www.jgk.imamreza.ac.ir

Journal of Greater Khorasan

Vol. 17, No. 62, 2026

Received 03 Feb 2026 | Revised 20 Feb 2026 | Accepted 02 May 2026 | Published 15 Jun 2026

ISSN (Online): 2717-1671 ISSN (Print): 2251-6131

Research article

# Analyzing the Relationship Between Optimal Building Density and Livability in District 9 of Mashhad Municipality Using Logistic Regression

**Mohammad Mohammadzadeh [a], Mohammad Rahim Rahnama [b]*, Mohammad Ajza Shokouhi [c]**

a) Ph.D. Candidate in Geography and Urban Planning, Department of Geography, Faculty of Letters and Humanities, Dr. Ali Shariati, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. (mohammadzade.moh@gmail.com)
b) Professor, Department of Geography, Faculty of Letters and Humanities, Dr. Ali Shariati, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. (rahnama@ferdowsi.um.ac.ir)
c) Associate Professor, Department of Geography, Faculty of Letters and Humanities, Dr. Ali Shariati, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. (shokouhim@um.ac.ir)

## Keywords
Urban Livability, Building Density, Logistic Regression, District 9 of Mashhad, Optimal Range.

## Citation
Mohammadzadeh, M., Rahnama, M R., & Ajza Shokouhi, M. (2026). Analyzing the Relationship Between Optimal Building Density and Livability in District 9 of Mashhad Municipality Using Logistic Regression. *Journal of Greater Khorasan*, 17(62), 159-182.

Use your device to scan and read articles online

## Abstract
This study aimed to analyze the relationship between building density and urban livability in the neighborhoods of District 9 in Mashhad, Iran. The research method is mixed (quantitative-qualitative) and descriptive-analytical. Data were collected using questionnaires (401 samples), objective documentary data, and within a Geographic Information System (GIS) environment, and were analyzed using Analytic Hierarchy Process (AHP), Simple Additive Weighting (SAW), and notably, Logistic Regression. Findings revealed that the relationship between density and livability is non-linear, following an S-shaped (logistic) curve, with density explaining only about 18.8% of livability variations. An optimal range for density was identified between 280% and 400%, where the benefits of density such as economies of scale and better access outweigh its disadvantages. Furthermore, increased building density was associated with a reduction in per capita public services, especially green space. Neighborhood prioritization showed that "Reza Shahr" neighborhood had the highest, and "Valiasr" neighborhood had the lowest level of livability. The research innovation lies in integrating subjective and objective assessments of livability at the neighborhood scale and employing a combined model in the Iranian urban context. The key conclusion is that building density can lead to improved quality of life only if accompanied by balanced development of urban infrastructure and services. Future planning should focus on "optimal density coupled with services."

DOI: https://doi.org/10.22034/jgk.2026.573167.1320

OPEN ACCESS

URL: https://jgk.imamreza.ac.ir/article_252251.html

©Authors retain the copyright and full publishing rights.

* Corresponding Authors

## Introduction

Unplanned horizontal expansion has posed significant challenges for metropolises like Mashhad in terms of land management, service provision, and quality of life. In this context, increasing building density has emerged as a key strategy in modern urban planning to achieve compact and sustainable development. However, a fundamental question remains: does this quantitative increase in the urban fabric necessarily lead to a qualitative improvement in residents' lives, i.e., "urban livability"? District 9 of Mashhad Municipality, as the city's third most populous district and an area identified with high-rise development potential, is the stage for this conflict. The rapid issuance of high-density building permits in this area, coupled with challenges such as inadequate per capita services and social diversity, makes it a suitable context for examining the complex relationship between "building density" (as a physical-quantitative variable) and "urban livability" (as a qualitative, multi-dimensional concept). This research seeks to answer how these two variables are related at the neighborhood scale in District 9 of Mashhad and whether there is an optimal range for building density that, when supported by services, leads to the highest level of livability.

A review of domestic and international literature reveals a noticeable methodological gap: most studies have either examined density at a macro scale or assessed livability abstractly, without directly and quantitatively investigating their connection at the micro neighborhood scale within the specific context of Iranian cities. This research aims to fill this gap.

## Materials / Methods

This study is applied in purpose and descriptive-analytical in nature, employing a mixed-methods (quantitative-qualitative) approach. The statistical population consisted of residents of the 17 neighborhoods in District 9 of Mashhad (318,525 people). From this population, 401 individuals were selected using Cochran's formula and random cluster sampling. Additionally, 15 experts in urban planning participated in the indicator weighting stage.

Data were collected from two sources:

Subjective (Perceptual) Data: Through a researcher-made questionnaire with a five-point Likert scale assessing residents' perceptions of six livability dimensions (educational, environmental, security, housing, transportation, health-hygienic). The questionnaire's validity and reliability (Cronbach's alpha = 0.62) were confirmed.

Objective Data: Including objective indicators for these six dimensions (e.g., per capita green space, population density, access to metro stations), extracted from official documents (detailed plans, statistical yearbooks, municipality data).

Data analysis utilized an integrated, mixed-methodological framework within GIS and statistical software:

Determining Indicator Weights: Using the Analytic Hierarchy Process (AHP) by experts.

Neighborhood Ranking: By integrating weighted objective and subjective data through the Simple Additive Weighting (SAW) method.

Spatial Pattern Analysis: Using Moran's I statistic to examine the clustered distribution of livability.

Core Relationship Analysis: Employing Logistic Regression to model the non-linear relationship between building density (continuous independent variable) and livability (ordinal dependent variable: low, medium, high).

Complementary Relationship Analysis: Using simple linear regression to examine the relationship between density and per capita levels of various urban services.

## Discussion and Findings

Status of Livability and Density: Neighborhood rankings showed that Reza

Shahr neighborhood, with a final score of 0.43, had the highest, and Valiasr neighborhood, with a score of 0.16, had the lowest level of livability. Zoning maps revealed the unbalanced spatial distribution of both variables across the district. Moran's analysis also confirmed a strong and significant clustered pattern for livability.

Core Relationship between Density and Livability: The logistic regression model clearly demonstrated that the relationship between building density and livability level is a non-linear, S-shaped (logistic) relationship. The model indicates that density accounts for only 18.8% of the observed variation in neighborhood livability. The optimal density range, where the highest positive return (regression coefficient ~18.8) with relative stability was observed, was identified between 280% and 400%. This return begins to decline after 400% density and becomes almost negligible beyond 700%, indicating that the costs of density (congestion, pressure on services) outweigh its benefits.

Relationship between Density and Services: Linear regression results showed a significant inverse relationship between increased building density and decreased per capita levels of all public service land uses. This relationship was strongest for per capita green space (parks), with a coefficient of -0.0616, compared to other services (e.g., educational, healthcare). This finding clearly indicates that physical development in this area has not kept pace with the development of service infrastructure.

## Conclusions

This research decisively demonstrates that "more" is not necessarily "better." Increased building density can only become a tool for enhancing livability and sustainable development when placed within an integrated and qualitative planning framework. Three key conclusions are: 1) Rejection of a simple linear relationship between density and quality of life, confirming the existence of an optimal curve, 2) Confirmation of a wide gap between physical growth and service development, especially in the critical area of green space, and 3) Revealing that approximately 80% of factors affecting livability depend on variables other than density (such as design quality, social cohesion, neighborhood management).

Accordingly, the main proposed policy is a shift from "mere density increase" to "optimal density coupled with services." Operational strategies include:

Establishing an optimal density range of 280-400% as a base strategy and avoiding densities above 500%, especially in underprivileged neighborhoods.

Adopting a differentiated approach: Prioritizing compensation for service and green space shortages in high-density neighborhoods (e.g., Honarestan), while pursuing simultaneous physical and service development in low-density neighborhoods (e.g., Valiasr).

Legally linking density to services: Through mechanisms such as "executive permit conditions" or "specific development fees" to obligate density increases to provide proportional per capita services.

Implementing a neighborhood monitoring system for continuous tracking of objective and subjective livability indicators, turning it into a process of continuous learning and correction for urban management.

By providing a quantitative and spatial depiction of the impact of physical development on residents' lived experience, this research takes a step towards realizing a city that is not only dense and efficient but also more just, humane, and sustainable.

www.jgk.imamreza.ac.ir

پژوهشنامه خراسان بزرگ

دوره ۱۷، شماره ٦٢، بهار ١٤٠٥

ISC | MSRT | ICI

مقاله پژوهشی

شاپا چاپی: ۶۱۳۱-۲۲۵۱ شاپا الکترونیکی: ۱۶۷۱-۲۷۱۷

# تحلیل رابطه بین تراکم بهینه ساختمانی و زیست‌پذیری در منطقه ۹ شهرداری مشهد با استفاده از رگرسیون لجستیک

**محمد محمدزاده (الف)، محمدرحیم رهنما * (ب)، محمد اجزاء شکوهی (پ)**

الف) دانشجوی دکترای جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، گروه جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی دکتر شریعتی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
(mohammadzade.moh@gmail.com)

ب) استاد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، گروه جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی دکتر شریعتی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
(rahnama@ferdowsi.um.ac.ir)

پ) دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، گروه جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی دکتر شریعتی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
(shokouhim@um.ac.ir)

**چکیده**

این پژوهش با هدف تحلیل رابطه بین تراکم ساختمانی و کیفیت زیست‌پذیری شهری در محلات منطقه ۹ مشهد انجام شده است. روش تحقیق، ترکیبی (کمی-کیفی) و از نوع توصیفی- تحلیلی است. داده‌ها با استفاده از پرسشنامه (۴۰۱ نمونه)، داده‌های عینی اسنادی و در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) گردآوری و با روش‌های تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و جمع وزنی ساده (SAW) و به‌ویژه رگرسیون لجستیک تحلیل شدند. یافته‌ها نشان داد رابطه بین تراکم و زیست‌پذیری غیرخطی و به شکل S لجستیک است و تراکم تنها حدود ۱۸,۸ درصد از تغییرات زیست‌پذیری را تبیین می‌کند. یک محدوده بهینه برای تراکم بین ۲۸۰ تا ۴۰۰ درصد شناسایی شد که در آن مزایای تراکم مانند صرفه‌جویی در مقیاس و دسترسی بهتر بر معایب آن غلبه دارد. همچنین، افزایش تراکم با کاهش سرانه خدمات عمومی، به‌ویژه فضای سبز، همراه بود. اولویت‌بندی محلات نشان داد محله «رضاشهر» بالاترین و محله «ولی‌عصر» پایین‌ترین سطح زیست‌پذیری را دارند. نوآوری تحقیق در تلفیق سنجش ذهنی و عینی زیست‌پذیری در مقیاس محله و استفاده از مدل ترکیبی در بافت شهری ایران است. نتیجه کلیدی آن است که تراکم ساختمانی صرفاً در صورت همراهی با توسعه متوازن زیرساخت‌ها و خدمات شهری می‌تواند به بهبود کیفیت زندگی بیانجامد و برنامه‌ریزی آینده باید بر تراکم بهینه همراه با خدمات متمرکز شود.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۱۴
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۱۲/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۲/۱۲
تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۳/۲۵
شماره صفحات: ۱۵۹-۱۸۲

**واژگان کلیدی:**
زیست پذیری شهری، تراکم ساختمانی، رگرسیون لجستیک، منطقه ۹ شهرداری مشهد، محدوده بهینه

**استناد به مقاله:**
محمدزاده، م؛ رهنما، م ر؛ و اجزاء شکوهی، م. (۱٤۰۵). تحلیل رابطه بین تراکم بهینه ساختمانی و زیست‌پذیری در منطقه ۹ شهرداری مشهد با استفاده از رگرسیون لجستیک. *پژوهشنامه خراسان بزرگ*، ۱۷(٦٢)، ۱۵۹-۱۸۲.

