‌های زیرساخت شهری اشاره دارد و هدف نهایی آن جامعه‌ای برای زیست می‌باشد (litman, 2005). رشد هوشمند دارای اصول ده‌گانه شامل ۱) کاربری ترکیبی[1]، ۲) توسعه متراکم[2]، ۳) محله‌های پیاده مدار[3]، ۴) تنوع در انتخاب مسکن[4]، ۵) توسعه مراکز و محله‌های شهری[5] ۶) محافظت از زمین‌های با ارزش زیست‌محیطی[6]، ۷) بهبود حمل‌ونقل عمومی[7]، ۸) تنوع در انتخاب حمل‌ونقل[8]، ۹) تصمیم‌گیری مشارکتی[9]، ۱۰) همکاری منطقه‌ای[10] می‌باشد (Hamin & Gurran, 2009).

سیاست‌های محدودکننده رشد شهری شامل قانون‌ها و یا مشوق‌هایی می‌شود که در راستای محدود کردن رشد پراکنده شهری و توسعه متراکم‌تر عمل می‌کند. این سیاست‌ها، ابزارهای فیزیکی می‌باشد که در کاهش پراکندگی و حفاظت و نگهداری از زمین‌های کشاورزی مؤثر هستند (زنگنه شهرکی، ۱۳۹۸). سیاست‌های محدودکننده شامل سه

1. Mix Land Uses
2. Take Advantage of Compact Building Design
3. Create Walkable Neighborhoods
4. Provide a Variety of Housing Options
5. Foster Distinctive, Attractive Communities with a Strong Sense of Place
6. Preserve Open Space, Farmland, Natural Beauty, and Critical Environmental Areas
7. Strengthen and Direct Development Towards Existing Communities
8. Provide a Variety of Transportation Choices
9. Make Development Decisions Predictable
10. Encourage Community and Stakeholder Collaboration in Development Decisions

روش ایجاد کمربند سبز[1]، مرز رشد شهری[2] و مرز خدمات شهری[3] می‌شود. کمربند سبز یک منطقه طبیعی باز کشاورزی و یا جنگلی و فضای سبز است که شهر را احاطه کرده و مانعی بر سر راه رشد و گسترش شهر است. مرز رشد شهری و مرز خدمات شهری مرزی است که شهر را از نواحی پیرامونی جدا کرده تا تفاوت منطقه شهری و روستایی مشخص شود، و خارج از آن مرز، زیرساخت‌های شهری ارائه نگردد (Bengston & Yeo-Chang, 2004). سیاست‌های محدودکننده رشد شهری به دنبال کاهش پراکندگی و افزایش تراکم شهری است؛ اما اثربخشی این سیاست‌ها نیازمند اجرای دقیق، برنامه‌ریزی هوشمندانه و پایش مداوم است (Chi & Goetz, 2021). کمربند سبز به‌عنوان یکی از سیاست‌های محدودکننده رشد شهری با هدف کنترل گسترش شهر و حفاظت از زمین‌های اطراف شهر طراحی می‌شود که علاوه بر آن نقش بسیار مهمی در بهبود کیفیت زندگی و کاهش آلودگی هوا دارد، و برای تحقق اهداف کمربند سبز باید به آن به‌عنوان یک منبع پویا و نه‌فقط یک عامل محدوده کننده نگاه شود (Amati, 2008).



شکل ۱. مدل مفهومی پژوهش

روش پژوهش

پژوهش پیش‌رو از نظر ماهیت، یک مطالعه پس‌رویدادی، از حیث هدف، کاربردی و از نظر روش، کمّی می‌باشد. محدوده زمانی پژوهش شامل یک بازه زمانی ۱۸ ساله از سال ۱۳۸۵ تا ۱۴۰۳ می‌باشد. دلیل انتخاب سال ۱۳۸۵ به‌عنوان مبدأ زمانی پژوهش، انطباق آن با سرشماری عمومی نفوس و مسکن ۱۳۸۵، تدوین طرح جامع شهر تهران در سال ۱۳۸۶ و پیامدهای ناشی از ملاک عمل قرار گرفتن اولین طرح تفصیلی منطقه ۲۲ (مصوب ۱۳۸۳) است که نخستین راهبردهای رسمی مدیریت گسترش فیزیکی را در منطقه پایه‌گذاری کرد.

به‌منظور استخراج داده‌های مکانی مربوط به مناطق ساخته‌شده منطقه ۲۲، از تصاویر ماهواره‌ای تاریخی و با تفکیک‌پذیری بالای محیط Google Earth Pro (GEP) به‌عنوان پایگاه داده اصلی استفاده شد. برای این کار، ابتدا مرز اراضی ساخته‌شده در هر سه مقطع زمانی ۱۳۸۵، ۱۳۹۵ و ۱۴۰۳ به‌صورت مبنایی و بر اساس تفسیر بصری شواهد در

1. Green Belt (GB)
2. Urban growth boundary (UGB)
3. Urban service boundary (USB)

محیط نرم‌افزار GEP به‌طور دقیق رقومی سازی و در قالب لایه‌های برداری استخراج گردید. لایه‌های برداری به‌منظور تحلیل تحولات کالبدی با استفاده از متریک‌های فضایی در نرم‌افزار Fragstats مورداستفاده قرار گرفت. متریک‌های فضایی مورداستفاده در جدول ۱ ارائه‌شده است. متریک‌ها یا سنجه‌های فضایی خصوصیات شکلی، هندسی و ماهیت پراکنش و توزیع اجزای ساختاری (لکه‌ها یا قطعات) را در بستر سیمای سرزمین تعریف، قابل‌مقایسه و کمّی سازی می‌کنند (زنگنه‌شهرکی، ۱۳۹۸). تحلیل متریک‌های فضایی می‌تواند به درک الگوهای رشد شهری که منجر به تصمیم‌گیری بهتر در مورد سیاست‌های زمین شهری خواهد شد، کمک کند. ارزیابی اثرات محیط‌زیستی رشد شهری، برنامه‌ریزی در راستای کاهش هزینه‌ها و پیش‌بینی رشد آتی شهر و تحولات کالبدی از مواردی است که می‌تواند حاصل سنجش متریک‌های فضایی باشد (Herold, Couclelis, &Clarke, 2005). از متریک‌های فضایی می‌توان در سنجش الگوهای پراکنده‌رویی شهر، تراکم شهری و توسعه متراکم استفاده کرد. این متریک‌ها به پایش تغییرات کمک می‌کنند و با تحلیل روندهای گذشته می‌توان تحولات کالبدی در آینده را پیش‌بینی کرد. خروجی متریک‌های فضایی برای شناسایی رویکرد غالب در تحولات کالبدی دو دهه گذشته مورداستفاده قرار گرفت.

جدول ۱. متریک‌های فضایی مورداستفاده در پژوهش

Np	Number of Patches	نشان‌دهنده تعداد پچ‌ها
Pd	Patch density	نشان‌دهنده تراکم پچ در واحد سطح
LPI	Largest Patch Index	اندازه بزرگ‌ترین پچ
Shape-MN	Mean shape Index	نشان‌دهنده میزان پیچیدگی شکل‌ها
Area-MN	Mean Patch Area	میانگین مساحت پچ
FRAC-MN	Mean Fractal Dimension Index	ابعاد فراکتال که نشان‌دهنده میزان سادگی شکل پچ‌ها
Contig-MN	Mean Contiguity Index	نشان‌دهنده پیوستگی داخل پچ‌ها و ساختار یکپارچه
Enn-MN	Mean Euclidean nearest neighbor Distance	میانگین فاصله بین هر پچ و نزدیک‌ترین پچ همسایه
PLADJ	Percentage of Like	درصد مجاورت‌های مشابه
DIVISION	Landscape Division Index	تقسیم‌بندی منظر
AI	Aggregation Index	نشان‌دهنده تجمع و تراکم پچ‌ها
MESH	Mesh Siza	میزان تقسیم شدن منظر
AWMSI	Area weighted Mean Shape Index	میانگین وزنی شاخص شکل بر اساس مساحت
TE	Total Edge	نشان‌دهنده مجموع لبه‌ها
ED	Edge Density	نشان‌دهنده چگالی لبه‌ها
MPE	Mean Patch Edge	میانگین لبه پچ‌ها
MPS	Mean Patch Size	میانگین اندازه پچ‌ها

منبع: Reis et al., 2015، منصوریان و همکاران، ۱۴۰۰.

