

بسم الله الرحمن الرحيم



هنر مدیریت سبز

فصلنامه دانشگاه هنر ایران

سال دوم، شماره چهارم، زمستان ۱۴۰۳
زمینه انتشار هنر و معماری

شاپا چاپی ۲۷۷۶۰۷۵۶

صاحب امتیاز دانشگاه هنر
مدیر مسئول سید حسن سلطانی
سرمدبیر مریم محمدی

هیات تحریریه به ترتیب حروف الفبا

بهنود برمایه‌ور - دانشیار گروه فنون معماری و مدیریت پروژه، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر ایران
سیدعلی جوزی - استاد گروه محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی تهران شمال
سید بهشید حسینی - استاد گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر ایران
مهدی خاک‌زند - دانشیار گروه معماری منظر، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران
اسماعیل صالحی - دانشیار گروه برنامه‌ریزی محیط‌زیست، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه تهران
منصوره طاهباز - دانشیار ساختمان، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی
ریما فیاض - دانشیار گروه فنون معماری و مدیریت پروژه، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر ایران
پرویز قدوسی - استاد گروه عمران، دانشکده عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران
اصغر محمد مرادی - استاد گروه مرمت بناهای تاریخی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران

مدیر داخلی سوده نگین تاجی

طراح گرافیک سارا عسگری

ویراستار ادبی و فنی مریم محمدی

لیتوگرافی چاپ و صحافی دانشگاه هنر ایران

نشانی نشریه خیابان حافظ، خیابان سرهنگ سخائی، بعد از تقاطع سی‌تیر، پلاک ۵۸

پردیس باغ ملی دانشگاه هنر، معاونت پژوهش و فناوری، دفتر فصلنامه «هنر مدیریت سبز»

کدپستی ۱۱۳۶۸۱۳۵۱۸

پست الکترونیک agm.journal@art.ac.ir

پایگاه اینترنتی نشریات دانشگاه هنر <http://journal.art.ac.ir>

پایگاه اینترنتی دانشگاه هنر www.art.ac.ir

سخن سردبیر

نویسندگان و پژوهشگران نشریه هنر مدیریت سبز، بدین وسیله به پاس همراهی شما سروران این نشریه مترصد است به انتشار دستاوردهای علمی و پژوهش‌های حوزه‌ی مدنظر نشریه بپردازد. همان‌طور که در اهداف و چشم‌اندازهای نشریه نیز بیان شده، این نشریه پژوهش‌های مرتبط با توسعه‌ی پایدار محیطی را مدنظر قرار داده است. اهمیت موضوع پایداری و مدیریت سبز که کاهش کربن، استفاده بهینه از انرژی، مدیریت پسماند و عرصه‌های مختلف را در بر می‌گیرد، مباحث کلیدی و منتخب این نشریه برای انتشار مقالات هستند. طیف این مباحث در علوم مختلفی قابل ردیابی است. برای مثال رشته‌های شهرسازی، معماری، مدیریت پروژه، رشته‌های مرتبط با هنر چون سینما، انیمیشن و... که می‌توانند به بررسی تأثیرگذاری‌های تولیدات رسانه‌ای و تأثیر آنها در مباحث مربوطه بپردازند و یا طراحی صنعتی که برای نمونه هدف استفاده از مصالح سبز را در دستورکار خود دارد و سایر رشته‌ها که بدون شک مرتبط با اهداف این نشریه هستند. از همین رو است که این نشریه با عنوان هنر مدیریت سبز، در تلاش است طیف متعددی از پژوهش‌های مرتبط با مباحث را به انتشار برساند تا ضمن بازشناسی اهمیت موضوع، ابعاد پنهان و نهفته‌ای این رویکرد را نیز بیش از پیش آشکار نماید. این امر جز به یاری پژوهشگران میسر نخواهد شد و امید است این نشریه نقش موثری در ترویج این نگاه و جریان‌سازی آن در پژوهش، جامعه و صنعت داشته باشد.

مریم محمدی
سردبیر نشریه

فهرست

کاوش و بررسی نقش خط مشی های مدیریت سبز بر نوآوری سبز کارکنان با نقش میانجی اضطراب زیست محیطی و

تعهد عاطفی به سازمان ۷

محمد کشاورز؛ محمدحسین کمانی؛ مسعود میرزاده کوهشاهی؛ حسین محمدلو

نقش طراحی شهری در پایداری بافت تاریخی شهر تبریز با تأکید بر توسعه حمل و نقل سبز در شهر فشرده ۳۰

فرزاد زربخش؛ اصغر جهازی؛ کیوان شیرافکن

نظریه طراحی شهری تارنکبوتی متاورسی با نگاهی به فرهنگ جغرافیایی مناطق انسان محور و زیست محیطی ۵۲

علی زینالی عظیم

گونه شناسی کالبدی - فضایی کاروانسراهای برون شهری ایران بر پایه مطالعه نقشه معماری آنها ۷۹

تورج خسروی جاوید

بهینه سازی فرایند اجرای پروژه های شهری با بهره گیری از شهر هوشمند مبتنی بر دوقلوی دیجیتال ۱۰۰

حامد رسولی فرح

واکاوی جهانی شدن و عدالت فضایی در دسترسی به تجربه فرهنگی، با تأکید بر تجارب لندن و نیویورک ۱۳۱

محسن مطهریان؛ مریم محمدی



eISSN:2980-9673

The Art of Green Management

Homepage: <https://agm.journal.art.ac.ir/>



ORIGINAL RESEARCH PAPER

Investigating the Role of Green Management Policies on Employee Green Innovation with the Mediating Role of Environmental Anxiety and Affective Commitment to the Organization

Mohammad Keshavarz^{(1)*} , Mohammad Hossein Kamani⁽²⁾ , Masoud Mirzadeh Kouhshahi⁽³⁾ , Hossein

Mohammadlou⁽⁴⁾ 

1. Assistant Professor of Public Administration, Organizational Behavior, Faculty of Humanities, Mazandaran Institute of Higher Industrial Education, Babol, Iran. (<https://orcid.org/0000-0001-7742-9567>)

2. Assistant Professor, Department of Management, Payame Noor University, Tehran, Iran. (<https://orcid.org/0000-0002-8806-2622>)

3. Master of Health Services Management, Faculty of Health, Hormozgan University of Medical Sciences, Bandar Abbas, Iran. (<https://orcid.org/0009-0003-2890-7982>)

4. Master of Public Administration, Human Resources, Faculty of Management, Allameh Tabatabaie University, Tehran, Iran. (<https://orcid.org/0000-0001-9182-6112>)

Publisher: Iran University of Art

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received:20/01/2035 Revised:13/02/2025 Accepted:02/03/2024 PP. 7-29 Keywords: <i>Green Management Policies, Employee Green Innovation, Environmental Anxiety, Affective Commitment to the Organization</i>	Introduction: In the contemporary organizational landscape, the intensification of environmental crises has prompted a widespread adoption of green management policies. These policies, ranging from resource conservation protocols to sustainability-oriented innovation mandates, are designed not only to reduce ecological footprints but also to reshape employee attitudes and behaviors. However, the psychological mechanisms triggered by such policies remain underexplored. On the one hand, constant exposure to climate-related organizational discourse and stringent environmental targets may heighten employees' environmental anxiety—a state of worry and preoccupation with the deterioration of the natural world and the future of the planet. On the other hand, green policies that resonate with employees' personal values can foster a sense of purpose and meaning, thereby strengthening their affective commitment to the organization. Both environmental anxiety, as an activating emotional state, and affective commitment, as a relational bond, are posited to influence discretionary innovative behaviors, particularly green innovation—the intentional generation and implementation of novel ideas, products, or processes that yield environmental benefits. Understanding how green policies simultaneously evoke anxiety and commitment, and how these forces channel into green innovation, is critical for designing effective sustainability strategies. The Purpose of the Research: The primary objective of this study is to examine the direct and indirect effects of green management policies on employees' green innovation, with environmental anxiety and affective commitment to the organization as parallel mediating variables. By integrating insights from environmental psychology, organizational behavior, and sustainability management, the research aims to disentangle the dual pathways through which green policies translate into employee-driven eco-innovation Methodology: The research is applied in purpose and employs a descriptive-survey design. The target population comprised all employees of the Environmental Organization of Semnan Province, Iran. Using simple random sampling, 189 individuals were selected as the sample—a size deemed adequate for structural equation modeling via partial least squares (PLS). Data were collected through a structured questionnaire measuring four latent constructs: green management policies, environmental anxiety, affective



Use your device to scan and read the article online

ARTICLE INFO	ABSTRACT
	commitment to the organization, and green innovation. Items were adapted from validated scales and translated with back-translation procedures to ensure semantic equivalence. The measurement model was assessed for internal consistency, convergent validity (average variance extracted > 0.5), and discriminant validity. All constructs demonstrated composite reliability and Cronbach's alpha coefficients exceeding 0.7, confirming robust reliability. The structural model was evaluated using the PLS algorithm and bootstrapping with 5,000 subsamples to generate path coefficients, t-values, and significance levels. Findings and Discussion: The empirical results reveal a positive and significant direct effect of green management policies on employees' green innovation. This suggests that when organizations institutionalize sustainability-oriented practices—such as green training, eco-friendly procurement, and participatory environmental goal-setting—employees are more likely to engage in creative problem-solving aimed at environmental improvement. Moreover, green policies exert a positive and significant influence on both environmental anxiety and affective commitment. The former indicates that heightened awareness of environmental degradation, reinforced by policy-driven communication, can elevate employee worry about ecological futures; the latter confirms that alignment between organizational sustainability actions and personal pro-environmental values nurtures emotional attachment to the organization. Both environmental anxiety and affective commitment, in turn, positively and significantly predict green innovation. Anxious employees may channel their concern into proactive environmental innovation as a coping mechanism, while affectively committed employees are motivated to contribute beyond formal role requirements, including voluntary green innovative behavior. Crucially, the mediating roles of environmental anxiety and affective commitment were not supported. Despite the significant individual paths, the indirect effects from green policies to green innovation through these mediators were non-significant. This counterintuitive finding implies that the impact of green policies on innovation operates primarily through direct mechanisms—such as the provision of resources, autonomy, or explicit innovation expectations—rather than through the emotional and attitudinal states of anxiety and commitment. It is possible that environmental anxiety, while stimulating innovation, is also associated with emotional exhaustion that dampens its mediating potential. Similarly, affective commitment may foster innovation independently of policy strength, especially when policies are perceived as symbolic rather than substantive. Alternatively, the absence of mediation may reflect a suppression effect or the presence of unmeasured moderators (e.g., personal environmental self-efficacy, organizational support for innovation) that condition these relationships. These results challenge the assumption that psychological states automatically transmit policy effects into behavior and underscore the need to differentiate between direct structural pathways and emotionally mediated ones. Conclusion: The study demonstrates that green management policies are a powerful antecedent of employee green innovation, yet their influence is not channeled through environmental anxiety or affective commitment in a simple mediating chain. For organizations seeking to leverage sustainability initiatives to spur eco-innovation, the findings imply that policy design must go beyond raising environmental awareness or fostering emotional bonds. Policies should embed concrete mechanisms—such as innovation labs, green idea incubation funds, and feedback systems—that directly enable creative action. Simultaneously, managers should attend to the psychological well-being of employees by balancing realistic environmental communication with messages of hope and agency, thereby mitigating the potential paralyzing effects of eco-anxiety. Strengthening a sense of collective efficacy and purpose can ensure that both anxious concern and committed engagement coexist productively without overwhelming employees. Ultimately, sustainable green innovation arises from a synergy between well-crafted policies, a supportive psychological climate, and tangible opportunities for employees to enact change. Funding: There is no funding support. Authors' Contribution: Authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work.

ARTICLE INFO	ABSTRACT
	Conflict of Interest: Authors declared no conflict of interest. AI Usage Declaration: The authors declare that ChatGPT was used for language polishing/improving readability. All scientific content, analyses, results, and ultimate responsibility for the manuscript rest with the authors. Acknowledgments: We are grateful to all the persons for scientific consulting in this paper.

Highlight

- The entry of human actors into the field of urban development;
- Empowerment management in urban development;
- From green city to green organization;
- The primacy of emotional behavior over instrumental behavior in green management.



This paper is an open access and licensed under the [Creative Commons CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) license

©2024, AGM. All rights reserved.

Cite This Article: Keshavarz, M., Kamani, M.H., Mirzadeh Kouhshaei, M., Mohammadlou, H. (2025). Investigating the role of green management policies on employees' green innovation with the mediating role of environmental anxiety and Affective commitment to the organization. *Art of Green Management*, 2(4), 7-29. [10.30480/agm.2026.6396.1062](https://doi.org/10.30480/agm.2026.6396.1062)



<http://doi.org/10.30480/agm.2026.6396.1062>



https://agm.journal.art.ac.ir/article_1521.html



*. Corresponding Author (Email: M.keshavarz@mit.ac.ir) / (Phone: +98 9199642034)



کاوش و بررسی نقش خط‌مشی‌های مدیریت سبز بر نوآوری سبز کارکنان با نقش میانجی اضطراب زیست‌محیطی و تعهد عاطفی به سازمان

محمد کشاورز^(۱)، سید محمدحسین کمانی^(۲)، مسعود میرزاده کوهشایی^(۳)، حسین محمدلو^(۴)

۱- استادیار، گروه مدیریت دولتی، دانشکده علوم انسانی، پردیس صنعتی دانشگاهی مازندران، بابل، ایران (<https://orcid.org/0000-0001-7742-9567>)

۲- استادیار، گروه مدیریت، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران (<https://orcid.org/0000-0002-8806-2622>)

۳- کارشناسی ارشد مدیریت خدمات بهداشتی و درمانی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان، بندرعباس، ایران (<https://orcid.org/0009-0003-2890-7982>)

۴- کارشناسی ارشد مدیریت دولتی، گرایش منابع انسانی، دانشکده مدیریت، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران (<https://orcid.org/0000-0001-9182-6112>)

ناشر: دانشگاه هنر ایران

چکیده	اطلاعات مقاله
مقدمه: در عصر حاضر با وجود چالش‌های روزافزون زیست‌محیطی، سازمان‌ها به طور گسترده خط‌مشی‌های مدیریت سبز را به کار می‌گیرند. این خط‌مشی‌ها از یک سو می‌توانند با ایجاد نگرانی نسبت به آینده زمین، اضطراب زیست‌محیطی را در کارکنان برانگیزند و از سوی دیگر با همسو شدن با ارزش‌های فردی، تعهد عاطفی آنان را نسبت به سازمان تقویت کنند. هدف پژوهش: پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر خط‌مشی‌های مدیریت سبز بر نوآوری سبز کارکنان با در نظر گرفتن نقش میانجی اضطراب زیست‌محیطی و تعهد عاطفی به سازمان انجام شده است. روش‌شناسی: این مطالعه از منظر هدف، کاربردی و از حیث روش، توصیفی-پیمایشی محسوب می‌شود. جامعه‌ی آماری را کارکنان سازمان محیط‌زیست استان سمنان تشکیل می‌دهند که از میان آن‌ها ۱۸۹ نفر به شیوه‌ی تصادفی به‌عنوان نمونه انتخاب شدند. برای تحلیل داده‌ها، از روش حداقل مربعات جزئی پی‌ا‌اس. استفاده شد. یافته‌ها گویای روایی مناسب ابزار سنجش است و پایایی تمامی سازه‌ها با ضریب بالاتر از ۰٫۷ تأیید می‌شود. یافته‌ها و بحث: نتایج پژوهش نشان می‌دهد که خط‌مشی‌های سبز بر نوآوری سبز کارکنان تأثیری مثبت و معنادار دارد. همچنین، این خط‌مشی‌ها به‌طور مثبت و معناداری اضطراب زیست‌محیطی و تعهد عاطفی به سازمان را تحت تأثیر قرار می‌دهند. از سوی دیگر، اضطراب زیست‌محیطی و تعهد عاطفی نیز هر یک تأثیری مثبت و معنادار بر نوآوری سبز کارکنان دارند. با این حال، یافته‌ها نشان می‌دهند که اضطراب زیست‌محیطی و تعهد عاطفی به سازمان نقش میانجی در رابطه میان خط‌مشی‌های سبز و نوآوری سبز کارکنان ایفا نمی‌کنند. نتیجه‌گیری: بنابراین سازمان‌ها برای اثربخشی خط‌مشی‌های مدیریت سبز و دستیابی به نوآوری سبز پایدار، باید خط‌مشی‌های خود را به گونه‌ای طراحی کنند که هم حس تعلق و هدفمندی را تقویت کند و هم آگاهی‌بخشی واقع‌بینانه و امیدبخشی را در دستور کار قرار دهد.	دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۰۱ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۱/۲۵ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۲۳ صص: ۲۹-۷ واژگان کلیدی: خط‌مشی‌های مدیریت سبز، اضطراب زیست‌محیطی، تعهد عاطفی به سازمان، نوآوری سبز کارکنان 
نکات برجسته: - ورود کنشگران انسانی به حوزه شهرسازی؛ - مدیریت توانمندساز شهرسازی؛ - از شهر سبز به سازمان سبز؛ - تقدم رفتار عاطفی بر رفتار ابزاری در مدیریت سبز.	 این مقاله به صورت دسترسی باز و با مجوز قابل استفاده است. Creative Commons CC BY-NC 4.0
ارجاع به این مقاله: کشاورز، محمد، کمانی، محمدحسین، میرزاده کوهشایی، مسعود، محمدلو، حسین. (۱۴۰۳). کاوش و بررسی نقش خط‌مشی‌های مدیریت سبز بر نوآوری سبز کارکنان با نقش میانجی اضطراب زیست‌محیطی و تعهد عاطفی به سازمان. هنر مدیریت سبز، ۲(۴)، ۲۹-۷. 10.30480/agm.2026.6396.1062	این مقاله به این مقاله: کشاورز، محمد، کمانی، محمدحسین، میرزاده کوهشایی، مسعود، محمدلو، حسین. (۱۴۰۳). کاوش و بررسی نقش خط‌مشی‌های مدیریت سبز بر نوآوری سبز کارکنان با نقش میانجی اضطراب زیست‌محیطی و تعهد عاطفی به سازمان. هنر مدیریت سبز، ۲(۴)، ۲۹-۷. 10.30480/agm.2026.6396.1062
doi http://doi.org/10.30480/agm.2026.6396.1062	OPEN ACCESS



در دهه‌های اخیر، دغدغه‌های زیست‌محیطی توجه بسیاری از کشورها را به خود معطوف داشته و شرکت‌ها را به اتخاذ خط‌مشی‌های سبز وادار کرده است؛ در این راستا، مدیران ناگزیرند با اتخاذ رفتارهای حمایتی، تمایل کارکنان به نوآوری در حوزه محیط‌زیست را تقویت کنند (Tuân et al., 2014, 105). محرک‌های متعددی نظیر کاهش هزینه‌های عملیاتی از طریق به حداقل رساندن ناکارآمدی‌های زیست‌محیطی، افزایش مشروعیت و مسئولیت‌پذیری اجتماعی سازمان، خلق مزیت رقابتی نزد مصرف‌کنندگان آگاه از محیط‌زیست، ارتقای برند سازمان از مسیر پاسخگویی به مسائل زیست‌محیطی، کاهش تهدیدات ناشی از اُفت تولید یا کاهش منابع، صرفه‌جویی در هزینه‌های انرژی، بهبود مدیریت آلاینده‌گی و کاستن از مخاطرات سلامت برای جامعه محلی، حرکت سازمان به سمت فعالیت‌های روزمره مبتنی بر محیط‌زیست را توجیه می‌کنند. برخی سازمان‌ها حفاظت از محیط‌زیست را در برنامه‌ریزی استراتژیک خود تلفیق کرده‌اند و برخی دیگر، معیارهای زیست‌محیطی را برای ارزیابی ابعاد گوناگون عملکرد در سیستم‌های گزارش‌دهی خود (همچون کارت امتیازی متوازن) به کار گرفته‌اند (Stritch & Christensen, 2016, 340). از سوی دیگر، نوآوری سبز غالباً به رفتار کارمندی مرتبط می‌شود که با درگیر شدن در کنش‌های مسئولانه اجتماعی، برای صیانت از محیط‌زیست اقدامات شایسته‌ای انجام می‌دهند (Kim et al., 2017, 1335). صرف‌نظر از سیستم‌های مدیریتی موجود، نوآوری سبز کارکنان نقشی کلیدی در پیشگیری از آلودگی و ترویج فضای سبز سازمانی ایفا می‌کند (Rainery et al., 2016, 48). همچنین، اضطراب زیست‌محیطی به‌عنوان دغدغه شخصی کارمندان نسبت به محیط‌زیست، یکی از نیرومندترین پیش‌بینی‌کننده‌های تمایل آنان به مشارکت در نوآوری سبز محسوب می‌شود (Stritch & Christensen, 2016, 345). تعهد عاطفی نیز سازه‌ای ارتباطی است که کیفیت پیوند کارکنان را با سازمان یا سرپرستانشان ترسیم می‌کند (Van Knippenberg & Sleebos, 2006). مؤلفه‌هایی که معمولاً با تعهد عاطفی به سازمان گره می‌خورند شامل اعتماد به نفس، هویت اجتماعی، احساس اعتماد، ثبات، امنیت و تعلق هستند (Schmidt, 2007). پرسش اساسی در گستره مسئولیت اجتماعی سازمان آن است که پیش‌ران‌های اصلی نوآوری سبز کارکنان چیست و چگونه می‌توان آنها را به بروز رفتارها و نوآوری‌های سبز بیشتر ترغیب کرد. در ادبیات مدیریت، به مفهوم نوآوری سبز کارکنان کم‌توجهی شده و مقوله‌ی خط‌مشی‌گذاری سبز نیز چندان مورد مذاقه قرار نگرفته است؛ پژوهش حاضر برای نخستین بار این مفاهیم را در حوزه مدیریت رفتار سازمانی به کار می‌گیرد. یافته‌های این مطالعه می‌تواند به پرکردن خلأ موجود در ادبیات رفتار سازمانی و درک عمیق‌تر مفاهیم اضطراب زیست‌محیطی، نوآوری سبز و خط‌مشی‌های سبز یاری رساند. افزون بر این، امروزه سازمان‌های دولتی با مسائل زیست‌محیطی دست‌به‌گریبان هستند و هزینه‌های هنگفتی برای ایفای این مسئولیت سازمانی صرف می‌کنند. بدین ترتیب، پژوهش حاضر با هدف سنجش تأثیر خط‌مشی‌های سبز بر نوآوری سبز کارکنان با میانجی‌گری اضطراب زیست‌محیطی و تعهد عاطفی به سازمان انجام می‌شود. همچنین، بررسی تأثیر اضطراب زیست‌محیطی بر تعهد عاطفی از دیگر اهداف این مطالعه است. در ادامه، ابتدا هر یک از این متغیرها تشریح و سپس فرضیه‌ها و مدل مفهومی پژوهش ارائه می‌شود.

در حقیقت مطالعه حاضر با هدف پر کردن شکاف نظری مربوط به نادیده گرفتن هیجانات زیست‌محیطی در مدل‌های رفتار سبز سازمانی، یک مدل میانجی دوگانه جدید ارائه می‌دهد که در آن خط‌مشی‌های مدیریت سبز از طریق کاهش اضطراب زیست‌محیطی و تقویت تعهد عاطفی، نوآوری سبز کارکنان را ممکن می‌سازد. این پژوهش با ادغام ادبیات روان‌شناسی محیطی و مدیریت سبز، بینشی نوآورانه در زمینه مکانیسم‌های عاطفی-نگرشی پیونددهنده اقدامات سازمانی به خلاقیت زیست‌محیطانه کارکنان فراهم می‌آورد. پژوهش‌های پیشین عمدتاً به بررسی تأثیر مدیریت منابع انسانی سبز بر رفتارهای زیست‌محیطی عمومی کارکنان، مانند رفتار شهروندی زیست‌محیطی یا صرفه‌جویی در انرژی پرداخته‌اند (Pham et al., 2022, Chaudhary, 2020). اگرچه اخیراً رابطه میان مدیریت منابع انسانی سبز و نوآوری سبز کارکنان در سطح سازمانی یا تیمی کاوش شده است (Malik et al., 2021, Ahmad et al., 2021)، اما در سطح فردی و از دریچه‌ی نگرش‌ها و هیجانات خاص کارکنان، این رابطه همچنان مبهم باقی مانده است. نخست، میانجی‌های هیجانی منفی مانند اضطراب زیست‌محیطی به‌ندرت در مدل‌های مدیریت سبز ادغام شده‌اند. مطالعات روان‌شناسی محیط‌زیست نشان می‌دهند که اضطراب زیست‌محیطی می‌تواند هم به کنش‌گری و هم به فلج‌کنندگی منجر شود (Clayton, 2020, Hickman et al., 2021)، اما نقش آن



به‌عنوان سازوکاری که سیاست‌های سازمانی را به رفتارهای نوآورانه پیوند می‌زند، بررسی نشده است. دوم، تعهد عاطفی به سازمان به عنوان یک میانجی نگرشی مثبت در رابطه خط‌مشی‌های مدیریت سبز و پیامدهای شغلی در برخی پژوهش‌ها تأیید شده است (Benevene & Buonomo, 2020, Kim et al., 2019) با این حال، هیچ مطالعه‌ای این دو مسیر میانجی متضاد در ماهیت (یکی مبتنی بر هیجان منفی و دیگری مبتنی بر دل‌بستگی مثبت) را به طور هم‌زمان در مدلی واحد برای تبیین نوآوری سبز کارکنان آزمون نکرده است. این شکاف نظری، مانع از درک کامل فرایندهای عاطفی-نگرشی پیچیده‌ای می‌شود که از طریق آن‌ها مداخلات مدیریتی سبز به نوآوری منتهی می‌شوند. سوم، بیشتر شواهد تجربی در کشورهای توسعه‌یافته یا اقتصادهای نوظهور بزرگ (نظیر چین و پاکستان) گردآوری شده‌اند (Malik et al., 2021, Ahmad et al., 2021) و تعمیم‌پذیری این مدل‌ها به بافت‌های فرهنگی و سازمانی دیگر، از جمله ایران، با چالش‌های جدی مواجه است. در خصوص نوآوری این پژوهش می‌توان گفت برای نخستین بار، دو سازوکار رقیب و مکمل - «اضطراب زیست‌محیطی» به‌عنوان یک سازه هیجانی منفی و «تعهد عاطفی به سازمان» به عنوان یک سازه نگرشی مثبت - به‌طور هم‌زمان در رابطه بین خط‌مشی‌های مدیریت سبز و نوآوری سبز کارکنان مدل‌سازی می‌شوند. بنابراین بر اساس توضیحات ارائه شده می‌توان گفت سؤال اصلی این پژوهش این است که نقش خط‌مشی‌های مدیریت سبز بر نوآوری سبز کارکنان با میانجی‌گری اضطراب زیست‌محیطی و تعهد عاطفی به سازمان چگونه است؟

۲- مبانی نظری

این پژوهش با تلفیق نظریه تبادل اجتماعی، نظریه حفظ منابع و نظریه رفتار برنامه‌ریزی شده، چگونگی اثرگذاری خط‌مشی‌های مدیریت سبز بر نوآوری سبز کارکنان را تبیین می‌کند. از این منظر، خط‌مشی‌های سبز سازمانی با کاهش عدم قطعیت و تهدیدهای محیطی، اضطراب زیست‌محیطی را کاهش می‌دهند و از طریق ایجاد احساس ارزشمندی و تعلق، تعهد عاطفی به سازمان را تقویت می‌نمایند. در نتیجه اضطراب زیست‌محیطی و تعهد عاطفی به عنوان متغیر میانجی مورد بررسی قرار می‌گیرند و منابع شناختی و انگیزشی لازم را برای بروز رفتارهای نوآورانه سبز در کارکنان شناسایی می‌کنند.

۲-۱- نوآوری سبز کارکنان^۱

سازمان‌ها بطور فزاینده‌ای به‌دلیل بسیاری از مشکلات زیست‌محیطی ناشی از فعالیت‌های تولیدی و خدماتی جهت کاهش اثرات زیست‌محیطی تحت فشار قرار گرفته‌اند. یک روش استراتژیک برای سازمان‌ها این است که تغییراتی را در رفتارهای کارکنان خود انجام دهند (Lufs & Hahn, 2013, 85). امروزه در سازمان‌های دولتی، خط‌مشی‌هایی برای کاهش اثرات زیست‌محیطی اتخاذ شده است، با این حال به‌دلیل عدم وجود سیاست‌های رسمی ممکن است کارمندان دولتی درگیر تعدادی از رفتارهای اختیاری در جهت حفاظت از محیط‌زیست شوند که به‌عنوان نوآوری سبز شناخته می‌شود (Stritch & Christensen, 2016, 342). به‌دلیل تنوع، پیچیدگی و ماهیت مسائل زیست محیطی، برخی اندیشمندان رفتارها و فعالیت‌های حیاتی زیست‌محیطی را جهت ایجاد جو سبزگرایی در سازمان‌ها مطرح کرده‌اند که اغلب به دانش ضمنی، روابط و همکاری کارکنان متکی است (Rainery et al., 2016, 48). نوآوری سبز ابزاری است که شرکت‌ها با استفاده از آن می‌توانند فعالیت‌های خود را از لحاظ زیست‌محیطی و اقتصادی پایدارتر نمایند (Tuân et al., 2014, 107). برخی رفتارهای اختیاری در محیط کار شامل بازیافت، کاهش زباله‌ها، محافظت از آب و حفاظت از انرژی وجود دارد که به صورت غیررسمی، شخصی و با صلاحدید کارمندان صورت می‌گیرد که به‌عنوان نوعی نوآوری سبز کارکنان شناخته می‌شود. این رفتارها به عنوان نوعی رفتار اختیاری و پیشنهادات برای بهبود عملکرد زیست‌محیطی شناخته می‌شود (Stritch & Christensen, 2016, 340).

بر اساس نظریه‌ی منبع‌محور^۲، نوآوری سبز کارکنان نوعی منبع ناملموس، ارزشمند و غیرقابل تقلید سازمانی محسوب می‌شوند که می‌توانند مزیت رقابتی پایدار ایجاد کنند. توانایی کارکنان در ارائه و پیاده‌سازی ایده‌های نوآورانه سبز، سرمایه انسانی خاص شرکت را شکل می‌دهد که رقبا به سادگی قادر به کپی‌برداری از آن نیستند (Khan & Khan, 2023). این دیدگاه، سازمان‌ها را به سرمایه‌گذاری بر روی توسعه قابلیت‌های نوآوری سبز کارکنان ترغیب می‌کند تا هم عملکرد زیست‌محیطی و هم رقابت‌پذیری بلندمدت تأمین شود (Afzal et al., 2023). همچنین از منظر نظریه نهادی^۳، نوآوری سبز کارکنان تحت تأثیر فشارهای نهادی سه‌گانه شکل می‌گیرد؛ فشار اجباری (قوانین و مقررات زیست‌محیطی)، فشار تقلیدی (الگو برداری از رقبا و پیش‌تازان صنعت) و فشار هنجاری (انتظارات حرفه‌ای، اخلاقیات و فرهنگ عمومی). این فشارها سازمان‌ها را ناگزیر به ترویج



نوآوری سبز در میان کارکنان می‌کنند تا مشروعیت خود را حفظ نمایند (Aftab et al., 2022). پژوهش‌ها نشان می‌دهند که کارکنان در پاسخ به این فشارهای نهادی، رفتارهای نوآورانه زیست‌محیطی بیشتری از خود بروز می‌دهند (Mishra & Singh, 2022). نوآوری سبز کارکنان جنبه‌هایی از تصمیم‌گیری را نشان می‌دهد و در حقیقت نوعی رفتار داوطلبانه محسوب می‌شود و به دنبال تأثیرگذاری بر عملکرد سازمانی است (Rainery et al., 2016, 48). نوآوری سبز کارکنان اغلب به شکل رفتار شهروندی سازمانی تغییرگرا عمل می‌کند و مستلزم سرمایه‌گذاری در وقت و انرژی کارکنان برای بهبود محیط‌زیست است (Smith & O'Sullivan, 2012, 471). همچنین نوآوری سبز در مورد پیشرفت برنامه‌های زیست‌محیطی، اولویت‌دادن به منافع زیست‌محیطی و پیشنهاد برای ایده‌های جدیدی است که بیشتر اوقات جنبه اختیاری دارد (Gattiker & Carter, 2010, 75). به عبارت دیگر نوآوری سبز فردی زیرمجموعه‌ای از رفتارهای خارج از نقش و غیراجباری است که از آن با عنوان رفتارهای شهروندی زیست‌محیطی سازمانی^۴ یاد می‌شود (Stritch & Christensen, 2016, 340). همچنین نوآوری سبز کارکنان مجموعه‌ای از اقدامات را توصیف می‌کند که بیانگر چگونگی حرکت کارمندان به سمت شروع و ارتقاء رفتارهای مرتبط با محیط‌زیست است که ممکن است براساس محتوای آنها در دسته‌های مختلف قرار گیرند. به عبارت دیگر، افرادی که در محل کار نوآوری سبز دارند، می‌توانند به عنوان عوامل تغییر عمل نمایند و اقدامات آنها می‌تواند فعالیت‌هایی همچون کاهش مصرف منابع (یعنی حفظ انرژی) و تولید محصولات سبزتر (یعنی کار پایدارتر) باشد (Rainery et al., 2016, 48). اگر چه نوآوری سبز تا حدی می‌تواند در سیستم‌ها و سیاست‌های مدیریت محیط‌زیست مطرح شوند، تحقیقات نشان داده‌اند که رویه‌های رسمی در سازمان‌ها چندان یکپارچه نیستند و کارمندان صرفاً ممکن است به استانداردهای موجود بپردازند (Yin & Schmeidler, 2009, 470). برای حرکت به سمت نوآوری سبز کارکنان، تلاش‌های پیشگیرانه برای ترویج مسائل زیست‌محیطی درون سازمان ضروری است (Rainery et al., 2016, 48). برخی از مطالعات ثابت کرده‌اند که در سازمان‌های مختلف، رفتارهای پشتیبانی و حمایتی از کارمندان بر تمایل به نوآوری سبز آنان تأثیر دارد و باعث بهبود عملکرد آنها برای کاهش اثرات زیست‌محیطی می‌شود (Tuân et al., 2014, 106). یافته‌های پژوهش استریچ و کریستنسن (۲۰۱۶) نشان می‌دهد که علاقه به محیط‌زیست، تعهد سازمانی و انگیزه‌ی خدمات عمومی پیش‌بینی‌کننده‌های معناداری برای نوآوری سبز کارکنان در سازمان‌های دولتی می‌باشد.

۲-۲- خط‌مشی‌های سبز^۵

در سال‌های اخیر تلاش‌های زیادی از سوی مدیران سازمان‌ها جهت رفع چالش‌های موجود در عرصه‌ی محیط‌زیست و ارائه‌ی خط‌مشی‌های سبز، سیاست‌ها و مقررات صورت گرفته است (Shahab et al., 2018, 1635). با این حال با وجود توسعه ایدئولوژی‌های مختلف برای بهبود عملکرد زیست‌محیطی سازمان‌ها، اجرای این مقررات، سیاست‌ها و قوانین نسبتاً ضعیف بوده است (Du, 2015, 547). در حال حاضر خط‌مشی‌گذاران شروع به بررسی خط‌مشی‌های سبز نموده‌اند و استفاده از چنین خط‌مشی‌هایی تنها در مواقعی موفقیت‌آمیز خواهد بود که میان تمامی بخش‌ها و حوزه‌های خط‌مشی‌گذاری سازمان هماهنگی و یکپارچگی به وجود بیاید. خط‌مشی‌های سبز در وهله‌ی اول مربوط به چگونگی مدیریت روابط بین انسان‌ها و محیط‌زیست با روشی سودمند است (Jordan, 2001, 4644). امروزه دنیای خط‌مشی‌گذاری بسیار پیچیده شده است و نیازمند حضور بازیگران مختلفی همچون دولت، مؤسسات غیردولتی، صنایع، دادگاه‌ها، دانشمندان و... است که مراکز متولی حوزه محیط‌زیست نمی‌توانند بدون توجه به چنین بازیگرانی اقدام به خط‌مشی‌گذاری نمایند (Islam et al., 2014). مشارکت بالای سازمان‌ها در تدوین خط‌مشی‌های سبز ضروری است و سازمان‌ها باید فرآیندهای مدیریت منابع انسانی را بر اساس آموزش‌های زیست‌محیطی برای کارکنان معرفی و اجرا نمایند (Chou, 2014, 436). مطالعه خط‌مشی‌های سبز و موضوعات زیست‌محیطی حوزه‌ای بسیار غنی و متنوعی است. خط‌مشی‌های سبز برای رسیدگی به مسائل زیست‌محیطی و جلوگیری از آثار منفی اقدامات انسانی بر محیط‌زیست شکل می‌گیرد (Islam et al., 2014). از طرف دیگر موفقیت یک شرکت در اتخاذ خط‌مشی‌های سبز نه تنها به نگرش شرکت‌ها نسبت به مسائل زیست‌محیطی، بلکه به عقاید شخصی کارمندان و اقدامات روزمره آنها بستگی دارد (Chou, 2014, 436). براساس نظریه‌ی محرک-ارگانیسم-پاسخ، خط‌مشی‌های مدیریت سبز به عنوان محرک عمل کرده و با افزایش آگاهی‌های زیست‌محیطی، اضطراب زیست‌محیطی را به عنوان یک وضعیت درونی در کارکنان بر می‌انگیزند. همچنین بر اساس نظریه‌ی d ارزش-باور-هنجار، وقتی سازمان‌ها ارزش‌های زیست‌محیطی را نهادینه

می‌کنند، کارکنان این ارزش‌ها را درونی ساخته و دغدغه‌های زیست‌محیطی آنان تشدید می‌شود (Yang et al., 2025, Joshua et al., 2023). همچنین بر اساس نظریه‌ی مبادله اجتماعی، هنگامی که کارکنان درک می‌کنند سازمانشان به مسئولیت‌های زیست‌محیطی متعهد است، این تعهد سازمانی را اقدامی ارزشمند تلقی کرده و با تعهد عاطفی (دلبستگی و وفاداری عاطفی) به سازمان پاسخ می‌دهند. نظریه رویدادهای عاطفی نیز نشان می‌دهد که خط‌مشی‌های سبز به‌عنوان رویدادهای مثبت سازمانی، هیجانات مثبتی برانگیخته و دلبستگی عاطفی را تقویت می‌کنند (Gomes et al., 2023, Dias et al., 2020, Paum et al., 2024). بر اساس نظریه‌ی محرک-ارگانیسم-پاسخ و نظریه‌ی پردازش اطلاعات اجتماعی، خط‌مشی‌های سبز با هدایت و جهت‌دهی به رفتار کارکنان، بستر مناسبی برای خلق ایده‌های نوآورانه در حوزه محیط‌زیست فراهم می‌آورند. نظریه‌ی توانایی-انگیزش-فرصت نیز بیان می‌کند که وقتی سازمان از طریق خط‌مشی‌های سبز، منابع و حمایت کافی در اختیار کارکنان قرار دهد، آنها با سرمایه‌گذاری، توانایی‌ها و تلاش خود در جهت اهداف سازمانی، به نوآوری سبز دست می‌یابند (Yang et al., 2025, Shah & Somero, 2022, kyo et al., 2022). نتایج پژوهش چو (۲۰۱۴) نشان داد که عوامل فردی و گروهی با باورها و رفتارهای زیست‌محیطی کارکنان ارتباط معناداری دارد. از طرف دیگر، هنجارهای زیست‌محیطی شخصی بر خط‌مشی‌های سبز تأثیر مثبت و معناداری دارد، اما جو سازمانی سبز رابطه بین هنجارهای زیست‌محیطی شخصی و خط‌مشی‌های سبز را تعدیل نمی‌کند. نستا و همکاران (۲۰۱۴) در پژوهش خود نشان دادند که خط‌مشی‌های سبز بر میزان نوآوری کارکنان جهت ارائه‌ی راه‌حل‌ها پیرامون حفظ محیط‌زیست تأثیر مستقیم و معناداری دارد. نتایج پژوهش تان و همکاران (۲۰۱۴) در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که خط‌مشی‌های سبز بر تمایل کارکنان جهت ارائه‌ی نوآوری سبز تأثیر مثبت و معناداری دارد. پژوهش الماگرهی و همکاران (۲۰۱۹) در کشور چین نشان داد که ساختارهای حاکمیتی و خط‌مشی‌های سبز بر عملکرد زیست‌محیطی، حاکمیت، مقررات و مدیریت زیست‌محیطی تأثیر مثبت و معناداری دارد. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که سن و سطح تحصیلات مدیران بر عملکرد زیست‌محیطی شرکت‌های چین تأثیر می‌گذارد. کیم و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهش خود در کشور کره‌ی جنوبی نشان دادند که خط‌مشی‌های سبز می‌تواند منجر به نتایج اثربخش و مفیدی برای ایجاد سیستم‌های زیست‌محیطی شود. زالوونی و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهش خود نشان دادند که خط‌مشی‌های زیست‌محیطی و ارائه‌ی محرک‌ها و تشویق‌ها می‌تواند منجر به تشکیل ائتلاف و تعاونی برای حل مسائل زیست‌محیطی شود. از این‌رو، می‌توان فرضیات ابتدایی پژوهش را اینچنین مطرح ساخت:

- فرضیه‌ی ۱: خط‌مشی‌های سبز بر اضطراب زیست‌محیطی کارکنان تأثیر مثبت و معناداری دارد.
- فرضیه‌ی ۲: خط‌مشی‌های سبز بر تعهد عاطفی به سازمان تأثیر مثبت و معناداری دارد.
- فرضیه‌ی ۳: خط‌مشی‌های سبز بر نوآوری سبز کارکنان تأثیر مثبت و معناداری دارد.

۲-۳- اضطراب زیست‌محیطی^۶

مدیران سازمان‌های دولتی که اضطراب زیست‌محیطی عمیق‌تری دارند، بر این باور هستند که بهزیستی کارمندان آنها با محیط‌زیست گره خورده و به احتمال زیاد این نگرش‌ها و دغدغه‌ها به رفتارهای زیست‌محیطی در سازمان‌های دولتی منجر می‌شود (Stritch & Christensen, 2016, 345). اضطراب زیست‌محیطی در حقیقت مفهومی بسیار وسیع است که طیف گسترده‌ای از پدیده‌ها را با جنبه‌ها و ابعاد مختلف پوشش می‌دهد (Liu et al., 2014, 78). این مفهوم معمولاً به میزان آگاهی مردم از مشکلات مربوط به محیط‌زیست و حمایت و تلاش برای حل آنها یا تمایل نشان‌دادن به مشارکت در حل آنها اشاره دارد. در حال حاضر اضطراب زیست‌محیطی به‌عنوان یکی از مهمترین عوامل برای بهبود کارایی و دستیابی به پایداری محیط‌زیست شناخته می‌شود (Sun et al., 2017, 76). یکی از نتایج حاصل از اضطراب زیست‌محیطی، ارتباط بیشتر فرد با طبیعت است (Stritch & Christensen, 2016, 345). همچنین یکی از ابعاد اضطراب زیست‌محیطی، میزان ارتباط عاطفی افراد با طبیعت و درجه‌ای است که فرد خوشبختی خود را منوط به محیط‌زیست می‌داند (Gosling & Williams, 2010, 299). کارکنانی که اضطراب و دغدغه‌های زیست‌محیطی بیشتری دارند، به احتمال زیاد نگرش‌ها و رفتارهای زیست‌محیطی بیشتری از خود نشان می‌دهند (Nisbet et al., 2009, 716). زمانی که بسیاری از توصیه‌های زیست‌محیطی در یک مقیاس وسیع توسط افراد مختلف نقض می‌شود، اضطراب زیست‌محیطی افزایش می‌یابد (Premalatha et al., 2014, 273). وجود اضطراب‌های زیست‌محیطی در کارکنان تأثیر قابل‌توجهی بر مدیریت عملیات دارد، به‌طوری‌که می‌تواند مسیر تولید یک محصول را کوتاه‌تر سازد و تضاد منافع شرکت و جامعه را کاهش دهد (Wu et al., 2018, 2). بررسی مطالعات و پژوهش‌های آکادمیک نشان می‌دهد که اضطراب زیست‌محیطی به‌طور قابل توجهی می‌تواند سیاست‌های عمومی و رفتارهای



زیست‌محیطی را ترویج دهد (Liu et al., 2019, 3). مطابق با پژوهش‌ها میزان اضطراب زیست‌محیطی در میان افراد می‌تواند متفاوت باشد و براساس صفات بیوگرافی افراد مانند سن، جنسیت، دین و نحوه آموزش این اضطراب متغیر خواهد بود (Li et al., 2018, 17). براساس نظریه‌ی محرک-ارگانیسم-پاسخ، اضطراب زیست‌محیطی به‌عنوان یک وضعیت درونی می‌تواند تعهد عاطفی را به‌عنوان پاسخ تقویت کند. همچنین بر اساس نظریه‌ی هویت اجتماعی، هنگامی که کارکنان نسبت به مسائل محیط‌زیست دغدغه‌مند می‌شوند و سازمان خود را متعهد به این مسائل می‌بینند، با سازمان هم‌ذات‌پنداری کرده و دلبستگی عاطفی آنها افزایش می‌یابد (Clayton, 2020; Obeidat et al., 2020). از طرف دیگر بر اساس نظریه‌ی محرک-ارگانیسم-پاسخ و نظریه ارزش-باور-هنجار اضطراب زیست‌محیطی می‌تواند به‌عنوان یک محرک انگیزشی درونی عمل کرده و کارکنان را به یافتن راه‌حل‌های نوآورانه برای مشکلات زیست‌محیطی ترغیب نماید. پاسخ به نگرانی‌های زیست‌محیطی، نشانه‌ای از نوآوری محسوب می‌شود که به سازمان‌ها امکان دستیابی به مزیت رقابتی از طریق فعالیت‌های نوآورانه را می‌دهد. همچنین پژوهش‌ها نشان می‌دهد که هیجانات منفی مرتبط با بحران آب‌وهوا، پیش‌بینی‌کننده مهمی برای رفتارهای طرفدار محیط‌زیست هستند (Clayton, 2020; Joshua et al., 2023). همچنین خطامشی‌های سبز (محرک) از طریق برانگیختن اضطراب زیست‌محیطی (ارگانیسم) به نوآوری سبز کارکنان (پاسخ) منجر می‌شوند. نظریه‌ی رویدادهای عاطفی نیز این مسیر غیرمستقیم را تأیید می‌کند، چراکه رویدادهای سازمانی از طریق برانگیختن هیجانات (اضطراب) به رفتارهای کاری منجر می‌شوند (Joshua et al., 2023). نتایج پژوهش ری و همکاران (۲۰۱۲) نیز نشان داد که هر چقدر اضطراب زیست‌محیطی مدیران بخش عمومی بیشتر باشد، آنها نوآوری سبز بیشتری نشان خواهند داد. نتایج پژوهش پارک و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که متغیرهای جمعیت‌شناختی و اجتماعی با میزان اضطراب زیست‌محیطی افراد مرتبط است. همچنین نتایج این پژوهش نشانگر این بود که درآمد افراد ارتباط مستقیمی با اضطراب زیست‌محیطی ندارد و نمی‌تواند منجر به مصرف کالاهای سبز گردد. یافته‌های پژوهش استریچ و کریستنسن (۲۰۱۶) نیز نشان داد که اضطراب‌های زیست‌محیطی پیش‌بینی‌کننده‌های معناداری برای ابتکارات زیست‌محیطی کارکنان در سازمان‌های دولتی است. همچنین نتایج پژوهش لیو و همکاران (۲۰۱۹) بیانگر این بود که افزایش اضطراب زیست‌محیطی به‌طور قابل توجهی بر کارایی زیست‌محیطی تأثیر می‌گذارد. از این‌رو می‌توان فرضیه‌های پژوهش پیرامون متغیر اضطراب زیست‌محیطی را به صورت زیر مطرح ساخت:

- فرضیه‌ی ۴: اضطراب زیست‌محیطی کارکنان بر تعهد عاطفی به سازمان تأثیر مثبت و معناداری دارد.
- فرضیه‌ی ۵: اضطراب زیست‌محیطی بر نوآوری سبز کارکنان تأثیر مثبت و معناداری دارد.
- فرضیه‌ی ۶: اضطراب زیست‌محیطی، تأثیر خطامشی‌های سبز بر نوآوری سبز کارکنان را میانجی‌گری می‌کند.

۲-۴- تعهد عاطفی به سازمان^۷

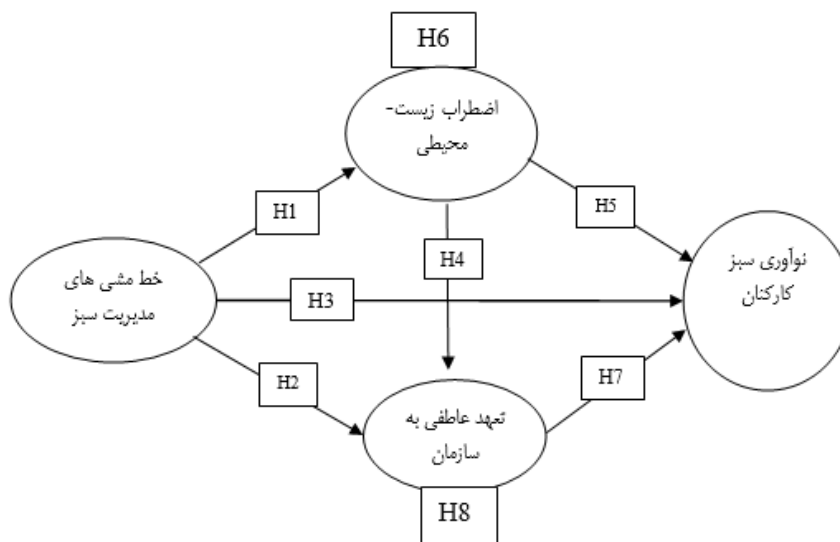
باید توجه داشت که کارمندان سازمان منابع خوبی برای انجام کارهای روزانه در یک سازمان عمومی هستند (Stritch & Christensen, 2016, 340). تعهد عاطفی می‌تواند به وسیله سه ذهنیت متمایز دلبستگی عاطفی، احساس تعهد و هزینه درک‌شده از ترک تعهد مشخص شود (Meyer et al., 2015, 3). بر طبق مفهومی که در ادبیات فلسفی به صورت استاندارد درآمده است، یک تعهد، ارتباطی بین عامل متعهد، عامل دوم که تعهد توسط آن ساخته شده و یک عمل متعهدکننده است. متعهد تعهد می‌کند که این عمل را انجام دهد، زیرا او اطمینان داده است که موضوع مورد تعهد را انجام خواهد داد و عامل دوم نیز تحت شرایطی انجام امور متعهدشده را تأیید کرده است. تعهدات یکی از ویژگی‌های اصلی زندگی اجتماعی انسانی هستند. آنها رفتارهای افراد را در برابر نوسانات خواسته‌ها و منافع متغیر پیش‌بینی می‌کنند، در نتیجه، برنامه‌ریزی و هماهنگی اقدامات مشترک با عامل‌های مختلف را تسهیل می‌کند. به‌عنوان مثال، یک کارمند هر روز کار خود را انجام می‌دهد، زیرا کارفرمای او تعهد معتبر برای پرداخت او را در پایان ماه تضمین کرده است (Michae & Szekely, 2018, 2). تعهد با ویژگی‌هایی همچون وابستگی احساسی، شناسایی و مشارکت در سازمان تعریف شده است (Astakhova, 2016). تعهد عاطفی به‌دلیل یک فرآیند شناسایی، دخالت و همبستگی ارزش با هدف خاص حاصل می‌شود. بر این اساس، تعهد عاطفی به سازمان بر اساس ملاحظات غیرشخصی و نمادین استوار است. بنابراین، راه‌هایی که کارکنان به سازمان و سرپرستان خود اعتماد می‌کنند، قابل تشخیص است (Lapointe et al., 2013, 530). بررسی ادبیات نشان می‌دهد منابع روان‌شناختی مثبت با نتایجی شامل تعهد سازمانی، عملکرد، رضایت شغلی و شادی در کار ارتباط دارند (سیدجوادی و همکاران، ۱۳۹۴). بر اساس

نظریه مبادله اجتماعی و نظریه هویت اجتماعی، کارکنانی که دلبستگی عاطفی بالایی به سازمان دارند، تمایل بیشتری برای سرمایه‌گذاری تلاش و خلاقیت خود در جهت اهداف سازمانی (از جمله نوآوری سبز) از خود نشان می‌دهند. نظریه‌ی رویدادهای عاطفی نیز نشان می‌دهد که تعهد عاطفی به‌عنوان یک حالت عاطفی مثبت، زمینه‌ساز رفتارهای نوآورانه و فراتر از نقش است (Ababneh, 2021, Cheng et al., 2024). همچنین بر اساس نظریه‌ی مبادله‌ی اجتماعی گومز و همکاران (۲۰۲۳)، خط‌مشی‌های سبز (به‌عنوان سرمایه‌گذاری سازمان) از طریق افزایش تعهد عاطفی کارکنان (به‌عنوان پاسخ متقابل) به نوآوری سبز (به‌عنوان رفتار فراتر از نقش) منجر می‌شوند. نظریه‌ی رویدادهای عاطفی نیز این مسیر میانجی را تأیید می‌کند. پژوهش‌های متعددی نقش میانجی تعهد عاطفی را در رابطه بین اقدامات سبز سازمان و رفتارهای سبز کارکنان تأیید کرده‌اند. پژوهش راموس و استگر (۲۰۰۰) اولین گام را در بررسی رابطه تجربی بین ابعاد حمایتی از محیط کار و تمایل کارمندان برای ارتقاء نوآوری سبز کارکنان برداشته است. تان و همکاران (۲۰۱۴) در پژوهش خود با بررسی ۲۱۲ نفر از کارکنان سطوح میانی و عملیاتی شرکت‌های تولیدی ویتنام به این نتیجه رسیدند که خط‌مشی‌های سبز بر تمایل کارکنان جهت ارائه‌ی نوآوری سبز تأثیر مثبت و معناداری دارد. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که رفتارهای حمایتی سرپرستان بر نوآوری سبز کارکنان مؤثر است. کیم و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهش خود در دو کشور آمریکا و کره‌ی جنوبی نشان دادند که میان حمایت سازمانی درک‌شده و تعهد عاطفی به سازمان رابطه مستقیم و معناداری وجود دارد. راینری و همکاران (۲۰۱۶) نیز در پژوهش خود با بررسی ۴۴۹ نفر از کارکنان دانشگاه‌های کشور مکزیک نشان دادند که حمایت سازمانی، حمایت همکاران و حمایت سرپرستان نقش مؤثری بر تعهد سازمانی دارد. از طرف دیگر تعهد عاطفی به سرپرست، گروه‌های کاری و سازمان تأثیر مستقیم و معناداری بر نوآوری سبز کارکنان دارد. از این‌رو می‌توان فرضیه‌های پژوهش را در راستای این متغیر اینگونه مطرح ساخت:

- فرضیه‌ی ۷: تعهد عاطفی به سازمان بر نوآوری سبز کارکنان تأثیر مثبت و معناداری دارد.
- فرضیه‌ی ۸: تعهد عاطفی به سازمان، تأثیر خط‌مشی‌های سبز بر نوآوری سبز کارکنان را میانجی‌گری می‌کند.

۲-۵- مدل مفهومی پژوهش

مدل مفهومی پژوهش نشان‌دهنده رابطه‌ی میان متغیرها است. در این تحقیق متغیر خط‌مشی‌های مدیریت سبز به‌عنوان متغیر مستقل نسبت به نوآوری سبز کارکنان و متغیرهای اضطراب زیست‌محیطی و تعهد عاطفی به سازمان به‌عنوان متغیر میانجی در نظر گرفته شده است. همچنین متغیر اضطراب زیست‌محیطی به‌عنوان متغیر مستقل برای متغیر وابسته تعهد عاطفی به سازمان در نظر گرفته شده است. براساس برخی پژوهش‌ها همچون شاه و سومرو (۲۰۲۳) و کیوئو و همکاران (۲۰۲۲) خط‌مشی‌های مدیریت سبز بر نوآوری سبز کارکنان تأثیر مثبت و معناداری دارد. همچنین پژوهش‌های دیاس و همکاران (۲۰۲۴) و پام و همکاران (۲۰۲۰) نیز ارتباط خط‌مشی‌های مدیریت سبز و تعهد عاطفی به سازمان مورد بررسی قرار گرفتند. پژوهش چنگ و همکاران (۲۰۲۴) و ابابنه (۲۰۲۱) نیز ارتباط تعهد عاطفی و احساسی کارکنان به سازمان و نوآوری سبز کارکنان را مورد بررسی قرار داده‌اند. در نهایت پژوهش ون واینبرگ و سمیجن (۲۰۲۵) نیز نقش مدیریت منابع سبز را بر تعهد کارکنان به مسائل سبز سازمان و کسب‌وکار و جامعه را تحلیل می‌کند. مدل مفهومی این پژوهش را در تصویر ۱ می‌توان مشاهده نمود.



تصویر ۱- مدل مفهومی پژوهش برگرفته از پژوهش‌های

(Van Weinberg & Smeijen, 2025; Cheng et al., 2024; Dias et al., 2024; Shah & Soomro, 2023; Qiu et al., 2022; Ababane, 2021; and Pam et al., 2020)

۳- روش پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی؛ از نظر راهبرد، پیمایشی؛ از نظر شیوه پژوهش، کمی، از نظر افق زمانی، تک مقطعی و از نظر شیوهی جمع‌آوری داده، پرسشنامه است و درصدد توصیف و تبیین تأثیر خط‌مشی‌های سبز بر نوآوری سبز کارکنان با توجه به نقش میانجی اضطراب زیست‌محیطی و تعهد عاطفی به سازمان است. جامعه آماری در این مطالعه، ۳۵۰ نفر از کارکنان سازمان محیط‌زیست سمنان است. نمونه‌گیری به صورت تصادفی انجام گرفته است و برای گردآوری داده‌ها از پرسشنامه بسته‌ی ۳۲ پرسشی بر اساس مقیاس ترتیبی و طیف پنج درجه‌ای لیکرت استفاده شد. برای تبیین حجم نمونه، با فرض نمونه‌گیری از جامعه‌ی محدود از فرمول کوکران استفاده شده است. با در نظر گرفتن میزان دقت ۰/۵، و سطح اطمینان ۹۵ درصد، نمونه مورد نیاز ۱۸۹ نفر مشخص شد که با توجه به عدم تمایل برخی پاسخ‌دهندگان به تکمیل و بازگشت پرسشنامه، در مجموع تعداد ۲۰۰ پرسشنامه توزیع و ۱۹۰ پرسشنامه جمع‌آوری شد. پرسشنامه این تحقیق، از دو قسمت تشکیل شده است. قسمت اول، شامل پرسش‌های جمعیت‌شناختی است و قسمت دوم، شامل سؤالات اصلی پرسشنامه است که بر اساس فرضیات پژوهش مطرح شده‌اند که روایی و پایایی آن تأیید شد. پرسشنامه شامل ۴ بعد (خط‌مشی‌های مدیریت سبز، اضطراب زیست‌محیطی، تعهد عاطفی به سازمان و نوآوری سبز کارکنان) است. پرسش‌های مربوط به بعد اول از پرسشنامه‌ی تان و همکاران (۲۰۱۴)، سؤالات بعد دوم و چهارم استریچ و کریستنسن (۲۰۱۶) و بعد سوم از پرسشنامه بنتین و همکاران (۲۰۰۲) گردآوری شد. سؤالات توسط برخی از اساتید و آرای خبرگان مورد بررسی قرار گرفت؛ همچنین جهت سنجش روایی از روایی محتوا و همگرا توسط نرم افزار بهره گرفته شد و به منظور برازش پایایی، آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی مورد استفاده قرار گرفت و ضریب آلفای کرونباخ برای تمام سازه‌های پژوهش بیشتر از ۰/۷ است (جدول ۲) و با توجه به آزمون فرضیات در نمونه‌های کوچک و وجود داده‌های غیرنرمال، برای تحلیل داده‌ها از نرم افزار ۲ Smart PLS استفاده شده است، زیرا این نرم‌افزار قدرت زیادی برای پیش‌بینی دارد.

۴- تحلیل داده‌ها و یافته‌ها

۴-۱- بررسی برازش مدل بیرونی



مدل‌یابی پی‌اال‌اس. در دو مرحله صورت می‌پذیرد. در مرحله‌ی اول، مدل اندازه‌گیری (مدل بیرونی) از طریق تحلیل‌های روایی و پایایی و تحلیل عاملی تأییدی مورد بررسی قرار می‌گیرد و در مرحله‌ی دوم، مدل ساختاری (مدل درونی) به‌وسیله برآورد مسیر بین متغیرها بررسی می‌شود. بارهای عاملی متغیرها در جدول ۱ قابل مشاهده است.

جدول ۱- ضرایب بار عاملی و مقدار تی

سازه	شاخص	بارعاملی ($>0/4$)	مقدار تی ($>1/96$)
خط‌مشی‌های سبز	GP1	۰/۴۵۱	۷/۴۲۱
	GP2	۰/۵۲۴	۵/۳۳۳
	GP 3	۰/۷۲۱	۸/۶۴۲
	GP 4	۰/۶۳۵	۴/۳۵۵
	GP 5	۰/۷۴۵	۲/۶۴۱
	GP6	۰/۶۳۲	۳/۸۷۵
	GP7	۰/۵۸۶	۲/۸۴۵
	GP8	۰/۷۴۳	۶/۴۷۸
	GP9	۰/۴۳۳	۲/۸۵۳
	GP10	۰/۵۰۰	۶/۹۷۵
	GP11	۰/۶۳۴	۳/۷۴۵
	GP12	۰/۴۴۹	۵/۵۹۲
	GP13	۰/۵۴۷	۵/۸۳۱
اضطراب زیست-محیطی	EC1	۰/۴۲۵	۶/۰۰۲
	EC2	۰/۵۲۱	۲/۶۵۷
	EC3	۰/۴۸۹	۲/۳۴۵
	EC4	۰/۵۱۲	۲/۳۵۴
	EC5	۰/۶۳۴	۳/۷۵۴
	EC6	۰/۵۲۴	۳/۸۴۵
تعهد عاطفی به سازمان	G1	۰/۴۳۵	۲/۷۵۸
	G2	۰/۴۴۸	۳/۹۸۴
	G3	۰/۵۵۶	۵/۰۲۱
نوآوری سبز کارکنان	EI1	۰/۵۶۱	۲/۷۸۰
	EI2	۰/۴۸۸	۳/۷۵۱
	EI3	۰/۶۶۳	۲/۵۶۱
	EI4	۰/۶۷۱	۴/۹۹۴
	EI5	۰/۷۸۴	۳/۶۶۲
	EI6	۰/۷۴۲	۵/۴۴۷
	EI7	۰/۵۴۱	۶/۸۴۵
	EI8	۰/۶۳۴	۳/۳۵۴
	EI9	۰/۷۴۱	۶/۷۵۸
	EI10	۰/۵۷۷	۳/۸۸۸

۴-۲- روایی و پایایی

جهت تأیید روایی ابزار اندازه‌گیری از دو نوع روایی ارزیابی استفاده شده است؛ روایی محتوا و روایی همگرا. روایی محتوا توسط نظرسنجی از خبرگان حاصل شد و نتایج آن در زیر قابل مشاهده است. همچنین در این پژوهش، جهت تعیین پایایی پرسشنامه از دو معیار (ضریب آلفای کرونباخ و ضریب پایایی مرکب) استفاده شده است، ضرایب آلفای کرونباخ تمامی متغیرها در این تحقیق از حداقل مقدار (۰/۷) بیش‌تر است. در جدول ۲ نتایج پایایی و روایی همگرا ابزار سنجش به طور کامل آورده شده است.

جدول ۲- ضرایب پایایی و روایی همگرا

برازش مدل بیرونی	متغیرهای مکنون	ضریب آلفای کرونباخ (Alpha>0.7)	ضریب پایایی ترکیبی (Alpha>0.7)	میانگین واریانس استخراجی (AVE>0.5)
عنوان در مدل				
Green Management Policy	خط‌مشی‌های مدیریت سبز	۰/۸۷۴	۰/۷۸۶	۰/۵۷۴
Environmental Anxiety	اضطراب زیست‌محیطی	۰/۸۳۲	۰/۸۷۵	۰/۵۸۳
Affective commitment to organization	تعهد عاطفی به سازمان	۰/۷۵۱	۰/۷۴۵	۰/۵۰۹
Employee Green Innovation	نوآوری سبز کارکنان	۰/۷۸۸	۰/۸۳۲	۰/۵۷۴

بر اساس مطالب عنوان شده و نتایج حاصل از خروجی‌های نرم‌افزار در جداول ۳ نشان دهنده این است که، ابزار اندازه‌گیری از روایی (محتوا، همگرا و واگرا) و پایایی مناسب برخوردار هستند. برای بررسی روایی واگرا، میزان رابطه یک سازه با شاخص‌هایش در مقایسه رابطه آن سازه با سایر سازه‌ها، به وسیله ماتریس فورنل لارکر نشان داده می‌شود. در این روش تنها متغیرهای پنهان درجه اول در ماتریس وارد می‌شوند. جدول ۳ نتایج این بررسی را نشان می‌دهد.

جدول ۳- روایی واگرا

۴	۳	۲	۱	
			۰/۷۳۹	۱- خط‌مشی‌های مدیریت سبز
		۰/۷۳۰	۰/۵۵۷۰	۲- نوآوری سبز کارکنان
	۰/۸۲۴	۰/۵۵۱۶	۰/۴۸۷۵	۳- اضطراب زیست‌محیطی
۰/۸۵۵	۰/۵۴۱۸	۰/۵۱۰۳	۰/۴۴۵۶	۴- تعهد عاطفی به سازمان

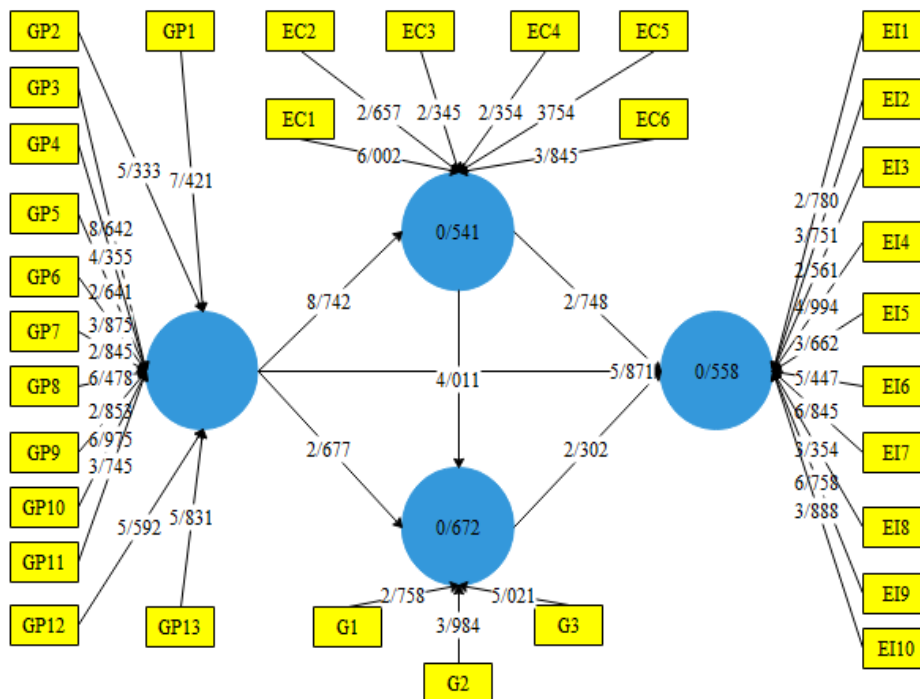
برای محاسبه این ماتریس مقدار جذر AVE متغیرهای مکنون در پژوهش حاضر که در قطر اصلی ماتریس قرار گرفته‌اند، از مقدار همبستگی میان آن‌ها که در خانه‌های زیرین و چپ قطر اصلی قرار گرفته‌اند باید بیشتر باشد.

۴-۳- برازش مدل کلی

مدل کلی شامل هر دو بخش مدل اندازه‌گیری و ساختاری می‌شود و با تأیید برازش آن، بررسی برازش در یک مدل کامل می‌شود. سه مقدار ۰/۰۱، ۰/۲۵ و ۰/۳۶ به عنوان مقادیر ضعیف، متوسط و قوی برای این معیار معرفی شده است. در جدول ۴ برازش کلی مدل قابل مشاهده است.

جدول ۴- برازش مدل کلی





تصویر ۳- مدل در حالت اعداد معنی‌داری

جهت معنادار بودن ضریب مسیر لازم است تا مقدار t هر مسیر از عدد $۱/۹۶$ بیشتر باشد که بر اساس نمودار ۳ همه موارد دارای معناداری هستند.

۴-۴- بررسی برازش مدل درونی

مدل درونی نشانگر ارتباط بین متغیرهای مکنون پژوهش است. با استفاده از مدل درونی می‌توان به بررسی فرضیه‌های پژوهش پرداخت. در جدول ۵ نتایج برازش مدل درونی مشاهده می‌شود. با توجه به این جدول مشخص می‌شود خط‌مشی‌های مدیریت سبز بر اضطراب زیست‌محیطی، تعهد عاطفی به سازمان و نوآوری سبز کارکنان تأثیر مثبت و معناداری دارد. اضطراب زیست‌محیطی نیز تعهد عاطفی به سازمان و نوآوری سبز کارکنان تأثیر مثبت و معناداری دارد. تعهد عاطفی به سازمان نیز بر نوآوری سبز کارکنان اثر مثبت و معناداری دارد.

جدول ۵- نتایج برازش مدل درونی

H	مسیر	ضریب مسیر	آماره تی	نتایج
H1	خط‌مشی‌های مدیریت سبز ← اضطراب زیست‌محیطی	۰/۷۲۴	۸/۷۴۲	✓ پذیرش
H2	خط‌مشی‌های مدیریت سبز ← تعهد عاطفی به سازمان	۰/۳۲۵	۲/۶۷۷	✓ پذیرش
H3	خط‌مشی‌های مدیریت سبز ← نوآوری سبز کارکنان	۰/۴۱۱	۵/۸۷۱	✓ پذیرش
H4	اضطراب زیست‌محیطی ← تعهد عاطفی به سازمان	۰/۶۳۴	۴/۰۱۱	✓ پذیرش
H5	اضطراب زیست‌محیطی ← نوآوری سبز کارکنان	۰/۴۵۷	۲/۷۴۸	✓ پذیرش
H6	خط‌مشی‌های مدیریت سبز ← نوآوری سبز کارکنان ← با اثر میانجی اضطراب زیست‌محیطی	بررسی شروط	بررسی شروط	✗ عدم پذیرش
H7	تعهد عاطفی به سازمان ← نوآوری سبز کارکنان	۰/۲۱۴	۲/۳۰۲	✓ پذیرش
H8	خط‌مشی‌های مدیریت سبز ← نوآوری سبز کارکنان ← با اثر میانجی تعهد عاطفی به سازمان	بررسی شروط	بررسی شروط	✗ عدم پذیرش



در خصوص فرضیه‌ی ششم و هشتم می‌توان گفت که خط‌مشی‌های مدیریت سبز از طریق اضطراب زیست‌محیطی و تعهد عاطفی به سازمان نمی‌تواند منجر به نوآوری سبز کارکنان گردد.