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید.

DOI: https://doi.org/10.22034/jgk.2026.573167.1320

OPEN ACCESS

URL: https://jgk.imamreza.ac.ir/article_252251.html

©Authors retain the copyright and full publishing rights.

*نویسنده مسئول مکاتبات

**مقدمه**

رشد بی‌رویه و گسترش افقی شهرها در سال‌های اخیر، اکثر کشورهای جهان را با مشکلات جدی روبه‌رو کرده است؛ این پدیده نه‌تنها بر سیاست‌گذاری شهری تأثیرگذار بوده، بلکه به تشدید مسائل اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی جوامع منجر شده‌است(Bueno-Suárez et al, 2020; Coq-Huelva & Asián-Chaves, 2019). با توجه به محدودیت منابع زمین در شهرها و افزایش بی‌رویه قیمت مسکن، بسیاری از کارشناسان شهری بر این باورند که افزایش تراکم ساختمانی می‌تواند راهکاری مؤثر برای مدیریت رشد شهرها باشد، به‌طوری‌که امروزه شهرهای متراکم به‌عنوان الگویی برای توسعه پایدار و رشد اقتصادی در نظر گرفته می‌شوند (Shrivastava& Singh, 2020) اما نخستین معنایی که پس از شنیدن کلمه تراکم در ذهن شکل می‌گیرد، انباشت و فشردگی است؛ تراکم ساختمانی که با عنوان FAR شناخته می‌شود و برابر است با نسبت سطح زیربنای ساختمان در تمام طبقات به مساحت قطعه زمین، به‌عنوان مقیاسی کلیدی در تصمیم‌گیری‌های برنامه‌ریزی شهری جایگاه ویژه‌ای دارد( Jafari & Ghorbani, 2016; Karimian, 2015). در نقطه مقابل این بحث فشرده‌سازی، مفهوم زیست‌پذیری شهری قرار دارد که بر کیفیت زندگی ساکنان، رضایت آنان از محیط و پایداری اکولوژیک و اجتماعی تأکید می‌کند؛ زیست‌پذیری را می‌توان ویژگی‌هایی از محیط شهری دانست که آن را به مکانی جذاب برای زندگی تبدیل می‌کند ( Lau et al., 2010; Alidoust, 2024; Medayese et al, 2021) و ابعاد گسترده‌ای از امنیت و بهداشت تا فرصت‌های تفریحی و هویت محله‌ای را در برمی‌گیرد( Del Castillo, 2021; Magdy Shafiq Mohamed, 2022). در سطح جهانی، رویکردهای متفاوتی نسبت به تراکم ساختمانی وجود داشته است؛ در شهرهای شرق آسیا مانند هنگ‌کنگ، تراکم بسیار بالا همراه با سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های عمومی به نماد مدرنیته تبدیل شده، حال آنکه در بسیاری از شهرهای اروپایی، تأکید بر تراکم متوسط و حفظ فضاهای عمومی است( Angel etal , 2021; Lau, 2006). در ایران، این پدیده اغلب با چالش‌های خاصی روبه‌رو بوده، چرا که تراکم ساختمانی بیش از آنکه ابزاری برای مدیریت پایدار زمین دیده شود، تحت تأثیر عوامل اقتصادی همچون درآمدزایی شهرداری‌ها و سوداگری زمین شکل گرفته است (Azizi, 2016).

این مسئله در کلان‌شهر مشهد، با موقعیت منحصر به فرد مذهبی و گردشگری خود، ابعاد پیچیده‌تری یافته است، به‌طوری که فشار جمعیتی ناشی از زائران و مهاجران، توسعه عمودی و افزایش تراکم را به ضرورتی گریزناپذیر تبدیل کرده است، اما این رشد اغلب بدون پشتوانه کافی در تأمین سرانه‌های خدماتی و زیرساخت‌ها بوده است. در این میان، منطقه ۹ شهرداری مشهد به‌عنوان سومین منطقه پرجمعیت شهر و بخشی از حوزه جنوب غربی که در طرح‌های توسعه به‌عنوان پهنه دارای پتانسیل بلندمرتبه‌سازی شناسایی شده است (Naghshe Piravash, 2024)، صحنه بروز چالش‌های مذکور است؛ در این منطقه، روند سریع صدور پروانه‌های ساختمانی با تراکم‌های بالا، هم‌زمان با وجود تخلفات ساختمانی و تنوع قومیتی و اجتماعی، فضاهای شهری را تحت تأثیر قرار داده و این پرسش اساسی را پیش می‌کشد که آیا رشد کمی کالبد شهر، با ارتقای کیفی زندگی ساکنان آن همراه بوده است یا خیر؟ به‌عبارت دقیق‌تر، آیا میان تراکم ساختمانی اعمال‌شده و سطح زیست‌پذیری تجربه‌شده در محلات این منطقه رابطه معناداری وجود دارد؟ ضرورت چنین پژوهشی از دو جنبه نظری و عملی آشکار است؛ از نظر علمی، این تحقیق به تولید دانش بومی در زمینه رابطه تراکم و کیفیت زندگی در شهرهای ایرانی کمک شایانی می‌کند و چارچوب روش‌شناختی ترکیبی آن می‌تواند برای پژوهش‌های مشابه الهام‌بخش باشد. از نظر عملی و اجرایی، یافته‌های این مطالعه می‌تواند مبنایی مستند و تحلیلی برای شهرداری مشهد و سایر نهادهای تصمیم‌گیر فراهم آورد تا در بازنگری طرح‌های تفصیلی، تنظیم ضوابط تراکم، تخصیص

بودجه برای توسعه خدمات و زیرساخت‌ها، و در نهایت سیاست‌گذاری در حوزه نوسازی و به‌سازی شهری، تصمیماتی اتخاذ کنند که هم پاسخ‌گوی نیاز به مسکن باشد و هم کرامت و کیفیت زندگی شهروندان را قربانی رشد بی‌ضابطه کالبدی نکند. این امر زمانی اهمیت دوچندان می‌یابد که بدانیم تراکم ساختمانی صرفاً یک ابزار فنی نیست، بلکه انتخابی اجتماعی و سیاسی است که توزیع منابع، فرصت‌ها و حتی حس تعلق شهروندان را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

بر این اساس، سؤالات محوری این پژوهش به دنبال کشف وضعیت تراکم ساختمانی و شاخص‌های زیست‌پذیری در محلات منطقه ۹ مشهد هستند و در پی آنند تا رابطه معنادار بین این دو متغیر کلیدی را بررسی کنند؛ این‌که آیا افزایش تراکم در این منطقه با بهبود یا تضعیف کیفیت زندگی همراه بوده و آیا توسعه خدمات شهری توانسته همگام با این فشرده‌سازی حرکت کند؟ در پاسخ به این پرسش‌ها، فرض بر این است که الگوی توزیع تراکم در منطقه ۹ ناهمگون است و محلات با تراکم افراطی در دو سر طیف (بسیار بالا یا بسیار پایین) ممکن است با کاستی‌هایی در ابعادی از زیست‌پذیری مانند دسترسی به فضای سبز مواجه باشند. همچنین، به نظر می‌رسد بین افزایش تراکم ساختمانی و کاهش رضایت از برخی مؤلفه‌های زندگی محله‌ای رابطه معکوس وجود داشته باشد و توسعه زیرساخت‌های خدماتی نیز نتوانسته هم‌پای شتاب ساخت‌وساز در این منطقه پیش رود. در نهایت، هدف اصلی این تحقیق تحلیل این روابط پیچیده و ارائه تصویری روشن از آثار کالبدی توسعه شهری بر تجربه روزمره ساکنان است تا مبنایی برای حرکت به سمت شهری نه‌تنها متراکم و کارآمد، بلکه انسانی‌تر، عادلانه‌تر و پایدارتر فراهم آورد.

**پیشینه**

پیشینه پژوهش‌ها نشان می‌دهد که هر یک از این دو مفهوم به‌طور گسترده‌ای مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. در مطالعات داخلی، قنبری به رتبه‌بندی زیست‌پذیری مناطق مشهد پرداخت و منطقه ۹ را برخوردارترین منطقه معرفی کرد، هرچند تأثیر مستقیم تراکم را به‌صورت کمی نسنجید (*Ghanbari, 2017*). مرزبان با به‌کارگیری *GIS* به مدل‌سازی توزیع تراکم ساختمانی در مناطق ۹ و ۱۱ مشهد پرداخت و رابطه آن را با شاخص‌های کالبدی و اقتصادی بررسی نمود (Marzaban, 2012). یزدانی فرآیند تعیین تراکم ساختمانی در برنامه‌های توسعه شهری ایران را واکاوی کرده (Yazdani, 2020) و اولادقره‌گوزلو نیز امکان‌سنجی استفاده از ابزار «انتقال حق توسعه» را برای مدیریت عادلانه‌تر تراکم در تهران بررسی کرده است (Oladghareh Gozlou, 2021). از سوی دیگر، رزاقیان ساختمان‌های بلندمرتبه مشهد را از منظر نظریه شهر اکولوژیک تحلیل کرد و نشان داد که بسیاری از این ساختمان‌ها استانداردهای زیست‌محیطی پایه را نیز رعایت نکرده‌اند (Razzaghian, 2016). در عرصه بین‌المللی نیز پژوهش‌های متعددی به این ارتباط پرداخته‌اند؛ به‌طور مثال، مطالعهٔ هارهاف و همکاران در اوکلند نیوزیلند نشان داد که تراکم بالاتر لزوماً با زیست‌پذیری ذهنی بالاتر همراه نیست و ترجیح به مسکن ویلایی همچنان قوی است (Haarhoff et al, 2016). رید و همکاران نیز چارچوبی برای ارزیابی زیست‌پذیری در مسکن اجتماعی با تراکم متوسط تا بالا در استرالیا ارائه دادند (Reid et al, 2024). پژوهش هانگ و همکاران در گوانگژوی چین، با استفاده از رگرسیون فضایی نشان داد که محیط‌های با تراکم متوسط و کاربری مختلط برای زیست‌پذیری مطلوب‌ترند(Huang et al, 2024). همچنین فن و همکاران زیست‌پذیری اکولوژیکی شهرهای منطقه خلیج بزرگ گوانگدونگ-هنگ کنگ-ماکائو را با استفاده از چارچوب «شهروند-اکولوژی-شهر» ارزیابی کردند (Fan et al, 2021).