در کنار متریک‌های فضایی از مدل ریاضی هلدرن جهت سنجش بررسی رابطه میان تحولات جمعیتی و کالبدی استفاده‌شده است. با استفاده از مدل هلدرن می‌توان مشخص نمود که چه مقدار از رشد شهر به‌واسطه رشد جمعیت و چه مقدار به‌واسطه رشد بدقواره شهری است (جلودار و اسفندیاری، ۱۳۹۲). مدل هلدرن در رابطه (۱) قابل‌مشاهده است:

رابطه
$$\ln\left(\frac{A_2}{A_1}\right) = \ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right) + \ln\left(\frac{F_2}{F_1}\right) \quad (1)$$

- A_1 و A_2: مساحت اراضی ساخته‌شده شهری در سال مبدأ و مقصد.
- P_1 و P_2: جمعیت کل منطقه در سال مبدأ و مقصد.
- F_1 و F_2: سرانه زمین شهری در سال مبدأ و مقصد ($F = \frac{A}{P}$) که برحسب مترمربع به ازای هر نفر محاسبه می‌شود.

برای تعیین دقیق سهم هر یک از عوامل در تغییرات کالبدی، طرفین رابطه بر نرخ رشد فیزیکی کل یعنی $\ln(A_2/A_1)$ تقسیم می‌شوند تا وزن درصدی فاکتورها استخراج گردد:

- سهم رشد جمعیت (شاخص توسعه درون‌زا/رشد هوشمند):

$$\text{Population Rate (\%)} = \frac{\ln(P_2/P_1)}{\ln(A_2/A_1)} \times 100$$

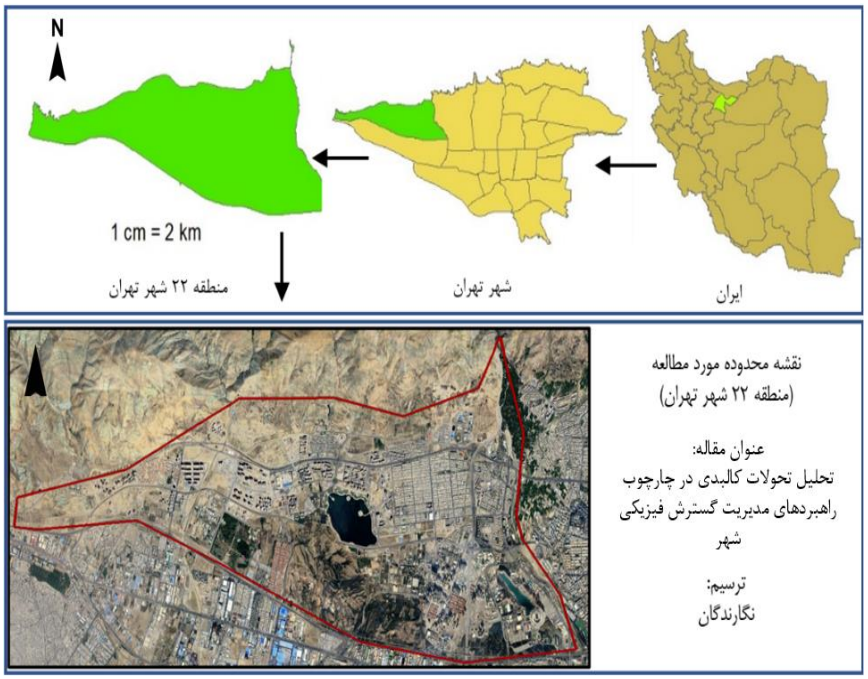
- سهم تغییر سرانه زمین (شاخص پراکنده‌رویی/اسپرال فیزیکی):

$$\text{Sprawl Rate (\%)} = \frac{\ln(F_2/F_1)}{\ln(A_2/A_1)} \times 100$$

اگر سهم رشد جمعیت به عدد ۱۰۰ درصد نزدیک یا از آن فراتر رود (سهم سرانه منفی شود)، نشان می‌دهد که توسعه کالبدی منطقه کاملاً جمعیت محور و متراکم بوده است. اما اگر سهم سرانه زمین مثبت و بالا باشد، اثبات می‌کند که گسترش فیزیکی فراتر از نیاز جمعیتی بوده و منطقه دچار رشد بدقواره و پراکنده‌رویی افقی گشته است.

محدوده موردمطالعه

منطقه ۲۲ شهر تهران در شمالِ آزادراه تهران–کرج، شرقِ محدوده جنگلی وردآورد، غربِ رودخانه کن و جنوبِ رشته‌کوه البرز قرار دارد. این منطقه، با مناطق ۵ و ۲۱ شهرداری تهران هم‌جوار است. منطقه ۲۲ از قسمت شمالی تا ارتفاع ۱۸۰۰ متری در دامنه‌های جنوبی البرز توسعه‌یافته است که سبب به وجود آمدن مانعی بر سر راه توسعه فیزیکی منطقه می‌باشد. این منطقه با ۱۷ درصد از مساحت شهر تهران، ۱۰ درصد از جمعیت تهران را در خود جای‌داده است و ۸,۴ درصد از محدوده خدماتی شهر را شامل می‌شود (قادری و همکاران، ۱۳۹۷). جمعیت منطقه ۲۲ شهر تهران در سال ۱۳۸۵ برابر با ۱۰۸۶۷۴ نفر بوده است. بنا بر آمار ارائه‌شده در آمارنامه شهر تهران جمعیت این منطقه در سال ۱۴۰۳ (آخرین داده موجود) حدود ۲۰۹۹۹۱ نفر برآورد شده است.

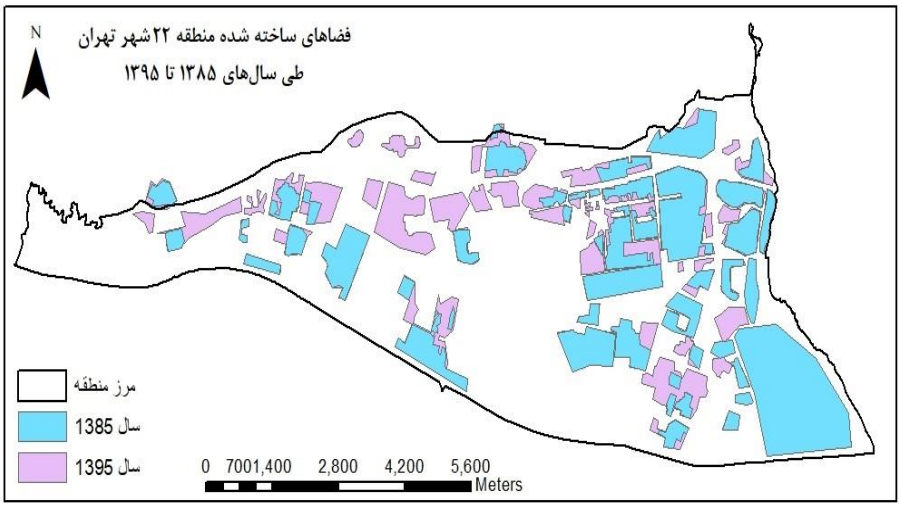


شکل ۲. محدوده موردمطالعه (منطقه ۲۲ شهر تهران)

یافته‌ها

تحولات کالبدی منطقه ۲۲ در فاصله سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵

جمعیت ساکن در منطقه ۲۲ در سال ۱۳۸۵ حدود ۱۰۸۶۷۴ نفر بوده است. این جمعیت با نرخ رشد سالانه حدود ۵ درصد به ۱۷۶۳۴۷ نفر در سال ۱۳۹۵ افزایش‌یافته است. هم‌زمان با رشد شتابان جمعیتی منطقه ۲۲، مساحت اراضی ساخته‌شده در این منطقه از ۲۸۷۶ هکتار در سال ۱۳۸۵ به بیش از ۴۲۰۰ هکتار در سال ۱۳۹۵ رسیده است. نرخ رشد سالانه اراضی ساخته‌شده حدود ۳,۹ درصد بوده است. بیشترین میزان ساخت‌وساز در نیمه غربی منطقه ۲۲ و در قطعات بزرگ اتفاق افتاده است (شکل ۳).