۵- بحث

مدیران برای ایجاد نوآوری‌های زیست‌محیطی در میان کارکنان بایستی توجه ویژه‌ای به خط‌مشی‌ها و سبک مدیریتی خود نمایند. در صورتی که سازمان‌ها به دنبال تغییرات بیشتر در رفتارها و نوآوری سبز کارکنان خود باشند، باید عوامل پیش‌بینی‌کننده‌ی این متغیر را شناسایی نمایند. یافته‌های این پژوهش حاکی از تأیید تمامی روابط مستقیم شامل تأثیر خط‌مشی‌های مدیریت سبز بر اضطراب زیست‌محیطی، تعهد عاطفی و نوآوری سبز کارکنان و نیز تأثیر متقابل این متغیرهای روانشناختی بر یکدیگر است. برای تبیین نظری این روابط می‌توان از چارچوب «محرک-ارگانیسم-پاسخ» پژوهش شاه و سومرو (۲۰۲۳) نیز می‌توان تحلیل کرد که بر اساس آن، خط‌مشی‌های سبز به‌عنوان محرک سازمانی، با تقویت آگاهی‌های زیست‌محیطی کارکنان (ارگانیسم)، موجب بروز پاسخ‌هایی نظیر اضطراب سازنده و دلبستگی عاطفی به سازمان می‌شوند. هم‌سو با این دیدگاه، نظریه مبادله اجتماعی با توجه به پژوهش دیاس و همکاران (۲۰۲۰) و ابیدات و همکاران (۲۰۲۰) نیز رابطه مثبت خط‌مشی‌های سبز با تعهد عاطفی را توجیه می‌کند؛ به‌گونه‌ای که کارکنان، سرمایه‌گذاری سازمان در مسئولیت‌های اجتماعی-زیست‌محیطی را اقدامی متقابل تلقی کرده و با افزایش وفاداری عاطفی خود به سازمان پاسخ می‌دهند. علاوه بر این، تأثیر اضطراب زیست‌محیطی بر تعهد عاطفی و نوآوری سبز با پژوهش کیو و همکاران (۲۰۲۲) و کلایتون (۲۰۲۰) هم‌خوانی دارد و با نظریه‌ی «ارزش-باور-هنگار» نیز قابل تفسیر است؛ زیرا هنگامی که اضطراب زیست‌محیطی در سازمان نهادینه می‌شود، کارکنان این اضطراب را نه به‌عنوان یک تهدید روانشناختی، بلکه به‌عنوان یک محرک انگیزشی درونی برای ارائه‌ی راه‌حل‌های نوآورانه درک می‌کنند. همچنین تأیید رابطه مستقیم تعهد عاطفی بر نوآوری سبز (فرضیه‌ی هفتم) با پژوهش‌های چنگ و همکاران (۲۰۲۴) و ابابنه (۲۰۲۱) هم‌خوانی دارد که نشان می‌دهند کارکنان دارای دلبستگی عاطفی، تمایل بیشتری به یافتن ایده‌های بدیع در راستای اهداف سازمانی دارند. در رابطه با تحلیل نظری عدم پذیرش فرضیه‌های میانجی (فرضیه‌های ششم و هشتم) یکی از مهم‌ترین یافته‌های این پژوهش که برای اولین بار در بستر سازمان‌های دولتی ایران بررسی شده، عدم میانجی‌گری اضطراب زیست‌محیطی و تعهد عاطفی در رابطه بین خط‌مشی‌های سبز و نوآوری کارکنان است. این یافته اگر چه با برخی پژوهش‌های پیشین همچون انصاری و همکاران (۲۰۲۰) و پام و همکاران (۲۰۲۰) که نقش میانجی این متغیرها را در بخش‌های خصوصی و صنایع تولیدی تأیید کرده‌اند، در تناقض به‌نظر می‌رسد، اما از منظر نظریه‌ی خودتعیین‌گری به‌خوبی قابل توجیه است. بر اساس این نظریه، خط‌مشی‌ها در سازمان‌های دولتی و متمرکز (همچون سازمان محیط‌زیست سمنان) اغلب به‌عنوان قوانین دستوری و برون‌ریز تلقی می‌شوند و نه فرصت‌هایی برای خودمختاری و درونی‌سازی ارزش‌ها. در چنین شرایطی، کارکنان به‌جای آنکه از مسیر هیجانات درونی (اضطراب یا تعهد) به‌سمت نوآوری سوق یابند، صرفاً به‌دلیل الزامات اداری و انطباق بیرونی، رفتارهای سبز از خود بروز می‌دهند؛ از این‌رو، مکانیسم میانجی‌گری تضعیف شده و خط‌مشی‌ها اثری مستقیم و غالب بر نوآوری می‌گذارند. این یافته با پژوهش کیو و همکاران (۲۰۲۲) و ون وینبرگ و سمیجن (۲۰۲۵) نیز هم‌سو است که نشان می‌دهد در بافت‌های جمع‌گرا و سلسله‌مراتبی، مسیرهای علی غیرمستقیم جای خود را به اثرات مستقیم و دستوری می‌دهند. بنابراین، ناهم‌سویی نتایج این پژوهش با مطالعات پیشین نه‌تنها یک نقص، بلکه بیانگر یک مرز نظری مهم در ادبیات مدیریت سبز است: نقش میانجی متغیرهای روان‌شناختی وابسته به بافت سازمانی و فرهنگی بوده و در نهادهای عمومی با ساختار متمرکز، این نقش کم‌رنگ‌تر می‌شود.

۶- نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش از سه جهت به غنای ادبیات مدیریت سبز می‌افزاید. اولاً، با معرفی «اضطراب زیست‌محیطی» به‌عنوان یک متغیر پیش‌ران در محیط کار (و نه صرفاً یک اختلال روانشناختی)، مرزهای نظریه‌ی ارزش-باور-هنگار را از حوزه‌ی رفتار مصرف‌کننده به حوزه‌ی رفتار سازمانی گسترش می‌دهد. ثانیاً، با رد نقش میانجی تعهد عاطفی و اضطراب، این هشدار را به پژوهشگران می‌دهد که مدل‌های خطی و جهانی تأثیرگذاری خط‌مشی‌ها بر نوآوری، نیازمند بازبینی بر اساس متغیرهای تعدیل‌گر (همچون نوع مالکیت سازمان و فاصله قدرت) هستند و ثالثاً، پژوهش حاضر با تمرکز بر سازمان‌های دولتی در یک کشور در حال توسعه، شکاف موجود در ادبیات را که عمدتاً بر بخش خصوصی و کشورهای توسعه‌یافته متمرکز بوده، پوشش



می‌دهد و نشان می‌دهد که در بسترهای نهادی ضعیف‌تر، «اثر جبری» خطمشی‌ها بر رفتار کارکنان، غالب بر «اثر قانع‌کنندگی» آن‌هاست. در مجموع، با وجود آنکه خطمشی‌های سبز به‌طور مستقیم تأثیری انکارناپذیر بر نوآوری کارکنان دارند، اما مدیران نباید تصور کنند که صرفاً با ایجاد دغدغه یا تعهد عاطفی در کارکنان، می‌توانند این مسیر را به‌صورت غیرمستقیم هموار کنند. بلکه در سازمان‌های دولتی و سنتی، شفاف‌سازی و عملیاتی‌سازی واضح خطمشی‌ها (به‌ویژه در حوزه مفاهیم نوظهوری چون «نوآوری سبز» که در این پژوهش به‌عنوان یک محدودیت شناختی شناسایی شد)، بسیار مؤثرتر از تلاش برای دست‌کاری هیجانات روانشناختی است. از این‌رو، به مدیران پیشنهاد می‌شود که به‌جای اتکاء به مکانیسم‌های میانجی، بر تدوین خطمشی‌های عینی، همراه با نظام‌های پاداش و ارزیابی شفاف، متمرکز شوند؛ زیرا همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد، در غیاب درک دقیق از مفهوم «نوآوری سبز» و در بسترهای متمرکز، اثر غیرمستقیم متغیرهای روانشناختی به‌طور کامل خنثی می‌شود. به‌علاوه، با توجه به تفاوت چشم‌گیر یافته‌های این پژوهش با پژوهش‌های بخش خصوصی، پژوهشگران آتی باید با رویکردی تطبیقی و با استفاده از تحلیل‌های طولی، نقش تعدیل‌گر «نوع صنعت» و «فرهنگ سازمانی» را در روابط فوق به‌طور دقیق‌تری واکاوی نمایند. پژوهش حاضر نشان داد که اگرچه خطمشی‌های سبز به‌طور مستقیم بر نوآوری سبز کارکنان تأثیر می‌گذارند، اما مسیرهای غیرمستقیم از طریق اضطراب زیست‌محیطی و تعهد عاطفی در بستر سازمان‌های دولتی ایران تأیید نشد. بنابراین، به مدیران توصیه می‌شود که در مرحله‌ی نخست، بر طراحی و اجرای شفاف خطمشی‌های سبز متمرکز شوند و هم‌زمان با برنامه‌های فرهنگ‌سازی و توانمندسازی، زمینه را برای درونی‌سازی تدریجی این خطمشی‌ها و تقویت انگیزه‌های درونی کارکنان فراهم آورند. پژوهشگران آتی نیز می‌توانند با گسترش دامنه‌ی پژوهش و به‌کارگیری روش‌های متنوع، به کشف سایر مسیرهای علی و زمینه‌ای مؤثر بر نوآوری سبز کارکنان بپردازند. با اجرای این مدل در بافت ایران، که با چالش‌های زیست‌محیطی متعدد و درعین‌حال نظام‌های سازمانی در حال گذار به پایداری روبه‌روست، این مطالعه شواهد تجربی تازه‌ای برای غنای نظریه‌های مدیریت سبز فراهم می‌کند و توصیه‌های عملی خاص این بافت را برای سیاست‌گذاران و مدیران ارائه می‌دهد. یکی از محدودیت‌های این پژوهش این بود که پاسخ‌دهندگان برای پاسخ به پرسش‌های به‌جای گزارش دقیق افکار و اقدامات خود، به بیان هنجارهای عمومی پذیرفته‌شده می‌پرداختند. محدودیت دیگر عدم درک دقیق دو مفهوم نوآوری سبز کارکنان و خطمشی‌های مدیریت سبز بود که به‌علت نبودن در میان کارکنان چندان روشن نبود. با عنایت به محدودیت‌های شناسایی‌شده در این پژوهش (از جمله تمایل پاسخ‌دهندگان به بیان هنجارهای عمومی به‌جای گزارش دقیق رفتارهای واقعی، و همچنین عدم درک کافی از مفاهیم نوظهوری چون «نوآوری سبز کارکنان» و «خطمشی‌های سبز»)، به پژوهشگران آینده توصیه می‌شود که از روش‌های ترکیبی (کمی-کیفی) همچون مصاحبه‌های عمیق یا مشاهده‌ی مشارکتی بهره‌گیرند تا ضمن افزایش روایی یافته‌ها، درک مفهومی و بافتی متغیرهای پژوهش نیز عمق بیشتری یابد. همچنین به پژوهش‌های آتی پیشنهاد می‌شود که با توجه به اینکه این مطالعه تنها از داده‌های مقطعی استفاده می‌کند؛ بنابراین، پژوهش‌های آینده باید یک تحلیل طولی برای رسیدگی به اثرات علی مورد بررسی در این مطالعه در نظر بگیرند. دوم، مطالعه به‌سوی نمونه‌ی خاصی از کارکنان سازمان محیط‌زیست که دارای فرهنگ یکسانی هستند، صورت گرفته است و محققان آینده باید این روابط را در شهرها، کشورهای و صنایع نیز دیگر تأیید کنند. نهایتاً به محققان پیشنهاد می‌شود که به شناسایی سایر متغیرها و عواملی که می‌تواند متجرب به افزایش نوآوری سبز در سازمان شوند، بپردازند.

پی‌نوشت

- 1- Employee Green Innovation
- 2- Resource-Based View – RBV
- 3- Institutional Theory
- 4- OCB-E
- 5- green policies
- 6- Environmental Anxiety
- 7- Affective Commitment to Organizations

حامیان مالی: مقاله حامی مالی و معنوی نداشته است.

مشارکت نویسندگان: در این بخش نویسندگان تأیید می‌کنند که همگی در مقاله سهیم بوده‌اند.

اعلام عدم تعارض منافع: نویسندگان اعلام می‌دارند که در انجام این پژوهش هیچ‌گونه تعارض منافی برای ایشان وجود نداشته است.

بیانیه شفافیت کاربست هوش مصنوعی: نویسندگان اعلام می‌کنند که از ابزارهای هوش مصنوعی برای این مقاله استفاده نشده است. تمامی محتوای علمی، تحلیل‌ها، نتایج و مسئولیت نهایی مقاله بر عهده‌ی نویسندگان است.

قدردانی: ما از همه افراد برای مشاوره علمی در این مقاله سپاس‌گزاریم.

منابع

- سید جوادین، سیدرضا، فیاضی، مرجان و بلوچی حسین. (۱۳۹۴). شناسایی ارتباط ابعاد تعهد سازمانی و کیفیت خدمات ارائه شده به مشتریان (همبستگی کانونی). *پژوهش‌های مدیریت منابع سازمانی*، ۵(۳)، ۹۷-۱۲۴.
https://ormr.modares.ac.ir/article_18124.html
- Ababneh, O. M. A. (2021). How do green HRM practices affect employees' green behaviors? The role of employee engagement and personality attributes. *Journal of Environmental Planning and Management*, 64(7), 1204-1226. [doi/full/10.1080/09640568.2020.1814708](https://doi.org/10.1080/09640568.2020.1814708).
- Aftab, J., Abid, N., Sarwar, H., & Veneziani, M. (2022). Environmental ethics, green innovation, and sustainable performance: Exploring the role of environmental strategy and institutional pressure. *Journal of Cleaner Production*, 365, 132752. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132752>.
- Afzal, S., Arshad, M., Saleem, S., & Farooq, O. (2023). Green human resource management and environmental performance: The role of green innovation and environmental strategy. *Journal of Environmental Management*, 329, 117040. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.117040>.
- Ahmad, S., Islam, T., Sadiq, M., & Kaleem, A. (2021). Promoting green behavior through green human resource management practices and green knowledge sharing: A moderated mediation model. *Business Strategy and the Environment*, 30(8), 3846-3861. <https://doi.org/10.1002/bse.2847>.
- Astakhova, M. N. (2016). Explaining the effects of perceived person-supervisor fit and person-organization fit on organizational commitment in the US and Japan. *Journal of Business Research*, 69(2), 956-963. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2015.06.039>.
- Benevene, P., & Buonomo, I. (2020). Green human resource management: An evidence-based systematic literature review. *Sustainability*, 12(15), 5974. <https://doi.org/10.3390/su12155974>.
- Bentein, K., Stinglhamber, F., & Vandenberghe, C. (2002). Organization-, supervisor-, and workgroup-directed commitments and citizenship behaviours: A comparison of models. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 11(3), 341-362. <https://doi.org/10.1080/13594320244000184>.
- Chaudhary, R. (2020). Green human resource management and employee green behavior: An empirical analysis. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 27(2), 630-641. <https://doi.org/10.1002/csr.1827>.
- Cheng, Y., Liu, H., Yuan, Y., Zhang, Z., & Zhao, J. (2024). What makes employees green advocates? Exploring the effects of green human resource management. *Sustainability*, 16(5), 2007. <https://doi.org/10.3390/su16052007>.
- Chou, C. J. (2014). Hotels' environmental policies and employee personal environmental beliefs: Interactions and outcomes. *Tourism Management*, 40, 436-446. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2013.08.001>.
- Clayton, S. (2020). Climate anxiety: Psychological responses to climate change. *Journal of Anxiety Disorders*, 74, 102263. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2020.102263>.
- Dias, G., Gomes, S., & Lopes, J. M. (2024). Should human resources management "go green"? The impact of green human resources management on employees' green behavior, affective commitment and company green performance. In A. Abreu, J. V. Carvalho, P. Liberato, & A. Cerdeira (Eds.), *Advances in Tourism, Technology and Systems* (pp. 89-100). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-99-9883-8_8.
- Du, X. (2015). How the market values greenwashing? Evidence from China. *Journal of Business Ethics*, 128(3), 547-574. <https://doi.org/10.1007/s10551-014-2122-4>.
- Elmagrhi, M. H., Ntim, C. G., Elamer, A. A., & Zhang, Q. (2019). A study of environmental policies and regulations, governance structures, and environmental performance: The role of female directors. *Business Strategy and the Environment*, 28(1), 206-220. <https://doi.org/10.1002/bse.2244>.

- Gao, X., & Zheng, H. (2017). Environmental anxiety, environmental policy and green investment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(12), 1570. <https://doi.org/10.3390/ijerph14121570>.
- Gattiker, T. F., & Carter, C. R. (2010). Understanding project champions' ability to gain intra-organizational commitment for environmental projects. *Journal of Operations Management*, 28(1), 72–85. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2009.06.001>
- Gomes, S., Lopes, J. M., & Nogueira, S. (2023). Willingness to pay more for green products: A critical challenge for Gen Z. *Journal of Cleaner Production*, 390, 136092. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136092>.
- Gosling, E., & Williams, K. J. (2010). Connectedness to nature, place attachment and conservation behaviour: Testing connectedness theory among farmers. *Journal of Environmental Psychology*, 30(3), 298–304. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2010.01.005>.
- Hickman, C., Marks, E., Pihkala, P., Clayton, S., Lewandowski, R. E., Mayall, E. E., ... & van Susteren, L. (2021). Climate anxiety in children and young people and their beliefs about government responses to climate change: A global survey. *The Lancet Planetary Health*, 5(12), e863–e873. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00278-3](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00278-3)
- Islam, M. J., Ferdous, L., & Begum, M. A. (2014). The environmental policies and issues to ensure safe environment. *International Journal of Innovative Research in Engineering & Science*, 3(10).
- Ji, X., Wu, J., Liang, L., & Zhu, Q. (2018). The impacts of public sustainability concerns on length of product line. *European Journal of Operational Research*, 269(1), 16–23. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2017.07.039>.
- Jordan, A. J. (2001). Environmental policy (protection and regulation). In *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* (pp. 4644–4651). <https://doi.org/10.1016/B0-08-043076-7/04170-1>.
- Joshua, J. B., Jin, Y., Ogunmokun, O. A., & Ikhida, J. E. (2023). Hospitality for sustainability: Employee eco-anxiety and employee green behaviors in green restaurants. *Journal of Sustainable Tourism*, 31(6), 1356–1372. <https://doi.org/10.1080/09669582.2022.2043877>.
- Khan, A. N., & Khan, N. A. (2023). The impact of green human resource management on green innovation: Mediating role of green culture and green organizational identity. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(9), 24124–24135. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23789-8>.
- Kim, A., Kim, Y., Han, K., Jackson, S. E., & Ployhart, R. E. (2017). Multilevel influences on voluntary workplace green behavior: Individual differences, leader behavior, and coworker advocacy. *Journal of Management*, 43(5), 1335–1358. <https://doi.org/10.1177/0149206314547386>.
- Kim, I., Arnhold, S., Ahn, S., Le, Q. B., Kim, S. J., Park, S. J., & Koellner, T. (2019). Land use change and ecosystem services in mountainous watersheds: Predicting the consequences of environmental policies with cellular automata and hydrological modeling. *Environmental Modelling & Software*, 122, 103982. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2019.07.019>.
- Kim, K. Y., Eisenberger, R., & Baik, K. (2016). Perceived organizational support and affective organizational commitment: Moderating influence of perceived organizational competence. *Journal of Organizational Behavior*, 37(4), 558–583. <https://doi.org/10.1002/job.2063>.
- Kim, Y. J., Kim, W. G., Choi, H. M., & Phetvaroon, K. (2019). The effect of green human resource management on hotel employees' eco-friendly behavior and environmental performance. *International Journal of Hospitality Management*, 76, 83–93. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2018.04.007>.
- Kuo, Y. K., Khan, T. I., Islam, S. U., et al. (2022). Impact of green HRM practices on environmental performance: The mediating role of green innovation. *Frontiers in Psychology*, 13, 916746. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.916746>.
- Lapointe, É., Vandenberghe, C., & Boudrias, J. S. (2013). Psychological contract breach, affective commitment to organization and supervisor, and newcomer adjustment: A three-wave moderated mediation model. *Journal of Vocational Behavior*, 83(3), 528–538. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2013.07.008>.
- Liu, X., Ji, X., Zhang, D., Yang, J., & Wang, Y. (2019). How public environmental anxiety affects the sustainable development of Chinese cities: An empirical study using extended DEA models.



- Journal of Environmental Management*, 251, 109619. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109619>.
- Liu, X., Vedlitz, A., & Shi, L. (2014). Examining the determinants of public environmental anxiety: Evidence from national public surveys. *Environmental Science & Policy*, 39, 77–94. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2013.12.006>.
- Lülfes, R., & Hahn, R. (2013). Corporate greening beyond formal programs, initiatives, and systems: A conceptual model for voluntary pro-environmental behavior of employees. *European Management Review*, 10(2), 83–98. <https://doi.org/10.1111/emre.12008>.
- Malik, M. S., Ali, K., Kausar, N., & Chaudhry, M. A. (2021). Enhancing environmental performance through green human resource management and green innovation: A moderated mediation model. *Business Strategy and the Environment*, 30(4), 1924–1937. <https://doi.org/10.1002/bse.2724>.
- Meyer, J. P., Morin, A. J., & Vandenberghe, C. (2015). Dual commitment to organization and supervisor: A person-centered approach. *Journal of Vocational Behavior*, 88, 56–72. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2015.02.011>.
- Michael, J., & Székely, M. (2018). The developmental origins of commitment. *Journal of Social Philosophy*, 49(1), 106–123. <https://doi.org/10.1111/josp.12229>.
- Mishra, S., & Singh, S. (2022). Do institutional pressures drive employee green behavior? Evidence from the Indian IT sector. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 29(5), 1333–1347. <https://doi.org/10.1002/csr.2273>.
- Nesta, L., Vona, F., & Nicolli, F. (2014). Environmental policies, competition and innovation in renewable energy. *Journal of Environmental Economics and Management*, 67(3), 396–411. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2014.01.001>.
- Nisbet, E. K., Zelenski, J. M., & Murphy, S. A. (2009). The nature relatedness scale: Linking individuals' connection with nature to environmental concern and behavior. *Environment and Behavior*, 41(5), 715–740. <https://doi.org/10.1177/0013916508318748>.
- Ones, D. S., & Dilchert, S. (2012). Employee green behaviors. In S. E. Jackson, D. S. Ones, & S. Dilchert (Eds.), *Managing Human Resources for Environmental Sustainability* (pp. 85–116). Jossey-Bass. <https://doi.org/10.1002/9781118315071.ch5>.
- Pham, N. T., Thanh, T. V., Tučková, Z., & Phan, Q. P. T. (2020). Green HRM and affective commitment: The mediating role of environmental values. *Journal of Cleaner Production*, 267, 122106. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122106>.
- Pham, N. T., Tučková, Z., & Phan, Q. P. T. (2022). Greening the hospitality industry: How do green human resource management practices influence organizational citizenship behavior for the environment? A mediated moderation model. *Tourism Management*, 89, 104452. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2021.104452>.
- Podsakoff, P. M., MacKenzie, S. B., Lee, J. Y., & Podsakoff, N. P. (2003). Common method biases in behavioral research: A critical review of the literature and recommended remedies. *Journal of Applied Psychology*, 88(5), 879–903. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.88.5.879>.
- Premalatha, M., Abbasi, T., & Abbasi, S. A. (2014). Wind energy: Increasing deployment, rising environmental concerns. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 31, 270–288. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.11.019>.
- Raineri, N., Mejía-Morelos, J. H., Francoeur, V., & Paillé, P. (2016). Employee eco-initiatives and the workplace social exchange network. *European Management Journal*, 34(1), 47–58. <https://doi.org/10.1016/j.emj.2015.10.002>.
- Ramus, C. A., & Steger, U. (2000). The roles of supervisory support behaviors and environmental policy in employee “ecoinitiatives” at leading-edge European companies. *Academy of Management Journal*, 43(4), 605–626. <https://doi.org/10.5465/1556357>.
- Rey, J. R., Carlson, D. B., & Brockmeyer, R. E. (2012). Coastal wetland management in Florida: Environmental concerns and human health. *Wetlands Ecology and Management*, 20(3), 197–211. <https://doi.org/10.1007/s11273-012-9253-7>.
- Schmidt, K. H. (2007). Organizational commitment: A further moderator in the relationship between work stress and strain? *International Journal of Stress Management*, 14(1), 26–40. <https://doi.org/10.1037/1072-5245.14.1.26>.
- Shah, N., & Soomro, B. A. (2023). Effects of green human resource management practices on green innovation and behavior. *Management Decision*, 61(1), 290–312. <https://doi.org/10.1108/MD-07-2022-0959>.

- Shahab, Y., Ntim, C. G., Chengang, Y., Ullah, F., & Fosu, S. (2018). Environmental policy, environmental performance, and financial distress in China: Do top management team characteristics matter? *Business Strategy and the Environment*, 27(8), 1635–1652. <https://doi.org/10.1002/bse.2233>.
- Smith, A. M., & O'Sullivan, T. (2012). Environmentally responsible behaviour in the workplace: An internal social marketing approach. *Journal of Marketing Management*, 28(3-4), 469–493. <https://doi.org/10.1080/0267257X.2012.658837>.
- Stritch, J. M., & Christensen, R. K. (2016). Going green in public organizations: Linking organizational commitment and public service motives to public employees' workplace eco-initiatives. *The American Review of Public Administration*, 46(3), 337–355. <https://doi.org/10.1177/0275074014552467>.
- Sun, J., Yuan, Y., Yang, R., Ji, X., & Wu, J. (2017). Performance evaluation of Chinese port enterprises under significant environmental concerns: An extended DEA-based analysis. *Transport Policy*, 60, 75–86. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.09.001>.
- Tilleman, S. (2012). Is employee organizational commitment related to firm environmental sustainability? *Journal of Small Business & Entrepreneurship*, 25(4), 417–431. <https://doi.org/10.1080/08276331.2012.10593582>.
- Tuân, N. P., Mai, N. T. T., & Yoshi, T. (2014). The roles of supervisory support behaviors and environmental policy in employee "eco-initiatives" at manufacturing companies in Vietnam. *Journal of Economic Development*, (221), 105–126. <https://doi.org/10.24311/jed/2014.221.05>.
- Van Knippenberg, D., & Sleebos, E. (2006). Organizational identification versus organizational commitment: Self-definition, social exchange, and job attitudes. *Journal of Organizational Behavior*, 27(5), 571–584. <https://doi.org/10.1002/job.378>.
- Van Waeyenberg, T., & Semeijn, J. H. (2025). Different shades of green? The role of green HRM and its authenticity in cultivating employee commitment to environment and organization. *Business & Society*. <https://doi.org/10.1177/00076503241286838>.
- Wu, J., Chen, Z., & Ji, X. (2018). Sustainable trade promotion decisions under demand disruption in manufacturer-retailer supply chains. *Annals of Operations Research*, 1–29. <https://doi.org/10.1007/s10479-018-2964-2>.
- Yang, M., Luo, M., & Jin, J. (2025). What roles do attitudes and recycling trust play in the recycling behavior of urban residents of used clothing in China?—An analysis based on extended VBN theory. *SAGE Open*, 15(3), 21582440251377936. <https://doi.org/10.1177/21582440251377936>.
- Yin, H., & Schmeidler, P. J. (2009). Why do standardized ISO 14001 environmental management systems lead to heterogeneous environmental outcomes? *Business Strategy and the Environment*, 18(7), 469–486. <https://doi.org/10.1002/bse.606>.
- Zavalloni, M., Raggi, M., & Viaggi, D. (2019). Agri-environmental policies and public goods: An assessment of coalition incentives and minimum participation rules. *Environmental and Resource Economics*, 72(4), 1023–1040. <https://doi.org/10.1007/s10640-018-0237-9>.





ORIGINAL RESEARCH PAPER

The Role of Urban Design in the Sustainability of the Historical Fabric of Tabriz with Emphasis on the Development of Green Transportation in a Compact City

Farzad Zarbakhsh^{(1)*} , Asghar Jahazi⁽²⁾ , Keivan Shirafkan⁽³⁾ 

1. Assistant Professor, Department of Architecture, Ard, C, Islamic Azad University, Ardabil, Iran.

(<https://orcid.org/0009-0003-5673-5006>)

2. MA, Department of Architecture, Ard, C, Islamic Azad University, Ardabil, Iran. (<https://orcid.org/0000-0002-5199-9868>)

3. MA, Department of Architecture, Ard, C, Islamic Azad University, Ardabil, Iran. (<https://orcid.org/0009-0004-1368-0524>)

Publisher: Iran University of Art

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received:04/01/2025 Revised:03/02/2025 Accepted:18/02/2023 PP. 30-51 Keywords: Urban Sustainability, Green Transportation, Historical Fabric, Tabriz City. Use your device to scan and read the article online	Introduction: In recent years, pressures stemming from vehicular traffic expansion, environmental quality degradation, and infrastructure decay have intensified the need for sustainable transport patterns in historic cities. In Tabriz, this issue is particularly pronounced in District 8, which encompasses a significant portion of the historic fabric. As the ancient core of the city and home to assets such as the Tabriz Historic Bazaar Complex, historic alleys, and valuable urban spaces, this area possesses high physical and functional sensitivity. However, in recent years, it has faced challenges including severe traffic congestion, uncontrolled vehicle entry, narrow alley widths, infrastructure deterioration, public space shortages, and declining environmental quality. The network of narrow, fine-grained streets, which previously accommodated pedestrian movement and local activities, is now under pressure from vehicular flows, leading to reduced safety, increased pollution, and diminished spatial experience quality. Despite these challenges, features such as land use diversity, appropriate activity density, human-scale spaces, and relative network connectivity create significant potential for developing green transport patterns. This potential can foster walkability, expand bicycle lanes, reduce car dependency, and improve access to public transport. However, recent interventions have primarily focused on physical organization or traffic management, with less emphasis on green transport as a driver for historic fabric sustainability. Consequently, it remains unclear how green transport development affects the various dimensions of sustainability in this fabric and which physical, functional, and environmental elements play the most significant roles. The lack of an analytical and empirical framework explaining the structural and measurable relationships between green transport and sustainability indices has led to uncertainty in managerial decision-making, leaving much of the district's potential for sustainable mobility underutilized. The Purpose of the Research: Therefore, the main research question is: What impact does the development of green transport have on the sustainability of Tabriz's historic fabric, particularly in District 8? Methodology: This study employs a practical approach with a descriptive-analytical design. The primary objective is to elucidate the causal relationships between factors influencing green transport and their impact on the sustainability of Tabriz's historic fabric using Structural Equation Modeling (SEM). This method was chosen due to the multidimensional nature of the model, the presence of latent constructs, and the necessity to examine simultaneous direct and indirect relationships among variables. The statistical population includes experts in urban planning, transportation, environment, urban economics, and historic fabric management in Tabriz. Sampling was conducted purposively using the snowball method. Given the model comprises 5 latent variables and 23 observable indicators, the

ARTICLE INFO	ABSTRACT
	sample size was determined based on the common SEM rule of 5 to 10 observations per indicator, estimating a range of 115 to 230 participants. Ultimately, 150 valid questionnaires were selected for final analysis. Data collection was performed using a researcher-made questionnaire based on theoretical and empirical reviews and previous studies, utilizing a five-point Likert scale. Content validity was assessed through the opinions of 10 experts, meeting CVR and CVI standards. Construct validity was verified via Confirmatory Factor Analysis (CFA). Results indicated that factor loadings were acceptable, and Average Variance Extracted (AVE) and Composite Reliability (CR) values exceeded accepted thresholds, confirming convergent and discriminant validity. Reliability was assessed using Cronbach's alpha. According to Nunnally and Bernstein's criteria, a coefficient above 0.70 indicates acceptable reliability. In this study, Cronbach's alpha for all main factors exceeded 0.70, with a total alpha of 0.828, demonstrating high internal consistency and tool reliability. Data analysis was conducted using AMOS software. First, the measurement model was tested; after confirming fit indices (RMSEA, CFI, TLI, and Chi-square/df ratio), the structural model was analyzed. Relationships among independent variables, green transport, and historic fabric sustainability were examined, and path coefficients were calculated to determine the intensity and direction of variable effects. This method enabled the empirical and coherent testing of the research's conceptual structure. Findings and Discussion: Analysis of the structural equation model reveals that "Environment and Energy" (0.65) and "Accessibility" (0.59) are the most significant factors influencing the sustainability of Tabriz's historic fabric. The environment factor, focusing on pollution reduction, renewable energy, and biodiversity, plays the largest role. Accessibility, through sustainable transport and enhanced spatial connectivity, holds high importance. Factors such as "Land Use" (0.42), "Socio-economic Integration" (0.29), and "Innovation" (0.27) have lesser but significant effects. Secondary indicators like "Human Scale" positively impact accessibility, "Monumental Scale" and "Architectural Styles" affect socio-economic integration, and "Smart Lighting" influences land use and innovation. Conversely, environmental pollution has a negative impact on the physical protection of historic buildings. The discussion of findings suggests that sustainability in the historic fabric requires the simultaneous combination of environmental, accessibility, and spatial organization dimensions. These results align with domestic studies (Zinali Agham et al., 2024; Jabbarizadeh Gan et al., 2022) and international research (Anabtawi, 2023; Bibri, 2020; Azizi & Kouddane, 2024; Zucaro & Agostinho, 2025), which emphasize that urban density is sustainable only when accompanied by environmental quality, green transport, and social structure. The exclusion of indicators such as "Traffic Safety" and "Acceptance of Electronic Tools" is justified by the specific nature of historic fabrics and technological/infrastructure limitations. Ultimately, the final model indicates that enhancing sustainability in Tabriz's historic fabric requires coordination between reducing ecological pressures, improving green transport networks, and strengthening socio-cultural cohesion to prevent physical heritage degradation and improve residents' quality of life. Conclusion: The results demonstrate that green transport development, focusing on improving local accessibility and reducing car dependency, plays a vital role in enhancing the sustainability of Tabriz's historic fabric, particularly in District 8. Dimensions such as environment, energy, land use, innovation, and socio-economic integration were identified as key factors. Findings indicate that expanding pedestrian spaces and using clean transport systems reduce pollution and energy consumption, thereby improving environmental quality, strengthening social interactions, and increasing residents' quality of life. Given the unique physical structure of this fabric, transport solutions must be designed in harmony with its spatial and historical characteristics. Although limitations existed regarding data access and study scope, these findings provide a suitable scientific basis for Tabriz Municipality to formulate sustainable mobility policies. Generalizing results to other fabrics requires further studies at different scales. Overall, targeted green transport planning can serve as an effective strategy for preserving historical identity and enhancing urban sustainability in Tabriz. Funding: There is no funding support. Authors' Contribution: Authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work

ARTICLE INFO	ABSTRACT
	Conflict of Interest: Authors declared no conflict of interest. AI Usage Declaration: The authors declare that the AI tool ChatGPT was used for language editing and improving readability. All scientific content, analyses, results, and ultimate responsibility for the manuscript rest with the authors. Acknowledgments: We are grateful to all the persons for scientific consulting in this paper.

Highlight

- The findings indicate that the Environment and Energy dimension, with an effect value of 0.65, plays the most significant role in the sustainability of the area.
- This is followed by Accessibility (0.59) and Land Use (0.42).
- The two dimensions of Socio Economic Integration and Innovation also influence the model with effect values of 0.29 and 0.27, respectively.

 This paper is an open access and licensed under the Creative Commons CC BY-NC 4.0 license ©2024, AGM. All rights reserved.	Cite This Article: Zarbakhsh, F., Jahazi, A., & Shirafkan, K. (2025). Developing a Form-Based Conceptual Model in Preparing Land Development Plan. <i>Art of Green Management</i>, 2(4), 30-51. 10.30480/agma.2026.6267.1056  http://doi.org/10.30480/agma.2026.6267.1056  https://agma.journal.art.ac.ir/article_1519.html	
--	---	---

*. Corresponding Author (Email: fzARBakhsh@aiuac.ir) / (Phone: +989144525964)



نقش طراحی شهری در پایداری بافت تاریخی شهر تبریز با تأکید بر توسعه‌ی حمل و نقل سبز در شهر فشرده

فرزاد زربخش^(۱)، اصغر جهازی^(۲)، کیوان شیرافکن^(۳)

۱- استادیار، گروه معماری، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران. (<https://orcid.org/0009-0003-5673-5006>)

۲- کارشناسی‌ارشد، گروه معماری، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران. (<https://orcid.org/0000-0002-5199-9868>)

۳- کارشناسی‌ارشد، گروه معماری، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران. (<https://orcid.org/0009-0004-1368-0524>)

ناشر: دانشگاه هنر ایران

اطلاعات مقاله	چکیده
دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۱۵ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۱/۰۵ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۳۰ صص: ۳۰-۵۱ واژگان کلیدی: پایداری شهری، حمل‌ونقل سبز، بافت تاریخی، شهر تبریز. 	مقدمه: پایداری بافت‌های تاریخی در شهرهای بزرگ ایران با چالش‌های محیطی، کارکردی و اجتماعی همراه است و حمل‌ونقل سبز می‌تواند نقش مؤثری در ارتقای آن ایفا کند. هدف پژوهش: این پژوهش با هدف شناسایی و سنجش عوامل اثرگذار بر پایداری بافت تاریخی تبریز و تحلیل سهم نسبی هر یک از این عوامل انجام شده است. این پژوهش به‌صورت کمی و با بهره‌گیری از روش مدل‌سازی معادلات ساختاری در نرم‌افزار آموس انجام گردید. داده‌های پژوهش از طریق پرسش‌نامه‌ای تخصصی گردآوری شد که روایی آن با استفاده از روایی محتوا (تأیید خبرگان) و تحلیل عاملی تأییدی و پایایی آن با مقدار آلفای کرونباخ بیش از ۰/۸۰ مناسب ارزیابی شد. روش‌شناسی: جامعه‌ی آماری شامل متخصصان حوزه‌ی حمل‌ونقل، برنامه‌ریزی شهری و مدیریت شهری بود و حجم نمونه با توجه به ماهیت اس.ای.ام. تعداد ۵۰ نفر متخصص تعیین شد. پس از انجام مراحل گردآوری و تحلیل داده‌ها، هدف اصلی پژوهش یعنی شناسایی و سنجش عوامل اثرگذار بر پایداری بافت تاریخی تبریز با تأکید بر حمل‌ونقل سبز مورد بررسی قرار گرفت. یافته‌ها و بحث: براساس نتایج، عامل محیط‌زیست و انرژی با مقدار تأثیر ۰/۶۵ مؤثرترین نقش را در پایداری این بافت دارد. پس از آن، عامل دسترسی‌پذیری با مقدار ۰/۵۹ و سپس کاربری زمین با مقدار ۰/۴۲ قرار می‌گیرند. دو بعد ادغام اجتماعی-اقتصادی و نوآوری نیز به‌ترتیب با مقادیر ۰/۲۹ و ۰/۲۷ در مدل اثرگذار شناخته شدند. نتیجه‌گیری: نتایج یافته‌ها نشان می‌دهد که ارتقای کیفیت محیطی، بهبود سیستم حمل‌ونقل پایدار و ساماندهی کاربری‌ها بیشترین ظرفیت را برای افزایش پایداری بافت تاریخی تبریز فراهم می‌کنند. مدل نهایی ارائه‌شده می‌تواند چارچوب مناسبی برای برنامه‌ریزی و مدیریت پایدار در بافت‌های تاریخی مشابه باشد.
نکات برجسته: - عامل محیط‌زیست و انرژی با مقدار تأثیر ۰/۶۵ مؤثرترین نقش را در پایداری این بافت دارد. - عامل دسترسی‌پذیری با مقدار ۰/۵۹ و سپس کاربری زمین با مقدار ۰/۴۲ قرار می‌گیرند. - دو بعد ادغام اجتماعی-اقتصادی و نوآوری نیز به‌ترتیب با مقادیر ۰/۲۹ و ۰/۲۷ در مدل اثرگذار شناخته شدند.	ارجاع به این مقاله: زربخش، فرزاد، جهازی، اصغر، شیرافکن، کیوان. (۱۴۰۳). نقش طراحی شهری در پایداری بافت تاریخی شهر تبریز با تأکید بر توسعه‌ی حمل و نقل سبز در شهر فشرده. هنر مدیریت سبز، ۲(۴)، ۳۰-۵۱. doi: 10.30480/agm.2026.6267.1056 http://doi.org/10.30480/agm.2026.6267.1056 https://agm.journal.art.ac.ir/article_1519.html OPEN ACCESS این مقاله به صورت دسترسی باز و با مجوز 4.0 Creative Commons CC BY-NC قابل استفاده است. © 2024, UST. All rights reserved.

بافت‌های تاریخی به‌عنوان هسته‌های تصویردهنده به هویت فرهنگی، اجتماعی و فضایی شهرها، در عین ارزش‌های تاریخی و میراثی، با چالش‌های متعددی در زمینه‌ی پایداری شهری مواجه‌اند. تغییر الگوهای توسعه‌ی شهری، گسترش استفاده از خودروهای شخصی، افزایش تراکم ترافیکی و کاهش کیفیت محیطی از جمله عواملی هستند که در دهه‌های اخیر تعادل عملکردی این بافت‌ها را با اختلال روبه‌رو کرده‌اند. در بسیاری از شهرها، ورود حجم بالای ترافیک موتوری به محدوده‌های تاریخی نه تنها موجب افزایش آلودگی هوا و صوتی شده، بلکه ایمنی حرکت عابران پیاده، کیفیت فضاهای عمومی و پیوستگی شبکه‌های حرکتی سنتی را نیز تضعیف کرده است. در نتیجه، بسیاری از بافت‌های تاریخی که زمانی بستر اصلی تعاملات اجتماعی و فعالیت‌های شهری بوده‌اند، به فضاهایی با کاهش سرزندگی و افت کیفیت زیست‌محیطی تبدیل شده‌اند (زینالی عظیم و همکاران، ۱۴۰۳).

در سال‌های اخیر، در ادبیات برنامه‌ریزی شهری و طراحی شهری، مفهوم تحرک پایدار و توسعه حمل‌ونقل سبز به‌عنوان یکی از رویکردهای مؤثر برای ارتقای پایداری محیط‌های شهری مطرح شده است (Drabicki et al., 2025). حمل‌ونقل سبز شامل مجموعه‌ای از راهبردها و سیستم‌های حمل‌ونقل است که با هدف کاهش وابستگی به خودروهای شخصی، کاهش انتشار آلاینده‌ها، تقویت پیاده‌مداری و توسعه سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی پاک تصویر می‌گیرد. بسیاری از پژوهشگران بر این باورند که تحقق پایداری شهری بدون اصلاح الگوهای حمل‌ونقل و کاهش وابستگی به خودرو امکان‌پذیر نیست. در این چارچوب، پیاده‌مداری، دوچرخه‌سواری، حمل‌ونقل عمومی کم‌کربن و طراحی فضاهای شهری سازگار با حرکت انسانی، از مهم‌ترین مؤلفه‌های حمل‌ونقل سبز محسوب می‌شوند (Azizi & Kouddane, 2024). از سوی دیگر، برخی پژوهش‌ها نشان داده‌اند که بافت‌های تاریخی به دلیل ویژگی‌هایی همچون تراکم مناسب، مقیاس انسانی، تنوع کاربری‌ها و شبکه‌ی معابر ارگانیک، ظرفیت بالقوه‌ای برای پذیرش الگوهای تحرک پایدار دارند (Anabtawi, 2023). این ویژگی‌ها می‌توانند زمینه‌ی مناسبی برای تقویت پیاده‌مداری و کاهش وابستگی به خودرو فراهم کنند. با این حال، بخش قابل توجهی از این مطالعات در زمینه‌ی توسعه‌های جدید شهری انجام شده و بررسی نقش حمل‌ونقل سبز در پایداری بافت‌های تاریخی، به‌ویژه در شهرهای درحال توسعه، همچنان محدود باقی مانده است (Fan & Chapman, 2022; Bin Sulaiman, 2023). افزون بر این، بسیاری از پژوهش‌ها بیشتر بر ابعاد کالبدی یا ترافیکی تمرکز داشته و کمتر به بررسی روابط ساختاری میان عوامل محیطی، حمل‌ونقل سبز و پایداری بافت‌های تاریخی پرداخته‌اند (Abdi & Soltani, 2022).

در سال‌های اخیر، فشارهای ناشی از گسترش ترافیک خودرویی، افت کیفیت محیطی و فرسودگی زیرساخت‌ها، ضرورت توجه به الگوهای حمل‌ونقل پایدار را در شهرهای تاریخی دوچندان کرده است. در شهر تبریز، این مسئله به‌ویژه در محدوده‌ی منطقه‌ی ۸ که بخش مهمی از بافت تاریخی را در بر می‌گیرد، نمود بیشتری دارد. این منطقه به‌عنوان هسته کهن شهر و محل استقرار مجموعه‌هایی همچون بازار جهانی تبریز، گذرهای تاریخی و فضاهای ارزشمند شهری، دارای حساسیت کالبدی و عملکردی بالایی است؛ اما در سال‌های اخیر با مواردی مانند تراکم شدید ترافیک، ورود بی‌رویه‌ی خودروها، محدودیت عرض گذرها، فرسودگی زیرساخت‌ها، کمبود فضای عمومی و افت کیفیت محیطی مواجه شده است. شبکه‌ی معابر باریک و ارگانیک که در گذشته پاسخ‌گوی حرکت پیاده و فعالیت‌های محلی بوده، اکنون تحت فشار جریان‌های خودرویی قرار گرفته و این وضعیت موجب کاهش ایمنی، افزایش آلودگی و افت کیفیت تجربه فضایی شده است. با وجود این چالش‌ها، ویژگی‌هایی همچون تنوع کاربری‌ها، تراکم مناسب فعالیت‌ها، مقیاس انسانی فضاها و پیوستگی نسبی شبکه معابر، ظرفیت‌های قابل توجهی برای توسعه‌ی الگوهای حمل‌ونقل سبز در منطقه ایجاد می‌کند. این توان بالقوه می‌تواند زمینه‌ای برای تقویت پیاده‌مداری، گسترش مسیرهای دوچرخه، کاهش وابستگی به خودرو و بهبود دسترسی به حمل‌ونقل عمومی فراهم آورد.

با این حال، مداخلات و طرح‌های اجراشده در سال‌های اخیر عمدتاً بر ساماندهی کالبدی یا مدیریت ترافیک متمرکز بوده و کمتر بر نقش حمل‌ونقل سبز به‌عنوان عاملی برای ارتقای پایداری بافت تاریخی تأکید کرده‌اند. در نتیجه چندان روشن نیست که توسعه‌ی حمل‌ونقل سبز چگونه و تا چه اندازه قادر است ابعاد مختلف پایداری این بافت را تحت تأثیر قرار دهد و کدام عناصر کالبدی، عملکردی و محیطی بیشترین نقش را در این فرآیند ایفا می‌کنند. نبود یک چارچوب تحلیلی و تجربی که بتواند روابط میان حمل‌ونقل سبز و شاخص‌های پایداری را به‌صورت ساختاری و قابل سنجش تبیین کند، موجب شده است که تصمیم‌گیری‌های مدیریتی با عدم قطعیت همراه باشد و بخشی از ظرفیت‌های منطقه برای حرکت به سوی الگوهای تحرک



پایدار بدون استفاده بماند؛ از همین پرسش اصلی پژوهش آن است که توسعه‌ی حمل‌ونقل سبز چه تأثیری بر پایداری بافت تاریخی شهر تبریز، به‌ویژه در محدوده‌ی منطقه‌ی ۸، بر جای می‌گذارد؟

در ادامه پیش از بررسی مبانی نظری، پیشینه‌ی پژوهش بررسی می‌شود. پژوهش‌های مرتبط با حمل‌ونقل سبز و توسعه‌ی شهری پایدار را می‌توان در پنج دسته‌ی اصلی طبقه‌بندی کرد که هر دسته نوعی متفاوت از رویکرد، روش، یافته و خروجی را در اختیار قرار می‌دهد. دسته‌ی نخست شامل پژوهش‌های سیاست‌گذاری، حکمرانی شهری و مدیریت تقاضا است. یافته‌های این گروه نشان می‌دهد که سیاست‌های کلان، کیفیت حاکمیت و چارچوب‌های برنامه‌ریزی نقش بنیادینی در هدایت شهرها به سمت حمل‌ونقل پایدار دارند. برای نمونه، براری و همکاران (۱۳۹۶) با استفاده از رویکرد ای.اس.آی. جای‌پای اکولوژیکی حمل‌ونقل شهری را تحلیل کرده‌اند، و جباری‌زاده‌گان و همکاران (۱۴۰۱) مجموعه‌ای از الزامات زیرساختی و مدیریتی را برای تحقق حمل‌ونقل سبز شناسایی کرده‌اند. در سطح بین‌المللی نیز ارتباط میان کیفیت نهادی، انرژی سبز و نوآوری مورد توجه قرار گرفته است (Kottala et al., 2024; Rehman et al., 2025). خروجی این مطالعات عمدتاً شامل توصیه‌های سیاستی، چارچوب‌های برنامه‌ریزی و راهبردهای مدیریت تقاضای سفر است. با این حال، این دسته معمولاً فاقد تحلیل فضایی و مدل‌سازی تعاملی میان سیاست‌ها، ساختار کالبدی و رفتارهای جابه‌جایی است و بنابراین برای فهم شرایط خاص بافت‌های تاریخی کفایت نمی‌کند. دسته‌ی دوم به زیرساخت‌های سبز، فناوری‌های پاک و نوآوری در سیستم‌های حمل‌ونقل اختصاص دارد. این مطالعات بیش از هر چیز بر نقش فناوری در کاهش آلودگی، بهبود عملکرد شبکه و ارتقای کارایی سیستم‌ها تمرکز دارند. پژوهش‌هایی مانند بیکام^۱ (۲۰۲۲) و وانگ^۲ و همکاران (2024a,b) فناوری‌های نوین کاهش کربن، سیستم‌های هوشمند و شیوه‌های نوآورانه جابه‌جایی را تحلیل کرده‌اند. همچنین هاپریاتو و عظیم^۳ (۲۰۲۵) نشان داده‌اند که زیرساخت سبز بخشی ضروری از تحقق حمل‌ونقل پایدار شهری است. یافته‌های این دسته معمولاً به ارائه‌ی مدل‌های فناوری، راهکارهای تکنیکی و تحلیل کارایی منجر می‌شود. اما محدودیت بنیادی آنها این است که اغلب فناوری را مستقل از زمینه‌ی شهری بررسی می‌کنند؛ به‌ویژه اینکه در بافت‌های تاریخی، محدودیت فضایی، عرض کم معابر و حساسیت کالبدی مانع از استقرار بسیاری از فناوری‌های نوین می‌شود. دسته‌ی سوم شامل پژوهش‌هایی است که دسترسی‌پذیری، شبکه‌ی معابر و الگوهای جابه‌جایی را بررسی می‌کنند. میرالس و پوررمضانی^۴ (۲۰۲۲) چارچوبی برای تحلیل معیارهای دسترسی در حمل‌ونقل پایدار ارائه کرده‌اند. سوتساک^۵ و همکاران (۲۰۲۲) با مدل‌سازی جریان پیاده، تأثیر طراحی شهری بر رفتار حرکتی را نشان داده‌اند. عبدی و سلطانی^۶ (۲۰۲۲) نیز به نقش مقیاس و الگوی کالبدی در طراحی حمل‌ونقل محور پرداخته‌اند. یافته‌ی مشترک این پژوهش‌ها آن است که ساختار فضایی و کیفیت شبکه، یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر موفقیت حمل‌ونقل پایدار است. خروجی‌های این دسته، معمولاً شامل شاخص‌های دسترسی، مدل‌های جریان حرکتی و تحلیل اتصال شبکه است. محدودیت کلیدی آنها این است که عمدتاً شبکه‌های منظم و جدید را بررسی کرده‌اند و مدل‌های پیشنهادی‌شان برای شبکه‌های ارگانیک و باریک بافت تاریخی به‌صورت مستقیم آزموده نشده است. دسته‌ی چهارم، پژوهش‌هایی را دربرمی‌گیرد که بافت‌های تاریخی و میراثی را موضوع تحلیل قرار داده‌اند. علی و الخفجی^۷ (۲۰۲۳) نشان داده‌اند که بافت‌های تاریخی به دلیل حساسیت کالبدی، محدودیت فضایی و ناسازگاری با زیرساخت‌های جدید، نیازمند رویکردهای متفاوت حمل‌ونقلی هستند. گوین و لدینه^۸ (۲۰۲۴) نیز انواع چالش‌های نهادی، اجتماعی و فضایی را در مسیر توسعه حمل‌ونقل سبز در این بافت‌ها شناسایی کرده‌اند. پژوهش‌های زیاری و همقدم (۱۴۰۰) و زینالی عظیم و کرمی (۱۴۰۲) نیز اگرچه در مقیاس شهری انجام شده‌اند، اما بیانگر پیچیدگی رابطه‌ی کالبد، پایداری و زیست‌پذیری‌اند. مجموع این مطالعات نشان می‌دهد که بافت‌های تاریخی از نظر فضایی و عملکردی با دیگر نواحی شهری تفاوت‌های بنیادی دارند و نمی‌توان راه‌حل‌های رایج را بدون انطباق با این زمینه‌ها اجرا کرد. شکاف اصلی این دسته، نبود مدل‌های کمی و ساختاری چندبعدی است که بتواند مؤلفه‌های کالبدی، دسترسی، کاربری زمین، فناوری و محیط‌زیست را هم‌زمان تحلیل کند.

جمع‌بندی این پنج دسته نشان می‌دهد که اگرچه ادبیات موجود هر کدام بخشی از مسئله حمل‌ونقل پایدار را روشن کرده‌اند، اما در مجموع تحلیل‌ها پراکنده‌اند و هیچ پژوهشی نتوانسته است سیاست‌گذاری، فرم کالبدی، دسترسی‌پذیری، فناوری و محدودیت‌های بافت تاریخی را در قالب یک مدل مفهومی یکپارچه و قابل سنجش (مثلاً مدل‌یابی ساختاری) وارد تحلیل کند. نوآوری پژوهش حاضر دقیقاً در پاسخ به همین شکاف تصویر می‌گیرد: ارائه‌ی یک مدل مفهومی چندبعدی، یکپارچه و داده‌محور برای تحلیل تحقق حمل‌ونقل سبز در بافت تاریخی تبریز. نوآوری این پژوهش در ارائه‌ی یک چارچوب تحلیلی

یکپارچه برای بررسی تحقق حمل و نقل سبز در بافت تاریخی شهر است. درحالی که مطالعات پیشین هر یک بخشی از مسئله مانند سیاست گذاری، فرم کالبدی و شهر فشرده، دسترسی پذیری شبکه، یا فناوری های حمل و نقل را به صورت جداگانه بررسی کرده اند، این پژوهش با تلفیق این ابعاد در قالب یک مدل مفهومی و آزمون آن با رویکرد مدل یابی ساختاری، ارتباط و میزان اثرگذاری هم زمان این عوامل را در بافت تاریخی تبریز تحلیل می کند. این رویکرد امکان شناسایی عوامل مؤثرتر و فراهم کردن مبنایی تحلیلی برای تصمیم گیری در زمینه توسعه حمل و نقل سبز در بافت های تاریخی را فراهم می کند.

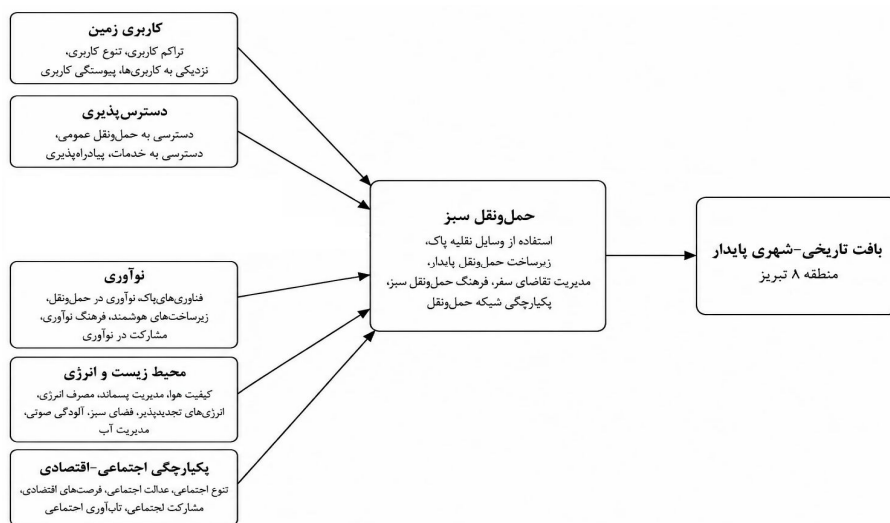
۲- مبانی نظری

پایداری شهری در دهه های اخیر به عنوان چارچوبی نظری و راهبردی برای مواجهه با چالش های پیچیده شهرها مطرح شده است. این مفهوم با عبور از نگاه صرفاً کالبدی یا زیست محیطی، اکنون یک رویکرد جامع محسوب می شود که تلاش دارد میان نیازهای توسعه شهری و حفاظت از منابع نسل های آینده تعادل ایجاد کند. در ادبیات معاصر، پایداری مبتنی بر چندین رکن اصلی است: کیفیت محیط زیست، بهره وری انرژی، عدالت اجتماعی، انسجام اقتصادی، کیفیت فضایی و تاب آوری ساختاری (Sachs et al., 2024; Li et al., 2024). در این میان، بافت های تاریخی جایگاهی ویژه دارند، زیرا آسیب پذیری آن ها در برابر فشارهای ناشی از رشد شهری، ترافیک، آلودگی و فرسودگی بیشتر از سایر بخش های شهر است. ساختار ریزدانه، معابر باریک، فعالیت های سنتی، ارزش های فرهنگی و معماری و محدودیت های زیرساختی، این محدوده ها را در برابر تغییرات سریع شهری و الگوهای مبتنی بر حمل و نقل خودرویی بسیار حساس می کند. از این رو، پایداری در بافت تاریخی، موضوعی صرفاً زیباشناختی یا حفاظتی نیست، بلکه ضرورتی برای بقا و پویایی اجتماعی-اقتصادی این فضاها محسوب می شود. بر اساس پژوهش های اخیر، پایداری بافت تاریخی از سه مسیر عمده تهدید می شود: فشار ترافیک و غلبه حرکت سواره که موجب کاهش ایمنی، افزایش آلودگی هوا و صوت، اختلال در فعالیت های محلی و فرسایش کالبدی می شود؛ دوم، تغییرات کاربری و عملکردی که تعادل سنتی فعالیت ها را دگرگون می کند؛ و سوم، ضعف زیرساخت های محیط زیستی و انرژی که امکان مدیریت پایدار منابع را محدود می کند (Dadashzadeh et al., 2024 & Wang et al., 2024). بنابراین، دستیابی به پایداری در این محدوده ها تنها با حفاظت کالبدی ممکن نیست، بلکه به اصلاح الگوی حرکت، بهبود کیفیت محیطی، تقویت ساختار فعالیت ها، افزایش مشارکت اجتماعی و ارتقای بهره وری منابع نیاز دارد. در این زمینه، نظریه شهر فشرده یکی از چارچوب های بنیادین برای تبیین رابطه میان ساختار بافت تاریخی و پایداری محسوب می شود. شهر فشرده بر تراکم مناسب، تنوع کاربری، مجاورت فعالیت ها، پیوستگی فضایی، قابلیت پیاده مداری و کاهش نیاز به سفرهای طولانی تأکید دارد (زینالی عظیم و همکاران، ۱۴۰۳: ۱۴۰۳). ویژگی های شهر فشرده با ساختار بسیاری از بافت های تاریخی هم خوان است؛ زیرا این بافت ها به طور سنتی با منطق فضاها پیاده محور، تنوع کاربری، تراکم انسانی و شبکه ای متراکم از گذرها تصویر گرفته اند. در نتیجه، عناصر نظری شهر فشرده مانند «تنوع کاربری زمین»، «تراکم»، «پیوستگی عملکردی» و «مجاورت با خدمات» در تحلیل علمی بافت های تاریخی کاربرد دوگانه دارند: از یک سو توضیح می دهند که چگونه این بافت ها به طور طبیعی ظرفیت حرکت پاک را دارند، و از سوی دیگر نشان می دهند که چگونه این ظرفیت به دلیل سلطه حرکت خودرو، پارکینگ سازی، تخریب فضاها پیاده و کاهش نقش فعالیت های محلی تضعیف شده است (Kjærås, 2020 & Bin Sulaiman, 2023). بنابراین، یکی از پیش نیازهای پایداری در بافت تاریخی، بازآفرینی ساختار فشرده و انسان محور آن است.

با وجود این ظرفیت ها، ادبیات پژوهشی به صراحت بیان می کند که مهم ترین عامل تعیین کننده در پایداری بافت تاریخی، الگوی حمل و نقل است. ایجاد تعادل میان حرکت، فضا و فعالیت های شهری، بدون اصلاح ساختار حمل و نقل میسر نیست. در رویکردهای جدید، گذار از الگوی خودرو محور به الگوی پاک و انسان محور، یک اصل بنیادین در سیاست گذاری شهری شناخته می شود. حمل و نقل سبز در این میان به عنوان راهبردی فراگیر مطرح است که تلاش می کند سیستم جابه جایی را با حداقل اثرات منفی و بیشترین کارایی اجتماعی، اقتصادی و محیطی سازمان دهد (Bibri, 2020). این رویکرد ترکیبی از جابه جایی فعال (پیاده روی و دوچرخه سواری)، حمل و نقل عمومی پاک، فناوری های هوشمند، مدیریت داده محور، زیرساخت های سبز و عدالت فضایی است (Hautamäki et al., 2024). ادبیات پژوهشی نشان می دهد که این الگو چندین نتیجه اساسی دارد: کاهش نیاز به خودرو، کاهش آلودگی هوا و صوت، ارتقای امنیت حرکتی، افزایش تعاملات اجتماعی، تقویت رونق اقتصادی خرد و افزایش کیفیت تجربه شهروندی در فضاها عمومی. برای بافت های تاریخی، حمل و نقل سبز نه فقط یک روش جابه جایی بلکه رویکردی برای حفاظت و بازآفرینی است. استفاده از حمل و نقل پاک، علاوه بر کاهش اثرات تخریبی ترافیک،



امکان احیای فضاهای عمومی، افزایش جذابیت گردشگری، تقویت اقتصاد محلی و بهبود کیفیت زندگی ساکنان را فراهم می‌کند. همچنین، فناوری‌های هوشمند مانند مدیریت دیجیتال ترافیک، ارائه‌ی خدمات داده‌محور، سیستم‌های مشارکتی و زیرساخت‌های هوشمند، قابلیت بهبود کارآمد اتصال عملکردی بافت تاریخی را بدون ایجاد دخل و تصرف کالبدی گسترده فراهم می‌آورند (Bikam, 2022). از منظر محیط‌زیستی، حمل‌ونقل سبز پنج نقش اصلی دارد: کاهش مصرف انرژی، تقویت مدیریت منابع، کاهش آلودگی، تقویت حضور فضاهای سبز و آبی و افزایش تاب‌آوری در برابر تغییرات اقلیمی (Wang et al., 2024). در کنار این ابعاد، ادغام اجتماعی-اقتصادی یکی از عناصر ضروری برای موفقیت حمل‌ونقل سبز در بافت تاریخی است. مشارکت اجتماعی، پذیرش فناوری، اعتماد عمومی، اشتغال و سرمایه‌گذاری پایدار، در کنار افزایش دسترسی عادلانه به خدمات، شرایطی را فراهم می‌کند که تحولات حمل‌ونقل نه تنها بافت را دچار اختلال نکند، بلکه موجب افزایش انسجام اجتماعی و پایداری اقتصادی آن شود (Dadashzadeh et al., 2024). به همین دلیل، موفقیت مداخلات حمل‌ونقل سبز در بافت تاریخی نیازمند حمایت اجتماعی، مشارکت ذی‌نفعان و سیاست‌گذاری مبتنی بر عدالت فضایی است. برآیند این ادبیات نشان می‌دهد که پایداری بافت تاریخی حاصل تعامل سه لایه‌ی نظری است: نخست، پایداری شهری که ابعاد کالبدی، محیطی، انرژی‌محور و اجتماعی را تعریف می‌کند و چارچوبی برای تحلیل ساختار کلی شهر ارائه می‌دهد. دوم، حمل‌ونقل سبز که از طریق ایمنی، دسترسی‌پذیری، فناوری، نوآوری و عدالت فضایی، ظرفیت پایداری را فعال می‌سازد. این دو ساحت، شبکه‌ای از روابط را تصویر می‌دهند که در مجموع تعیین می‌کنند جابه‌جایی شهری چگونه می‌تواند بر کیفیت زندگی، حفاظت محیطی و عملکرد اقتصادی بافت تاریخی اثرگذار باشد. بر این اساس، چارچوب نظری تحقیق حاضر بر این ایده استوار است که پایداری بافت تاریخی نه از مسیر کالبدی صرف، بلکه از طریق بازآرایی نظام جابه‌جایی، ارتقای دسترسی، تقویت ساختار فعالیت‌ها، نوسازی محیطی، مدیریت هوشمند و ادغام اجتماعی-اقتصادی حاصل می‌شود.



تصویر ۱- مدل مفهومی پژوهش

مدل مفهومی پژوهش، مجموعه ابعاد نظری شامل کاربری زمین، دسترسی‌پذیری، نوآوری شهری، محیط‌زیست و انرژی و ادغام اجتماعی-اقتصادی را در ارتباط با یکدیگر قرار می‌دهد تا سازوکارهای مؤثر بر حمل‌ونقل سبز و پایداری بافت تاریخی را تبیین کند. این مدل بر ادبیات معتبر بین‌المللی (Bikam 2022; Pourramazani et al., 2022; Bin Sulaiman, 2023; Marzolla et al., 2024; Wang et al., 2024 & Dadashzadeh et al., 2024) استوار است و تلاش می‌کند چارچوبی ساختاری و قابل‌سنجش برای تحلیل رابطه‌ی میان حمل‌ونقل سبز و پایداری در محدوده‌ی مورد مطالعه ارائه دهد.

۳- روش پژوهش

روش پژوهش حاضر، از نوع کاربردی و با رویکرد توصیفی-تحلیلی است و با هدف تبیین روابط علی میان عوامل مؤثر بر حمل‌ونقل سبز و تأثیر آن بر پایداری بافت تاریخی تبریز، از مدل‌سازی معادلات ساختاری (اس.ای.ام) استفاده شده است.

انتخاب این روش به دلیل ماهیت چندبعدی مدل پژوهش، وجود سازه‌های نهفته و ضرورت بررسی هم‌زمان روابط مستقیم و غیرمستقیم میان متغیرها صورت گرفت. جامعه‌ی آماری پژوهش شامل متخصصان و صاحب‌نظران حوزه‌های برنامه‌ریزی شهری، حمل‌ونقل، محیط‌زیست، اقتصاد شهری و مدیریت بافت تاریخی تبریز است. نمونه‌گیری به‌صورت هدفمند و با بهره‌گیری از روش گلوله‌برفی انجام شد. با توجه به اینکه مدل پژوهش شامل ۵ متغیر (پنهان) ۲۳ شاخص مشاهده‌پذیر است، حجم نمونه بر اساس قاعده‌ی رایج در مدل‌سازی معادلات ساختاری، یعنی حداقل پنج تا ده مشاهده به‌ازای هر شاخص، تعیین شد؛ بنابراین حجم نمونه‌ی مناسب بین ۱۱۵ تا ۲۳۰ نفر برآورد و در نهایت ۱۵۰ پرسشنامه معتبر برای تحلیل نهایی مورد استفاده قرار گرفت.

جدول ۱- عوامل، شاخص‌ها و زیرشاخص‌های توسعه حمل‌ونقل سبز

کد عامل	متغیر	کد شاخص	شاخص‌ها	منابع
F1	کاربری زمین	X1	تنوع کاربری زمین	Marzolla et al., 2024
		X2	تراکم	
		X3	پیوستگی عملکردی	
F2	دسترسی‌پذیری	X4	ایمنی ترافیکی	Pourramazani et al., 2022
		X5	حمل‌ونقل سستی	
		X6	حمل‌ونقل هوشمند	
		X7	مجاورت عملکردی و نزدیکی به خدمات	
F3	نوآوری	X12	نوآوری عملکردی شهری	Bikam, 2022
		X13	خدمات فناوریانه	
		X14	زیرساخت‌های هوشمند	
		X15	داده‌محوری شهری	
		X16	نوآوری در حکمرانی شهری	
F4	محیط زیست و انرژی	X17	بهره‌وری انرژی	Wang et al., 2024
		X18	بازیافت منابع	
		X19	تنوع زیستی	
		X20	فضاهای سبز و آبی	
		X21	آلودگی هوا و صوت	
		X22	مصرف منابع طبیعی	
		X23	خدمات زیربنایی محیط‌زیستی	
F5	ادغام اجتماعی-اقتصادی	X24	مشارکت اجتماعی	Dadashzadeh et al., 2024
		X25	اشتغال و سرمایه‌گذاری	
		X26	پذیرش الکترونیکی	
		X27	دسترسی به خدمات عمومی و رفاهی	

ابزار گردآوری داده‌ها پرسشنامه محقق‌ساخته‌ای بود که بر پایه‌ی مرور منابع نظری و تجربی و با بهره‌گیری از مطالعات پیشین تدوین شد. این پرسشنامه شامل مجموعه‌ای از شاخص‌ها در قالب طیف پنج‌درجه‌ای لیکرت بود و برای سنجش سازه‌های اصلی پژوهش به‌کار رفت. به‌منظور بررسی روایی ابزار، ابتدا روایی محتوایی پرسشنامه از طریق نظر خبرگان و متخصصان مرتبط ارزیابی و اصلاحات لازم در گویه‌ها اعمال شد. سپس برای سنجش روایی سازه، از تحلیل عاملی تأییدی استفاده شد. نتایج نشان داد که بارهای عاملی شاخص‌ها در سطح قابل قبول قرار دارند و مقادیر میانگین واریانس استخراج‌شده (ای.وی.ای.) و پایایی ترکیبی نیز برای سازه‌ها از حدود پذیرفته‌شده بیشتر است؛ بنابراین روایی هم‌گرا و واگرایی ابزار تأیید شد. همچنین برای ارزیابی پایایی، از ضریب آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی استفاده شد که نتایج آن حاکی از ثبات درونی مناسب گویه‌ها و قابل اعتماد بودن ابزار اندازه‌گیری بود. در مرحله‌ی تحلیل داده‌ها، ابتدا مدل اندازه‌گیری با استفاده از تحلیل عاملی تأییدی در نرم‌افزار آموس آزمون شد و پس از تأیید شاخص‌های برازش، مدل ساختاری مورد بررسی قرار گرفت. شاخص‌های برازش از جمله آرم.اس.ای.ای، دی.اف.آی، تی.آل.آی، و نسبت کای‌دو به درجه‌ی آزادی، مناسب بودن مدل را تأیید کردند. در ادامه، روابط میان سازه‌های مستقل، حمل‌ونقل سبز و پایداری بافت تاریخی تبریز در قالب مدل ساختاری آزمون شد و



ضرایب مسیر برای تبیین شدت و جهت اثرگذاری متغیرها مورد تحلیل قرار گرفت. به این ترتیب، روش مدل سازی معادلات ساختاری امکان بررسی منسجم و هم زمان ساختار مفهومی پژوهش و آزمون تجربی روابط میان متغیرها را فراهم ساخت. روایی محتوایی پرسشنامه مطابق رویکردهای رایج در مطالعات شهری و رفتاری مبتنی بر نظر خبرگان انجام شد. طبق دستورالعمل (Lawshe, 1975 & Lynn, 1986)، تعداد ۵ تا ۱۰ خبره برای سنجش روایی محتوایی در مطالعاتی که شاخص‌ها تخصصی و جامعه‌ی خبرگان محدود است، کفایت دارد. در این پژوهش نیز به منظور همگنی و تخصص محور بودن نظرها، از ۱۰ متخصص استفاده شد که از نظر روش‌شناسی کاملاً معتبر و مطابق استانداردهای میانگین واریانس و شاخص روایی سازه است. پایایی ابزار نیز با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ مورد سنجش قرار گرفت که این مقدار باید بالاتر از ۰/۷ باشد تا نشان‌دهنده‌ی انسجام و قابلیت اعتماد که مقادیر به دست آمده باشد. اگر این مقدار کمتر از ۰/۷ باشد به معنای پایین بودن سطح اقبالیت اعتماد متغیرهای تحقیق می باشد (Nunnally & Bernstein, 1994, 252). پایایی آلفای کرونباخ در این پژوهش برای تمامی عوامل اصلی فراتر از ۰/۷ بوده و مقدار کل آلفا برابر با ۰/۸۲۸ محاسبه شد که نشان‌دهنده‌ی انسجام درونی و قابلیت اعتماد بالای ابزار است.