با وجود این حجم از مطالعات، یک شکاف روش‌شناختی و مفهومی قابل تشخیص است. اغلب تحقیقات یا در مقیاس کلان شهری به بررسی تراکم پرداخته‌اند یا به‌صورت انتزاعی به سنجش زیست‌پذیری، بدون اتصال مستقیم و کمی این دو

متغیر در مقیاس خرد محله‌ای. به‌عبارتی، مطالعات کمی وجود دارد که هم‌زمان تراکم ساختمانی را به‌عنوان یک متغیر سنجش‌پذیر کالبدی در نظر گرفته و تأثیر آن را بر ابعاد چندگانه و هم ذهنی و هم عینی زیست‌پذیری، آن هم در بافت خاص یک منطقه شهری در ایران، اندازه‌گیری کند. این پژوهش در صدد است تا با پر کردن این خلاء، نوآوری خود را تحقق بخشد؛ بدین‌صورت که با تلفیق روش‌های کمی و کیفی، از یک سو با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و داده‌های عینی پروانه‌های ساختمانی و سرانه خدمات، وضعیت تراکم و زیرساخت را تحلیل می‌کند و از سوی دیگر، با تکمیل پرسش‌نامه‌های استاندارد در بین ساکنان محلات مختلف منطقه ۹، ادراک و تجربه زیستی آنان را می‌سنجد، سپس با به‌کارگیری روش‌های تحلیل آماری پیشرفته مانند رگرسیون لجستیک و تصمیم‌گیری چندمعیاره در محیط GIS، به بررسی رابطه بین این دو دسته داده و رتبه‌بندی محلات از نظر تلفیق تراکم و زیست‌پذیری می‌پردازد. این رویکرد یکپارچه، نه‌تنها درک عمیق‌تری از شرایط منطقه مورد مطالعه ارائه می‌دهد، بلکه خروجی‌های آن برای مدیران و برنامه‌ریزان شهری کاملاً کاربردی و عمل‌گرا است.

**مبانی نظری**

مبانی نظری این پژوهش بر دو مفهوم محوری «تراکم ساختمانی» و «زیست‌پذیری شهری» استوار است. تراکم ساختمانی که عموماً با شاخص نسبت سطح زیربنا سنجیده می‌شود، نه تنها یک معیار کمی برای اندازه‌گیری فشردگی کالبدی است، بلکه بازتابی از انتخاب‌های اقتصادی، اجتماعی و سیاسی در مدیریت شهر محسوب می‌شود؛ به گونه‌ای که از یک سو، طرفداران شهر فشرده با استناد به مزایایی چون استفاده کارآمد از زمین، کاهش هزینه‌های زیرساختی و حمل‌ونقل، و ترویج تعاملات اجتماعی از آن دفاع می‌کنند (Azizi, 2016)، و از سوی دیگر، منتقدان بر پیامدهای منفی احتمالی مانند کاهش فضای باز، افزایش فشار بر خدمات، آلودگی‌های محیطی و تضعیف حریم خصوصی تأکید دارند(Hasani & Baharinejad, 2021؛ Berghauser et al , 2020). در مقابل، زیست‌پذیری شهری به عنوان مفهومی جامع و چندبعدی، بر قابلیت محیط شهری برای تأمین نیازهای مادی و معنوی ساکنان تمرکز دارد و ابعادی همچون دسترسی به خدمات و فرصت‌ها، کیفیت محیط زیست، امنیت، انسجام اجتماعی و حس تعلق مکانی را در برمی‌گیرد(Elantary, 2025; Khorrami et al, 2021). نظریه‌پردازانی مانند لوید رایت و جین جیکوبز نیز به طور غیرمستقیم به این رابطه پرداخته‌اند؛ در حالی که رفته‌رفته با مطرح شدن مفاهیمی مانند توسعه پایدار، شهر اکولوژیک و شهر انسان‌محور، این دیدگاه تقویت شده که تراکم به خودی خود نه فضیلت است و نه رذیلت، بلکه کیفیت و نحوه اجرای آن است که نتایج مثبت یا منفی را رقم می‌زند؛ به بیان دیگر، تراکم زمانی می‌تواند به زیست‌پذیری بینجامد که با برنامه‌ریزی دقیق، تأمین متناسب خدمات و زیرساخت‌ها، توجه به مقیاس انسانی و حفظ کیفیت فضاهای عمومی همراه باشد (Moroni, 2016; Alawadi & Benkraouda, 2019; Howley et al, 2009). این چارچوب نظری، پایه تحلیل رابطه علّی بین شاخص‌های عینی تراکم و ابعاد ذهنی و عینی زیست‌پذیری در این پژوهش قرار می‌گیرد.

**جدول ۱. متغیرها و مولفه‌های مورد مطالعه**

| متغیرهای اصلی | مؤلفه‌های اصلی | | نقش متغیر در کیفیت زیست پذیری |
|---|---|---|---|
| | ادراکی | عینی | |
| آموزشی | کیفیت تدریس معلمان در مدارس محله<br>نحوه دسترسی به مراکز فرهنگی و اوقات فراغت<br>اطمینان والدین به مدارس محله جهت ثبت‌نام فرزند<br>کیفیت فضای آموزشی مدارس محله | توزیع مراکز آموزشی(دبستان، متوسطه اول و دوم)<br>وضعیت سواد | آموزش با ارتقای سرمایه انسانی و افزایش آگاهی اجتماعی، زمینه مشارکت فعال شهروندان در توسعه شهری را فراهم می‌کند. دسترسی عادلانه به خدمات آموزشی باکیفیت نیز موجب کاهش نابرابری‌ها و ارتقای کیفیت زندگی در شهر می‌شود. |
| زیست محیطی | میزان رضایت از آرامش در محله<br>دسترسی به خدمات بهداشتی در محله<br>وضعیت بهداشت محیط محله<br>میزان حال روحی خوب در زندگی روزمره | سرانه فضای سبز<br>پایش شاخص‌های کیفیت هوا<br>CO, PM10, PM2.5, )<br>(SO2, AQI | کیفیت محیط‌زیست شهری (هوا، آب، فضای سبز و کاهش آلودگی) نقش مستقیم در سلامت جسمی و روانی شهروندان دارد. پایداری زیست‌محیطی همچنین تاب‌آوری شهر را افزایش داده و رضایت از زندگی شهری را تقویت می‌کند. |
| امنیت | میزان احساس امنیت در شب<br>میزان سرقت و ناهنجاری های اجتماعی<br>میزان امنیت وسایل نقلیه پارک شده در محله<br>میزان نزاع های خیابانی در محله<br>میزان احساس امنیت در طول شبانه روز<br>میزان اعتماد به پراکینگ های عمومی محله<br>میزان احساس امنیت در ساختمان محل زندگی<br>میزان درگیری و نزاع در محله<br>میزان امنیت فضاهای عمومی<br>میزان سپردن منزل به همسایه ها در هنگام سفر<br>ارزیابی میزان امنیت ساختمان محل زندگی | | امنیت با کاهش جرائم و ایجاد احساس آرامش، بستر حضور فعال شهروندان در فضاهای شهری را فراهم می‌کند. احساس امنیت، اعتماد اجتماعی و کیفیت تجربه زیست روزمره در شهر را ارتقا می‌دهد. |
| مسکن | ایمنی ساختمان محل سکونت<br>رضایت از میزان مساحت محل سکونت<br>میزان رعایت استاندارد ساخت و ساز<br>برخورداری از امکانات اولیه<br>رضایت واحد محل سکونت | تراکم خانوار و نفر در واحد مسکونی<br>سرانه کاربری مسکونی<br>زیربنای واحد مسکونی<br>قدمت واحدهای مسکونی<br>مصالح<br>نوع مالکیت<br>قیمت املاک | دسترسی به مسکن مناسب، ایمن و متناسب با توان اقتصادی، ثبات اجتماعی و آرامش خانوار را تقویت می‌کند. کیفیت کالبدی و تراکم مسکن نیز به‌طور مستقیم بر آسایش، سلامت و رضایت از زندگی شهری اثرگذار است. |

| متغیرهای اصلی | مؤلفه‌های اصلی | | نقش متغیر در کیفیت زیست پذیری |
|---|---|---|---|
| | ادراکی | عینی | |
| حمل و نقل | میزان رضایت از سیستم حمل و نقل<br>میزان رضایت از کیفیت آسفالت معابر<br>میزان رضایت از ایمنی پیاده رو برای عابر<br>میزان رضایت از کیفیت خیابان های محله<br>میزان رضایت از کیفیت پیاده رو های محله<br>میزان رضایت از کیفیت مسیرهای دوچرخه سواری<br>میزان رضایت از خدمات اتوبوسرانی در محله<br>میزان رضایت از خدمات تاکسیرانی در محله<br>میزان دسترسی به حمل و نقل عمومی | دسترسی به مسیر و ایستگاه دوچرخه<br>دسترسی به ایستگاه مترو<br>دسترسی به ایستگاه اتوبوس | نظام حمل‌ونقل کارآمد و در دسترس، امکان دسترسی عادلانه به خدمات و فرصت‌های شهری را فراهم می‌کند. کاهش زمان سفر و آلودگی ناشی از ترافیک نیز به بهبود سلامت و کیفیت زندگی شهروندان می‌انجامد. |
| بهداشتی زیستی | میزان رضایت از نحوه جمع آوری زباله<br>میزان رضایت از جمع آوری به موقع زباله<br>میزان وجود آلودگی صوتی<br>کیفیت جمع آوری فاضلاب<br>میزان حضور حیوانات موذی و ولگرد<br>میزان دوری محله از آلودگی صوتی<br>میزان تفکیک زباله از مبدا<br>میزان استفاده از فضاهای باز محله<br>میزان استفاده از وسایل غیرموتوری<br>میزان صرفه جویی در انرژی | سرانه مراکز بهداشتی-درمانی (بیمارستان، درمانگاه، مرکز بهداشت)<br>سطح پوشش سرانه مراکز بهداشتی-درمانی (بیمارستان، درمانگاه، مرکز بهداشت) | دسترسی به خدمات بهداشتی و درمانی مناسب، نقش اساسی در ارتقای سلامت جسمی و روانی شهروندان دارد. وضعیت مطلوب بهداشت عمومی و کنترل مخاطرات زیستی، پایداری اجتماعی و کیفیت زندگی شهری را تقویت می‌کند. |



**روش پژوهش**

این تحقیق از نظر هدف، کاربردی و از نظر ماهیت توصیفی تحلیلی است. در بخش توصیفی، ویژگی های محلات در شش بعد زیست محیطی، امنیت، مسکن، آموزشی، حمل و نقل و بهداشتی-زیستی با شاخص های مندرج در جدول۲ ترسیم شده و در بخش تحلیلی، با استفاده از مدل های کمی، رابطه بین تراکم و زیست پذیری و سرانه خدمات و زیست پذیری مورد ارزیابی قرار گرفته است. روش شناسی تحقیق مطابق شکل ۱ به گونه ای طراحی شده است که از یک سو ابعاد عینی و ذهنی زیست پذیری را پوشش دهد و از سوی دیگر امکان تحلیل فضایی و رتبه بندی محلات را فراهم کند.

جامعه آماری این پژوهش کلیه ساکنان محلات هفده گانه منطقه ۹ شهرداری مشهد (۳۱۸۵۲۵ نفر) را تشکیل می‌دهد که از میان آن‌ها ۴۰۱ نفر با استفاده از فرمول کوکران به عنوان نمونه مورد مطالعه و با استفاده از نمونه‌گیری خوشه‌ای تصادفی به تناسب جمعیت هر محله انتخاب شدند. همچنین تعداد ۱۵ نفر از متخصصان حوزه‌های جغرافیا، برنامه ریزی و طراحی شهری نیز به عنوان نمونه خبرگانی پژوهش در مرحله تعیین وزن شاخص‌ها حضور داشتند.