شکل ۳. تحولات کالبدی منطقه ۲۲ شهر تهران (۱۳۹۵-۱۳۸۵)

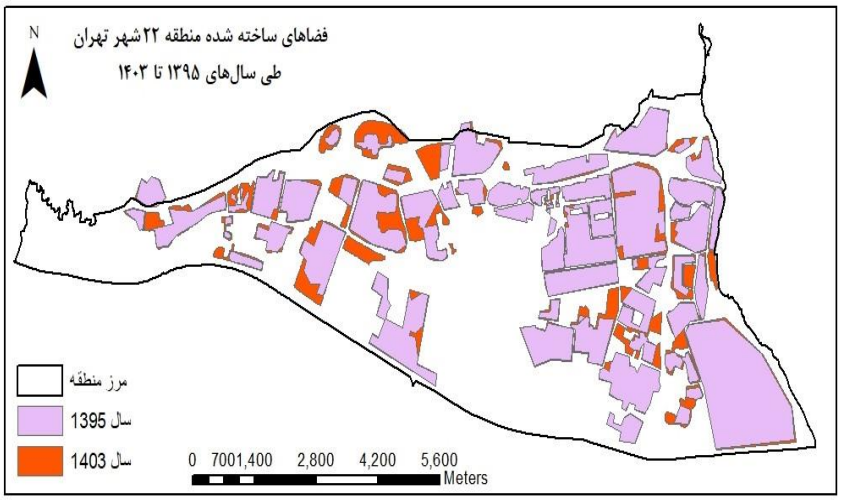
نتایج مدل هلدرن به‌منظور تحلیل رابطه میان رشد فیزیکی و رشد جمعیتی منطقه ۲۲ در فاصله سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ نشان می‌دهد که جمعیت ساکن در منطقه رشدی حدود ۶۲ درصد و اراضی ساخته‌شده رشدی معادل ۴۶ درصد را تجربه کرده است. بر این اساس، رشد جمعیت با حدود ۱۲۷ درصد از سهم کل، محرک اصلی بارگذاری‌های کالبدی در این دوره بوده است. در مقابل، فاکتور سرانه مساحت ساخته‌شده با روندی کاهشی (از ۲۶۵ مترمربع به ازای هر نفر در سال ۱۳۸۵ به ۲۳۸ مترمربع در سال ۱۳۹۵)، سهمی حدود ۲۸- درصد را به خود اختصاص داده است. این توسعه فیزیکی جمعیت محور نشان می‌دهد که بخش عمده‌ای از اراضی ساخته‌شده در قالب انبوه‌سازی و بلندمرتبه‌سازی بارگذاری شده‌اند؛ امری که مانع از مصرف افقی و بی‌برنامه اراضی خام منطقه ۲۲ به نفع سرریز جمعیت شده است (جدول ۳).

جدول ۳. محاسبات مدل هلدرن برای سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵

سال	جمعیت (نفر)	فضاهای ساخته‌شده (هکتار)	$LN(\frac{P2}{P1})$	$LN(\frac{F2}{F1})$	$LN(\frac{A2}{A1})$
۱۳۸۵	۱۰۸۶۷۴	۲۸۷۶,۲۲	۰,۴۸۴۱	- ۰,۱۰۵	۰,۳۷۸۷
۱۳۹۵	۱۷۶۳۴۷	۴۲۰۰,۵۱			
۹۵-۱۳۸۵	٪۶۲,۳	٪۴۶	٪۱۲۷,۸	-٪۲۷,۸	-

تحولات کالبدی منطقه ۲۲ در فاصله سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۳

جمعیت ساکن در منطقه ۲۲ در سال ۱۳۹۵ حدود ۱۷۶۳۴۷ نفر بوده است. این جمعیت با نرخ رشد سالانه حدود ۲,۲ درصد به ۲۰۹۹۹۱ نفر در سال ۱۴۰۳ افزایش‌یافته است (آمارنامه شهر تهران، ۱۴۰۳). هم‌زمان با رشد جمعیتی منطقه ۲۲، مساحت اراضی ساخته‌شده در این منطقه از ۴۲۰۰ هکتار در سال ۱۳۹۵ به بیش از ۵۱۵۷ هکتار در سال ۱۴۰۳ رسیده است. نرخ رشد سالانه اراضی ساخته‌شده حدود ۲,۶ درصد بوده است. بیشترین میزان ساخت‌وساز در پیرامون ساخت‌وسازهای قبلی و به‌خصوص در نیمه غربی منطقه ۲۲ اتفاق افتاده است (شکل ۴).



شکل ۴. تحولات کالبدی منطقه ۲۲ شهر تهران (۱۴۰۳-۱۳۹۵)

نتایج مدل هلدرن به‌منظور تحلیل رابطه میان رشد فیزیکی و رشد جمعیتی منطقه ۲۲ در فاصله سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۳ نشان می‌دهد که جمعیت ساکن در منطقه رشدی حدود ۱۹ درصد و اراضی ساخته‌شده با الحاق ۹۵۷ هکتار، رشدی معادل ۲۳ درصد را تجربه کرده است. بر این اساس، رشد جمعیت با حدود ۸۵ درصد از سهم کل، محرک اصلی توسعه فیزیکی در این دوره بوده است. بااین‌حال، برخلاف دوره اول (۱۳۸۵-۱۳۹۵) که سهم سرانه زمین منفی بود، در این دوره فاکتور سرانه زمین تغییر جهت داده و سهمی حدود ۱۴ درصد را به خود اختصاص داده است. این روند صعودی سبب افزایش سرانه اراضی ساخته‌شده از حدود ۲۳۸ مترمربع به ۲۴۶ مترمربع شده است (جدول ۴).

جدول ۴. محاسبات مدل هلدرن برای سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۳

سال	جمعیت (نفر)	فضاهای ساخته‌شده (هکتار)	$LN(\frac{P2}{P1})$	$LN(\frac{F2}{F1})$	$LN(\frac{A2}{A1})$
۱۳۹۵	۱۷۶۳۴۷	۴۲۰۰,۵۱	۰,۱۷۴	۰,۰۳۳	۰,۲۰۵
۱۴۰۳	۲۰۹۹۹۱	۵۱۵۷,۳۸			
۱۴۰۳-۱۳۹۵	٪۱۹,۱	٪۲۲,۸	٪۸۵	٪۱۴,۲	–

تحولات کالبدی منطقه ۲۲ در فاصله سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۴۰۳

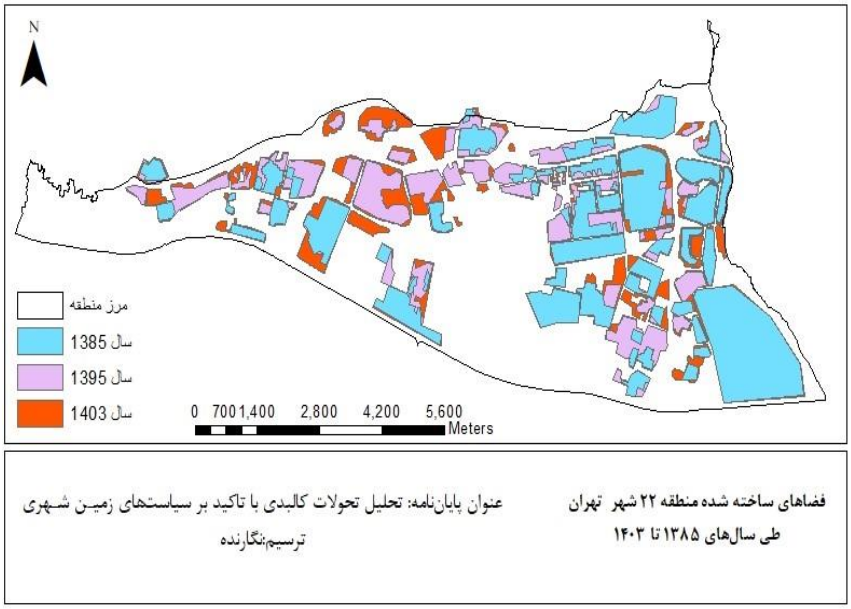
جمعیت منطقه ۲۲ در فاصله سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۴۰۳ با نرخ رشد سالانه ۳,۷ درصد از ۱۰۸۶۷۴ نفر به ۲۰۹۹۹۱ نفر افزایش‌یافته است. بااین‌حال، پس از نرخ رشد ۶,۳ درصدی جمعیت در فاصله سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۵، نرخ رشد جمعیت روند رو به کاهشی را تجربه کرده و به حدود ۱,۳۴ درصد در سال‌های ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۳ رسیده است. مساحت فضاهای

ساخته‌شده از ۲۸۷۶٫۲ هکتار در سال ۱۳۸۵ به ۵۱۵۷٫۴ هکتار در سال ۱۴۰۳ رسیده است. نرخ رشد سالانه اراضی ساخته‌شده در فاصله سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۴۰۳ برابر ۳٫۳ درصد می‌باشد (جدول ۵).