جدول ۲- تحلیل پایایی بر اساس ضریب آلفای کرونباخ

ردیف	عامل	مقدار آلفای کرونباخ
۱	کاربری زمین	۰/۷۲۶
۲	دسترسی پذیری	۰/۷۳۴
۳	نوآوری	۰/۸۰۳
۴	محیط زیست و انرژی	۰/۷۷۶
۵	ادغام اجتماعی و اقتصادی	۰/۸۴۶
مقدار کل پایایی مدل		۰/۸۲۸

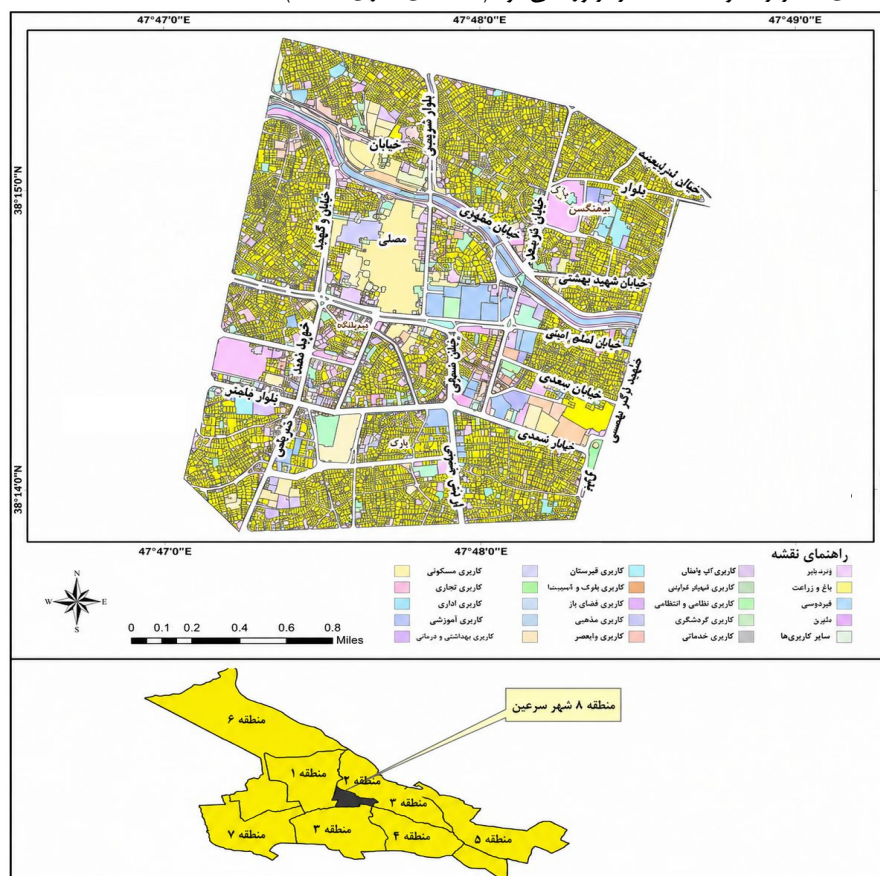
جدول ۳- ویژگی‌های متخصصان مشارکت کننده در ارزیابی شاخص‌ها

ردیف	حوزه‌ی تخصصی	مدرک تحصیلی	سابقه‌ی تخصصی	زمینه‌ی همکاری
۱	شهرسازی	دکتری	۱۵ سال	ارزیابی شاخص‌های مفهومی
۲	برنامه‌ریزی شهری	دکتری	۱۲ سال	بررسی روایی محتوایی
۳	حمل و نقل شهری	دکتری	۱۰ سال	ارزیابی شاخص‌های حمل و نقل سبز
۴	محیط‌زیست شهری	دکتری	۱۱ سال	بررسی شاخص‌های زیست محیطی
۵	مدیریت شهری	دکتری	۱۴ سال	ارزیابی کاربرپذیری شاخص‌ها
۶	حمل و نقل و ترافیک	دکتری	۹ سال	بازبینی شاخص‌ها
۷	طراحی و برنامه‌ریزی شهری	دکتری	۱۳ سال	ارزیابی تناسب شاخص‌ها
۸	برنامه‌ریزی حمل و نقل	دکتری	۸ سال	بررسی نهایی شاخص‌ها
۹	محیط‌زیست و توسعه پایدار	دکتری	۱۰ سال	تأیید محتوایی شاخص‌ها
۱۰	مدیریت و برنامه‌ریزی شهری	دکتری	۱۲ سال	جمع‌بندی و تأیید نهایی

متخصصان مشارکت کننده در ارزیابی محتوایی شاخص‌ها شامل گروهی ده نفره، از صاحب‌نظران حوزه‌های شهرسازی، برنامه‌ریزی شهری، حمل و نقل، محیط‌زیست و مدیریت شهری بودند که همگی دارای تحصیلات تکمیلی و تجربه‌ی علمی-اجرایی قابل توجه در زمینه‌ی پژوهش حاضر بودند. ترکیب تخصصی این گروه به گونه‌ای انتخاب شد که تمامی ابعاد مفهومی مدل، از سازه‌های کالبدی و کاربری زمین تا دسترسی‌پذیری، محیط‌زیست، نوآوری و جنبه‌های مدیریتی را پوشش دهد. سابقه‌ی فعالیت این متخصصان بین ۸ تا ۱۵ سال متغیر بود و حضور متخصصان با تجربه‌ی طولانی‌تر در کنار پژوهشگران جوان‌تر، تنوع دیدگاه و جامعیت ارزیابی را تقویت کرد. این افراد در فرآیند بازبینی، شاخص‌ها را از نظر ضرورت، شفافیت و تناسب با ویژگی‌های بافت تاریخی بررسی کرده و پیشنهادهای اصلاحی خود را ارائه دادند. نتیجه‌ی این ارزیابی، پالایش شاخص‌ها و تثبیت مجموعه‌ی نهایی سازه‌ها بود که مبنای تدوین ابزار پژوهش قرار گرفت.

۳-۱- محدوده‌ی مورد مطالعه

محدوده‌ی مورد مطالعه، بافت تاریخی شهر تبریز در منطقه‌ی ۸ شهری است. تبریز در سال ۱۳۹۵ بر اساس سالنامه‌ی آماری با جمعیتی بالغ بر ۱۵۹۳۳۷۳ نفر، از بزرگ‌ترین شهرهای شمال غرب ایران به‌شمار می‌رود و در مختصات جغرافیایی ۴۶ درجه و ۲۵ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۲ دقیقه عرض شمالی، در ارتفاع حدود ۱۴۰۰ متر از سطح دریا واقع شده است. بافت طبیعی تبریز متأثر از قرارگیری در مجاورت کوه‌های سه‌پند و عینالی، و عبور رودخانه‌های آجی‌چای و مهران‌رود از پیرامون و مرکز آن است منطقه‌ی ۸ تبریز که شامل هسته‌ی تاریخی شهر می‌شود، با مساحتی حدود ۲۶۰ هکتار کوچک‌ترین منطقه در میان مناطق ده‌گانه شهر به‌شمار می‌رود و تنها ۲ درصد از مساحت کل شهر را تشکیل می‌دهد. این منطقه، محلاتی با سابقه‌ی تاریخی از جمله بازار، شهناز، مقصودیه، دانشسرا، منصور، قره‌باغی-بالاحام و تپلی‌باغ-دمشقیه را در بر می‌گیرد. پایش وضعیت محیطی، کالبدی و عملکردی محدوده نشان می‌دهد که منطقه‌ی مورد مطالعه از چندین ظرفیت مهم برای توسعه‌ی حمل‌ونقل سبز برخوردار است. وجود شبکه‌ی معابر باریک اما پیوسته، امکان ارتقای مسیرهای پیاده‌محور را فراهم می‌کند. همچنین، تراکم فعالیت‌های خدماتی و تجاری در فواصل کوتاه باعث می‌شود، بخش عمده‌ای از سفرهای درون‌محله‌ای قابلیت تبدیل به سفرهای پیاده یا دوچرخه‌سواری را داشته باشد. از سوی دیگر، نزدیکی مراکز جمعیتی به ایستگاه‌های حمل‌ونقل همگانی (اتوبوس و تاکسی) زمینه‌ی کاهش استفاده از خودروهای شخصی را تقویت می‌کند. ظرفیت ایجاد مسیرهای دوچرخه‌سواری ایمن در محوره‌های کم‌ازدحام و نیز امکان استقرار سرویس‌های اشتراک‌دوچرخه از دیگر پتانسیل‌های قابل اتکا در این محدوده است. میزان سایه‌اندازی ساختمان‌ها، وجود فضاهای نیمه‌عمومی و مسیرهای کم‌شیب، شرایط مناسبی برای گسترش سفرهای غیرموتوری ایجاد کرده است. افزون بر این، تقاضای روزافزون برای خدمات حمل‌ونقل پاک و هوشمند در میان جوانان و کسب‌وکارهای محلی نشان می‌دهد که پذیرش اجتماعی طرح‌های حمل‌ونقل سبز در این بافت مطلوب و در حال تقویت است. جمعیت منطقه‌ی ۸ تبریز حدود ۲۹۳۸۴ نفر برآورد می‌شود (سالنامه‌ی آماری، ۱۳۹۵).



تصویر ۲- نقشه‌ی بافت تاریخی تبریز سال ، مهندسین مشاور نقش محیط، ۱۴۰۰

۴- تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

در این بخش، به منظور ارائه تصویری کلی از وضعیت متغیرهای پژوهش، آمار توصیفی عوامل و شاخص‌های اصلی مورد بررسی قرار گرفت. شاخص‌های توصیفی شامل میانگین، انحراف معیار و سایر شاخص‌های آماری، اطلاعات اولیه‌ی مناسبی درباره‌ی توزیع داده‌ها و وضعیت متغیرهای پژوهش فراهم می‌کنند.

جدول ۴- آمار توصیفی عوامل و شاخص‌های اصلی پژوهش

عامل اصلی	شاخص	میانگین	انحراف معیار
کاربری زمین	تنوع کاربری زمین	۳۰۹۰	۰۰۷۶
	تراکم	۴۰۱۸	۰۰۶۹
	پیوستگی عملکردی	۳۰۶۴	۰۰۷۵
دسترسی پذیری	ایمنی ترافیکی	۴۰۰۹	۰۰۵۸
	حمل و نقل سنتی	۴۰۴۲	۰۰۸۱
	حمل و نقل هوشمند	۳۰۵۴	۰۰۵۵
نوآوری	مجاورت عملکردی و نزدیکی به خدمات	۳۰۸۹	۰۰۸۴
	نوآوری عملکردی شهری	۴۰۱۱	۰۰۸۳
	خدمات فناورانه	۳۰۹۷	۰۰۷۹
	زیرساخت‌های هوشمند	۳۰۸۳	۰۰۶۷
	داده‌محوری شهری	۴۰۳۵	۰۰۸۰
	نوآوری در حکمرانی شهری	۳۰۵۹	۰۰۵۱
محیط زیست و انرژی	بهره‌وری انرژی	۳۰۷۶	۰۰۸۵
	بازیافت منابع	۴۰۰۴	۰۰۵۹
	تنوع زیستی	۴۰۰۱	۰۰۸۰
	فضاهای سبز و آبی	۳۰۸۲	۰۰۷۴
	آلودگی هوا و صوت	۴۰۳۲	۰۰۸۰
	مصرف منابع طبیعی	۳۰۹۸	۰۰۶۲
	خدمات زیربنایی محیط زیستی	۴۰۲۵	۰۰۸۳
ادغام اجتماعی-اقتصادی	مشارکت اجتماعی	۳۰۷۲	۰۰۵۵
	اشتغال و سرمایه‌گذاری	۴۰۱۲	۰۰۶۸
	پذیرش الکترونیکی	۳۰۸۵	۰۰۵۹
	دسترسی به خدمات عمومی و رفاهی	۴۰۴۴	۰۰۷۸

در مجموع نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد میانگین شاخص‌های مدل در دامنه‌ی ۳/۵۴ تا ۴/۴۴ قرار دارد که بیانگر ارزیابی نسبتاً مطلوب مؤلفه‌های اثرگذار بر پایداری و حمل و نقل سبز در یافت تاریخی تبریز است. بیشترین مقدار مربوط به دسترسی به خدمات عمومی و رفاهی است که نقش برجسته‌ی ادغام اجتماعی-اقتصادی و اهمیت بهبود کیفیت خدمات شهری را منعکس می‌کند. حمل و نقل سنتی و شاخص‌های محیط زیستی مانند آلودگی هوا و صوت نیز میانگین‌های بالایی دارند و وضعیت حساس محیطی و شبکه‌ی حرکتی محدوده‌ی تاریخی را نشان می‌دهند. در مقابل، مقادیر پایین‌تر حمل و نقل هوشمند و نوآوری در حکمرانی شهری بیانگر ضعف زیرساخت‌های فناورانه و لزوم تقویت ظرفیت‌های مدیریتی و دیجیتال است. همچنین دامنه‌ی انحراف معیار از ۰/۵۱ تا ۰/۸۵ نشان‌دهنده‌ی همگرایی قابل قبول دیدگاه پاسخ‌دهندگان است. این الگو حاکی از آن است که شاخص‌های خدماتی و محیط زیستی وضعیت تثبیت‌شده‌تری دارند، درحالی‌که ابعاد نوآورانه نیازمند توجه و سرمایه‌گذاری بیشتری هستند.

جدول ۵- نتایج آزمون نرمال بودن (کی-اس) برای شاخص‌های نهایی پژوهش

ردیف	نام شاخص	مقدار K-S	سطح معنی‌داری	وضعیت توزیع
۱	تنوع کاربری زمین	۰۰۱۱۳	۰۰۱۳۱	نرمال است
۲	تراکم	۰۰۱۵۸	۰۰۲۳۶	نرمال است



۳	پیوستگی عملکردی	۰۰۰۵۰	۰۰۸۰۳	نرمال است
۴	ایمنی ترافیکی	۰۰۰۹۵	۰۰۱۷۹	نرمال است
۵	حمل و نقل سستی	۰۰۰۷۲	۰۰۴۳۷	نرمال است
۶	حمل و نقل هوشمند	۰۰۱۰۷	۰۰۴۵۰	نرمال است
۷	مجاورت عملکردی و خدمات	۰۰۱۱۲	۰۰۶۳۲	نرمال است
۸	نوآوری عملکردی شهری	۰۰۱۳۸	۰۰۷۰۷	نرمال است
۹	خدمات فناورانه	۰۰۱۱۹	۰۰۶۳۹	نرمال است
۱۰	زیرساخت‌های هوشمند	۰۰۰۹۲	۰۰۷۶۴	نرمال است
۱۱	داده‌محوری شهری	۰۰۰۷۹	۰۰۸۲۶	نرمال است
۱۲	نوآوری حکمرانی شهری	۰۰۱۷۱	۰۰۶۰۳	نرمال است
۱۳	بهره‌وری انرژی	۰۰۱۵۶	۰۰۷۰۵	نرمال است
۱۴	باز یافت منابع	۰۰۱۲۳	۰۰۵۸۹	نرمال است
۱۵	تنوع زیستی	۰۰۰۷۵	۰۰۶۳۷	نرمال است
۱۶	فضاهای سبز و آبی	۰۰۱۰۱	۰۰۷۲۱	نرمال است
۱۷	آلودگی هوا و صوت	۰۰۱۳۴	۰۰۷۳۱	نرمال است
۱۸	مصرف منابع طبیعی	۰۰۱۱۲	۰۰۷۴۵	نرمال است
۱۹	خدمات زیربنایی محیط‌زیستی	۰۰۰۶۸	۰۰۸۵۳	نرمال است
۲۰	مشارکت اجتماعی	۰۰۰۹۸	۰۰۷۰۸	نرمال است
۲۱	اشتغال و سرمایه‌گذاری	۰۰۰۸۴	۰۰۶۷۳	نرمال است
۲۲	پذیرش الکترونیکی	۰۰۱۰۵	۰۰۵۶۱	نرمال است
۲۳	دسترسی به خدمات عمومی و رفاهی	۰۰۰۸۹	۰۰۷۹۱	نرمال است

نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد که سطح معنی‌داری آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای هر ۲۳ شاخص نهایی پژوهش بیشتر از ۰۰۰۵ است؛ بنابراین فرض نرمال بودن توزیع داده‌ها در تمامی متغیرها تأیید می‌شود. این یافته بیانگر آن است که توزیع پاسخ‌ها در شاخص‌های کاربری زمین، دسترسی‌پذیری، نوآوری، محیط‌زیست و انرژی و ادغام اجتماعی-اقتصادی از الگوی نرمال تبعیت دارد و داده‌ها برای تحلیل‌های پارامتریک مناسب هستند. در میان شاخص‌ها، کمترین مقدار کی-اس مربوط به پیوستگی عملکردی با مقدار ۰۰۰۵۰ و بیشترین مقدار مربوط به نوآوری حکمرانی شهری با مقدار ۰۰۱۷۱ است که با وجود این تفاوت، همه‌ی شاخص‌ها همچنان در دامنه‌ی قابل قبول نرمال بودن قرار دارند. این وضعیت نشان‌دهنده‌ی پراکندگی متعادل داده‌ها و همگرایی نسبی دیدگاه پاسخ‌دهندگان است. بر این اساس، پیش‌فرض آماری لازم برای اجرای روش‌هایی مانند تحلیل عاملی تأییدی و مدل‌سازی معادلات ساختاری فراهم بوده و می‌توان با اطمینان بیشتری روابط میان سازه‌های اصلی پژوهش را بررسی و تفسیر کرد.

۴-۱- تحلیل عاملی اکتشافی

به‌منظور بررسی کفایت داده‌ها و امکان اجرای تحلیل عاملی اکتشافی، شاخص کفایت نمونه‌گیری و آزمون کرویت بارتلت مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج این آزمون‌ها نشان می‌دهد که ماتریس همبستگی متغیرها برای استخراج عوامل پنهان از مناسب بودن لازم برخوردار است.

جدول ۶- شاخص کفایت نمونه‌گیری و آزمون بارتلت

شاخص	مقدار	درجات آزادی	سطح معناداری
کفایت نمونه‌گیری	۰/۸۶۷	-	-
آزمون بارتلت (خی‌دو)	۲۴۳۱/۵	۳۵۱	۰/۰۰۰

تحلیل شاخص کفایت نمونه‌گیری و آزمون بارتلت نشان می‌دهد که داده‌های این پژوهش از کفایت آماری مطلوبی برای اجرای تحلیل عاملی اکتشافی برخوردارند. مقدار شاخص کفایت نمونه‌گیری برابر با ۰۰۸۶۷ است که طبق معیارهای و هیئر^۹ و همکاران (۲۰۲۲) در بازه‌ی «بسیار خوب» قرار می‌گیرد و بیانگر آن است که الگوی همبستگی بین متغیرها برای شناسایی



ساخترهای پنهان مناسب است. همچنین آزمون کرویت بارنت با مقدار کای دو برابر با ۲۴۳۱۰۵ و سطح معنی داری ۰۰۰۰۰ نشان می دهد که فرض صفر مبنی بر برابری ماتریس همبستگی با ماتریس همانی رد می شود؛ به این معنا که بین متغیرهای پژوهش همبستگی معنی داری وجود دارد و داده ها برای استخراج عوامل و کاهش ابعاد قابل استفاده هستند.

جدول ۷- بارهای عاملی تحلیل عاملی اکتشافی پس از حذف شاخص های طراحی شهری

ردیف	عامل مربوطه	شاخص	کد	بار عاملی	وضعیت نهایی
۱	کاربری زمین	تنوع کاربری زمین	X1	۰,۷۳	حفظ شد
۲	کاربری زمین	تراکم	X2	۰,۷۶	حفظ شد
۳	کاربری زمین	پیوستگی عملکردی	X3	۰,۷۱	حفظ شد
۴	دسترسی پذیری	ایمنی ترافیکی	X4	۰,۳۲	حذف شد
۵	دسترسی پذیری	حمل و نقل سنتی	X5	۰,۷۰	حفظ شد
۶	دسترسی پذیری	حمل و نقل هوشمند	X6	۰,۶۸	حفظ شد
۷	نوآوری	مجاورت عملکردی و خدمات	X7	۰,۷۲	حفظ شد
۸	نوآوری	نوآوری عملکردی	X8	۰,۷۶	حفظ شد
۹	نوآوری	خدمات فناورانه	X9	۰,۷۱	حفظ شد
۱۰	نوآوری	زیرساخت های هوشمند	X10	۰,۶۹	حفظ شد
۱۱	نوآوری	داده محوری شهری	X11	۰,۷۵	حفظ شد
۱۲	نوآوری	نوآوری حکمرانی	X12	۰,۷۳	حفظ شد
۱۳	محیط زیست و انرژی	بهره وری انرژی	X13	۰,۷۴	حفظ شد
۱۴	محیط زیست و انرژی	باز یافت منابع	X14	۰,۷۰	حفظ شد
۱۵	محیط زیست و انرژی	تنوع زیستی	X15	۰,۷۲	حفظ شد
۱۶	محیط زیست و انرژی	فضاهای سبز و آبی	X16	۰,۷۳	حفظ شد
۱۷	محیط زیست و انرژی	آلودگی هوا و صوت	X17	۰,۷۶	حفظ شد
۱۸	محیط زیست و انرژی	مصرف منابع طبیعی	X18	۰,۷۱	حفظ شد
۱۹	محیط زیست و انرژی	خدمات زیربنایی محیط زیستی	X19	۰,۷۵	حفظ شد
۲۰	ادغام اجتماعی-اقتصادی	مشارکت اجتماعی	X20	۰,۸۵	حفظ شد
۲۱	ادغام اجتماعی-اقتصادی	اشتغال و سرمایه گذاری	X21	۰,۸۱	حفظ شد
۲۲	ادغام اجتماعی-اقتصادی	پذیرش الکترونیکی	X22	۰,۳۵	حذف شد
۲۳	ادغام اجتماعی-اقتصادی	خدمات عمومی و رفاهی	X23	۰,۸۳	حفظ شد

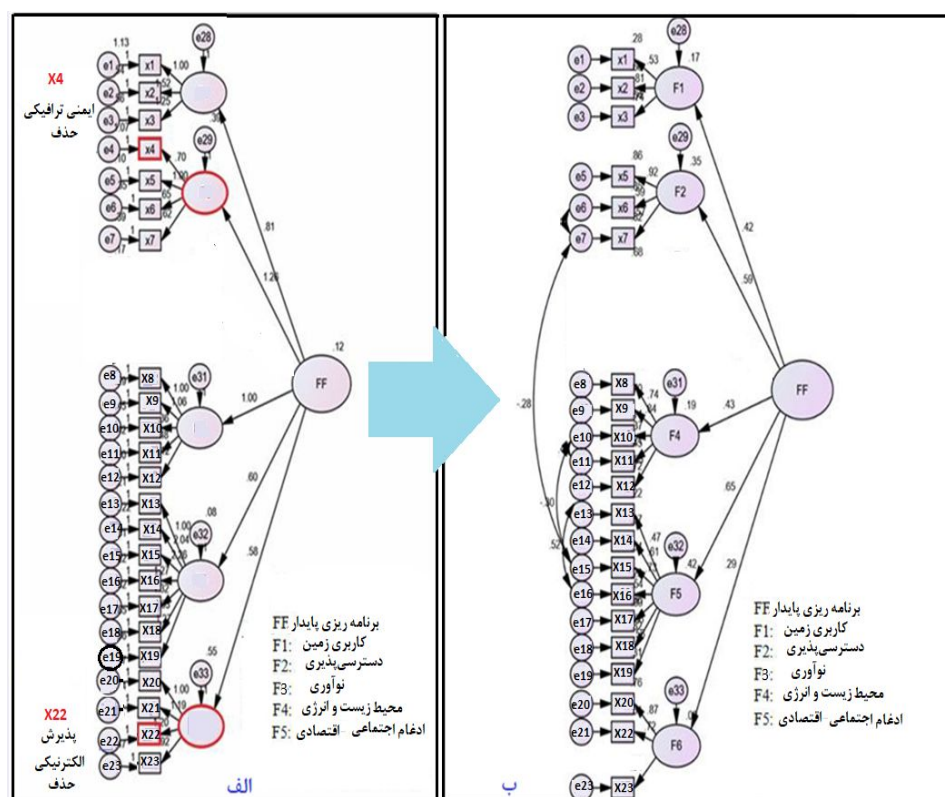
تحلیل عاملی اکتشافی بر اساس آستانه بار عاملی ۰,۴ انجام شد. از میان ۲۳ شاخص باقی مانده، دو شاخص «ایمنی ترافیکی» و «پذیرش الکترونیکی» به ترتیب با بارهای ۰,۳۲ و ۰,۳۵ کمتر از حد معیار بوده و حذف شدند. سایر شاخص ها بارهای عاملی بین ۰,۶۸ تا ۰,۸۵ داشته و به طور معنادار بر عوامل مربوطه بارگذاری شدند. بالاترین بار مربوط به «مشارکت اجتماعی» با مقدار ۰,۸۵ و پایین ترین بار مؤثر مربوط به «حمل و نقل هوشمند» با مقدار ۰,۶۸ است. این الگو نشان می دهد ساختار عوامل چهارگانه (کاربری زمین، دسترسی پذیری، نوآوری، محیط زیست و انرژی، و ادغام اجتماعی-اقتصادی) از انسجام مفهومی و کفایت آماری لازم برخوردار بوده و حذف شاخص های ضعیف موجب تقویت ثبات مدل شده است.

جدول ۸- تحلیل برازش مدل پیش از اصلاح و پس از اصلاح به همراه تأیید نهایی

ردیف	نام شاخص	مقدار استاندارد	معیار	پیش از اصلاح	پس از اصلاح	تأیید نهایی
۱	کای دو	هر چه کمتر باشد، بهتر است.		۶۹۰/۴۳۱	۳۸۵/۱۲۴	بله
۲	نسبت کای دو به درجات آزادی	کمتر از ۵		۲/۱۶۴	۱/۴۵۳	بله
۳	شاخص برازش	$< ۰/۹$		۰/۷۶۳	۰/۹۰۳	بله

۴	شاخص برازش تعدیل شده	$0/9 <$	$0/687$	$0/901$	بله
۵	شاخص تاکر-لوییس	$0/9 <$	$0/734$	$0/905$	بله
۶	شاخص برازش نرمال شده	$0/9 <$	$0/634$	$0/911$	بله
۷	شاخص برازش تطبیقی	$0/9 <$	$0/758$	$0/908$	بله
۸	خطای تقریبی میانگین مربعات	$0/05 >$	$0/089$	$0/041$	بله

نتایج شاخص‌های برازش مدل نشان می‌دهد که مدل اصلاح شده نسبت به مدل اولیه از برازش بهتری با داده‌ها برخوردار است. مقدار کای دو از 690.431 در مدل اولیه به 385.124 در مدل نهایی کاهش یافته که بیانگر بهبود قابل توجه برازش مدل است. همچنین نسبت کای دو به درجات آزادی از 2.164 به 1.453 رسیده که کمتر از حد آستانه ۵ بوده و نشان‌دهنده کفایت مدل است. شاخص برازش تطبیقی GFI نیز از 0.763 به 0.903 افزایش یافته و به محدوده‌ی قابل قبول رسیده است. شاخص AGFI از 0.687 به 0.901 ارتقاء یافته و بیانگر بهبود برازش تعدیل شده مدل است. سایر شاخص‌های برازش افزایشی نیز روند مشابهی را نشان می‌دهند؛ به‌طوری که مقدار TLI از 0.734 به 0.905 ، NFI از 0.634 به 0.911 و CFI از 0.758 به 0.908 افزایش یافته‌اند که همگی در محدوده‌ی قابل قبول قرار دارند. علاوه بر این، مقدار خطای جذر میانگین مربعات از 0.089 در مدل اولیه به 0.041 در مدل اصلاح شده کاهش یافته که نشان‌دهنده‌ی کاهش خطای برآورد و برازش مناسب مدل با داده‌های مشاهده شده است. این نتایج در مجموع بیانگر بهبود ساختار مدل و تأیید کفایت آن برای تحلیل روابط میان متغیرهای پژوهش است.



تصویر ۳- حالت ساختاری پایه قبل/بعد از اصلاح

در مدل اولیه، شش عامل پنهان اصلی (F1 تا F6) با ۳۳ شاخص (x1 تا x33) تعریف شده بودند و ساختار خام روابط میان متغیرها را بدون پالایش نشان می‌دادند. در این مدل، دو شاخص x4 (ایمنی ترافیکی) در عامل دسترسی پذیری و x22 (پذیرش ابزارهای الکترونیکی) در عامل ادغام اجتماعی-اقتصادی، به دلیل بار عاملی کمتر از آستانه تصمیم‌گیری $0/4$ و واریانس خطای



بالا، حذف شدند؛ این آستانه براساس مبانی روان‌سنجی و توصیه‌های نانالی و برنشتاین (Nunnally & Bernstein, 1994) و مطالعات شهرسازی مشابه در حوزه‌ی شهر فشرده و حمل‌ونقل سبز (Abdi & Soltani, 2022; Pourramazani & Miralles, 2022; i García, 2022) تعیین شده است. از نظر مفهومی، حذف شاخص ایمنی ترافیکی در بافت تاریخی بازار تبریز ناشی از آن است که در چنین محیط‌های پیاده‌مدار، سیاست‌های مدیریت ترافیک بیشتر بر کاهش ورود خودرو و ارتقای پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری متمرکز است و اهمیت ایمنی ترافیکی در ادراک کلی پایداری کمتر ارزیابی می‌شود (Drabicki et al., 2025; Hapriyanto & Azmi, 2025). همچنین، حذف شاخص پذیرش ابزارهای الکترونیکی بیانگر آن است که در نظام اقتصادی-اجتماعی بافت تاریخی، فناوری‌های نوین هنوز به‌طور کامل در فعالیت‌های روزمره و تعاملات اجتماعی-اقتصادی نهادینه نشده‌اند، مسئله‌ای که در مطالعات مرتبط با شهرهای میراثی نیز گزارش شده است (Ali & Al-Khafaji, 2023; Dadashzadeh et al., 2024). مدل اصلاح‌شده پس از حذف این شاخص‌ها از برازش بالاتری برخوردار شد و شاخص‌های RMSEA، GFI و CFI به سطوح قابل قبول ارتقاء یافتند، ضمن آنکه ساختار مفهومی پژوهش به سمت ساده‌سازی منطقی، حذف عناصر کم‌اثر و افزایش انسجام تحلیلی پیش رفت. این اصلاحات علاوه بر بهبود معنی‌دار شاخص‌های آماری، از نظر شهرسازانه نیز چارچوبی شفاف‌تر و دقیق‌تر برای تبیین اثر طراحی شهری بر پایداری در چارچوب نظریه شهر فشرده در بافت تاریخی تبریز فراهم کرده‌اند.

۴-۲- تأثیر عوامل در پایداری شهری

به‌منظور بررسی میزان اثرگذاری عوامل اصلی شناسایی‌شده بر پایداری شهری، مدل معادلات ساختاری مورد استفاده قرار گرفت. نتایج حاصل از این تحلیل، شدت و جهت تأثیر هر یک از عوامل را بر متغیر پایداری شهری نشان می‌دهد و امکان اولویت‌بندی عوامل مؤثر را فراهم می‌سازد.

جدول ۹- میزان تأثیر هر یک از عوامل اصلی بر پایداری شهری مدل معادلات ساختاری

ردیف	نام عامل	مقدار تأثیر	تحلیل خلاصه
۱	محیط زیست و انرژی	۰/۶۵	مهم‌ترین عامل؛ بازیافت، تنوع زیستی، انرژی تجدیدپذیر و کاهش آلودگی
۲	دسترسی‌پذیری	۰/۵۹	تأمین حمل‌ونقل پایدار، تقویت همجواری و ایمنی عملکردی
۳	کاربری زمین	۰/۴۲	تعادل تراکم، تنوع افقی-عمودی کاربری‌ها و استفاده بهینه از فضا
۴	ادغام اجتماعی-اقتصادی	۰/۲۹	اثر کم‌تر؛ اما مرتبط با مشارکت، اشتغال، و ابزارهای دیجیتال اجتماعی
۵	نواوری	۰/۲۷	تأثیر ضمنی بالا در پیوند با نوپردازی هوشمند و فناوری‌های ساختمانی

با بررسی تصویر ۳ و جدول‌های ۸ و ۹، نتایج نشان داد که عامل محیط‌زیست و انرژی با مقدار ۰۰۶۵ بیشترین میزان تأثیر را در میان عوامل پنج‌گانه مدل دارد. این یافته بیانگر آن است که کاهش آلودگی، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، بازیافت و حفظ تنوع‌زیستی بیشترین نقش را در ارتقای پایداری شهری ایفا می‌کنند. این بعد می‌تواند زمینه‌ی لازم را برای بهبود کیفیت محیطی و کاهش فشارهای اکولوژیک در بافت تاریخی تبریز فراهم سازد. عامل دسترسی‌پذیری با مقدار ۰۰۵۹ در رتبه‌ی دوم قرار دارد و از جایگاه مهمی در مدل برخوردار است. این نتیجه نشان می‌دهد که تسهیل دسترسی به خدمات، تقویت پیوندهای فضایی و توسعه الگوهای حمل‌ونقل پایدار می‌تواند نقش تعیین‌کننده‌ای در ارتقای پایداری بافت تاریخی تبریز داشته باشد. عامل کاربری زمین با بار عاملی ۰۰۴۲ نیز تأثیر معنی‌داری در مدل نشان می‌دهد. این مقدار حکایت از آن دارد که تعادل در تراکم، تنوع کاربری‌ها و بهره‌گیری مناسب از فضا می‌تواند در افزایش کارایی فضایی و کاهش گسترش ناموزون شهری مؤثر باشد. در بافت تاریخی تبریز، ساماندهی کاربری‌ها و تقویت اختلاط عملکردی می‌تواند به کاهش سفرهای غیرضروری و افزایش پایداری منجر شود.

عامل ادغام اجتماعی-اقتصادی با مقدار ۰۰۲۹ کمترین میزان تأثیر را دارد، اما همچنان یکی از مؤلفه‌های اثرگذار مدل به‌شمار می‌آید. این بعد نشان می‌دهد که مشارکت اجتماعی، تقویت تعاملات محلی و توجه به ظرفیت‌های اقتصادی-اجتماعی می‌تواند در پشتیبانی از پایداری بافت تاریخی نقش داشته باشد؛ هرچند شدت این اثر در مقایسه با ابعاد محیطی و دسترسی‌پذیری کمتر است. عامل نواوری با مقدار ۰۰۲۷ کمترین میزان تأثیر را در میان عوامل اصلی نشان می‌دهد، اما همچنان نقش مکملی در مدل دارد. این بعد بیان می‌کند که بهره‌گیری از فناوری‌های هوشمند، راهکارهای مدیریتی نوین و ابزارهای فناورانه می‌تواند به بهبود عملکرد سیستم حمل‌ونقل سبز و ارتقای پایداری بافت تاریخی تبریز کمک کند. پس از تأیید انطباق مدل اندازه‌گیری

با شاخص‌های اصلی، مدل ساختاری نهایی برای بررسی روابط میان متغیرهای مستقل و وابسته مورد ارزیابی قرار گرفت. برای این منظور، شاخص‌های تأییدشده در چارچوب روش مدل‌سازی معادلات ساختاری در نرم‌افزار آموس به‌صورت یکپارچه وارد شدند. در نمودار ساختاری، اثرات مستقیم میان مؤلفه‌ها ارزیابی شد تا شاخص‌های معنادار حفظ و شاخص‌های دارای بار عاملی ضعیف حذف شوند. بر این اساس، مدل نهایی شامل پنج بعد اصلی محیط‌زیست و انرژی، دسترسی‌پذیری، کاربری زمین، ادغام اجتماعی-اقتصادی و نوآوری تدوین شد.

۴-۳- تأثیر شاخص‌های فرعی بر عوامل پایداری شهری

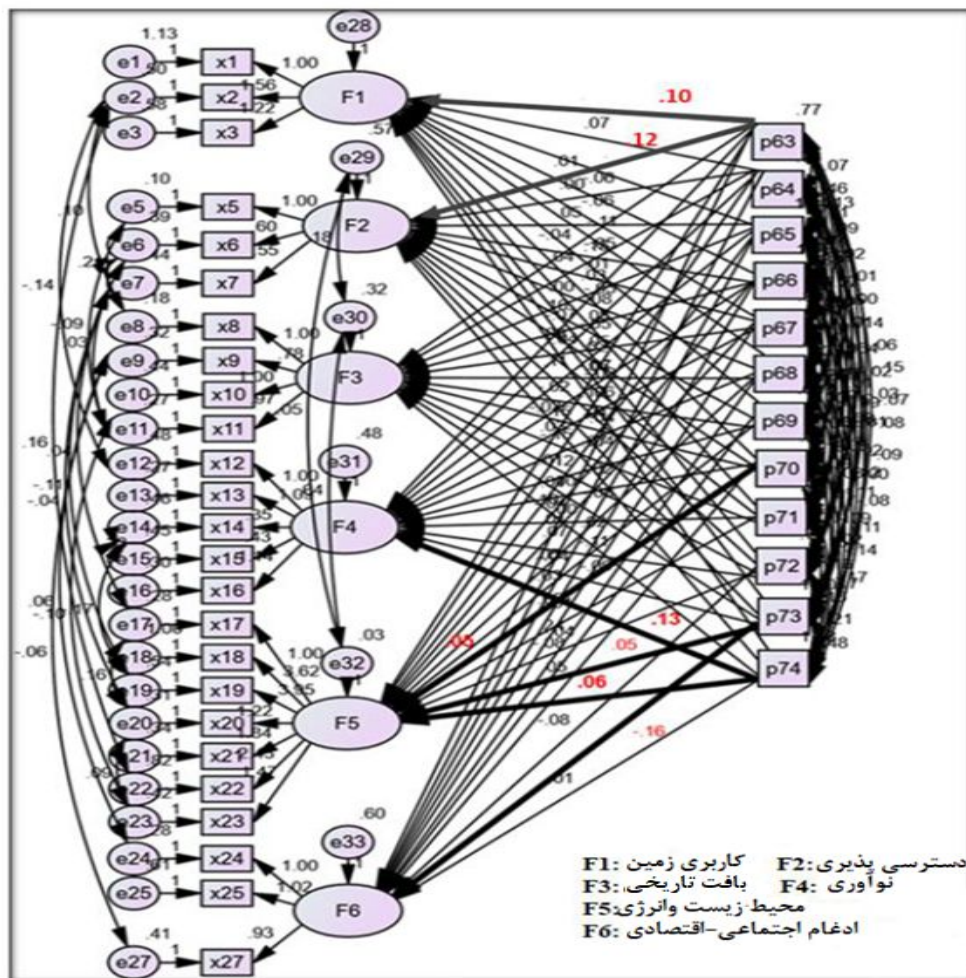
به‌منظور شناسایی نقش مؤلفه‌های طراحی شهری در تحقق پایداری شهری، تأثیر شاخص‌های فرعی استخراج‌شده بر عوامل اصلی پایداری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از تحلیل ساختاری نشان می‌دهد که هر یک از این شاخص‌ها به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم بر ابعاد مختلف پایداری شهری اثرگذار بوده و می‌توانند در ارتقای کیفیت محیط شهری نقش مؤثری ایفا کنند.

جدول ۱۰- شاخص‌های فرعی مؤثر بر عوامل پایداری شهری

کد شاخص	تحلیل اجمالی	نوع تأثیر	عامل اصلی مرتبط	نام شاخص فرعی
P35	طراحی انسانی برای فضاها، تسهیل دسترسی و تقویت پیوستگی عملکردی	مستقیم مثبت	دسترسی‌پذیری	مقیاس انسانی
P37	نمادهای تاریخی برای تقویت هویت شهری و گردشگری	مستقیم مثبت	ادغام اجتماعی-اقتصادی	مقیاس یادمانی
P41	آلودگی هوا و صوت مانع پایداری کالدهای تاریخی می‌شود	معکوس (منفی)	محیط زیست و انرژی	حفاظت کالبدی ساختمان‌ها
P42	احیای سبک‌های بومی در ساخت فضاها و تقویت انسجام فرهنگی-اجتماعی	مستقیم مثبت	ادغام اجتماعی-اقتصادی	سبک‌های معماری
P43	کاهش مصرف انرژی از طریق نور طبیعی و فناوری شیشه خورشیدی؛ تأثیر هم‌زمان بر نوآوری	مستقیم مثبت	کاربری زمین / نوآوری	نورپردازی هوشمند

تست ساختاری برای بررسی تأثیر شاخص‌های فرعی مربوط به عامل طراحی شهری انجام شد و یافته‌های زیر به‌دست آمد:

P35 (مقیاس انسانی): این شاخص تأثیر آماری مثبت بر عامل دسترسی‌پذیری دارد و به‌عنوان نشانگر قوی پایداری تلقی می‌شود. در طراحی شهری امروز، اولویت دادن به انسان و ایجاد هم‌جواری عملکردی در ساختمان‌ها، فضاهای عمومی و شبکه‌ی معابر، راهی برای افزایش کیفیت زندگی در تبریز به‌شمار می‌رود. P37 (مقیاس یادمانی): این شاخص بر عامل ادغام اجتماعی-اقتصادی تأثیر آماری معنی‌داری دارد. نمادها و ابنیه‌ی تاریخی نقش مهمی در هویت‌بخشی، جذب گردشگر، و انتقال پیام‌های فرهنگی ایفا می‌کنند و تقویت آن‌ها موجب تقویت انسجام اجتماعی می‌شود. P41 (حفاظت از ساختمان‌ها): این شاخص به‌طور معکوس تحت تأثیر عامل محیط‌زیست و انرژی قرار دارد. ساختمان‌های تاریخی در برابر آلاینده‌های هوا، صدا و آب آسیب‌پذیرند و تداوم آلودگی مانعی جدی در مسیر پایداری میراث شهری است. P42 (سبک‌های معماری): این شاخص تأثیر قوی بر عامل ادغام اجتماعی-اقتصادی دارد. حفظ و بازتولید سبک‌های اصیل معماری و بهره‌گیری از آن‌ها در طراحی ساختمان‌های عمومی موجب تقویت ارتباط جامعه با فضای شهری و ارتقاء کیفیت زندگی می‌شود. P43 (نورپردازی هوشمند): این شاخص به‌طور معنی‌دار بر عامل کاربری‌زمین تأثیرگذار است. نور طبیعی در فضاهای با کاربری عمودی جایگزین نور مصنوعی می‌شود و بهینه‌سازی انرژی را رقم می‌زند. همچنین از طریق حسگرها و ترکیب شیشه با فلزات خورشیدی مانند پرووسکایت، در شاخص نوآوری نیز تأثیرگذار است، زیرا فناوری‌های جدید امکان تبدیل پنجره‌ها به پنل خورشیدی را فراهم کرده‌اند و انرژی پاک را به شهر بازمی‌گردانند.



تصویر ۴- رابطه‌ی شاخص‌های ثانویه و پایداری شهری

۵- بحث

نتایج این پژوهش پس از پالایش شاخص‌ها و برازش مدل نهایی نشان داد که سه حوزه اصلی پایداری زیست‌محیطی، دسترسی‌پذیری و طراحی شهری بیشترین نقش را در تبیین الگوی شهر فشرده و پایداری در بافت تاریخی ایفا می‌کنند. هر چند بخش «طراحی شهری» در مدل نهایی حذف شده، اما یافته‌های تجربی نشان دادند که بسیاری از شاخص‌های مربوط به کیفیت محیطی و سازمان فضایی، اثر غیرمستقیم و تقویت‌کننده بر پایداری دارند. به این ترتیب، تحلیل نهایی پژوهش بیان می‌کند که پایداری در بافت تاریخی هنگامی محقق می‌شود که ابعاد کالبدی، زیست‌محیطی و دسترسی‌پذیری به‌صورت هم‌زمان و هماهنگ ارتقاء یابند. این نتیجه کاملاً با ساختار دانش موجود و مطالعات پیشین هم‌خوان است. به‌طور مشخص، یافته‌های این پژوهش با نتایج زینالی عظیم و همکاران (۱۴۰۳) هم‌راستا است؛ آنها نشان دادند که در بافت‌های تاریخی ایران، فشردگی شهری زمانی به نتایج مثبت منجر می‌شود که همراه با بهبود کیفیت محیطی، ارتقای گذرها، و تقویت ساختار اجتماعی باشد. همچنین، نتایج این پژوهش با مطالعات بین‌المللی (Bibri, 2020 & Anabtawi, 2023) هم‌خوان است؛ این مطالعات نیز تأکید می‌کنند که فشردگی شهری به‌تهایی کافی نیست و زمانی موجب پایداری واقعی می‌شود که زیرساخت‌های سبز، حمل‌ونقل پایدار، و شبکه‌های پیاده‌مدار تقویت شوند. در حوزه‌ی زیست‌محیطی، یافته‌های این پژوهش نشان دادند که شاخص‌هایی نظیر بهینه‌سازی مصرف انرژی، تقویت پوشش سبز، و مدیریت پسماند بیشترین بار عاملی را داشته‌اند. این موضوع دقیقاً مشابه نتایج عزیز و کودانی^{۱۰} (۲۰۲۴) و زوکارو و آگوستینو^{۱۱} (۲۰۲۵) است که تأکید می‌کنند اقدامات اقلیمی،

مدیریت مصرف انرژی، و یکپارچگی زیربنایی، از ارکان اصلی بازآفرینی پایدار در بافت‌های تاریخی و متراکم هستند. در بخش دسترسی‌پذیری نیز یافته‌ها همسو با پژوهش‌های جباری‌زاده‌گان و همکاران (۱۴۰۱) و دراییکی^{۱۲} و همکاران (۲۰۲۵) نشان داد که بهبود حمل‌ونقل سبز، ارتقای پیاده‌مداری، و مدیریت حرکت در مقیاس محلی، نه تنها کیفیت محیطی بافت تاریخی را افزایش می‌دهد، بلکه موجب کاهش آلاینده‌های کربنی و بهبود سلامت شهری می‌شود. حذف شاخص «ایمنی ترافیکی» در این پژوهش نیز با نتایج اصغری‌زاده و همکاران (۱۳۹۶) قابل توضیح است. آن پژوهش نشان می‌دهد که در شبکه‌های سنتی بافت‌های تاریخی، اولویت اصلی بر جریان روان پیاده و کارکرد اجتماعی-عملکردی گذرهاست و بنابراین «ایمنی ترافیکی» کمتر به عنوان یک شاخص مستقل ظاهر می‌شود و معمولاً در دل متغیرهایی مانند کیفیت محیطی یا دسترسی‌پذیری جذب می‌شود. همچنین، حذف شاخص «پذیرش ابزارهای الکترونیکی» نیز با یافته‌های گوین و لدینه^{۱۳} (۲۰۲۴) و رحیمی^{۱۴} و همکاران (۲۰۲۴) هم‌خوانی دارد که نشان می‌دهند در بافت‌های تاریخی و بافت‌های اجتماعی خاص، شکاف دیجیتال، محدودیت زیرساخت‌های فناوری، و دیدگاه سنتی ساکنان مانع از تبدیل فناوری‌های هوشمند به یک مؤلفه پایدار در مدل‌های شهری می‌شود. در مجموع، مقایسه‌ی نتایج این پژوهش با ساختار دانش موجود نشان می‌دهد که الگوی پایداری در بافت تاریخی تبریز، همانند بسیاری از شهرهای تاریخی جهان، نیازمند ترکیب هم‌زمان پایداری زیست‌محیطی، بهبود دسترسی‌پذیری و تقویت ساختار فضایی-اجتماعی است. مدل نهایی پژوهش با این ادبیات کاملاً سازگار بوده و تصویری منسجم از عوامل مؤثر بر عملکرد پایدار در چنین بافت‌هایی ارائه می‌دهد.

۶- نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که توسعه‌ی حمل‌ونقل سبز می‌تواند نقش مهمی در ارتقای پایداری بافت تاریخی شهر تبریز، به‌ویژه در محدوده‌ی منطقه‌ی ۸، ایفا کند. تحلیل داده‌ها بیانگر آن است که پایداری این محدوده تحت تأثیر مجموعه‌ای از ابعاد شامل کاربری زمین، دسترسی‌پذیری، نوآوری، محیط‌زیست و انرژی، و ادغام اجتماعی-اقتصادی قرار دارد. در میان این ابعاد، بهبود دسترسی‌های محلی، کاهش وابستگی به خودروهای شخصی و تقویت شیوه‌های حمل‌ونقل پاک بیشترین تأثیر را در ارتقای کیفیت محیطی و عملکردی بافت تاریخی تبریز نشان می‌دهند. به‌طور خاص، گسترش فضاهای پیاده‌محور و استفاده از سیستم‌های حمل‌ونقل کم‌آلاینده می‌تواند به کاهش آلودگی هوا، کاهش مصرف انرژی و افزایش کارایی دسترسی در این محدوده منجر شود. از سوی دیگر، ساختار کالبدی و تاریخی بافت تاریخی شهر تبریز که متشکل از گذرهای باریک، تراکم فعالیت‌ها و حضور عناصر ارزشمند تاریخی است، ضرورت استفاده از راهکارهای حمل‌ونقل سازگار با این شرایط را برجسته می‌کند. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که به‌کارگیری راهکارهای حمل‌ونقل سبز در مقیاس محلی و متناسب با ویژگی‌های فضایی بافت، می‌تواند علاوه بر بهبود شرایط زیست‌محیطی، زمینه‌ی تقویت تعاملات اجتماعی و افزایش کیفیت زندگی در بافت تاریخی تبریز را نیز فراهم کند. در این راستا، کاهش فشار ترافیک خودروهای شخصی، ارتقای دسترسی پایدار و بهبود کیفیت فضاهای عمومی از جمله پیامدهای مثبت توسعه‌ی حمل‌ونقل سبز در این محدوده به‌شمار می‌آیند. در مجموع، پاسخ به پرسش اصلی پژوهش نشان می‌دهد که توسعه‌ی حمل‌ونقل سبز، در صورت برنامه‌ریزی متناسب با ویژگی‌های فضایی و عملکردی بافت تاریخی شهر تبریز، می‌تواند به‌عنوان یکی از راهبردهای مؤثر در ارتقای پایداری شهری، بهبود کیفیت محیطی و تقویت کارکردهای اجتماعی و اقتصادی این بافت عمل کند.

با این حال، نتایج این پژوهش در چارچوب محدوده‌ی مورد مطالعه و داده‌های در دسترس تفسیر می‌شود و محدودیت‌هایی مانند دشواری دسترسی به برخی داده‌های دقیق ترافیکی و محیطی، محدود بودن دامنه‌ی مطالعه به بخشی از بافت تاریخی تبریز و چالش‌های مرتبط با سنجش برخی شاخص‌ها در فضاهای تاریخی وجود داشته است؛ بنابراین تعمیم نتایج به سایر بافت‌های تاریخی، نیازمند انجام مطالعات تکمیلی در مقیاس‌ها و شرایط مختلف است. کاربرد نتایج این پژوهش نشان می‌دهد توسعه‌ی حمل‌ونقل سبز می‌تواند با کاهش ترافیک، بهبود کیفیت محیطی و افزایش دسترسی، به ارتقای پایداری بافت تاریخی تبریز کمک کند. این یافته‌ها می‌تواند مبنایی برای برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری مدیریت شهری تبریز در جهت تقویت حرکت‌پذیری پایدار در محدوده‌های تاریخی باشد. با توجه به نتایج به دست آمده پیشنهادات زیر ارائه می‌شود.

- تقویت مسیرهای پیاده و اولویت‌بخشی به حرکت عابر در گذرهای اصلی بافت تاریخی تبریز به‌منظور کاهش ترافیک و بهبود کیفیت محیطی؛
- استفاده از ناوگان حمل‌ونقل پاک و کوچک‌مقیاس متناسب با عرض محدود معابر در بافت تاریخی شهر تبریز؛

- کنترل و محدودسازی تدریجی ورود خودروهای شخصی به هسته مرکزی بافت تاریخی تبریز؛
- بهبود روشنایی، کفسازی و مبلمان شهری در فضاهای عمومی بافت تاریخی شهر تبریز برای افزایش سرزندگی اجتماعی؛
- استقرار نظام مدیریت هوشمند دسترسی و تردد در ورودی‌های اصلی بافت تاریخی تبریز؛
- و هماهنگ‌سازی اقدامات حمل‌ونقلی با ارزش‌های تاریخی و هویت معماری بافت تاریخی شهر تبریز به منظور حفظ اصالت فضایی این محدوده.

پی‌نوشت

- ۱- Bikam
- 2- Wang
- 3- Hapriyanto & Azmi
- 4- Miralles & Pourramazani
- 5- Sevtsuk
- 6- Abdi & Soltani
- 7- Ali & Al-Khafaji
- 8- Nguyen & Le Dinh
- 9- Hair
- 10- Azizi & Kouddane
- 11- Zucaro & Agostinho
- 12- Drabicki
- 13- Nguyen & Le Dinh
- 14- Rahimi

حامیان مالی: مقاله حامی مالی و معنوی نداشته است.

مشارکت نویسندگان: در این بخش نویسندگان تایید می‌کنند که همگی در مقاله سهمیم بوده‌اند

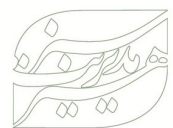
اعلام عدم تعارض منافع: نویسندگان اعلام می‌دارند که در انجام این پژوهش هیچ‌گونه تعارض منافی برای ایشان وجود نداشته است.

بیانیه شفافیت کاربست هوش مصنوعی: نویسندگان اعلام می‌کنند که از هوش مصنوعی ChatGPT برای ویرایش متن استفاده شده است. تمامی محتوای علمی، تحلیل‌ها، نتایج و مسئولیت نهایی مقاله بر عهده نویسندگان است.

قدردانی: ما از همه افراد برای مشاوره علمی در این مقاله سپاس‌گزاریم.

منابع

- آروین، محمود، پوراحمد، احمد، زیاری، کرامت‌اله. زنگنه شهرکی، سعید (۱۴۰۱). شناسایی و اولویت‌بندی محرک‌های بهره‌گیری از شهر فشرده (مطالعه‌ی موردی: شهر اهواز). *مطالعات جغرافیایی مناطق خشک*، ۱۲(۴۵)، ۵۷-۳۶. https://jargs.hsu.ac.ir/article_161548.html
- اصغری‌زاده، عزت‌اله، جعفر نژاد، احمد، زندیه، مصطفی. جویبار، سبحان (۱۳۹۶). تبیین الگوی مدل‌سازی ترافیک در مسائل مسیریابی خودرو مبتنی بر پارادایم حمل و نقل سبز (مورد مطالعه: شرکت زمزم). *مدیریت صنعتی*، ۹(۲)، ۲۴۴-۲۰۱۷. <https://doi.org/10.22059/imj.2017.228099.1007197>
- براری، معصومه، رضویان، دکتر محمدتقی. توکلی‌نیا، جمیله (۱۳۹۶). ارزیابی جای پای اکولوژیکی برای دستیابی به حمل و نقل سبز شهری با معرفی استراتژی ASI مورد شناسی: شهر ساری. *جغرافیا و آمایش شهری منطقه‌ای*، ۷(۲۲)، ۴۰-۲۱. <https://doi.org/10.22111/gaij.2017.2994>
- جباری زاده‌گان، علیرضا، پورزرگر، محمدرضا، نوروز برازجانی، ویدا (۱۴۰۱). بررسی زیرساخت‌ها و راهکارهای مؤثر در تصویرگیری و توسعه حمل‌ونقل سبز شهری. *مطالعات توسعه پایدار شهری و منطقه‌ای*، ۳(۲)، ۱۶۸-۱۵۶. https://www.srds.ir/article_156244.html
- زیاری، کرامت‌الله. همقدم، نوشا (۱۴۰۰). واکاوی سطح پایداری در تئوری توسعه و برنامه‌ریزی محلات (مورد مطالعه: محلات منطقه سه شهر گرگان). *جغرافیا و برنامه‌ریزی*، ۲۵(۷۶)، ۱۵۸-۱۴۱. <https://doi.org/10.22034/gp.2021.41057.2669>



- زینالی عظیم، علی. کرمی، اسلام (۱۴۰۲). ارزیابی یکپارچه دلبستگی و تعلق ساکنان شهر از مولفه‌های عملکردی زیست‌پذیری شهری و روابط اجتماعی همسایگان (مطالعه موردی: منطقه ۸ تبریز). پژوهش‌های دانش زمین، ۱۴(۳)، ۱۴۸-۱۳۰. <https://doi.org/10.48308/esri.2023.103547>
- زینالی عظیم، علی. سرور، رحیم. موسوی، میرسعید (۱۴۰۳). ارزیابی توسعه کالبدی شهر تبریز به لحاظ فشردگی با رتبه‌بندی شاخص‌های رشد هوشمند شهری (مطالعه موردی: منطقه ۲، ۴ و ۷). فصلنامه آمایش محیط، ۶۵، ۲۸-۱. <https://www.magiran.com/p2795209>
- فتحی، سمیه. نورائی، همایون (۱۴۰۳). ارزیابی فرم کالبدی و عملکردی شهر بر مبنای رویکرد شهر فشرد در مناطق ۲۲ گانه شهر تهران. جغرافیای اجتماعی شهری، ۱۱(۱)، ۱۸۴-۱۶۹. <https://doi.org/10.22103/JUSG.2024.2123>
- موحد، علی. شهنسوار، امین. (۱۳۹۹). تحلیل میزان رضایت شهروندان از گسترش بلندمرتبه‌سازی و توسعه فشردگی شهری (مورد مطالعه: منطقه یک شهرداری شهر ارومیه). جغرافیا و برنامه‌ریزی، ۲۴(۷۴)، ۲۶۱-۲۴۹. <https://doi.org/10.22034/gp.2021.17279.1977>
- نیک پور، عامر. رضازاده، مرتضی. الهقلى تبار نشلى، فاطمه (۱۳۹۷). ظرفیت سنجی فرم محلات بر اساس الگوی شهر فشرد مطالعه موردی: شهر بابلسر. مجله شهر پایدار، ۲(۱)، ۹۵-۷۹. <https://doi.org/10.22034/jsc.2018.88231>
- Abdi, M.H., & Soltani, A. (2022). Which Fabric/Scale Is Better for Transit-Oriented Urban Design: Case Studies in a Developing Country. *Sustainability*, 14(12), 7338. <https://doi.org/10.3390/su14127338>
- Ali, N.H., & Al-Khafaji, S.J.N. (2023). Sustainable urban design and the future of heritage cities. *International Journal of Nonlinear Analysis and Applications*, 14(1), 1227-1236. <https://doi.org/10.22075/ijnaa.2022.6896>
- Anabtawi, S. (2023). Towards a Better Understanding of Compact Cities. *Journal of Planning Literature*, 38(4), 531-547. <https://doi.org/10.1177/08854122231158768>
- Azizi, L., & Kouddane, N. (2024). The green city as a driver of sustainable development. *Journal of Umm Al-Qura University for Engineering and Architecture*, 15, 384-397. <https://doi.org/10.1007/s43995-024-00077-x>
- Bibri, S.E. (2020). Compact urbanism and the synergic potential of its integration with data-driven smart urbanism: An extensive interdisciplinary literature review. *Land Use Policy*, 97, 104703. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104703>
- Bikam, P.B. (2022). Technology Innovations in Green Transport. In: Odiyo, J.O., Bikam, P.B., Chakwizira, J. (eds) *Green Economy in the Transport Sector*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86178-0_4
- Bin Sulaiman, F. (2023). Compact City: What Is the Extent of Our Exploration for Its Meanings? A Systematic Review. *Sustainability*, 15(13), 1-18, 10302. <https://doi.org/10.3390/su151310302>
- Dadashzadeh, N., Sucu, S., Pangbourne, K., & Ouelhadj, D. (2024). Socially sustainable Mobility as a Service (MaaS): A practical MCDM framework to evaluate accessibility and inclusivity with application. *Cities*, 154, 105360. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2024.105360>
- Drabicki, A., Grythe, H., Lopez-Aparicio, S., Górská, L., Gzylo, C., & Pyzik, M. (2025). Modelling the influence of suburban sprawl vs. compact city development upon road network performance and traffic emissions. *Transportation Research Procedia*, 86, 371-378. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2025.04.047>
- Fan, T. & Chapman, A. (2022). Policy Driven Compact Cities: Toward Clarifying the Effect of Compact Cities on Carbon Emissions. *Sustainability*, 14, 12634. <https://doi.org/10.3390/su141912634>
- Hapriyanto, A.R., & Azmi, H. (2025). Implementation of green infrastructure in sustainable transportation in supporting urban mobility: A literature review. *Engineering Proceedings*, 84, 25. <https://doi.org/10.3390/engproc2025084025>
- Hautamäki, R., Puustinen, T., Merikoski, T., & Staffans, A. (2024). Greening the compact city: Unarticulated tensions and incremental advances in municipal climate action plans. *Cities*, 139, 105251. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2024.105251>
- Kikuchi, H., Emberger, G., Ishida, H., Fukuda, A., & Kobayakawa, S. (2022). Dynamic simulations of compact city development to counter future population decline. *Cities*, 127, 103753. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2022.103753>
- Kjærås, K. (2020). Towards a relational conception of the compact city. *Urban Studies*, 58(6), 1176-1192. <https://doi.org/10.1177/0042098020907281> (Original work published 2021)

- Kottala, S. Y., Shankar, C., & Sahu, A.K. (2024). Navigating green transport sustainability model (GTSM) under socio-economic and environmental goals for road-mapping sustainability and mitigating carbon footprints. *Journal of International Logistics and Trade*, 22(1), <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JILT-06-2024-0039/full/htm>.
- Larasati, F., Rarasati, A.D., & Sihombing, A. (2020). Application of the compact city concept in Caturtunggal Educational Area. In *E3S Web of Conferences*, 200, 45-57. 03001. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020003001>
- Lawshe, C.H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology*, 28(4), 563-575. <https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1975.tb01393.x>
- Li, Y., Beeton, R.J.S., Zhao, X., & others. (2024). Advancing urban sustainability transitions: A framework for understanding urban complexity and enhancing integrative transformations. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11, Article 1064. <https://doi.org/10.1057/s41599-024-03598-x>
- Lynn, M.R. (1986). Determination and quantification of content validity. *Nursing Research*, 35(6), 382-385. <https://doi.org/10.1097/00006199-198611000-00017>
- Marzolla, F., Bruno, M., Melo, H.P.M., & Loreto, V. (2024). *Compact 15-minute cities are greener*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2409.18117>
- Nguyen Thi Bich, H., & Le Dinh, T. (2024). Overcoming barriers to sustainable green transportation in Ho Chi Minh City: A pathway toward achieving SDGs 11 and 13. *Sustainability*, 16(23), 10629. <https://doi.org/10.3390/su162310629>
- Nunnally, J.C., & Bernstein, I.H. (1994). *Psychometric theory* (3rd ed.). New York, NY: McGraw-Hill. https://books.google.com/books/about/Psychometric_Theory.html?id=rGvQCX6JdWMC
- Nunnally, J.C., & Bernstein, I.H. (1994). *Psychometric Theory* (3rd ed.). McGraw-Hill. <https://www.mheducation.com/highered/product/psychometric-theory-nunnally-bernstein/M9780070478497.html>
- Ozili, P. K. (2025). Theories of Sustainable Development. In *Sustainable Development, Humanities, and Social Sciences for Society 5.0*. (pp.1-12). IGI Global. <https://mpa.ub.uni-muenchen.de/123287>
- Pourramazani, H., & Miralles i García, J. (2022). Concept of accessibility in sustainable transport: Criteria and perspectives. In *WIT Transactions on the Built Environment* 210, 49-60. <https://doi.org/10.2495/UMT220051>
- Rahimi, H., Behzadfar, M. and Abdollahzadeh Taraf, A. (2024). Recognizing the theory of sustainable urban design in peri-urban areas. *International Journal of Nonlinear Analysis and Applications*, 15(8), 181-193. <https://doi.org/10.22075/ijnaa.2023.31250.4594>
- Rehman, F. U., Noman, A. A., Wu, Y., & Khan, I. (2025). Green transportation – Environmental sustainability within the purview of green energy, green innovation, and institutional quality: New evidence from Belt and Road Initiative economies and application of quasi-experimental approach. *Sustainable Futures*, 9, 100583. <https://doi.org/10.1016/j.sfr.2025.100583>
- Sachs, J. D., Lafortune, G., & Fuller, G. (2024). The SDGs and the UN summit of the future,” in *Sustainable Development Report 2024*. Paris: SDSN, Dublin: Dublin University Press.
- Salim, S., & Lakshmi, S.R. (2023). Compact city as a tool for sustainable urban development. *International Journal of Architecture and Planning*, 3(1), 52-60. <https://doi.org/10.51483/IJARP.3.1.2023.52-60>
- Sevtsuk, A., Kollar, J., Pratama, D., Basu, R., Haddad, J., Alhassan, A., Chancey, B., Halabi, M., Makhoul, R., & Abou-Zeid, M. (2024). Pedestrian-oriented development in Beirut: A framework for estimating urban design impacts on pedestrian flows through modeling, participatory design, and scenario analysis. *Cities*, 149, 104927. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2024.104927>
- Wang, W., Luo, Y., Liang, J., & Chen, S. (2024). Exploring urban compactness impact on carbon emissions from energy consumption: A township-level case study of Hangzhou, China. *Heliyon*, 10(13), e33236. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e33236>
- Wang, X., Dong, X., Zhang, Z., & Wang, Y. (2024). Transportation carbon reduction technologies: A review of fundamentals, application, and performance. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 11(6), 1340-1377. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2024.11.001>
- Zucaro, A., & Agostinho, F. (2025). Urban sustainability: challenges and opportunities for resilient and resource-efficient cities. *Front. Sustain. Cities* 7, 1556974. <https://doi.org/10.3389/frsc.2025.1556974>





eISSN:2980-9673

The Art of Green Management

Homepage: <https://agm.journal.art.ac.ir/>



ORIGINAL RESEARCH PAPER

Metaverse Spider-Web Urban Design Theory (MSWUDT)

Ali Zeynali Azim^{(1)*} 

1. Postdoctoral researcher of Urban Design, Faculty of Architecture and Urban Planning, Tarbiat Dabir Shahid Rajaei University, Tehran, Iran. (<https://orcid.org/0000-0001-5486-8452>)

Publisher: Iran University of Art

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received:21/01/2025 Revised:12/02/2025 Accepted:28/02/2025 PP. 52-78 Keywords: <i>Urban Design, Metaverse, Smart City, Theory Building, Conceptual Synthesis, Geographical Culture, Human-Centered Urbanism.</i>	Introduction: The rapid advancement of digital technologies over the past two decades has fundamentally transformed the nature of cities and the ways they are planned, designed, and managed. The development of artificial intelligence (AI), the Internet of Things (IoT), big data, digital twins, and particularly the metaverse has gradually blurred the boundary between physical and virtual spaces, transforming the city from a purely physical entity into a dynamic, multi-layered system based on simultaneous human and digital interactions. Under these circumstances, urban design can no longer be confined to the physical organization of urban spaces; instead, it must explain the interrelationships among people, technology, culture, the environment, and urban governance within an integrated conceptual framework. Throughout the past century, numerous urban theories from the Garden City and Functional City to the Sustainable City, Creative City, and Smart City have attempted to address different aspects of urban development. Although these theories have significantly contributed to urban design knowledge, most have focused on one or a limited number of dimensions and have failed to integrate human, cultural, environmental, and technological aspects into a unified theoretical framework. Moreover, while the metaverse has opened new opportunities for interaction, participation, decision-making, and spatial experience, existing studies have primarily concentrated on its technological and infrastructural dimensions rather than its theoretical implications for urban design. Likewise, practical experiences of smart cities demonstrate that technology alone cannot improve urban quality of life without simultaneously addressing identity, culture, spatial justice, environmental sustainability, and citizens' real needs. Accordingly, this study proposes the Metaverse Spider-Web Urban Design Theory, which conceptualizes the city as a dynamic network of human, cultural, environmental, and technological relationships and provides a conceptual framework for understanding and designing future cities. The Purpose of the Research: This study aims to develop the Metaverse Spider-Web Urban Design Theory (MSWUDT) as a novel conceptual framework that integrates human-centered values, geographical culture, environmental sustainability, and metaverse technologies to support the analysis, planning, and design of future cities. Methodology: This study is fundamental in purpose and theory-building in nature. It adopts a qualitative research approach based on documentary analysis, a systematic literature review, and conceptual synthesis. Rather than testing an existing theory, the research aims to formulate the Metaverse Spider-Web Urban Design Theory (MSWUDT) by integrating human-centered values, geographical culture, environmental sustainability, and metaverse technologies into a unified conceptual framework for future urban design. The research corpus consisted of scholarly publications on urban design, smart cities, sustainable cities, critical and network theories, digital twins, and the metaverse. Relevant sources were collected from Scopus, Web of Science, ScienceDirect, SpringerLink, Taylor & Francis, Wiley Online Library, IEEE Xplore, and Google Scholar. The literature was selected according to four criteria: relevance to the research topic, scientific credibility, academic influence, and contribution to the theoretical framework.



Use your device to scan and read the article online

ARTICLE INFO	ABSTRACT
	The theory-building process was conducted in four stages. First, the literature was systematically reviewed to identify key concepts, theoretical foundations, and relationships among existing approaches. Second, the selected theories were comparatively and critically analyzed to identify their strengths, limitations, and theoretical gaps, particularly regarding human-centeredness, geographical culture, environmental sustainability, and emerging digital technologies. Third, a conceptual synthesis method was employed to integrate the extracted concepts and develop the preliminary framework of MSWUDT by establishing logical relationships among its core dimensions. Finally, the preliminary framework was theoretically refined to evaluate its internal consistency, conceptual coherence, and explanatory capacity, resulting in the final formulation of the proposed theory. To enhance research trustworthiness, theoretical triangulation was applied by comparing findings from classical, critical, network-based, and technology-oriented urban theories. All analyses were grounded in peer-reviewed academic sources to strengthen the robustness of the proposed framework. The resulting Metaverse Spider-Web Urban Design Theory (MSWUDT) provides a coherent conceptual model for explaining the interrelationships among human, cultural, environmental, and technological dimensions and offers a theoretical foundation for urban design in the metaverse era. Findings and Discussion: The Metaverse Spider-Web Urban Design Theory (MSWUDT) extends existing urban design theories by integrating their strengths within a unified conceptual framework. Unlike classical urban design theories, which primarily emphasize physical form, spatial order, and the relationship between cities and nature, MSWUDT reinterprets these principles in the context of digital transformation by incorporating metaverse technologies while preserving human-centered and environmental values. Compared with critical and network-based theories, the proposed framework broadens concepts such as the right to the city, spatial justice, participatory governance, and the network society by extending them from physical urban spaces to integrated physical-virtual environments. It argues that equitable access to digital infrastructure, virtual participation, and metaverse-based decision-making should become essential components of future urban development. Unlike conventional smart city approaches, which largely prioritize technological efficiency and data-driven management, MSWUDT positions technology as a means rather than an end. The framework emphasizes that technological innovation should enhance quality of life, strengthen cultural identity, promote environmental sustainability, improve spatial justice, and support citizen participation. The principal contribution of this theory is the introduction of a spider-web network structure, where human-centeredness, geographical culture, environmental sustainability, metaverse technology, governance, security, mobility, infrastructure, economy, and spatial justice are interconnected and mutually reinforcing. This holistic framework provides a theoretical foundation for future research, policy-making, and the planning and design of resilient, human-centered, culturally responsive, and sustainable metaverse cities. Conclusion: This study introduces the Metaverse Spider-Web Urban Design Theory (MSWUDT) as a novel conceptual framework integrating human-centeredness, geographical culture, environmental sustainability, and metaverse technologies. The findings demonstrate that future urban design requires a balanced interaction among ten interconnected dimensions rather than a technology-driven approach alone. The theory redefines the metaverse as a platform for enhancing participation, urban experience, and decision-making instead of merely a digital technology. Although conceptually developed through critical literature analysis and conceptual synthesis, the framework provides a foundation for future empirical validation, indicator development, structural modeling, and practical applications in designing resilient, sustainable, and human-centered metaverse cities. Funding: There is no funding support. Conflict of Interest: Authors declared no conflict of interest. AI Usage Declaration: The author declare that no artificial intelligence (AI) tools were used in the preparation of this manuscript. All scientific content, analyses, interpretations, results, and the final responsibility for the manuscript are solely those of the author. Acknowledgments: I am grateful to all the persons for scientific consulting in this paper.