داده‌های پژوهش از دو منبع اصلی گردآوری شدند: الف) داده های میدانی: این داده‌ها شامل شاخص‌های ذهنی پژوهش می‌گردند که با استفاده از پرسشنامه محقق ساخته با طیف لیکرت ۵ گانه (از بسیار کم تا بسیار زیاد) جمع آوری

شدند. محتوای این پرسشنامه سوالات مربوط به ادراک ساکنان از ابعاد ۵ گانه زیست پذیری مندرج در جدول ۱ بود.

ب) داده‌های کتابخانه‌ای و اسنادی: این داده‌ها شامل شاخص‌های عینی پژوهش می‌گردند (جدول۲) که از کتب، مقالات، اسناد دولتی(طرح جامع و تفصیلی مشهد، گزارش های شهرداری) آمارنامه‌های رسمی (مرکز آمار ایران) استخراج شدند.

روایی (اعتبار) پژوهش در دو بخش روایی محتوایی و سازه ارزیابی شد. روایی محتوایی پژوهش با بررسی اسناد و ارزیابی متخصصان مورد تایید قرار گرفت و روایی سازه پژوهش با استفاده از تحلیل عاملی اکتشافی (آزمون بارتلت معنادار) مورد آزمون قرار گرفت و از آنجایی که مقدار kmo برابر با ۰,۸۳۰ به دست آمد، لذا روایی سازه پژوهش نیز تایید شد. همچنین پایایی(قابلیت اعتماد) پرسشنامه نیز با استفاده از آلفای کرونباخ آزمایش شد که مقدار این شاخص ۰,۶۲ محاسبه شد که این مقدار نشان دهنده پایایی قابل قبول است.

داده های تجزیه و تحلیل داده عبارتند از:

**الف) تحلیل سلسله مراتبی**[1]

هدف از انجام این تحلیل تعیین وزن شاخص های زیست پذیری بوده است. در این بخش ماتریس دودویی مقایسات زوجی شاخص‌ها به عنوان پرسشنامه در اختیار ۱۵ متخصص قرار گرفته و در نهایت در نرم افزار expert choice مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. نرخ سازگاری ۰,۰۴ نشان دهنده سازگاری قابل قبول مقایسات است.

**ب)رتبه‌بندی محلات با استفاده از روش جمع وزنی ساده**[2]

هدف از انجام این قسمت از پژوهش ادغام شاخص‌های وزندار و رتبه بندی محلات است. در این قسمت ابتدا یک ماتریس تصمیم گیری (۱۷ محله * ۷ شاخص) تشکیل شده و پس از نرمال سازی داده‌ها امتیاز نهایی هر محله با ترکیب وزن‌ها و داده‌های نرمال شده در نرم افزار اکسل محاسبه شده است.

اگرچه از فرایند تحلیل سلسله مراتبی برای تعیین وزن معیارها استفاده شد، اما برای مرحله نهایی رتبه بندی محلات روش جمع وزنی ساده، به کار گرفته شد. این انتخاب به دلیل جلوگیری از قضاوت ذهنی و خطای شناختی و حفظ انسجام منطقی انجام شده است. وزن‌های به دست آمده از AHP حاصل قضاوت‌های خبرگان در مورد اهمیت ذاتی معیارها نسبت به یکدیگر است. این وزن‌ها عینی و معتبر هستند. اگر برای رتبه‌بندی محلات نیز از روشAHP استفاده می‌شد، نیاز بود تا خبرگان دوباره برای مقایسه زوجی، تمام ۱۷ محله را در هریک از۷ معیار(یعنی ۷ ماتریس ۱۷ در ۷) قضاوت کنند. این کار خطر ورود قضاوت‌های ذهنی مضاعف را به همراه دارد. قضاوت در مورد مقایسه محله بسیار پیچیده و مستعد خطای شناختی است، زیرا خبرگان باید هر ۱۷ محله را به خوبی بشناسند و بتوانند در مورد تاثیر شاخص‌های مورد مطالعه در محلات هدف به خوبی قضاوت نمایند. لذا با استفاده از روش SAW از امتیازات واقعی محلات از داده‌های عینی و پیمایشی برای رتبه‌بندی استفاده می‌شود و تنها نقش قضاوت خبرگان، تعیین اهمیت معیارها باقی می‌ماند. این رویکرد، عینیت و قابلیت اتکای نتایج را افزایش می‌دهد. علاوه براین روش SAW از نظر مفهومی بسیار ساده و شفاف است و فرایند رتبه بندی کاملا عینی و قابل پیگیری می‌باشد.

**ج)خود همبستگی فضایی (آماره موران**[3]**)**

در راستای بررسی الگوی فضایی زیست پذیری (خوشه ای، پراکنده یا تصادفی) از آماره موران استفاده شده است. خود همبستگی فضایی قوی به مفهوم این است که ارزش صفات پدیده‌های جغرافیایی به‌طور قوی با یکدیگر رابطه دارند. اگر ضرایب ویژه پدیده‌های جغرافیایی، ارتباط و نظم ظاهری مشخصی نداشته باشند، گفته می‌شود دارای ارتباط فضایی

[1] Analytical Hierarchy Process (AHP)
[2] Simple Additive Weighting (SAW)
[3] Moran's I

ضعیف و یا دارای الگوی تصادفی می‌باشند( Baghban et al, 2024).

**رابطه ۱) شاخص موران**

$$I = \frac{n}{s} \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_{ij}(x_i - \overline{x})(x_j - \overline{x})}{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \overline{x})^2}$$

که در آن:

XI: ضریب متغیر فاصله‌ای یا نسبی در محله‌های شهری

n: تعداد محله‌های شهری

وزن $W_{ij}$ضریب موران بین ۱-تا ۱+ متغیر است. ۱- برابر تعامل فضایی منفی و ۱+ برابر تعامل فضایی مثبت است.

اگر تعامل فضایی وجود نداشته باشد، ضرایب مورد انتظار موران صفر محسوب می‌شود. این ضرایب به شرح رابطه۲ است.

**رابطه ۲)**

$$E_i = -\frac{1}{(n-1)}$$

n تعداد محله‌ها و $E_i$ ضریب مورد انتظار است. وقتی شاخص موران مورد محاسبه از مقدار ضریب مورد انتظار بزرگ‌تر باشد، الگوی پراکنش فضایی تایید می‌شود. محاسبات این شاخص در نرم افزار ArcGIS انجام شده است.

د) رگرسیون لجستیک

این قسمت در راستای تحلیل رابطه تراکم و زیست پذیری انجام شده است. دلیل انتخاب رگرسیون لجستیک ماهیت غیرخطی رابطه بوده است. در این مدل تراکم (کمی پیوسته) به عنوان متغیر مستقل و زیست پذیری(ترتیبی: کم، متوسط و زیاد) به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شده است. رابطه ۳ اجزاء این مدل را نشان می‌دهد.

**رابطه۳) رگرسیون لجستیک**

$$\text{logit}(p) = \log(p / (1 - p)) = \beta 0 + \beta 1\, x1 + \beta 2\, x2 + \ldots + \beta k\, xk$$

که در آن

β0: عرض از مبدا

βj:شیب یا اثر پیش بینی هایی است که به مدل اضافه شده اند(Getu & Bhat, 2024).

محاسبات این شاخص نیز در نرم افزار ArcGISانجام شده است.

ه)رگرسیون خطی ساده

به منظور تحلیل رابطه خطی بین تراکم و سرانه خدمات (آموزشی، پارک و...) از رگرسیون خطی ساده استفاده شده است. این مدل به صورت رابطه۴ تعریف می‌شود.

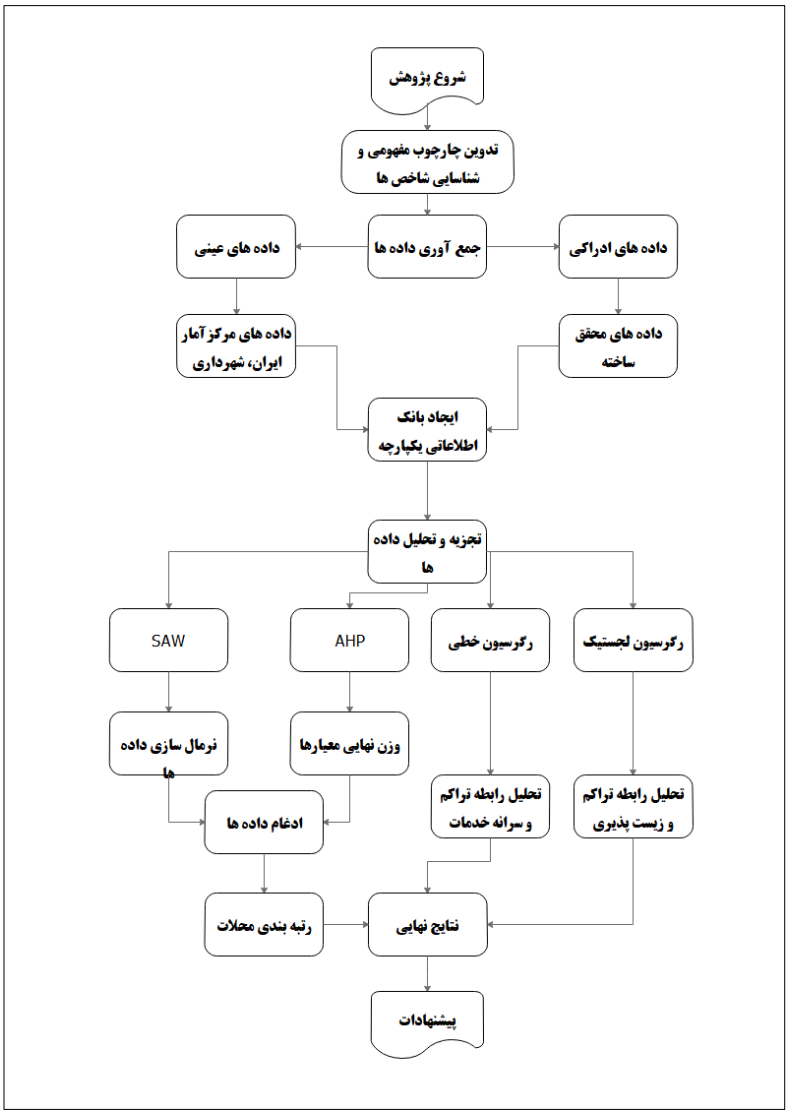
**رابطه۴)**

$$\hat{y} = \beta_0(\mu_i\, v_i) + \sum_k \beta_k\,(\mu_i\, v_i) x_{ik} + \varepsilon_i$$

در این ر ابطه$(\mu_i\, v_i)$ مختصات هر موقعیتی از i است.

$\beta_0(\mu_i\, v_i)$محل تقاطع برای موقعیت i، $\beta_k(\mu_i\, v_i)$،

پارامتری محلی است که متغیر مستقل $x_k$ را در موقعیت i تخمین می‌زند و $\varepsilon_i$ خطای تصادفی با فرض $N(0,\sigma 2)$، (فرض نرمال بودن) است(Ahmad, 2024).