جدول ۵. تحولات جمعیت و مساحت فضاهای ساخته‌شده منطقه ۲۲ شهر تهران

سال	جمعیت (نفر)	مساحت فضاهای ساخته‌شده (هکتار)	نرخ رشد سالانه جمعیت (درصد)	نرخ رشد سالانه اراضی ساخته‌شده (درصد)
۱۳۸۵	۱۰۸۶۷۴	۲۸۷۶٫۲۲		–
۱۳۹۵	۱۷۶۳۴۷	۴۲۰۰٫۵۱	۴٫۹۶	۳٫۸
۱۴۰۳	۲۰۹۹۹۱	۵۱۵۷٫۳۸	۲٫۲	۲٫۶
۱۴۰۳–۱۳۸۵	۱۰۱۳۱۷	۲۲۸۱٫۱۶	۳٫۷	۳٫۳

تحولات فضاهای ساخته‌شده از سال ۱۳۸۵ تا ۱۴۰۳ در شکل ۵ نمایش داده‌شده است. تحولات کالبدی در فاصله سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ نشان‌دهنده ایجاد فضاهای جدید به‌خصوص در نیمه غربی منطقه ۲۲ می‌باشد. بااین‌حال، فضاهای ساخته‌شده در فاصله سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۳ بیشتر به شکل توسعه درونی فضاهای ساخته‌شده و در راستای منظم کردن فضا بوده است (شکل ۵).



شکل ۵. تحولات کالبدی منطقه ۲۲ شهر تهران (۱۴۰۳–۱۳۸۵)

نتایج مدل هلدرن به‌منظور تحلیل رابطه میان رشد فیزیکی و رشد جمعیتی منطقه ۲۲ در فاصله سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۴۰۳ نشان می‌دهد که در این بازه زمانی ۱۸ ساله، جمعیت ساکن در منطقه رشدی حدود ۹۳ درصد و اراضی ساخته‌شده با الحاق ۲۲۸۱ هکتار، رشدی معادل ۷۹ درصد را تجربه کرده است. بر این اساس، رشد جمعیت با حدود ۱۱۲ درصد از سهم کل، محرک اصلی توسعه فیزیکی منطقه ۲۲ بوده است. در طرف مقابل، سرانه زمین به ازای نفر از ۲۶۴٫۶ مترمربع در سال ۱۳۸۵ به ۲۴۵٫۶ مترمربع در سال ۱۴۰۳ کاهش‌یافته است؛ بنابراین، سهم سرانه زمین در گسترش کالبدی منطقه ۱۲٫۸– درصد بوده است (جدول ۶).

جدول ۶. محاسبات مدل هلدرن در فاصله سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۴۰۳

سال	جمعیت (نفر)	فضاهای ساخته‌شده (هکتار)	$LN(\frac{P2}{P1})$	$LN(\frac{F2}{F1})$	$LN(\frac{A2}{A1})$
۱۳۸۵	۱۰۸۶۷۴	۲۸۷۶,۲۲	۰,۶۵۸	-۰,۰۲۴	۰,۵۸۳
۱۴۰۳	۲۰۹۹۹۱	۵۱۵۷,۳۸			
۱۴۰۳-۱۳۸۵	٪۹۳,۲	٪۷۹,۳	٪۱۱۲,۸	-٪۱۲,۸	-

تحلیل تحولات کالبدی با استفاده از متریک‌های فضایی در سال ۱۳۸۵

بر اساس خروجی متریک‌های فضایی (جدول ۷)، وضعیت کالبدی منطقه ۲۲ شهر تهران را در سال ۱۳۸۵ می‌توان این‌گونه خلاصه‌سازی کرد:

ساختار متخلخل، پچ‌های کوچک و تکه‌تکه‌شدن سیمای سرزمین: وجود پچ‌های فراوان (NP=47)، کوچک (MPS=28.2) و بالا بودن شاخص تراکم پچ (PD=3.28) نشان‌دهنده آغاز ساخت‌وسازهای پراکنده، کوچک‌مقیاس و عدم پیوستگی اراضی ساخته‌شده است. به‌عبارت‌دیگر، ساخت‌وسازها به‌صورت هسته‌های جدا از هم در سطح منطقه توزیع‌شده است.

شکل هندسی منظم، ساده و فواصل زیاد میان پچ‌های ساخته‌شده: بالا بودن ارزش متریک میانگین فاصله با نزدیک‌ترین همسایه (ENN-MN=137.5) و پایین بودن ارزش شاخص‌های AWMSI=1.4 و Shape-MN=1.5 نشان‌دهنده اشکال هندسی، ساده و منظم و از طرف دیگر انزوای فضایی بافت‌های شهری نوساز از یکدیگر در منطقه ۲۲ می‌باشد.

به‌طورکلی، منطقه ۲۲ شهر تهران در سال ۱۳۸۵ سیمای سرزمین متشکل از هسته‌های کوچک، منظم، با فاصله زیاد از یکدیگر و تحت تسلط یک یا دو پچ شهری قدیمی‌تر را نشان می‌دهد.

تحلیل تحولات کالبدی با استفاده از متریک‌های فضایی در سال ۱۳۹۵

بر اساس خروجی متریک‌های فضایی (جدول ۷)، وضعیت کالبدی منطقه ۲۲ شهر تهران را در سال ۱۳۹۵ می‌توان این‌گونه خلاصه‌سازی کرد:

تکه‌تکه‌شدن بیشتر سیمای سرزمین با پچ‌های بزرگ‌تر: افزایش تعداد پچ‌های ساخته‌شده (NP=53) و در کنار آن افزایش میانگین مساحت پچ‌ها (Area-MN=39.7) و کاهش شاخص بزرگ‌ترین پچ (LPI=17%) نشان‌دهنده تشدید فرایند تکه‌تکه‌شدن سیمای سرزمین با پچ‌های بزرگ مقیاس‌تر است.

کاهش فاصله پچ‌های شهری و افزایش پیچیدگی هندسی بافت شهری: کاهش میانگین فاصله بین پچ‌ها (ENN-MN=101.5) و ارزش شاخص‌های AWMSI و Shpe-MN نشان می‌دهد که فضاهای خالی بین پچ‌های ساخته‌شده شروع به پر شدن کرده اما پچ‌های ساخته‌شده در حال از دست دادن شکل هندسی ساده و تبدیل به اشکال کالبدی نامنظم‌تر و پیچیده‌تر هستند. در کل، سیمای سرزمین منطقه ۲۲ در سال ۱۳۹۵ دوران اوج تکه‌تکه‌شدن را تجربه می‌کند؛ هر چند این فرایند در قالب پچ‌های بزرگ‌تر و کاهش فواصل میان پچ‌ها رخ می‌دهد.

تحلیل تحولات کالبدی با استفاده از متریک‌های فضایی در سال ۱۴۰۳

بر اساس خروجی متریک‌های فضایی (جدول ۷)، وضعیت کالبدی منطقه ۲۲ شهر تهران را در سال ۱۴۰۳ می‌توان این‌گونه خلاصه‌سازی کرد:

پیوستگی و ادغام کالبدی: کاهش تعداد پچ‌ها (NP=44)، کاهش تراکم پچ‌ها (PD=1.7)، افزایش میانگین مساحت پچ‌ها (MPS=40.3 و Area-MN=58.6) و کاهش میانگین فاصله از نزدیک‌ترین پچ مجاور (ENN-MN=78.5) نشان‌دهنده توقف فرایند تکه‌تکه‌شدن سیمای سرزمین و حرکت به سمت یکپارچگی کالبدی است.

پیچیدگی هندسی و ساختاری سیمای سرزمین: افزایش قابل‌توجه ارزش شاخص‌های AWMSI=1.48 و Shape-MN=1.69 نشان‌دهنده افزایش پیچیدگی هندسی و ساختاری سیمای سرزمین در منطقه ۲۲ است.

در کل، منطقه ۲۲ در سال ۱۴۰۳ حرکت به سمت سیمای سرزمین فشرده‌تر و به‌هم‌پیوسته‌تر را نشان می‌دهد. در این مرحله، فضاهای خالی بین پچ‌های شهری در حال پر شدن بوده و تعدادی از پچ‌ها در یکدیگر ادغام‌شده‌اند و اشکال هندسی بزرگ‌تر و پیچیده‌تری شکل‌گرفته است.