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Highlight

- Introduces the Metaverse Spider-Web Urban Design Theory (MSWUDT) as a novel framework integrating human-centered, cultural, environmental, and technological dimensions for future urban design.
- Develops a theoretical structure based on four fundamental pillars and ten key dimensions, revealing the networked relationships among urban design components across integrated physical-virtual environments.
- Provides a conceptual foundation for advancing urban design theory and supporting the planning and governance of metaverse-enabled, smart, human-centered, culturally responsive, and sustainable cities.



This paper is an open access and licensed under the [Creative Commons CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) license

©2024, AGM. All rights reserved.

Cite This Article: Zeynali Azim, A. (2025). Metaverse Spider-Web Urban Design Theory (MSWUDT). *Art of Green Management*, 2(4), 52-78. [10.30480/agm.2026.6262.1055](https://doi.org/10.30480/agm.2026.6262.1055)



[http://doi.org/ 10.30480/agm.2026.6262.1055](http://doi.org/10.30480/agm.2026.6262.1055)



https://agm.journal.art.ac.ir/article_1517.html

*. Corresponding Author (Email: al.zeynaly@gmail.com)/ (Phone: +989301285463).



نظریه ی تار عنکبوتی طراحی شهری متاورسی

علی زینالی عظیم^{(۱)*}

۱- پژوهشگر پسا دکتری طراحی شهری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران. (<https://orcid.org/0000-0001-5486-8452>)

ناشر: دانشگاه هنر ایران

اطلاعات مقاله	چکیده
دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۰۲ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۱/۲۴ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۱۰ صص. ۵۲-۷۸ واژگان کلیدی: طراحی شهری، متاورس، شهر هوشمند، نظریه پردازی، سنتز مفهومی، فرهنگ جغرافیایی، انسان محوری.	مقدمه: تحولات شتابان فناوری های دیجیتال، به ویژه هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، دوقلوهای دیجیتال و متاورس، ضرورت بازاندیشی در مبانی نظری طراحی شهری را بیش از پیش آشکار ساخته است. با وجود گسترش پژوهش های مرتبط با شهر هوشمند، هنوز چارچوب نظری جامعی که بتواند ابعاد انسانی، فرهنگ جغرافیایی، ملاحظات زیست محیطی و فناوری های متاورسی را به صورت یکپارچه تبیین کند، ارائه نشده است. هدف پژوهش: هدف این پژوهش، صورت بندی نظریه طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی به عنوان چارچوبی مفهومی برای تفسیر شهرهای آینده است. روش شناسی: این پژوهش از نظر هدف بنیادی، از نظر ماهیت نظریه پردازانه و با رویکرد کیفی انجام شده است. داده ها از طریق مطالعه ی اسنادی، مرور نظام مند منابع علمی و تحلیل تطبیقی نظریه های طراحی شهری گردآوری شده اند و با استفاده از روش سنتز مفهومی، مفاهیم کلیدی استخراج، تحلیل و در قالب یک چارچوب نظری جدید سازمان دهی شده اند. یافته ها و بحث: یافته های پژوهش نشان داد که نظریه ی پیشنهادی بر چهار بنیان اصلی شامل انسان محوری، فرهنگ جغرافیایی، زیست محیطی بودن و فناوری متاورسی استوار بوده و در قالب ده بعد شامل انسان محوری، فرهنگ جغرافیایی، زیست محیطی، امنیت، عدالت فضایی، حکمرانی، اقتصاد، زیرساخت، تحرک و فناوری متاورسی تبیین می شود. نتایج بیانگر آن است که این ابعاد به صورت شبکه ای و وابسته به یکدیگر عمل می کنند و پایداری و کارآمدی شهرهای آینده در گرو تعامل متوازن میان آن ها است. همچنین مشخص شد که در این نظریه، فناوری متاورسی نه به عنوان هدف توسعه، بلکه به عنوان ابزاری برای ارتقای کیفیت زندگی، تقویت مشارکت شهروندان، حفظ هویت مکانی، تحقق عدالت فضایی، بهبود حکمرانی و افزایش پایداری محیطی ایفای نقش می کند. این یافته ها نشان می دهد که طراحی شهری در عصر متاورس نیازمند گذار از رویکردهای صرفاً فناوری محور به چارچوبی انسان محور، فرهنگ پایه و زیست محیطی است. نتیجه گیری: نظریه ی تار عنکبوتی طراحی شهری متاورسی با پیوند شبکه ای ابعاد انسانی، فرهنگی، زیست محیطی و فناوریانه، چارچوبی نوین برای طراحی شهرهای آینده فراهم می کند.
نکات برجسته: - ارائه ی «نظریه ی تار عنکبوتی طراحی شهری متاورسی» به عنوان چارچوبی نوین برای یکپارچه سازی ابعاد انسانی، فرهنگی، زیست محیطی و فناوریانه در طراحی شهرهای آینده. - تبیین ساختار نظری مبتنی بر چهار بنیان اصلی و ده بعد کلیدی که روابط شبکه ای میان مؤلفه های طراحی شهری را در محیط های فیزیکی-مجازی نشان می دهد. - ارائه ی چارچوبی مفهومی برای توسعه مطالعات نظری و هدایت سیاست گذاری و طراحی شهرهای متاورسی، هوشمند، انسان محور، فرهنگ پایه و پایدار.	ارجاع به این مقاله: زینالی عظیم، علی. (۱۴۰۵). نظریه ی تار عنکبوتی طراحی شهری متاورسی. هنر مدیریت سبز، ۲ (۴)، ۵۲-۷۸. 10.30480/agm.2026.6262.1055
این مقاله به صورت دسترسی باز و با مجوز استفاده است. ©2024, UST. All rights reserved.	DOI: 10.30480/agm.2026.6262.1055 OPEN ACCESS URL: https://agm.journal.art.ac.ir/article_1517.html

تحولات شتابان فناوری‌های دیجیتال در دو دهه‌ی اخیر، ماهیت شهرها و شیوه برنامه‌ریزی، طراحی و مدیریت آن‌ها را با تغییرات بنیادین مواجه ساخته است. گسترش هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، کلان‌داده‌ها، رایانش ابری، دوقلوهای دیجیتال و به‌ویژه متاورس، موجب شده است که مرز میان فضای فیزیکی و فضای مجازی به‌تدریج کمرنگ شود و مفهوم شهر از یک ساختار صرفاً کالبدی به سامانه‌ای پویا، چندلایه و مبتنی بر تعاملات هم‌زمان انسانی و دیجیتال تحول یابد (Batty, 2024; Goodchild et al., 2024). در چنین شرایطی، طراحی شهری دیگر تنها به سازمان‌دهی کالبدی فضاها محدود نیست، بلکه باید بتواند ارتباط میان انسان، فناوری، فرهنگ، محیط‌زیست و حکمرانی شهری را در قالب یک نظام منسجم و پویا تبیین کند. ازاین‌رو، بازاندیشی در مبانی نظری طراحی شهری و توسعه‌ی چارچوب‌هایی که بتوانند پاسخگوی نیازهای شهرهای آینده باشند، به یکی از مهم‌ترین موضوعات پژوهشی در مطالعات شهری تبدیل شده است (Supianto et al., 2024; Peldon et al., 2024).

در طول بیش از یک قرن گذشته، نظریه‌های متعددی برای تبیین ساختار، سازمان فضایی و آینده شهرها ارائه شده است. نظریه‌هایی همچون باغ‌شهر، شهر صنعتی، شهر کارکردگرا، شهر سرزنده، حق به شهر، جامعه‌ی شبکه‌ای، شهر خلاق، شهر پایدار و در سال‌های اخیر شهر هوشمند، هر یک کوشیده‌اند بخشی از مسائل شهرهای معاصر را تحلیل و برای آن راهکار ارائه کنند. برخی از این دیدگاه‌ها بر سازمان کالبدی شهر و نظم فضایی تأکید داشته‌اند، برخی دیگر بر عدالت اجتماعی، هویت، مشارکت شهروندان، پایداری محیطی یا نقش فناوری‌های نوین تمرکز کرده‌اند. هر چند این نظریه‌ها سهم مهمی در تحول دانش طراحی شهری داشته‌اند، اما اغلب از منظر یک یا چند مؤلفه مشخص به شهر نگریسته‌اند و کمتر به برقراری ارتباط هم‌زمان میان ابعاد انسانی، فرهنگی، زیست‌محیطی و فناورانه پرداخته‌اند. در نتیجه، با پیچیده‌تر شدن ساختار شهرهای معاصر، نیاز به چارچوب‌هایی احساس می‌شود که بتوانند این ابعاد را به‌صورت یکپارچه و در تعامل با یک‌دیگر تبیین کنند (Hall & Tewdwr-Jones, 2020; LeGates et al., 2020; Carmona, 2021; UN-Habitat, 2022).

هم‌زمان، ظهور متاورس افق تازه‌ای را در مطالعات شهری گشوده است. متاورس صرفاً محیطی برای تعاملات مجازی یا توسعه‌ی خدمات دیجیتال نیست، بلکه بستری است که می‌تواند تجربه‌ی حضور، ادراک فضا، مشارکت شهروندان و شیوه‌ی بهره‌برداری از محیط‌های شهری را دگرگون سازد. از این منظر، شهر آینده تنها مجموعه‌ای از ساختمان‌ها، زیرساخت‌ها و سامانه‌های هوشمند نخواهد بود، بلکه محیطی خواهد بود که در آن واقعیت فیزیکی و مجازی در کنار یک‌دیگر عمل می‌کنند و داده، فرهنگ، محیط‌زیست و تجربه‌ی زیسته شهروندان به‌صورت هم‌زمان در فرآیند تصمیم‌گیری و طراحی نقش خواهند داشت. با وجود افزایش پژوهش‌ها درباره‌ی متاورس، بخش عمده‌ی این مطالعات بر جنبه‌های فناورانه، اقتصادی یا زیرساختی متمرکز بوده و کمتر به ظرفیت آن برای توسعه‌ی نظریه‌های طراحی شهری پرداخته‌اند (Lee et al., 2021; Mayer & Weinberger, 2021; Wang et al., 2023; Yaqoob et al., 2024).

از سوی دیگر، تجربه‌ی شهرهای هوشمند نیز نشان داده است که اتکای صرف به فناوری، بدون توجه هم‌زمان به فرهنگ، هویت، عدالت فضایی، کیفیت محیط و نیازهای واقعی شهروندان، نمی‌تواند به ارتقای کیفیت زندگی شهری منجر شود. توسعه‌ی سامانه‌های هوشمند، اگرچه موجب افزایش کارایی مدیریت شهری شده است، اما در بسیاری از موارد نتوانسته است به مسائل بنیادینی همچون احساس تعلق، تعاملات اجتماعی، هویت مکانی، پایداری محیطی و مشارکت واقعی شهروندان پاسخ دهد. این وضعیت نشان می‌دهد که مسئله‌ی اصلی آینده‌ی شهرها نه صرفاً توسعه‌ی فناوری، بلکه چگونگی ایجاد تعادل میان فناوری، انسان، فرهنگ و محیط‌زیست است؛ موضوعی که هنوز در قالب یک چارچوب نظری منسجم در حوزه‌ی طراحی شهری نیازمند تبیین و توسعه است (Caragliu et al., 2011; Greenfield, 2013; Cardullo & Kitchin, 2017; Mora et al., 2019; Bibri & Krogstie, 2017; Angelidou, 2015; Alam & Newman, 2018; Calzada, 2021).

بر همین اساس، پژوهش حاضر با هدف ارائه‌ی نظریه‌ی تار عنکبوتی طراحی شهری متاورسی انجام شده است. این نظریه، شهر را سامانه‌ای پویا، شبکه‌ای و درهم‌تنیده از روابط انسانی، فرهنگی، زیست‌محیطی و فناورانه می‌داند که پایداری آن در گرو تعامل مستمر این ابعاد با یک‌دیگر است. در این چارچوب، تلاش شده است با بهره‌گیری انتقادی از دستاوردهای نظریه‌های پیشین و با توجه به تحولات عصر متاورس، صورت‌بندی نظری جدیدی برای طراحی شهری ارائه شود که بتواند مبنایی مفهومی برای تحلیل و طراحی شهرهای آینده فراهم آورد و زمینه‌ی توسعه‌ی ادبیات نظری این حوزه را گسترش دهد.

۲- مبانی نظری

در این بخش، مهم‌ترین مبانی نظری مرتبط با پژوهش به‌منظور تبیین چارچوب مفهومی نظریه پژوهش بررسی می‌شود. ابتدا نظریه‌های کلاسیک طراحی شهری و اصول و مؤلفه‌های آن‌ها مورد مطالعه قرار می‌گیرد، سپس رویکردهای انتقادی و نظریه‌های شبکه‌ای به‌عنوان دیدگاه‌های نوین در تحلیل فضاهای شهری تبیین می‌شوند. در ادامه، با بررسی مفاهیم شهر هوشمند، دوقلوهای دیجیتال و متاورس، ظرفیت‌ها و محدودیت‌های رویکردهای موجود تحلیل شده و ضرورت ارائه یک نظریه نوین برای طراحی شهری در عصر متاورس تشریح می‌شود. این مبانی نظری، زمینه لازم را برای استخراج مفاهیم کلیدی و تدوین چارچوب نظری پژوهش فراهم می‌کنند.

۲-۱- نظریه‌های کلاسیک طراحی شهری

اندیشه‌های کلاسیک طراحی شهری در اواخر قرن نوزدهم و نیمه‌ی نخست قرن بیستم، در واکنش به پیامدهای انقلاب صنعتی، رشد شتابان شهرنشینی، آلودگی محیط، تراکم جمعیت و نابسامانی‌های کالبدی شکل گرفتند. در این دوره، شهر عمدتاً به‌عنوان مسئله‌ای کالبدی و مدیریتی تلقی می‌شد و نظریه‌پردازان می‌کوشیدند با ارائه‌ی الگوهای برای سازمان فضایی، کیفیت محیط شهری را ارتقا دهند. هر چند این نظریه‌ها بنیان بسیاری از اصول طراحی شهری را شکل دادند، اما بیشتر بر نظم کالبدی، عملکرد و ساماندهی فضا تأکید داشتند و ابعاد اجتماعی، فرهنگی و مشارکتی در آن‌ها کمتر مورد توجه قرار گرفت (Howard, 1902; Geddes, 1915).

نخستین نظریه اثرگذار در این زمینه، باغ‌شهر ابنزر هاوارد بود که با هدف ایجاد تعادل میان شهر و طبیعت، تمرکززدایی از کلان‌شهرها و بهبود کیفیت زندگی ارائه شد. هاوارد پیشنهاد کرد شهرها در مقیاس محدود، همراه با کمربند سبز و توزیع متعادل سکونت، اشتغال و خدمات توسعه یابند تا آثار منفی شهر صنعتی کاهش یابد. این نظریه اگرچه تأثیر عمیقی بر برنامه‌ریزی شهری قرن بیستم گذاشت، اما در اجرا اغلب به گسترش توسعه‌ی پراکنده و افزایش وابستگی به حمل‌ونقل شخصی انجامید و اهداف اجتماعی اولیه آن به‌طور کامل تحقق نیافت (Howard, 1902; Hall & Tewdwr-Jones, 2020).

هم‌زمان، پاتریک گدس شهر را موجودیتی زنده و وابسته به ویژگی‌های جغرافیایی، تاریخی و فرهنگی هر منطقه دانست. اصل «بررسی پیش از طرح» در اندیشه او بیانگر آن بود که هر گونه مداخله‌ی شهری باید بر پایه‌ی شناخت بستر طبیعی و اجتماعی انجام گیرد. این دیدگاه، زمینه‌ی ورود مفاهیم جغرافیا، فرهنگ و بوم‌شناسی به مطالعات شهری را فراهم کرد و بعدها بر بسیاری از نظریه‌های توسعه پایدار و منطقه‌گرایی اثر گذاشت (Geddes, 1915; Mumford, 1961).

در مقابل، تونی گارنیه و لوکوربوزیه با تأکید بر عقلانیت فنی، نظم هندسی و تفکیک عملکردهای شهری، شهر را نظامی کارکردگرا و قابل کنترل معرفی کردند. شهر صنعتی گارنیه و شهر درخشان لوکوربوزیه، هر دو بر تفکیک کاربری‌ها، حرکت روان وسایل نقلیه و استفاده از فناوری‌های نوین ساختمانی استوار بودند. اگرچه این دیدگاه‌ها در بهبود بهداشت شهری، نورگیری و سازمان فضایی نقش مهمی داشتند، اما جدایی عملکردها، کاهش تنوع فضایی و تضعیف حیات اجتماعی، از مهم‌ترین پیامدهای آن‌ها به‌شمار می‌رود (Garnier, 1917; Le Corbusier, 1935).

از دهه‌ی ۱۹۶۰، نقدهای گسترده‌ای نسبت به شهرسازی مدرن مطرح شد. لوئیس مامفورد شهر را نهادی فرهنگی و اجتماعی دانست و معتقد بود فناوری زمانی ارزشمند است که در خدمت رشد انسانی و حیات مدنی قرار گیرد، نه آنکه به ابزاری برای سلطه بر شهر تبدیل شود (Mumford, 1961). جین جیکوبز نیز با نقد طرح‌های نوسازی شهری، خیابان را مهم‌ترین عرصه‌ی تعاملات اجتماعی معرفی کرد و بر تنوع کاربری، حضور مستمر شهروندان و نظارت طبیعی به‌عنوان عوامل اصلی سرزندگی و امنیت شهری تأکید نمود (Jacobs, 1961). در ادامه، کوین لینچ با طرح مفهوم خوانایی شهر نشان داد که کیفیت محیط شهری به نحوه‌ی ادراک و تصویر ذهنی شهروندان از فضا وابسته است و عناصر کالبدی زمانی موفق‌اند که امکان جهت‌یابی، هویت‌یابی و شکل‌گیری تعلق مکانی را فراهم کنند (Lynch, 1960). همچنین کریستوفر الکساندر در نظریه‌ی «زبان الگوها» بیان کرد که کیفیت محیط شهری حاصل ارتباط هماهنگ میان الگوهای فضایی و نیازهای انسانی است و طراحی شهری باید بر روابط میان اجزای محیط استوار باشد، نه صرفاً بر فرم کالبدی (Alexander et al., 1977). اسکار نیومن نیز با نظریه‌ی فضای دفاع‌پذیر، رابطه‌ی میان سازمان فضایی، قلمروپذیری و امنیت را تبیین کرد و نشان داد که طراحی مناسب می‌تواند بر کاهش جرایم و افزایش احساس امنیت مؤثر باشد (Newman, 1972).



در مجموع، نظریه‌های کلاسیک طراحی شهری پایه‌های علمی این رشته را بنیان نهادند و مفاهیمی همچون نظم فضایی، خوانایی، هویت، امنیت، ارتباط شهر و طبیعت و کیفیت محیط را وارد ادبیات طراحی شهری کردند. با این حال، این نظریه‌ها عمدتاً پیش از ظهور فناوری‌های دیجیتال، شبکه‌های اطلاعاتی و محیط‌های مجازی شکل گرفته‌اند؛ از این رو، پاسخ‌گویی آن‌ها به مسائل نوین شهرهای هوشمند و متاورسی محدود است و همین موضوع زمینه را برای شکل‌گیری رویکردهای انتقادی و سپس نظریه‌های معاصر فراهم ساخت.

۲-۲- نظریه‌های انتقادی و شبکه‌ای در طراحی شهری

از دهه‌ی ۱۹۶۰ به بعد، هم‌زمان با گسترش شهرنشینی، جهانی‌شدن اقتصاد، افزایش نابرابری‌های اجتماعی و پیچیده‌تر شدن ساختار شهرها، رویکردهای کلاسیک طراحی شهری با نقدهای جدی مواجه شدند. مهم‌ترین انتقاد آن بود که این نظریه‌ها شهر را عمدتاً به عنوان ساختاری کالبدی و قابل کنترل تلقی می‌کردند، درحالی‌که شهر معاصر حاصل برهم‌کنش مستمر روابط اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی، سیاسی و فضایی است. بر همین اساس، جریان‌های انتقادی کوشیدند طراحی شهری را از تمرکز صرف بر سازمان فضایی به سوی مفاهیمی همچون عدالت فضایی، حق شهروندی، مشارکت عمومی، هویت مکان، شبکه‌های اجتماعی و پیچیدگی نظام‌های شهری سوق دهند (Lefebvre, 1991; Harvey, 2012). در میان این اندیشه‌ها، آنری لوفور جایگاه ویژه‌ای دارد. وی در نظریه «تولید فضا» استدلال می‌کند که فضای شهری محصول روابط اجتماعی است و نه صرفاً نتیجه مداخلات کالبدی. از دیدگاه او، فضا همواره تحت تأثیر ساختارهای قدرت، سیاست، اقتصاد و فرهنگ شکل می‌گیرد و بنابراین نمی‌توان آن را پدیده‌ای خنثی تلقی کرد. لوفور با طرح مفهوم «حق به شهر» بیان می‌کند که شهروندان باید در تولید، مدیریت و بازآفرینی فضای شهری مشارکت داشته باشند و نقش آنان تنها به مصرف‌کنندگان فضا محدود نشود. این دیدگاه، مفهوم مشارکت را از سطح مشورت‌های مدیریتی فراتر برده و آن را به یکی از بنیان‌های نظری عدالت فضایی تبدیل می‌کند (Lefebvre, 1991). دیوید هاروی با توسعه‌ی اندیشه‌های لوفور، رابطه‌ی میان سرمایه، قدرت و تولید فضای شهری را تبیین کرد. وی معتقد است بخش قابل توجهی از نابرابری‌های فضایی، نتیجه‌ی تمرکز سرمایه و تخصیص نامتوازن منابع شهری است و بدون بازتوزیع عادلانه امکانات، تحقق توسعه‌ی پایدار شهری امکان‌پذیر نخواهد بود. از این منظر، کیفیت طراحی شهری تنها به سازمان کالبدی وابسته نیست، بلکه به نحوه‌ی توزیع فرصت‌ها، خدمات و امکانات نیز ارتباط دارد. هاروی، عدالت فضایی را یکی از مهم‌ترین معیارهای ارزیابی سیاست‌های شهری معرفی می‌کند (Harvey, 2012).

هم‌زمان، یورگن هابرماس با نظریه‌ی کنش ارتباطی، نقش گفت‌وگو، مشارکت عمومی و عقلانیت ارتباطی را در تصمیم‌گیری‌های شهری برجسته ساخت. وی بر این باور است که توسعه‌ی شهری زمانی مشروع و پایدار خواهد بود که فرایند تصمیم‌گیری از طریق تعامل آزاد میان شهروندان، نهادهای عمومی و مدیران شهری شکل گیرد. این رویکرد، مبنای بسیاری از نظریه‌های برنامه‌ریزی مشارکتی و حکمرانی شهری در دهه‌های اخیر بوده است (Habermas, 1984). تحولات فناورانه و جهانی‌شدن نیز زمینه شکل‌گیری نظریه‌های شبکه‌ای را فراهم ساخت. مانوئل کاستلز با نظریه‌ی «جامعه‌ی شبکه‌ای» نشان داد که سازمان فضایی شهرهای معاصر بیش از هر زمان دیگری تحت تأثیر جریان اطلاعات، سرمایه، فناوری و ارتباطات جهانی قرار گرفته است. وی مفهوم «فضای جریان‌ها» را در برابر «فضای مکان‌ها» مطرح کرد و بیان نمود که شبکه‌های اطلاعاتی به یکی از مهم‌ترین عوامل سازمان‌دهنده‌ی شهرهای امروز تبدیل شده‌اند. با این حال، وی هشدار می‌دهد که گسترش این شبکه‌ها در صورت نبود دسترسی برابر، می‌تواند شکاف‌های اجتماعی و دیجیتال را تشدید کند (Castells, 2010). در ادامه، ساسکیا ساسن با نظریه‌ی «شهر جهانی» نشان داد که تمرکز اقتصاد جهانی در تعداد محدودی از شهرها، ضمن افزایش ظرفیت‌های اقتصادی، موجب شکل‌گیری اشکال جدیدی از نابرابری، حذف اجتماعی و تضعیف هویت‌های محلی شده است (Sassen, 2001). از سوی دیگر، زیگمونت باومن در نظریه‌ی «مدرنیته‌ی سیال» بیان می‌کند که گسترش فناوری، جهانی‌شدن و تحرک سرمایه، روابط انسانی را ناپایدارتر کرده و احساس تعلق مکانی را نسبت به گذشته کاهش داده است (Bauman, 2000). همچنین ریچارد فلوریدا با نظریه «طبقه خلاق» نقش سرمایه انسانی و نوآوری را در توسعه شهری برجسته ساخت، اما پژوهش‌های بعدی نشان دادند که این رویکرد در بسیاری از شهرها به افزایش قیمت زمین، خروج اقشار کم‌درآمد و تشدید شکاف اجتماعی منجر شده است (Florida, 2002).

در سال‌های اخیر، نظریه‌های پیچیدگی نیز جایگاه مهمی در مطالعات طراحی شهری یافته‌اند. یوهانس پورتوگالی شهر را سامانه‌ای خودسازمان‌ده معرفی می‌کند که رفتار آن از تعامل میان اجزای متعدد شکل می‌گیرد و نمی‌توان آن را با مدل‌های خطی توضیح داد (Portugali, 2011). همچنین استیون مارشال معتقد است کیفیت عملکرد شهر بیش از آنکه به ویژگی اجزای



منفرد وابسته باشد، به نحوه‌ی ارتباط و سازمان‌یافتگی شبکه‌های شهری بستگی دارد (Marshall, 2012). این دیدگاه‌ها زمینه نظری مناسبی برای تحلیل ساختارهای شبکه‌ای در شهرهای معاصر فراهم کرده‌اند. در مجموع، نظریه‌های انتقادی و شبکه‌ای، نگاه طراحی شهری را از سازمان‌دهی صرف کالبد به سوی عدالت فضایی، مشارکت شهروندی، هویت، روابط قدرت و پیچیدگی نظام‌های شهری سوق داده‌اند. با وجود ارزش نظری این دیدگاه‌ها، بیشتر آن‌ها پیش از ظهور فناوری‌هایی مانند اینترنت اشیا، دوقلوهای دیجیتال، هوش مصنوعی و متاورس شکل گرفته‌اند؛ از این رو، هنوز چارچوبی ارائه نمی‌کنند که بتواند تعامل هم‌زمان میان انسان، فرهنگ جغرافیایی، محیط‌زیست و فضاهای فیزیکی-مجازی را در قالب یک نظریه منسجم طراحی شهری تبیین کند. این خلأ، زمینه را برای بررسی نظریه‌های شهر هوشمند و سپس ظرفیت‌های متاورس در طراحی شهری فراهم می‌سازد.

۳-۲- شهر هوشمند، متاورس و ضرورت ارائه نظریه‌ای نوین در طراحی شهری

تحولات شتابان فناوری‌های دیجیتال در دو دهه‌ی اخیر، مفهوم شهر را از یک ساختار صرفاً کالبدی به سامانه‌ای هوشمند، داده‌محور و متصل تبدیل کرده است. در این میان، رویکرد شهر هوشمند با بهره‌گیری از فناوری‌هایی نظیر اینترنت اشیا، هوش مصنوعی، رایانش ابری، کلان‌داده‌ها و سامانه‌های تصمیم‌یار، به یکی از مهم‌ترین الگوهای مدیریت و توسعه‌ی شهری تبدیل شد. هدف اصلی این رویکرد، ارتقای کارایی خدمات شهری، بهینه‌سازی مصرف منابع، افزایش کیفیت حکمرانی و بهبود تصمیم‌گیری بر پایه‌ی داده‌های لحظه‌ای است (Kominos, 2024; Albino et al., 2015). با وجود این، توسعه‌ی شهر هوشمند بیش از آنکه بر تجربه‌ی انسانی و کیفیت فضاهای شهری استوار باشد، عمدتاً بر زیرساخت‌های فناورانه، مدیریت داده و بهره‌وری عملکردی متمرکز بوده است. در سال‌های اخیر، پژوهشگران متعددی محدودیت‌های شهر هوشمند را مورد نقد قرار داده‌اند. هولندز معتقد است که بسیاری از شهرهای هوشمند، بیش از آنکه به ارتقای کیفیت زندگی شهروندان منجر شوند، به پروژه‌هایی فناورانه و اقتصادمحور تبدیل شده‌اند که در آن نقش شرکت‌های بزرگ فناوری و نظام‌های کنترل داده پررنگ‌تر از نقش شهروندان است (Hollands, 2008). همچنین سادوسکی و پاسکواله بیان می‌کنند که تمرکز بیش از حد بر گردآوری و تحلیل داده‌ها، می‌تواند زمینه شکل‌گیری نظارت فراگیر، کاهش حریم خصوصی و وابستگی تصمیم‌گیری‌های شهری به الگوریتم‌ها را فراهم سازد (Sadowski & Pasquale, 2015). از این منظر، اگرچه شهر هوشمند توانسته است بخشی از مسائل مدیریتی شهرها را حل کند، اما در پاسخ‌گویی به موضوعاتی مانند هویت فرهنگی، تجربه زیسته، تعاملات اجتماعی، عدالت فضایی و احساس تعلق مکانی با محدودیت‌هایی مواجه است.

هم‌زمان با این تحولات، گسترش فناوری‌های واقعیت مجازی، واقعیت افزوده، واقعیت ترکیبی، دوقلوهای دیجیتال و متاورس، افق تازه‌ای را در مطالعات شهری گشوده است. برخلاف شهر هوشمند که بیشتر بر مدیریت اطلاعات تمرکز دارد، متاورس بر تجربه‌ی حضور، تعامل و مشارکت در محیط‌های ترکیبی فیزیکی-مجازی تأکید می‌کند. در این رویکرد، شهروند تنها دریافت‌کننده‌ی خدمات نیست، بلکه می‌تواند در قالب محیط‌های سه‌بعدی تعاملی، در فرآیند طراحی، ارزیابی و مدیریت فضاهای شهری نیز مشارکت داشته باشد. از این منظر، متاورس نه صرفاً یک فناوری، بلکه بستری برای بازتعریف تجربه‌ی مکان، ارتباطات اجتماعی و تعامل میان انسان و محیط شهری محسوب می‌شود (Hajrasouliha, 2024; Argota Sánchez-Vaquerizo, 2025). با وجود ظرفیت‌های قابل توجه متاورس، پژوهش‌های موجود عمدتاً بر توسعه‌ی زیرساخت‌های فنی، معماری سیستم‌ها، کاربردهای صنعتی و مسائل اقتصادی آن متمرکز بوده‌اند و کمتر به پیامدهای نظری آن در حوزه‌ی طراحی شهری پرداخته‌اند. مرور ادبیات نشان می‌دهد که تا کنون چارچوب نظری جامعی برای تبیین نقش متاورس در بازآفرینی مفاهیم بنیادین طراحی شهری، از جمله هویت مکان، فرهنگ جغرافیایی، عدالت فضایی، کیفیت محیط و تعاملات اجتماعی ارائه نشده است. افزون بر این، بسیاری از مطالعات، متاورس را صرفاً ادامه‌ای از شهر هوشمند تلقی کرده‌اند، درحالی‌که ظرفیت‌های آن فراتر از بهبود مدیریت شهری بوده و می‌تواند شیوه‌ی ادراک، تجربه و استفاده از فضاهای شهری را نیز متحول سازد (Mazetto, 2024). از سوی دیگر، توسعه‌ی محیط‌های متاورسی بدون توجه به ویژگی‌های فرهنگی، اقلیمی و اجتماعی هر منطقه، می‌تواند به یکنواختی فضایی، تضعیف هویت محلی و بازتولید نابرابری‌های دیجیتال منجر شود. بنابراین، بهره‌گیری از متاورس در طراحی شهری نیازمند چارچوبی نظری است که بتواند میان ظرفیت‌های فناوری، ویژگی‌های جغرافیایی، ملاحظات زیست‌محیطی و نیازهای انسانی تعادل برقرار کند. در چنین شرایطی، صرف توسعه فناوری پاسخگوی مسائل شهرهای آینده نخواهد بود، بلکه لازم است فناوری در خدمت ارتقای کیفیت تجربه شهری، حفظ تنوع فرهنگی و پایداری محیطی قرار گیرد.

بر این اساس، پژوهش حاضر متاورس را جایگزین شهر هوشمند نمی‌داند، بلکه آن را مرحله‌ای تکاملی در تحول نظریه‌های طراحی شهری تلقی می‌کند؛ مرحله‌ای که می‌تواند کاستی‌های رویکردهای صرفاً داده‌محور را با تأکید بر انسان، فرهنگ جغرافیایی و محیط‌زیست جبران کند. از این منظر، خلأ اصلی ادبیات موجود، نبود نظریه‌ای است که این چهار بعد را در قالب یک نظام مفهومی منسجم به یک‌دیگر پیوند دهد. نظریه‌ی طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی، با تکیه بر همین خلأ، تلاش می‌کند چارچوبی نظری برای هم‌زیستی انسان، فناوری، فرهنگ و محیط‌زیست در شهرهای عصر متاورس ارائه کند.

۳- روش پژوهش

این پژوهش از نظر هدف، بنیادی و از نظر ماهیت، نظریه‌پردازانه است. رویکرد پژوهش کیفی بوده و بر پایه‌ی مطالعه‌ی اسنادی، مرور نظام‌مند ادبیات و سنتز مفهومی انجام شده است. هدف پژوهش، آزمون یک نظریه موجود نیست، بلکه تدوین و صورت‌بندی یک نظریه‌ی جدید در حوزه‌ی طراحی شهری با تأکید بر تعامل میان انسان، فرهنگ جغرافیایی، محیط‌زیست و فناوری‌های متاورسی است. منابع علمی مرتبط با نظریه‌های طراحی شهری، برنامه‌ریزی شهری، شهر هوشمند، شهر پایدار، نظریه‌های انتقادی، نظریه‌های شبکه‌ای، دوقلوهای دیجیتال و متاورس مورد توجه قرار گرفته است. به‌منظور شناسایی منابع مرتبط، جستجوی نظام‌مند در پایگاه‌های اطلاعاتی اسکوپوس، وب آو ساینس، ساینس‌دایرکت، اشپرنگر، تیلور و فرانسیس آنلاین، کتابخانه آنلاین وایلی، آی‌تریپل‌ای اکسپلور و گوگل اسکالر انجام شد. جستجو با استفاده از ترکیبی از کلیدواژه‌های «طراحی شهری»، «برنامه‌ریزی شهری»، «متاورس»، «دوقلوهای دیجیتال»، «شهر هوشمند»، «شهر پایدار»، «انسان‌محوری» و «فرهنگ جغرافیایی» با بهره‌گیری از عملگرهای منطقی AND و OR صورت گرفت. لازم به ذکر است که منابع منتشر شده در بازه‌ی زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۶ مورد بررسی قرار گرفتند.

جدول ۱- تعداد منابع استخراج‌شده از پایگاه‌های اطلاعاتی

تعداد منابع	پایگاه اطلاعاتی
۲۵۴	اسکوپوس
۲۱۱	وب آو ساینس
۱۸۶	ساینس‌دایرکت
۱۴۳	اشپرنگرلینک
۱۰۸	تیلور و فرانسیس آنلاین
۹۶	کتابخانه آنلاین وایلی
۸۲	آی‌تریپل‌ای اکسپلور
۲۴۴	گوگل اسکالر
۱۳۲۴	جمع

جدول ۲- توزیع موضوعی منابع نهایی مورد استفاده در سنتز مفهومی

حوزه موضوعی	تعداد منابع	درصد از کل
طراحی شهری	۹	۲۱,۴
برنامه‌ریزی شهری	۶	۱۴,۳
شهر هوشمند	۵	۱۱,۹
شهر پایدار و محیط‌زیست	۵	۱۱,۹
متاورس	۸	۱۹,۰
دوقلوهای دیجیتال	۳	۷,۱
نظریه‌های شبکه‌ای	۳	۷,۱
نظریه‌های انتقادی و نظریه‌های معاصر شهر	۳	۷,۱
جمع کل	۴۲	۱۰۰

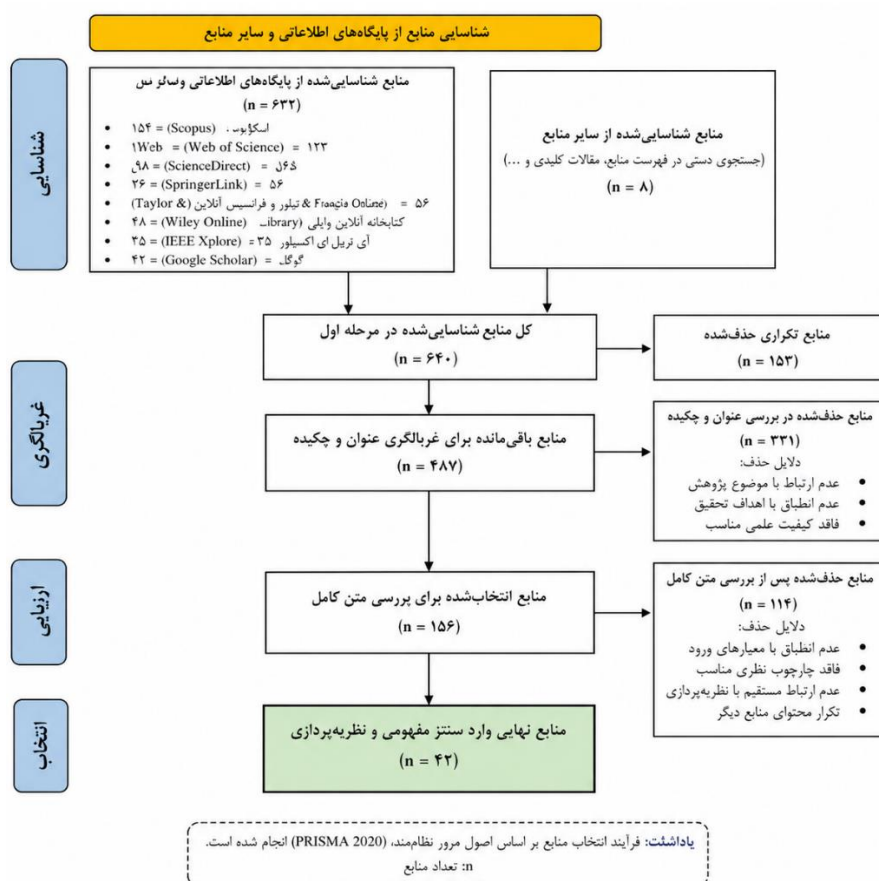


معیارهای ورود شامل ارتباط مستقیم با موضوع پژوهش، انتشار در منابع علمی معتبر، دسترسی به متن کامل و برخورداری از کیفیت علمی مناسب بود. همچنین منابع تکراری، مطالعات نامرتبط، منابع فاقد متن کامل و مطالعات فاقد ارزش نظری از فرآیند بررسی حذف شدند. در مرحله‌ی نخست، ۱۳۲۴ رکورد از پایگاه‌های اطلاعاتی شناسایی شد. پس از حذف ۳۴۷ رکورد تکراری، ۹۷۷ منبع برای غربالگری عنوان و چکیده باقی ماند. در این مرحله، ۷۴۱ منبع به دلیل عدم ارتباط با موضوع پژوهش، عدم انطباق با اهداف تحقیق یا کیفیت علمی نامناسب حذف و ۲۳۶ مقاله برای بررسی متن کامل انتخاب شد. پس از ارزیابی متن کامل، ۱۹۴ مقاله نیز به دلیل عدم انطباق با معیارهای ورود یا عدم ارتباط مستقیم با هدف پژوهش کنار گذاشته شد. در نهایت، ۴۲ منبع علمی واجد شرایط برای تحلیل نهایی، سنتز مفهومی و تدوین نظریه‌ی پژوهش انتخاب شدند. فرآیند شناسایی، غربالگری و انتخاب منابع مطابق با اصول مرور نظام‌مند انجام شد که در تصویر ۱ ارائه شده است. پس از انتخاب منابع نهایی، فرآیند نظریه‌پردازی در چهار مرحله انجام شد.

- در مرحله‌ی نخست، ادبیات نظری مرتبط با طراحی شهری، شهر هوشمند، متاورس، دوقلوهای دیجیتال و سایر نظریه‌های مرتبط به صورت نظام‌مند مطالعه و طبقه‌بندی شد.
- در مرحله‌ی دوم، نظریه‌های منتخب با استفاده از تحلیل تطبیقی و انتقادی بررسی شدند تا ظرفیت‌ها، محدودیت‌ها و خلأهای نظری آن‌ها شناسایی شود.
- در مرحله‌ی سوم، با بهره‌گیری از روش سنتز مفهومی، مفاهیم و مؤلفه‌های استخراج‌شده از منابع منتخب با یکدیگر تلفیق و چارچوب مفهومی اولیه نظریه تدوین شد. در مرحله‌ی چهارم، چارچوب مفهومی اولیه از نظر انسجام درونی، ارتباط میان مؤلفه‌ها و قابلیت تبیین نظری مورد بازبینی قرار گرفت و ساختار نهایی نظریه طراحی شهری تارعنکبوتی متاورسی صورت‌بندی شد.

به‌منظور افزایش قابلیت اعتماد پژوهش، از هم‌گرایی نظری استفاده شد؛ بدین معنا که یافته‌های حاصل از نظریه‌های کلاسیک، انتقادی، شبکه‌ای و فناوری‌محور به صورت هم‌زمان بررسی و با یکدیگر مقایسه شدند تا از اتکای پژوهش به یک دیدگاه خاص جلوگیری شود.

بررسی توزیع موضوعی منابع در جدول ۲ نشان می‌دهد که بیشترین سهم منابع نهایی به حوزه‌های طراحی شهری با ۲۱۰۴ درصد و متاورس با ۱۹۰۰ درصد اختصاص دارد که با هدف اصلی پژوهش در تدوین نظریه طراحی شهری تارعنکبوتی متاورسی هم‌راستا است. همچنین، منابع مرتبط با شهر هوشمند، شهر پایدار، دوقلوهای دیجیتال، نظریه‌های شبکه‌ای و نظریه‌های انتقادی به‌منظور ایجاد یک چارچوب میان‌رشته‌ای و تقویت بنیان نظری پژوهش مورد استفاده قرار گرفتند. این تنوع موضوعی امکان تلفیق نظام‌مند دیدگاه‌های مختلف و ارائه یک نظریه جامع در حوزه طراحی شهری عصر متاورس را فراهم ساخت. یک چارچوب میان‌رشته‌ای و تقویت بنیان نظری پژوهش مورد استفاده قرار گرفتند. این تنوع موضوعی امکان تلفیق نظام‌مند دیدگاه‌های مختلف و ارائه یک نظریه جامع در حوزه طراحی شهری عصر متاورس را فراهم ساخت.



تصویر ۱- فرآیند شناسایی و انتخاب منابع

۴- تحلیل مفهومی و ارائه‌ی نظریه

در این بخش، یافته‌های حاصل از بررسی و تحلیل نظریه‌های مختلف طراحی شهری به‌صورت تطبیقی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد تا ظرفیت‌ها، کاستی‌ها و خلأهای موجود در هر رویکرد شناسایی شود. بر پایه این تحلیل، چارچوبی نظری متناسب با تحولات فناوری و نیازهای نوین شهرهای معاصر، به‌ویژه در بستر متاورس، ارائه خواهد شد.

۴-۱- تحلیل مفهومی نظریه‌های طراحی شهری و شناسایی خلأهای نظری

تحول نظریه‌های طراحی شهری همواره بازتابی از تغییرات اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی و فناوری در جوامع بوده است. هر دوره با توجه به مسائل و نیازهای زمان خود، رویکردهای متفاوتی را برای سازماندهی فضاهای شهری ارائه کرده است. از نظریه‌های کلاسیک که بر نظم کالبدی، خوانایی و کیفیت فضایی تأکید داشتند تا رویکردهای انتقادی که به عدالت اجتماعی، مشارکت شهروندان و تنوع فرهنگی توجه کردند، هر یک بخشی از ابعاد پیچیده شهر را تبیین کرده‌اند. در سال‌های اخیر نیز با گسترش فناوری‌های دیجیتال، نظریه‌های مرتبط با شهر هوشمند و متاورس به‌عنوان نسل جدید اندیشه‌های طراحی شهری مطرح شده‌اند که مفهوم فضا، تعاملات انسانی و شیوه مدیریت شهر را دستخوش تحول کرده‌اند.

با وجود ارزش علمی هر یک از این رویکردها، بررسی تطبیقی آن‌ها نشان می‌دهد که هیچ‌یک به‌تنهایی قادر به پاسخ‌گویی کامل به چالش‌های شهرهای آینده نیستند. نظریه‌های کلاسیک اگرچه اصول ارزشمندی در زمینه کیفیت محیط و سازمان فضایی ارائه می‌کنند، اما نسبت به تحولات فناوری و فضاهای دیجیتال توجه محدودی دارند. در مقابل، رویکردهای انتقادی بر ابعاد اجتماعی و انسانی تأکید دارند، اما چارچوب مشخصی برای تلفیق این ارزش‌ها با فناوری‌های نوین ارائه نمی‌کنند. نظریه‌ی شهر هوشمند نیز بیشتر بر بهره‌گیری از فناوری اطلاعات، داده‌های کلان و هوشمندسازی خدمات شهری متمرکز است و در بسیاری از موارد به ابعاد فرهنگی، هویتی و کیفیت تجربه فضایی شهروندان کمتر می‌پردازد. از سوی دیگر، نظریه متاورس افق جدیدی برای شکل‌گیری فضاهای شهری مجازی و تعاملات دیجیتال ترسیم می‌کند، اما هنوز از نظر مبانی نظری، اصول طراحی،



ملاحظات اجتماعی و پیامدهای حقوقی و اخلاقی با ابهامات قابل توجهی مواجه است. این وضعیت نشان می‌دهد که میان نظریه‌های سنتی طراحی شهری و رویکردهای نوین مبتنی بر فناوری شکافی مفهومی وجود دارد. بخش قابل توجهی از مطالعات موجود، هر یک از این نظریه‌ها را به صورت مستقل بررسی کرده‌اند و کمتر پژوهشی به تلفیق نظام‌مند اصول طراحی شهری با قابلیت‌های محیط‌های هوشمند و متاورسی پرداخته است. در نتیجه، نیاز به ارائه‌ی چارچوبی نظری که بتواند ضمن حفظ ارزش‌های بنیادین طراحی شهری، ظرفیت‌های فناوری‌های نوظهور را نیز دربرگیرد، بیش از پیش احساس می‌شود. در پژوهش حاضر، تحلیل مفهومی نظریه‌های منتخب با هدف شناسایی این خلأها و استخراج عناصر مشترک و مکمل انجام شده است. این تحلیل نشان می‌دهد که نظریه‌ی پیشنهادی آینده باید بر ترکیب کیفیت فضایی، هویت شهری، مشارکت شهروندان، هوشمندی، انعطاف‌پذیری، تعامل میان فضای فیزیکی و مجازی و بهره‌گیری از فناوری‌های نوین استوار باشد. چنین رویکردی می‌تواند زمینه‌ی شکل‌گیری الگویی جامع برای طراحی شهری در عصر متاورس را فراهم کرده و پاسخگوی نیازهای شهرهای آینده باشد. جدول ۳ نیز بر اساس این تحلیل، نقاط قوت، محدودیت‌ها و میزان سهم هر یک از نظریه‌های بررسی‌شده در شکل‌گیری نظریه‌ی پیشنهادی را به صورت تطبیقی ارائه می‌کند. این جدول مبنای استخراج مؤلفه‌های اصلی چارچوب نظری پژوهش در بخش‌های بعدی خواهد بود.

جدول ۳- تحلیل تطبیقی نظریه‌های طراحی شهری و شناسایی خلأهای نظری

نظریه	ایده محوری	نقاط قوت	محدودیت‌ها	سهم در نظریه طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی
باغ شهر (هاوارد، ۱۹۰۲)	تعادل میان شهر و طبیعت	توجه به محیط‌زیست، فضای سبز و کیفیت زندگی	بی‌توجهی به فناوری، شبکه‌های شهری و پویایی اجتماعی	تقویت بعد زیست‌محیطی
شهر در حال تکامل (گدس، ۱۹۱۵)	پیوند شهر با بستر جغرافیایی و فرهنگی	توجه به اقلیم، فرهنگ و ساخت بستر	فقدان چارچوب عملی برای شهرهای دیجیتال	تقویت فرهنگ جغرافیایی مناطق
شهر صنعتی (گارنیه، ۱۹۱۷)	تفکیک عملکردهای شهری	نظم فضایی و کارایی عملکردی	کاهش تعاملات اجتماعی و انعطاف‌پذیری	استفاده محدود از اصول سازمان فضایی
شهر درخشان (لوکوربوزیه، ۱۹۳۵)	نظم هندسی و کارکردگرایی	ساماندهی کالبدی و بهداشت شهری	غلبه نگاه تکنوکراتیک و کاهش مقیاس انسانی	نقد رویکرد کالبدمحور
مرگ و زندگی شهرهای بزرگ (جیکوبز، ۱۹۶۱)	حیات اجتماعی خیابان	تعامل اجتماعی، سرزندگی و امنیت طبیعی	تمرکز بر مقیاس محلی و کم‌توجهی به فناوری	تقویت انسان‌محوری
تصویر شهر (لینچ، ۱۹۶۰)	خوانایی و ادراک فضایی	هویت مکان و تصویر ذهنی شهر	توجه محدود به تحولات دیجیتال	تقویت ادراک فضایی
زبان الگوها (الکساندر و همکاران، ۱۹۷۷)	الگوهای فضایی انسان‌محور	هماهنگی میان فرم و نیازهای انسانی	نبود ارتباط با محیط‌های مجازی	تقویت سازمان فضایی شبکه‌ای
حق به شهر و تولید فضا (لوفور، ۱۹۹۱)	عدالت فضایی و مشارکت شهروندان	مشارکت، حق شهروندی و تولید اجتماعی فضا	ارائه نکردن سازوکار فناوری	تقویت عدالت فضایی
جامعه‌ی شبکه‌ای (کاستلز، ۲۰۱۰)	شبکه‌های اطلاعات و ارتباطات	تبیین ساختار شبکه‌ای شهر	کم‌توجهی به هویت فرهنگی و محیط‌زیست	مبنای ساختار شبکه‌ای نظریه
شهر هوشمند (هولندز، ۲۰۰۸)	مدیریت داده‌محور شهر	افزایش بهره‌وری، هوشمندسازی و تصمیم‌گیری	غلبه فناوری بر انسان و فرهنگ	مبنای بعد فناوری

آلبینو و همکاران، (۲۰۱۵)				
متاورس شهری (حجر سلیحه، ۲۰۲۴؛ آرگوتا سانچز-واکریزو، ۲۰۲۵)	همزیستی فضای فیزیکی و مجازی	تجربه تعاملی، مشارکت و محیط‌های ترکیبی	فقدان چارچوب نظری جامع در طراحی شهری	مبنای فناوری متاورسی و همزیستی فیزیکی-مجازی

بررسی تطبیقی نظریه‌های طراحی شهری نشان می‌دهد که هر یک از رویکردهای موجود، بخشی از مسائل شهرهای معاصر را تبیین کرده‌اند، اما هیچ‌یک به‌تنهایی قادر به ایجاد پیوند هم‌زمان میان انسان، فرهنگ جغرافیایی، محیط‌زیست و فناوری‌های نوین نیستند. نظریه‌های کلاسیک عمدتاً بر سازمان کالبدی و عملکردی شهر تأکید داشته‌اند، نظریه‌های انتقادی بر عدالت فضایی، مشارکت و روابط اجتماعی متمرکز شده‌اند و رویکردهای شهر هوشمند و متاورس نیز بیشتر ظرفیت‌های فناورانه را توسعه داده‌اند. از این‌رو، خلأ اصلی ادبیات، نبود یک چارچوب نظری یک‌پارچه برای تلفیق این چهار حوزه است؛ خلأیی که مبنای شکل‌گیری نظریه طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی در پژوهش حاضر محسوب می‌شود.

۴-۲- سنتز مفهومی و استخراج مؤلفه‌های نظری

بررسی تطبیقی نظریه‌های طراحی شهری نشان داد که هیچ‌یک از رویکردهای موجود به‌تنهایی قادر به پاسخ‌گویی به پیچیدگی‌های شهرهای معاصر نیستند. هر نظریه، بخشی از ابعاد شهر را تبیین کرده است؛ برخی بر سازمان فضایی و ساختار کالبدی تأکید دارند، برخی عدالت اجتماعی و مشارکت شهروندان را محور قرار داده‌اند و گروهی دیگر نقش فناوری و شبکه‌های اطلاعاتی را برجسته ساخته‌اند. از این‌رو، دستیابی به چارچوبی جامع مستلزم آن بود که عناصر مؤثر هر نظریه، بدون تکرار یا تعارض مفهومی، در قالب یک نظام منسجم باز ترکیب شوند.

در این پژوهش، این فرآیند از طریق سنتز مفهومی انجام شد. در این مرحله، به‌جای گردآوری صرف دیدگاه‌ها، مفاهیم کلیدی هر نظریه‌ی استخراج، تحلیل و سپس براساس میزان هم‌پوشانی و مکمل بودن، در قالب مجموعه‌ای از مؤلفه‌های بنیادی سازمان‌دهی شدند. بدین ترتیب، هدف صرفاً ترکیب نظریه‌ها نبود، بلکه ایجاد ساختاری جدید بود که بتواند کاستی‌های رویکردهای پیشین را برطرف کند و تصویری جامع‌تر از طراحی شهری در عصر متاورس ارائه دهد. نتایج این تحلیل نشان داد که اندیشه‌های کلاسیک، به‌ویژه نظریه باغ‌شهر هاوارد و دیدگاه گدس، همچنان در تبیین رابطه شهر با طبیعت، اقلیم و ویژگی‌های جغرافیایی ارزشمند هستند و می‌توانند مبنای بعد زیست‌محیطی و فرهنگ جغرافیایی مناطق قرار گیرند. در مقابل، دیدگاه‌های جیکوبز، لینچ، الکساندر و نیومن اهمیت تجربه‌ی انسانی، خوانایی محیط، تعاملات اجتماعی و امنیت فضایی را برجسته می‌کنند و زیرساخت نظری بعد انسان‌محوری را شکل می‌دهند.

از سوی دیگر، نظریه‌های انتقادی لوفور و هاروی نشان می‌دهند که طراحی شهری بدون توجه به عدالت فضایی، مشارکت عمومی و حق شهروندان در تولید و استفاده از فضا، نمی‌تواند به توسعه‌ی پایدار منجر شود. همچنین نظریه‌ی جامعه‌ی شبکه‌ای کاستلز، مفهوم ارتباطات شبکه‌ای و جریان اطلاعات را وارد ادبیات طراحی شهری می‌کند و بستری برای فهم ساختارهای غیرخطی و پویا فراهم می‌آورد. این مؤلفه‌ها در نظریه‌ی پیشنهادی به‌عنوان عناصر پیونددهنده‌ی میان ابعاد مختلف شهر مورد استفاده قرار گرفتند.

در حوزه‌ی فناوری نیز تحلیل ادبیات نشان داد که شهر هوشمند، با وجود پیشرفت‌های قابل توجه در مدیریت داده، هوشمندسازی خدمات و تصمیم‌گیری مبتنی بر اطلاعات، هنوز عمدتاً در چارچوب بهره‌وری مدیریتی تعریف می‌شود و کمتر به تجربه‌ی زیسته شهروندان، هویت مکانی و تعاملات اجتماعی توجه دارد. در مقابل، متاورس ظرفیت آن را دارد که فضای فیزیکی و مجازی را در قالب محیطی تعاملی به یک‌دیگر پیوند دهد و مفهوم حضور، مشارکت و ادراک فضایی را بازتعریف کند. از این‌رو، فناوری در نظریه‌ی حاضر نه به‌عنوان هدف، بلکه به‌عنوان ابزاری برای تقویت کیفیت زندگی، ارتقای مشارکت و حفظ هویت فرهنگی در نظر گرفته شده است.

بر پایه‌ی این فرایند، چهار مؤلفه‌ی بنیادین شامل انسان‌محوری، فرهنگ جغرافیایی مناطق، زیست‌محیطی بودن و فناوری متاورسی به‌عنوان هسته‌ی اصلی نظریه انتخاب شدند. این چهار مؤلفه به‌صورت مستقل تعریف نشده‌اند، بلکه از طریق روابط متقابل و وابستگی درونی با یک‌دیگر عمل می‌کنند؛ به‌گونه‌ای که تغییر در هر یک از آن‌ها می‌تواند بر عملکرد سایر ابعاد نیز



اثرگذار باشد. این ویژگی، مبنای انتخاب الگوی تار عنکبوتی به عنوان استعاره ساختاری نظریه است؛ زیرا همانند تار عنکبوت، پایداری کل سیستم به ارتباط میان همه اجزا وابسته است و اختلال در یک بخش، کل ساختار را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بر این اساس، نظریه‌ی طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی حاصل کنار هم قرار دادن چند نظریه مستقل نیست، بلکه نتیجه بازآرایی و یکپارچه‌سازی مفاهیم منتخب در قالب چارچوبی جدید است که می‌کوشد میان انسان، محیط، فرهنگ و فناوری رابطه‌ای پویا، متوازن و هم‌افزا برقرار کند. این چارچوب، مبنای صورت‌بندی ابعاد و اصول نظریه پیشنهادی در بخش بعد را تشکیل می‌دهد.

جدول ۴- استخراج مؤلفه‌های نظری از سنتز مفهومی نظریه‌های طراحی شهری

نظریه	مفهوم استخراج‌شده	بعد نهایی نظریه
هاوارد	همزیستی شهر و طبیعت	زیست‌محیطی
گدس	فرهنگ و بستر جغرافیایی	فرهنگ جغرافیایی
جیکوبز + لینچ	تجربه زیسته و تعامل	انسان‌محوری
نیومن	امنیت	امنیت
لوفور + هاروی	عدالت فضایی	عدالت فضایی
هابرماس	مشارکت و حکمرانی	حکمرانی
فلوریدا	اقتصاد نوآوری	اقتصاد
الکساندر	سازمان فضایی	زیرساخت
کاستلز	شبکه و جابه‌جایی جریان‌ها	تحرک
شهر هوشمند + متاورس	فناوری‌های هوشمند و فضای ترکیبی	فناوری متاورسی

نتایج سنتز مفهومی ارائه‌شده در جدول ۴ نشان می‌دهد که نظریه‌ی طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی بر پایه‌ی اقتباس مستقیم از یک نظریه‌ی خاص شکل نگرفته، بلکه حاصل باز ترکیب هدفمند و نظام‌مند مفاهیم منتخب از جریان‌های مختلف اندیشه‌ی طراحی شهری است. در این فرآیند، هر نظریه بر اساس ظرفیت آن در تبیین یکی از ابعاد شهرهای معاصر مورد تحلیل قرار گرفت و تنها مؤلفه‌هایی انتخاب شدند که علاوه بر پشتوانه‌ی نظری، قابلیت تکمیل سایر مؤلفه‌ها را نیز داشته باشند. از این رو، مبنای استخراج ابعاد، هم‌پوشانی مفهومی، مکمل بودن دیدگاه‌ها و توانایی آن‌ها در پاسخ‌گویی به مسائل شهرهای عصر متاورس بوده است، نه صرفاً قدمت یا شهرت نظریه‌ها.

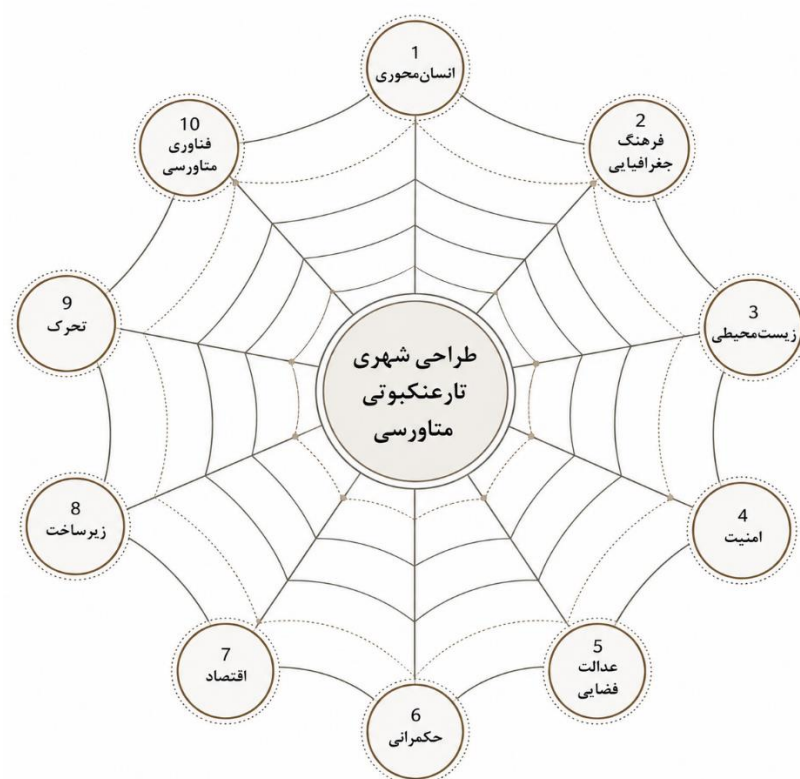
بررسی جدول ۴ نشان می‌دهد که نظریه‌های کلاسیک، به‌ویژه اندیشه‌های هاوارد و گدس، همچنان در تبیین ارتباط شهر با طبیعت، بستر جغرافیایی و ویژگی‌های فرهنگی مناطق دارای ظرفیت نظری قابل توجهی هستند. به‌همین دلیل، مؤلفه‌های استخراج‌شده از این دو نظریه، مبنای شکل‌گیری ابعاد زیست‌محیطی و فرهنگ جغرافیایی مناطق قرار گرفتند. در مقابل، دیدگاه‌های جیکوبز، لینچ و نیومن بیش از هر چیز بر کیفیت تجربه‌ی فضایی، تعاملات اجتماعی، امنیت و ادراک محیط تأکید دارند؛ از این رو، این مفاهیم در قالب بعد انسان‌محوری و امنیت شهری در نظریه‌ی پیشنهادی بازتعریف شدند.

در حوزه‌ی نظریه‌های انتقادی، تحلیل‌ها نشان داد که مفهوم «حق به شهر» لوفور، عدالت فضایی هاروی و مشارکت ارتباطی هابرماس، اگرچه از منظرهای متفاوتی به شهر می‌نگرند، اما همگی بر نقش فعال شهروندان در تولید و مدیریت فضا تأکید دارند. از این رو، این مفاهیم به‌صورت مستقل وارد مدل نشده‌اند، بلکه در قالب دو بعد عدالت فضایی و حکمرانی مشارکتی با یکدیگر تلفیق شدند. این تلفیق، ضمن حفظ بنیان نظری هر دیدگاه، از ایجاد هم‌پوشانی مفهومی و تکرار مؤلفه‌ها جلوگیری کرده است. همچنین، نظریه‌ی جامعه‌ی شبکه‌ای کاستلز و دیدگاه فلوریدا درباره اقتصاد خلاق، نشان دادند که شهر معاصر بدون درک جریان‌های اطلاعات، نوآوری، سرمایه‌ی انسانی و ارتباطات شبکه‌ای قابل تبیین نیست. به همین دلیل، مفاهیم استخراج‌شده از این نظریه‌ها به‌ترتیب در ابعاد تحرک و ارتباطات شبکه‌ای و اقتصاد شهری ادغام شدند. در ادامه، اصول سازمان فضایی الکساندر نیز به‌عنوان مبنایی برای بعد زیرساخت مورد استفاده قرار گرفت؛ زیرا انسجام شبکه فضایی، پیش‌نیاز عملکرد هماهنگ سایر ابعاد نظریه است.

در بخش فناوری، تحلیل ادبیات نشان داد که اگرچه رویکرد شهر هوشمند نقش مهمی در توسعه‌ی زیرساخت‌های دیجیتال، مدیریت داده و هوشمندسازی خدمات شهری داشته است، اما در بسیاری از موارد، فناوری را به هدف اصلی توسعه شهری تبدیل

کرده و به ابعاد فرهنگی، اجتماعی و تجربه‌ی زیسته شهروندان توجه کمتری داشته است. در مقابل، مطالعات متاورس نشان می‌دهد که این فناوری می‌تواند بستری برای هم‌زمانی حضور فیزیکی و مجازی، تعامل اجتماعی و بازآفرینی تجربه‌ی فضایی فراهم آورد. بر همین اساس، این پژوهش مؤلفه‌های شهر هوشمند و متاورس را به‌صورت تلفیقی در بعد فناوری متاورسی سازمان‌دهی کرده است؛ بدین معنا که فناوری نه به‌عنوان هدف، بلکه به‌عنوان ابزاری برای تقویت سایر ابعاد نظریه در نظر گرفته شده است.

در مجموع، تحلیل جدول ۴ نشان می‌دهد که ده بعد نهایی نظریه طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی نتیجه فرآیند سنتز مفهومی هستند، نه حاصل جمع مکانیکی نظریه‌های پیشین. هر بعد بر پایه‌ی پشتوانه‌ی نظری مشخصی شکل گرفته و در عین حال، در ارتباط متقابل با سایر ابعاد معنا پیدا می‌کند. از این رو، نظریه پیشنهادی نه جایگزین نظریه‌های پیشین، بلکه چارچوبی یکپارچه برای پیوند دادن نقاط قوت آن‌ها در پاسخ به نیازهای شهرهای عصر متاورس محسوب می‌شود. این ویژگی، مهم‌ترین تمایز نظریه حاضر با رویکردهای موجود است و مبنای ارائه‌ی مدل نهایی طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی در بخش بعد را تشکیل می‌دهد.



تصویر ۲- ساختار مفهومی نظریه طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی و روابط شبکه‌ای میان ابعاد اصلی آن

همان‌گونه که در تصویر ۲ مشاهده می‌شود، نظریه‌ی طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی بر پایه یک ساختار شبکه‌ای و درهم‌تنیده سازمان یافته است که در آن، «طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی» به‌عنوان هسته‌ی مرکزی نظریه قرار گرفته و ده بعد اصلی آن به‌صورت وابسته و متعامل پیرامون این هسته سازمان یافته‌اند. در این ساختار، ابعاد شامل انسان‌محوری، فرهنگ جغرافیایی، زیست‌محیطی، امنیت، عدالت فضایی، حکمرانی، اقتصاد، زیرساخت، تحرک و فناوری متاورسی به‌صورت مستقل عمل نمی‌کنند، بلکه از طریق پیوندهای شبکه‌ای بر یک‌دیگر اثر متقابل دارند. از این رو، تغییر در هر یک از ابعاد می‌تواند بر عملکرد سایر ابعاد و در نهایت بر کارایی کل نظام طراحی شهری تأثیر بگذارد.

انتخاب الگوی تار عنکبوت به‌عنوان استعاره‌ی ساختاری نظریه نیز بر همین مبنا صورت گرفته است. همانند تار عنکبوت که استحکام آن به اتصال هماهنگ تمامی رشته‌ها وابسته است، در نظریه‌ی پیشنهادی نیز پایداری، تاب‌آوری و کارآمدی شهر حاصل تعامل و هم‌افزایی میان تمامی ابعاد است و هیچ مؤلفه‌ای به‌تنهایی قادر به تحقق اهداف طراحی شهری نیست. در این چارچوب، فناوری متاورسی نقش پیونددهنده و تسهیل‌کننده ارتباط میان ابعاد مختلف را ایفا می‌کند، درحالی‌که انسان‌محوری،



فرهنگ جغرافیایی و ملاحظات زیست‌محیطی، جهت‌گیری ارزشی و محتوایی نظریه را تعیین می‌کنند. بر این اساس، تصویر ۱ نمایانگر مدل مفهومی اولیه نظریه و مبنای تبیین روابط میان ابعاد ده‌گانه در بخش‌های بعدی پژوهش است.

۴-۳- صورت‌بندی نظریه‌ی طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی

نتایج تحلیل مفهومی و سنتز نظریه‌های طراحی شهری نشان داد که شهرهای معاصر با وجود بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، همچنان با چالش‌هایی نظیر گسست میان انسان و محیط، کاهش هویت مکانی، نابرابری فضایی، آسیب‌پذیری زیست‌محیطی و ضعف در یکپارچگی تصمیم‌گیری مواجه هستند. بررسی نظریه‌های کلاسیک، انتقادی و فناوری‌محور نیز بیانگر آن بود که هر یک تنها بخشی از این مسائل را تبیین می‌کنند و هیچ‌یک به‌تنهایی قادر به ارائه‌ی چارچوبی جامع برای تبیین روابط هم‌زمان میان انسان، فرهنگ، محیط‌زیست و فناوری نیستند. بر همین اساس، این پژوهش با تلفیق نظام‌مند مفاهیم استخراج‌شده، نظریه‌ی طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی را به‌عنوان یک چارچوب مفهومی جدید صورت‌بندی می‌کند.

مبنای این نظریه، نگرش به شهر به‌عنوان سامانه‌ای شبکه‌ای، پویا، چندلایه و وابسته به روابط متقابل است؛ سامانه‌ای که پایداری و کارآمدی آن نه از عملکرد مستقل اجزاء، بلکه از کیفیت ارتباط میان آن‌ها حاصل می‌شود. در این چارچوب، شهر مجموعه‌ای از عناصر منفک نیست، بلکه شبکه‌ای زنده از ارتباطات انسانی، فرهنگی، کالبدی، زیست‌محیطی و فناورانه است که به‌صورت هم‌زمان بر یک‌دیگر اثر می‌گذارند. از این‌رو، هر گونه تغییر در یکی از ابعاد، پیامدهایی فراتر از همان حوزه داشته و می‌تواند تعادل کل نظام شهری را تحت تأثیر قرار دهد.

در نظریه‌ی حاضر، تار عنکبوت به‌عنوان یک استعاره‌ی مفهومی انتخاب شده است، نه صرفاً یک شکل هندسی. دلیل این انتخاب آن است که تار عنکبوت از ویژگی‌هایی هم‌چون یک‌پارچگی، انعطاف‌پذیری، انتقال سریع اثرات، وابستگی متقابل اجزاء و قابلیت بازتنظیمی برخوردار است؛ ویژگی‌هایی که با ماهیت شهرهای معاصر و نظام‌های پیچیده شهری هم‌خوانی دارد. همان‌گونه که در تار عنکبوت، گسست در یک رشته بر تعادل کل شبکه اثر می‌گذارد، در شهر نیز ضعف در هر بعد، پیامدهایی در سایر ابعاد ایجاد می‌کند. بنابراین، کارایی شهر نه به تقویت یک بخش، بلکه به حفظ تعادل میان تمامی اجزای شبکه وابسته است.