**شکل۱. فرایند تحقیق**

شهر مشهد مرکز استان خراسان رضوی، در شمال شرقی ایران قرار دارد. این شهر، در طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۲ دقیقه تا ۶۰ درجه و ۳۸ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۷ دقیقه و بین رشته‌کوه‌های بینالود و هزارمسجد واقع شده است و جمعیتی معادل ۳۰۵۷۶۷۹ نفر را در خود جای داده است. محدوده مورد مطالعه این پژوهش محلات هفده گانه منطقه ۹ شهرداری مشهد است. این منطقه با وسعتي بیش از ۴۴۵۰ هکتار وبراساس آخرین سرشماری رسمی کشور در سال ۱۳۹۵ جمعیتی معادل بر ۳۱۸۵۲۵ نفر در جنوب غرب شهر مشهد واقع گردیده است (Mashhad Municipality, 2016). انتخاب منطقه ۹ شهرداری مشهد برای بررسی تأثیر تراکم ساختمانی بر کیفیت زیست‌پذیری، ناشی از مجموعه‌ای از ویژگی‌های کالبدی، اجتماعی و مدیریتی این منطقه است که آن را به بستری مناسب برای تحلیل‌های جامع شهری تبدیل می‌کند. این ویژگیها عبارتند از: ۱-تنوع کالبدی و تراکمی ۲- قرارگیری در محور توسعه شهری ۳-چالش‌های زیست‌پذیری و

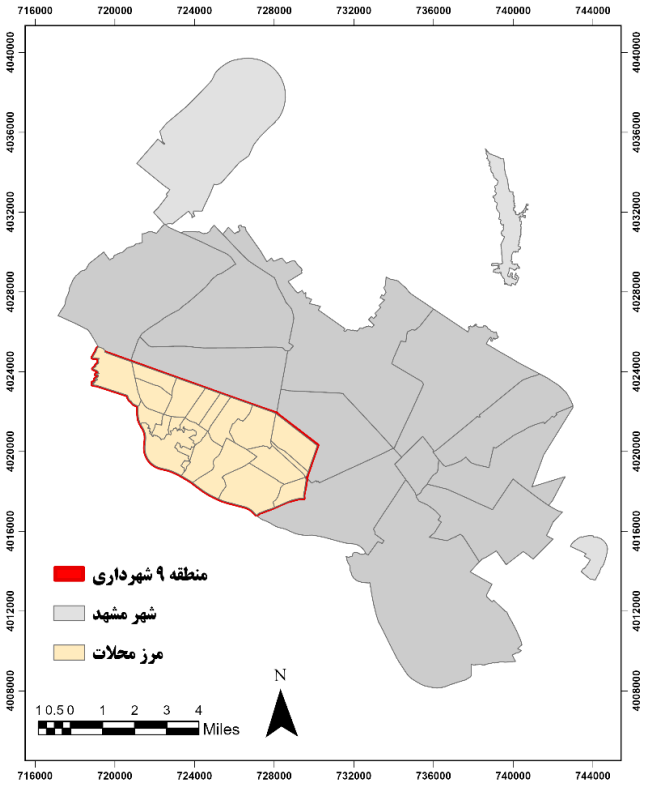
خدمات‌رسانی ۴-اهمیت منطقه در اسناد فرادست ۵-هم‌زمانی تحولات کالبدی و اجتماعی

محلات هفده گانه مورد مطالعه و جمعیت هر یک از انها به شرح جدول شماره۲ است:

**جدول۲. جمعیت محلات هفده گانه منطقه ۹ شهرداری مشهد**

| محله | جمعیت |
|---|---|
| هنرستان | ۱۸۳۷۷ |
| هاشمیه | ۱۶۱۲۶ |
| نوفل | ۳۸۶۱ |
| لادن | ۲۶۸۴۹ |
| گلدیس | ۹۶۹۵ |
| کوثر | ۳۲۲۹۱ |
| شقایق۲ | ۱۰۲۹۲ |
| شقایق۱ | ۷۴۲۸ |
| سرافرازان | ۴۵۶۷۰ |
| زکریا | ۳۲۰۶ |
| چهارچشمه | ۲۱۷۹۷ |
| بهارستان | ۱۰۶۱۰ |
| اقبال | ۲۴۲۲۹ |
| آب و برق | ۳۱۰۲۱ |
| ولیعصر | ۳۱۲۷ |
| نیروهوایي | ۱۶۲۹۵ |
| رضاشهر | ۳۷۶۸۵ |

**منبع: شهرداری مشهد، ۱۳۹۵**




**شکل۲. محدوده مورد مطالعه**

## بحث و یافته‌ها

سنجش میزان زیست‌پذیری در محلات منطقه ۹ شهرداری مشهد

داده‌های زیست‌پذیری، شامل سه شاخص ادراکی(پرسشنامه)، عینی و کل، مبنای مقایسه دقیق محله‌ها است. در راستای اولویت‌بندی محله‌ها، ابتدا تمامی شاخص‌های عینی و ادراکی نرمال شده تا بتوان آن‌ها را با یکدیگر مقایسه و محاسبه نمود. از آنجایی که شاخص‌های پژوهش در دوسته عینی و ادراکی طبقه بندی شده‌اند. ابتدا وزن اهمیت این دو دسته کلی در قالب ماتریس دودویی توسط تیم خبرگان به روش تحلیل سلسله مراتبی AHP مورد ارزیابی قرار گرفت و در نهایت وزن شاخص های ادراکی ۰,۴ و وزن شاخص های عینی نیز ۰,۶ محاسبه شد. سپس ضریب اهمیت هریک از شاخص‌های آموزشی، بهداشتی-زیستی، امنیت، مسکن، حمل و نقل و زیست محیطی از پرسشنامه خبرگان به شرح جدول۳ احصاء شده است. وزن شاخص‌ها به همراه امتیاز محلات در هریک از شاخص‌های ادراکی و عینی زیست پذیری وارد نرم افزار GIS شده و در نهایت محلات مورد مطالعه با استفاده از روش جمع وزنی ساده مطابق جدول۴ اولویت بندی شدند.

**جدول ۳. وزن نهایی شاخص های زیست پذیری**

| شاخص | وزن نهایی |
|---|---|
| آموزشی | ۰/۱۶ |
| زیست محیطی | ۰/۱۴ |
| امنیت | ۰/۲ |
| مسکن | ۰/۱۸ |
| حمل و نقل | ۰/۱۶ |
| بهداشتی | ۰/۱۶ |

محله‌های با امتیاز کلِ بالا غالباً نشان‌دهنده همسویی نسبتاً مثبت بین ادراک و تجربه فضایی‌اند؛ در حالی که تفاوت‌های قابل‌توجه بین ادراک و عینی نشان‌دهنده نیاز به مداخلات هدفمند در زیرساخت‌ها یا دسترسی به خدمات است. یافته‌های جدول٤ نشان می‌دهد که محله رضاشهر با زیست پذیری کلی ۰,٤۳، ادراکی ۰,۷۱ و عینی ۰,۲٤ بالاتر از سایر محلات دیگر است و نشان می‌دهد برداشت بالایی از محیط وجود دارد اما تجربه عینی از فضاهای شهری کمتر از انتظار است.

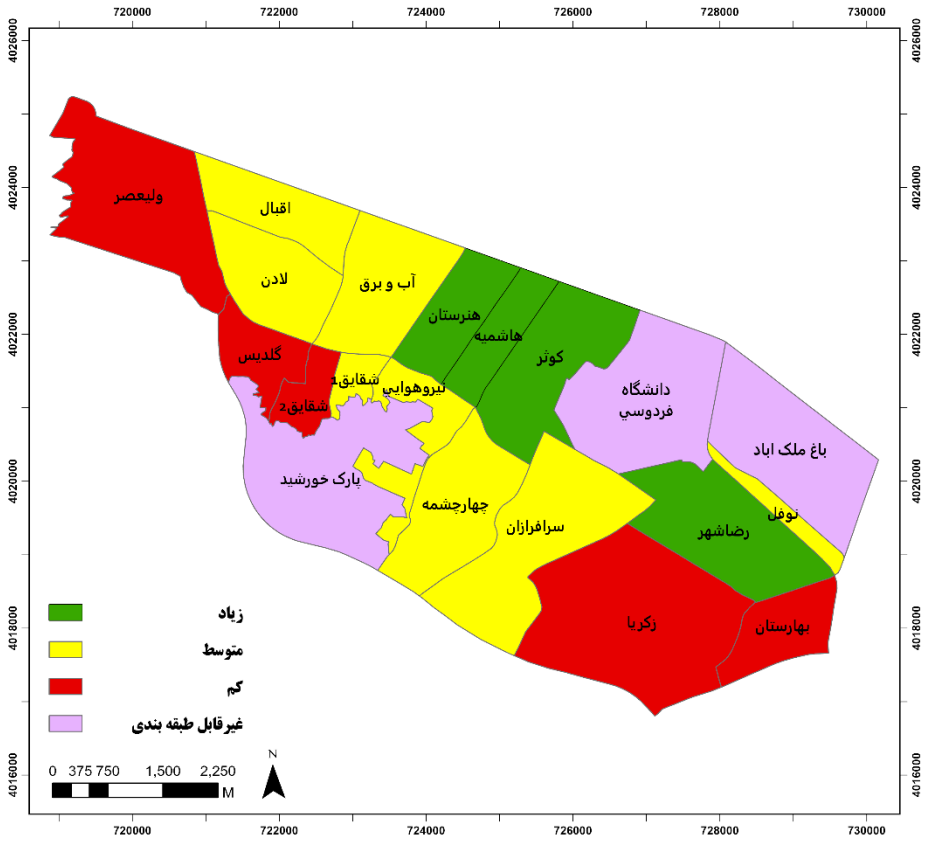
برای رتبه بندی سطوح زیست پذیری محلات، از روش دسته بندی سه گانه بر مبنای ترتیل ها یا صدک‌های ۳۳,۳ درصدی، که یک استاندارد آماری برای دسته بندی متغیرهای کمی به سه گروه هم اندازه است استفاده شده است. جدول ۴ امتیازات عینی، ادارکی، امتیاز نهایی و زیست پذیری رتبه ای محلات را نشان می‌دهد.