جدول ۷. نتایج تحلیل متریک‌های فضایی در محدوده موردمطالعه

متریک‌ها	۱۳۸۵	۱۳۹۵	۱۴۰۳
Np	۴۷	۵۳	۴۴
Pd	۳/۲۸	۲/۵۲	۱/۷۱
LPI	۲۴/۱۷	۱۷/۳	۱۶/۹۹
Shape-MN	۱/۵	۱/۵۵	۱/۶۹
Area-MN	۳۰/۵۲	۳۹/۶۹	۵۸/۶۳
FRAC-MN	۱/۰۷	۱/۰۷	۱/۰۸
Para-MN	۱۸۰/۰۳	۲۰۵/۱۴	۱۶۷/۲۳
Contig-MN	۰/۸۸	۰/۸۶	۰/۸۹
PAFRAC	۱/۱۸	۱/۲۱	۱/۲۳
ENN-MN	۱۳۷/۴۴	۱۰۱/۵۱	۷۸/۴۹
PLADJ	۹۴/۶۳	۹۴/۸۲	۹۵/۲۷
DIVISION	۰/۹۱	۰/۹۴	۰/۹۴
AI	۹۵/۲۱	۹۵/۳	۹۵/۷
MESH	۱۲۹/۷۶	۱۱۹/۰۴	۱۶۰/۹۵
AWMSI	۱/۴	۱/۲۵	۱/۴۸
MSI	۱/۴۲	۱/۴۳	۱/۴۴
MPAR	۱۵۴/۶۷	۱۷۹/۰۹	۱۷۵/۵۲
TE	۲۲۶۶۳۶/۷	۳۱۸۱۷۸/۹۷	۳۶۲۸۵۰/۵۵
ED	۷۸/۸	۷۵/۷۵	۷۰/۳۶
MPE	۲۲۲۱/۹۳	۲۵۶۵/۹۶	۲۸۳۴/۷۷
MPS	۲۸/۲	۳۳/۸۸	۴۰/۲۹
NUMP	۱۲۸	۱۲۴	۱۰۲
MEDPS	۲۴/۹۷	۲۰/۱	۱۳
PSCOV	۱۳۱/۷۱	۱۴۵/۴۶	۱۸۱/۶۵
PSSD	۵۳/۰۷	۴۹/۲۸	۵۱/۲۲
TLA	۵۱۵۷/۳۸	۴۲۰۰/۵۱	۲۸۷۶/۲۲

تحلیل تحولات کالبدی با استفاده از متریک‌های فضایی در فاصله سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۴۰۳

تحلیل متریک‌های سیمای سرزمین در فاصله سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۴۰۳ در منطقه ۲۲ شهر تهران نشان می‌دهد که:

NP: تغییرات متریک تعداد پچ‌ها در فاصله سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۴۰۳ روندی سینوسی و نزولی را نشان می‌دهد. تعداد پچ‌های ساخته‌شده در دوره اول افزایش‌یافته است؛ اما، در دوره دوم تعداد پچ‌ها با کاهش مواجه شده است.

PD: شاخص تراکم پچ‌ها در فاصله سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۴۰۳ روند کاهش مستمری را نشان می‌دهد؛ ارزش این شاخص از ۳,۲۸ در سال ۱۳۸۵ به ۱,۷۱ در سال ۱۴۰۳ رسیده است.

MPS: یکی از پایدارترین روندها در این ۱۸ سال، رشد مستمر و قابل‌توجه میانگین مساحت پچ‌های ساخته‌شده است. میانگین مساحت پچ‌های ساخته‌شده از ۲۸,۲ هکتار در سال ۱۳۸۵ با رشد حدود ۴۳ درصدی به ۴۰,۳ هکتار در سال ۱۴۰۳ رسیده است.

ENN-MN: شاخص میانگین فاصله از نزدیک‌ترین پچ مجاور، روندی کاملاً نزولی داشته است و از ۱۳۷,۵ متر در سال ۱۳۸۵ به حدود ۷۸,۵ متر در سال ۱۴۰۳ رسیده است.

Shape-MN: روند تحول شاخص‌های شکل در فاصله سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۴۰۳ بیانگر افزایش مداوم پیچیدگی کالبدی در منطقه ۲۲ است؛ ارزش متریک از ۱,۵ در سال ۱۳۸۵ به ۱,۶۹ در سال ۱۴۰۳ افزایش‌یافته است.

AWMSI: این شاخص تأثیرگذاری پچ‌های بزرگ‌تر در پیچیدگی کلی منطقه را تعیین می‌کند. طی دهه اول این عدد کاهشی بوده و پچ‌های بزرگ‌تر روندی ساده در شکل خود طی کرده‌اند. از سال ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۳ این عدد افزایشی بوده که مبین پیچیده‌تر شدن پچ‌های بزرگ‌تر و تأثیر بیشتر آن‌ها بر پیچیدگی کلی منطقه می‌باشد. درمجموع می‌توان گفت روند منطقه به سمت پیچیدگی و تأثیرگذاری پچ‌های بزرگ‌تر می‌باشد. دلیل کاهش این شاخص در سال ۱۳۹۵ را می‌توان افزایش لکه‌های کوچک در منطقه دانست.

MESH: روند این شاخص از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ از عدد ۱۲۹ به ۱۱۹ سیری نزولی داشته که ترسیم‌کننده وضعیتی است که در آن پچ‌ها به واحدهای کوچک‌تر تبدیل‌شده و ازهم‌گسسته هستند که دلیل آن را می‌توان در اضافه شدن لکه‌های ساخته‌شده در این دهه و به‌صورت پراکنده دانست؛ اما از سال ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۳ این عدد از ۱۱۹ به ۱۶۰ رسیده است که نشان از بزرگ‌تر شدن و یکپارچگی بیشتر پچ‌ها در سطح منطقه دارد که شاخص‌های فوق مبنی بر ادغام و تراکم پچ‌ها نیز این روند را ثابت می‌کند. افزایش این عدد در دوره دوم زمانی نشان‌دهنده تبدیل‌شدن به منطقه‌ای با انسجام بیشتر و پچ‌های بزرگ‌تر می‌باشد.

AREA-MN: افزایش این شاخص از ۳۰ در سال ۱۳۸۵ به ۵۸ در سال ۱۴۰۳ نشان‌دهنده شکل‌گیری پچ‌هایی با مساحت بزرگ‌تر در سطح منطقه می‌باشد.

DIVISION: روند افزایشی در این شاخص از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ نشان‌دهنده جداسازی بیشتر پچ‌ها می‌باشد و این به این معنی است که تقسیم‌بندی بیشتری شکل‌گرفته است و این عدد در سال ۱۳۹۵ با سال ۱۴۰۳ تقریباً برابر بوده که نشان از تقسیم‌بندی کم در این دوره دارد که نتیجه آن را می‌توان یکپارچگی سیمای سرزمین دانست.

بحث

در راستای مدیریت گسترش فیزیکی شهرها، راهبردهای متعددی وجود دارد که در دو دسته کلی سیاست‌های محدودکننده رشد شهری و پارادایم رشد هوشمند شهری قابل تقسیم‌بندی می‌باشند. هدف از پژوهش حاضر، تحلیل تحولات کالبدی منطقه ۲۲ شهر تهران به‌عنوان یکی از پویاترین پهنه‌های کالبدی پایتخت، در چارچوب راهبردهای گسترش فیزیکی شهر است. بررسی تحولات دوره زمانی ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ نشان‌دهنده شکل‌گیری جریان بارگذاری کالبدی وسیع بدون رویکرد مدیریتی مشخص است. گرچه نتایج مدل هلدرن در این دوره نشان داد که ۱۲۷,۸۳ درصد از رشد ساخت‌وسازها متأثر از جاذبه جمعیتی بوده و سرانه زمین کاهش‌یافته است، اما تحلیل ساختاری سیمای سرزمین با

استفاده از متریک‌های فضایی، واقعیت تکمیلی دیگری را آشکار می‌سازد. در این دهه، فاصله گرفتن از فرم فشرده شهری به‌وضوح مشهود است؛ به‌طوری‌که افزایش پیچیدگی اشکال و ناپیوستگی لکه‌ها، گویای نوعی ساخت‌وساز شتابان و فاقد برنامه منسجم کالبدی است. این یافته با نتایج پژوهش‌های گذشته که تحولات اولیه منطقه ۲۲ را نوعی گسترش پراکنده و فاقد هدایت ساختاری می‌دانند، همخوانی دارد (گودرزی و همکاران، ۱۴۰۱؛ رفیعیان و همکاران، ۱۳۹۶).

بااین‌حال، در دوره زمانی ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۳ تحولات کالبدی منطقه وارد فاز جدیدی شده است که نشانه‌هایی از انطباق با مقدمات رشد هوشمند شهری را بروز می‌دهد. برخلاف ادعاهای صرفاً کیفی، شواهد کمّی حاصل از متریک‌های فضایی این ارزیابی مثبت را پشتیبانی می‌کنند؛ در این بازه، با وجود رشد فیزیکی اراضی ساخته‌شده از ۴۲۰۰ به ۵۱۵۷ هکتار، شاخص‌های ساختاری سیمای سرزمین نظیر کاهش پیچیدگی هندسی فضاها (روند کاهشی شاخص Shape-MN)، کاهش فاصله فیزیکی لکه‌ها از یکدیگر (نزول شاخصENN-MN) و همچنین تعدیل اثرگذاری بزرگ‌ترین تکه فضایی (شاخصLPI)، اثبات می‌کنند که توسعه کالبدی تمایل آشکاری به سمت انسجام، پر کردن فضاهای خالی میان بافتی و توسعه درون‌زا داشته است. این روند به معنای مدیریت مطلوب‌تر پراکنده‌رویی در مقایسه با دهه نخست است.