بر این اساس، نظریه طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی بر چهار مؤلفه‌ی بنیادین استوار است که هسته مفهومی نظریه را تشکیل می‌دهند. این مؤلفه‌ها عبارت‌اند از انسان‌محوری بودن، فرهنگ جغرافیایی مناطق، زیست‌محیطی بودن و فناوری متاورسی. انسان‌محوری، جهت‌گیری اصلی نظریه را تعیین می‌کند و تمامی تصمیمات طراحی شهری باید در نهایت به ارتقای کیفیت زندگی، افزایش تعاملات اجتماعی، تقویت احساس تعلق و بهبود تجربه‌ی زیسته شهروندان منجر شوند. فرهنگ جغرافیایی، نظریه را از الگوهای یکسان‌سازی شده متمایز ساخته و بر ضرورت انطباق طراحی شهری با ویژگی‌های اقلیمی، تاریخی، اجتماعی و فرهنگی هر منطقه تأکید می‌کند. بعد زیست‌محیطی نیز بر حفظ تعادل اکولوژیکی، کاهش فشار بر منابع طبیعی، افزایش تاب‌آوری شهری و توسعه کم‌کربن استوار است. در مقابل، فناوری متاورسی نقش بستر ارتباطی نظریه را بر عهده دارد و امکان هم‌زمانی تعاملات فیزیکی و مجازی، تصمیم‌گیری هوشمند و بازآفرینی تجربه فضایی را فراهم می‌سازد.

تعامل این چهار مؤلفه، زمینه شکل‌گیری ده بعد اصلی نظریه را فراهم می‌کند. این ابعاد شامل انسان‌محوری، فرهنگ جغرافیایی، زیست‌محیطی، امنیت، عدالت فضایی، حکمرانی، اقتصاد، زیرساخت، تحرک و فناوری متاورسی هستند. در این چارچوب، هیچ‌یک از ابعاد از جایگاه برتر نسبت به سایرین برخوردار نیستند و تمامی آن‌ها در قالب شبکه‌ای یکپارچه عمل می‌کنند. به‌همین دلیل، عملکرد هر بعد وابسته به کیفیت ارتباط آن با سایر ابعاد است و ارتقای یک حوزه بدون تقویت سایر حوزه‌ها، نمی‌تواند به بهبود عملکرد کلی شهر منجر شود.

تفاوت اساسی نظریه‌ی طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی با رویکردهای پیشین در آن است که فناوری را غایت توسعه شهری نمی‌داند، بلکه آن را ابزاری برای تحقق اهداف انسانی، فرهنگی و زیست‌محیطی تلقی می‌کند. در این چارچوب، متاورس جایگزین شهر واقعی نیست، بلکه لایه‌ای مکمل برای توسعه‌ی تعاملات، ارتقای مشارکت شهروندان، شبیه‌سازی سناریوهای طراحی، بهبود تصمیم‌گیری و تقویت کیفیت محیط شهری محسوب می‌شود. از این‌رو، نظریه‌ی حاضر از الگوی صرفاً داده‌محور شهر هوشمند فاصله گرفته و بر ایجاد تعادل میان فناوری، انسان و محیط تأکید می‌کند.

در نهایت، نظریه‌ی طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی، شهر آینده را نه به‌عنوان مجموعه‌ای از فناوری‌های پیشرفته، بلکه به‌عنوان شبکه‌ای هوشمند، انسان‌محور، فرهنگ‌پایه و زیست‌پذیر تعریف می‌کند که در آن، پایداری حاصل تعامل هماهنگ

تمامی ابعاد است. بر این اساس، مدل مفهومی ارائه شده می‌تواند مبنایی برای توسعه چارچوب‌های تصمیم‌گیری، برنامه‌ریزی و طراحی شهری در عصر متاورس باشد و زمینه را برای ارزیابی و کاربردپذیری نظریه در پژوهش‌های آینده فراهم سازد.

۴-۴- تبیین ابعاد نظریه طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی

صورت‌بندی نظریه‌ی طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی نشان داد که تحقق شهرهای آینده مستلزم توجه هم‌زمان به مجموعه‌ای از ابعاد به‌هم‌پیوسته است که هر یک بخشی از عملکرد کل نظام شهری را تبیین می‌کنند. بر خلاف بسیاری از نظریه‌های پیشین که یک یا چند مؤلفه را محور اصلی تحلیل قرار داده‌اند، در نظریه‌ی حاضر هیچ‌یک از ابعاد از جایگاه مستقل یا برتر برخوردار نیستند و تمامی آن‌ها در قالب یک شبکه تعاملی و وابسته به یک‌دیگر عمل می‌کنند. از این‌رو، پایداری و کارآمدی شهر نه نتیجه عملکرد یک بعد، بلکه حاصل هم‌افزایی میان تمامی ابعاد نظریه است. بر اساس نتایج سنتز مفهومی، ده بعد اصلی نظریه شامل انسان‌محوری، فرهنگ جغرافیایی مناطق، زیست‌محیطی، امنیت، عدالت فضایی، حکمرانی، اقتصاد، زیرساخت، تحرک و فناوری متاورسی هستند. انتخاب این ابعاد بر مبنای بیشترین تکرار مفهومی در ادبیات نظری، میزان اثرگذاری آن‌ها بر کیفیت محیط شهری و قابلیت ایجاد ارتباط میان فضای فیزیکی و مجازی صورت گرفته است. همچنین، این ابعاد به‌گونه‌ای انتخاب شده‌اند که بتوانند در کنار یک‌دیگر چارچوبی جامع برای طراحی شهری در عصر متاورس فراهم آورند.

۴-۴-۱- انسان‌محوری

انسان‌محوری، نقطه‌ی آغاز و هسته مرکزی نظریه طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی است. در این رویکرد، شهر پیش از آنکه مجموعه‌ای از زیرساخت‌ها، سامانه‌های هوشمند یا فناوری‌های دیجیتال باشد، محیطی برای زیستن، تعامل، یادگیری و تجربه‌ی روزمره انسان تلقی می‌شود. از این‌رو، ارزش هر مداخله در طراحی شهری نه با میزان پیشرفت فناوری، بلکه با تأثیری که بر کیفیت زندگی شهروندان، احساس تعلق، امنیت روانی، تعاملات اجتماعی و رضایت از محیط بر جای می‌گذارد، سنجیده می‌شود. نظریه‌ی حاضر با الهام از اندیشه‌های جیکوبز، لینچ، الکساندر و لوفور، بر این باور است که حضور فعال شهروندان مهم‌ترین عامل پویایی فضاهای شهری است. با این حال، انسان‌محوری در این نظریه صرفاً به حضور فیزیکی افراد در فضا محدود نمی‌شود، بلکه تجربه‌ی هم‌زمان حضور در محیط‌های واقعی و مجازی را نیز در بر می‌گیرد. بدین معنا که شهروندان می‌توانند از طریق بسترهای متاورسی در فرآیند طراحی، ارزیابی و مدیریت فضاهای شهری مشارکت کنند، پیامدهای طرح‌های پیشنهادی را پیش از اجرا مشاهده نمایند و در تصمیم‌گیری‌های شهری نقش مؤثرتری ایفا کنند.

از این منظر، فناوری جایگزین انسان نیست، بلکه نقش تسهیل‌کننده را بر عهده دارد. هوش مصنوعی، واقعیت توسعه‌یافته، دوقلوهای دیجیتال و متاورس زمانی ارزشمند خواهند بود که امکان مشارکت گسترده‌تر، دسترسی عادلانه‌تر به اطلاعات، افزایش تعاملات اجتماعی و ارتقای تجربه فضایی را فراهم کنند. بنابراین، در نظریه طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی، انسان نه کاربر منفعل فناوری، بلکه بازیگر اصلی نظام شهری است و سایر ابعاد نظریه نیز در نهایت باید در خدمت بهبود کیفیت تجربه انسانی قرار گیرند.

۴-۴-۲- فرهنگ جغرافیایی مناطق

یکی از کاستی‌های بسیاری از الگوهای نوین طراحی شهری، ارائه راهکارهای یکسان برای شهرهایی است که از نظر اقلیم، تاریخ، ساختار اجتماعی و فرهنگ تفاوت‌های بنیادین دارند. نظریه‌ی طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی این فرض را نمی‌پذیرد و بر این اصل استوار است که هر شهر، بازتاب ویژگی‌های منحصر به فرد جغرافیایی و فرهنگی خود است؛ از این‌رو، هیچ الگوی طراحی نمی‌تواند بدون توجه به این تفاوت‌ها، به نتایج مطلوب دست یابد. در این نظریه، فرهنگ جغرافیایی تنها به میراث تاریخی یا عناصر کالبدی محدود نمی‌شود، بلکه مجموعه‌ای از ویژگی‌های اقلیمی، شیوه‌های زندگی، ارزش‌های اجتماعی، زبان، آیین‌ها، الگوهای رفتاری و حافظه جمعی را دربر می‌گیرد که در طول زمان هویت هر شهر را شکل داده‌اند. این مؤلفه‌ها نه تنها بر نحوه‌ی استفاده از فضاهای شهری اثر می‌گذارند، بلکه بر میزان پذیرش فناوری‌های نوین و شیوه تعامل شهروندان با محیط‌های دیجیتال نیز تأثیرگذار هستند. بر همین اساس، متاورس در نظریه‌ی حاضر ابزاری برای حذف تفاوت‌های مکانی یا بازتولید الگوهای یکنواخت جهانی نیست، بلکه بستری برای تقویت و بازنمایی هویت‌های محلی به شمار می‌آید. محیط‌های متاورسی می‌توانند امکان معرفی میراث فرهنگی، بازآفرینی فضاهای تاریخی، آموزش ارزش‌های بومی و تقویت تعامل میان جوامع محلی را فراهم سازند، بدون آنکه اصالت مکانی از میان برود. از سوی دیگر، توجه به فرهنگ جغرافیایی موجب می‌شود تصمیم‌های طراحی شهری با شرایط واقعی هر منطقه هماهنگ شوند. برای مثال، نوع سازمان فضایی، الگوی حرکت، شکل فضاهای عمومی، نحوه‌ی استقرار فعالیت‌ها و حتی کاربرد فناوری‌های دیجیتال، باید متناسب با ویژگی‌های اقلیمی و فرهنگی هر شهر تنظیم شود.



در نتیجه، فرهنگ جغرافیایی در این نظریه تنها یک بعد مستقل نیست، بلکه حلقه‌ی اتصال میان گذشته، حال و آینده شهر است و زمینه شکل‌گیری توسعه‌ای فراهم می‌کند که در عین بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، ریشه در هویت و ویژگی‌های بومی هر منطقه دارد.

۴-۳- زیست‌محیطی

در دهه‌های اخیر، تشدید تغییرات اقلیمی، افزایش مصرف انرژی، کاهش منابع طبیعی و گسترش آلودگی‌های شهری، ضرورت بازنگری در مبانی طراحی شهری را بیش از گذشته آشکار ساخته است. از این رو، در نظریه طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی، بعد زیست‌محیطی تنها به حفظ فضاهای سبز یا کاهش آلودگی محدود نمی‌شود، بلکه تمامی تصمیم‌های طراحی را در چارچوب پایداری اکولوژیکی، بهره‌وری منابع و افزایش تاب‌آوری شهری هدایت می‌کند. بر این اساس، توسعه‌ی شهری زمانی موفق ارزیابی می‌شود که ضمن پاسخ‌گویی به نیازهای انسانی، کمترین فشار را بر سامانه‌های طبیعی وارد سازد. در این نظریه، فناوری نقش جایگزین طبیعت را بر عهده ندارد، بلکه ابزاری برای شناخت بهتر فرآیندهای محیطی و مدیریت کارآمدتر آن‌ها محسوب می‌شود. استفاده از دوقلوهای دیجیتال، شبیه‌سازی‌های اقلیمی، سامانه‌های پایش هوشمند و محیط‌های متاورسی، امکان ارزیابی پیامدهای زیست‌محیطی طرح‌های شهری را پیش از اجرا فراهم می‌آورد. این قابلیت سبب می‌شود تصمیم‌گیران بتوانند آثار تغییرات کاربری زمین، الگوی استقرار ساختمان‌ها، شبکه حمل‌ونقل یا فضاهای سبز را بر دمای شهری، مصرف انرژی، کیفیت هوا و رواناب‌های سطحی بررسی کرده و مناسب‌ترین گزینه را انتخاب کنند. بعد زیست‌محیطی همچنین بر ایجاد تعادل میان توسعه‌ی کالبدی و ظرفیت‌های طبیعی هر منطقه تأکید دارد. در این نگاه، شهر بخشی از اکوسیستم پیرامون خود است و نمی‌توان آن را مستقل از چرخه‌های طبیعی برنامه‌ریزی کرد. بنابراین، حفاظت از تنوع زیستی، مدیریت آب، کاهش انتشار کربن، استفاده از انرژی‌های پاک و افزایش تاب‌آوری در برابر مخاطرات طبیعی، اجزای جدایی‌ناپذیر این بعد محسوب می‌شوند. در نتیجه، نظریه‌ی طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی تلاش می‌کند میان پیشرفت فناوری و پایداری محیطی رابطه‌ای متوازن برقرار کند تا توسعه‌ی آینده شهرها بر پایه‌ی حفظ سرمایه‌های طبیعی و ارتقای کیفیت محیط زندگی شکل گیرد.

۴-۴- امنیت

امنیت یکی از بنیادی‌ترین نیازهای شهروندان و از مهم‌ترین عوامل شکل‌دهنده‌ی کیفیت فضاهای شهری است. با این حال، در نظریه‌ی طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی، امنیت تنها به کاهش جرم یا افزایش نظارت فیزیکی محدود نمی‌شود، بلکه مفهومی چندبعدی است که امنیت کالبدی، اجتماعی، روانی، اطلاعاتی و دیجیتال را به صورت هم‌زمان در بر می‌گیرد. از این منظر، شهر زمانی ایمن تلقی می‌شود که شهروندان بتوانند بدون احساس تهدید، در هر زمان و مکان از فضاهای شهری استفاده کنند و به خدمات شهری، شبکه‌های ارتباطی و محیط‌های متاورسی اعتماد داشته باشند. در بسیاری از رویکردهای شهر هوشمند، امنیت عمدتاً از طریق دوربین‌های نظارتی، حسگرها و سامانه‌های کنترل هوشمند تأمین می‌شود. هرچند این ابزارها در مدیریت شهری نقش مهمی دارند، اما اتکای بیش از اندازه به نظارت فناورانه می‌تواند حریم خصوصی، آزادی انتخاب و اعتماد اجتماعی را تحت تأثیر قرار دهد. نظریه‌ی طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی این رویکرد را کافی نمی‌داند و امنیت را حاصل تعامل میان طراحی مناسب فضا، حضور مستمر شهروندان، انسجام اجتماعی و بهره‌گیری مسئولانه از فناوری می‌داند. در این چارچوب، فناوری متاورسی امکان شبیه‌سازی و ارزیابی سناریوهای مختلف امنیتی را پیش از اجرای پروژه‌ها فراهم می‌کند. برای نمونه، می‌توان نحوه‌ی توزیع روشنایی، استقرار کاربری‌ها، مسیرهای حرکت یا نقاط تجمع را در محیط‌های مجازی بررسی و آثار آن‌ها را بر احساس امنیت و رفتار کاربران تحلیل کرد. علاوه بر این، حفاظت از داده‌های شهروندان، امنیت شبکه‌های ارتباطی و صیانت از هویت دیجیتال کاربران نیز به عنوان بخشی از امنیت شهری در نظر گرفته می‌شود. بنابراین، امنیت در این نظریه صرفاً پیامد کنترل نیست، بلکه نتیجه‌ی طراحی هوشمندانه، مشارکت اجتماعی، اعتماد عمومی و مدیریت مسئولانه فناوری است.

۴-۵- عدالت فضایی

عدالت فضایی در نظریه‌ی طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی صرفاً به توزیع برابر خدمات یا امکانات شهری محدود نمی‌شود، بلکه بر فراهم‌سازی فرصت‌های برابر برای بهره‌مندی از فضا، فناوری، اطلاعات و مشارکت در تصمیم‌گیری‌های شهری تأکید دارد. در بسیاری از شهرهای معاصر، تفاوت در کیفیت محیط، دسترسی به خدمات عمومی، زیرساخت‌های دیجیتال و امکانات فرهنگی، موجب شکل‌گیری نابرابری‌های فضایی شده است؛ نابرابری‌هایی که در نهایت بر کیفیت زندگی، سرمایه اجتماعی و احساس تعلق شهروندان تأثیر می‌گذارند. از این رو، نظریه‌ی حاضر عدالت فضایی را یکی از ارکان حفظ انسجام شبکه‌ی شهری

می‌داند. در این چارچوب، تحقق عدالت تنها به معنای توزیع یکنواخت منابع نیست، بلکه مستلزم شناخت تفاوت‌های اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی مناطق مختلف شهر و پاسخ‌گویی متناسب به نیازهای آن‌هاست. برای مثال، محله‌ای که از کمبود فضاهای عمومی یا زیرساخت‌های دیجیتال رنج می‌برد، نیازمند سیاست‌هایی متفاوت با مناطق برخوردار است. بنابراین، عدالت فضایی در این نظریه بر اصل «تناسب» استوار است، نه صرفاً بر اصل «برابری». فناوری متاورسی نیز می‌تواند ابزار مؤثری برای تقویت عدالت فضایی باشد. شبیه‌سازی سناریوهای توسعه، ارزیابی میزان دسترسی گروه‌های مختلف به خدمات، بررسی آثار پروژه‌های شهری بر محله‌های گوناگون و مشارکت هم‌زمان شهروندان در محیط‌های مجازی، امکان تصمیم‌گیری شفاف‌تر و عادلانه‌تر را فراهم می‌کند. در نتیجه، عدالت فضایی در این نظریه نه یک پیامد ثانویه، بلکه معیاری بنیادین برای ارزیابی کیفیت طراحی شهری محسوب می‌شود.

۴-۶- حکمرانی

حکمرانی در نظریه طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی به معنای ایجاد سازوکاری است که در آن مدیریت شهری، شهروندان، نهادهای عمومی، بخش خصوصی و فناوری‌های هوشمند در یک فرآیند تعاملی و شفاف با یکدیگر همکاری کنند. در این دیدگاه، اداره شهر دیگر صرفاً بر تصمیم‌های متمرکز مدیران استوار نیست، بلکه نتیجه مشارکت مستمر ذی‌نفعان و تبادل اطلاعات در یک شبکه پویا است. یکی از ضعف‌های الگوهای سنتی مدیریت شهری، فاصله‌ی میان تصمیم‌گیران و کاربران واقعی فضاهای شهری است. این فاصله سبب می‌شود بسیاری از طرح‌ها بدون شناخت دقیق نیازهای شهروندان اجرا شوند و در عمل با استقبال محدودی مواجه شوند. نظریه‌ی حاضر این شکاف را از طریق ایجاد بسترهای مشارکت دیجیتال و متاورسی کاهش می‌دهد. شهروندان می‌توانند پیش از اجرای پروژه‌ها، طرح‌های پیشنهادی را مشاهده کنند، دیدگاه‌های خود را ارائه دهند و آثار تصمیم‌های مختلف را در محیط‌های شبیه‌سازی شده ارزیابی کنند. شفافیت اطلاعات، پاسخ‌گویی، مشارکت عمومی و تصمیم‌گیری مبتنی بر داده، چهار اصل اساسی حکمرانی در این نظریه را تشکیل می‌دهند. با این حال، داده تنها زمانی ارزشمند است که در خدمت ارتقای منافع عمومی قرار گیرد و به ابزاری برای کنترل یا حذف مشارکت اجتماعی تبدیل نشود. از این رو، حکمرانی در نظریه طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی بر ایجاد تعادل میان مدیریت هوشمند، مسئولیت‌پذیری نهادی و مشارکت واقعی شهروندان استوار است.

۴-۷- اقتصاد

پایداری اقتصادی یکی از پیش‌نیازهای استمرار حیات شهرهاست و بدون آن، تحقق اهداف اجتماعی، فرهنگی و زیست‌محیطی با دشواری روبه‌رو خواهد شد. با این حال، نظریه طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی اقتصاد را صرفاً به رشد سرمایه‌گذاری یا افزایش درآمد‌های شهری محدود نمی‌کند، بلکه آن را در پیوند با نوآوری، عدالت، بهره‌وری منابع و ارتقای کیفیت زندگی تحلیل می‌کند. در این چارچوب، توسعه اقتصادی زمانی ارزشمند است که به افزایش رفاه عمومی، کاهش شکاف‌های اجتماعی و تقویت تاب‌آوری شهر بی‌انجامد. ظهور اقتصاد دیجیتال، خدمات هوشمند، پلتفرم‌های مجازی و بازارهای مبتنی بر متاورس، فرصت‌های تازه‌ای را برای تولید ارزش در شهرها فراهم کرده است. این ظرفیت‌ها می‌توانند زمینه‌ی ایجاد مشاغل نوآورانه، توسعه کسب‌وکارهای خلاق، گسترش گردشگری مجازی، معرفی محصولات فرهنگی و جذب سرمایه را فراهم کنند. با این وجود، بهره‌گیری از این فرصت‌ها نیازمند زیرساخت مناسب، دسترسی برابر و سیاست‌گذاری هدفمند است تا منافع اقتصادی تنها در اختیار گروه‌های محدود قرار نگیرد. در نظریه حاضر، اقتصاد به‌عنوان یکی از رشته‌های اصلی شبکه تار عنکبوتی عمل می‌کند که با سایر ابعاد، به‌ویژه حکمرانی، فناوری، عدالت فضایی و فرهنگ جغرافیایی، ارتباط مستقیم دارد. هر گونه اختلال در این ارتباط می‌تواند تعادل کل شبکه را بر هم زند؛ از این رو، توسعه‌ی اقتصادی باید همواره در هماهنگی با سایر اهداف طراحی شهری دنبال شود، نه در تقابل با آن‌ها. این نگرش، اقتصاد را از یک هدف مستقل به ابزاری برای تحقق توسعه متوازن و پایدار شهری تبدیل می‌کند.

۴-۸- زیرساخت

در نظریه طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی، زیرساخت تنها به شبکه‌های حمل‌ونقل، تأسیسات شهری یا تجهیزات فنی محدود نمی‌شود، بلکه مجموعه‌ای از زیرساخت‌های کالبدی، دیجیتال و ارتباطی را دربرمی‌گیرد که زمینه‌ی عملکرد هماهنگ سایر ابعاد نظریه را فراهم می‌کنند. هر اندازه این زیرساخت‌ها یک‌پارچه‌تر، انعطاف‌پذیرتر و هوشمندتر باشند، ظرفیت شهر برای پاسخ‌گویی به نیازهای متغیر شهروندان نیز افزایش خواهد یافت. در بسیاری از شهرهای امروز، توسعه زیرساخت‌ها به‌صورت بخشی و مستقل انجام می‌شود؛ به‌همین دلیل، شبکه حمل‌ونقل، خدمات شهری، ارتباطات دیجیتال و سامانه‌های مدیریتی اغلب



فاقد ارتباط مؤثر با یکدیگر هستند. این گسست نه تنها بهره‌وری شهر را کاهش می‌دهد، بلکه هزینه‌های نگهداری، زمان پاسخ‌گویی و میزان تاب‌آوری در برابر بحران‌ها را نیز افزایش می‌دهد. نظریه‌ی حاضر بر این باور است که زیرساخت باید به صورت یک شبکه‌ی یک‌پارچه طراحی شود تا اطلاعات، انرژی، خدمات و جریان‌های شهری بدون اختلال میان اجزای مختلف شهر منتقل شوند.

در این چارچوب، بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، به‌ویژه دوقلوهای دیجیتال، اینترنت اشیا و متاورس، امکان پایش لحظه‌ای عملکرد زیرساخت‌ها، پیش‌بینی خرابی‌ها، مدیریت هوشمند منابع و ارزیابی سناریوهای توسعه را فراهم می‌کند. بدین ترتیب، زیرساخت از یک عنصر ایستا به سامانه‌ای پویا و یادگیرنده تبدیل می‌شود که قادر است متناسب با تغییرات محیطی و نیازهای شهروندان، عملکرد خود را بهبود بخشد. از این منظر، زیرساخت در نظریه‌ی طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی، ستون فقرات ارتباط میان تمامی ابعاد شبکه محسوب می‌شود.

۴-۹- تحرک

تحرک در این نظریه تنها به جابه‌جایی افراد و وسایل نقلیه محدود نمی‌شود، بلکه تمامی جریان‌های مؤثر در حیات شهری، از جمله حرکت انسان، اطلاعات، خدمات، سرمایه و داده را در بر می‌گیرد. شهر زمانی کارآمد خواهد بود که این جریان‌ها با کمترین اصطکاک، بیشترین دسترسی و بالاترین سطح ایمنی میان بخش‌های مختلف آن برقرار شوند. بر این اساس، کیفیت تحرک صرفاً با سرعت جابه‌جایی سنجیده نمی‌شود، بلکه میزان دسترس‌پذیری، عدالت، انعطاف‌پذیری و کیفیت تجربه‌ی کاربران نیز در ارزیابی آن نقش اساسی دارد. در بسیاری از شهرهای معاصر، توسعه‌ی شبکه‌های حمل‌ونقل بدون توجه به ارتباط آن‌ها با ساختار اجتماعی، محیط‌زیست و فناوری صورت گرفته است. پیامد این رویکرد، افزایش وابستگی به خودرو، کاهش کیفیت فضاهای عمومی، آلودگی محیط‌زیست و محدود شدن دسترسی گروه‌های مختلف اجتماعی بوده است. نظریه‌ی طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی این رویکرد را ناکافی می‌داند و تحرک را بخشی از یک شبکه‌ی یک‌پارچه معرفی می‌کند که در آن پیاده‌روی، دوچرخه‌سواری، حمل‌ونقل عمومی، سامانه‌های هوشمند و محیط‌های متاورسی مکمل یکدیگر هستند.

فناوری متاورسی نیز می‌تواند نقش مهمی در مدیریت هوشمند تحرک ایفا کند. شبیه‌سازی الگوهای تردد، تحلیل رفتار کاربران، پیش‌بینی تراکم، ارزیابی مسیرهای جایگزین و آموزش نحوه‌ی استفاده از شبکه‌های حمل‌ونقل، بخشی از ظرفیت‌هایی است که می‌تواند کیفیت جابه‌جایی را ارتقا دهد. از این رو، تحرک در این نظریه تنها یک موضوع فنی نیست، بلکه ابزاری برای افزایش دسترسی، کاهش نابرابری فضایی، ارتقای کیفیت زندگی و تقویت ارتباط میان اجزای مختلف شهر به‌شمار می‌آید.

۴-۱۰- فناوری متاورسی

فناوری متاورسی، آخرین بعد نظریه و در عین حال، عامل پیونددهنده‌ی تمامی ابعاد آن است. برخلاف بسیاری از رویکردهای فناورانه که فناوری را هدف نهایی توسعه‌ی شهری تلقی می‌کنند، در نظریه‌ی طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی، فناوری نقش یک بستر یک‌پارچه‌ساز را بر عهده دارد؛ بستری که ارتباط میان انسان، فرهنگ، محیط‌زیست، اقتصاد، حکمرانی و سایر مؤلفه‌های شهر را تسهیل می‌کند. به بیان دیگر، متاورس در این نظریه یک مقصد نیست، بلکه ابزاری برای ارتقای کیفیت تصمیم‌گیری و تجربه شهری است. یکی از مهم‌ترین قابلیت‌های متاورس، ایجاد هم‌زمانی میان فضای واقعی و فضای مجازی است. این ویژگی امکان می‌دهد تا طرح‌های شهری پیش از اجرا در محیط‌های سه‌بعدی شبیه‌سازی شوند، آثار آن‌ها بر رفتار شهروندان و عملکرد شهر مورد ارزیابی قرار گیرد و ذی‌نفعان مختلف بتوانند در فرآیند تصمیم‌گیری مشارکت فعال داشته باشند. چنین ظرفیتی، فاصله میان طراحی، اجرا و بهره‌برداری را کاهش داده و امکان اصلاح تصمیم‌ها را پیش از صرف هزینه‌های سنگین فراهم می‌سازد. در نظریه‌ی طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی، فناوری به‌تنهایی قادر به ایجاد شهر مطلوب نیست؛ بلکه ارزش آن زمانی آشکار می‌شود که در خدمت تحقق اهداف انسانی، حفظ هویت فرهنگی، افزایش پایداری محیطی و ارتقای عدالت فضایی قرار گیرد. از این رو، فناوری متاورسی به‌عنوان رشته اتصال‌دهنده‌ی شبکه‌ی تار عنکبوتی عمل می‌کند و با ایجاد ارتباط میان تمامی ابعاد، زمینه شکل‌گیری شهری هوشمند، انسان‌محور، فرهنگ‌پایه و زیست‌پذیر را فراهم می‌آورد.

جدول ۵- ابعاد، اهداف و کارکردهای نظریه طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی

بعد	هدف اصلی	کارکرد در طراحی شهری
انسان‌محوری	ارتقای کیفیت زندگی	تقویت تجربه و مشارکت شهروندان
فرهنگ جغرافیایی	حفظ هویت بومی	انطباق طراحی با ویژگی‌های منطقه
زیست‌محیطی	پایداری اکولوژیکی	کاهش اثرات محیطی و افزایش تاب‌آوری

امنیت	ایجاد محیط ایمن	ارتقای امنیت فیزیکی، اجتماعی و دیجیتال
عدالت فضایی	توزیع عادلانه فرصت‌ها	کاهش نابرابری‌های فضایی
حکمرانی	مدیریت مشارکتی	شفافیت و تصمیم‌گیری هوشمند
اقتصاد	ارزش‌آفرینی پایدار	توسعه اقتصاد شهری و خلاق
زیرساخت	یکپارچگی شبکه‌ها	هماهنگی زیرساخت‌های کالبدی و دیجیتال
تحرک	دسترس‌پذیری پایدار	بهبود جابه‌جایی و ارتباطات
فناوری متاورسی	یکپارچه‌سازی ابعاد	پیوند فضای واقعی و مجازی

بررسی ابعاد و کارکردهای ارائه‌شده در جدول ۵ نشان می‌دهد که این نظریه بر پایه‌ی یک نظام چندبعدی و شبکه‌ای استوار است و هیچ‌یک از مؤلفه‌های آن به‌صورت مستقل تعریف نشده‌اند. هر بعد بخشی از عملکرد شهر را تبیین می‌کند، اما اثربخشی آن در گرو تعامل با سایر ابعاد است. به بیان دیگر، کارایی نظریه از مجموع عملکرد اجزا حاصل نمی‌شود، بلکه نتیجه‌ی ارتباط پویا و هم‌افزایی میان آن‌هاست؛ موضوعی که اساس انتخاب ساختار «تار عنکبوتی» را نیز توجیه می‌کند.

مطابق جدول، سه بعد انسان‌محوری، فرهنگ جغرافیایی و زیست‌محیطی به‌عنوان بنیان‌های ارزشی نظریه عمل می‌کنند و جهت‌گیری کلی طراحی شهری را تعیین می‌نمایند. این سه بعد مشخص می‌کنند که توسعه شهری باید در خدمت ارتقای کیفیت زندگی، حفظ هویت مکانی و پایداری محیطی باشد. در مقابل، ابعاد امنیت، عدالت فضایی، حکمرانی، اقتصاد، زیرساخت و تحرک نقش ابعاد عملکردی را برعهده دارند و زمینه‌ی تحقق اهداف نظریه را در مقیاس مدیریت، برنامه‌ریزی و طراحی شهری فراهم می‌کنند. در این میان، فناوری متاورسی جایگاه متفاوتی دارد؛ زیرا بر خلاف سایر ابعاد، به‌عنوان یک بعد مستقل و در عین حال به‌عنوان عامل پیونددهنده‌ی کل شبکه عمل می‌کند و ارتباط میان تمامی اجزای نظریه را برقرار می‌سازد.

نکته مهم دیگری که از جدول ۵ استنباط می‌شود، رابطه دوسویه‌ی میان ابعاد نظریه است. برای مثال، افزایش امنیت بدون توجه به عدالت فضایی یا تقویت زیرساخت‌ها بدون ملاحظات زیست‌محیطی، نمی‌تواند به ارتقای کیفیت زندگی منجر شود. همچنین توسعه‌ی فناوری در صورت بی‌توجهی به فرهنگ جغرافیایی و مشارکت شهروندان، ممکن است به کاهش هویت مکانی و افزایش نابرابری‌های اجتماعی بی‌انجامد. بنابراین، هر تصمیم در یکی از ابعاد نظریه، به‌طور هم‌زمان بر سایر ابعاد نیز اثرگذار خواهد بود. از منظر کاربردی، جدول ۵ نشان می‌دهد که این نظریه، صرفاً یک چارچوب مفهومی انتزاعی نیست، بلکه می‌تواند به‌عنوان مبنایی برای ارزیابی، برنامه‌ریزی و طراحی شهرهای آینده مورد استفاده قرار گیرد. هر یک از ابعاد نظریه قابلیت تبدیل شدن به مجموعه‌ای از شاخص‌های ارزیابی را دارند و می‌توانند در تدوین سیاست‌های توسعه شهری، طراحی پروژه‌های شهری، ارزیابی طرح‌های کالبدی و حتی توسعه‌ی شهرهای متاورسی به‌کار گرفته شوند. از این‌رو، ارزش این نظریه تنها در ارائه یک دیدگاه جدید خلاصه نمی‌شود، بلکه در ایجاد چارچوبی منسجم برای پیوند دادن ابعاد انسانی، فرهنگی، زیست‌محیطی و فناورانه نهفته است. در مجموع، این جدول نشان می‌دهد که این نظریه، شهر را به‌عنوان شبکه‌ای از روابط وابسته و پویا تفسیر می‌کند؛ شبکه‌ای که در آن تعادل، پایداری و کیفیت محیط شهری تنها زمانی حاصل می‌شود که تمامی ابعاد به‌صورت هماهنگ و هم‌افزا عمل کنند. همین ویژگی، مهم‌ترین تمایز نظریه‌ی حاضر با رویکردهای تک‌بعدی یا صرفاً فناوری‌محور در ادبیات طراحی شهری به شمار می‌آید.

۵- یافته‌ها و بحث

نظریه‌پردازی زمانی ارزش علمی پیدا می‌کند که علاوه بر ارائه یک چارچوب جدید، جایگاه آن نسبت به دانش موجود نیز تبیین شود. از این‌رو، در این بخش، این نظریه با مهم‌ترین جریان‌های فکری طراحی شهری مقایسه می‌شود تا نقاط اشتراک، تفاوت و ارزش افزوده آن نسبت به رویکردهای پیشین روشن شود.

۵-۱- مقایسه‌ی نظریه‌ی طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی با نظریه‌های کلاسیک طراحی شهری

نظریه‌های کلاسیک طراحی شهری، اگرچه در دوره‌ی خود نقش مهمی در شکل‌گیری اندیشه‌های نوین شهرسازی ایفا کرده‌اند، اما عمدتاً در بستری شکل گرفته‌اند که هنوز فناوری‌های دیجیتال، شبکه‌های هوشمند و محیط‌های مجازی نقشی در سازمان فضایی شهر نداشتند. از این‌رو، بسیاری از این نظریه‌ها بیش از هر چیز بر سازمان کالبدی، نظم فضایی و رابطه میان شهر و



طبیعت تمرکز داشته‌اند. نظریه‌ی طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی، ضمن بهره‌گیری از دستاوردهای این اندیشه‌ها، تلاش می‌کند آن‌ها را با شرایط شهرهای معاصر و تحولات فناوری بازتفسیر کند.

برای نمونه، اندیشه باغ‌شهر هاوارد با تأکید بر تعادل میان شهر و طبیعت، یکی از نخستین تلاش‌ها برای پیوند توسعه‌ی شهری با ملاحظات محیطی بود. این اصل همچنان در نظریه حاضر حفظ شده است، اما با این تفاوت که حفاظت از محیط‌زیست دیگر تنها از طریق گسترش فضای سبز یا کنترل رشد کالبدی دنبال نمی‌شود، بلکه فناوری‌های دیجیتال، شبیه‌سازی‌های محیطی و محیط‌های متاورسی نیز به‌عنوان ابزارهایی برای مدیریت هوشمند منابع و کاهش اثرات زیست‌محیطی به کار گرفته می‌شوند. بنابراین، رابطه شهر و طبیعت از یک ارتباط صرفاً کالبدی به رابطه‌ای پویا، داده‌محور و قابل پایش ارتقا یافته است. از سوی دیگر، جیکوبز، لینچ و الکساندر بر اهمیت حضور انسان، خوانایی محیط و کیفیت فضاهای عمومی تأکید داشتند. نظریه‌ی طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی این اصول را حفظ می‌کند، اما دامنه آن‌ها را به محیط‌های دیجیتال نیز گسترش می‌دهد. در این چارچوب، تجربه‌ی شهر تنها به فضای فیزیکی محدود نیست و شهروندان می‌توانند در بسترهای متاورسی نیز با محیط شهری تعامل داشته باشند، طرح‌ها را ارزیابی کنند و در تصمیم‌گیری‌های مرتبط با آینده شهر مشارکت نمایند. بدین ترتیب، مفهوم تجربه فضایی از مرزهای کالبدی فراتر رفته و به تجربه‌ای ترکیبی از فضای واقعی و مجازی تبدیل می‌شود.

در مجموع، تفاوت اصلی این نظریه با نظریه‌های کلاسیک در آن است که این نظریه به جای جایگزین کردن اندیشه‌های گذشته، آن‌ها را متناسب با شرایط عصر دیجیتال بازتفسیر کرده و میان ارزش‌های انسانی، ویژگی‌های جغرافیایی، الزامات زیست‌محیطی و ظرفیت‌های فناوری ارتباطی تازه برقرار می‌کند. بررسی تطبیقی نشان می‌دهد که نظریه‌های کلاسیک همچنان بنیان بسیاری از مفاهیم طراحی شهری را تشکیل می‌دهند، اما پاسخ‌گویی به مسائل امروز مستلزم توسعه‌ی این مفاهیم در بستری فراتر از فضای کالبدی است. این نظریه دقیقاً در همین نقطه قرار می‌گیرد؛ یعنی بدون نفی اندیشه‌های کلاسیک، آن‌ها را با فناوری‌های نوین و نیازهای شهرهای آینده تلفیق می‌کند. از این رو، این نظریه را می‌توان ادامه تکاملی جریان کلاسیک طراحی شهری دانست، نه گسستی کامل از آن.

۵-۲- مقایسه‌ی نظریه طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی با نظریه‌های انتقادی و شبکه‌ای

از دهه‌های پایانی قرن بیستم، بخش قابل توجهی از ادبیات طراحی شهری از رویکردهای کالبدمحور فاصله گرفت و به سوی تحلیل روابط قدرت، عدالت، مشارکت اجتماعی و شبکه‌های ارتباطی حرکت کرد. اندیشمندانی همچون لوفور، هاروی، هابرماس و کاستلز هر یک از زاویه‌ای متفاوت به ماهیت شهر نگریسته‌اند و تلاش کرده‌اند ابعاد اجتماعی و ارتباطی آن را تبیین کنند. اگرچه این دیدگاه‌ها سهم مهمی در تحول اندیشه طراحی شهری داشته‌اند، اما هیچ‌یک به تنهایی قادر به ارائه چارچوبی نبودند که بتواند هم‌زمان روابط انسانی، تحولات فناوری، ویژگی‌های فرهنگی و ملاحظات زیست‌محیطی را در یک نظام منسجم گرد هم آورد.

در میان این دیدگاه‌ها، مفهوم «حق به شهر» لوفور، یکی از مهم‌ترین مبانی نظری پژوهش حاضر محسوب می‌شود. لوفور بر این باور بود که شهروندان باید در تولید و بازآفرینی فضای شهری نقش فعال داشته باشند و شهر نباید صرفاً در اختیار ساختارهای قدرت یا منافع اقتصادی قرار گیرد. این نظریه نیز این اصل را می‌پذیرد، اما دامنه آن را از فضای فیزیکی فراتر می‌برد. در این چارچوب، حق به شهر تنها به حضور در خیابان، میدان یا فضای عمومی محدود نیست، بلکه حق مشارکت در محیط‌های دیجیتال، دسترسی برابر به زیرساخت‌های هوشمند و حضور در فرآیندهای تصمیم‌گیری مبتنی بر متاورس را نیز شامل می‌شود. بدین ترتیب، مفهوم مشارکت از یک کنش صرفاً کالبدی به تجربه‌ای هم‌زمان در فضای واقعی و مجازی توسعه می‌یابد.

در ادامه، هاروی با طرح مفهوم عدالت فضایی نشان داد که نابرابری‌های شهری تنها پیامد تفاوت‌های کالبدی نیستند، بلکه از شیوه‌ی توزیع قدرت، سرمایه و خدمات عمومی نیز تأثیر می‌پذیرند. نظریه‌ی حاضر این دیدگاه را حفظ می‌کند، اما آن را با بعد فناوری پیوند می‌دهد. در این نظریه، عدالت تنها به توزیع فضا یا خدمات محدود نمی‌شود، بلکه دسترسی برابر به داده، زیرساخت‌های دیجیتال، خدمات هوشمند و محیط‌های متاورسی نیز بخشی از عدالت شهری تلقی می‌شود. بنابراین، عدالت فضایی در عصر متاورس ابعاد گسترده‌تری نسبت به الگوهای سنتی پیدا می‌کند و به عدالت اطلاعاتی و عدالت دیجیتال نیز گسترش می‌یابد.

از سوی دیگر، هابرماس بر اهمیت گفت‌وگو، اجماع و مشارکت عمومی در تصمیم‌گیری‌های اجتماعی تأکید داشت. اگرچه این دیدگاه بنیان نظری ارزشمندی برای حکمرانی شهری فراهم کرده است، اما ابزارهای تحقق چنین مشارکتی در زمان شکل‌گیری

نظریه او بسیار محدود بودند. این نظریه با بهره‌گیری از ظرفیت محیط‌های تعاملی، این امکان را فراهم می‌سازد که شهروندان پیش از اجرای طرح‌های شهری، در فضای متاورسی حضور یافته، سناریوهای مختلف را مشاهده کرده و دیدگاه‌های خود را به صورت مستقیم در فرآیند تصمیم‌سازی وارد کنند. در نتیجه، مشارکت عمومی از سطح مشورت‌های مقطعی فراتر رفته و به بخشی دائمی از نظام حکمرانی شهری تبدیل می‌شود.

یکی دیگر از مبانی مهم این پژوهش، نظریه‌ی جامعه شبکه‌ای کاستلز است. کاستلز شهر معاصر را محصول جریان‌های اطلاعات، سرمایه و ارتباطات جهانی می‌داند و نشان می‌دهد که شبکه‌ها به یکی از مهم‌ترین عوامل سازمان‌دهنده فضاهای شهری تبدیل شده‌اند. با وجود اهمیت این دیدگاه، تمرکز اصلی آن بر ساختار ارتباطات است و کمتر به کیفیت تجربه‌ی فضایی یا ویژگی‌های فرهنگی مناطق توجه می‌شود. این نظریه، این محدودیت را با افزودن ابعاد فرهنگ جغرافیایی، محیط‌زیست و تجربه‌ی انسانی برطرف می‌کند. در این چارچوب، شبکه صرفاً مسیر انتقال اطلاعات نیست، بلکه بستری برای شکل‌گیری روابط اجتماعی، بازنمایی هویت محلی و تعامل میان انسان، طبیعت و فناوری است.

تفاوت اساسی نظریه‌ی حاضر با رویکردهای انتقادی و شبکه‌ای در آن است که این نظریه تلاش نمی‌کند یکی از این دیدگاه‌ها را جایگزین دیگری کند، بلکه از ظرفیت‌های مکمل آن‌ها بهره می‌گیرد. به بیان دیگر، «حق به شهر» بعد مشارکت را تقویت می‌کند، «عدالت فضایی» توزیع متوازن فرصت‌ها را تبیین می‌کند، «جامعه‌ی شبکه‌ای» ساختار ارتباطات را توضیح می‌دهد و «حکمرانی ارتباطی» سازوکار تعامل میان بازیگران شهری را فراهم می‌آورد. این نظریه، مؤلفه‌ها را در قالب یک شبکه‌ی مفهومی واحد بازسازمان‌دهی می‌کند؛ شبکه‌ای که در آن روابط میان اجزا به همان اندازه خود اجزا اهمیت دارند.

مقایسه‌ی نظریه حاضر با رویکردهای انتقادی و شبکه‌ای نشان می‌دهد که نوآوری اصلی آن در تلفیق میان نظریه‌ها نیست، بلکه در بازتعریف رابطه میان آن‌ها است. در این چارچوب، نظریه‌های پیشین به عنوان اجزای پراکنده یک منظومه فکری در نظر گرفته شده‌اند که هر یک بخشی از واقعیت شهر را تبیین می‌کنند. نظریه‌ی طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی با ایجاد پیوند میان این اجزا، چارچوبی یکپارچه ارائه می‌دهد که می‌تواند هم‌زمان به عدالت فضایی، مشارکت اجتماعی، هویت فرهنگی، پایداری محیطی و ظرفیت‌های فناوری پاسخ دهد. از این منظر، تفاوت اصلی نظریه‌ی حاضر با رویکردهای پیشین در نحوه‌ی سازمان‌دهی روابط میان مؤلفه‌ها است، نه صرفاً در افزودن یک مفهوم یا فناوری جدید.

۳-۵- مقایسه‌ی نظریه‌ی طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی با رویکرد شهر هوشمند

شهر هوشمند طی دو دهه‌ی اخیر به یکی از پرکاربردترین رویکردهای برنامه‌ریزی و طراحی شهری تبدیل شده است. این رویکرد با تکیه بر فناوری‌هایی مانند اینترنت اشیا، کلان‌داده، هوش مصنوعی، رایانش ابری و سامانه‌های هوشمند، تلاش کرده است کارایی مدیریت شهری، کیفیت خدمات عمومی و بهره‌وری منابع را ارتقا دهد. بدون تردید، توسعه این فناوری‌ها زمینه تحول بسیاری از فرایندهای شهری را فراهم ساخته و امکان تصمیم‌گیری مبتنی بر داده را نسبت به گذشته به میزان قابل توجهی افزایش داده است. با این وجود، مرور ادبیات نشان می‌دهد که بخش عمده‌ی مطالعات شهر هوشمند، بیش از آنکه بر تجربه‌ی زیسته شهروندان، هویت مکانی یا تفاوت‌های فرهنگی تمرکز داشته باشند، بر توسعه‌ی زیرساخت‌های فناورانه و مدیریت اطلاعات تأکید کرده‌اند.

نظریه‌ی طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی این دستاوردها را نفی نمی‌کند، بلکه آن‌ها را به عنوان زیرساخت اولیه‌ی توسعه‌ی شهرهای آینده می‌پذیرد. تفاوت اصلی در این است که فناوری در این نظریه از جایگاه «هدف توسعه» به جایگاه «ابزار تحقق اهداف انسانی» منتقل می‌شود. به بیان دیگر، ارزش فناوری نه به پیچیدگی سامانه‌های هوشمند، بلکه به میزان تأثیر آن بر ارتقای کیفیت زندگی، تقویت مشارکت اجتماعی، حفظ هویت فرهنگی و افزایش پایداری محیطی وابسته است. از این منظر، شهر هوشمند بخشی از مسیر تحول شهرهای آینده محسوب می‌شود، اما تمامی آن را تبیین نمی‌کند.

یکی از مهم‌ترین تفاوت‌های نظریه‌ی حاضر با رویکرد شهر هوشمند، نحوه تفسیر مفهوم داده است. در بسیاری از مدل‌های شهر هوشمند، داده مهم‌ترین سرمایه‌ی مدیریت شهری تلقی می‌شود و تصمیم‌ها عمدتاً بر اساس تحلیل اطلاعات تولیدشده توسط حسگرها، سامانه‌های نظارتی و الگوریتم‌های هوشمند اتخاذ می‌شوند. در مقابل، نظریه طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی داده را تنها یکی از منابع تصمیم‌گیری می‌داند و معتقد است شناخت شهر بدون درک تجربه‌ی انسانی، ویژگی‌های فرهنگی و شرایط محیطی ناقص خواهد بود. بنابراین، داده در کنار ادراک شهروندان، حافظه تاریخی، الگوهای رفتاری و ویژگی‌های جغرافیایی معنا پیدا می‌کند.



تفاوت دیگر به جایگاه متاورس بازمی‌گردد. در بسیاری از مطالعات، متاورس به‌عنوان یکی از فناوری‌های مکمل شهر هوشمند معرفی می‌شود؛ درحالی‌که در این نظریه، متاورس صرفاً یک ابزار فناورانه نیست، بلکه محیطی برای توسعه‌ی تعاملات اجتماعی، بازنمایی هویت فرهنگی، مشارکت شهروندان و ارزیابی سناریوهای طراحی شهری به‌شمار می‌آید. به‌همین دلیل، نقش متاورس از سطح خدمات دیجیتال فراتر رفته و به بستری برای پیوند فضای واقعی و فضای مجازی تبدیل می‌شود. این تحول، امکان مشارکت مؤثرتر شهروندان، شفافیت بیشتر در تصمیم‌گیری و ارزیابی پیامدهای طرح‌های شهری پیش از اجرا را فراهم می‌کند. همچنین، در این نظریه، توسعه‌ی فناوری بدون توجه به فرهنگ جغرافیایی، عدالت فضایی و پایداری محیطی فاقد ارزش تلقی می‌شود. هر چند شهر هوشمند نیز در سال‌های اخیر به این موضوعات توجه بیشتری نشان داده است، اما این مؤلفه‌ها اغلب در جایگاه اهداف فرعی قرار گرفته‌اند. در مقابل، در نظریه حاضر این ابعاد به‌عنوان ارکان اصلی ساختار نظری تعریف شده‌اند و فناوری موظف است در خدمت تحقق آن‌ها قرار گیرد.

جدول ۶- مقایسه رویکرد شهر هوشمند و نظریه طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی

شاخص مقایسه	شهر هوشمند	نظریه طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی
محور اصلی توسعه	بهبود عملکرد و کارایی شهری	ارتقای کیفیت زندگی و تجربه شهری
جایگاه فناوری	هسته اصلی توسعه	ابزار تحقق اهداف انسانی و محیطی
نقش شهروند	کاربر خدمات هوشمند	مشارکت‌کننده در طراحی و حکمرانی
فرهنگ جغرافیایی	توجه محدود	یکی از ارکان اصلی نظریه
محیط‌زیست	افزایش بهره‌وری منابع	همزیستی انسان، فناوری و طبیعت
عدالت فضایی	موضوع مکمل	بعد مستقل نظریه
فضای مجازی	خدمات دیجیتال	پیوند فضای واقعی و فضای متاورسی
ساختار نظری	داده‌محور	شبکه‌ای، تعاملی و چندبعدی

مقایسه انجام‌شده در جدول ۶ نشان می‌دهد که تفاوت میان این نظریه و رویکرد شهر هوشمند، در رد فناوری یا جایگزینی کامل آن نیست، بلکه در بازتعریف جایگاه فناوری در فرآیند طراحی شهری است. شهر هوشمند عمدتاً بر افزایش کارایی مدیریت شهری از طریق فناوری تمرکز دارد، درحالی‌که نظریه حاضر فناوری را بخشی از یک نظام گسترده‌تر می‌داند که باید در تعامل با انسان، فرهنگ جغرافیایی، محیط‌زیست و عدالت فضایی عمل کند. از این رو، این نظریه را می‌توان توسعه‌ی مفهومی رویکرد شهر هوشمند دانست؛ رویکردی که با افزودن ابعاد انسانی، فرهنگی و اکولوژیک، چارچوب جامع‌تری برای طراحی شهرهای آینده ارائه می‌دهد.

۵-۴- نوآوری‌ها و ارزش افزوده‌ی نظریه‌ی طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی

مهم‌ترین دستاورد این پژوهش، ارائه‌ی چارچوبی نظری است که تلاش می‌کند شکاف میان نظریه‌های کلاسیک طراحی شهری، دیدگاه‌های انتقادی و رویکردهای مبتنی بر فناوری را در قالب یک ساختار منسجم کاهش دهد. برخلاف بسیاری از مطالعات که متاورس را صرفاً به‌عنوان یک فناوری نوظهور یا بستری برای ارائه خدمات دیجیتال معرفی کرده‌اند، در این پژوهش متاورس به‌عنوان بخشی از نظام مفهومی طراحی شهری مورد بازتعریف قرار گرفته و نقش آن در سازمان‌دهی روابط میان انسان، محیط، فرهنگ و فناوری تبیین شده است. از این منظر، نوآوری نظریه‌ی حاضر تنها در افزودن یک مفهوم جدید نیست، بلکه در بازآرایی روابط میان مفاهیم موجود و ایجاد چارچوبی یکپارچه برای تفسیر شهرهای آینده نهفته است. یکی از ویژگی‌های متمایز نظریه طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی، جایگاه هم‌تراز ابعاد اصلی نظریه است. در بسیاری از نظریه‌های پیشین، یکی از مؤلفه‌ها مانند فناوری، کالبد، اقتصاد یا عدالت، محور اصلی تحلیل قرار گرفته و سایر ابعاد در حاشیه قرار گرفته‌اند. در مقابل، نظریه‌ی حاضر هیچ‌یک از ابعاد را بر دیگری برتری نمی‌دهد و تمامی آن‌ها را به‌عنوان اجزای وابسته یک شبکه پویا در نظر می‌گیرد. در چنین ساختاری، کیفیت عملکرد شهر نتیجه تعامل و هم‌افزایی میان ابعاد مختلف است، نه تقویت یک مؤلفه‌ی منفرد. نوآوری دیگر این پژوهش، استفاده از استعاره‌ی تار عنکبوت به‌عنوان مبنای سازمان‌دهی نظریه است. در اینجا تار عنکبوت صرفاً یک الگوی ترسیمی نیست، بلکه بیانگر نوعی منطق شبکه‌ای است که در آن پایداری ساختار به کیفیت ارتباط میان اجزا وابسته است. این استعاره امکان می‌دهد روابط متقابل میان انسان، فرهنگ جغرافیایی، محیط‌زیست، فناوری، امنیت، عدالت فضایی،

حکمرانی، اقتصاد، زیرساخت و تحرک در قالب یک سامانه منسجم تبیین شود. در نتیجه، نظریه‌ی حاضر از مدل‌های خطی و سلسله‌مراتبی فاصله گرفته و رویکردی شبکه‌ای و پویا را برای تحلیل شهرهای آینده پیشنهاد می‌کند. از منظر کاربردی نیز، نظریه‌ی طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی صرفاً یک چارچوب انتزاعی باقی نمی‌ماند، بلکه قابلیت تبدیل شدن به مبنایی برای توسعه شاخص‌های ارزیابی، طراحی مدل‌های تصمیم‌یار، تدوین سیاست‌های توسعه شهری و طراحی محیط‌های فیزیکی-مجازی را دارد. هر یک از ابعاد نظریه می‌تواند به مجموعه‌ای از شاخص‌های عملیاتی تبدیل شود و در ارزیابی کیفیت محیط شهری، تحلیل سناریوهای توسعه و برنامه‌ریزی شهرهای آینده مورد استفاده قرار گیرد. این ظرفیت، امکان آزمون تجربی نظریه را در پژوهش‌های آینده نیز فراهم می‌کند. در مجموع، ارزش افزوده نظریه طراحی شهری تار عنکبوتی متاورسی را می‌توان در چهار محور اصلی خلاصه کرد:

- ارائه‌ی یک چارچوب نظری یکپارچه برای پیوند میان انسان، فرهنگ جغرافیایی، محیط‌زیست و فناوری متاورسی؛
- بازتعریف جایگاه فناوری از «هدف توسعه» به «ابزار ارتقای کیفیت زندگی و زیست‌پذیری شهری»؛
- معرفی ساختار شبکه‌ای تار عنکبوتی به‌عنوان الگویی برای تبیین روابط متقابل میان ابعاد طراحی شهری؛
- فراهم کردن بستری نظری برای توسعه مدل‌های ارزیابی، برنامه‌ریزی و طراحی شهرهای عصر متاورس.

۶- نتیجه‌گیری

تحولات شتابان فناوری‌های دیجیتال، ظهور متاورس و افزایش پیچیدگی مسائل شهری، ضرورت بازنگری در مبانی نظری طراحی شهری را بیش از گذشته آشکار ساخته است. اگرچه نظریه‌های کلاسیک، انتقادی، شبکه‌ای و شهر هوشمند هر یک سهم مهمی در توسعه‌ی دانش طراحی شهری داشته‌اند، اما بررسی تطبیقی آن‌ها نشان داد که هیچ‌یک به‌تنهایی قادر به تبیین هم‌زمان روابط میان انسان، فرهنگ جغرافیایی، محیط‌زیست و فناوری‌های نوین نیستند. از این‌رو، پرسش اصلی این پژوهش بر آن بود که چگونه می‌توان چارچوبی نظری ارائه کرد که ضمن بهره‌گیری از دستاوردهای نظریه‌های پیشین، پاسخگوی نیازهای شهرهای عصر متاورس نیز باشد.

نتایج پژوهش نشان داد که پاسخ به این پرسش در تلفیق ساده نظریه‌های موجود خلاصه نمی‌شود، بلکه مستلزم بازتعریف روابط میان آن‌ها در قالب ساختاری جدید است. بر همین اساس، این نظریه از طریق تحلیل انتقادی ادبیات، سنتز مفهومی و بازسازمان‌دهی مفاهیم منتخب صورت‌بندی شد. این نظریه شهر را نه مجموعه‌ای از عناصر منفصل، بلکه شبکه‌ای پویا از روابط انسانی، فرهنگی، زیست‌محیطی، کالبدی و فناورانه می‌داند که پایداری آن به تعامل متوازن میان تمامی اجزا وابسته است. در این چارچوب، فناوری متاورسی جایگزین انسان یا محیط‌زیست نیست، بلکه بستری برای تقویت ارتباط میان ابعاد مختلف و ارتقای کیفیت تصمیم‌گیری، مشارکت و تجربه شهری محسوب می‌شود.

یکی از مهم‌ترین دستاوردهای این پژوهش، ارائه‌ی ساختاری نظری مبتنی بر ده بعد مکمل شامل انسان‌محوری، فرهنگ جغرافیایی، زیست‌محیطی، امنیت، عدالت فضایی، حکمرانی، اقتصاد، زیرساخت، تحرک و فناوری متاورسی است. برخلاف بسیاری از الگوهای موجود که بر یک مؤلفه‌ی خاص تمرکز دارند، نظریه حاضر بر وابستگی متقابل این ابعاد تأکید می‌کند و نشان می‌دهد که کارآمدی شهرهای آینده در گرو ایجاد تعادل میان تمامی آن‌هاست. انتخاب ساختار تار عنکبوتی نیز بر همین مبنا صورت گرفته است؛ زیرا این ساختار، به‌خوبی ماهیت شبکه‌ای، انعطاف‌پذیر و درهم‌تنیده روابط شهری را بازنمایی می‌کند.

نوآوری اصلی پژوهش را می‌توان در سه محور خلاصه کرد. نخست، ارائه یک نظریه بومی در حوزه‌ی طراحی شهری که به‌جای تمرکز صرف بر فناوری، رابطه میان انسان، فرهنگ جغرافیایی، محیط‌زیست و متاورس را در قالب یک چارچوب مفهومی واحد تبیین می‌کند. دوم، معرفی الگوی شبکه‌ای تار عنکبوتی به‌عنوان مبنایی برای سازمان‌دهی روابط میان ابعاد مختلف طراحی شهری و پرهیز از نگاه خطی و سلسله‌مراتبی. سوم، بازتعریف جایگاه متاورس از یک فناوری صرف به بستری برای توسعه‌ی مشارکت، ارتقای کیفیت محیط شهری و تقویت تعامل میان فضای فیزیکی و فضای مجازی.

با وجود این، پژوهش حاضر با محدودیت‌هایی نیز همراه است. نظریه‌ی پیشنهادی بر پایه تحلیل مفهومی و سنتز ادبیات علمی تدوین شده و هنوز در قالب مطالعات میدانی، مدل‌های کمی یا نمونه‌های اجرایی مورد آزمون قرار نگرفته است. همچنین، سرعت تحول فناوری‌های مرتبط با متاورس، هوش مصنوعی و دولوهای دیجیتال می‌تواند در آینده موجب توسعه یا اصلاح برخی از ابعاد نظریه شود. بنابراین، نتایج این پژوهش باید به‌عنوان یک چارچوب نظری اولیه تلقی شود که ظرفیت تکامل و اعتبارسنجی در پژوهش‌های بعدی را دارد.

بر این اساس، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده با طراحی شاخص‌های عملیاتی برای هر یک از ابعاد نظریه، امکان سنجش تجربی آن را در شهرهای مختلف بررسی کنند. همچنین، ارزیابی نظریه در بستر پروژه‌های واقعی طراحی شهری، توسعه مدل‌های تصمیم‌یار مبتنی بر متاورس، اعتبارسنجی روابط میان ابعاد از طریق روش‌های مدل‌سازی ساختاری و بررسی قابلیت انطباق نظریه در شهرهایی با ویژگی‌های فرهنگی و اقلیمی متفاوت، می‌تواند به تکمیل و توسعه این چارچوب نظری کمک کند. چنین پژوهش‌هایی زمینه را برای گذار از یک نظریه مفهومی به یک الگوی کاربردی در طراحی و مدیریت شهرهای آینده فراهم خواهند ساخت.

پی‌نوشت

- 1- Metaverse Spider-Web Urban Design Theory
- 2- Humanistic Intelligence
- 3- Cultural-Geographical Identity
- 4- Ethical Environmentalism

حامیان مالی: مقاله حامی مالی و معنوی نداشته است.

اعلام عدم تعارض منافع: نویسندگان اعلام می‌دارد که در انجام این پژوهش هیچ‌گونه تعارض منافی برای ایشان وجود نداشته است.

بیانیه شفافیت کاربست هوش مصنوعی: نویسندگان اعلام می‌کند که از ابزارهای هوش مصنوعی برای این مقاله استفاده نشده است. تمامی محتوای علمی، تحلیل‌ها، نتایج و مسئولیت نهایی مقاله بر عهده نویسنده است.

قدردانی: از همه افراد برای مشاوره علمی در این مقاله، سپاس‌گزارم.

منابع

- Albino, V., Berardi, U., & Dangelico, R. M. (2015). Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. *Journal of Urban Technology*, 22(1), 3–21. <https://doi.org/10.1080/10630732.2014.942092>
- Alexander, C., Ishikawa, S., & Silverstein, M. (1977). *A pattern language: Towns, buildings, construction*. Oxford University Press.
- Allam, Z., & Newman, P. (2018). Redefining the Smart City: Culture, Metabolism and Governance. *Smart Cities*, 1(1), 4–25. <https://doi.org/10.3390/smartcities1010002>.
- Angelidou, M. (2015). Smart cities: A conjuncture of four forces. *Cities*, 47, 95–106. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2015.05.004>.
- Argota Sánchez-Vaquero, J. (2025). Urban digital twins and metaverses towards city multiplicities: Uniting or dividing urban experiences? *Ethics and Information Technology*, 27(4). <https://doi.org/10.1007/s10676-024-09812-3>.
- Batty, M. (2024). *Digital twins in city planning*. *Nature Computational Science*, 4, 192–199. <https://doi.org/10.1038/s43588-024-00606-7>
- Bauman, Z. (2000). *Liquid modernity*. Polity Press.
- Bibri, S. E., & Krogstie, J. (2017). Smart sustainable cities of the future: An extensive interdisciplinary literature review. *Sustainable Cities and Society*, 31, 183–212. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.02.016>
- Calzada, Igor, Smart City Citizenship (July 13, 2020). Calzada, I. (2021), *Smart City Citizenship*, Cambridge, Massachusetts: Elsevier Science Publishing Co Inc. [ISBN (Paperback): 978-0-12-815300-0] Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3650025>
- Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2011). Smart Cities in Europe. *Journal of Urban Technology*, 18(2), 65–82. <https://doi.org/10.1080/10630732.2011.601117>.
- Cardullo, P., & Kitchin, R. (2017). *Being a "citizen" in the smart city: Up and down the scaffold of smart citizen participation* (SocArXiv Working Paper). Center for Open Science. <https://doi.org/10.31219/osf.io/v24jn>.
- Castells, M. (2010). *The rise of the network society* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
- Florida, R. (2002). *The rise of the creative class*. Basic Books.
- Garnier, T. (1917). *Une cité industrielle: Étude pour la construction des villes*. Vincent, Fréal & Cie.
- Geddes, P. (1915). *Cities in evolution: An introduction to the town planning movement and to the study of civics*. Williams & Norgate.



- Goodchild, M. F., Connor, D., Fotheringham, A. S., et al. (2024). *Digital twins in urban informatics*. Urban Informatics, 3, 16. <https://doi.org/10.1007/s44212-024-00048-6>.
- Greenfield, A. (2013). *Against the smart city*. New York. Do Projects. <https://orcid.org/0000-0001-7842-5410>.
- Habermas, J. (1984). *The theory of communicative action* (Vol. 1). Beacon Press.
- Hajrasouliha, A. H. (2024). Applications, approaches, and ethics of extended reality in urban design and planning. *Journal of the American Planning Association*, 90(3), 551–567. <https://doi.org/10.1080/01944363.2023.2275123>
- Hollands, R. G. (2008). Will the real smart city please stand up? *City*, 12(3), 303–320. <https://doi.org/10.1080/13604810802479126>.
- Hall, P., & Tewdwr-Jones, M. (2020). *Cities of tomorrow: An intellectual history of urban planning and design since 1880* (5th ed.). Wiley Blackwell.
- Harvey, D. (2012). *Rebel cities: From the right to the city to the urban revolution*. Verso.
- Hollands, R. G. (2008). Will the real smart city please stand up? *City*, 12(3), 303–320.
- Howard, E. (1902). *Garden cities of to-morrow*. Swan Sonnenschein.
- Jacobs, J. (1961). *The death and life of great American cities*. Random House.
- Komninos, N. (2024). *Intelligent cities and smart urban innovation ecosystems*. Routledge.
- Le Corbusier. (1935). *The radiant city*. Faber & Faber.
- Lefebvre, H. (1991). *The production of space*. Blackwell.
- LeGates, R. T., Stout, F., & Caves, R. W. (Eds.). (2020). *The city reader* (7th ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429261732>.
- Li, K., Cui, Y., Li, W., Lv, T., Yuan, X., Li, S., Ni, W., Simsek, M., & Dressler, F. (2023). When Internet of Things meets metaverse: Convergence of physical and cyber worlds. *IEEE Internet of Things Journal*, 10(5), 4148–4173. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2022.3232845>.
- Lynch, K. (1960). *The image of the city*. MIT Press.
- Maier, F., & Weinberger, M. (2024). Metaverse meets smart cities—Applications, benefits, and challenges. *Future Internet*, 16(4), 126. <https://doi.org/10.3390/fi16040126>.
- Marshall, S. (2012). *Planning, design and the complexity of cities*. Routledge.
- Mazzetto, S. (2024). A review of urban digital twins integration, challenges, and future directions in smart city development. *Sustainability*, 16(19), 8337. <https://doi.org/10.3390/su16198337>
- Mora, L., Deakin, M., & Reid, A. (2019). Strategic principles for smart city development: A multiple case study analysis of European best practices. *Technological Forecasting and Social Change*, 142, 70–97. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.07.035>
- Mumford, L. (1961). *The city in history: Its origins, its transformations, and its prospects*. Harcourt Brace.
- Newman, O. (1972). *Defensible space: Crime prevention through urban design*. Macmillan
- Peldon, D., Banihashemi, S., LeNguyen, K., & Derrible, S. (2024). Navigating urban complexity: The transformative role of digital twins in smart city development. *Sustainable Cities and Society*, 111, 105583. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.105583>.
- Sadowski, J., & Pasquale, F. (2015). The spectrum of control: A social theory of the smart city. *First Monday*, 20(7). <https://doi.org/10.5210/fm.v20i7.5903>.
- Sassen, S. (2001). *The global city: New York, London, Tokyo* (2nd ed.). Princeton University Press.
- Supianto, A. A., Nasar, W., Aspen, D. M., et al. (2024). An Urban Digital Twin Framework for Reference and Planning. *IEEE Access*, 12, 152444–152465. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3478379>.
- Wang, H., Ning, H., Lin, Y., Wang, W., Dhelim, S., Farha, F., Ding, J. & Daneshmand, M. (2023). A Survey on the Metaverse: The State-of-the-Art, Technologies, Applications, and Challenges. *IEEE Internet Things J.*, 10, 14671-14688. <http://dblp.uni-trier.de/db/journals/iot/iot10.html#WangNLWDFDD23>.
- Yaqoob, I., Salah, K., Jayaraman, R., & Omar, M. (2023). Metaverse applications in smart cities: Enabling technologies, opportunities, challenges, and future directions. *Internet of Things*, 23, 100884. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2023.100884>



eISSN:2980-9673

The Art of Green Management

Homepage: <https://agm.journal.art.ac.ir/>



ORIGINAL RESEARCH PAPER

Physical-Spatial Typology of Iranian Suburban Caravanserais Based on Architectural Plan Study

Tooraj Khosravi Javid ^{(1)*} 

1. PhD in the Restoration and Revitalization of Historical Buildings and Urban Fabrics, lecturer at Payame Noor University of Parand and Robat Karim Branches, Tehran, Iran. (<https://orcid.org/0000-0003-3366-1465>)

Publisher: Iran University of Art

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 18/01/2025 Revised: 18/02/2025 Accepted: 02/03/2023 PP. 79-99 Keywords: <i>Iranian Caravanserais, Caravanserais Plans, Caravanserais Typology, Caravanserais Architecture, Persian Architecture</i>  Use your device to scan and read the article online	Introduction: Traditional Iranian architecture, as a reflection of the continuous interaction between humans and the environment, has always been shaped with an “eco-friendly” and “introverted” approach to environmental challenges. In the meantime, caravanserais, as one of the most vital cultural and economic infrastructures in Iranian history, are known not only as resting spaces but also as symbols of climate-adaptable architecture. The Purpose of the Research: This research was conducted with the aim of developing a precise typology of the architectural plans of Iranian caravanserais. Methodology: The research method of this study is analytical and interpretative-historical, and in terms of its purpose it is applied, and the method of obtaining information is deductive reasoning. The reasoning of information to achieve findings is logical and rational. The method of collecting information is library and field collection. The statistical population of the caravanserais studied in this study is all the caravanserais of Iran. The selected population includes a wide range of caravanserais with diverse designs. In this study, more than 300 caravanserais were studied, of which one sample was selected for the study. Study samples were selected from all over Iran and according to components such as; climate, geometric form, geographical location, and having specific architectural patterns. After identifying and completing the basic information of the building plan, the samples were documented and then their architectural typology was analyzed. In this study, the basis of the typology is the horizontal plan map of the caravanserais. In this typology, the geometric form, general shape, and architectural body are the components of the typological study. The sampling method is purposeful and non-probability. The selected samples are generalizable to other statistical populations. The research tool includes the two-dimensional AutoCAD program. A professional camera was used in the field surveys. Findings and Discussion: Over the centuries, Iranian caravanserais have experienced a gradual process of evolution in their architectural elements and plan patterns, which have been influenced by geographical, cultural, social and security factors. Based on the geometric typology approach, eleven main types of plans (including square, rectangular, circular and octagonal) can be identified throughout Iran, with their roots dating back to the pre-Islamic and Islamic eras. Although specific types such as the “mountainous roofed” plans in the northwest and the “Persian Gulf coast type” in the south are concentrated, other patterns such as courtyard, porch and columned caravanserais are scattered throughout the geographical area of Iran; so that the courtyard plan is recognized as a dominant and pervasive pattern even in hot and humid regions. Structural similarities and landscape features in caravanserais along a route indicate the existence of architects, founders, or organizations that were codified in the design, although the creativity of architects has always created subtle differences despite general similarities. In addition, the characteristics of the historical period and functional needs have played a decisive role in

ARTICLE INFO	ABSTRACT
	the evolution of these buildings; for example, the change in the function of towers from defensive to decorative in the Seljuk period, the replacement of the porch with the portico, the evolution of the pediments in the Safavid era, and the simplification of designs in the Qajar period all indicate the adaptation of architecture to the conditions of the day. Ultimately, this evolutionary process shows that the form and function of caravanserais have always sought to respond to the growing needs of travelers and improve functions (such as improving access to camel huts or adding water fountains) in order to play their role as an efficient basic plan. Conclusion: In response to the research question, it should be stated that the ratio of length to width of the open space, for example the length and width of the central courtyard, is directly related to the formation of the overall form of the plan and the courtyard and the spaces around the courtyard. In caravansaries where the length to width ratio is equal, the number of rooms is equal on each side of the courtyard and their number is equal. In geometric ratios where the length to width is not equal, the number of rooms is not equal on each side. The ratio of length to width of the open space causes the formation of different dimensions and sizes of the spaces around it and shapes its spatial arrangement. The study of the similarities and differences of the architecture of caravansaries has led to the identification of the similarities and differences of the physical aspects of the caravansaries. The study of the studied caravansaries shows that the similarities of the caravansaries that are on a common social, cultural and economic path are greater than their differences, and these common and similar aspects can be used in the physical restoration and recovery of the lost spaces of the caravansaries. This research focused on the typology of the architectural plan of the suburban caravansaries of Iran. The typology of the architectural elements of caravanserais, such as the entrance, vestibule, porch, central courtyard, rooms, and camel sheds, requires further research to complete the typology of the architectural space of caravanserais. It is hoped that further research will be conducted in this area. The limitations of the present study were the lack of architectural maps of the current state of the caravanserais, the lack of access to all caravanserais, the destruction of a large part of the spaces of the caravanserais, and the lack of cooperation of the custodians of the caravanserais for visits in some cases. Funding: There is no funding support. Conflict of Interest: Author declared no conflict of interest. AI Usage Declaration: The author declare that GapGPT was used for language polishing. All scientific content, analyses, results, and ultimate responsibility for the manuscript rest with the author. Acknowledgments: I am grateful to all the persons for scientific consulting in this paper.