**جدول٤. میانگین زیست پذیری ادراکی، عینی و کل در محلات منطقه ۹ مشهد**

| محله | امتیاز شاخص های عینی | امتیاز شاخص های ادراکی | امتیاز نهایی | زیست پذیری |
|---|---|---|---|---|
| اقبال | ۰/۱۸ | ۰/٦۳ | ۰/۳٦٤ | متوسط |
| آب و برق | ۰/۱۹ | ۰/٥۳ | ۰/۳۲ | متوسط |
| بهارستان | ۰/۱٥ | ۰/۳٥ | ۰/۲۳ | کم |
| چهارچشمه | ۰/۱٥ | ۰/٦۹ | ۰/۳٦۸ | زیاد |
| رضاشهر | ۰/۲٤ | ۰/۷۱ | ۰/٤۳ | زیاد |
| زکریا | ۰/۱۹ | ۰/۱۱ | ۰/۱٦ | کم |
| سرافرازان | ۰/۲ | ۰/۳۸ | ۰/۲۸ | متوسط |
| شقایق ۱ | ۰/۱۷ | ۰/۳٦ | ۰/۲٤ | کم |
| شقایق ۲ | ۰/۱۰ | ۰/۲۷ | ۰/۱۷ | کم |
| کوثر | ۰/۲۳ | ۰/٦۲ | ۰/۲۸ | زیاد |
| گلدیس | ۰/۱٤ | ۰/۳٥ | ۰/۲۲ | کم |
| لادن | ۰/۱٤ | ۰/٥۸ | ۰/۳۲ | متوسط |
| نوفل لوشاتو | ۰/۲۱ | ۰/٤٥ | ۰/۳۱ | متوسط |
| نیروهوایی | ۰/۱٦ | ۰/٥٦ | ۰/۳۲ | متوسط |
| هاشمیه | ۰/۱٦ | ۰/۷٦ | ۰/٤۰ | زیاد |
| هنرستان | ۰/۱۷ | ۰/۷ | ۰/۲۸ | زیاد |
| ولیعصر | ۰/۱٤ | ۰/۲ | ۰/۱٦ | کم |

به طور کلی محلات با زیست پذیری کلی بالا عبارتند از رضاشهر، هاشمیه، کوثر، هنرستان و چهارچشمه و محلات با زیست پذیری پایین عبارتند از ولیعصر، گلدیس، شقایق۱ و ۲، زکریا و بهارستان.

محلات با زیست پذیری ادراکی بالا عبارتند از رضا شهر و هاشمیه و در مقابل محلات با زیست پذیری ادراکی پایین عبارتند از گلدیس، شقایق۲، ولیعصر و زکریا. همچنین محلاتی که از زیست پذیری عینی بالاتری نسبت به بقیه برخوردارند عبارتند از رضاشهر، کوثر و نوفل لو شاتو و محلات با زیست پذیری پایین تر عبارتند از لادن، ولیعصر و شقایق۲.



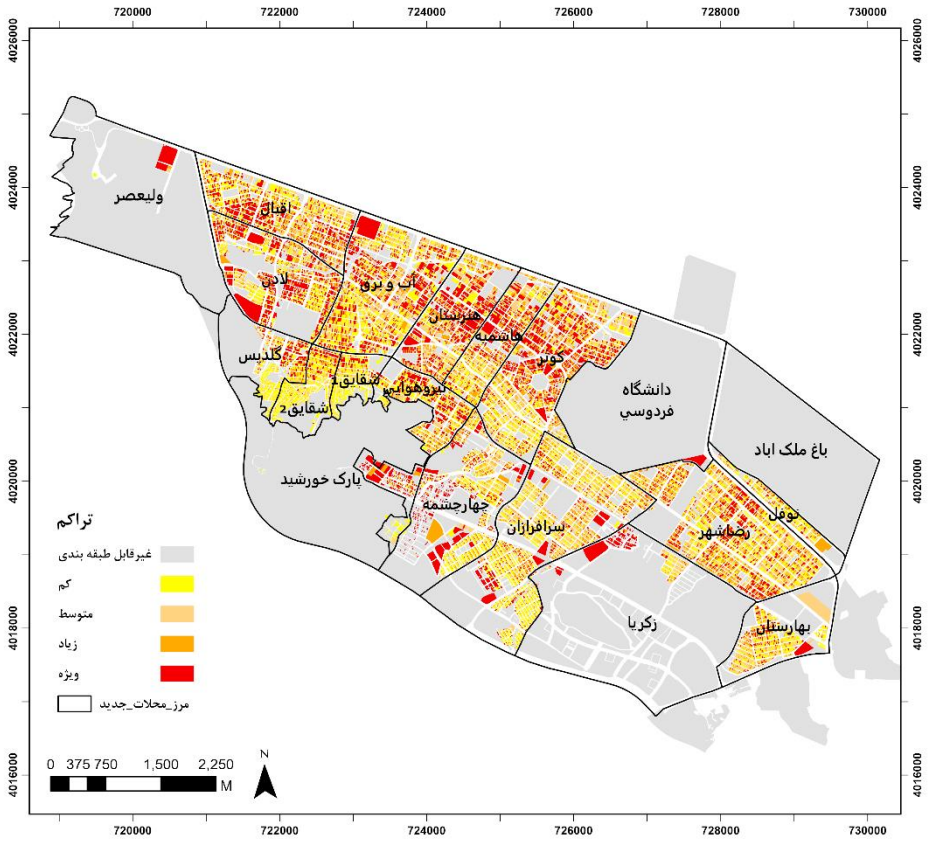

**شکل۳. پهنه بندی زیست پذیری در محلات منطقه۹ شهر مشهد**

بررسی وضعیت تراکم در محلات منطقه ۹ مشهد

شکل۴، نشان دهنده توزیع فضایی تراکم در سطح منطقه است. بر اساس این شکل می‌توان الگوی بارزی را به شرح زیر مشاهده کرد.

تمرکز بالا در شمال و شمال غرب: محلات واقع در نیمه شمالی و شمال غربی مانند هنرستان، هاشمیه، کوثر و اقبال از تراکم ساختمانی بالاتری برخوردار هستند این امر می‌تواند ناشی از عوامل مختلفی مانند دسترسی بهتر به شبکه‌های ارتباطی اصلی و خدماتی(خط ۱ متروی مشهد و محور وکیل آباد) یا امکان ساخت و ساز بالاتر در این محدوده‌ها باشد.

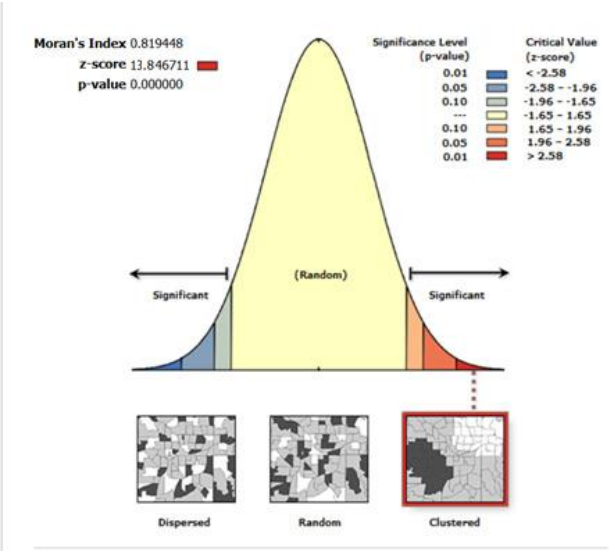
تمرکز تراکم پایین در بخش شرقی و مرکزی: محلات این بخش مانند رضاشهر، سرافرازان، شقایق۱ و ۲ و ولیعصر دارای تراکم کمتری هستند و این الگو ممکن است به دلیل توسعه جدید تر، وجود کاربری‌های وسیع مانند فضای سبز یا محدودیت‌های ارتفاعی و ساخت و ساز باشد.




**شکل۴. پهنه بندی تراکم در محلات منطقه۹ شهر مشهد**

## تحلیل فضایی زیست پذیری

در راستای تعیین ضریب تاثیر تراکم بر مقدار زیست پذیری(ضریب رگرسیونی) ابتدا میزان همبستگی فضایی زیست‌پذیری در سطح بلوک‌ها به وسیله شاخص موران سنجیده شد تا معنادار بودن زیست پذیری بلوک‌ها مشخص گردد. این مقدار در سطح اطمینان ۹۹ درصد برابر است با ۸۱ /۰ که نشان دهنده همبستگی بالای بلوک ها در شاخص زیست‌پذیری است. یعنی زیست‌پذیری محلات از یک الگوی خوشه‌ای بسیار قوی پیروی می‌کند و احتمالا محلات با زیست‌پذیری بالا در مجاورت یکدیگر و محلات با زیست‌پذیری پایین نیز در کنار هم قرار گرفته‌اند. همچنین مقدار zبرابر با ۱۳/۸۴ و سطح معناداری p-value = 0.000000نشان‌دهنده آن است که الگوی مشاهده‌شده با احتمال بسیار بالا از حالت تصادفی فاصله دارد و نتایج به‌دست‌آمده از نظر آماری در سطح اطمینان بسیار بالا معنادار هستند. بدین ترتیب فرض صفر مبنی بر تصادفی بودن توزیع فضایی زیست‌پذیری محلات رد می‌شود.




**شکل۵. الگوی خودهمبستگی فضایی شاخص زیست‌پذیری در بلوک‌های محلات منطقه ۹ شهرداری مشهد**

## رابطه بین تراکم و زیست‌پذیری

پس از تایید میزان همبستگی، دو شاخص تراکم و زیست پذیری در نرم افزارGIS وارد شده تا مقدار تاثیر تراکم بر مقدار زیست‌پذیری از طریق رابطه رگرسیون لجستیک مشخص گردد. در این مدل، شاخص تراکم به عنوان متغیر مستقل و شاخص زیست پذیری (نوع رتبه‌ای آن با رتبه‌های کم، متوسط و زیاد) به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شده است. محاسبات نشان می‌دهد که رابطه بین تراکم و زیست پذیری از نوع غیر خطی است؛ رشد زیست‌پذیری ابتدا شتابان، سپس پایدار و نهایتا کاهشی است به گونه‌ای که مطابق جدول ۵، رابطه بین تراکم و زیست پذیری به شکلS (لجستیک) است و حداکثر نرخ رشد آن در تراکم ۲۸۰ درصد رخ می‌دهد. رشد آغازین آن در تراکم ۱۵۰ درصد است (ضریب = ۱۲,۳ درصد)، شتاب‌گیری رشد در تراکم ۱۸۰ درصد است (ضریب = ۱۵,۳ ) و حداکثر بازدهی پایدار آن در تراکم ۲۴۰ تا ۴۰۰ درصد رخ می‌دهد (ضریب = ۱۸,۸). این الگو به خوبی نظریه تراکم بهینه در شهرسازی را تایید می‌کند. صعود منحنی تا تراکم کمتر از ۴۰۰ درصد نشان‌دهنده این است که افزایش تراکم با مزایایی مانند صرفه جویی در مقیاس، مقرون به صرفه شدن ارائه خدمات شهری، مانند حمل و نقل عمومی، جنب و جوش حیات شهری و دسترسی بهتر به امکانات همراه است و نزول منحنی پس از این تراکم، نشان دهنده این است که پس از عبور از یک آستانه بحرانی، معایب تراکم نمود پیدا می‌کند.