البته تحقق کامل اهداف رشد هوشمند در منطقه ۲۲ همچنان با چالش‌های ساختاری مواجه است. نبود آمار رسمی یکپارچه از سال ۱۳۹۵ به بعد و عدم همخوانی برخی داده‌های اداری صدور پروانه‌های ساختمانی با واقعیت‌های کالبدی موجود بر روی زمین، ارزیابی جامع را دشوار می‌سازد. بنابراین، با توجه به محدودیت داده‌های ثبتی، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آتی به ارزیابی موشکافانه پایداری منطقه ۲۲ بر اساس استخراج میدانی دقیق اصول ده‌گانه رشد هوشمند (نظیر اختلاط کاربری، حمل‌ونقل پایدار و تنوع گزینه‌های مسکن) متمرکز شوند.

نتیجه‌گیری

دوره اول تحولات کالبدی و جمعیتی منطقه ۲۲ از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ نشان‌دهنده رشد جمعیتی بالا و گسترش فیزیکی در منطقه است. تحولات نشان داده‌شده با آنچه از مدل هلدرن در این دوره استخراج‌شده است، همخوانی دارد و نشان‌دهنده رشد فیزیکی منطقه در این دهه و بیشتر به‌واسطه افزایش جمعیت است. با توجه به دو رویکرد کلان در ارائه راهبردهای کنترل گسترش فیزیکی شهر، در این دوره از تحولات به‌واسطه افزایش فضای ساخته‌شده، پیچیدگی فضاها و کاهش تراکم نمی‌توان راهبرد مشخصی در راستای مدیریت پراکنده‌رویی شهری مشاهده کرد. روند رو به رشد جمعیت و فضاهای ساخته‌شده نشان‌دهنده فاصله گرفتن از فرم فشرده و پایدار شهری در این دوره می‌باشد. در دوره دوم یعنی از سال ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۳ نتایج حاصل از مدل هلدرن نشان‌دهنده نقش بیشتر رشد فیزیکی منطقه در پراکنده‌رویی می‌باشد و در این دوره افزایش جمعیت روند کندتری به خود گرفته است. نتایج جمعیتی و مدل هلدرن در این دوره تا حدودی با نتایج حاصل از متریک‌های فضایی همخوانی ندارد، و دلیل آن را می‌توان رویکرد توسعه درونی در این منطقه دانست. از سال ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۳ به‌رغم افزایش مساحت فضاهای شهری شده، شاهد گسترش پراکنده شهری نبوده‌ایم که دلیل آن را می‌توان توسعه فضاهای داخلی دانست. متریک‌های فضایی در این دوره مانند کاهش پیچیدگی فضاهای شهری، کاهش فاصله فضاهای ساخته‌شده از هم و کمتر شدن اثر بزرگ‌ترین فضای شهری نیز نشان از رویکرد متفاوت در این دوره دارد. در نهایت می‌توان چنین نتیجه گرفت که در دوره اول تحولات کالبدی، منطقه به سمت رشد جمعیتی و فیزیکی رفته است؛ در نتیجه، راهبردی در راستای مدیریت پراکنده‌رویی در این دوره وجود نداشته است. در دوره دوم و از سال ۱۳۹۵ تا سال ۱۴۰۳ رشد جمعیت همانند دوره قبل افزایش داشته است اما شدت آن نسبت به دوره قبل بسیار کمتر بوده

است. در نتیجه تحولات این دوره را می‌توان در راستای بهبود کالبد منطقه از حیث پیچیدگی، تناسب، اندازه و موارد دیگر ذکر شده در متریک‌ها تعریف نمود. در دوره دوم می‌توان منطقه را دارای مدیریت مطلوب‌تری در پراکنده‌رویی و رشد بی‌قواره شهری دانست. با توجه به کاهش تراکم می‌توان تحولات آینده در این منطقه را در راستای توسعه به مناطق پیرامونی و یا جدید دانست و کاهش شاخص LPI و افزایش SHAPE-MN امکان دارد سبب پراکندگی و توسعه نامنظم شهری در آینده شود. شاخص AREA-MN نیز افزایش پیداکرده است که نشان‌دهنده توسعه‌های بزرگ‌تر و مسکونی‌سازی بیشتر است و اتصال بین فضاها و یکپارچگی در آینده افزایش خواهد داشت. در نهایت می‌توان تحولات کالبدی منطقه ۲۲ را در این بازه زمانی، بسیار مهم ارزیابی کرد چرا که در صورت فقدان مدیریت مطلوب زمین، شاهد مشکلات کالبدی، اقتصادی و محیطزیستی در این منطقه خواهیم بود.

حامی مالی

این اثر حامی مالی نداشته است.

سهم نویسندگان در پژوهش

تمام بخش‌های مقاله با مشارکت نویسنده اول و دوم نوشته‌شده است و نویسنده سوم مقاله نهایی را بررسی و اصلاح نموده است.

تضاد منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند هیچ‌گونه تضاد منافعی در رابطه با نویسندگی و یا انتشار این مقاله ندارند.

تقدیر و تشکر

نویسندگان مراتب تشکر و قدردانی خود را از تمامی افرادی که در انجام این پژوهش یاری‌رسان بودند، به‌ویژه آنانی که در ارزیابی و ارتقای کیفیت مقاله نقش مؤثری داشتند، ابراز می‌دارند.

منابع

امیری، معصومه؛ مجتبی‌زاده خانقاهی، حسین؛ زیاری، یوسفعلی و نوری کرمانی، علی. (۱۳۹۸). الگوی تصمیم‌گیری سیاست‌های زمین شهری در توسعه فیزیکی شهر ساری. *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی (علوم جغرافیایی)*، ۱۹(۵۴)،۱۲۵-۱۴۶. http://dx.doi.org/10.29252/jgs.19.54.125

ایراندوست، کیومرث؛ حبیبی، کیومرث و خندان، محمد. (۱۳۹۷). عوامل مؤثر بر پراکنده‌رویی شهری در شهرهای ایران. *آمایش جغرافیایی فضا*، ۸(۲۸)، ۱-۱۴.

پریزادی، طاهر؛ شماعی، علی و خدابخشی، فرهاد. (۱۴۰۵). تحلیل تحولات ساختاری- کالبدی حریم شهر تهران و آینده آن (مطالعه موردی: حریم منطقه ۲۲ شهرداری تهران). *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۲۴(۷۵)، ۳۳۰-۳۵۲. http://dx.doi.org/10.61186/jgs.24.75.24

حسینی، سیدعلی؛ میره‌ای، محمد و حسینی، سید محمد. (۱۳۹۸). بررسی و تحلیل پراکنده رویی شهری با تأکید بر تحولات تقسیمات سیاسی (نمونه مطالعاتی: شهر قم). *مطالعات ساختار و کارکرد شهری*، ۶(۲۱)، ۱۳۷-۱۵۹.

خاکپور، براتعلی؛ مداحی، سید مهدی و محمدزاده خانی، سیما. (۱۳۹۵). مروری بر مفهوم و نظریات مرتبط با گسترش فیزیکی شهرها و نقش و اهمیت آن در توسعه پایدار شهری. *همایش ملی معماری، شهرسازی و سرزمین پایدار*. مشهد، ایران.

رحیمی، اکبر. (۱۳۹۹). سیاست‌های زمین شهری و تأثیر آن بر توسعه شهر تبریز. *آمایش محیط*، ۱۳(۴۸)، ۱۰۹-۱۳۰.

رحیمی، فاطمه؛ زنگنه، یعقوب و زنگنه، مهدی. (۱۴۰۱). تحلیلی بر نقش سیاست‌های زمین شهری بر رشد پراکنده شهری (مطالعه موردی: سبزوار). *مطالعات جغرافیایی مناطق خشک*، ۸(۳۰)، ۴۵-۶۰.

رفیعیان، مجتبی، افشار، نگین و تقوایی، علی‌اکبر. (۱۳۹۶). تحلیل کاربری هوشمند در نواحی با قابلیت توسعه با بهره‌گیری از مدل LUCIS (نمونه موردی: منطقه ۲۲ کلان‌شهر تهران). *هویت شهر*، ۱۱(۲۹)، ۵-۱۶.

زبردست، اسفندیار؛ قانونی، حسین. (۱۴۰۰). تحلیل ارتباط پراکنده رویی شهری و آسیب‌پذیری اجتماعی (مورد پژوهی: نواحی شهر قزوین). *توسعه پایدار شهری*، ۲(۴)، ۱۵-۳۴.