Highlight

- Explaining the main and secondary typologies of caravanserais;
- Using similarities in the architectural elements and components of caravanserais in future restoration and interventions;
- Examining the physical and metaphysical aspects that influence the architectural design and typology of caravanserais;



This paper is an open access and licensed under the [Creative Commons CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) license

©2024, AGM. All rights reserved.

Cite This Article: Khosravi Javid, T. (2025). Physical-Spatial Typology of Iranian Suburban Caravanserais Based on Architectural Plan Study. *Art of Green Management*, 2(4), 79-99. [10.30480/agm.2026.6532.1073](https://doi.org/10.30480/agm.2026.6532.1073)



<http://doi.org/10.30480/agm.2026.6532.1073>



http://agm.journal.art.ac.ir/article_1528.html

*. Corresponding Author (Email: khosravi.javid@gmail.com) / (Phone: +989129151712)



گونه‌شناسی کالبدی- فضایی کاروانسراهای برون‌شهری ایران بر پایه‌ی مطالعه‌ی نقشه‌ی معماری

تورج خسروی جاوید^(۱)

۱. دانش‌آموخته دکتری مرمت و احیاء بناها و بافت‌های تاریخی، مدرس دانشگاه پیام نور پرند و رباط کریم، تهران، ایران. (<https://orcid.org/0000-0003-3366-1465>)

ناشر: دانشگاه هنر ایران

چکیده	اطلاعات مقاله
مقدمه: کاروانسراها به‌عنوان نمود عینی معماری ایرانی، پیوندی عمیق با تاریخ، فرهنگ و مسیرهای ارتباطی این سرزمین دارند. با وجود تنوع بی‌بدیل در طراحی که سبب شده هیچ دو کاروانسرای کاملاً مشابه یکدیگر نباشند، تحلیل‌های ساختاری نشان‌دهنده وجود الگوهای مشترک و گونه‌شناسی‌های مشخص است. هدف پژوهش: این پژوهش با هدف تدوین گونه‌شناسی دقیق پلان معماری کاروانسراهای ایران انجام شده است. روش‌شناسی: روش تحقیق در این جستار، ترکیبی از مطالعات کتابخانه‌ای، بررسی اسناد تاریخی و برداشت‌های میدانی است که با تحلیل قیاسی و استقرایی انجام پذیرفته است. راهبرد پژوهش تاریخی، تفسیری و مقایسه‌ای است. یافته‌ها و بحث: یافته‌ها حاکی از آن است که علاوه بر اقلیم، مصالح بومی و فرم معماری، نقش «تشکیلات واحد» و «طراحان مشترک» در دوره‌های خاص تاریخی (به‌ویژه در ایجاد پلان‌های مشابه)، انکارناپذیر است. در نتیجه این مطالعه، ۱۱ گونه‌ی اصلی برای کاروانسراهای ایران شناسایی و دسته‌بندی شده است که برخی از آنها عبارتند از: کاروانسراهای ایوان‌دار، مدور، هشت‌ضلعی منتظم، هشت‌ضلعی نامنتظم، ستون‌دار، سرپوشیده کوهستانی، هشت‌ضلعی سرپوشیده فاقد حیاط و سایر گونه‌های متفرقه است. همچنین در این بررسی، زیرگونه‌هایی مانند کاروانسراهای برج‌دار و ایوانچه‌دار در نماهای بیرونی تبیین شده‌اند. این گونه‌شناسی که صرفاً بر پایه پلان و نقشه‌های پایه استوار است، چارچوبی منسجم برای درک بهتر تحولات معماری در گستره جغرافیایی ایران فراهم می‌آورد. نتیجه‌گیری: نتایج این تحقیق نه تنها به بازخوانی گونه‌شناسی این آثار کمک می‌کند، بلکه می‌تواند به‌عنوان مبنایی برای مطالعات تطبیقی در معماری بناهای عمومی و کارکردهای اقلیمی در دوره‌های مختلف تاریخی مورد استفاده قرار گیرد. این پژوهش تمام کاروانسراهای حوزه جغرافیایی ایران را به‌عنوان دامنه مطالعه دربرمی‌گیرد و راه را برای تحلیل‌های دقیق‌تر در حوزه معماری کاروانسراها هموار می‌سازد. نتیجه کاربردی پژوهش حاضر دسته‌بندی و گونه‌شناسی کاروانسراها بر پایه ویژگی‌های معماری و استفاده از شباهت‌های عناصر و اجزای کاروانسراها در مرمت بهینه آنهاست.	دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۲۹ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۱/۳۰ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۱۲ صص. ۷۹-۹۹ واژگان کلیدی: کاروانسراهای ایران، پلان کاروانسراها، گونه‌شناسی کاروانسراها، معماری کاروانسراها، معماری ایرانی 
نکات برجسته: - تبیین گونه‌شناسی اصلی و فرعی کاروانسراها؛ - استفاده از شباهت‌های عناصر و اجزای معماری کاروانسراها در مرمت و مداخلات آتی؛ - و بررسی وجوه کالبدی و فراکالبدی تأثیرگذار در طرح معماری و گونه‌شناسی کاروانسراها.	 این مقاله به صورت دسترسی باز و با مجوز Creative Commons CC BY-NC 4.0 قابل استفاده است. ©2024, UST. All rights reserved.



<http://doi.org/10.30480/agm.2026.6532.1073>



http://agm.journal.art.ac.ir/article_1528.html



معماری سنتی ایران، به عنوان بازتابی از تعامل مستمر میان انسان و زیست بوم، همواره با رویکردی «بوم‌آورد» و «درون‌گرا» در برابر چالش‌های محیطی شکل گرفته است. در این میان، کاروانسراها به عنوان یکی از حیاتی‌ترین زیرساخت‌های فرهنگی و اقتصادی تاریخ ایران، نه تنها به عنوان فضاهای استراحت، بلکه به عنوان نمادهای معماری انطباق‌پذیر با اقلیم شناخته می‌شوند. این بناها با اتکا به اصول کالبدی منسجم و پاسخگویی هوشمندانه به شرایط جغرافیایی، توانسته‌اند هویت ساختاری خود را در طول قرن‌ها حفظ کنند (کیانی و کلایس، ۱۳۷۳). از منظر هندسی، کاروانسراها با بهره‌گیری از الگوهای منظم مربعی، مستطیلی، مدور و هشت‌ضلعی، سازمان‌دهی فضایی خود را حول محور «حیات مرکزی» استوار کرده‌اند. این هسته‌ی مرکزی، با پیوند میان اجزای عملکردی نظیر شترخان، ایوان‌ها و حجره‌ها، فضایی امن و درعین حال کارآمد را برای گذاران و بازرگانان فراهم می‌آورده است. علاوه بر این، سیمای مستحکم این بناها که با برج‌و باروهای دفاعی و دروازه‌های نفوذناپذیر احاطه شده، آن‌ها را از نظر کالبدی به دژهایی مقاوم در برابر تهدیدات انسانی و نوسانات محیطی بدل ساخته است.

سیر تحول گونه‌شناختی کاروانسراها در ایران، فرآیندی تکاملی و تدریجی است که بازتاب‌دهنده تغییر در پیچیدگی‌های فنی و نیازهای اجتماعی- اقتصادی هر دوره است. این روند از الگوهای ساده و درون‌گرای دوران پیش از اسلام که عمدتاً بر تالارهای کشیده متکی بودند، آغاز گشت و با ورود به دوران شکوفایی معماری اسلامی، به سوی پیچیدگی‌های ساختاری بی‌نظیری حرکت کرد. در دوره‌ی سلجوقی، با ورود مؤلفه‌هایی نظیر رواق‌ها، حجره‌های پیرامونی سازمان‌یافته و ایوان‌های چهارگانه، معماری کاروانسرا از حالت کارکردی صرف به سمتی هنری و ساختارمند متمایل شد. این تکامل در دوران ایلخانی و تیموری به اوج خود رسید، به گونه‌ای که سازمان‌دهی فضایی «شترخان» در آخرین حلقه محاطی بنا به پختگی و دقت هندسی بالایی دست یافت. در نهایت، دوره صفوی را می‌توان دوران کمال کالبدی و بلوغ طرح‌های معماری کاروانسراها دانست که در آن، تعادل میان امنیت، اقلیم و زیبایی‌شناسی به شکلی بی‌سابقه برقرار شد (آیوازیان، ۱۳۷۵).

با وجود این میراث عظیم، ورود به عصر مدرن و تحولات دوره پهلوی، از طریق تغییر نظام‌های حمل‌ونقل و دگرگونی در سبک زندگی، کارکرد سنتی کاروانسراها را با چالشی بنیادین مواجه کرد. این تغییرات منجر به فرسایش کاربری، از دست رفتن اهمیت اقتصادی و در نهایت، تخریب یا رانش این بناها از چرخه حیات شهری و روستایی شد. امروزه، بسیاری از این آثار تاریخی، علی‌رغم ارزش کالبدی بسیار، در گروی بازشناسی الگوهای زیربنایی خود هستند تا بتوان از آن‌ها در باززنده‌سازی یا تحلیل‌های جدید استفاده کرد. با توجه به پراکندگی و تنوع گونه‌های کاروانسرا در پهنه ایران، ضرورت وجود یک نظام طبقه‌بندی دقیق و علمی احساس می‌شود. در واقع، عدم درک دقیق از «ریزگونه‌ها» و «الگوهای اصلی» سازمان‌دهی فضا، مانع از شناخت دقیق‌تر ماهیت این بناها می‌شود. از این رو، پژوهش حاضر با هدف واکاوی عمیق و تحلیل گونه‌شناختی پلان‌های معماری کاروانسراهای ایران، درصدد است تا با تمرکز بر ساختار کالبدی و روابط فضایی، به پرسش زیر پاسخ دهد: نسبت طول به عرض فضای سرباز چه نسبتی با شکل عناصر پیرامون آن دارد؟

۱-۱- پیشینه پژوهش

در گستره‌ی گونه‌شناسی کاروانسراهای ایران تاکنون مطالعات زیادی صورت گرفته است. این مطالعات معطوف به الگوشناسی دسته‌بندی فضاها و اجزای کاروانسراها بوده است. در گونه‌شناسی مؤلفه‌هایی نظیر تراکم، فضای پر و خالی، تناسبات فرمی و کمی، سلسله مراتب دسترسی، تقارن در پلان افقی و عمودی، محوربندی و مسیر حرکتی بررسی شده است. پیشینه پژوهش صورت گرفته تأکید بر گونه‌شناسی کالبدی دارد. عوامل گسترده‌ای نظیر مؤلفه‌های فرهنگی، اقتصادی، سیاسی، اجتماعی، فنی و سازه‌ای و اقلیمی در شکل‌گیری گونه‌شناسی معماری تأثیر گذارند. در این مرور ادبیات اشاره‌ای به نقش و تأثیر این عوامل اشاره‌ای نشده است.

برای مثال پژوهشی به بررسی گونه‌شناسی مناطق کویری ایران پرداخته است. نویسندگان در این مقاله به بررسی معماری کاروانسراهای برون‌شهری سمنان پرداختند و برخی از آن‌ها را معرفی می‌نمایند همانند کاروانسراهای دهنمک، آهوان و قوشه. این پژوهش با تحلیل کالبدی و سبک‌شناختی کاروانسراها، به بررسی عناصر معماری و پیوند آن‌ها با مفهوم «زمینه‌گرایی» می‌پردازد. نویسندگان با تفکیک زمینه‌گرایی کالبدی و اقلیمی، بر وحدت اجزاء در راستای هدف طراحی و هم‌زیستی منطقی ساختارهای سنتی با محیط تأکید می‌کنند. بررسی موردی کاروانسراهای آهوان و ده نمک نشان می‌دهد که



طراحی در نواحی گرم و خشک، بر پایه پاسخ به نیازهای اقلیمی (مانند فشردگی پلان و استفاده از حیاط مرکزی) شکل گرفته است. در نهایت، مقاله با نقد معماری معاصر، بر اهمیت حفظ تعادل میان بنا و محیط پیرامون جهت مدیریت انرژی تأکید می‌ورزد (عالی و همکاران، ۱۳۹۵). در مقاله‌ای دیگری، پژوهشگران به مطالعه سبک شناسی و گونه‌شناسی کاروانسراها از منظر شکل و ریخت و اقلیم شناسی پرداخته‌اند (ظهوریان و شاهکار، ۱۳۹۵). در مطالعه خانه‌های تاریخی اردبیل، ابتدا به تحلیل کالبد و معماری خانه‌ها پرداخته و سپس بر اساس ارتفاع فضاها، نوع بازشوها، فضاهای باز و بسته و تیپ‌بندی در و پنجره‌ها، گونه‌های معماری خانه‌ها را دسته‌بندی کردند (حسینی‌نیا و همکاران، ۱۳۹۹). شانواز و خاقانی در کاروانسراهای ایران زمین تحول کاروانسراها را از دوره هخامنشی تا قاجاری بررسی کرده و بر نقش اصفهان صفوی در شکوفایی کاربری تجاری کاروانسراها تأکید دارند. با این وجود، مؤلفه‌های کالبدی نظیر سیرکولاسیون فضایی و ترکیب‌بندی هندسی در این اثر کمتر مورد توجه قرار گرفته است (خاقانی و شانواز، ۱۳۹۴).

پژوهش دیگری، درباره‌ی کالبد کاروانسراها نگاشته شده است. در این مقاله نویسندگان به بررسی کاروان‌سرای صفوی شهر سرایان پرداخته‌اند و ویژگی‌های معماری و سازماندهی فضایی آن را بازشناسی کرده‌اند پس از بازخوانی معماری، نویسندگان به گونه‌شناسی و الگوشناسی معماری کاروان‌سرای صفوی شهر سرایان پرداخته‌اند. نویسندگان ابتدا سیر تحول کاروان‌سرای ایران را بازخوانی نموده و موقعیت جغرافیایی و راه‌های شهرستان سرایان را و علل شکل‌گیری کاروان‌سرا در این مسیر را بررسی نموده‌اند. آن‌طور که نویسندگان آورده‌اند سبک این کاروانسرا به صورت دوايوانی حیاط‌دار است. مصالح آن نیز از آجر است و در توصیفات معماری کاروان‌سرا ابعاد و اندازه آن طول و عرض حیاط فرم شکلی کاروان‌سرا و فرم اصلی حیاط و جانمایی آنها و شترخان‌ها و فرم قوس‌ها و طاق‌ها بررسی شده‌است. پس از سبک‌شناسی کاروان‌سرای صفوی سرایان محققان مقاله به بررسی کاروان‌سرای دو ایوانی منطقه و کمی آن‌سوتر پرداخته‌اند و ویژگی‌های شکلی و فضایی آن‌ها را به‌طور مقایسه‌ای مطالعه کرده‌اند (محمودی نسب و همکاران، ۱۳۹۷). در جستاری دیگر نویسندگان به بررسی و گونه‌بندی کاروانسراهای سنگی منسوب به دوره سلجوقی پرداخته‌اند. در این نوشتار پژوهشگران به معرفی ویژگی‌های معماری و کارکردی چهار تا از کاروانسراهای قم می‌پردازند. نویسندگان در مرحله دوم مطالعات خود به گونه‌شناسی کالبدی کاروانسراها پرداخته و دسته‌بندی آنها را ارائه می‌دهند. این دسته‌بندی براساس شکل ورودی کاروانسراها تنظیم شده است. در این دسته‌بندی عناصر و اجزای کاروانسراها نیز بازخوانی شده است. در نتیجه‌گیری مقاله آمده است که معماران گرچه در طراحی کاروانسراهای مورد مطالعه از یکدیگر تاسی پذیرفته‌اند و کاروانسراها تا حدی زیادی شبیه به یکدیگر است اما در جزئیات معماری آنها با یکدیگر تفاوت دارند و مشابه هم نیستند (Lotfalikhani & Danaii Nia, 2017). این تحقیق در راستای گونه‌شناسی کاروانسراها صورت پذیرفته و روش‌شناسی آن می‌تواند در جریان تحقیقات این رساله مورد استفاده قرار گیرد. حاجی‌قاسمی در کتاب گنجنامه با تمرکز بر معرفی کاروانسراهای مشهور ایران، مجموعه‌ای از نقشه‌ها و تصاویر قابل استناد از کاروانسراهای شهرهایی چون یزد، اصفهان، نطنز، ساوه، همدان و سمنان ارائه می‌کند. با وجود ارزش مستندنگارانه این اثر، نویسنده وارد تحلیل معماری، گونه‌شناسی یا دسته‌بندی نظام‌مند کاروانسراها نشده و کتاب بیشتر ماهیتی معرفی‌محور دارد (حاجی‌قاسمی، ۱۳۸۳).

در مطالعه‌ی دیگری که از رساله‌ی دکتری برگرفته شده است، پژوهشگر به بررسی کاروانسراهای منطقه کرمانشاه پرداخته و معماری و عناصر و اجزای آنها را بررسی نموده است. نویسنده در بحث گونه‌شناسی ابتدا به مبانی نظری پرداخته و آرا و عقاید نظریه پردازان گونه‌شناسی را بازخوانی نموده است. در بحث گونه‌شناسی پارامترهایی را جهت ارزیابی انتخاب کرده است همانند تناسبات هندسی، تراکم، فضاهای پر و خالی، توزیع کمی فضایی به گونه‌شناسی عناصر و اجزای کاروانسراهای منتخب پرداخته است و دسته‌بندی نموده است (رهرو مهربانی و نوری، ۱۴۰۱). در مقاله‌ای دیگر نویسندگان مقاله به گونه‌شناسی کالبد کاروانسراهای منطقه کویر پرداخته‌اند. در گام اول نویسندگان کاروانسراهای کویری به شش نوع و گونه تقسیم بندی می‌نمایند و معماری آنها را توصیف می‌نمایند. این دسته‌بندی بر اساس پلان کاروانسراها صورت گرفته است. در گام بعدی زیر مجموعه‌های کاروانسراها مشخص شده‌اند. در گام آخر ویژگی‌های کالبدی کاروانسراها اعم از گونه‌ها و زیرگونه‌ها تحلیل شده‌اند (Andaroodi & Andres, 2018). نویسندگانی دیگر در کتاب پر ارج کاروانسراهای ایران به بررسی معماری و گونه‌شناسی کاروانسراهای ایران پرداخته‌اند. در این کتاب پژوهشگران سه دسته کلی تحت عناوین کاروانسراهای حیاط‌دار، کرانه خلیج فارس و سرد و کوهستانی است (کیانی و کلایس، ۱۳۷۳). نویسنده‌ای دیگر در رساله دکتری خود به گونه‌شناسی کاروانسراهای ایران پرداخته است. در این جستار تمرکز نویسنده بر کاروانسراهای مناطق گرم و خشک است. نویسنده این

پژوهش شاخصه اصلی گونه‌شناسی کاروانسراهای این مناطق را کاروانسراهای برج دار و بدون برج می‌داند و آنها را بر اساس داشتن برج‌های نگهبانی دسته‌بندی می‌نماید (آیوازیان، ۱۳۷۵). مطالعات پیشین در حوزه گونه‌شناسی کاروانسراها بیشتر در پی دسته‌بندی کلی و فرم هندسی کاروانسراها بوده است. نقشه معماری کاروانسراها نظیر زیرشاخه‌های فرعی مورد مطالعه قرار نگرفته است. در مطالعات قبلی کیانی و کلایس، سیرو و پیرنیا به مطالعه گونه‌های اقلیم‌شناسی نظیر؛ کاروانسراهای کوهستانی، دشتی و نواحی جنوبی ایران پرداخته‌اند و جزییات ریز همانند کاروانسراهای برج‌دار، ایوانچه‌دار در نمای بیرونی در کاروانسراهای کوهستانی، نواحی خلیج فارس و فلات مرکزی بررسی نشده بود که این پژوهش در پی انجام آن بوده است همچنین در مطالعات گذشته فرم هندسی و کالبدی کاروانسراها فقط به‌صورت کلی ارائه شده بود و زیرگونه‌ها بررسی نشده بودند که تحقیق پیش‌رو آن را انجام داده است. استفاده از گونه‌شناسی و شباهت عناصر و اجزای کاروانسراهایی که در یک دوره تاریخی و مسیر فرهنگی و اجتماعی مشترک هستند برای مرمت کالبدی و بازایی فضاهای از دست رفته از دیگر نوآوری‌های این پژوهش است. مطالعه و ارزیابی وجوه کالبدی و فراکالبدی تاثیرگذار بر طراحی و گونه‌شناسی کاروانسراها همانند وجوه اقتصادی، سیاسی، اجتماعی، فرهنگی، فنی و سازه‌ای، اقلیم و مذهبی از دیگر نوآوری‌های پژوهش حاضر است.

۲- روش پژوهش

روش این پژوهش به صورت تحلیلی و تفسیری-تاریخی بوده و از نظر هدف کاربردی و روش دستیابی به اطلاعات به‌صورت استدلال استنتاجی است. استدلال اطلاعات برای دستیابی به یافته‌ها به صورت منطقی و عقلانی است. روش گردآوری اطلاعات به‌صورت کتابخانه‌ای و برداشت میدانی است. جامعه آماری کاروانسراهای مورد مطالعه این پژوهش تمام کاروانسراهای ایران است. جامعه اختیار شده طیف وسیعی از کاروانسراها با طرح‌های متنوع را شامل می‌شود. در این پژوهش بیش از ۳۰۰ کاروانسرا بررسی شده که از این بین از هرگونه یک نمونه برای مطالعه انتخاب شده است. نمونه‌های مطالعاتی از سرتاسر ایران و با توجه به مولفه‌هایی نظیر؛ اقلیم، فرم هندسی، موقعیت جغرافیایی و دارا بودن الگوهای معماری خاص انتخاب شده‌اند. نمونه‌ها پس از شناسایی و تکمیل اطلاعات پایه پلان بنا، مستندسازی شده و سپس گونه‌شناسی معماری آنها مورد تحلیل قرار گرفته است. در این پژوهش مبنای گونه‌شناسی نقشه پلان افقی پایه کاروانسراها است. در این گونه‌شناسی فرم هندسی، شکل کلی و کالبد معماری اجزای تشکیل دهنده مطالعه گونه‌شناسی است. روش نمونه‌گیری به‌صورت هدفمند و غیر احتمالی است. نمونه‌های انتخاب شده قابلیت تعمیم به دیگر جامعه آماری را دارند. ابزار پژوهش شامل برنامه اتوکد دو بعدی است. در برداشت‌های میدانی هم از دوربین حرفه‌ای استفاده شده است.

۳- مبانی نظری

مبانی نظری پژوهش حاضر بر مبنای مطالعه قبلی و پژوهش حاضر صورت پذیرفته است. مولفه‌های معماری کاروانسراها، گونه‌شناسی، عناصر و اجزای معماری کاروانسراها از اعم مطالب دستیابی به تبیین چارچوب نظری پژوهش حاضر هستند. در متغیر معماری کاروانسراها دورنمایی از تحول و شکل کلی کاروانسراها ارائه شده است. در مولفه گونه‌شناسی، چارچوب کلی، شکلی و هندسی کاروانسراها در مطالعات پیشین به‌صورت خلاصه آمده است. در متغیر عناصر و اجزای کاروانسراها کالبد معماری اعم از: ورودی، هشتی، دالان، ایوان، حیاط مرکزی، اتاق، شترخان بررسی شده است. در گام آخر مبانی نظری گونه‌شناسی کاروانسراهای مورد مطالعه با توجه به مطالعات گذشته و خلاهای موجود تبیین شده است.

۳-۱- معماری کاروانسراها

کاروانسراها از منظر موقعیت مکانی به دو گونه اصلی «درون‌شهری» و «برون‌شهری» تقسیم می‌شوند. با توجه به اینکه تمرکز پژوهش حاضر بر کاروانسراهای برون‌شهری معطوف است، در این بخش تنها به تبیین ویژگی‌های کالبدی و معماری گونه درون‌شهری بسنده می‌شود. کاروانسراها، همسو با سایر آثار تاریخی، از مجموعه‌ای از عناصر و اجزای تشکیل‌دهنده برخوردارند که در تعامل با یکدیگر، هویت کالبدی و معنایی بنا را تکامل می‌بخشند (جدول ۱).

ساختار دسترسی در این بناها با یک «دستگاه ورودی» (یک یا دو طبقه) آغاز می‌شود که می‌تواند از نظر سطح، به صورت برجسته، فرورفته یا هم‌سطح با نمای بیرونی طراحی شده باشد. پس از عبور از ورودی، فضای «هشتی» با هندسه‌ای مربعی یا

چندضلعی قرار گرفته است که وظیفه اصلی آن، هدایت و سازماندهی دسترسی‌ها به فضاهای مختلف بناست. در ادامه، معمولاً یک دالان کشیده به یک «ایوان» منتهی می‌شود که خود، دریچه‌ای به سوی «حیاط مرکزی» است. این حیاط که می‌تواند دارای هندسه‌ای مربعی، مستطیلی یا چندضلعی باشد، هسته مرکزی تعاملات است و دسترسی به ایوان‌ها، حجره‌ها، ایوانچه‌ها و اصطبل‌ها را تسهیل می‌کند.

در پیرامون حیاط مرکزی، «حجره‌ها» جای گرفته‌اند که غالباً در برابر خود دارای ایوانچه‌ای هستند. در حلقه محاطی و بیرونی‌ترین بخش کاروانسرا، «اصطبل‌ها» قرار دارند که فضایی کشیده و دالان‌مانند را تشکیل می‌دهند؛ این فضاها معمولاً شامل باراندازها، سکوه‌های نشستن و اتاق‌های اختصاصی برای چهارواداران در بخش مدخل هستند. از منظر دید بصری و امنیتی، کاروانسراها در نمای بیرونی با برج‌ها و باروهای مستحکم، سیمایی قلعه‌مانند و نفوذناپذیر دارند. همچنین، برای مدیریت اقلیمی و تعدیل دمای محیط، برخی از این بناها از فناوری «بادگیر» بهره می‌برند. در نهایت، تأمین آب مصرفی از طریق حوض‌ها، آب انبارهای داخلی و یا بهره‌گیری از منابع بیرونی نظیر قنات و چشمه‌ها صورت می‌پذیرد (سیرو، ۱۳۵۷؛ هیلن‌براند، ۱۳۸۵).

جدول ۱- عناصر معماری کاروانسرا

توضیحات	تصویر
سر در ورودی کاروانسرا	
حیاط مرکزی کاروانسرا	
شترخان کاروانسرا	

۲-۳- گونه‌شناسی

واژه «گونه‌شناسی» در ادبیات معماری، ریشه در واژه‌ی یونانی و لاتین «تایپ» دارد که در معانی مختلفی نظیر نمونه، فرم، دسته، ویژگی و نماد به کار می‌رود. در این راستا، نظریات «موراتوری» یکی از ارکان اصلی در تعریف گونه‌شناسی به‌عنوان مجموعه‌ای از اجزای کالبدی معرف یک گروه از اشیاء محسوب می‌شود. دیدگاه موراتوری بر رویکردی تاریخی- تکاملی استوار است و دستیابی به ارزش‌های گونه‌شناختی را هدف اصلی مطالعات مدرسه خود قرار داده است. فرآیند گونه‌شناسی در روش موراتوری از سه مرحله اصلی تشکیل شده است: (۱) انتخاب مکان، (۲) انتخاب مقیاس و (۳) اجرای روند گونه‌شناسی. موراتوری در مقیاس معماری، به بررسی ریزپردازنده‌های گونه‌شناختی پرداخته و مواردی همچون مصالح (ساخت‌مایه)، سازه، طرح توزیع فضا و تیپ یا گونه معماری را مورد تحلیل قرار می‌دهد (محمدزاده و فرکیش، ۱۳۹۰).



در گستره مطالعات گونه‌شناسی، دو رویکرد اصلی «مکتب ایتالیایی» و نظریات «جان لنگ» قابل تمایز هستند که این پژوهش بر تلفیقی از این دو استوار خواهد بود. مکتب ایتالیایی، گونه‌شناسی را بر پایه طبقه‌بندی و سلسله‌مراتب فضا تعریف کرده و تمرکز اصلی خود را بر «فرم پلان» و «محورها» معطوف می‌دارد. در مقابل، جان لنگ گونه‌شناسی را به معنای دسته‌بندی عناصر و اجزای فضا بر اساس مقاصد، ساختار یا فرم‌های مشترک می‌داند؛ وی در تحلیل‌های خود بر ابعاد فرمی و نحوه‌ی شکل‌انگازانه‌ی توزیع فضا در ابعاد کالبدی تأکید می‌ورزد (معماریان و دهقانی تفتی، ۱۳۹۵).

از منظر معنایی، «گونه» ابزاری برای متمایز کردن ویژگی‌های یک دسته، طبقه یا نوع خاص از اشیاء است (ذاکر حقیقی و همکاران، ۱۳۹۰). در واقع، گونه‌شناسی نوعی الگوشناسی است که بر اساس آن، عناصر و اجزای یک شکل یا ساختمان دسته‌بندی می‌شوند. شایان ذکر است که ویژگی‌های ترکیب‌بندی شکلی و فرمی یک اثر، در حقیقت بیانگر مفاهیم و محتوای ساختاری آن بناست؛ به بیانی دیگر، شکل و فرم، نقش مفسر، تعبیرگر محتوا و روایت‌گر درون معماری را ایفا می‌کنند (جیحانی و صابری، ۱۴۰۱). در نهایت، «گونه‌شناسی شکلی» به‌عنوان عمومی‌ترین رویکرد در پژوهش‌های مربوط به سبک‌های معاصر و آثار تاریخی، بنا را بر مبنای تفاوت‌ها و شباهت‌های عناصر کالبدی و شکلی مورد تحلیل و دسته‌بندی قرار می‌دهد.

۳-۳- مولفه‌های تاثیرگذار کالبدی و فراکالبدی بر طراحی و گونه‌شناسی کاروانسراها

طراحی و گونه‌شناسی کاروانسراها تحت عواملی نظیر مولفه‌های فرهنگی، اقلیمی، اجتماعی، فنی و سازه‌ای، مذهبی، امنیتی و سبک رایج معماری جامعه بوده است. به‌عنوان مثال در بحث اقلیم، فشرده و متراکم بودن حجم کاروانسراها، استفاده از فضاهای باز و بسته، استفاده از ایوان و ایوانچه در کاروانسراها برای تبادل حرارتی علاوه بر استفاده‌های دیگر آنها، استفاده از حیاط مرکزی برای تبادل حرارتی، استفاده از مصالح بوم‌آورد، تاثیر اقلیم بر طراحی کاروانسراهای سرپوشیده، استفاده از فضای زمستان نشین و تابستان نشین، استفاده فصلی از کاروانسراها با توجه به شرایط اقلیمی، ایجاد نمازخانه در کاروانسراها قابل ذکر است. در بحث سازه‌ای استفاده از چرخ‌ها و دیوارهای ضخیم، استفاده از پوشش گنبدی قابل ذکر است. در عوامل تاثیرگذار فرهنگی می‌توان به استفاده از دو حیاط یک حیاط عمومی و یک حیاط خصوصی، جدا سازی حریم خصوصی و عمومی با طراحی فضای اختصاصی شاه نشین، استفاده از سلسله‌مراتب دسترسی خطی جهت عبور و مرور راحت اشاره کرد. در بحث امنیت کاروانسراها می‌توان به این موارد اشاره کرد؛ استفاده از برج و باروی مستحکم برای دفاع از کاروانسرا و تعبیه یک ورودی برای کنترل عبور و مرور، ایجاد فضای سرب افکن در بالای ورودی برای دفاع، در بحث بهداشتی می‌توان به استفاده از سرویس بهداشتی در کاروانسراها اشاره کرد، در عوامل مذهبی تاثیر گذار می‌توان به ساخت کاروانسراهای خیریه و وقفی و ایجاد درمانگاه در کنار کاروانسراها اشاره کرد. استفاده از سبک رایج معماری جامعه نظیر وجود رواق، برج و باروی مستحکم، وجود ایوان و ایوانچه و وجود شترخان، این مولفه‌ها هر کدام سبب شکل‌گیری الگوهای معماری در کاروانسراها شده است (جدول ۲).

جدول ۲- عوامل تاثیر گذار کالبدی و فراکالبدی بر طراحی کاروانسراها

مولفه‌های اصلی	مولفه‌های فرعی
فرهنگی	- کاروانسراها به صورت درون گرا هستند و تمام فضاها رو به حیاط مرکزی و درون باز می‌شوند و تنها در ورودی رو به بیرون باز می‌شود. - جداسازی فضاهای خصوصی و عمومی و فضاهای خدماتی و اقامتی از یکدیگر - تاکید بر سلسله مراتب حرکتی (جلوخان - پیش طاق - درگاه - هشتی - دالان - ایوان) برای حفظ حریمیت و عدم دسترسی مستقیم به داخل کاروانسرا - شکل‌گیری دو حیاط در کاروانسرا یکی مخصوص خواص و یکی مخصوص عوام - وجود شاه نشین و بخش خصوصی در کاروانسرا - استفاده از اسما متبرکه در جدارها و کتیبه‌های کاروانسرا به جهت متبرک کردن فضاها - شکل‌گیری مجموعه‌های زیستی در کاروانسرا و اطراف آن - وجود قسمت‌های ویژه برای بانوان همانند حیاط خلوت‌ها و شاه نشین‌های ویژه (کاروانسراهای چاله سیاه، جلوگیر، نیستانک و رباط شرف)
اقلیمی	- جهت‌گیری ساختمان رو به جنوب جهت استفاده از گرمای ایده آل - جهت‌گیری ساختمان و رن بناها بر طبق اقلیم منطقه - استفاده از زیرزمین در کاروانسراهای مناطق گرم و خشک (کاروانسراهای سنگی پرند و قصر بهرام سمنان) - استفاده از حیاط مرکزی جهت تبادل حرارتی



- استفاده از مصالح بوم آورد (خشت- سنگ - آجر) - وجود سقف‌های صاف و گنبدی- شکل گیری فضاهای باز و بسته و نیمه باز - شکل گیری ایوان در حیاط‌ها - استفاده از ایوانچه در مقابل اتاق‌ها - استفاده از مصالح با ظرفیت حرارتی بالا نظیر سنگ و خشت - نورگیری از حیاط مرکزی - شکل گیری فضاهای زمستان نشین و تابستان نشین - تفاوت در نورگیری فضاها با توجه به عملکرد آنها فضاهای اقامتی نور مستقیم و فضاهای خدماتی نور غیر مستقیم دریافت می کردند (اتاق، ایوانچه، ایوان و شاه نشین نور مستقیم و شترخان نور غیر مستقیم دریافت می کرد).	
مذهبی - شکل گیری راه‌های زیارتی و احداث کاروانسرا در حاشیه راه‌ها (راه ابریشم، راه زیارتی عتبات از کربلا به مشهد، راه زیارتی قم به مشهد) - وجود مسجد و نمازخانه در کاروانسرا - وجود کاروانسراهای خیریه و وقفی در نواحی مختلف - پیدایش فضاهای خدماتی و بهداشتی در کنار کاروانسرا به جهت سرویس دهی به قفقیران و ضعفا (کاروانسرای شاه عباسی نطنز طبق گفته اولتاریوس) - ساخت رباط‌ها به جهت کاربری خانقاه و مدرسه	
اقتصادی - پیدایش کاروانسراهای شاهی - ساخت کاروانسراها توسط متمولین - وجود شاه نشین و بالاخانه در کاروانسرا - وجود حیاط‌های خصوصی و عمومی در کاروانسرا که ناشی از رونق وضعیت اقتصادی داشته است. - احداث کاروانسراهای بزرگ مقیاس - احداث کاروانسراهایی که به صورت مجتمع زیستی گسترده بودند (وجود باغ- حمام- مسجد- نانوايي - قصابی در کنار کاروانسرا). - تفاوت ابعاد و اندازه فضاها - تاثیر نوع طبقه اجتماعی بر الگوی طراحی کاروانسراها - تفاوت در مصالح و تزیینات	
فنی و سازه ای - استفاده از آسمانه تخت و گنبدی - استفاده از سازه باربر با دیوارهای باربر - استفاده از پی‌های محکم - استفاده از نظام پیمون در طراحی کاروانسراها - استفاده از مصالح بوم آورد (سنگ و آجر)	
سیاسی و اجتماعی - استفاده از برج و باروهای محکم - استفاده از برج‌ها - بعثت درگیرها و جنگ‌ها در ایران کاروانسراها مستحکم ساخته می‌شدند تا در مواقع لزوم نقش قلعه‌های نظامی را بازی کنند. - وجود پاسدارخانه در کاروانسراها - وجود کاروانسراهای مخصوص برای نخبگان سیاسی همانند کاروانسراهای شاهی - وجود امکانات ویژه در برخی از کاروانسراها برای سرویس دهی به افراد خاص همانند وجود حمام، شاه نشین و حیاط خلوت - وجود فضای سرب افکن در بالای ورودی - وجود بالاخانه در بالای ورودی	
سبک رایج جامعه - سبک‌های معماری با گذشت زمان و به تدریج تغییر می‌کنند و به صورت آتی نیست لذا سبک‌ها از طول حکومت شاهان ماندگارتر بودند. - وجود آرایه‌های معماری متنوع - وجود سبک‌های معماری خارجی در کاروانسراها - استفاده از مصالح متفاوت - قوی بودن یک الگو در طراحی ساختمان‌ها با توجه به علاقه و سلیقه معماران و حاکمان (مثلا در کاروانسراهای منسوب به دوره قاجار طرح مهمانخانه‌های فرنگی وارد طرح کاروانسراها شد).	

۴-۳- رویکرد منتخب پژوهش به منظور گونه‌شناسی کاروانسراهای محدوده‌ی مطالعاتی

در رویکرد گونه‌شناسی تکاملی معماری، کنش‌ها و مؤلفه‌های مختلف، ساختار کالبدی را تحت تأثیر قرار می‌دهند؛ به گونه‌ای که بسترهای کالبدی، عملکردی و زیست‌محیطی به بر پایه «ترکیب‌بندی فضایی» و «سازماندهی پلان معماری» صورت گرفته است. از این رو، پژوهش حاضر بر آن است تا با اتخاذ عنوان «کنش‌های منطقی»، و بسترهای اجتماعی، اقتصادی و سیاسی به عنوان «کنش‌های اجباری» بر کالبد اصلی بنا اثر می‌گذارند. با این حال، علی‌رغم اثرپذیری از مؤلفه‌های سیاسی و

اجتماعی، گونه‌بندی فضاهای معماری همواره از الگوهای ریشه‌داری تبعیت می‌کند که نشان‌دهنده بهره‌گیری نظام‌مند معماران از مفاهیم «الگو» در فرآیند طراحی است. پژوهش حاضر، مبانی گونه‌شناسی خود را بر تلفیقی از نظریات «جان لنگ»، «مکتب ایتالیایی» و «دیدگاه زیستی- اجتماعی» استوار ساخته است. در این راستا، از دیدگاه جان لنگ، گونه‌شناسی بر پایه دسته‌بندی عناصر بر اساس مقاصد، ساختار یا فرم‌های مشترک، و با تمرکز بر ابعاد فرمی، شکلی و کالبدی تعریف می‌شود. مکتب ایتالیایی نیز با تأکید بر سلسله‌مراتب فضا، بر ابعاد، شکل‌های فرمی و سازمان پلان معماری تمرکز دارد. علاوه بر این، در رویکرد زیستی- اجتماعی، با تمرکز بر گونه‌شناسی کالبدی، تأکید ویژه‌ای بر مفاهیمی نظیر تراکم و کیفیت فضا صورت می‌گیرد. در مطالعه حاضر، تحلیل گونه‌شناسی کاروانسراها این رویکرد تحلیلی، برای نخستین بار به بررسی و تبیین الگوهای گونه‌شناختی کاروانسراها پرداخت.

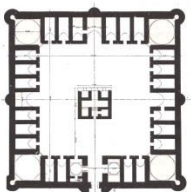
۴- یافته‌ها

یافته‌های پژوهش در چند دسته‌بندی ارائه شده است. گونه‌شناسی هندسی و شکلی کاروانسراها، مجموعه‌ای بودن یا منفرد بودن کاروانسراها و در نهایت گونه‌های شناسایی شده بر پایه پلان معماری کاروانسراها ارائه شده است. ۱۱ گونه کاروانسرا بر پایه فرم هندسی، اقلیم و جغرافیای مکانی، عناصر معماری نظیر ورودی، اتاق، شترخان و دیگر اجزا شناسایی شده است. یافته‌ها در دو دسته کلی شاخه‌های اصلی و فرعی طبقه‌بندی می‌شوند. ۱۱ گونه اصلی هر کدام غالباً به دو زیرگروه دسته‌بندی و برخی از آنها نیز به دو زیرگروه فرعی تر دسته‌بندی شده‌اند. برخی از این شاخه‌های اصلی عبارتند از: گونه‌های ایوان دار، هشت ضلعی منتظم و نامنتظم، مدور و دیگر موارد و برخی از شاخه‌های فرعی گونه‌های برج دار و بدون برج و زیرگروه‌های فرعی تر شامل؛ ایوانچه دار و بدون ایوانچه در نمای بیرونی هستند.

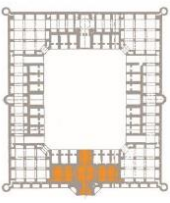
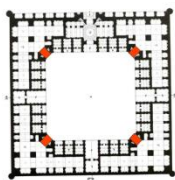
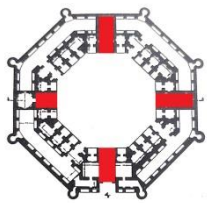
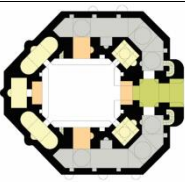
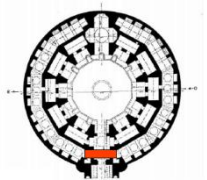
۱-۴- گونه‌شناسی فرم هندسی پلان

فرم هندسی پلان کاروانسراها تابع شرایط اقلیمی و جغرافیایی و عوامل اجتماعی و فرهنگی است. پلان کاروانسرا به شش گروه تقسیم بندی می‌شوند. بیشتر کاروانسراهای ایران فرم چهارگوش (مربع و مستطیل) دارند. فرم مستطیل خود به دو نوع مستطیل با راهروهای کشیده و راهروهای مورب ۴۵ درجه گونه‌بندی می‌شود. بیشتر کاروانسراهای ایران با طرح‌های ایوان دار، طرح متفرقه و تالار ستون دار به صورت مربع یا مستطیل هستند. فرم هشت ضلعی منتظم نیز به تعداد اندک شمار وجود دارد. فرم هشت ضلعی نامنتظم فقط یک نمونه از آن وجود دارد. فرم مدور هم تنها چند نمونه از آن وجود دارد. در طراحی فرم هندسی علاوه بر عوامل اشاره شده فوق مولفه‌های دیگری نظیر بحث سازه‌ای اعم از مقاومت و پایداری در برابر نیروها، استحکام در برابر زلزله نیز تأثیرگذار بوده است. در فرم‌های چهارگوش تقارن و توازن بصری بیشتر به چشم می‌خورد. در فرم‌های هشت ضلعی منتظم و نامنتظم استحکام بخشی در برابر زلزله و در فرم‌های مدور شکل بحث دفاعی حایز اهمیت بوده است. در مجموع ویژگی‌های محیطی در طراحی و نوع هندسه پلان بیشترین تأثیر را دارد (جدول ۳).

جدول ۳- گونه‌شناسی هندسی پلان کاروانسراهای ایران

نوع گونه	فرم هندسی پلان	تصویر
گونه اول	مربع	



 ورودی برجسته	مستطیل	گونه دوم
 دسترسی به فضاها از پنج نقطه محیط مرکزی	مستطیل با راهروی ۴۵ درجه	گونه سوم
 کاروانسرای هشت ضلعی منتظم	هشت ضلعی منتظم	گونه چهارم
 وکیلان رفاهت خانه باستانی	هشت ضلعی نامنتظم	گونه پنجم
 دسترسی به شترخان ها از هشتی	مدور	گونه ششم

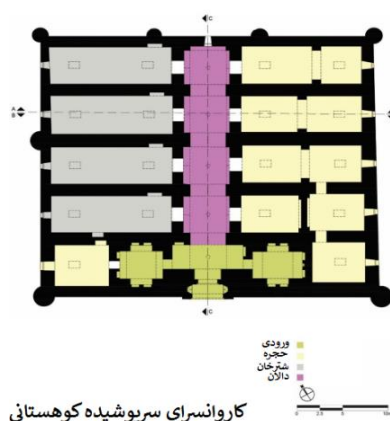
۲-۴- گونه شناسی کاروانسراها از منظر مجموعه ای بودن

کاروانسراها دارای گونه شناسی کلی هستند. کاروانسراها گاهی به صورت یک بنای منفرد، گاهی به صورت ترکیبی و گاهی نیز به صورت ترکیبی بوده اند. کاروانسراهای منفرد فاقد آب انبار و مجموعه عناصر معماری دیگر هستند. و به صورت بنایی ساده بوده اند. کاروانسراهای بینایی ترکیب کاروانسرا و آب انبار مستقل در بیرون کاروانسرا است. کاروانسرای ترکیبی به صورت مجموعه ای از عناصر معماری نظیر باغ، پل، حمام، بازار، کشتزار، آب انبار و دیگر عناصر معماری میان راهی هستند. از کاروانسرای منفرد می توان به کاروانسرای سنگی پرند، از کاروانسراهای بینایی می توان به کاروانسرای قمصر و از کاروانسراهای ترکیبی می توان به کاروانسرای آجری علی آباد قم اشاره کرد.

۳-۴- معرفی گونه شناسی پلان معماری کاروانسراهای ایران

کاروانسراهای سرپوشیده کوهستانی: کاروانسراهای سرپوشیده کوهستانی فاقد حیاط مرکزی هستند. اتاق‌ها و اصطبل‌ها در کنار یکدیگر هستند و سلسله‌مراتب دسترسی و ارتباطش با محیط پیرامون به حداقل می‌رسد. در کاروانسراهای سرپوشیده تعداد بازشوها بسیار محدود است و کاروانسرا تنها یک درب ورودی دارد و پنجره و درب دیگری ندارد (ظهوریان و شاهکار، ۱۳۹۵؛ کاویان و غلامی، ۱۳۹۶). در کاروانسرای سرپوشیده کوهستانی فضاها کم ارتفاع و کوتاه هستند تا محیط درونی زودتر گرم شود. این گونه کاروانسراها معمولاً در نقاط سردسیر و برف‌گیر قرار گرفته‌اند. مصالح مورد استفاده در این کاروانسراها سنگ و آجر است که سازگار با این شرایط اقلیمی است. بعلت کوهستانی بودن این اقلیم سنگ به‌عنوان مصالح بومی این منطقه بحساب می‌آید و به وفور یافت می‌شود. معمولاً سنگ‌ها به صورت غیرهندسی و قلوه سنگ هستند. شرایط حرارتی و فیزیکی سنگ باعث شده که پاسخگوی این شرایط آب و هوایی باشد. پی و جرزها، دیوارها و پوشش کاروانسراهای این منطقه از سنگ و قلوه سنگ است. در این نوع کاروانسراها فضایی اقامتی در مرکز کاروانسرا و اصطبل‌ها و دیگر فضاها حول این فضای مرکزی طرح‌اندازی شده‌اند. فضای اقامتی معمولاً هم سطح دیگر فضاهای درونی کاروانسرا است. در لایه آخرین کاروانسرا پستوها و ایوانچه‌هایی برای استراحت تیمارداران حیوانات وجود دارد. بعلت کوهستانی و پربارش بودن این منطقه از ملات ساروج برای پیوند بین سنگ‌ها استفاده می‌شود. درب ورودی در این گونه کاروانسراها رو به باد نامطلوب و سرد نیست و همیشه در جهت مخالف وزش بادهای سرد و کوهستانی است. اندازه درب ورودی کوچک و کم ارتفاع است. پوشش این گونه کاروانسراها معمولاً به صورت تخت و صاف است و تنها فضای مرکزی که نقش اقامتی را دارد پوشش گنبدی دارد.

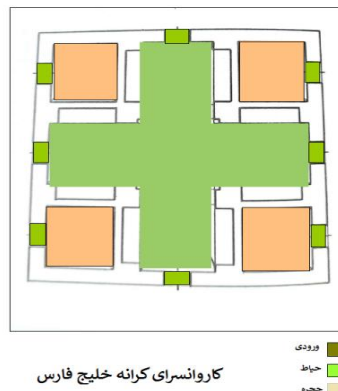
برخلاف کاروانسراهای حیاطدار که فضاهای درونی آن دارای هورنو و نورگیر سقفی هستند در این جا خبری از این منفذهای نوررسانی و تهویه نیست. دیوارها و جرزها غالباً ضخیم هستند تا تبادل حرارتی دیرتر صورت گیرد. شکل کلی کاروانسراهای این منطقه به صورت مربع یا مستطیل است. کاروانسراهای این منطقه معمولاً از سطح زمین کمی پایین‌تر هستند تا از گرمای زمین استفاده بهینه ببرند. در درون کاروانسراها بخاری دیواری و اجاق وجود دارد تا محیط درون را گرم نماید و نیز بتوان در آن غذا آماده نمود. در این گونه کاروانسراها فضاهایی نظیر ایوان، هشتی و دالان وجود ندارد. مساحت این کاروانسراها غالباً کم است. کاروانسراهای سرپوشیده کوهستانی معمولاً در درون خود دارای تاقچه نیز هستند. کاروانسراهای گامبوش، قطور خوی، صابین نیر، خروسلو/اردبیل، شبلی و آبعلی از نمونه کاروانسراهای این گونه است. کاروانسراهای سرپوشیده کوهستانی دارای دو زیرگونه با عنوان برج‌های نگهبانی و فاقد برج‌های نگهبانی است. کاروانسراهای برج‌دار و بدون برج خود به دو دسته ایوانچه دار و بدون ایوانچه در نمای بیرونی تقسیم می‌شود (تصویر ۱).



تصویر ۱- پلان کاروانسرای سرپوشیده کوهستانی (Unesco, 2021)

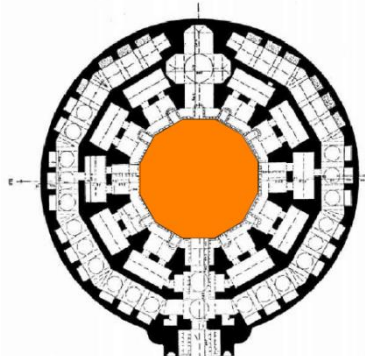
کاروانسراهای کرانه‌ی خلیج فارس: این گونه از کاروانسراها فاقد حیاط مرکزی است و هر اتاق به بیرون باز می‌شود و تعداد بازشوها زیاد است. فرم پلان این کاروانسراها معمولاً به صورت صلیبی شکل و همچنین شبستانی ستون

دار است. در درون کاروانسراها و در دو طرف فضاهای اقامتی سکوهایی برای نشستن وجود دارد. ورودی کاروانسرا رو به دریا باز می‌شود تا هوای خنک و بادی که از دریا می‌وزد به سوی کاروانسرا هدایت نماید. در این گونه کاروانسرا بعلت رطوبت و گرمای زیاد هوا تهویه درون کاروانسرا حایز اهمیت است. مصالح بومی مورد استفاده در کاروانسرا آجر است و رنگ نمای بیرونی برای عدم جذب نور خورشید سفیدرنگ است. پلانی صلیبی شکل آن باعث شده طرح آن نیز همانند دیگر کاروانسراها متقارن باشد در تقاطع این چهار بازوی صلیبی شکل یک گنبد وجود دارد در جناحین این بال‌ها اتاق‌های کاروانسرا قرار دارد. کاروانسراهای این منطقه از هر طرف باز هستند و بازشوی رو به بیرون دارند. سقف فضاهای درونی کاروانسرا گهواره‌ای شکل هستند. کاروانسراهای بادنی، برکه سلطان، برکه سفید، جیحون، هورمود و گچینه از نمونه کاروانسراهای این گونه است (تصویر ۲).



تصویر ۲- پلان کاروانسرای کرانه خلیج فارس (کیانی و کلایس، ۱۳۷۳)

کاروانسراهای مدور: فرم بیرونی این کاروانسرا مدور شکل است ولی فرم درونی آن معمولاً چندضلعی و دوازده ضلعی است. ورودی این گونه کاروانسراها معمولاً برجسته است و برج‌های دفاعی در اطراف دیوار بیرونی کاروانسرا قرار دارد. این کاروانسراها معمولاً هشتی و دالان دارند. از هشتی کاروانسراها به درون اصطبل دسترسی وجود دارد. همانند دیگر کاروانسراهای حیاطدار در آخرین لایه بیرونی اصطبل کاروانسرا قرار دارد. در دو طرف اصطبل سکوهایی برای نشستن وجود دارد. اصطبل به صورت سرتاسری و پیوسته است. پس از عبور از هشتی و دالان وارد حیاط مرکزی می‌شویم. در اطراف حیاط اتاق‌ها قرار دارند و معمولاً روبروی ورودی ایوان با شاه نشینی وجود دارد. فرم کلی این کاروانسرا تابع اقلیم منطقه است و معمولاً فرم مدور در مقابل باد و طوفان‌های کویری مقاوم و نفوذناپذیرتر است. کاروانسراهای زین‌الدین، زیزه، تاج‌آباد از نمونه کاروانسراهای این گونه است. کاروانسراهای مدور دو زیرگونه با عناوین کاروانسراهای مدور با برج نگهبانی و فاقد برج نگهبانی دارد (تصویر ۳).

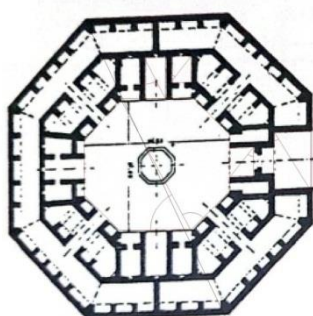


تصویر ۳- پلان کاروانسرای مدور (کیانی و کلایس، ۱۳۷۳)

کاروانسراهای چندضلعی منتظم حیاطدار: این گونه کاروانسراها به صورت هشت ضلعی منتظم هستند. فرم این کاروانسراها از بیرون هشت ضلعی و از درون نیز هشت ضلعی هستند. کاروانسراهای هشت ضلعی بیشتر در مناطق بیابانی قرار دارند. علت انتخاب فرم هشت ضلعی قابلیت مقابله بهتر در برابر زلزله و هجوم‌ها بوده است. در دیوارهای

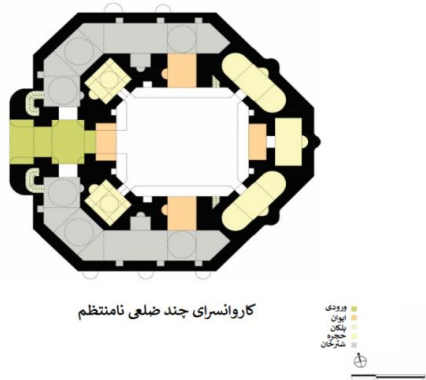


کاروانسرا معمولا هشت برج دفاعی در نقاط متقاطع طرح‌اندازی شده است. این گونه کاروانسراها حیاطدار هستند و حیاط مرکزی دارند و اتاق‌ها دورتادور حیاط طرح‌اندازی شده‌اند و چهار ایوان نیز در چهار ضلع درونی این کاروانسرا تعبیه شده است. شترخان‌ها در پشت اتاق‌ها قرار دارند و به صورت سرتاسری و هشت ضلعی می‌باشند. دسترسی به شترخان‌ها از طریق حیاط و هشتی امکان‌پذیر می‌شود. مصالح مورد استفاده این گونه کاروانسراها از سنگ و آجر است. اتاق‌های دور حیاط معمولا ایوانچه‌ای در مقابل خود دارند. کاروانسراهای هشت ضلعی همه در دوره صفویه طرح‌اندازی شده‌اند. نحوه دسترسی و سیرکولاسیون فضایی و ترکیب بندی فضایی در کاروانسراهای هشت ضلعی همانند دیگر کاروانسراهای حیاطدار است. بدین معنی که آنها ورودی برجسته، هشتی، دالان و ایوان دارند و از منظر ویژگی‌های معماری کامل هستند. کاروانسراهای /امین آباد، خان خوره، ده بید، چهارآباد و بنارویه از نمونه کاروانسراهای این گونه است. کاروانسراهای چند ضلعی منتظم دو زیرگونه تحت عناوین کاروانسراهای چند ضلعی منتظم با برج‌های نگهبانی و فاقد برج‌های نگهبانی دارد (تصویر ۴).



تصویر ۴- پلان کاروانسرای هشت ضلعی منتظم (Unesco, 2021)

کاروانسراهای چند ضلعی نامنتظم حیاطدار: این گونه کاروانسرا به صورت هشت ضلعی نامنتظم است و طول و عرض هشت ضلعی با هم برابر نیست. تعداد این نوع کاروانسرا بسیار محدود است و آن هم در مناطق مرکزی ایران قرار گرفته است. معماری این کاروانسراها همانند کاروانسراهای چند ضلعی منتظم است و سیرکولاسیون فضایی و سلسله مراتب دسترسی نیز شبیه به آن کاروانسراها است. کاروانسراهای چند ضلعی نامنتظم حیاط مرکزی دارند و اتاق‌ها دورتادور حیاط قرار گرفته‌اند و اتاق‌ها ایوانچه‌ای نیز در مقابل خود دارند. پشت اتاق‌ها شترخان‌ها قرار دارند دسترسی به شترخان‌ها از داخل حیاط و هشتی امکان‌پذیر است. این کاروانسراها دارای ورودی برجسته، هشتی، دالان و ایوان هستند. فرم بیرونی کاروانسرا هشت ضلعی و فرم درونی آنها نیز هشت ضلعی است. مصالح مورد استفاده در این کاروانسراها سنگ و آجر است. کاروانسرای سنگی/نجیره از نمونه کاروانسراهای این گونه است (تصویر ۵).

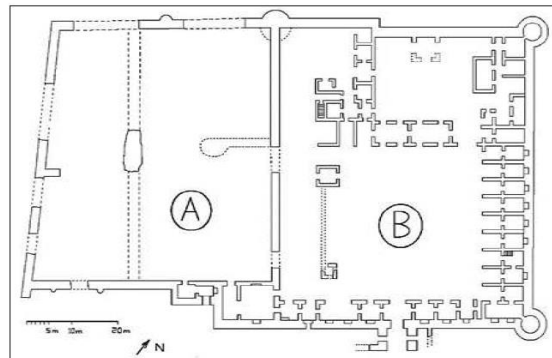


تصویر ۵- پلان کاروانسرای چند ضلعی نامنتظم (Unesco, 2021)

کاروانسراهای متفرقه: این گونه کاروانسراها از فرم و معماری تعریف شده از دیگر گونه‌ها تبعیت نمی‌کنند. معمولا معماری آنها متنوع است. کاروانسراهای متفرقه به شکل‌های مربع و مستطیل و چند ضلعی ناقص هستند. در این گونه

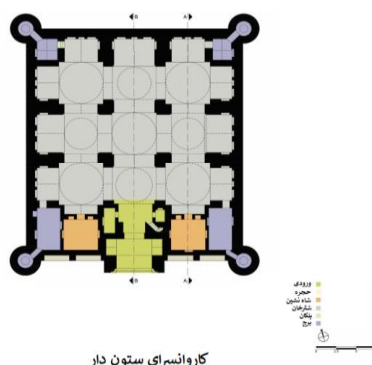


در برخی از کاروانسراها سلسله مراتب دسترسی و سیرکولاسیون فضایی کامل و در برخی دیگر از الگوی خاصی تبعیت نمی‌کند. در کاروانسراهای متفرقه طرح‌هایی نظیر یک ایوانی، دو ایوانی و چهار ایوانی دیده نمی‌شود و فضاهای کاروانسرا از نظم خاصی برخوردار نیستند. از کاروانسراهای طرح متفرقه می‌توان به کاروانسراهای *خواجه نظر*، *حاجی آباد* و *سفیدآب* اشاره نمود. کاروانسراهای طرح متفرقه دو زیرگونه تحت عنوان کاروانسراهای با طرح متفرقه با برج نگهدانی و بدون برج نگهدانی دارد. کاروانسراهای متفرقه برج‌دار و بدون برج خود به دو دسته ایوانچه دار و بدون ایوانچه دسته‌بندی می‌شود (تصویر ۶).

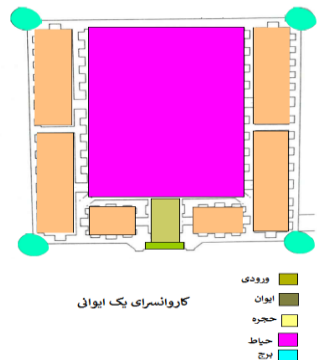


تصویر ۶- پلان کاروانسرای متفرقه (کیانی و کلایس، ۱۳۷۳)

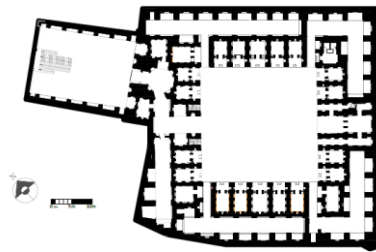
کاروانسرا با طرح تالار ستون‌دار: پراکندگی کاروانسرا با طرح تالار ستون‌دار در ایران محدود است و تعداد آنها انگشت شمار است. معماری این کاروانسراها تابع شرایط اقلیمی، جغرافیایی و محیطی است. برخی از این نوع کاروانسراها بسان مناطق سرد و کوهستانی سرپوشیده و بسته است و درون فضای کاروانسرا به صورت شبستان است و ستون‌دار است. پوشش این فضاها به صورت تخت و نیمه گنبدی است. در برخی از این نوع کاروانسراها تالار ستون‌دار در بخش شترخان آن قرار دارد و به صورت فضای بسته و ستون دار است. کاروانسراها با طرح تالار ستون‌دار دارای دو زیرگونه تحت عنوان طرح تالار ستون‌دار با برج‌های نگهدانی و بدون برج‌های نگهدانی دارد (تصویر ۷).



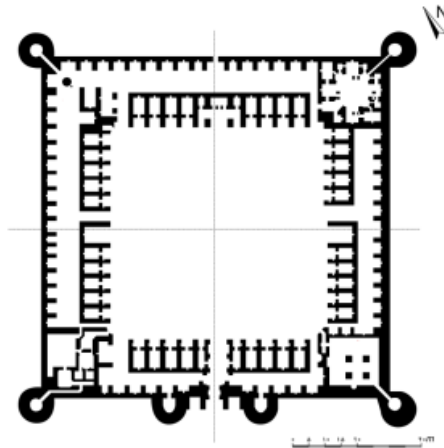
دار با برج‌های نگهداری و بدون برج‌های نگهداری دارد. کاروانسراهای دو ایوانی و چهار ایوانی برج دار و بدون برج خود به دو دسته ایوانچه دار و بدون ایوانچه دسته‌بندی می‌شود.



تصویر ۸- پلان کاروانسرای یک ایوانی (کیانی و کلایس، ۱۳۷۳)

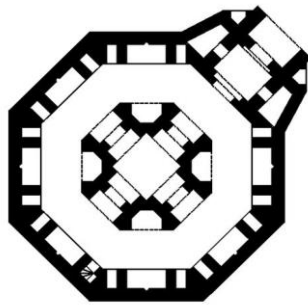


تصویر ۹- پلان کاروانسرای دو ایوانی (آرشیو اداره میراث فرهنگی رباط کریم، ۱۴۰۰)



تصویر ۱۰- پلان کاروانسرای چهار ایوانی (سیرو، ۱۳۵۷)

کاروانسراهای هشت ضلعی سرپوشیده: کاروانسرای هشت ضلعی سرپوشیده فاقد حیاط مرکزی است و معمولاً در مناطق سرد و کوهستانی طرح‌اندازی می‌شود. فرم کلی پلان این گونه کاروانسرا هشت ضلعی منتظم است و ورودی بنا در یکی از اضلاع هشت ضلعی قرار دارد. در این کاروانسراها هسته مرکزی بخش اقامتی است و شترخان بین هسته مرکزی و دیوارهای بیرونی قرار دارد. به عبارت دیگر شترخان هشت ضلعی بخش اقامتی را احاطه کرده است (تصویر ۱۱).



تصویر ۱۱- کاروانسرای هشت ضلعی سرپوشیده (کیانی و کلایس، ۱۳۷۳)

۵- بحث

کاروانسراهای ایرانی در تاریخ پیدایش خود سیر تحول تدریجی داشته‌اند. عناصر معماری آنها نیز در طی سده‌ها متحول شده‌اند. پلان کاروانسراهای ایران تابع شرایط جغرافیایی و فرهنگی منطقه خود بوده است. نظام شکلی پلان کاروانسراها متنوع بوده و به شکل‌های مربع، مستطیل، مدور، هشت ضلعی می‌باشد. پلان‌های مربع شکل از تقارن محوری برخوردار هستند و نسبت محور طولی بر محور عرضی یکسان و مساوی است. در پلان‌های مستطیل شکل یکی از محورها نسبت به محور دیگر بزرگ‌تر و کشیده‌تر است. در پلان‌های هشت ضلعی منتظم نسبت محورهای طولی و عرضی برابر است. در پلان هشت ضلعی نامنتظم نسبت محورهای طولی و عرضی برابر نیست. در پلان مدور نیز نسبت محورهای طولی و عرضی برابر است. فرم هندسی پلان تعیین کننده شکل اصلی کاروانسرا است. در این پژوهش گونه‌شناسی پلان معماری کاروانسراها بر پایه هندسه پلان آنها صورت گرفت. با بررسی و بازخوانی پلان پایه کاروانسراها در مجموع با توجه در نظر گرفتن عوامل مختلف نظیر مولفه‌های اقلیمی و فرهنگی یازده گونه پلان شناسایی شد. این یازده گونه پلان در تمام کاروانسراهای ایرانی قابل شناسایی و پیگیری است. پیشینه شکل‌گیری این طرح‌ها و الگوها به سده‌ها قبل پیش از اسلام و در دوره معماری ایرانی اسلامی باز می‌گردد. یازده گونه شناسایی شده در تمام نقاط ایران پراکنده هستند. گونه سرپوشیده کوهستانی بیشتر در شمال غرب ایران متمرکز شده است. گونه کرانه خلیج فارس در حاشیه خلیج فارس متمرکز شده و گونه‌های دیگر اعم از ایوان دار، چند ضلعی، متفرقه و ستون دار در تمام حوزه جغرافیایی ایران پراکنده شده است. کاروانسراهای حیاطدار در حوزه شمال، جنوب، شرق و غرب ایران وجود دارد. کاروانسراهای حیاطدار بی توجه به اقلیم آن منطقه رشد و گسترش یافته است. برای نمونه در منطقه حاشیه خلیج فارس و حاشیه دریای خزر و نواحی گرم و خشک و کوهستانی کاروانسراهای حیاطدار پلان غالب این مناطق است. پلان هندسی کاروانسراها نیز در همه حوزه‌های جغرافیایی ایران وجود دارد. برای نمونه کاروانسراهای چهارگوش و چند ضلعی، مدور در همه حوزه‌های فرهنگی و جغرافیایی وجود دارند. گاهی اوقات چند کاروانسرا در یک مسیر اصلی دارای شباهت‌های بسیار زیادی هستند که این امر بیان‌گر وجود طراح و معمار و بانی مشترک و وجود سازمانی مدون برای طراحی و اجرای طرح‌های معماری کاروانسراها است. شباهت بسیار عناصر معماری کاروانسراها و سیمای منظرین آنها عامل دیگری است که تاکید می‌نماید پلان کاروانسراها در یک دوره و توسط یک معمار طراحی و اجرا شده است. علی‌رغم شباهت کاروانسراها، آنها دارای ویژگی‌های متفاوتی هستند که این ناشی از خلاقیت معماران حتی معمار مشترک در چند کاروانسرا است که علی‌رغم شباهت‌های متعدد دارای تفاوت‌های نیز هستند (جدول ۴).

توانمندی معماران و وجود یک نظام کارآمد ساخت و ساز باعث شد کاروانسراهایی با طرح‌های متنوع طرح‌اندازی شوند. جدا از عوامل فرهنگی و اقلیمی ویژگی‌های رایج یک دوره که در طراحی و ساخت دیگر ابنیه دیده می‌شود در کاروانسراها نیز قابل مشاهده است. برای نمونه ویژگی‌های تاریخی هر دوره خود تأثیر گذار هستند. برای نمونه برج‌های کاروانسراهای منسوب به دوره سلجوقی بیشتر کارکرد تزئینی دارند تا دفاعی. برای نمونه از رواق بیشتر در کاروانسراهای سده‌های اولیه اسلامی استفاده شد ولی به مرور زمان این عنصر حذف شد و بجای آن ایوانچه‌ها در مقابل اتاق‌ها قرار گرفتند. یا کاروانسراهای اولیه عصری به نام بالاخانه در سر در ورودی نداشتند و در عصر صفوی عمارت سر در ورودی کاروانسراها دو آشکوبه شدند. یا ورودی‌ها نسبت به معبر در ابتدا برجسته بودند و در سده‌های میانه به صورت برجسته و بیرون زده بودند ولی در سده‌های متأخر آنها هم سطح نمای بیرونی کاروانسراها شدند. علاوه بر این عوامل شرایط اجتماعی و امنیتی هم بر طراحی پلان کاروانسراها تأثیر گذار



بود. برای نمونه در دوره صفوی با بهبود وضعیت اقتصادی و امنیتی کشور کاروانسراها غالباً فاقد برج و باروی دفاعی شدند و در مواردی هم که کاروانسراها برج و بارو داشتند بیشتر جنبه نمادین و تزیینی داشتند. پلان کاروانسراهای دوره قاجار ابهت و شکوه کاروانسراهای گذشته را دیگر نداشتند و فاقد ریزه‌کاری‌ها و جزئیات برجسته گذشته بودند. پلان معماری کاروانسراها به‌عنوان نقشه‌ی پایه‌ی آنها در راستای کارکردهای روزمره کاروانسراها بوده است. این نقشه پایه به در طی دوره‌های تاریخی گوناگون به روز شده و از کاستی‌های آنها کاسته شده و بر نیازهای آنها افزوده شده است. برای نمونه کاروانسراهای اولیه فاقد فضای آبریزگاه بودند ولی در دوره صفویه و قاجاریه بیشتر کاروانسراها آبریزگاه داشتند. این تغییرات نیاز روزمره کاروانسراها و مسافران را بر طرف می‌کرده است. یا دسترسی به شترخان‌ها و جانمایی آنها در کاروانسراهای اولیه یکی از مشکلات و موانع حل نشده معماری کاروانسراها بود که به مرور زمان این الگو تغییر و تحول پیدا کرد. به‌عبارت ساده تر فرم و عملکرد در راستای یکدیگر و در پی پاسخگویی به نیاز کاروانسراها و مسافران بود.