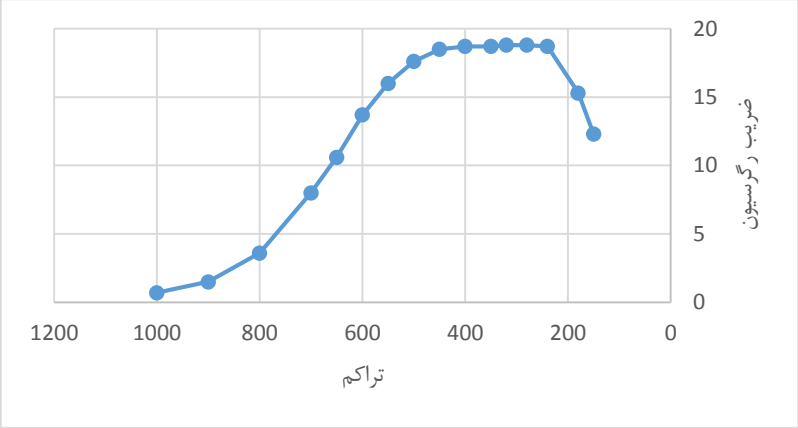
**جدول۵. رابطه بین تراکم و زیست پذیری**

| تراکم | زیست پذیری | ضریب رگرسیون |
|---|---|---|
| ۱۵۰ | ۰/۰۵۲ | ۱۲/۳ |
| ۱۸۰ | ۰/۰۷۱ | ۱۵/۳ |
| ۲۴۰ | ۰/۱۲۷ | ۱۸/۷ |
| ۲۸۰ | ۰/۱۲۵ | ۱۸/۸ |
| ۳۲۰ | ۰/۱۲۳ | ۱۸/۸ |
| ۳۵۰ | ۰/۱۲۲ | ۱۸/۷ |
| ۴۰۰ | ۰/۱۲۱ | ۱۸/۷ |
| ۴۵۰ | ۰/۱۳۷ | ۱۸/۵ |
| ۵۰۰ | ۰/۱۵۴ | ۱۷/۶ |

| | | |
|---|---|---|
| ۵۵۰ | ۰/۱۷۲ | ۱۶ |
| ۶۰۰ | ۰/۱۹ | ۱۳ |
| ۶۵۰ | ۰/۲۰۷ | ۱۰/۶ |
| ۷۰۰ | ۰/۲۲۱ | ۸ |
| ۸۰۰ | ۰/۲۳۷ | ۳/۶ |
| ۹۰۰ | ۰/۲۴۵ | ۱/۵ |
| ۱۰۰۰ | ۰/۲۴۸ | ۰/۷ |

ضریب رگرسیون بین تراکم و زیست‌پذیری($R^2$=0.188) محاسبه شده است. بنابراین شاخص تراکم، کمتر از ۲۰ درصد قدرت پیش بینی زیست پذیری را در سطح محلات منطقه ۹ شهرداری مشهد دارد. این یعنی ۸۱,۲ درصد از عواملی که سطح زیست پذیری یک محله را تعیین می‌کنند، ناشی از متغیرهای دیگر هستند. معادله رگرسیونی این دو متغیر به شکل زیر است:

همچنین با توجه به جدول فوق، شکل رگرسیونی این رابطه به شکل شماره۶ است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، این ضریب به شکل sاست.




**شکل۶. ضریب رگرسیون بین تراکم و زیست پذیری**

- منطقه بازدهی صعودی (تراکم‌های ۱۵۰ تا ۲۸۰):

دراین بازه افزایش تراکم با افزایش زیست پذیری ۱۸,۸ درصدی ایجاد می‌کند. در واقع این محدوده نشان‌دهنده تشکیل و بلوغ خدمات شهری است.

- منطقه بازدهی بهینه(۲۸۰ تا ۴۰۰):

این محدوده پلاتوی طلایی تراکم است، ضریب ثابت این محدوده نشان می‌دهد بهترین تعادل بین مزایا و معایب تراکم برقرار است.

- منطقه اشباع(پس از تراکم ۴۰۰):

در این محدوده مدل به حالت اشباع نزدیک می‌شود و در مرحله نزولی قرار می‌گیرد. تراکم ها ۴۰۰ تا ۵۰۰ هنوز توجیه اقتصادی دارند(ضریب ۱۷ تا ۱۹ درصد). تراکم های ۵۰۰ تا ۷۰۰ بازدهی کاهشی اما قابل قبول دارند. اما تراکم‌های بالای ۷۰۰ عمدتا بی‌فایده هستند و در این بازه هزینه‌های اضافی تراکم (آلودگی ،ازدحام و ترافیک) از منافع آن بیش‌تر است.

**رابطه بین تراکم و سرانه خدمات شهری**

در این مرحله سرانه‌های خدماتی(کاربری‌های آموزشی، پارک، درمانی، فرهنگی-هنری، ورزشی و مذهبی) محاسبه شده تا در مرحله بعد رابطه آن با میانگین تراکم هر محله مورد ازمایش قرار گیرد. در نرم افزار ArcMAP بین هر نوع سرانه (متغیر وابسته) هرنوع کاربری و تراکم (متغیر مستقل) به طور

مستقل رگرسیون خطی اجرا شده است که نتایج ان به شرح جدول٦ است.

**جدول٦. ضریب رگرسیونی بین کاربری‌های مختلف و تراکم ساختمانی**

| کاربری | ضریب رگرسیون (شیب) |
|---|---|
| آموزشی | -۰/۰۰٦۴ |
| پارک | -۰/۰٦۱٦ |
| درمانی | -۰/۰۰۴۷ |
| فرهنگی هنری | -۰/۰۰۳۱ |
| مذهبی | -۰/۰۰۱ |
| ورزشی | -۰/۰۰۲۲ |

با توجه به این که همه ضرایب رگرسیون منفی هستند و برای همه کاربری‌ها شیب خط رگرسیون منفی است لذا، با افزایش تراکم، سرانه کاربری‌ها کاهش می‌یابد.

با توجه به این که پارک‌ها بیشترین ضریب منفی را دارند، لذا تراکم بیشترین تاثیر منفی را بر سرانه پارک‌ها دارد.

این رابطه معکوس نشان می‌دهد که در محلات پرتراکم، سرانه کاربری‌های عمومی کمتر است. در این رابطه پارک‌ها بیشترین حساسیت را به افزایش تراکم نشان می‌دهند و کاربری مذهبی کم‌ترین حساسیت را به تراکم نشان می‌دهد.

**نتیجه‌گیری**

این پژوهش نشان داد که رابطه میان تراکم ساختمانی و زیست‌پذیری شهری، رابطه‌ای خطی و ساده نیست، بلکه پیچیده و وابسته به زمینه است. یافته‌های ما با دیدگاه نوین در ادبیات برنامه‌ریزی شهری که بر «کیفیت تراکم» تأکید دارد، همسو است. از یک سو، نتایج ما تأیید می‌کند که تراکم شهری می‌تواند راهکاری مؤثر برای مدیریت رشد و ترویج توسعه پایدار باشد. این یافته با شواهد علمی گسترده‌ای هماهنگ است که مزایای فرم فشرده شهری را برمی‌شمرند (Ahlfeldt et al., 2018). همان‌طور که (Duranton et al., 2020) نیز اشاره کرده‌اند، تراکم می‌تواند بهره‌وری را افزایش دهد، دسترسی به خدمات را بهبود بخشد، ساخت‌وساز انرژی‌بر را تشویق کند و تسهیم بهتر امکانات شهری را ممکن سازد. راهبردهای عملی برای تحقق این مزایا، مانند دگرگونی ساختمان‌های موجود و استفاده از فضاهای آزاد شهری نیز پیشنهاد شده‌اند (Pełczyński et al., 2019).

با این حال، یافته‌های این تحقیق همچنین هشدار محققان را مبنی بر چالش‌های مترتب بر تراکم‌افزایی بی‌ضابطه تأیید می‌کند. همان‌طور که (Berghauser Pont et al., 2020) نیز یافته‌اند، اثرات تراکم در ابعاد مختلف شهری یکسان نیست. در حالی که تأثیرات مثبت آن در حوزه‌هایی مانند اقتصاد و حمل‌ونقل در منطقه ۹ مشهد نیز مشاهده شد (بازدهی صعودی تا تراکم ۴۰۰ درصد)، ولی پیامدهای بالقوه منفی در ابعاد اکولوژیکی و اجتماعی نیز آشکار گردید. کاهش سرانه فضاهای سبز و خدمات عمومی با افزایش تراکم، به وضوح گویای این چالش است.

لذا، تراکم به خودی خود نه ذاتاً مثبت است و نه منفی، بلکه نتایج آن به شدت وابسته به کیفیت اجرا و برنامه‌ریزی زمینه‌محور است. این دیدگاه ظریف توسط مطالعات متعددی تأیید می‌شود. یافته ما مبنی بر اهمیت بیشتر کیفیت محیط و خدمات نسبت به کمیت صرف تراکم، با نتایج (Howley et al., 2009) همخوانی دارد که رضایت

در محیط‌های پرتراکم را بیشتر وابسته به کیفیت محیطی، خدمات و مشارکت جامعه می‌داند. همچنین، تفاوت فاحش بین زیست‌پذیری عینی و ادراکی در برخی محلات (مانند رضاشهر)، مؤید این نظر است که مشخصه‌های طراحی محله مانند مکان‌یابی و کیفیت فضاهای عمود اهمیتی بیش از صرف میزان تراکم دارد (Raman et al., 2010). این موضوع بر اهمیت طراحی شهری هوشمندانه که فضاهای سبز، امکانات و تعاملات اجتماعی را یکپارچه می‌سازد، صحه می‌گذارد (Al-saedi et al., 2024). در نهایت، همان‌طور که (Moroni et al., 2016) استدلال می‌کند، مزیت اصلی تراکم نه فقط در کاهش زمان سفر، بلکه در تسهیل تعاملات انسانی متنوع نهفته است؛ عاملی که در صورت غفلت از کیفیت فضاهای جمعی و انسجام اجتماعی، همان‌طور که در برخی محلات پرتراکم منطقه ۹ مشاهده شد تحقق نمی‌یابد.

رابطه بین تراکم ساختمانی و زیست‌پذیری در منطقه ۹ مشهد از الگویی غیرخطی و به شکل S پیروی می‌کند. بر این اساس، فرضیه اول پژوهش که به وجود رابطه‌ای معنادار و یکسویه بین افزایش تراکم و بهبود کیفیت زندگی اشاره داشت، رد می‌شود. در عوض، یافته‌ها فرضیه وجود یک محدوده بهینه برای تراکم را تأیید می‌کند، به طوری که تراکم‌های میان‌رده (۲۸۰ تا ۴۰۰ درصد) بیشترین هماهنگی را با سطح مطلوب زیست‌پذیری نشان می‌دهند.

همچنین، تأیید شد که محلات با تراکم‌های بسیار بالا یا بسیار پایین همان‌گونه که در فرضیه دوم پیش‌بینی شده بود واقعاً با کاستی‌هایی در ابعادی از زیست‌پذیری مانند دسترسی به فضای سبز و آسایش بصری مواجه‌اند. این موضوع فرضیه دوم را تأیید می‌نماید و نشان می‌دهد که توسعه نامتوازن، صرف نظر از جهت آن (افزایش یا کاهش شدید تراکم)، می‌تواند کیفیت زندگی را تحت تأثیر منفی قرار دهد.

در نهایت، رابطه معکوس و معنادار بین افزایش تراکم و کاهش سرانه خدمات عمومی به ویژه در حوزه پارک‌ها و فضاهای ورزشی به وضوح فرضیه سوم مبنی بر ناتوانی توسعه خدمات در همگامی با شتاب ساخت‌وساز را تأیید کرد. این یافته بر شکاف جدی بین رشد کالبدی و توسعه زیرساختی در منطقه مورد مطالعه صحه می‌گذارد.