زنگنه شهرکی، سعید. (۱۳۹۸). *مدیریت گسترش کالبدی شهر با رویکرد رشد هوشمند شهری*. (چاپ سوم). تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری. (۱۳۸۵). *آمارنامه شهر تهران*. تهران: سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری.

سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری. (۱۴۰۲). *آمارنامه شهر تهران*. تهران: سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری.

سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری. (۱۴۰۳). *آمارنامه شهر تهران*. تهران: سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری.

سیف‌الدینی، فرانک؛ منصوریان، حسین؛ پوراحمد، احمد و درویش‌زاده، روشنک. (۱۳۹۳). فرایندها و الگوهای شهرنشینی در ایران. *مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای*، ۶(۲۱)، ۶۱-۸۴.

شفیعی ثابت، ناصر؛ ایوبی، ملیحه و فدایی باشی، ابوالفضل. (۱۳۹۸). واکاوی پیامدهای خزش شهری در سکونتگاه‌های روستایی پیرامونی (موردمطالعه: روستاهای جنوب کلان‌شهر تهران). *سنجش‌ازدور و GIS ایران*، ۱۱(۲)، ۱-۲۰. https://doi.org/10.52547/gisj.11.2.1

قادری، فرهاد؛ اسدی، پریا؛ تمدنی، امین و عزیزی، مرتضی. (۱۳۹۷). بررسی پایداری توسعه در منطقه ۲۲ تهران با روش جاپای اکولوژیکی. *جغرافیا و توسعه*، ۱۶(۵۰)، ۲۳۱-۲۴۵. https://doi.org/10.22111/gdij.2018.3575

کیانی، اکبر و رئیسی، احمد. (۱۳۹۶). بررسی توسعه فیزیکی – کالبدی شهر فنوج بر اساس راهبرد رشد هوشمند. *جغرافیا و برنامه‌ریزی*، ۲۱(۵۹)، ۲۶۳-۲۸۰.

کیانی، محمدعلی و قدیمی، مهرنوش. (۱۴۰۳). تحلیل عوامل تأثیرگذار بر گسترش فیزیکی منطقه پیراشهری کلان‌شهر شیراز. *توسعه فضاهای پیراشهری*، ۶(۲)، ۸۵-۱۰۰. https://doi.org/10.22034/jpusd.2024.418823.1284

گودرزی، علی؛ حق زاد، آمنه؛ رمضانی پور، مهرداد و بزرگمهر، کیا. (۱۴۰۰). تحلیل روند و الگوی فضایی پراکنده‌رویی منطقه ۲۲ شهر تهران. *پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری*، ۹(۳)، ۸۵۷-۸۷۹. https://doi.org/10.22059/jurbangeo.2021.319342.1463

گودرزی، علی؛ حق‌زاد، آمنه؛ رمضانی‌پور، مهرداد و بزرگمهر، مهرداد. (۱۴۰۱). تحلیل عوامل مؤثر بر عدم موفقیت سیاست‌های زمین و مسکن در منطقه ۲۲ تهران. *آمایش محیط*، ۱۵(۵۸)، ۵۹-۸۰.

لاله‌پور، منیژه، سرور، هوشنگ و سرور، رحیم. (۱۳۹۱). ساختار مدیریت شهری ایران با تأکید بر تحولات کالبدی شهرها. *آمایش محیط*، ۵(۱۸)، ۳۵-۵۸.

مرادی، مهدی؛ پریزادی، طاهر و عندلیب، علیرضا. (۱۴۰۰). تحلیل سیاست‌های زمین و مسکن و میزان اثرگذاری آن‌ها بر توسعه کالبدی شهرها (موردمطالعه: منطقه ۱۵ شهرداری تهران). *مطالعات ساختار و کارکرد شهری*، ۸(۲۷)، ۱۳۳-۱۶۰. https://doi.org/10.22080/usfs.2021.17535.1889

منصوریان، حسین؛ پوراحمد، احمد و عاشوری، حسن. (۱۳۹۸). تحلیل عوامل مؤثر بر پژمردگی شهری در ناحیه ۳، منطقهٔ ۱۲، شهر تهران. *جغرافیا و پایداری محیط*، ۹(۲)، ۱-۱۴. https://doi.org/10.22126/ges.1970.1154

منصوریان، حسین؛ نقدی زادگان جهرمی، مریم و گومه، زینت. (۱۴۰۰). تحلیل فضایی – زمانی فرم شهری در کلان‌شهرهای ایران. *پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری*، ۹(۲)، ۴۸۷-۵۰۶. https://doi.org/10.22059/jurbangeo.2021.318936.1460

موسوی، میرنجف؛ حکمت نیا، حسن؛ جهانگیرزاده، جواد؛ رسولی، محمد و سعید پور، شراره. (۱۴۰۰). شناسایی و تحلیل عوامل مؤثر در سیاست‌های زمین شهری ایران با استفاده از مدل‌های MENTAl و MACTOR. *دانش شهرسازی*، ۵(۲)، ۹۵-۱۱۱. https://doi.org/10.22124/upk.2020.16050.1423

مهدوی، مسعود. (۱۳۹۶). *اقتصاد شهری و منطقه‌ای*. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

مهیمی، امیرمهیم؛ فدایی قطبی، مریم؛ اسماعیلی، علی و غضنفرپور، حسین. (۱۳۹۹). ارزیابی شاخص‌های فضایی-کالبدی در تبیین الگوی پراکنده‌رویی شهری با استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور. نمونه موردی: شهر کرمان. *مجله آمایش جغرافیایی فضا*، ۱۰(۳۸)، ۱۰۷-۱۲۶. https://doi.org/10.30488/gps.2021.164892.2974

References

Akbari, H., & Ameri, M. (2021). Strategic management of urban sprawl: A comprehensive approach in smart city development. *Sustainability, 13*(18), Article 10404.

Amati, M. (2008). *Urban green belts in the twenty-first century*. Ashgate Publishing.

Amiri, M., Mogtabazade Khanghahi, H., Ziari, Y., & Nouri Kermani, A. (2019). Pattern of decision making of urban land policies in the physical development (Case study: Sari). *Journal of Geographical Sciences, 19*(54), 125–146. http://dx.doi.org/10.29252/jgs.19.54.125 [In Persian]

Bengston, D. N., & Youn, Y. C. (2004). Seoul's greenbelt: An experiment in urban containment. In *Proceedings of a Symposium at the Society for Conservation Biology 2004 Annual Meeting*.

Bengston, D. N., & Youn, Y. C. (2006). Urban containment policies and the protection of natural areas: The case of Seoul's greenbelt. *Ecology and Society, 11*(1). https://www.jstor.org/stable/26267777

Chi, G., Voss, P. R., & Goetz, S. J. (2021). The impact of growth management policies on urban sprawl: Evidence from Florida. *Journal of Urban Affairs, 43*(5), 616–635.

Darvishzadeh, R., Poorahmad, A., Mansourian, H., & Seifolddini, F. (2014). Processes and patterns of urbanization in Iran. *Urban-Regional Studies and Research, 6*(21), 61–84. [In Persian]

Dutta, S., & Sengupta, S. (2026). Geospatial insights into urban expansion and land use dynamics in an industrial city of Eastern India. *Discover Cities, 3*(1), 21. https://doi.org/10.1007/s44327-026-00180-9

Ewing, R., & Hamidi, S. (2015). Compactness versus sprawl: A review of recent evidence from the United States. *Journal of Planning Literature, 30*(4), 413–432. https://doi.org/10.1177/0885412215595439

Ewing, R. H. (2008). Characteristics, causes, and effects of sprawl: A literature review. In J. M. Marzluff et al. (Eds.), *Urban ecology*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-73412-5_34

Goudarzi, A., Haghzad, A., Ramezanipour, M., & Bozorgmehr, K. (2021). Analyzing the trends and scattered spatial pattern in District 22 of Tehran. *Geographical Urban Planning Research, 9*(3), 857–879. https://doi.org/10.22059/jurbangeo.2021.319342.1463 [In Persian]

Goudarzi, A., Haghzadeh, A., Ramazanipour, M., & Bozorgmehr, M. (2022). Analysis of the factors affecting the failure of land and housing policies in Tehran's District 22. *Environmental Planning, 15*(58), 59–80. [In Persian]

Güneralp, B., Reba, M., Hales, B. U., Wentz, E. A., & Seto, K. C. (2020). Trends in urban land expansion, density, and land transitions from 1970 to 2010: A global synthesis. *Environmental Research Letters, 15*(4), 044015. https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab6669

Hamin, E. M., & Gurran, N. (2009). Urban form and climate change: Balancing adaptation and mitigation in the US and Australia. *Habitat International, 33*(3), 238–245. https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2008.10.005