در این پژوهش علاوه بر گونه‌های اصلی زیرگونه‌ها نیز مشخص شدند. زیرگونه‌ها خود به دو دسته کلی کاروانسراهای برج‌دار و کاروانسراهای فاقد برج دسته‌بندی می‌شوند. این زیرگونه‌ها تقریباً در تمام گونه‌های پلان معماری اصلی شناسایی شده، دیده می‌شود. باید عنوان کرد که گونه‌شناسی کاروانسراهای ایرانی سیر تدریجی داشته و در طی بیش از ۲۵۰۰ سال متحول شده است. این سیر ناشی از نیاز کاروانسراها و در جهت حل مشکلات آنها و پاسخگویی به مایحتاج مسافران بوده است. هندسه پلان و فرم شناسی پلان هندسی کاروانسراها تعیین‌کننده گونه‌شناسی و الگوشناسی پلان پایه نقشه‌های معماری کاروانسراها است. وجود سازمانی متمرکز برای طراحی و ساخت کاروانسراها و همچنین معمار مشترک میان چند کاروانسرا در یک دوره تاریخی و حتی در یک مسیر تاریخی از دیگر عوامل تاثیرگذار بر شکل‌گیری گونه‌شناسی پلان معماری کاروانسراها است. یافته‌های پژوهش حاکی از آن دارد که پلان معماری کاروانسراها از سنت‌ها و الگوهای معماری رایج دوره خود الهام‌پذیر بوده و حتی می‌توان قدم را فراتر نهاد و عنوان کرد که معماری کاروانسراهای ایران به‌عنوان کهن الگوی پلان معماری کاروانسراهای فرهنگ‌ها و جغرافیایی دیگر کشورها و حوزه‌های فرهنگی بوده است. حوزه ایران فرهنگی که دربرگیرنده فرهنگ‌ها و کشورهای گوناگون همجواری بوده که به مرور زمان از منظر جغرافیایی و سیاسی از حوزه ایران جدا شده اما تاثیر معماری کاروانسراهای ایرانی بر معماری کاروانسراهای آنها غیر قابل کتمان است. حوزه‌های شرقی ایران شامل حوزه‌های ایران فرهنگی ازبکستان، تاجیکستان، ارمنستان، ترکمنستان، آذربایجان، افغانستان و شبه قاره هند از معماری کاروانسراهای ایرانی تاثیر جسته‌اند. حتی حوزه‌های غربی آسیا نظیر آناتولی و سوریه و عراق هم از الگوها و پلان‌های معماری کاروانسراهای ایرانی تاثیر و مدد جسته و آنها با ویژگی‌های بومی آن مناطق ترکیب شده و گونه‌شناسی کاروانسراهای آن فرهنگ‌ها و حوزه‌های معماری را شکل داده است. برای نمونه وجود کاروانسراهای حیاط‌دار، شبستانی، ترکیب حیاط‌دار با شبستانی و مرکز‌گرا و درون‌گرا در حوزه آناتولی و سوریه نشانه‌های تاثیر گذاری طرح کاروانسراهای ایرانی بر الگوهای کاروانسراهای آسیای صغیر و سوریه است.

جدول ۴- گونه‌شناسی معماری کاروانسراها

گونه‌شناسی کاروانسراهای ایران						
ردیف	نوع گونه‌شناسی و زیرگونه کاروانسراها			فرم هندسی پلان	مصالح	معماری
نمونه کاروانسرا						
۱	سرپوشیده کوهستانی	زیرگونه اول: با برج‌های نگهبانی	زیرگونه اول: با ایوانچه‌های نمای بیرونی	مربع و مستطیل	آجر و سنگ	بسته و سرپوشیده و بدون حیاط
			زیرگونه دوم: بدون ایوانچه‌های نمای بیرونی			
		زیرگونه دوم: بدون برج‌های نگهبانی		مربع و مستطیل		
						گدوک



۲	کرانه خلیج فارس		مربع و مستطیل	آجر و سنگ	بسته و سرپوشیده و بدون حیاط	بادنی
۳	مدور	زیرگونه اول: با برج‌های نگهبانی	مدور	خشت و آجر و سنگ	باز با حیاط مرکزی و درون گرا	زین الدین زیزه
		زیرگونه دوم: بدون برج‌های نگهبانی	مدور			
۴	چند ضلعی منتظم حیاط‌دار	زیرگونه اول: با برج‌های نگهبانی	هشت ضلعی	خشت و آجر و سنگ	باز با حیاط مرکزی و درون گرا	امین آباد
		زیرگونه دوم: بدون برج‌های نگهبانی	هشت ضلعی			بنارویه
۵	چند ضلعی نامنتظم حیاط‌دار		هشت ضلعی نامنتظم	خشت و آجر و سنگ	باز با حیاط مرکزی	سنگی انجیره
۶	متفرقه	زیرگونه اول: با برج‌های نگهبانی	مربع و مستطیل	خشت و آجر و سنگ	باز با حیاط مرکزی و درون گرا	خواجه نظر
		زیرگونه دوم: بدون برج‌های نگهبانی	مربع و مستطیل			
۷	تالار ستون‌دار	زیرگونه اول: با برج‌های نگهبانی	مربع و مستطیل	خشت و آجر و سنگ	بسته و بدون حیاط	فخر داود
		زیرگونه دوم: بدون برج‌های نگهبانی	مربع و مستطیل			
۸	یک ایوانی	-	مربع و مستطیل	خشت و آجر و سنگ	باز با حیاط مرکزی و درون گرا	خشتی زین الدین
۹	دو ایوانی	زیرگونه اول: با برج‌های نگهبانی	مربع و مستطیل	خشت و آجر و سنگ	باز با حیاط مرکزی	عباس آیین
		زیرگونه دوم: بدون برج‌های نگهبانی	مربع و مستطیل			
۱۰	چهار ایوانی	زیرگونه اول: با برج‌های نگهبانی	مربع و مستطیل	خشت و آجر و سنگ	باز با حیاط مرکزی و درون گرا	بلاآباد

				بیرونی	نگهبانی		
				زیرگونه دوم: بدون ایوانچه‌های نمای بیرونی			
سردهان			مربع و مستطیل	زیرگونه اول: با ایوانچه‌های نمای بیرونی	زیرگونه دوم: بدون برج‌های نگهبانی		
				زیرگونه دوم: بدون ایوانچه‌های نمای بیرونی			
سنگ کلیدر سبزوار	بسته بدون حیاط مرکزی	خشت و آجر و سنگ	هشت ضلعی	-	-	هشت ضلعی سرپوشیده و فاقد حیاط	۱۱

۶- نتیجه گیری

در پاسخ به پرسش پژوهش باید اظهار داشت که نسبت طول به عرض فضای سرباز برای نمونه طول و عرض حیاط مرکزی ارتباط مستقیم با شکل گیری فرم کلی پلان و حیاط و فضاهای اطراف حیاط دارد در کاروانسراهایی که نسبت طول به عرض برابر است تعداد اتاق‌ها مساوی در هر طرف حیاط طرح‌اندازی می‌شوند و تعداد آنها برابر است. در نسبت‌های هندسی که طول به عرض برابر نیست تعداد اتاق‌ها در هر طرف برابر نیستند. نسبت طول و عرض فضای باز سبب شکل گیری ابعاد و اندازه متفاوت فضاهای پیرامون خود می‌شود و چیدمان فضایی آن را شکل می‌دهد. مطالعه وجوه اشتراک و افتراق معماری کاروانسراها سبب مشخص شدن شباهت‌ها و تفاوت‌های وجوه کالبدی کاروانسراها شده است. مطالعه کاروانسراها مورد مطالعه نشان می‌دهد که کاروانسراهایی که در یک مسیر اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی مشترک قرار دارند شباهت‌های شان بیشتر از تفاوت‌های آنها است و می‌توان از این وجوه مشترک و مشابه در مرمت کالبدی و بازبانی فضاهای از بین رفته کاروانسراها سود جست. این پژوهش معطوف به گونه‌شناسی پلان معماری کاروانسراهای برون شهری ایران بود. گونه‌شناسی عناصر معماری کاروانسراها نظیر ورودی، هشتی، ایوان، حیاط مرکزی، اتاق‌ها و شترخان‌ها مستلزم تحقیق دیگری است تا فضای معماری کاروانسراها الگو شناسی کامل شود. محدودیت‌های پژوهش حاضر نبود نقشه‌های معماری وضع موجود کاروانسراها، عدم دسترسی به همه کاروانسراها، تخریب بخش اعظمی از فضاهای کاروانسراها و عدم همکاری متولیان کاروانسراها جهت بازدید در برخی موارد بوده است.

حامیان مالی: مقاله حامی مالی نداشته است.

اعلام عدم تعارض منافع: نویسنده اعلام می‌دارد که در انجام این پژوهش هیچ گونه تعارض منافی وجود نداشته است.

بیانیه شفافیت کار بست هوش مصنوعی: نویسنده اعلام می‌کند که از ابزار هوش مصنوعی GapGPT برای ویرایش

متن مقاله استفاده شده است. تمامی محتوای علمی، تحلیل‌ها، نتایج و مسئولیت نهایی مقاله برعهده نویسنده است.

قدر دانی: اینجانب از همه افراد برای مشاوره علمی در این مقاله سپاس گزارم.

منابع

آیوایان، سیمون. (۱۳۷۵). *سیر تحول کاروانسراهای ایران*. کنگره معماری و شهرسازی ایران در کرمان، جلد اول، ۱-۱۵. تهران: انتشارات میراث فرهنگی.

چیحانی، حمیدرضا. و صابری، ثمینه. (۱۴۰۱). گونه‌شناسی معماری مساجد بازار تاریخی کاشان. *دو فصلنامه علمی کاشان‌شناسی*، ۱۵(۲)،

۶۵-۱۰۰ <https://doi.org/10.22052/kashan.2022.246005.1039>



- حاجی قاسمی، کامبیز. (۱۳۸۳). گنجنامه: فرهنگ آثار معماری اسلامی ایران، کاروانسراها (چاپ اول). (کلود کرباسی، مترجم) تهران: انتشارات روزنه و دانشگاه شهید بهشتی.
- حسینی نیا، سیدمهدی، حاجی زاده باستانی، کریم، شهبازی شیران، حبیب، رضالو، رضا، و شیدایی سولا، شاهرخ. (۱۳۹۹). گونه‌شناسی خانه‌های تاریخی در بافت قدیم شهر اردبیل. پژوهش‌های باستان شناسی ایران. (۲۸) ۱۰. ۲۱۴-۱۸۹. <https://doi.org/10.22084/nbsh.2020.21973.2162>.
- خاقانی، راضیه، و شانواز، بلال. (۱۳۹۴). کاروانسراهای ایران زمین. تهران: پازینه.
- خسروی جاوید، تورج، و ولی بیگ، نیما. (۱۴۰۳). مطالعه مقایسه‌ای کاروانسراهای قلعه‌سنگی، رباط کریم و حاج کمال در مسیر جاده ابریشم در جهت ارائه راهکاری برای بازایی بخش‌های از دست‌رفته. فصلنامه مکتب احیا، (۳) ۲، ۱۷-۶. <http://jors-si.com/article-1-28-en.html>
- خسروی جاوید، تورج، ناسخیان، شهریار، و جیحانی، حمیدرضا. (۱۴۰۴). گونه‌شناسی کالبدی فضایی کاروانسراهای برون شهری شبکه راه تاریخی اصفهان به ری و ساوه بر پایه ترکیب بندی فضایی پلان معماری، فصلنامه نقش جهان، (۱) ۱۵، ۴۹-۸۴.
- ذاکر حقیقی، کیانوش، ماجدی، حمید، و حبیب، فرح. (۱۳۸۹). تدوین شاخص‌های مؤثر بر گونه‌شناسی بافت شهری. فصلنامه هویت شهر، (۷) ۴، ۱۱۲-۱۰۵. <https://sid.ir/paper/154723/fa>.
- رهرو مهربانی، سعید، و نوری، سیدعلی. (۱۴۰۱). واکاوی تطبیقی کاروانسراهای عصر صفویه در استان کرمانشاه از منظر گونه‌شناسی در جهت ارائه مولفه‌های تاثیرگذار کالبدی. مطالعات هنر اسلامی، ۶۷۵-۶۸۸. <https://doi.org/10.22034/ias.2023.379601.2134>
- سیرو، ماکسیم. (۱۳۲۸). کاروانسراهای ایران و ساختمان‌های کوچک میان‌راه‌ها (ع. بهنام، مترجم). تهران: انتشارات سازمان ملی حفاظت آثار باستانی ایران. <https://lib.ut.ac.ir/site/catalogue/217590>
- محمدزاده، مهدی، و فرکیش، هیرو. (۱۴۰۴). بررسی گونه‌شناسی معماری بومی جهت دستیابی به اصول طراحی بناهای مسکونی در محله ماشه، جزیره کیش. نشریه پژوهش‌های معماری اسلامی، (۳۳) ۹، ۷۷-۹۳. <https://doi.org/10.52547/iria.9.4.1>
- ظهوریان، زینب، و شاهکار، عبدالحسین. (۱۳۹۵). گونه‌شناسی کاروانسراها در معماری ایرانی [ارائه شده در همایش]. دومین همایش بین‌المللی معماری، عمران و شهرسازی در آغاز هزاره سوم، تبریز، ایران.
- عالی، حسین، منصوری، پریسا، جلالی، انیسه، و ایوبی، زهرا. (۱۳۹۵). گونه‌شناسی انواع کاروانسرا در مناطق کویری از منظر معماری [ارائه شده در همایش]. دومین همایش بین‌المللی معماری، عمران و شهرسازی در آغاز هزاره سوم، تبریز، ایران.
- کاویان، مجتبی، و غلامی، غلامحسین. (۱۳۹۶). بررسی سیر تحول معماری کاروانسراهای حیاطدار مرکز ایران. فصلنامه اثر، (۳۷) ۴۹-۶۶.
- کیانی، محمدیوسف، و کلایس، ولفرام. (۱۳۷۳). فهرست کاروانسراهای ایران (جلد ۱ و ۲). تهران: انتشارات سازمان میراث فرهنگی کشور. <https://lib.ut.ac.ir/site/catalogue/217590>
- محمودی نسب، علی اصغر، خدادوست، جواد، معروفی اقدم، اسماعیل، و سیروسی مقدم، جواد. (۲۰۱۸). پژوهشی بر معماری و گونه‌شناسی کاروانسرای صفویه شهر سرایان [ارائه شده در کنفرانس]. کنفرانس معماری، عمران و شهرسازی کشورهای جهان اسلام، تبریز، ایران.
- معماریان، غلامحسین، و دهقانی تفتی، محسن. (۱۳۹۷). در جستجوی معنایی نو برای مفهوم گونه و گونه‌شناسی در معماری (مطالعه موردی: خانه گونه تالاردار شهر تفت). مسکن و محیط روستا، ۲۱-۳۸. <https://doi.org/10.22034/37.162.21>
- هیلن برند، رابرت. (۱۳۸۹). معماری اسلامی (باقر. آیت‌الله‌زاده شیرازی، مترجم)، چاپ پنجم تهران: روزنه.
- Andaroodi, E. & Andres, F. (2018). Advanced classification of architecture heritage: A corpus of desert on route caravanserais. *International Journal of Architectural Heritage*, 1-24. <https://doi.org/10.1080/15583058.2018.1547801>.
- Lotfalkhani, E., & Danaiinia, A. (2017). Typology architecture of the stone caravanserais of the Seljuk period in Qom province. *International Journal of Applied Arts Studies*, 7-18. <http://www.ijapas.ir/index.php/ijapas/article/view/82>.
- The Iranian Ministry of Cultural Heritage, Tourism and Handicrafts. (2021). *Nomination of the Persian Caravanserai for Inscription on the World Heritage List (Supplementary Information)*. Tehran: World Heritage Center. <https://whc.unesco.org/en/list/1668>.



REVIEW PAPER

Optimizing Urban Project Implementation Processes through a Digital Twin-Based Smart City

Hamed Rasoli Farah ^{(1)*} 

1. Ph.D. Candidiat in Urban Planning, Department of Urban Planning, Faculty of Architecture and Urban Planning, Iran University of Art, Tehran, Iran. (<https://orcid.org/0009-0004-8299-6071>)

Publisher: Iran University of Art

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received:03/02/2025 Revised:28/02/2025 Accepted:08/03/2025 PP. 100-130 Keywords: <i>Urban Digital Twin, Smart City, Execution Optimization, Project Management, Data-Driven Decision-Making.</i>	Introduction: Urban digital twins are transforming urban planning and management by creating dynamic connections between physical and virtual environments, enabling real-time monitoring, data integration, scenario simulation, predictive analysis, and data-driven decision-making. In smart cities, Digital Twin Smart Cities (DTSCs) provide dynamic representations of urban conditions and integrate spatial, temporal, economic, environmental, and operational data. This integration supports a shift from static and retrospective planning toward dynamic, predictive, and evidence-based urban management. Given the complexity of urban project implementation, stakeholder diversity, and constraints of time, cost, and resources, DTSCs can improve project efficiency, transparency, adaptability, and coordination. They also enable planners and managers to test alternative scenarios, evaluate potential impacts, identify deviations, and optimize operations within an integrated decision-support environment. Thus, their strategic value extends beyond visualization and simulation to data integration, monitoring, prediction, optimization, and intelligent urban management. The Purpose of the Research: This study aims to investigate the role and capabilities of digital twin smart cities in optimizing the implementation of urban projects and to identify the principal dimensions through which this technology can contribute to more effective project delivery. Methodology: The research adopts a qualitative approach based on content analysis of scientific documents and publications. In addition, VOSviewer was employed to analyze the knowledge structure, research trends, and keyword co-occurrence patterns within the existing literature and identify the main thematic relationships surrounding digital twin applications in urban contexts. The analysis was complemented by a review of international experiences to examine how digital twins have been applied in different urban and infrastructure contexts. The selected cases represent geographical and functional diversity, including applications in urban planning and policy, transportation, energy, environmental management, infrastructure, and port operations. Findings and Discussion: The study examines Digital Twin Smart Cities (DTSCs) across four spatial scales: building, street, neighborhood, and city, demonstrating their diverse applications in urban planning, mobility, environmental analysis, infrastructure management, and urban operations. Alongside spatial scales, four functional maturity levels are identified: passive, predictive, programmable, and autonomous, representing a progression from basic monitoring and visualization toward prediction, scenario evaluation, optimization, and automated decision-making. International cases, including Virtual Singapore, Dublin, and Rotterdam, demonstrate the practical application of digital twins across different urban contexts and technological levels. The findings indicate that DTSCs can improve project scheduling, implementation speed, and resource allocation while reducing costs and enhancing



Use your device to scan and
read the article online

ARTICLE INFO	ABSTRACT
	execution quality and environmental sustainability. They also strengthen stakeholder participation, coordination, transparency, and urban decision-making by integrating real-time data, dynamic modeling, simulation, and predictive analysis. A key contribution of digital twins is their ability to reduce uncertainty during project implementation by continuously monitoring project conditions and enabling the early identification of deviations, potential problems, and alternative solutions. The results further show that the contribution of DTSCs increases as systems move from passive toward predictive, programmable, and autonomous levels, allowing urban managers to progress from monitoring conditions to forecasting, optimizing processes, and performing selected automated control functions. From an urban planning perspective, digital twins can help bridge the gap between planning and implementation by connecting planned objectives with real-time urban conditions. They support plan evaluation, implementation monitoring, development scenario assessment, organizational coordination, and evidence-based policymaking. However, effective implementation requires more than technological investment and depends on data quality and availability, interoperability and standardization, digital infrastructure, skilled human resources, institutional capacity, cybersecurity, data ownership, privacy, and appropriate governance mechanisms. Higher levels of digital twin maturity also require greater computational capacity and organizational readiness, which may limit adoption in contexts with underdeveloped digital and institutional infrastructures. Conclusion: Overall, the study concludes that digital twin smart cities should be understood not merely as simulation or visualization tools, but as strategic infrastructures for integrated data management, intelligent urban governance, and continuous optimization of project implementation. Their principal value emerges from connecting monitoring, analysis, prediction, simulation, optimization, and management within a continuously updated digital environment. Consequently, DTSCs can provide an effective framework for improving the efficiency and realizability of urban projects, strengthening stakeholder coordination, and supporting more adaptive, transparent, and evidence-based urban planning and policymaking. Future research should focus on developing context-sensitive implementation frameworks, assessing economic feasibility and organizational readiness, establishing standardized evaluation criteria, and investigating governance mechanisms that can support responsible and sustainable deployment of digital twins in different urban contexts. Funding: There is no funding support. Authors' Contribution: The author approved the content of the manuscript and accepts responsibility for all aspects of the work. Conflict of Interest: Authors declared no conflict of interest. AI Usage Declaration: The author declares that the AI tool ChatGPT was used in a limited manner to assist with language refinement and to support the identification of relevant primary sources related to the reviewed international experiences. The use of AI was restricted to these supporting purposes, and the main scientific content of the article was developed based on the cited scientific literature and sources. The author reviewed and verified the generated suggestions and assumes full responsibility for the scientific content, analyses, results, and final version of the manuscript. Acknowledgments: We are grateful to all the persons for scientific consulting in this paper.

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Highlight

- Advancing urban project implementation research by highlighting the role of digital twin smart cities in integrating real-time data, simulation, and data-driven decision-making;
- Developing a comprehensive framework that examines digital twin smart cities across spatial scales and functional maturity levels, from passive monitoring to autonomous management;
- Demonstrating the potential of digital twin smart cities to optimize project time, cost, quality, environmental sustainability, stakeholder participation, and urban decision-making.



This paper is an open access and licensed under the [Creative Commons CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) license

©2024, AGM. All rights reserved.

Cite This Article: Rasoli Farah, H. (2025). Optimizing Urban Project Implementation Processes through a Digital Twin-Based Smart City. *Art of Green Management*, 2(4), 100-130. 10.30480/agm.2026.6510.1069



<http://doi.org/10.30480/agm.2026.6510.1069>



https://agm.journal.art.ac.ir/article_1529.html



*. Corresponding Author (Email: h.rasoli@student.art.ac.ir) / (Phone: +989921234872)



بهینه‌سازی فرآیند اجرای پروژه‌های شهری با بهره‌گیری از شهر هوشمند مبتنی بر دوقلوی دیجیتال

حامد رسولی فرح^(۱)

۱- دانشجوی دکتری شهرسازی، گروه برنامه‌ریزی شهری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر ایران، تهران، ایران. <https://orcid.org/0009-0004-8299-6071>

ناشر: دانشگاه هنر ایران

اطلاعات مقاله	چکیده
دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۱۵ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۲/۱۰ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۱۸ صص: ۱۳۰-۱۰۰ واژگان کلیدی: دوقلوی دیجیتال شهری، شهر هوشمند، بهینه‌سازی اجرا، مدیریت پروژه، تصمیم‌گیری داده‌محور 	مقدمه: دوقلوی دیجیتال شهری به‌عنوان یکی از فناوری‌های کلیدی انقلاب صنعتی چهارم، با ایجاد پیوندی پویا میان محیط فیزیکی و مجازی، امکان پایش لحظه‌ای، یکپارچه‌سازی داده‌ها، شبیه‌سازی سناریوها و پشتیبانی از تصمیم‌گیری مبتنی بر داده را فراهم می‌سازد. با توجه به پیچیدگی اجرای پروژه‌های شهری، تعدد ذی‌نفعان و محدودیت‌های زمانی، مالی و منابع، بهره‌گیری از این فناوری می‌تواند به افزایش کارایی و هماهنگی در فرآیند اجرای پروژه‌های شهری کمک کند. هدف پژوهش: هدف این پژوهش، تبیین نقش و ظرفیت‌های شهر هوشمند مبتنی بر دوقلوی دیجیتال در بهینه‌سازی فرآیند اجرای پروژه‌های شهری و شناسایی ابعاد اصلی اثرگذاری این فناوری بر تحقق مؤثرتر پروژه‌ها است. روش‌شناسی: پژوهش با رویکرد کیفی و از طریق تحلیل محتوای اسناد و مقالات علمی انجام شده است. همچنین، برای تحلیل ساختار دانش، روندهای پژوهشی و هم‌رخدادی کلیدواژه‌ها از نرم‌افزار VOSviewer استفاده شده است. در ادامه، تجارب موفق بین‌المللی و سطوح فضایی شامل ساختمان، خیابان، محله و شهر و سطوح عملکردی شامل غیرفعال، پیش‌بین، برنامه‌پذیر و خودکار مورد بررسی قرار گرفته‌اند. یافته‌ها و بحث: یافته‌ها نشان می‌دهد که شهر هوشمند مبتنی بر دوقلوی دیجیتال، از طریق یکپارچه‌سازی داده‌های لحظه‌ای، مدل‌سازی پویا، شبیه‌سازی و قابلیت‌های تحلیلی و پیش‌بینانه، به بهبود زمان‌بندی و سرعت اجرای پروژه‌ها، تخصیص کارآمدتر منابع، کاهش هزینه‌ها، ارتقای کیفیت اجرا، افزایش پایداری محیطی، تقویت مشارکت ذی‌نفعان و بهبود مدیریت و تصمیم‌گیری شهری کمک می‌کند. همچنین، با حرکت از سطح غیرفعال به سطوح پیش‌بین، برنامه‌پذیر و خودکار، ظرفیت این فناوری برای کاهش عدم قطعیت و بهینه‌سازی فرآیندهای اجرایی افزایش می‌یابد. نتیجه‌گیری: شهر هوشمند مبتنی بر دوقلوی دیجیتال فراتر از یک ابزار شبیه‌سازی، به‌عنوان زیرساختی راهبردی برای یکپارچه‌سازی داده‌ها، مدیریت هوشمند و پشتیبانی از تصمیم‌گیری در فرآیند اجرای پروژه‌های شهری عمل می‌کند. از این رو، این فناوری می‌تواند چارچوبی مؤثر برای کاهش فاصله میان برنامه‌ریزی و اجرا، ارتقای تحقق‌پذیری پروژه‌های شهری و تقویت برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری مبتنی بر شواهد فراهم آورد.
نکات برجسته: - پیشبرد پژوهش‌های مرتبط با اجرای پروژه‌های شهری با تأکید بر نقش شهرهای هوشمند مبتنی بر دوقلوی دیجیتال در یکپارچه‌سازی داده‌های بالادست، شبیه‌سازی و تصمیم‌گیری مبتنی بر داده؛ - توسعه یک چارچوب جامع برای بررسی شهرهای هوشمند مبتنی بر دوقلوی دیجیتال در مقیاس‌های فضایی و سطوح بلوغ عملکردی مختلف، از پایش غیرفعال تا مدیریت خودکار؛ - تبیین ظرفیت شهرهای هوشمند مبتنی بر دوقلوی دیجیتال در بهینه‌سازی زمان، هزینه و کیفیت پروژه، پایداری محیط‌زیستی، مشارکت ذی‌نفعان و تصمیم‌گیری شهری.	

ارجاع به این مقاله: رسولی فرح، حامد (۱۴۰۵). بهینه‌سازی فرآیند اجرای پروژه‌های شهری با بهره‌گیری از شهر هوشمند مبتنی بر دوقلوی دیجیتال. هنر مدیریت سبز، ۲(۴)، ۱۰۰-۱۳۰. [10.30480/agm.2026.6510.1069](https://doi.org/10.30480/agm.2026.6510.1069)



<http://doi.org/10.30480/agm.2026.6510.1069>



https://agm.journal.art.ac.ir/article_1529.html



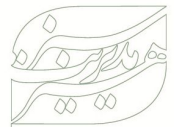
این مقاله به صورت دسترسی باز و با

مجوز [Creative Commons CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

قابل استفاده است.

©2024, UST. All rights reserved.

*. نویسنده مسئول (رایانامه: h.rasoli@student.art.ac.ir) / (تلفن: +۹۸۹۹۲۱۲۳۴۸۷۲)



۱- مقدمه

مرز میان محیط‌های فیزیکی و دیجیتال شهری در حال محو شدن است و عصر جدیدی از توسعه شهری با محوریت فناوری دیجیتال آغاز شده است (Bai et al., 2025). شهر هوشمند به عنوان پارادایمی نوظهور، آینده شهرها را با فناوری دیجیتال گره زده است. فناوری دیجیتال، امروزه نه تنها به عنوان کاتالیزوری جهت توسعه شهرهای پیشرفته است، بلکه به عنوان بخشی جدایی‌ناپذیر از آینده تمامی شهرها نیز شناخته می‌شود (Yeo, 2023).

در دنیای دیجیتال امروز، شهرها به سوی اکوسیستم‌های هوشمند پیش می‌روند؛ جایی که حسگرها و دستگاه‌های متصل با گردآوری و تحلیل داده‌ها، مدیریت منابع و زیرساخت‌ها را بهینه می‌کنند (Kozlowski & Suwar, 2021). دیجیتالی‌سازی برنامه‌ریزی شهری به معنای انتقال کل فرآیند تصمیم‌گیری به یک بستر یکپارچه دیجیتال است که با امکان تجسم و شبیه‌سازی سناریوها، شفافیت تبادل داده‌ها و قابلیت پیگیری تصمیمات، فرآیند اجرا را کارآمدتر، دقیق‌تر و مشارکتی‌تر کرده و اعتماد عمومی به نتایج را افزایش می‌دهد (Schrotter & Hürzeler, 2020). با این حال، گسترده شدن کاربرد فناوری‌های دیجیتال و الگوریتم‌ها باعث شده که بخش مهمی از تصمیم‌گیری‌ها به صورت خودکار و مبتنی بر منطق الگوریتمی انجام شود. در نتیجه، کنترل مستقیم برنامه‌ریزان بر نتایج طراحی کاهش می‌یابد و راه‌حل‌های شهری به صورت هم‌زمان محصول تصمیمات انسانی و عملکرد سیستم‌های دیجیتال هستند (Christmann & Schinagl, 2023).

در سطح جهانی، پیشرفت‌های هوش مصنوعی و اینترنت اشیا باعث تقویت سرمایه‌گذاری‌ها در توسعه شهرهای هوشمند شده‌اند و تحولات چشمگیری در حوزه‌های مختلف ایجاد کرده‌اند. این تمرکز استراتژیک بر فناوری، نقش کلیدی آن را در افزایش انعطاف‌پذیری و پایداری شهری برجسته کرده و شهرها را به مثابه الگوهای جهانی متعهد به توسعه‌ای انسان‌محور و بهبود کیفیت زندگی معرفی می‌کند (Haque et al., 2022). با این حال، چالش‌ها و پیش‌نیازهای متعددی برای برنامه‌ریزی، اجرا و استقرار موفق یک شهر هوشمند وجود دارد (Law & Lynch, 2019).

یک دوقلوی دیجیتال شهری یکپارچه، می‌تواند ابزار مدیریتی مؤثرتری نسبت به روش‌های سنتی جهت پاسخگویی به این چالش‌ها باشد. از آنجایی که شهرها به طور مستمر در حال تغییر هستند، برنامه‌ریزی‌ها باید به‌طور مداوم به‌روز شوند؛ اما این کار پرهزینه و ناپایدار است. بنابراین، یک مدل سب‌بعدی چندمنظوره یکپارچه از شهر جایگزین مناسبی محسوب می‌شود (Peldon et al., 2024). بنابراین، بررسی ظرفیت‌های رو به رشد کاربردهای شهر هوشمند مبتنی بر دوقلوی دیجیتال^۱، با تمرکز بر بهینه‌سازی سناریوهای شهری، ضرورتی انکارناپذیر است (Luo et al., 2025).

هم‌اکنون پروژه‌های متعددی با هدف ثبت و شبیه‌سازی پیچیدگی‌های پویای شهرها و ویژگی‌های آن‌ها برای توسعه دوقلوهایی دیجیتال شهری در جریان است که توانسته‌اند و همچنان می‌توانند موجب ارتقای کارایی و کیفیت اجرای پروژه‌های شهری شوند (Alvi et al., 2025). فناوری دوقلوی دیجیتال^۲، با ویژگی‌هایی چون بازنمایی لحظه‌ای اشیای فیزیکی، مدل‌سازی و زمینه‌سازی الگوهای رفتاری پیچیده و به‌روزرسانی در لحظه میان جهان فیزیکی و دیجیتال، گزینه‌ای مناسب برای کمک به توسعه مؤثر شهر هوشمند و کاهش چالش‌های شهری در حوزه بهینه‌سازی اجرای پروژه‌ها به شمار می‌رود. دوقلوی دیجیتال، به عنوان یکی از اجزای محوری در تحول دیجیتال، این امکان را فراهم می‌کند که شهرها از طریق پایش لحظه‌ای از راه دور، به تصمیم‌گیری‌های مؤثرتر و مبتنی بر داده دست یابند.

این مقاله مروری بر فناوری دوقلوی دیجیتال و نقش آن در بهینه‌سازی فرآیند اجرای پروژه‌های شهری ارائه می‌دهد و با توجه به ادبیات پژوهشی اخیر، رویکردها و روش‌شناسی‌های فعلی در این حوزه را بررسی می‌کند. پرسش‌های اصلی این مقاله این است که فناوری دوقلوی دیجیتال چند سطح دارد؟ چگونه سطوح مختلف این فناوری، می‌تواند به بهینه‌سازی فرآیند اجرای پروژه‌های شهری کمک کند؟ و میزان پیچیدگی اجرایی هر سطح چه تأثیری بر کاربرد عملی آن دارد؟

۱-۱- مروری بر پیشینه پژوهش

در هر مقطع تاریخی، پیشرفت‌های فناوری چشم‌انداز جهان را دگرگون ساخته‌اند. در قرن بیستم، شهرهایی چون منچستر و لیورپول پیشگام انقلاب صنعتی نخست و نیویورک و لس‌آنجلس پیشرو انقلاب صنعتی دوم بودند. امروزه، تحول دیجیتال جایگاهی کلیدی در آینده حکمرانی شهری دارد. بطوری‌که جهانی‌شدن دیجیتال با اتکا به فناوری‌های نوینی همچون اینترنت، کلان‌داده و هوش مصنوعی، با شتابی بی‌سابقه در حال گسترش است (Deng et al., 2021). از جمله فناوری‌های مهم در این

حوزه، شهر هوشمند مبتنی بر دوقلوی دیجیتال است که با ایجاد نسخه‌ای دقیق و مجازی از شهر، امکان پایش، تحلیل و بهینه‌سازی لحظه‌ای فرآیند اجرای پروژه‌های شهری را فراهم می‌کند.

اولین مدل‌های شهری در دهه ۱۹۵۰ با ظهور رایانه‌ها شکل گرفتند، از جمله در سال ۱۹۵۵، مطالعه حمل‌ونقل منطقه‌ای شیکاگو^۳ یکی از موارد شاخص در این حوزه است. از آن زمان، مدل‌های متعددی برای حمایت از برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری شهری، به‌ویژه با تمرکز بر جنبه‌های اجتماعی، توسعه یافته‌اند (Ferré-Bigorra et al., 2022). مدل‌های سنتی شهری ایستا بودند، در حالی که دوقلوی دیجیتال شهری پویا و جامع است و امکان مدیریت بهینه منابع، تصمیم‌گیری بهتر و ارتقای کیفیت زندگی را فراهم می‌کند.

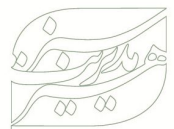
این مفهوم نخستین‌بار در سال ۲۰۰۲ در دانشگاه میشیگان توسط پروفیسور گریوز، به‌عنوان مدلی برای مدیریت چرخه عمر محصول معرفی شد (Grieves & Vickers, 2016). دکتر مایکل گریوز مفهوم دوقلوی دیجیتال را به‌عنوان مدلی معرفی کرد که بر یکپارچگی مستمر میان فضای فیزیکی و مجازی و تبادل دائمی داده‌ها بین آن‌ها تأکید دارد؛ در این مدل، سیستم مجازی بازنمایی اطلاعاتی کاملی از همتهای فیزیکی خود است (Grieves, 2015). مفهوم دوقلوی دیجیتال در سال ۲۰۱۰ با استفاده ناسا از آن در حوزه تحلیل ساختار و پیش‌بینی چرخه عمر هواپیماها در اجرا مورد توجه قرار گرفت. ناسا این فناوری را به‌عنوان ابزاری برای بهبود و بازطراحی روش‌های پیش‌بینی و مدیریت عمر مفید سازه‌های فیزیکی تعریف کرد (Shafto et al., 2010 & Alvi et al., 2025). در سال ۲۰۱۲، تعریف دوقلوی دیجیتال به‌عنوان سیستمی یکپارچه توسعه یافت که داده‌ها و شبیه‌سازی‌ها را برای بازتاب دقیق چرخه عمر فیزیکی ترکیب می‌کند و ایمنی و قابلیت اطمینان را بهبود می‌بخشد (Wang et al., 2023). اگرچه نخستین کاربردهای دوقلوی دیجیتال در حوزه هوانوردی بود، اما به‌تدریج به حوزه‌های دیگر نیز راه یافت و برای کاربردهای گوناگون تطبیق داده شد.

باوجود پیشینه‌ای طولانی دوقلوی دیجیتال در صنایع مختلف، از سال ۲۰۱۶ به بعد توجه قابل‌توجهی در زمینه‌های شهری و جغرافیایی به این حوزه و کاربردهای آن جلب شد (Ketzier et al., 2020). به‌کارگیری گسترده حسگرها و تحلیل داده‌ها در شهرها، زمینه را برای برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری بهتر فراهم می‌کند و نشان می‌دهد که فناوری شهر هوشمند مبتنی بر دوقلوی دیجیتال چه ظرفیتهایی برای تحول در مدیریت شهری دارد (Berntzen et al., 2016). در سال ۲۰۱۷، مفهوم دوقلوی دیجیتال وارد مدیریت شهری شد و نقطه عطفی در حوزه برنامه‌ریزی شهری و توسعه شهرهای هوشمند پدید آورد (Mohammadi & Taylor, 2017).

تعاریف دوقلوی دیجیتال بر این اصل استوارند که این مفهوم، بازنمایی دیجیتال دقیق و همزمان یک موجودیت یا سیستم زنده است که به‌صورت پویا تغییرات و رفتارهای نمونه واقعی را بازتاب می‌دهد. این فناوری امکان نظارت، تحلیل و پیش‌بینی عملکرد نمونه فیزیکی را فراهم کرده و به تصمیم‌گیری‌های بهتر کمک می‌کند (Julien & Martin, 2021). در پروژه‌های شهری، دوقلوی دیجیتال با پایش لحظه‌ای و تحلیل داده‌محور، بهره‌وری را افزایش، هزینه‌ها را کاهش و اجرای پروژه‌ها را تسریع و انعطاف‌پذیر می‌کند. مزایای برجسته استفاده از دوقلوهایی دیجیتال در شهرهای هوشمند، توجه گسترده‌ای را در میان پژوهشگران این حوزه به خود جلب کرده است. تاکنون، مقالات متعددی به بررسی روندهای نوظهور و پیشرفت‌های مرتبط با این فناوری پرداخته‌اند.

بخش عمده‌ای از پژوهش‌های پیشین به مرور نظام‌مند ادبیات، تبیین مفاهیم، ظرفیت‌ها، الزامات و چالش‌های دوقلوی دیجیتال شهری اختصاص یافته است. پژوهش‌های فریگورا و همکاران (Ferré-Bigorra et al., 2022)، وانگ و همکاران (Wang et al., 2023)، یعقوب و همکاران (Jeddoub et al., 2023)، آزادی و همکاران (Azadi et al., 2025) و علوی و همکاران (Alvi et al., 2025) در این دسته قرار می‌گیرند. نتایج این مطالعات نشان می‌دهد که اگرچه پیشرفت‌های قابل توجهی در حوزه فناوری و مدل‌سازی رخ داده است، اما ابعاد مدیریتی، اجتماعی و اجرایی دوقلوی دیجیتال هنوز نیازمند پژوهش‌های عمیق‌تر است.

دسته دوم پژوهش‌ها بر نقش حکمرانی شهری، ظرفیت‌های نهادی، مشارکت ذی‌نفعان و فرآیند اجرای شهرهای هوشمند تمرکز دارند. این مطالعات نشان می‌دهند که موفقیت پروژه‌های شهر هوشمند بیش از آنکه وابسته به فناوری باشد، به کیفیت حکمرانی، هماهنگی بین نهادها، مشارکت شهروندان و ظرفیت سازمانی وابسته است. پژوهش‌های هان و همکاران (Han et al., 2023) و شروتتر و هورتسلر (Schrotter & Hürzeler, 2020) از مهم‌ترین مطالعات این حوزه محسوب می‌شوند.



دسته سوم شامل پژوهش‌هایی است که به کاربردها و تجارب اجرایی شهر هوشمند و دوقلوی دیجیتال شهری پرداخته‌اند. این مطالعات با ارائه نمونه‌های عملی، ظرفیت‌های دوقلوی دیجیتال را در برنامه‌ریزی، مدیریت و تصمیم‌گیری شهری ارزیابی کرده‌اند. در این زمینه، روهومکی و همکاران (Ruohomäki et al., 2018) نشان دادند که پلتفرم‌های شهر هوشمند مبتنی بر دوقلوی دیجیتال، مدل‌های سه‌بعدی را از ابزاری صرفاً برای تجسم به بستری برای تحلیل انرژی، ارزیابی ظرفیت خورشیدی و مشارکت شهروندان در مدیریت شهری تبدیل کرده‌اند. همچنین، ترنچر (Trencher, 2019) بر این نکته تأکید می‌کند که تحقق شهر هوشمند صرفاً به توسعه فناوری وابسته نیست، بلکه نیازمند توجه به سیاست‌گذاری اجتماعی، مشارکت شهروندان و پاسخگویی به نیازهای محلی است. از سوی دیگر، شاحات و همکاران (Shahat et al., 2021) نیز با معرفی دوقلوی دیجیتال شهر زوریخ، نقش این فناوری را در ارتقای برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری شهری نشان داده‌اند.

برخی پژوهش‌ها تمرکز خود را بر زیرساخت‌های فناورانه دوقلوی دیجیتال، به‌ویژه یکپارچه‌سازی داده‌ها، معماری سامانه‌ها و اتصال داده‌های فیزیکی و دیجیتال قرار داده‌اند. این مطالعات نشان می‌دهند که کیفیت عملکرد دوقلوی دیجیتال تا حد زیادی به نحوه مدیریت، همگام‌سازی و یکپارچه‌سازی داده‌ها وابسته است. پژوهش‌های یعقوب و همکاران (Jeddoub et al., 2023) و گریوز (Grieves, 2015) مهم‌ترین مطالعات این حوزه به شمار می‌روند.

بررسی پیشینه پژوهش حاکی از آن است که مطالعات پیشین عمدتاً بر ابعاد مفهومی دوقلوی دیجیتال، زیرساخت‌های فناورانه، نمونه‌های کاربردی و الزامات حکمرانی شهر هوشمند تمرکز داشته‌اند. با این حال، تاکنون پژوهشی که با اتکا به شاخص‌های استخراج‌شده از مبانی نظری، نقش شهر هوشمند مبتنی بر دوقلوی دیجیتال را در بهینه‌سازی اجرای پروژه‌های شهری به‌صورت جامع مورد تحلیل قرار دهد، کمتر انجام شده است. از این‌رو، پژوهش حاضر با تحلیل نظام‌مند مبانی نظری، ابتدا شاخص‌های مؤثر در بهینه‌سازی اجرای پروژه‌های شهری را استخراج کرده و سپس ظرفیت‌ها و کارکردهای شهر هوشمند مبتنی بر دوقلوی دیجیتال را در تحقق این شاخص‌ها تبیین می‌کند.

۲- روش پژوهش

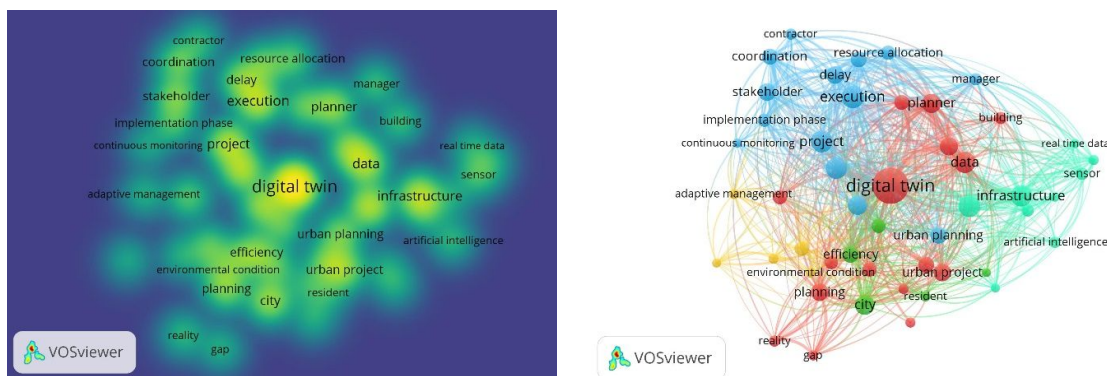
این پژوهش از نظر رویکرد، کیفی و از نظر پارادایم، تفسیری است؛ زیرا هدف آن تفسیر و تبیین نقش و ظرفیت‌های شهر هوشمند مبتنی بر دوقلوی دیجیتال در بهینه‌سازی فرآیند اجرای پروژه‌های شهری، بر اساس بررسی و تحلیل دانش و تجارب موجود است. پژوهش با استفاده از روش تحلیل محتوای کیفی انجام شده و داده‌های مورد نیاز از طریق بررسی و تحلیل اسناد، مقالات علمی و مطالعات موردی مرتبط با دوقلوی دیجیتال شهری گردآوری شده‌اند. در این فرآیند، مفاهیم، قابلیت‌ها، کاربردها و ابعاد مختلف دوقلوی دیجیتال در اجرای پروژه‌های شهری استخراج و مورد تفسیر قرار گرفته‌اند. همچنین، به‌منظور تکمیل تحلیل کیفی و شناسایی ساختار دانش، روندهای پژوهشی و روابط میان مفاهیم، از تحلیل هم‌رخدادی کلیدواژه‌ها با استفاده از نرم‌افزار VOSviewer بهره گرفته شده است. فرآیند انجام پژوهش، چهار مرحله اصلی را دربرمی‌گیرد:

- شناسایی دوقلوهایی دیجیتال شهری موجود از طریق جستجو و استخراج منابع کتاب‌شناختی مرتبط؛
- نحوه بهینه‌سازی اجرای پروژه‌ها و اقدامات شهری از طریق بررسی تجارب جهانی و اسناد موجود؛
- تحلیل و دسته‌بندی دوقلوهایی دیجیتال شهری شناسایی‌شده با استخراج داده‌ها از منابع کتاب‌شناختی منتخب و بررسی جامع آن‌ها؛
- شناسایی میزان و نحوه کاربرد دوقلوی دیجیتال به‌مثابه ابزاری برای بهینه‌سازی فرآیند اجرای پروژه‌های شهری در منابع موجود.

شناسایی دوقلوهایی دیجیتال شهری موجود

برای شناسایی مفهوم و کاربرد دوقلوهایی دیجیتال شهری، ابتدا یک جستجوی گسترده در منابع کتاب‌شناختی بین سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۵ (۱۰ سال اخیر) انجام شد و مقالات خارجی (انگلیسی) مرتبط از پایگاه‌های Scopus، Google Scholar، ScienceDirect و ResearchGate استخراج و بررسی گردید تا منابع نامرتب حذف شوند. در فرآیند مرور منابع، تمامی منابع با ارزش علمی پایین همچون مقالات کنفرانسی سطح پایین، گزارش‌های سازمانی و همچنین رساله‌های دانشجویی از دامنه بررسی کنار گذاشته شدند. از این‌رو، تنها مقالات ژورنالی و نیز مقالات کنفرانسی معتبر که یا نتایج مشخص و کاربردی ارائه کرده‌اند، یا نویسنده آن‌ها از صاحب‌نظران برجسته حوزه بوده است، در تحلیل مورد استفاده قرار گرفتند. کلیدواژه‌های پژوهش

با استفاده از تحلیل هم‌واژگانی و شبکه‌ای در نرم‌افزار VOSviewer انتخاب شدند، به‌طوری که پرتکرارترین و اثرگذارترین مفاهیم شناسایی شوند. در این تحلیل، شبکه هم‌ظهوری واژگان تعریف شد، واژگان کم‌اهمیت حذف و وزن واژگان بر اساس شمارش کامل و با نرمال‌سازی Association Strength محاسبه شد. یک فایل واژه‌نامه اصلاح‌شده نیز برای یکپارچه‌سازی مترادف‌ها و حذف واژگان عمومی به نرم‌افزار وارد شد. جزئیات دقیق پارامترهای تحلیل در پیوست ارائه شده است. مطابق تصویر ۱، تحلیل خوشه‌بندی نشان می‌دهد که مفهوم دوقلوی دیجیتال در مرکز شبکه قرار دارد و به پنج خوشه اصلی متصل است که هر یک بر ابعاد مدیریتی، فناوری، محیطی، شهر و پایداری تمرکز دارند و ارتباط نزدیک میان آن‌ها نشان می‌دهد که دوقلوی دیجیتال به‌عنوان حلقه اتصال، این ابعاد را در جهت بهینه‌سازی اجرای پروژه‌های شهری یکپارچه می‌کند.



تصویر ۱- نقشه خوشه‌بندی واژگان کلیدی مرتبط با شهر هوشمند مبتنی بر دوقلوی دیجیتال (نرم افزار VOSviewer)

حاصل جستجو در این پایگاه داده‌ها، بیش از ۵۰۰ مقاله داوری‌شده درباره دوقلوی دیجیتال شهری بود که ۱۶۳ مورد از آن‌ها بر برنامه‌ریزی شهری و اجرای این فناوری تمرکز دارند. با این حال، از میان این ۱۶۳ مقاله، ۵۱ مقاله مروری‌اند و هیچ‌یک به‌طور مستقیم به پرسش‌های مهمی مانند نحوه و میزان تاثیر شهر هوشمند مبتنی بر دوقلوی دیجیتال بر بهینه‌سازی اجرای پروژه‌های شهری، دلایل تحقق این اهداف، علت ناکارآمدی و راهکارهای تحقق ایده‌های نظری مرتبط با این موضوع نمی‌پردازند. بنابراین، ۱۱۲ مقاله را می‌توان مرتبط با این حوزه دانست؛ حوزه‌ای که مبانی آن همچنان در حال توسعه است. پارامترهای به‌کار رفته در تحلیل نرم‌افزار VOSviewer، به‌طور خلاصه در جدول ۱ مشخص شده است.

جدول ۱- خلاصه پارامترهای به‌کاررفته در تحلیل

پارامتر	مقدار استفاده شده
نوع شبکه	Co-occurrence (All keywords)
حداقل تعداد ظهور	5
روش شمارش	Full counting
روش نرمال‌سازی	Association strength
واژه‌نامه	فایل thesaurus اصلاح‌شده شامل مرچ‌ها و stop-words

در این بخش، یافته‌های پژوهش بر اساس تحلیل تجارب جهانی، اسناد موجود و داده‌های استخراج‌شده از منابع علمی ارائه می‌شود. هدف، بررسی نقش دوقلوی دیجیتال شهری در بهینه‌سازی اجرای پروژه‌ها، شناسایی سطوح مختلف کاربرد آن و تبیین ظرفیت‌ها و محدودیت‌های این فناوری در فرآیندهای اجرایی شهری است.

نحوه بهینه‌سازی اجرای پروژه‌ها و اقدامات شهری از طریق بررسی تجارب جهانی و اسناد موجود

در این بخش، برای بررسی ابعاد کاربردی دوقلوی دیجیتال در مدیریت و اجرای پروژه‌های شهری، مجموعه‌ای از تجارب بین‌المللی و اسناد معتبر مورد مطالعه قرار گرفتند. نمونه‌های انتخاب‌شده شامل پروژه‌هایی هستند که به‌طور عملیاتی از دوقلوی دیجیتال در سطوح مختلف شهری بهره گرفته‌اند. در نهایت کاربرد اجرایی، وضعیت اجرا و سطح دوقلوی دیجیتال به‌کار رفته در هر تجربه، جمع‌بندی شد. برای سنجش شاخص‌های کلیدی عملکرد^۴ هر تجربه، از نمودار شبکه استفاده می‌کنیم. نمودار شبکه ابزاری تصویری برای مقایسه همزمان چند شاخص است. هر محور نمودار نمایانگر یک شاخص است و مقدار هر شاخص با



فاصله نقطه از مرکز مشخص می‌شود؛ هرچه مقدار شاخص بیشتر باشد، نقطه مربوطه از مرکز دورتر قرار می‌گیرد. اتصال نقاط روی محورهای مختلف مساحتی ایجاد می‌کند که عملکرد کلی مجموعه شاخص‌ها را نشان می‌دهد و امکان مشاهده همزمان نقاط قوت و ضعف در شاخص‌های مختلف را فراهم می‌سازد. در این بخش، هر تجربه بر اساس منابع و مقالات به پنج شاخص کلیدی عملکرد ارزیابی شده است. برای هر شاخص، امتیاز عددی بین ۱ تا ۱۰ اختصاص یافته است، به طوری که عدد ۱۰ نشان‌دهنده بالاترین سطح عملکرد است. شاخص‌ها شامل زمان، هزینه، کیفیت اجرا، پایداری، مشارکت و مدیریت هستند. این امتیازها در نمودار شبکه نمایش داده می‌شوند و مساحت ایجادشده در نمودار، عملکرد کلی تجربه را نشان می‌دهد. با مقایسه مساحت‌ها، می‌توان رتبه موفقیت اجرای تجارب مختلف را در سطح بین‌المللی مشخص کرد. جدول امتیازدهی شاخص کلیدی عملکرد در هر تجربه در پیوست آمده است.

تحلیل و دسته‌بندی دوقلوهای دیجیتال شهری

در این مرحله، داده‌های به‌دست‌آمده از شناسایی دوقلوهای دیجیتال شهری و همچنین تجارب مرتبط با نحوه بهینه‌سازی اجرای پروژه‌ها و اقدامات شهری، با رویکرد تحلیل محتوای کیفی مورد بررسی قرار گرفت. هدف از این تحلیل، دسته‌بندی فناوری دوقلوی دیجیتال بر اساس ابعاد کاربردی و ارزیابی میزان اثرگذاری هر دسته در بهینه‌سازی فرآیندهای اجرایی بود. نتایج این بررسی نشان داد که هرچه حرکت از مدل‌های سب‌بعدی ایستا به سمت دوقلوهای دیجیتال پویا و تعاملی بیشتر می‌شود، سطح کارایی و اثربخشی در اجرای پروژه‌های شهری به شکل محسوسی افزایش می‌یابد. با این حال، هم‌زمان با ارتقای سطح بلوغ این فناوری، پیچیدگی‌های فنی و چالش‌های مربوط به پیاده‌سازی زیرساخت‌های موردنیاز آن نیز افزایش می‌یابد. به بیان دیگر، به‌کارگیری دوقلوهای دیجیتال پیشرفته‌تر مستلزم سرمایه‌گذاری بیشتر در حوزه‌های فناوریانه، زیرساخت داده‌ای و مدیریت بین‌بخشی است. از این‌رو، در این مرحله اهمیت توجه به تجارب موفق جهانی و همچنین در نظر گرفتن شرایط بومی و زمینه‌ای هر شهر دوچندان می‌شود؛ چرا که این تجارب می‌توانند مسیر مناسبی برای کاهش ریسک‌ها، شناسایی فرصت‌ها و انتخاب سطح مناسب از دوقلوی دیجیتال برای اجرای پروژه‌های شهری در هر بستر خاص فراهم سازند.

کاربرد شهر هوشمند مبتنی بر دوقلوی دیجیتال در بهینه‌سازی فرآیند اجرای پروژه‌های شهری

در مرحله نهایی، از طریق تحلیل محتوای کیفی مبانی نظری و تجارب عملیاتی موجود، میزان و نحوه کاربرد دوقلوی دیجیتال به‌عنوان ابزاری برای بهینه‌سازی فرآیند اجرای پروژه‌های شهری در سطوح مختلف شناسایی شد. داده‌ها و اطلاعات استخراج‌شده از منابع کتاب‌شناختی و تجارب بین‌المللی مورد بررسی قرار گرفتند تا مشخص شود هر دسته از دوقلوهای دیجیتال چگونه و تا چه اندازه می‌تواند کارایی، زمان‌بندی و هماهنگی اجرای پروژه‌ها را بهبود بخشد. همچنین چالش‌ها و محدودیت‌های موجود، شامل پیچیدگی‌های فنی، نیاز به زیرساخت داده‌ای و هماهنگی بین‌بخشی، شناسایی شد تا تصویر جامعی از توانمندی‌ها و محدودیت‌های دوقلوهای دیجیتال در بهینه‌سازی اجرای پروژه‌های شهری ارائه شود.

۳- مبانی نظری

این بخش ابتدا به تبیین مفاهیم و مبانی پایه مرتبط با پژوهش، از جمله شهر هوشمند مبتنی بر دوقلوی دیجیتال و نقش آن در فرآیند اجرای پروژه‌های شهری می‌پردازد. سپس با بررسی ظرفیت‌ها و سازوکارهای اثرگذاری این فناوری در بهبود عملکرد اجرایی، چارچوبی برای ارزیابی تجارب جهانی ارائه می‌شود. در این راستا، با تحلیل ادبیات نظری و مطالعات موردی موجود، شاخص‌های کلیدی موثر در ارزیابی و بهینه‌سازی اجرای پروژه‌های شهری استخراج شده و وضعیت تحقق هر یک از این شاخص‌ها در تجارب منتخب جهانی مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

۳-۱- شهر هوشمند مبتنی بر دوقلوی دیجیتال

در دهه‌های اخیر، فناوری‌های نوین با ایجاد فرصت‌ها و چالش‌های ناشی از صنعتی‌شدن و رشد جمعیت در کلان‌شهرها، زمینه‌ساز شکل‌گیری مفهوم «شهر هوشمند» به‌عنوان الگوی آینده زندگی شهری شده‌اند (Garg & Sharma, 2023). شهرهای هوشمند شهرهایی هستند که با بهره‌گیری از فناوری اطلاعات و ارتباطات^۵ در مدیریت شهری، از شیوه‌های سنتی به رویکردهای دیجیتال گذار می‌کنند تا در ارائه خدمات و اداره شهر به کارایی بیشتری دست یابند. از این منظر، شهر هوشمند با محوریت رفاه اجتماعی را می‌توان شهری دانست که هدف نهایی آن ارتقای کیفیت زندگی شهروندان از طریق تحول دیجیتال است (Bringas, 2024).

در شهرهای هوشمند، هم‌افزایی میان فناوری‌های دیجیتال و جامعه نقشی اساسی در تحقق توسعه پایدار و ایجاد ارزش‌های شهروندمحور ایفا می‌کند (Bai et al., 2025). در جریان این تحول دیجیتال، دوقلوی دیجیتال به‌عنوان رویکردی اجتناب‌ناپذیر، امکان نظارت لحظه‌ای و از راه دور را برای شهرها فراهم کرده و زمینه تصمیم‌گیری‌های کارآمدتر را مهیا می‌سازد. گسترش استفاده از ابزارهای دیجیتال در عصر فناوری، تعریف تازه‌ای از مناطق شهری و شیوه مدیریت آن‌ها ارائه داده است (Kiviahio & Einolander, 2023). در این راستا، شهرهای هوشمند و دوقلوهایی دیجیتال شهری، در چند دهه اخیر توجه زیادی را به خود جلب کرده‌اند (Trencher, 2019). همگرایی دوقلوی دیجیتال با مفهوم شهر هوشمند، بر پایه اصول بنیادین خود، به یکپارچه‌سازی سامانه‌های فیزیکی و مجازی انجامیده و امکان پایش، تحلیل، اجرا و کنترل کارآمدتر را فراهم می‌سازد. تفاوت این دو به‌طور مجزا این است که برخلاف ماهیت ایستا و سنتی شهرهای هوشمند و همسو با تحلیل داده‌های زمان واقعی (Tan & Taeihagh, 2020)، دوقلوهایی دیجیتال شهری یک قدم جلوتر هستند. آن‌ها سناریوهای مجازی پویا از منظره شهری موجود ایجاد می‌کنند تا توسعه و عملکرد شهرها را با رویکردهای مبتنی بر داده شبیه‌سازی کنند (Bolton et al., 2018). این بازنمایی‌های مجازی ویژگی‌های کلیدی مدل‌سازی شهری مانند مقیاس‌پذیری، پیش‌بینی‌پذیری، یکپارچگی، همکاری و دسترسی‌پذیری را ارائه می‌دهند (Castelli et al., 2019).

دوقلوهایی دیجیتال این امکان را برای برنامه‌ریزان و مدیران شهری فراهم می‌کنند تا نسخه‌های دیجیتال دقیق و بلادرنگی از محیط شهری ایجاد کنند؛ به‌گونه‌ای که بتوانند سناریوهای مختلف را آزمایش، عملیات را بهینه‌سازی و تأثیر تغییرات را پیش‌بینی کنند، بدون آن‌که زیرساخت‌های واقعی دستخوش تغییر شوند (Mohammadi & Taylor, 2017). براساس دایره‌المعارف مهندسی تولید، دوقلوی دیجیتال بازنمایی دیجیتال بلادرنگ یک شیء فیزیکی است که از راه دور به آن متصل بوده و می‌تواند شامل محصول، دستگاه، زیرساخت یا حتی سیستم‌های ترکیبی باشد (Attaran & Gokhan Celik, 2023). دوقلوهایی دیجیتال شهری نه تنها می‌توانند بعد فیزیکی شهر را بازنمایی و شبیه‌سازی کنند، بلکه می‌توانند بر ابعاد اجتماعی و اقتصادی نیز متمرکز باشند (Ferré-Bigorra et al., 2022). بنابراین، شهر هوشمند مبتنی بر دوقلوی دیجیتال، کاربرد خود را در مدیریت شهری با شبیه‌سازی پویا و یکپارچه نشان می‌دهد و به برنامه‌ریزان امکان بهینه‌سازی اجرای پروژه‌های شهری را می‌دهد.

اخیراً کمیته فنی مشترک سازمان بین‌المللی استانداردسازی^۷ و کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک^۸، استاندارد جدیدی با عنوان با موضوع "دوقلوی دیجیتال - مفاهیم و اصطلاحات"^۹ منتشر کرده است. در این استاندارد، سیستم دوقلوی دیجیتال به‌عنوان یک نهاد ترکیبی یا سیستم سیستم‌ها^{۱۰} معرفی شده است که شامل بخش فیزیکی، بخش دیجیتال و ارتباط بین این دو می‌باشد که این سه بخش، عناصر اصلی ساختار مفهومی دوقلوی دیجیتال را شکل می‌دهند. علاوه بر ساختار مفهومی، استاندارد مذکور، عناصر خدمات (تحلیل، شبیه‌سازی، مصورسازی، بهینه‌سازی و ...)، زیرساخت (مانند حسگرها، شبکه، سامانه اطلاعات جغرافیایی و ...) و ابعاد سیستمی (شامل یکپارچگی، حکمرانی، امنیت، حریم خصوصی، اخلاق داده و ...) را نیز جهت ارائه ساختار فنی سیستم دوقلوی دیجیتال معرفی می‌کند (Abdelrahman et al., 2025).

پژوهش‌های گسترده‌ای به‌منظور دستیابی به دوقلوی دیجیتال صورت گرفته است. بطورمثال آنجلیدو (۲۰۱۷) طرح‌های شهر هوشمند ۱۵ شهر بزرگ جهان را بررسی کرد و به هماهنگی‌های بالا به پایین و اقدامات آن‌ها اشاره کرد. شهر نیویورک استراتژی‌ای برای تبدیل شدن به «دیجیتال‌ترین شهر جهان» تدوین کرد که چهار محور اصلی داشت: دسترسی، دولت باز، مشارکت و صنعت. سان‌فرانسیسکو هدف بلندپروازانه‌ای برای رسیدن به وضعیت «بدون پسماند» تا سال ۲۰۲۰ تعیین کرده بود و با استفاده از سازوکارهای حمایتی شهر هوشمند از شرکت‌های فعال در حوزه فناوری پاک و نوآوری حمایت می‌کرد. دولت بریتانیا طرح «لندن هوشمند» را پیشنهاد داد که هدف آن استفاده از قدرت خلاقانه فناوری‌های نوین برای خدمت به شهر لندن و بهبود زندگی شهروندان آن بود. سنگاپور از سال ۲۰۱۵ طرح «ملت هوشمند سنگاپور» را آغاز کرد و به‌طور منحصربه‌فردی خود را به‌عنوان یک ملت هوشمند معرفی کرد (Deng et al., 2021). همچنین راه‌های متنوع دیگری نیز برای استفاده از دوقلوهایی دیجیتال شهری وجود دارد. در سؤال، این فناوری با ترکیب فناوری‌های پیشرفته‌ای مانند واقعیت مجازی نقش مهمی در گردشگری شهری ایفا می‌کند. همچنین در سنگاپور، از آن به‌منظور پلتفرمی برای انواع اقتصاد اشتراکی استفاده می‌شود (Yang & Kim, 2021). این‌ها نمونه‌هایی از تلاش‌های جهانی برای استفاده از فناوری‌های نوین در توسعه شهرهای هوشمند و بهره‌گیری از دوقلوی دیجیتال شهری هستند. دیجیتالی‌شدن روندی جهانی و گریزناپذیر است که



تمامی شهرها را دربرمی‌گیرد. توجه به این روند، زمینه بهره‌گیری سریع‌تر از مزایا و توسعه دوقلوی دیجیتال دقیق‌تر و کارآمدتر را فراهم می‌سازد.

۳-۲- کاربردهای شهر هوشمند مبتنی بر دوقلوی دیجیتال

استفاده از دوقلوهای دیجیتال می‌تواند هزینه، زمان و منابع نمونه‌سازی را کاهش دهد، زیرا آزمایش‌ها می‌توانند روی نمونه مجازی انجام شوند بدون آنکه عملیات واقعی تحت تأثیر قرار گیرد (Sharma et al., 2020). شرکت گارتنر دوقلوهای دیجیتال را در فهرست ۱۰ روند فناوری برتر سال ۲۰۱۷ قرار داد (Attaran & Gokhan Celik, 2023). همچنین طبق نظرسنجی در سال ۲۰۱۹، این فناوری به سرعت در حال تبدیل شدن به یک استاندارد در سازمان‌هاست. انتظار می‌رود تا سال ۲۰۲۷، بیش از ۴۰ درصد شرکت‌های بزرگ جهانی، پروژه‌هایی با استفاده از این فناوری را اجرا کنند تا درآمد خود را افزایش دهند. علاوه بر این، نزدیک به ۶۰ درصد مدیران در صنایع مختلف اعلام کرده‌اند که قصد دارند تا سال ۲۰۲۸ دوقلوی دیجیتال را در فرآیند اجرایی خود به کار گیرند (Attaran & Gokhan Celik, 2023). بنابراین کاربردهای اجرایی کلان دوقلوی دیجیتال در تصویر ۲ به صورت مشخص در صنایع مختلف، مشخص شده است.



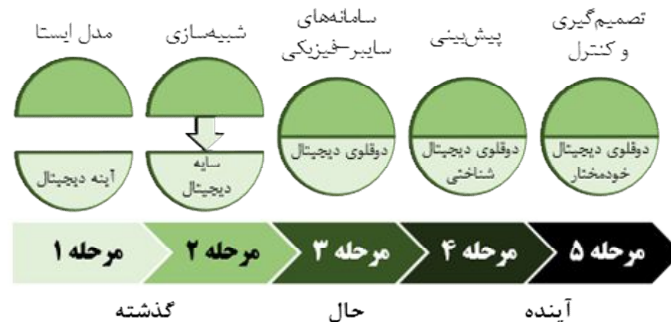
تصویر ۲- کاربرد اجرایی دوقلوی دیجیتال در صنایع مختلف (Attaran & Gokhan Celik, 2023)

موارد ذکرشده، نمونه‌هایی از به‌کارگیری دوقلوی دیجیتال در طیف گسترده‌ای از حوزه‌های علمی و صنعتی به‌شمار می‌روند. با این حال، فرآیند انتقال مفهوم دوقلوی دیجیتال از صنایع دیگر به شهرسازی و محیط شهری به‌سادگی انجام نمی‌شود، چرا که پیچیدگی‌ها و گستردگی‌های فضایی و زمانی در مقیاس شهری بسیار زیاد است (Jeddoub et al., 2023). یکی از مهم‌ترین مزایای دوقلوی دیجیتال شهری، تقویت تعامل و هماهنگی میان کنشگران شهری است. علاوه بر این، در مدیریت زیرساخت‌ها با هم‌زمان‌سازی عملیات، در حمل‌ونقل با شبیه‌سازی ترافیک، در مدیریت بحران با پیش‌بینی سناریوهای اضطراری و... نقش‌آفرینی می‌کند. همه این موارد در نهایت منجر به بهینه‌سازی فرآیند اجرای پروژه‌های شهری می‌شوند.

۳-۳- طبقه‌بندی‌های دوقلوی دیجیتال شهر هوشمند

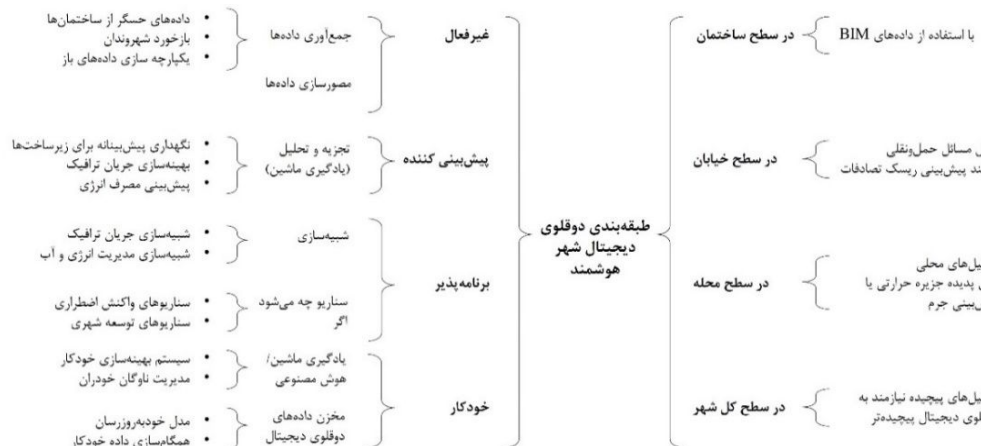
در دو دهه گذشته، برای محدود کردن دامنه دوقلوهای دیجیتال شهری به حوزه داده‌های مکانی و رشته شهرسازی، مهندسی و ساخت، پیچیدگی‌های این نوع شهرها با مدل‌های سه‌بعدی شهری، مدل‌های اطلاعات ساختمان، مدل‌های مجازی شهر و اخیراً مدل‌های اطلاعات شهری مواجه شده‌ایم (Jeddoub et al., 2023). کاربردهای دوقلوی دیجیتال شهری بر اساس مقیاس فضایی به چهار سطح تقسیم می‌شوند. در سطح ساختمان که شبیه‌سازی‌های مرتبط با ساختمان‌ها با استفاده از داده‌های مدل‌های اطلاعات ساختمان انجام می‌شود. در سطح خیابان؛ کاربردها بیشتر به مسائل حمل‌ونقل و بهبود شبکه‌های خیابانی می‌پردازند، مانند پیش‌بینی ریسک تصادفات. در مقیاس محله؛ تحلیل‌های محلی مثل پدیده جزیره حرارتی یا پیش‌بینی

جرم انجام می‌شود. در نهایت، در مقیاس کل شهر؛ داده‌ها برای کل شهر جمع‌آوری شده و تحلیل‌هایی مانند تغییرات کاربری زمین، فضاهای سبز و شبکه‌های انرژی هوشمند صورت می‌گیرد (Yang & Kim, 2021). بطور کلی فرآیند تکامل و بلوغ دوقلوی دیجیتال در تصویر ۳ مشخص شده است.