در جمع‌بندی نهایی می‌توان گفت که فرضیه کلیدی این تحقیق که بر پیچیدگی رابطه تراکم و زیست‌پذیری و ضرورت همراهی تراکم با برنامه‌ریزی کیفی تأکید داشت به طور کامل تأیید می‌شود. تراکم تنها در صورتی به ابزاری برای ارتقای زندگی تبدیل می‌شود که در چهارچوب یک برنامه یکپارچه، همراه با تأمین عادلانه خدمات و حفظ مقیاس انسانی، به کار گرفته شود. در غیر این صورت، نه تنها به بهبود شرایط منجر نمی‌شود، بلکه می‌تواند به عاملی برای تعمیق نابرابری‌های فضایی و کاهش کیفیت زندگی در محلات آسیب‌پذیر بینجامد.

موفقیت راهبرد افزایش تراکم در مشهد و شهرهای مشابه، منوط به عبور از نگاه کمی صرف و اتخاذ رویکردی کیفی و یکپارچه است. رویکردی که در آن افزایش تراکم، همگام و هم‌تراز با سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های سبز و اجتماعی، طراحی عمومی دقیق، و تضمین دسترسی عادلانه به خدمات، به پیش برده شود.

از جنبه کاربردی، این پژوهش سیاست‌های مشخصی را پیشنهاد می‌دهد: نخست، تعیین محدوده تراکم بهینه بین ۲۸۰ تا ۴۰۰ درصد به عنوان راهبرد پایه در منطقه، با اجتناب از تراکم‌های بالای ۵۰۰ درصد به ویژه در محلات کم‌برخوردار. دوم، رویکرد تفکیکی مبتنی بر شرایط هر محله: در محلات پرتراکم (مانند هنرستان و هاشمیه) تمرکز بر جبران کمبود خدمات و فضای سبز، و در محلات کم‌تراکم (مانند ولیعصر و شقایق) توجه همزمان به توسعه کالبدی و زیرساختی. سوم، پیوند دادن افزایش تراکم به تأمین خدمات متناسب با آن، از طریق مکانیزم‌هایی مانند «شرایط اجرایی پروانه» یا «عوارض اختصاصی توسعه». همچنین، ایجاد سامانه پایش محله‌ای برای رصد مستمر شاخص‌های زیست‌پذیری و

اتخاذ تصمیمات مبتنی بر داده، از دیگر پیشنهادهای عملی این مطالعه است.

## Refrence


Ahlfeldt, G., Pietrostefani, E., Schumann, A., & Matsumoto, T. (2018). *Demystifying compact urban growth: Evidence from 300 studies from across the world*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/BBEA8B78-EN

Ahmad, A., Masron, T., Ali, A. S. M., Kimura, Y., & Junaini, S. N. (2024). Demographic dynamics and urban property crime: A linear regression analysis in Kuala Lumpur and Putrajaya (2015–2020). *Planning Malaysia*, *22*. https://doi.org/10.21837/pm.v22i33.1550

Alawadi, K., & Benkraouda, O. (2019). The debate over neighborhood density in Dubai: Between theory and practicality. *Journal of Planning Education and Research*, *39*(1), 18–34. https://doi.org/10.1177/0739456X17720490

Alidoust, S. (2024). Sustained liveable cities: The interface of liveability and resiliency. *Cities & Health*, *8*(6), 1108–1119. https://doi.org/10.1080/23748834.2023.2260132

Al-Saedi, A. Z. M., & Rasul, H. Q. (2024). New roadmap toward social sustainability, from physical structures to perceived spaces. *Sustainability*, *16*(17), 7716. https://doi.org/10.3390/su16177716

Angel, S., Lamson-Hall, P., & Blanco, Z. G. (2021). Anatomy of density: Measurable factors that constitute urban density. *Buildings and Cities*, *2*(1), 264–278. https://doi.org/10.5334/BC.91

Azizi, M. (2016). *Density in urban planning: Principles and criteria for determining density*. University of Tehran. (In Persian)

Baghban, A., Baghban Khiabani, S., & Sabet Teymouri, M. (2024). Spatial analysis and modeling of factors affecting inefficiency in the urban fabric of the pilgrimage city of Mashhad. *Urban Studies Quarterly*, *13*(51), 33–48. (In Persian) 10.22034/urbs.2024.138597.4900

Berghauser Pont, M. Y., Perg, P. G., Haupt, P. A., & Heyman, A. (2020, November). A systematic review of the scientifically demonstrated effects of densification [Paper presentation]. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *588*(5), 052031. https://doi.org/10.1088/1755-1315/588/5/052031

Bueno-Suárez, C., & Coq-Huelva, D. (2020). Sustaining what is unsustainable: A review of urban sprawl and urban socio-environmental policies in North America and Western Europe. *Sustainability*, *12*(11), 4445. https://doi.org/10.3390/su12114445

Coq-Huelva, D., & Asián-Chaves, R. (2019). Urban sprawl and sustainable urban policies: A review of the cases of Lima, Mexico City and Santiago de Chile. *Sustainability*, *11*(20), 5835. https://doi.org/10.3390/su11205835

Del Castillo, N. P. C. (2021). How we dwell: Neighbourhood liveability from the perspective of residents [Doctoral dissertation, University of Melbourne]. Minerva Access. https://doi.org/10.25904/1912/4152

Duranton, G., & Puga, D. (2020). The economics of urban density. *Journal of Economic Perspectives*, *34*(3), 3–26. https://www.nber.org/papers/w27215

Elantary, A. R. (2025). Navigating paradoxes of liveability: A cross-disciplinary exploration of urban challenges in Jubail Industrial City. *Sustainability*, *17*(22), 10349. https://doi.org/10.3390/su172210349

Fan, Z., Wang, Y., & Feng, Y. (2021). Ecological livability assessment of urban agglomerations in Guangdong-Hong Kong-Macao greater bay area. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(24), 13349.

Getu, K., & Bhat, H. G. (2024). Application of geospatial techniques and binary logistic regression model for analyzing driving factors of urban growth in Bahir Dar city, Ethiopia. *Heliyon*, *10*(3), e25340. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25137

Ghanbari, M. (2017). Livability: A new approach in urban planning. PhD Dissertation, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian).

Haarhoff, E., Beattie, L., & Dupuis, A. (2016). Does higher density housing enhance liveability? Case studies of housing intensification in Auckland. Cogent *social sciences*, *2*(1), 1243289.

pters/edit/10.4324/9780080455525-11/high-density-high-rise-multiple-intensive-land-use-hong-kong-stephen-lau-jun-wang-giridharan-ganesan

Magdy Shafiq Mohamed, K. (2022). Liveable city centre: Livability through the lens of the Singaporean experience (Case of Singapore City Center). *Engineering Research Journal, 176*, 16–28. https://doi.org/10.21608/erj.2022.272642

Marzban, F. (2012). Modeling the distribution of building density using GIS in districts 9 and 11 of Mashhad city. Master's Thesis, Islamic Azad University, Tehran Central Branch. (In Persian) https://www.virascience.com/thesis/595241/

Mashhad Municipality. (2016). *Mashhad City Statistical Yearbook*. Mashhad Municipality. (In Persian)

Medayese, S., Magidimisha-Chipingu, H., & Chipungu, L. (2021). Conceptual nexus of urban liveability and sustainability [Paper presentation]. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 654*(1), 012027. https://doi.org/10.1088/1755-1315/654/1/012027

Moroni, S. (2016). Urban density after Jane Jacobs: The crucial role of diversity and emergence. *City, Territory and Architecture, 3*(1). https://doi.org/10.1186/s40410-016-0041-1

Naghsh Piravash Consulting Engineers. (2021). Detailed plan of the southwest zone (regulations and guidelines). Mashhad City Development and Planning Organization. (In Persian)

Oladghareh Gozlou, M. (2021). Application of agent-based simulation in determining the feasibility of using transfer of development rights to eliminate programmatic rent in determining building density in urban plans: A case study of Tehran. PhD Dissertation, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian)

Pełczyński, J., & Tomkowicz, B. (2019, November). Densification of cities as a method of sustainable development [Paper presentation]. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 362*(1), 012106. https://doi.org/10.1088/1755-1315/362/1/012106

https://doi.org/10.1080/23311886.2016.1243289

Hasani, K., & Baharinejad, M. (2021). Proposing design strategies for livable and joyful urban spaces toward improving quality of life. *Journal of Urban Planning and Architecture: Environmental Identity, 2*(7), 41–54. (In Persian) https://www.magiran.com/p2386721

Huang, J., Wang, Y., Wu, K., Yue, X., & Zhang, H. O. (2024). Livability-oriented urban built environment: What kind of built environment can increase the housing prices?*Journal of Urban Management, 13*(3), 357-371. https://doi.org/10.1016/j.jum.2024.04.001

Howley, P., Scott, M., & Redmond, D. (2009). Sustainability versus liveability: An investigation of neighbourhood satisfaction. *Journal of Environmental Planning and Management, 52*(6), 847–864. https://doi.org/10.1080/09640560903083798

Jafari, F., & Ghorbani, R. (2016). Investigation and analysis of building density (FAR) in urban neighborhoods using LUI: Case study of Golbad neighborhood, Tabriz. *Quarterly Journal of Urban Planning Studies, 3*(11). (In Persian) https://shahr.journals.umz.ac.ir/article_1257.html

Karimian, B. (2015). Analysis of the relationship between building density and environmental vitality (Case study: Farhangian neighborhood, Shahrekord). Master's Thesis, Isfahan University of Art. (In Persian) http://library.aui.ac.ir/dL/search/default.aspx?Term=4664&Field=0&DTC=108

Khorrami, Z., Ye, T., Sadatmoosavi, A., Mirzaee, M., Fadakar Davarani, M. M., & Khanjani, N. (2021). The indicators and methods used for measuring urban liveability: A scoping review. *Reviews on Environmental Health, 36*(3), 397–441. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-26287/v1

Lau, S., Wang, J., Giridharan, R., & Ganesan, S. (2006). *High-density, high-rise and multiple and intensive land use in Hong Kong: A future city form for the new millennium*. In M. Jenks & N. Dempsey (Eds.), Future forms and design for sustainable cities (pp. 153–165). Routledge.https://www.taylorfrancis.com/cha

Raman, S. (2010). Designing a liveable compact city: Physical forms of city and social life in urban neighbourhoods. *Built Environment*, *36*(1), 63–80. https://doi.org/10.2148/BENV.36.1.63

Razzaghian, F. (2016). Analysis of high-rise residential buildings with emphasis on ecological city theory in the southwest area of Mashhad metropolis. PhD Dissertation, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian)

Reid, S., Kraatz, J., & Caldera, S. (2024). A Liveability Framework for Medium to High Density Social and Affordable Housing: An Australian Housing Case Study. Urban Policy and Research, 42(2), 139-159. https://doi.org/10.1080/08111146.2024.2323013

Shrivastava, V., & Singh, J. (2020). Compact cities as sustainable development model. *International Journal of Emerging Technologies*, *11*(2), 1111–1116. https://www.researchtrend.net/ijet/current_issue_ijet.php?taxonomy-id=75

Sudmant, A., Verlinghieri, E., Khreis, H., & Gouldson, A. (2020). The social, environmental, health, and economic impacts of low-carbon transport policy: A review of the evidence. *Traffic-Related Air Pollution*, 471–493.https://doi.org/10.1016/b978-0-12-818122-5.00019-3

Yazdani, S. (2020). An analysis of the process of determining residential building density in Iran's urban development plans. PhD Dissertation, Isfahan University of Art. (In Persian) http://library.aui.ac.ir/dL/search/default.aspx?Term=6153&Field=0&DTC=108