Herold, M., Couclelis, H., & Clarke, K. C. (2005). The role of spatial metrics in the analysis and modeling of urban land use change. *Computers, Environment and Urban Systems, 29*(4), 369–399. https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2003.12.001

Hoseinzadeh, K., & Houshyaar, H. (2006). The effective elements and viewpoints on the physical development of cities in Iran. *Journal of Geography and Regional Development, 4*(1), 213–226. https://doi.org/10.22067/geography.v4i6.3113 [In Persian]

Hosseini, S. A., Mirehei, M., & Hosseini, S. M. (2020). Urban sprawl growth and transformations of political divisions (Case study: Qom city). *Urban Structure and Function Studies, 6*(21), 137–159. [In Persian]

Information and Communication Technology Organization of Tehran Municipality. (2006). *Tehran statistical yearbook*. [In Persian]

Information and Communication Technology Organization of Tehran Municipality. (2023). *Tehran statistical yearbook*. [In Persian]

Information and Communication Technology Organization of Tehran Municipality. (2024). *Tehran statistical yearbook*. [In Persian]

Irandoost, K., Habibi, K., & Khandan, M. (2018). Factors affecting urban sprawl in Iranian cities (Case study of Rasht city). *Geographical Planning of Space Quarterly Journal, 8*(28), 67–82. [In Persian]

Keyani, M., & Ghadimi, M. (2024). Analysis of influencing factors on the physical expansion of the peri-urban area of Shiraz metropolis. *Peripheral Urban Spaces Development, 6*(2), 85–100. https://doi.org/10.22034/jpusd.2024.418823.1284 [In Persian]

Khakpour, B., Maddahi, S. M., & Mohammadzadeh Khani, S. (2016). A review of the concept and theories related to the physical expansion of cities and its role and importance in sustainable urban development. In *Proceedings of the National Conference on Architecture, Urban Planning, and Sustainable Territory*, Mashhad, Iran. [In Persian]

Kianni, A., & Raeisie, A. (2017). A survey of Fanuoj city physical development based on smart growth strategy. *Geography and Planning, 21*(59), 263–280. [In Persian]

Kivell, P. (2003). *Land and the city: Patterns and processes of urban change*. Routledge.

Kumar, S., & Singh, S. K. (2023). Land use policy dynamics in urban India: Challenges and opportunities. *Sustainability, 15*(5), 4567.

Lalehpour, M., Sarvar, H., & Sarvar, R. (2012). The structure of urban management in Iran with an emphasis on the physical transformations of cities. *Environmental Planning, 5*(18), 35–58. [In Persian]

Litman, T. (2005). *Evaluating criticism of smart growth*. Victoria Transport Policy Institute.

Liu, S., Xie, Y., Lu, Y., et al. (2025). Impact of urban expansion on the temporal adaptation and spatial connectivity of ecological security patterns: Insights from a rapidly urbanizing metropolitan area. *Ecological Processes, 14*, 84. https://doi.org/10.1186/s13717-025-00651-8

Mahdavi, M. (2018). *Urban and regional economics*. University of Tehran Press. [In Persian]

Mahtta, R., Fragkias, M., Güneralp, B., et al. (2022). Urban land expansion: The role of population and economic growth for 300+ cities. *npj Urban Sustainability, 2*, 5. https://doi.org/10.1038/s42949-022-00048-y

Mansourian, H., Naghdizadegan, M., & Gomeh, Z. (2021). Spatio-temporal analysis of urban form in metropolises of Iran. *Geographical Urban Planning Research, 9*(2), 487–506. https://doi.org/10.22059/jurbangeo.2021.318936.1460 [In Persian]

Mansourian, H., Pour Ahmad, A., & Ashouri, H. (2019). The analysis of the effective factors on urban blight in District 3, Region 12, Tehran City. *Geography and Environmental Sustainability, 9*(2), 1–14. https://doi.org/10.22126/ges.1970.1154 [In Persian]

Mohimi, A., Fadaei Qotbi, M., Esmaeily, A., & Ghazanfarpour, H. (2021). Evaluating the physical-spatial indices in determination of urban sprawl patterns using remote sensing (Case study: City of Kerman). *Geographical Planning of Space Quarterly Journal, 10*(38), 107–126. https://doi.org/10.30488/gps.2021.164892.2974 [In Persian]

Moradi, M., Parizadi, T., & Andalib, A. (2021). Analysis of land and housing policies and their impact on physical development of cities (Case study: District 15 of Tehran Municipality). *Urban Structure and Function Studies, 8*(27), 133–160. https://doi.org/10.22080/usfs.2021.17535.1889 [In Persian]

Mousavi, M., Hekmatnia, H., Jahangirzadeh, J., Rasoli, M., & Saidpour, S. (2021). Identifying and analyzing the effective factors in Iran's urban land policies using MENTAL and MACTOR models. *Urban Planning Knowledge, 5*(2), 95–111. https://doi.org/10.22124/upk.2020.16050.1423 [In Persian]

Parizadi, T., & Shamaei, A. (2026). Analyzing structural and physical changes and the future of Tehran's urban fringe (The case: The fringe of District 22 of Tehran Municipality). *Applied Research in Geographical Sciences, 24*(75), 330–352. http://dx.doi.org/10.61186/jgs.24.75.24 [In Persian]

Qaderi, F., Asadi, P., Tamadoni, A., & Azizi, M. (2018). Evaluation of sustainability of development in Zone 22 of Tehran by ecological footprint method. *Geography and Development, 16*(50), 231–245. https://doi.org/10.22111/gdij.2018.3575 [In Persian]

Raeisi Jaloudar, H., & Esfandiari, M. E. (2014). Explaining the trend of urban sprawl based on the Holdren model (Case study: Sari City). *Haft Hesar Environmental Studies, 2*(5), 21–26. [In Persian]

Rafieian, M. (2010). Urban land, land use, and development: A reflection on a new paradigm for urban land-use planning and management. *Manzar, 10*, 42–46. [In Persian]

Rafieian, M., Afshar, N., & Taghvaei, A. A. (2017). Smart land-use analysis in areas with development potential using the LUCIS model (Case study: District 22 of Tehran Metropolis). *Hoviat-e Shahr, 11*(29), 5–16. [In Persian]

Rahimi, A. (2020). Urban land policies and their impact on the development of Tabriz. *Environmental Planning*, *13*(48), 109–130. [In Persian]

Rahimi, F., Zanganeh, Y., & Zanganeh, M. (2022). An analysis on the role of urban land policies on urban sprawl growth (Case study: Sabzevar). *Arid Regions Geographic Studies, 8*(30), 45–60. [In Persian]

Reis, J. P., Silva, E. A., & Pinho, P. (2015). Spatial metrics to study urban patterns in growing and shrinking cities. *Urban Geography, 37*(2), 246–271. https://doi.org/10.1080/02723638.2015.1096118

Schuster Olbrich, J. P., Vich, G., Miralles-Guasch, C., & Fuentes, L. (2022). Urban sprawl containment by the urban growth boundary: The case of the Regulatory Plan of the Metropolitan Region of Santiago of Chile. *Journal of Land Use Science, 17*(1), 324–338. https://doi.org/10.1080/1747423X.2022.2086312

Seto, K. C., Fragkias, M., Güneralp, B., & Reilly, M. K. (2011). A meta-analysis of global urban land expansion. *PLoS ONE, 6*(8), e23777. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0023777

Shafiei Sabet, N., Ayoubi, M., & Fadaei Bashi, A. (2019). Studying the consequences of urban sprawl in rural peripheral settlements (Case study: Southern villages of Tehran metropolis). *Iranian Remote Sensing and GIS, 11*(2), 1–20. https://doi.org/10.52547/gisj.11.2.1 [In Persian]

Sharma, G. K., & Ghuge, V. V. (2025). Assessment of urban growth dynamics using landscape expansion index: A study of 514 metropolitan cities from 1975 to 2020. *Land Use Policy, 153*, 107557. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2025.107557

Shirkalaee, A. (2008). *Measuring of urban expansion and its impact on land use change in southern shores of the Caspian Sea using GIS* [Unpublished master's thesis, University of Zanjan]. [In Persian]

Zangeneh Shahraki, S. (2019). *Managing urban physical expansion with a smart growth approach* (3rd ed.). University of Tehran Press. [In Persian]

Zebardast, E., & Ghanooni, H. (2021). Analysis of urban sprawl effects on social vulnerability (Case study: Qazvin City districts). *Urban Sustainable Development, 2*(4), 15–34. [In Persian]

Zhang, W., & Li, H. (2018). Impact of land policy on the spatial pattern of urban expansion in China: A case study of Hangzhou. *Land Use Policy, 75*, 65–74.