تصویر ۳- فرآیند تکامل و بلوغ دوقلوی دیجیتال (Julien & Martin, 2021)

همچنین براساس میزان تعامل با دنیای واقعی، سطح پیچیدگی تحلیل و توانمندی در پاسخ‌گویی به تغییرات محیطی، این دوقلوها را می‌توان در یک طیف تکاملی جای داد. براساس این طبقه‌بندی محتوایی، دوقلوی دیجیتال به چهار دسته متمایز تقسیم می‌شود: دوقلوهایی غیرفعال^۱، پیش‌بینی کننده^۲، برنامه‌پذیر^۳ و خودکار^۴ (Alvi et al., 2025). دوقلوهایی دیجیتال از سطح غیرفعال که تنها نمایشگر داده‌های لحظه‌ای هستند، به سطح پیش‌بینی کننده با قابلیت مدل‌سازی آینده و سناریوسازی می‌رسند. سپس در قالب دوقلوهایی برنامه‌پذیر می‌توانند پیشنهاد مداخله داده و حتی اجرای آن را برعهده گیرند. در پیشرفته‌ترین حالت، دوقلوهایی خودمختار با اتکا به یادگیری ماشین و هوش مصنوعی، به‌طور مستقل تصمیم‌گیری و مدیریت هوشمند شهر را اجرا می‌کنند. هر یک از این سطوح دوقلوی دیجیتال، با وجود تفاوت در میزان پیچیدگی و قابلیت‌ها، می‌توانند نقشی در بهینه‌سازی اجرا ایفا کنند. در تصویر ۴، دوقلوی دیجیتال از دو بعد مقیاس و عملکرد طبقه‌بندی شده است.



تصویر ۴- دسته‌بندی شهر هوشمند مبتنی بر دوقلوی دیجیتال (برگرفته از مقاله (Alvi et al., 2025))

۳-۴- اجرای بهینه پروژه‌های شهری

با بهره‌گیری از فناوری‌های شهر هوشمند، از جمله دوقلوهایی دیجیتال پویا، شهرها می‌توانند طراحی و برنامه‌ریزی متابولیسم شهری را بهبود بخشیده و امکان شبیه‌سازی راهکارهای جایگزین در محیط مجازی قبل از اجرای نهایی را فراهم کنند (Hämäläinen, 2021). شهر هوشمند مبتنی بر دوقلوی دیجیتال، مدل‌های پیشرفته‌ای هستند که با تحلیل داده‌ها، شبیه‌سازی و پیش‌بینی وضعیت شهری، تصمیم‌گیری و اجرای برنامه‌ها را بهینه می‌کنند (Jeddoub et al., 2023). دوقلوی دیجیتال با مقایسه مستمر داده‌های واقعی و مدل طراحی‌شده، امکان شناسایی سریع مغایرت‌ها و اصلاح به‌موقع فرایندها را فراهم می‌کند؛ در نتیجه، حلقه‌ی بازخورد میان طراحی و اجرا به‌طور موثری تنگ‌تر و کارآمدتر می‌شود (Grieves, 2015). با



این حال، شهر هوشمند، به‌عنوان «فرآیند پویا از تعامل مداوم میان کنش‌ها، ارزش‌ها و محیط فیزیکی»، در اجرا پیچیده و متنوع است (Han et al., 2023).

مفهوم دوقلوهای دیجیتال جدید نیست، اما در سال‌های اخیر این فناوری با سرعت بسیار بیشتری از ایده به اجرا درآمده است. دوقلو دیجیتال با نظارت و کنترل دقیق فرآیندها در شرایط مختلف، مشکلات را پیش از وقوع شناسایی و برطرف می‌کند و سازمان را از رویکرد واکنشی به پیش‌بینی‌کننده و پیشگیرانه می‌برد. علاوه بر بهینه‌سازی اجرای فرآیندها، این فناوری هزینه‌ها را کاهش داده و سرعت نوآوری را افزایش می‌دهد (Attaran & Gokhan Celik, 2023).

در صورتی که دوقلوهای دیجیتال شهری به شکل صحیح و کامل پیاده‌سازی شوند، می‌توانند برای کنشگران مختلف و نهادهای فعال در شهر، فواید قابل توجهی به همراه داشته باشند (Ferré-Bigorra et al., 2022). دوقلو دیجیتال با تسهیل دسترسی به اطلاعات، امکان همکاری بلادرنگ و واکنش سریع به تغییرات شهر و نیازهای شهروندان را فراهم می‌آورد. بدین ترتیب، متخصصان (مثل مدیران یا پژوهشگران) و کاربران عادی (مثل شهروندان یا گردشگران) می‌توانند با توجه به داده‌های لحظه‌ای، راهکارهای مناسب را اتخاذ و تغییرات لازم را بدون وقفه در برنامه‌های اجرایی اعمال کنند. این ویژگی، انعطاف‌پذیری و پاسخ‌گویی مدیریت شهری و مشارکت شهروندان در برنامه‌ریزی شهری را به‌طور چشمگیری ارتقا می‌بخشد و باعث همسویی بیشتر برنامه‌ها با واقعیت‌های پویا و پیچیده زندگی شهری می‌شود (White et al., 2021).

بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که بهینه‌سازی اجرا یکی از مهم‌ترین کاربردهای دوقلو دیجیتال در مدیریت هوشمند شهری به شمار می‌آید. این بهینه‌سازی را می‌توان در سه مرحله‌ی اصلی دسته‌بندی کرد: پیش از اجرا، حین اجرا و پس از اجرا. مرحله پیش از اجرا اهمیت ویژه‌ای دارد، زیرا با شبیه‌سازی و ارزیابی سناریوها می‌توان مسیر بهینه را انتخاب و هزینه، ریسک و موفقیت پروژه را مدیریت کرد. بدین منظور شاخص‌های کلیدی عملکرد دوقلو دیجیتال در شهرها بررسی می‌شوند.

شاخص‌های کلیدی عملکرد معیارهایی هستند که برای سنجش اثربخشی و موفقیت راهکارهای برنامه‌ریزی و طراحی شهری به کار می‌روند و باید با اهداف و استراتژی‌های مورد مطالعه شهری هم‌راستا باشند (Ammouriova et al., 2024). بدین ترتیب، براساس مطالعات انجام‌شده در حوزه بهینه‌سازی اجرای پروژه‌های شهری با استفاده از دوقلو دیجیتال، مجموعه‌ای از حوزه‌های اصلی برای ارزیابی عملکرد تعریف شده است. با این حال، باید توجه داشت که به دلیل محدودیت‌های موجود در گردآوری داده‌ها و امکان‌سنجی سنجش در نمونه‌های مورد مطالعه، همه شاخص‌های پیشنهادی در ادبیات قابل کاربرد نیستند. از این رو، در این پژوهش تنها به شاخص‌های کلیدی عملکردی پرداخته می‌شود که هم قابلیت سنجش در بستر واقعی پروژه‌ها را دارند و هم در سطحی کلی، تصویری روشن از میزان بهینگی اجرای پروژه‌های شهری ارائه می‌کنند. این حوزه‌ها شامل زمان (رعایت برنامه‌زمان‌بندی)، هزینه (کنترل بودجه و صرف منابع)، کیفیت اجرا (رعایت استانداردها و الزامات فنی)، پایداری محیطی (تأثیر پروژه بر محیط زیست)، مشارکت کنشگران (درگیری و همکاری جامعه و مدیران) و تصمیم‌گیری و مدیریت (کارایی برنامه‌ریزی و نظارت) می‌شوند.

جدول ۲- ارزیابی شاخص‌های کلیدی عملکرد پروژه‌ها مبتنی بر خط مبنا

حوزه	شاخص کلیدی عملکرد	خط مبنا	منطق مقایسه	منابع پشتیبان شاخص
زمان	مدت زمان تکمیل پروژه (ماه)	میانگین مدت اجرای پروژه‌های مشابه بدون دوقلو دیجیتال	مقایسه کاهش/افزایش زمان اجرا	Attaran & Gokhan Celik, 2023; Bryde et al., 2013; Bosch-Sijtsema et al., 2019
هزینه	هزینه نهایی پروژه به ازای هر واحد (مثلاً هر مترمربع یا هر ایستگاه)	داده‌های پروژه‌های سنتی مشابه	مقایسه صرفه‌جویی یا افزایش هزینه‌ها	Bryde et al., 2013; Love et al., 2014; Boje et al., 2020
کیفیت اجرا	درصد خطاهای اجرایی (خطاهای طراحی، تأخیرها، دوباره‌کاری‌ها)	گزارش خطاها در پروژه‌های سنتی	ارزیابی کاهش خطا و دوباره‌کاری	Jeddoub et al., 2023; Love et al., 2014; Sacks et al., 2020
پایداری محیطی	مصرف انرژی یا مصالح به ازای هر مترمربع	پروژه‌های مشابه بدون استفاده از دوقلو دیجیتال	مقایسه میزان مصرف منابع و انرژی یا آلودگی	Alvi et al., 2025; Fuller et al., 2020; Batty, 2018; Boje et al., 2020
مشارکت کنشگران	میزان مشارکت شهروندان/سازمان‌ها (تعداد جلسات یا درصد مشارکت)	مشارکت در پروژه‌های سنتی	مقایسه ارتقای شفافیت و تعامل	White et al., 2021; Albino et al., 2015; Schuurman et al., 2012; Kitchin, 2014
تصمیم‌گیری	سرعت و کیفیت تصمیم‌گیری (زمان)	روش‌های سنتی مدیریت پروژه	مقایسه بهبود کارآمدی و	Ferré-Bigorra et al., 2022; Fuller et al., 2020; Batty,

و مدیریت	واکنش به تغییرات یا بحران‌ها)	انعطاف‌پذیری	2018 White et al., 2021
----------	-------------------------------	--------------	-------------------------

۳-۵- تجربیات جهانی در پیاده‌سازی دوقلوهای دیجیتال شهری

در این بخش، تجارب شاخص جهانی در زمینه به‌کارگیری شهرهای هوشمند مبتنی بر دوقلوی دیجیتال با هدف تحلیل نقش این فناوری در بهینه‌سازی فرآیند اجرای پروژه‌های شهری مورد بررسی قرار گرفته‌اند. انتخاب این نمونه‌ها به‌صورت هدفمند و بر اساس چهار معیار اصلی انجام شده است: (۱) تنوع جغرافیایی به‌منظور پوشش تجربه کشورهای مختلف، (۲) تنوع حوزه‌های کاربردی شامل برنامه‌ریزی شهری، مدیریت زیرساخت، حمل‌ونقل، انرژی، محیط‌زیست و مدیریت بنادر، (۳) تفاوت در سطح بلوغ و پیچیدگی دوقلوی دیجیتال از نمونه‌های اولیه تا سامانه‌های پیشرفته و خودکار و (۴) برخورداری از مستندات علمی و گزارش‌های معتبر که امکان تحلیل و مقایسه را فراهم می‌کنند. این تنوع سبب شده است ظرفیت‌ها و کارکردهای دوقلوی دیجیتال در شرایط و مقیاس‌های مختلف شهری به‌صورت جامع ارزیابی شود.

جدول ۳ مشخصات نمونه‌های منتخب و دلایل انتخاب آن‌ها را نشان می‌دهد. این نمونه‌ها به دلیل برخورداری از تجربه عملی در پیاده‌سازی دوقلوی دیجیتال و ارائه شواهد قابل استناد درباره تاثیر این فناوری بر شاخص‌هایی مانند زمان، هزینه، کیفیت اجرا، پایداری محیطی، مشارکت ذی‌نفعان و مدیریت پروژه، برای تحلیل تطبیقی انتخاب شده‌اند.

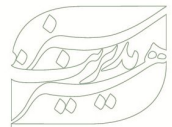
جدول ۳ - مشخصات نمونه‌های منتخب

نمونه	کشور	حوزه شاخص کاربرد	سطح دوقلوی دیجیتال	دلیل انتخاب
دوقلوهای دیجیتال شهری اروپا	اتحادیه اروپا	برنامه‌ریزی شهری و سیاست‌گذاری	برنامه‌پذیر	یکی از مهم‌ترین پروژه‌های تحقیقاتی اروپا در توسعه دوقلوهای دیجیتال شهری
سنگاپور مجازی	سنگاپور	برنامه‌ریزی شهری، حمل‌ونقل و محیط‌زیست	برنامه‌پذیر	نخستین نمونه ملی و یکی از موفق‌ترین تجارب عملیاتی در مقیاس شهر
دوبلین	ایرلند	انرژی، اقلیم و زیرساخت شهری	برنامه‌پذیر	نمونه‌ای از به‌کارگیری دوقلوی دیجیتال برای تاب‌آوری و مدیریت شهری
روتردام	هلند	مدیریت بندر و زیرساخت‌های هوشمند	برنامه‌پذیر	نمونه موفق استفاده از دوقلوی دیجیتال در مدیریت زیرساخت‌های حیاتی
هلسینکی	فنلاند	برنامه‌ریزی شهری و مشارکت شهروندان	پیش‌بین	یکی از پیشرفته‌ترین مدل‌های سبدهای شهری در اروپا
شیونگ‌آن	چین	مدیریت یکپارچه شهر جدید	برنامه‌پذیر	نمونه شاخص توسعه شهر مبتنی بر دوقلوی دیجیتال از ابتدای طراحی
بوستون	آمریکا	شبکه‌های G6 و واقعیت توسعه‌یافته	برنامه‌پذیر	نمایش کاربردهای نوظهور دوقلوی دیجیتال در زیرساخت‌های ارتباطی
هانگژو	چین	مدیریت هوشمند ترافیک و خدمات شهری	خودکار	نمونه پیشرو در استفاده از هوش مصنوعی و خودکارسازی مدیریت شهری
زوریخ	سوئیس	تحلیل‌های محیطی و برنامه‌ریزی شهری	برنامه‌پذیر	نمونه شاخص کاربرد دوقلوی دیجیتال در تحلیل‌های محیطی و تصمیم‌گیری شهری

در این بخش، تجربیات جهانی پیاده‌سازی دوقلوهای دیجیتال شهری مورد بررسی قرار می‌گیرد تا تاثیر این فناوری نوین بر بهبود و تسریع اجرای پروژه‌های شهری به‌طور دقیق تحلیل شود. هدف، شناخت نقش کلیدی دوقلوهای دیجیتال در افزایش کارایی، هماهنگی و مدیریت هوشمند پروژه‌های شهری در شهرهای مختلف جهان است.

دوقلوهای دیجیتال شهری اروپا^{۱۵}

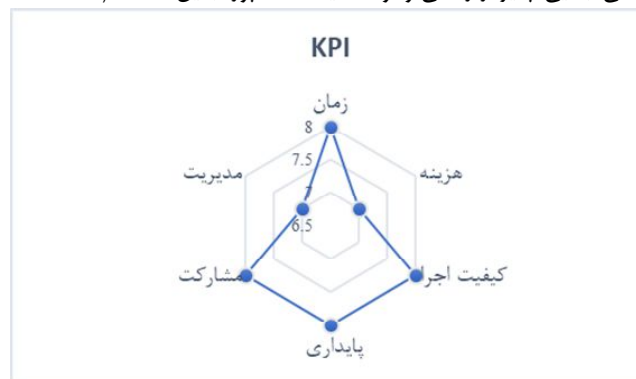
این پروژه تحقیقاتی که با تکیه بر ظرفیت‌های رایانش ابری و پردازش پیشرفته طراحی شده، به دنبال دگرگونی چرخه سنتی سیاست‌گذاری شهری بر پایه داده‌های باز است. در این چارچوب، محیطی سبدهای و شبیه‌سازی شده فراهم می‌شود تا مدیران و برنامه‌ریزان شهری بتوانند ایده‌های خود را آزمایش کنند، به رخدادهای واقعی به‌سرعت واکنش نشان دهند و تصمیمات بلندمدت را بر مبنای داده اتخاذ نمایند. هدف نهایی این پروژه، توسعه پلتفرمی داده‌محور در قالب خدمت^{۱۶} است که قابلیت استفاده در شهرهای مختلف اروپا را داشته و زمینه‌ساز ارتقای مدیریت منابع، تقویت توسعه اقتصادی، بهبود پایداری



زیست‌محیطی و افزایش کیفیت زندگی شهروندان گردد (Horizon, 2023). این پلتفرم چندلایه‌ای با بخش‌های مدیریت داده، خدمات سیستم، امنیت و رابط کاربری، عملکرد ایمن، کارآمد و تعامل‌پذیر را فراهم می‌کند. پروژه دوقلوهای دیجیتال شهری اروپا با این ویژگی‌ها نمونه تحقیقاتی موفق از کاربرد دوقلوهای دیجیتال در ارتقای کیفیت و کارایی اجرای پروژه‌های شهری است و به‌منزله یک پلتفرم مدرن، شهرها را قادر می‌سازد تا در مواجهه با چالش‌های پیچیده شهری، راهکارهای داده‌محور و کارآمد اتخاذ کنند (Abdelrahman et al., 2025).

– سنگاپور مجازی

سنگاپور با مساحت ۷۱۰ کیلومتر مربع و جمعیت ۵ میلیون نفر، از سال ۲۰۱۴ ابتکار «ملت هوشمند» را آغاز کرده و طی یک دهه به دستاوردهای چشمگیری رسیده است. این کشور اکنون رتبه نخست جهان در شمول دیجیتال را دارد، سهم اقتصاد دیجیتال از تولید ناخالص داخلی به ۱۷,۷ درصد افزایش یافته و ۹۹ درصد خدمات دولتی به‌صورت آنلاین ارائه می‌شود. فناوری‌های دیجیتال و بخصوص دوقلوی دیجیتال با ارتقای سلامت، آموزش و زیرساخت، زندگی روزمره شهروندان را ساده‌تر و باکیفیت‌تر کرده و به بخشی جدایی‌ناپذیر از زندگی و توسعه آینده سنگاپور تبدیل شده‌اند (SmartNation, 2024).



تصویر ۵- شبکه شاخص‌های کلیدی عملکرد

دولت سنگاپور از طریق ابتکار «ملت هوشمند» با تمرکز بر دولت دیجیتال، اقتصاد دیجیتال و جامعه دیجیتال، ۷۳ میلیون دلار سرمایه‌گذاری کرده تا نسخه‌ای دیجیتال از کل کشور ایجاد کند. پروژه «سنگاپور مجازی» که در ۲۰۲۲ تکمیل شد، به مسئولان و شهروندان امکان پیش‌بینی تحولات شهری و اتخاذ تصمیمات بهتر در زمینه مدیریت بحران و ارتقای کیفیت زندگی را می‌دهد و نمونه‌ای موفق از کاربرد فناوری‌های نوین در شهرهای هوشمند است (Diaz-Sarachaga, 2025). در سال ۲۰۲۳، سنگاپور با همکاری گوگل کلود برنامه پیشگامان هوش مصنوعی^{۱۷} را اجرا کرد تا کسب‌وکارها و نهادهای دولتی به‌صورت رایگان به ابزارهای هوش مصنوعی دسترسی داشته باشند و در ۱۰۰ روز، کاربرد عملی هوش مصنوعی مولد را توسعه دهند (NAIS, 2023). گرچه در پروژه دوقلوی دیجیتال سنگاپور، برخی پردازش‌ها و شبیه‌سازی‌ها به صورت خودکار انجام می‌شوند، اما این دوقلوی دیجیتال همچنان برای تصمیم‌گیری نیازمند مداخله انسانی است و با دوقلوهای دیجیتال خودکار که به‌طور مستقل عمل می‌کنند، تفاوت دارد (Alvi et al., 2025).

– دوبلین، ایرلند

مرکز تحقیقاتی پیشرو در ایرلند^{۱۸} در دانشگاه ماینوت با شورای شهر دوبلین پروژه‌ای دو ساله برای توسعه اکوسیستم دوقلوی دیجیتال و تقویت مشارکت شهروندان آغاز کرده است. این پروژه با استفاده از مدل‌سازی سه‌بعدی و هوش مصنوعی، امکان برنامه‌ریزی بهتر شهری، مدیریت زیرساخت‌ها و تعامل مردم با خدمات شهری را فراهم می‌کند. هدف آن ایجاد رویکردی مشارکت‌محور است که نیازها، اولویت‌ها و فرصت‌های دوقلوی دیجیتال را شناسایی و به تولید داده و دانش جدید برای تصمیم‌گیری شهری منجر شود (Maynooth University, 2025). در پروژه شهر هوشمند دوبلین، فناوری دوقلوی دیجیتال به‌مثابه یک نسخه مجازی از شهر به کار گرفته شده که اطلاعات سه‌بعدی از زیرساخت‌ها، ساختمان‌ها و خیابان‌ها را در بر می‌گیرد و امکان شبیه‌سازی و پیش‌بینی اثرات سناریوهای مختلف توسعه شهری را فراهم می‌کند. این سیستم به مقامات

شهری و شهروندان امکان می‌دهد در تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی مشارکت داشته باشند و کیفیت مدیریت شهری و زندگی شهروندان بهبود یابد، ضمن آن که فرایندها مبتنی بر داده و تحلیل‌های دقیق طراحی می‌شوند (Data.europa.eu, 2025).



تصویر ۶- شبکه شاخص‌های کلیدی عملکرد

- روتردام، هلند

پروژه دوقلوی دیجیتال بندر روتردام با همکاری شرکت فناوری اطلاعات و هوش مصنوعی آمریکا^{۱۹} و شرکت تخصصی در سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی^{۲۰}، نمونه‌ای برجسته از کاربرد فناوری‌های نوین در مدیریت بندر هوشمند است. این پروژه با ایجاد یک مدل دیجیتال دقیق از زیرساخت‌ها، وضعیت آب و هوا، حرکت کشتی‌ها و شرایط آب، امکان شبیه‌سازی و پیش‌بینی سناریوهای مختلف عملیاتی را برای مدیران بندر فراهم می‌کند. هدف اصلی، افزایش کارایی، بهینه‌سازی زمان لنگراندازی و عملیات بارگیری/تخلیه و آماده‌سازی بندر برای پذیرش کشتی‌های خودران تا سال ۲۰۳۰ است. این تجربه نشان‌دهنده نقش کلیدی دوقلوهای دیجیتال در بهبود تصمیم‌گیری، کاهش هزینه‌ها و ارتقای کیفیت خدمات در محیط‌های پیچیده شهری و صنعتی است (Smits, 2019). بندر روتردام، بزرگ‌ترین بندر اروپا، با استفاده از فناوری دوقلوی دیجیتال به سطحی نوین از مدیریت و بهره‌وری دست یافته است. این دوقلوی دیجیتال یک شبیه‌سازی جامع از کل فعالیت‌های بندر ارائه می‌دهد. این سیستم علاوه بر افزایش کارایی و بهره‌وری، به بهبود ایمنی و پایداری محیطی نیز کمک می‌کند و نمونه‌ای موفق از ادغام تحول دیجیتال و فناوری‌های پیشرفته در مدیریت زیرساخت‌های حیاتی است. دوقلوی دیجیتال روتردام نشان می‌دهد که چگونه می‌توان با شبیه‌سازی هوشمند و تحلیل داده‌های واقعی، تصمیم‌گیری‌ها را سریع‌تر، دقیق‌تر و مبتنی بر واقعیت انجام داد (Neugebauer et al., 2024).



تصویر ۷- شبکه شاخص‌های کلیدی عملکرد

- هلسینکی، فنلاند

هلسینکی با بهره‌گیری از استاندارد زبان نشانه‌گذاری جغرافیایی در شهر^{۲۱} و مدل‌سازی سه‌بعدی پویا، دوقلوی دیجیتال شهری را ایجاد کرده است که امکان شبیه‌سازی و ارزیابی سناریوهای مختلف شهری را پیش از اجرای واقعی فراهم می‌کند. پیشرفت‌های فناوریانه و سرمایه‌گذاری در آموزش و توانمندسازی نیروی انسانی باعث شده است که تولید و استفاده از دوقلوی

دیجیتال در سطح شهر سریع‌تر، کم‌هزینه‌تر و موثرتر شود (Hämäläinen, 2021). شهر هلسینکی از دهه ۱۹۸۰ به آزمایش مدل‌های سه‌بعدی پرداخته است. در سال ۱۹۹۹، شبیه‌ساز سه‌بعدی مبتنی بر موتور واقعی سازی^{۲۲} معرفی شد. سپس در سال ۲۰۰۲، طرح جامع بازنگری شده شهر با استفاده از مدل سه‌بعدی به شهروندان ارائه گردید و در سال ۲۰۰۳ نیز، طرح منطقه جدید پاسلا با چندین گزینه طراحی به تصویر کشیده شد. این مدل سه‌بعدی به سرعت به ابزاری موثر در برنامه‌ریزی شهری تبدیل شد. در پروژه «زندگی هوشمند من»، شهر هلسینکی با استفاده از مدل سه‌بعدی و داده‌های باز، اطلاعات انرژی ساختمان‌ها را در دسترس قرار داده است تا بهره‌وری انرژی و استفاده از منابع تجدیدپذیر افزایش یابد و اهداف اقلیمی شهر محقق شود. این داده‌ها به مالکین، کسب‌وکارها، سرمایه‌گذاران و برنامه‌ریزان شهری کمک می‌کند تا تصمیمات بهتری در زمینه بازسازی، نصب فناوری‌های هوشمند و بهبود عملکرد انرژی ساختمان‌ها بگیرند. این تجربه نشان می‌دهد که استفاده از دوقلوی دیجیتال و داده باز می‌تواند به بهبود کیفیت زندگی و تصمیم‌گیری هوشمندانه در شهرها کمک کند (Ruohomäki et al., 2018).



تصویر ۸- شبکه شاخص‌های کلیدی عملکرد

شیونگ‌آن، چین

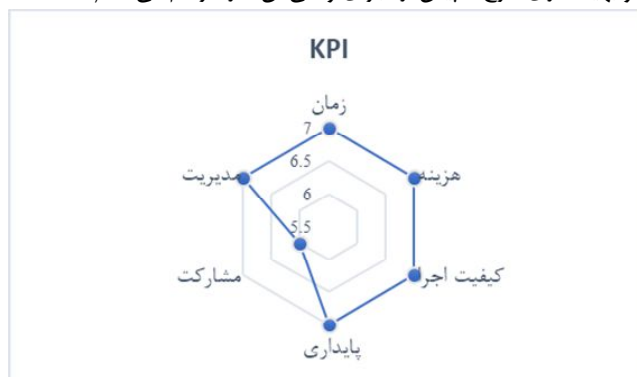
مفهوم «شهرهای دوقلوی دیجیتال» در نیمه دوم سال ۲۰۱۷ و طی برنامه‌ریزی و ساخت منطقه جدید شیونگ‌آن در چین پایه‌گذاری شد، که شامل برنامه‌ریزی نوآورانه برای این مفهوم، ساختار پایه‌ای و مکانیزم‌های اجرایی آن بود. در واقع منطقه جدید شیونگ‌آن اولین جایی بود که مفهوم شهرهای دوقلوی دیجیتال را وارد پروژه‌های ساخت شهری در چین کرد و پس از آن این مفهوم در سراسر کشور در قالب پروژه‌های نمایشی و ترویجی اجرا شد. به‌عنوان یک شهر دوقلوی دیجیتال بومی، منطقه شیونگ‌آن دارای ویژگی‌های همزیستی، مزایای هم‌افزا و یکپارچگی سیستمی است که سایر شهرها از آن برخوردار نیستند. این ویژگی‌ها در چهار بخش اصلی نمایان می‌شوند (Liu & Tian, 2023):

- ساخت زیرساخت‌های دیجیتال: شامل جمع‌آوری و انتقال داده‌های بزرگ فضایی-زمانی جهانی مبتنی بر علوم اطلاعات جغرافیایی، داده‌های دقیق نقشه‌برداری شهری، و داده‌های کامل اقتصادی، اجتماعی و انسانی منطقه.
- ساخت همزمان پلتفرم مدیریتی: استفاده از مدل اطلاعات ساختمان^{۲۳} یا مدل اطلاعات شهری^{۲۴} برای تحقق ساخت دیجیتال قبل از ساخت فیزیکی.
- سیستم استاندارد داده‌های دوقلو: شامل فرهنگ لغت داده‌های شهری و سیستم استاندارد مدیریت یکپارچه.
- قابلیت‌های همکاری و عملکرد هوشمند در سطح شهر: امکان هماهنگی و مدیریت هوشمند شهری در سطح کل شهر.

این منطقه با بهره‌گیری از زیرساخت‌های دیجیتال پیشرفته شامل مرکز محاسبات شهری، اینترنت اشیاء، رایانش ابری و شبکه‌های داده‌ای، امکان ایجاد دوقلوی دیجیتال شهر و شبیه‌سازی فرآیندهای شهری را فراهم کرده است. همچنین، با استفاده از فناوری‌های هوشمند در حوزه حمل‌ونقل، ترافیک، مدیریت پسماند و زیرساخت‌های شهری، پروژه‌های شهری این منطقه به صورت داده‌محور و قابل پیش‌بینی طراحی و مدیریت می‌شوند. به کارگیری مدل‌سازی سه‌بعدی و استانداردهای



استفاده از مدل اطلاعات ساختمان در پروژه‌های راه‌آهن و ساختمان‌ها، سطح تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی شهری را بهبود بخشیده و امکان آزمایش و بهینه‌سازی طرح‌ها پیش از اجرای واقعی آن‌ها را فراهم می‌کند (Hongyan & Zhen, 2022).



تصویر ۹- شبکه شاخص‌های کلیدی عملکرد

- بوستون، ماساچوست

دوقلوی دیجیتال بوستون یک مدل سه‌بعدی دقیق شهری است که به‌طور خاص برای شبیه‌سازی و بهینه‌سازی شبکه‌های بی‌سیم نسل ششم^{۲۵} و کاربردهای واقعیت افزوده^{۲۶} طراحی شده است. این مدل شامل داده‌های سه‌بعدی ساختمان‌ها و زیرساخت‌های شهری، موقعیت ایستگاه‌های پایه سلولی و سایر نقاط شاخص در سطح شهر است و با ابزارهای پیشرفته ردیابی پرتو سازگار است. یک رابط برنامه‌نویسی کاربردی امکان تعامل با مدل، تنظیم دقت و استخراج زیرصحنه‌های موردنظر را فراهم می‌کند. دوقلوی دیجیتال بوستون، به‌عنوان محیطی امن برای آزمایش، شبیه‌سازی و ارزیابی عملکرد شبکه‌ها، آموزش مدل‌های هوش مصنوعی و طراحی راه‌حل‌های نوآورانه، به پژوهشگران و مهندسان کمک می‌کند. این مدل به‌صورت منبع باز در دسترس است و یکی از پیشرفته‌ترین نمونه‌های دوقلوی دیجیتال شهری در جهان محسوب می‌شود (Testolina et al., 2024). دوقلوی دیجیتال بوستون با استفاده از مدل سه‌بعدی سامانه اطلاعات جغرافیایی^{۲۷}، ابزاری قدرتمندی برای تحلیل محیطی و بهینه‌سازی فرآیندهای اجرایی است که به مقامات، سرمایه‌گذاران و شهروندان امکان ارزیابی تأثیرات توسعه‌ها و اتخاذ تصمیمات بهتر را می‌دهد. این مدل با داده‌های باز اداره برنامه‌ریزی و توسعه بوستون یکپارچه شده و تحلیل‌های دقیقی مانند پیش‌بینی افزایش سطح آب دریا و تأثیرات آن بر مناطق ساحلی فراهم می‌کند. هدف اصلی آن شبیه‌سازی و تحلیل سناریوهای توسعه شهری و ارتقای تصمیم‌گیری در فرآیندهای بازنگری شهری است (Patrick, 2018). بوستون در مسیر تبدیل دوقلوی دیجیتال خود به یک زیرساخت وب‌محور جامع است که اطلاعات را از منابع معتبر برای کاربردهای مختلف جمع‌آوری می‌کند. در حال حاضر پروژه‌های مدل‌سازی شهری مستقلاً در منطقه متروپولیتن بوستون وجود دارد که همپوشانی دارند و هر کدام آسیب‌پذیری‌های خاص خود را دارند (Wan et al., 2023).

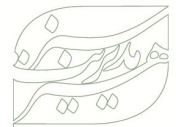


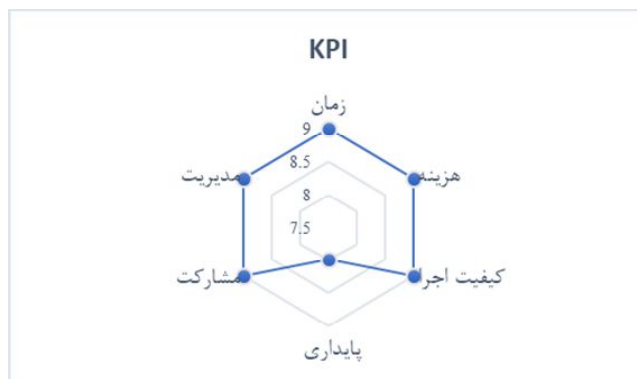
تصویر ۱۰- شبکه شاخص‌های کلیدی عملکرد

- هانگژو، چین

پس از انتشار گزارش آی‌بی‌ام در سال ۲۰۰۹ تحت عنوان «شهرهای هوشمند در چین»، این کشور به سرعت مفهوم شهر هوشمند را در سیاست‌های خود پذیرفت و از توسعه شتابان به رویکرد کیفیت‌محور با منافع فراگیر تغییر مسیر داد، روندی که از سال ۲۰۱۴ با اجرای «طرح ملی شهرنشینی نوین (۲۰۱۴-۲۰۲۰)» رسمی شد. هانگژو از سال ۲۰۱۰ با سامانه‌ی «مدیریت و کنترل یکپارچه ترافیک هوشمند» تلاش کرد زمان پاسخ‌دهی پلیس و رعایت قوانین ترافیکی را بهبود دهد، اما تراکم ترافیک همچنان چالش بود. سال ۲۰۱۶، شرکت علی‌بابا سامانه‌ی هوش مصنوعی مغز شهری^{۲۸} را در هانگژو پیاده کرد. این سامانه با تحلیل داده‌های دوربین‌های ترافیکی، زمان چراغ‌های راهنمایی را خودکار تنظیم می‌کند و با سیستم‌های اورژانس ترکیب شده بود. نتایج نشان داد که متوسط زمان سفر ۱۵٫۳٪ کاهش و دقت هشدارهای اورژانسی ۹۲ درصد شده و رتبه هانگژو در تراکم ترافیک جهانی از ۱۶ به ۱۵۴ بهبود یافت. به دلیل نتایج مثبت اجرای آزمایشی مغز شهری در حمل‌ونقل، دولت هانگژو استفاده از این راهکار را در برنامه‌ریزی رسمی شهری تصویب کرد. این سند برنامه‌ریزی همچنین هدف‌گذاری کرد که مدیریت ترافیک مبتنی بر مغز شهری تا سال ۲۰۲۲ کل شهر را پوشش دهد و از یک حوزه‌ی واحد حمل‌ونقل به چندین حوزه (مانند مدیریت شهری، بهداشت و درمان، گردشگری، حفاظت محیط زیست، پلیس و...) گسترش یابد تا یکپارچگی سامانه‌های داده‌ای و همکاری بین‌بخشی ارتقا یابد. City Brain خدماتی مثل «ابتدا درمان، بعد پرداخت» و «ابتدا خروج، بعد پرداخت» در پارکینگ‌ها را فراهم کرده و کارایی عملیاتی این کلان‌شهر ۱۲ میلیونی را بهبود بخشیده است (Han et al., 2023). ادغام فناوری‌های دوقلوی دیجیتال، کلان‌داده، هوش مصنوعی، محاسبات ابری و دیگر فناوری‌ها در پلتفرم شهر هوشمند مبتنی بر دوقلوی دیجیتال هانگژو امکان جمع‌آوری، پردازش و تحلیل بلادرنگ داده‌های متنوع شهری را فراهم کرده است. این یکپارچگی مدیریت شهری را تقویت و خدمات عمومی را با پشتیبانی هوشمند ارتقا می‌دهد. فراتر از مدیریت شهری و خدمات عمومی، مغز شهری در حوزه‌های نوآورانه مانند پزشکی هوشمند و گردشگری هوشمند نیز کاربرد دارد. در پزشکی هوشمند، سامانه تخصیص بهینه منابع، پیش‌بینی و پیشگیری از بیماری‌ها و بهبود کیفیت خدمات درمانی را ممکن می‌سازد. در گردشگری هوشمند، مغز شهری با ارائه توصیه‌های هوشمند بر اساس داده‌های بلادرنگ و تاریخی، پایش رفتار گردشگران، کنترل جمعیت و ارتقای ایمنی، تجربه بازدیدکنندگان و کیفیت خدمات را بهبود می‌بخشد. به‌طور کلی، این فناوری، نمونه‌ای بارز از ساخت شهر هوشمند در چین است که با استفاده از دوقلوی دیجیتال و فناوری‌های مرتبط، مدیریت و پایش بلادرنگ داده‌های شهری را ممکن ساخته و پشتیبانی هوشمند از مدیریت شهری و خدمات عمومی ارائه می‌دهد (Hu, 2023).

فعالان حوزه شهر هوشمند اجزای کلیدی سیستم‌های مغز شهری را شامل ادغام و تحلیل داده‌ها، الگوریتم‌های هوش مصنوعی، تصمیم‌گیری خودکار و مشارکت شهروندان می‌دانند. مطالعات تجربی، به ویژه اجرای مغز شهری در چین، نشان می‌دهند که رابطه فناوری و محیط شهری پیچیده است و تمرکز صرف بر کاربردهای فناوری ممکن است زمینه‌های اجتماعی، سیاسی و اقتصادی گسترده‌تر که برای درک فرآیندهای نوآوری و تاثیر آن بر پایداری، عدالت و مشارکت شهروندان ضروری‌اند را نادیده بگیرد. هانگژو پیشگام در اجرای ابتکار شهر هوشمند مبتنی بر دوقلوی دیجیتال هانگژو^{۲۹} است که در آوریل ۲۰۱۶ آغاز شد و دوره‌ای نوین از حکمرانی دیجیتال شهری را رقم زد. این دوقلوی دیجیتال یک اکوسیستم نوآوری شهری پویا است که بر فناوری‌های دیجیتال پیشرفته مبتنی است و شامل ۱۱ سامانه دیجیتال (در حوزه پلیس، حمل‌ونقل، گردشگری و سلامت) و ۴۸ اپلیکیشن مرتبط است که روزانه بیش از ۸۰ میلیون داده را پردازش می‌کند. این سامانه به مدیران شهری امکان تخصیص بهینه منابع، سیاست‌گذاری مبتنی بر شواهد و ارتقای اثربخشی حکمرانی را می‌دهد و همزمان شهروندان از خدمات عمومی با کیفیت و مشارکت گسترده‌تر بهره‌مند می‌شوند. مرکز نوآوری شهر هانگژو^{۳۰}، در سال ۲۰۱۶ تاسیس شد و شامل کنشگران کلیدی از بخش‌های مختلف مانند نهادهای دولتی، مؤسسات آموزشی، شرکت‌های پیشرو و جوامع محلی بود. این مرکز بستری برای تصمیم‌گیری مشترک و تبادل دانش فراهم می‌کند و با طراحی معماری سیستم، هماهنگی روابط پیچیده میان کنشگران و ترویج مشارکت شهروندان، هم‌افزایی اجتماعی-فنی را تقویت می‌کند (Bai et al., 2025).





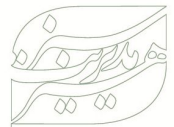
تصویر ۱۱- شبکه شاخص‌های کلیدی عملکرد

زوربخ، سوئیس -

زوربخ بیش از یک دهه است که دوقلوی دیجیتال خود را توسعه می‌دهد و تمرکز اصلی آن بر حوزه‌های محیط‌زیستی از جمله مدل‌سازی آلودگی صوتی، پایش و پیش‌بینی آلودگی هوا و تحلیل پرتوهای تلفن همراه بوده است. در کنار این موارد، دوقلوی دیجیتال در بخش انرژی نیز به کار گرفته شده و امکان تحلیل دقیق پتانسیل بهره‌برداری از انرژی خورشیدی را فراهم آورده است. همچنین، در برنامه‌ریزی شهری از این ابزار برای تجسم سه‌بعدی پروژه‌های ساختمانی، تحلیل تأثیر سایه‌اندازی ساختمان‌ها و بررسی دید و منظر شهری استفاده می‌شود (Schrotter & Hürzeler, 2020). در دهه ۱۹۹۰، موسسه فدرال فناوری زوربخ، آزمایش‌هایی بر روی داده‌های مکانی آغاز کرد که در نهایت در سال ۲۰۱۱ به ایجاد مدل سه‌بعدی جامع شهر زوربخ منجر شد. برای زوربخ، دوقلوی دیجیتال به معنای ارتقای قابل توجه مجموعه داده‌های مکانی سه‌بعدی است. این پروژه نه تنها مدل‌سازی و جزئی‌سازی داده‌ها را در بر می‌گیرد، بلکه مدیریت چرخه حیات عناصر منفرد و کل مجموعه داده را نیز شامل می‌شود. این داده‌های سه‌بعدی پایه‌ای برای ادغام داده‌های مکانی یا داده‌های متنوع دیگر ایجاد می‌کنند. در مواردی که امکان‌پذیر باشد، عناصر واقعی به صورت برخط^{۳۱} به دنیای دیجیتال متصل می‌شوند و فرآیندهای دیجیتالی‌سازی اکنون بعد سوم را نیز در بر می‌گیرند. مدیریت این طرح بر عهده دپارتمان سامانه اطلاعات جغرافیایی شهری زوربخ است که با همکاری بیش از ۲۵ بخش خدمات شهری دیگر فعالیت می‌کند. با وجود این کارکردها، دوقلوی دیجیتال زوربخ همچنان در دسته‌ی «دوقلوهایی دیجیتال منفعل» قرار می‌گیرد. علت این امر آن است که تمرکز اصلی این سامانه بر نمایش و تجسم مدل سه‌بعدی شهر است و هنوز فاقد قابلیت‌های پیشرفته‌ای مانند پیش‌بینی تغییرات، واکنش خودکار به داده‌های جدید یا اجرای شبیه‌سازی‌های سناریومحور برای آینده‌نگری شهری می‌باشد. بنابراین، هرچند این مدل ابزاری ارزشمند برای نمایش داده‌های مکانی و پشتیبانی از برخی تصمیمات محسوب می‌شود، اما در حال حاضر نمی‌تواند نقش یک سامانه هوشمند پویا برای مدیریت و برنامه‌ریزی شهری در شرایط پیچیده و آینده‌نگر ایفا کند (Alvi et al., 2025).



تصویر ۱۲- شبکه شاخص‌های کلیدی عملکرد



به‌منظور افزایش قابلیت مقایسه میان تجارب جهانی و پرهیز از قضاوت صرفاً توصیفی، نمونه‌های بررسی‌شده بر اساس شش شاخص کلیدی عملکرد شامل زمان اجرای پروژه، هزینه، کیفیت اجرا، پایداری محیطی، مشارکت کنشگران و تصمیم‌گیری و مدیریت ارزیابی شدند. برای هر شاخص، با استناد به اطلاعات منتشرشده در منابع هر پروژه، امتیازی بین ۱ تا ۱۰ اختصاص یافت و مجموع این امتیازها مبنای مقایسه عملکرد نمونه‌ها قرار گرفت. معیارهای امتیازدهی هر شاخص در جدول زیر ارائه شده است.

جدول ۴- جدول امتیازدهی شاخص کلیدی عملکرد

نمونه موردی	شاخص	توضیح و استدلال	امتیاز
سنگاپور	زمان	پروژه از ۲۰۱۴ آغاز و نسخه «Virtual Singapore» در ۲۰۲۲ تکمیل شد. حدود ۸ سال برای پروژه‌ای در این مقیاس منطقی است.	۸
	هزینه	سرمایه‌گذاری ۷۳ میلیون دلاری برای کل کشور، باتوجه به مقیاس و فناوری پیشرفته، هزینه‌ها قابل کنترل بوده و بازده خوبی داشته است.	۷
	کیفیت اجرا	استفاده از هوش مصنوعی، زیرساخت‌های پایدار و اپلیکیشن‌های مشارکتی، کیفیت اجرای بالایی را نشان می‌دهد؛ با این حال، برخی پردازش‌ها هنوز نیازمند مداخله انسانی هستند.	۸
	پایداری محیطی	زیرساخت‌های دیجیتال امن و پایدار و یکپارچگی فناوری با زندگی روزمره نشان‌دهنده پایداری مناسب و توجه به محیط عملیاتی است.	۸
	مشارکت کنشگران	دسترسی رایگان به ابزارهای AI، اپلیکیشن‌های مشارکتی و خدمات آنلاین، تعامل شهروندان و نهادها را افزایش داده است.	۸
	تصمیم‌گیری و مدیریت	دوقلوی دیجیتال به تصمیم‌گیری کمک می‌کند اما همچنان نیازمند مداخله انسانی است؛ مدیریت پروژه به‌صورت هوشمند و کارآمد عمل کرده است.	۷
دوبلین	زمان	پروژه دو ساله بوده و باتوجه به مقیاس و نوپا بودن اکوسیستم دوقلوی دیجیتال، زمان مناسبی صرف شده است.	۷
	هزینه	به اعداد مالی اشاره‌ای نشده است، اما باتوجه به مقیاس محدود و پروژه تحقیقاتی، هزینه‌ها منطقی و قابل کنترل به نظر می‌رسد.	۶
	کیفیت اجرا	استفاده از مدل‌سازی سه‌بعدی، هوش مصنوعی و تحلیل داده‌ها نشان‌دهنده کیفیت اجرایی مناسب و علمی است.	۷
	پایداری محیطی	پروژه بیشتر بر برنامه‌ریزی، مدیریت داده و مشارکت تمرکز دارد؛ اشاره مستقیمی به پایداری محیطی نشده است، بنابراین امتیاز متوسط داده می‌شود.	۶
	مشارکت کنشگران	سیستم به شهروندان و مقامات امکان مشارکت در تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی را می‌دهد و رویکرد مشارکت‌محور برجسته است.	۸
	تصمیم‌گیری و مدیریت	فرآیندها مبتنی بر داده و تحلیل دقیق طراحی شده‌اند و تصمیم‌گیری را بهبود می‌بخشند، اما استقلال کامل سیستم محدود است.	۷
روتتردام	زمان	پروژه در محیط پیچیده بندری و صنعتی اجرا شده و باتوجه به مقیاس و هدف بلندمدت تا ۲۰۳۰، زمان اجرای فعلی منطقی است.	۷
	هزینه	باوجود فناوری پیشرفته و شبیه‌سازی جامع، پروژه نشان‌دهنده بهینه‌سازی هزینه‌ها و استفاده کارآمد از منابع است، بنابراین امتیاز مناسب داده شد.	۷
	کیفیت اجرا	دوقلوی دیجیتال دقیق و جامع، شبیه‌سازی هوشمند و تحلیل داده‌های واقعی، کیفیت اجرای بسیار بالایی را نشان می‌دهد.	۸
	پایداری محیطی	پروژه به بهبود ایمنی و پایداری محیطی کمک می‌کند و توجه ویژه‌ای به اثرات محیطی دارد.	۸
	مشارکت کنشگران	اشاره‌ای به مشارکت شهروندان یا کنشگران اجتماعی نشده؛ تمرکز بیشتر بر مدیران و اپراتورهای بندر است.	۶
	تصمیم‌گیری و مدیریت	شبیه‌سازی هوشمند و تحلیل داده‌ها تصمیم‌گیری را سریع‌تر و دقیق‌تر می‌کند و مدیریت عملیاتی بهینه را فراهم می‌سازد.	۸
هلسینکی	زمان	پروژه‌ها از دهه ۱۹۸۰ آغاز شده و تکامل دوقلوی دیجیتال شهری تا امروز ادامه دارد؛ باتوجه به پیشرفت طولانی‌مدت و مداوم، زمان اجرای فعلی مناسب ارزیابی می‌شود.	۸
	هزینه	باوجود نیاز به زیرساخت داده‌ای قوی و توان محاسباتی بالا، سرمایه‌گذاری در فناوری و آموزش نیروی انسانی موجب کاهش هزینه‌ها و استفاده مؤثر منابع شده است.	۷
	کیفیت اجرا	بهره‌گیری از مدل‌سازی سه‌بعدی، استاندارد CityGML، داده‌های باز و شبیه‌سازی سناریوها، کیفیت اجرای بالا و قابلیت عملیاتی مناسب را نشان می‌دهد.	۸
	پایداری محیطی	پروژه با تمرکز بر بهره‌وری انرژی، مصرف منابع تجدیدپذیر و مدیریت متابولیسم شهری، پایداری محیطی قوی دارد.	۸

۸	دسترسی شهروندان به داده‌ها، ارتقای شفافیت و اعتماد، و امکان مشارکت در برنامه‌ریزی، نشان‌دهنده مشارکت کنشگران	۸
۸	دوقلوی دیجیتال و ابزارهای داده‌محور امکان تصمیم‌گیری هوشمندانه، پیش‌بینی سناریوها و بهبود مدیریت شهری را فراهم کرده‌اند.	تصمیم‌گیری و مدیریت
۷	پروژه از ۲۰۱۷ آغاز شده و باتوجه به مقیاس و نوآوری‌های متعدد، زمان اجرای فعلی منطقی ارزیابی می‌شود (هنوز پروژه در حال توسعه است).	زمان
۷	پروژه شامل زیرساخت‌های پیشرفته، محاسبات ابری، اینترنت اشیا و مدل‌سازی سه‌بعدی است؛ با توجه به نوپا بودن و مقیاس، هزینه‌ها بالاست اما با برنامه‌ریزی کنترل شده‌اند.	هزینه
۷	بهره‌گیری از BIM/CIM، مدل‌سازی سه‌بعدی و شبیه‌سازی فرآیندها نشان‌دهنده کیفیت اجرایی بالا است، با این حال پروژه هنوز در حال توسعه است.	کیفیت اجرا
۷	استفاده از فناوری‌های هوشمند برای حمل‌ونقل، مدیریت پسماند و زیرساخت‌ها نشان‌دهنده توجه به پایداری محیطی است.	پایداری محیطی
۶	متن به مشارکت فعال شهروندان یا کنشگران اجتماعی اشاره مستقیمی ندارد و تمرکز بیشتر بر فناوری و زیرساخت‌هاست.	مشارکت کنشگران
۷	ایجاد پلتفرم مدیریتی و استاندارد داده‌های شهری، تصمیم‌گیری و مدیریت شهری را بهبود می‌بخشد، اما چالش‌های انسانی و فرهنگی نشان‌دهنده محدودیت در مدیریت کامل است.	تصمیم‌گیری و مدیریت
۷	پروژه دوقلوی دیجیتال بوستون در حال توسعه مستمر است و باتوجه به پیچیدگی فناوری‌ها و کاربردهای پیشرفته، زمان اجرای فعلی منطقی است.	زمان
۷	باتوجه به فناوری پیشرفته، ابزارهای شبیه‌سازی، داده‌های باز و منابع وب‌محور، هزینه قابل توجهی صرف شده، اما با توجه به مقیاس و دستاوردها منطقی است.	هزینه
۸	مدل سه‌بعدی دقیق، سازگاری با ابزارهای پیشرفته و قابلیت شبیه‌سازی دقیق سناریوها نشان‌دهنده کیفیت بالای اجرا است.	کیفیت اجرا
۷	پروژه توجه ویژه‌ای به تحلیل محیطی و پیش‌بینی اثرات توسعه‌ها دارد، از جمله پیش‌بینی سطح آب دریا و تأثیرات آن بر مناطق ساحلی.	پایداری محیطی
۶	داده‌ها و مدل به‌صورت منبع باز در دسترس است، اما متن اشاره مستقیمی به مشارکت فعال شهروندان ندارد و تمرکز بیشتر بر پژوهشگران و مهندسان است.	مشارکت کنشگران
۷	دوقلوی دیجیتال ابزار مؤثری برای تصمیم‌گیری و بازنگری شهری فراهم کرده، اما همپوشانی پروژه‌های مستقل و چالش‌های مدیریتی محدودیت‌هایی ایجاد می‌کند.	تصمیم‌گیری و مدیریت
۹	پروژه City Brain از سال ۲۰۱۶ آغاز شده و پس از اجرای آزمایشی سریع، تا امروز به پوشش گسترده در کل شهر رسیده است؛ سرعت توسعه و تکامل بسیار بالاست.	زمان
۹	باوجود سرمایه‌گذاری گسترده در فناوری‌های پیشرفته، کلان‌داده، هوش مصنوعی و زیرساخت‌های محاسبات ابری، هزینه‌ها مدیریت شده و با نتایج قابل توجه، ارزش بالایی دارند.	هزینه
۹	ادغام سامانه‌های متعدد، ۴۸ اپلیکیشن مرتبط و پردازش روزانه بیش از ۸۰ میلیون داده، کیفیت بالای اجرا و اثربخشی عملیاتی را نشان می‌دهد.	کیفیت اجرا
۸	سامانه‌های City Brain شامل مدیریت ترافیک، بهبود حمل‌ونقل، کاهش تراکم و کنترل منابع شهری هستند و با بهینه‌سازی عملکرد شهر، پایداری محیطی بالایی دارند.	پایداری محیطی
۹	ساختار اکوسیستم HCBI و مرکز نوآوری شامل نهادهای دولتی، شرکت‌ها، دانشگاه‌ها و شهروندان، مشارکت گسترده و فعال همه کنشگران را تسهیل می‌کند.	مشارکت کنشگران
۹	پردازش بلادرنگ داده‌ها، تصمیم‌گیری هوشمند، تخصیص بهینه منابع و هماهنگی بین‌بخشی، نشان‌دهنده سطح بسیار بالا در مدیریت و حکمرانی شهری است.	تصمیم‌گیری و مدیریت
۷	توسعه دوقلوی دیجیتال زوریخ بیش از یک دهه طول کشیده و با توجه به بلوغ فناوری و داده‌ها، زمان‌بندی مناسب است.	زمان
۷	پروژه با توجه به مقیاس و سرمایه‌گذاری در داده‌های سه‌بعدی و GIS، هزینه قابل توجهی داشته اما نسبت به دستاوردها منطقی است.	هزینه
۷	مدل سه‌بعدی دقیق و جامع است، اما به دلیل ماهیت «متنقل» سیستم، امکان شبیه‌سازی پیشرفته و واکنش خودکار محدود است.	کیفیت اجرا
۸	تمرکز اصلی بر پایش محیط زیست، آلودگی صوتی و هوا و تحلیل انرژی خورشیدی بوده و بنابراین پایداری محیطی نسبتاً بالاست.	پایداری محیطی
۶	همکاری دپارتمان GIS با بیش از ۲۵ بخش شهری انجام شده اما مشارکت فعال شهروندان یا کنشگران فراتر از مدیریت داده‌ها محدود است.	مشارکت کنشگران
۶	سامانه در حال حاضر بیشتر ابزاری تجسمی و منفعل است و تصمیم‌گیری و مدیریت پویا محدود است.	تصمیم‌گیری و مدیریت

نتایج ارزیابی شاخص‌های کلیدی عملکرد نشان می‌دهد که هانگژو با کسب بالاترین امتیاز، موفق‌ترین نمونه در میان تجارب بررسی شده است. این موفقیت ناشی از بهره‌گیری از دوقلوی دیجیتال در سطح خودکار، پردازش بلادرنگ داده‌ها، یکپارچگی



سامانه‌های شهری و مشارکت گسترده کنشگران است که عملکرد مطلوبی را در شاخص‌های زمان، هزینه، کیفیت اجرا، مشارکت و تصمیم‌گیری ایجاد کرده است. در مقابل، نمونه‌هایی مانند سنگاپور، هلسینکی و روتردام نیز به دلیل برخورداری از زیرساخت‌های داده‌محور، کیفیت بالای اجرا و بهبود فرآیندهای مدیریتی، امتیازات بالایی کسب کرده‌اند، هرچند در برخی شاخص‌ها مانند مشارکت کنشگران یا میزان خودکارسازی هنوز محدودیت‌هایی دارند. از سوی دیگر، نمونه‌هایی نظیر دوبلین، بوستون، شیونگ‌آن و زوریخ عمدتاً به دلیل قرار داشتن در مراحل اولیه توسعه، ماهیت پژوهشی پروژه یا محدود بودن قابلیت‌های خودکار و مشارکتی، امتیاز پایین‌تری دریافت کرده‌اند.

مقایسه این نتایج نشان می‌دهد که افزایش سطح بلوغ دوقلوی دیجیتال، به‌تنهایی تضمین‌کننده موفقیت نیست، بلکه دستیابی به عملکرد مطلوب مستلزم تلفیق زیرساخت‌های فناورانه، داده‌های باکیفیت، حکمرانی یکپارچه، مشارکت ذی‌نفعان و سازوکارهای تصمیم‌گیری هوشمند است. با این حال، روند کلی نمونه‌های بررسی‌شده بیانگر آن است که حرکت از سطوح غیرفعال و پیش‌بینی‌کننده به سطوح برنامه‌پذیر و به‌ویژه خودکار، به‌طور معمول با بهبود شاخص‌های کلیدی عملکرد، کاهش هزینه و زمان اجرا، ارتقای کیفیت، افزایش پایداری محیطی و کارآمدتر شدن مدیریت پروژه‌های شهری همراه است.

۴- یافته‌ها: بررسی و تحلیل مقایسه‌ای تجارب

تجارب جهانی نشان می‌دهد دوقلوهای دیجیتال شهری در برنامه‌ریزی، مدیریت زیرساخت‌ها، حمل‌ونقل، انرژی و محیط‌زیست کاربرد دارند. این فناوری با شبیه‌سازی، پیش‌بینی و بهینه‌سازی فرآیندها، شفافیت تصمیم‌گیری را افزایش و هزینه‌ها و ریسک‌های اجرایی را کاهش می‌دهد. هر شهر باتوجه به نیازهای خود، دوقلوهای دیجیتال را برای مدیریت هوشمند منابع، ارتقای مشارکت شهروندان و بهبود بهره‌وری زیرساخت‌ها به کار گرفته است. رتبه موفقیت اجرای هر تجربه بر اساس مساحت نمودار شبکه آن تعیین شده است؛ هرچه مساحت بزرگ‌تر باشد، عملکرد کلی تجربه در شاخص‌های کلیدی بالاتر است. در این مقاله، تمامی تجارب معرفی‌شده به‌طور مقایسه‌ای بررسی شده‌اند.

جدول ۵- نمونه‌های استفاده از شهر هوشمند دوقلوی دیجیتال (برگرفته از مقاله (Alvi et al., 2025))

نمونه	کاربرد اجرایی	رتبه موفقیت در اجرا	وضعیت اجرا	سطح دوقلوی دیجیتال	منبع
دوقلوهای دیجیتال شهری اروپا	- برنامه‌ریزی شهری - سیاست‌گذاری به صورت خدماتی - بهبود مدیریت منابع	-	پروژه تحقیقاتی	برنامه‌پذیر	(Horizon, 2023) (Abdelrahman et al., 2025)
سنگاپور مجازی	- توسعه شهری - نظارت بر اکوسیستم - حمل‌ونقل	۲	اجرا شده در مقیاس بزرگ	برنامه‌پذیر	(SmartNation, 2024) (Diaz-Sarachaga, 2025) (Singapore National AI Strategy, 2023) (SmartNation, 2024)
دوبلین، ایرلند	- برنامه‌ریزی شهری - مصرف انرژی - اقلیم و مدیریت زیرساخت‌های شهری - مدیریت زیرساخت‌ها - تعامل مردم با خدمات شهری	۴	نمونه اولیه دوقلوی دیجیتال	برنامه‌پذیر	(Maynooth University, 2025) (Data.europa.eu, 2025)
روتردام، هلند	- شبکه هوشمند - پارکینگ هوشمند - مدیریت بنادر هوشمند - پیش‌بینی سناریوهای مختلف اجرایی - کاهش هزینه‌ها	۳	نمونه اولیه دوقلوی دیجیتال	برنامه‌پذیر	(Smits, 2019) (Neugebauer et al., 2024)
هلسینکی، فنلاند	- مدل سه‌بعدی دقیق برای برنامه‌ریزی شهری - مشارکت شهروندان - ارزیابی سناریوهای مختلف پیش از اجرا - ارتقای شفافیت و اعتماد	۵	اجرا شده	پیش‌بینی‌کننده	(Ruohomäki et al., 2018) (Hämäläinen, 2021)
شیونگ‌آن،	- برنامه‌ریزی و مدیریت شهری	۶	اجرا شده	برنامه‌پذیر	(Liu & Tian, 2023)

چین	- مدیریت حمل و نقل، ترافیک، پسماند و زیرساخت‌ها - بهینه‌سازی طرح‌ها پیش از اجرا			(Hongyan & Zhen, 2022) (Liu & Tian, 2023)
بوستون، ماساچوست	- توسعه شهری - بهینه‌سازی شبکه‌های بی‌سیم نسل ششم (G6) - کاربردهای واقعیت افزوده (XR) - بهینه‌سازی فرآیندهای اجرایی	نمونه اولیه دوقلوی دیجیتال	۷	(Testolina et al., 2024) (Patrick, 2018) (Wan et al., 2023)
هانگژو، چین	- مدیریت ترافیک - یکپارچگی سامانه‌های داده‌ای - پزشکی و گردشگری هوشمند	اجرا شده	۱	(Han et al., 2023) (Hu, 2023) (Bai et al., 2025)
زوریخ، سوئیس	- تحلیل تأثیر سایه‌اندازی ساختمان‌ها - بررسی دید و منظر - مدل‌سازی آلودگی صوتی - پایش و پیش‌بینی سطح آلودگی هوا - تحلیل پرتوهای ناشی از تلفن همراه - بهره‌برداری از انرژی طبیعی	اجرا شده	۸	Schrotter &) (Hürzeler, 2020)

در بررسی تجارب دوقلوی دیجیتال، مشاهده می‌شود که هرچه سطح دوقلوی دیجیتال پیچیده‌تر باشد و به مدل خودکار نزدیک‌تر شود، میزان موفقیت در اجرای پروژه‌ها نیز افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر، با به‌کارگیری دوقلوهایی دیجیتال پیشرفته، تصمیم‌گیری و مدیریت شهری هوشمندتر و سریع‌تر انجام شده و اقدامات اجرایی بهینه‌تر می‌شوند. این بهینه‌سازی در شاخص‌هایی مانند زمان، هزینه، کیفیت اجرا، پایداری محیطی، مشارکت کنشگران و مدیریت منعکس می‌شود و موجب ارتقای عملکرد کلی پروژه‌های شهری می‌شود.

۵- بحث

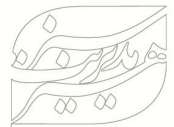
فناوری دوقلوی دیجیتال در زمره یکی از ابزارهای پیشرفته مدیریت شهری، امکان بازنمایی دقیق و لحظه‌ای از محیط فیزیکی و فرآیندهای شهری را فراهم می‌کند. این فناوری با تلفیق داده‌های سنسوری، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و مدل‌های تحلیلی، نه تنها قابلیت نظارت و پایش را افزایش می‌دهد، بلکه امکان شبیه‌سازی و پیش‌بینی رفتار سیستم‌های شهری را نیز فراهم می‌آورد. در چارچوب شهر هوشمند، دوقلوی دیجیتال می‌تواند به‌مثابه یک ابزار کلیدی برای تصمیم‌گیری بهینه و کاهش ریسک‌های اجرایی عمل کند.

بحث پیرامون کاربرد دوقلوی دیجیتال در پروژه‌های شهری نشان می‌دهد که سطح پیچیدگی و میزان تعامل آن با فضای واقعی، نقش تعیین‌کننده‌ای در توانمندی این فناوری دارد. در سطح غیرفعال، دوقلو تنها وضعیت لحظه‌ای پروژه‌ها را بازنمایی می‌کند و به مدیران امکان رصد پیشرفت و شناسایی انحراف‌ها را می‌دهد. اگرچه این سطح محدودیت‌هایی در بهینه‌سازی فرآیندها دارد، اما می‌تواند شفافیت اطلاعات را افزایش دهد و هماهنگی میان ذی‌نفعان را بهبود بخشد. به بیان دیگر، دوقلوهایی غیرفعال، پایه‌ای برای تصمیم‌گیری‌های آگاهانه فراهم می‌آورند اما تأثیر مستقیم آنها بر بهبود عملکرد اجرایی محدود است.

سطح بعدی، دوقلوهایی پیش‌بینی‌کننده، با استفاده از الگوریتم‌های تحلیلی و مدل‌سازی پیش‌بینی، توانایی شبیه‌سازی رفتار آینده سیستم‌ها را دارند. این ویژگی به شناسایی ریسک‌ها و موانع احتمالی پیش از وقوع کمک می‌کند و در نتیجه، کاهش تاخیرات و بهینه‌سازی تخصیص منابع ممکن می‌شود. تجربه پروژه‌های شهری نشان می‌دهد که استفاده از دوقلوهایی پیش‌بینی‌کننده می‌تواند اثر قابل‌توجهی بر کاهش هزینه‌ها و ارتقای بهره‌وری فرآیندهای اجرایی داشته باشد.

در سطح برنامه‌پذیر، دوقلوهایی دیجیتال فراتر از پیش‌بینی عمل می‌کنند و با ارائه سناریوهای بهینه و توصیه‌های عملیاتی، امکان مداخله مدیریتی و اصلاح فرآیندها را فراهم می‌آورند. این سطح، فرآیند تصمیم‌گیری را از حالت واکنشی به حالت پیشگیرانه و هدایت‌شده تبدیل می‌کند و باعث کاهش دوباره‌کاری، افزایش انعطاف‌پذیری مدیریت شهری و هماهنگی بهتر میان تیم‌های اجرایی می‌شود. بدین ترتیب، دوقلوهایی برنامه‌پذیر نقش کلیدی در بهینه‌سازی اجرای پروژه‌ها و مدیریت ریسک‌ها ایفا می‌کنند.

پیچیده‌ترین سطح، دوقلوهایی خودکار یا خودتنظیم، توانایی اتوماسیون تصمیم‌گیری و مدیریت مستقل بخش‌هایی از فرآیند اجرایی را دارند. این دوقلوه‌ها با کاهش مداخله انسانی و واکنش سریع به تغییرات محیطی، بیشترین بهره‌وری را در مدیریت



منابع، زمان و هزینه‌ها ایجاد می‌کنند. البته تحقق این سطح نیازمند زیرساخت‌های داده‌ای پیشرفته، امنیت سایبری قوی و الگوریتم‌های هوشمند دقیق است. از این رو، استفاده از دوقلوهای خودکار بیشتر در پروژه‌های بزرگ و پیچیده شهری که امکان سرمایه‌گذاری در فناوری و زیرساخت‌های دیجیتال فراهم است، منطقی به نظر می‌رسد.

جمع‌بندی تحلیل چهار سطح دوقلوی دیجیتال نشان می‌دهد که هرچه سطح دوقلو پیشرفته‌تر باشد، ظرفیت آن برای بهینه‌سازی فرآیندهای اجرایی افزایش می‌یابد. با این حال، پیچیدگی پیاده‌سازی، نیازمندی‌های فنی و مالی و ضرورت هماهنگی میان ذی‌نفعان، عوامل محدودکننده‌ای هستند که باید مورد توجه قرار گیرند. بنابراین، انتخاب سطح مناسب دوقلوی دیجیتال برای هر پروژه شهری باید باتوجه به اهداف پروژه، پیچیدگی سیستم شهری و منابع موجود صورت گیرد. علاوه بر این، شواهد تجربی نشان می‌دهد که تلفیق دوقلوی دیجیتال با سایر ابزارهای شهر هوشمند می‌تواند اثرگذاری آن را چند برابر کند. برای نمونه، یکپارچه‌سازی داده‌های حمل‌ونقل، انرژی و زیرساخت‌های شهری با دوقلوی دیجیتال، امکان پیش‌بینی مشکلات ترافیکی، بهینه‌سازی مصرف انرژی و مدیریت بحران را فراهم می‌آورد. این روند نه تنها موجب بهبود کارایی و کاهش هزینه‌ها می‌شود، بلکه تجربه شهروندان را از منظر ایمنی، راحتی و دسترسی به خدمات شهری ارتقا می‌دهد. در نتیجه، دوقلوی دیجیتال نه تنها یک ابزار نظارتی یا تحلیلی است، بلکه یک چارچوب مدیریتی قدرتمند برای تحقق شهرهای هوشمند، پایدار و انعطاف‌پذیر محسوب می‌شود که می‌تواند نقش محوری در بهینه‌سازی فرآیندهای اجرایی و ارتقای کیفیت زندگی شهری ایفا کند.

جدول ۶- سطوح دوقلوی دیجیتال و نقش آن‌ها در بهینه‌سازی اجرای پروژه‌های شهری

سطح دوقلوی دیجیتال	تأثیر در بهینه‌سازی اجرا	میزان پیچیدگی بکارگیری
دوقلوهای غیرفعال ^{۳۲}	کم: تنها نظارت و شفاف‌سازی	کم: ساده‌ترین سطح، فقط نمایش داده‌ها
دوقلوهای پیش‌بینی‌کننده ^{۳۳}	متوسط: شناسایی ریسک‌ها و کاهش تأخیر	متوسط: نیاز به الگوریتم‌های تحلیلی و مدل‌سازی
دوقلوهای برنامه‌پذیر ^{۳۴}	زیاد: ارائه سناریو و توصیه‌های عملیاتی، بهبود هماهنگی و انعطاف‌پذیری	زیاد: نیاز به داده‌های دقیق و مدل‌های تصمیم‌گیری
دوقلوهای خودکار یا خودتنظیم ^{۳۵}	خیلی زیاد: مدیریت مستقل و اتوماسیون فرآیندها	خیلی زیاد: نیازمند زیرساخت پیشرفته و امنیت سایبری قوی

۶- نتیجه‌گیری

دوقلوی دیجیتال شهری در سال‌های اخیر به‌عنوان یکی از رویکردهای نوین تحول دیجیتال، جایگاه ویژه‌ای در حوزه برنامه‌ریزی، مدیریت و اجرای پروژه‌های شهری پیدا کرده است. این فناوری با ایجاد ارتباط میان محیط فیزیکی و فضای مجازی، امکان ایجاد بازنمایی پویا از عناصر شهری، دریافت و تحلیل داده‌های لحظه‌ای، شبیه‌سازی شرایط مختلف و پشتیبانی از تصمیم‌گیری مبتنی بر داده را فراهم می‌سازد. پژوهش حاضر با مرور ادبیات علمی و بررسی تجارب جهانی نشان داد که دوقلوی دیجیتال فراتر از یک مدل سه‌بعدی یا ابزار شبیه‌سازی، به‌عنوان یک زیرساخت مدیریتی و تصمیم‌یار می‌تواند نقش موثری در ارتقای کارآمدی فرآیند اجرای پروژه‌های شهری ایفا کند.

یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که دوقلوی دیجیتال شهری را می‌توان در دو بعد اصلی مورد بررسی قرار داد: سطوح فضایی شامل ساختمان، خیابان، محله و شهر و سطوح عملکردی شامل فعال، پیش‌بینی‌کننده، برنامه‌پذیر و خودکار. این تقسیم‌بندی بیانگر آن است که کاربرد دوقلوی دیجیتال تنها محدود به مقیاس کلان شهر نیست، بلکه می‌تواند در مقیاس‌های مختلف فضایی و متناسب با نیازهای مدیریتی هر پروژه مورد استفاده قرار گیرد. در سطوح ابتدایی، این فناوری عمدتاً نقش بستری برای گردآوری، نمایش و پایش اطلاعات را دارد، اما با حرکت به سمت سطوح پیشرفته‌تر، قابلیت‌های تحلیلی، پیش‌بینی سناریوها، پیشنهاد راهکار و حتی انجام اقدامات خودکار در فرآیندهای مدیریتی افزایش می‌یابد.

بررسی سطوح مختلف عملکردی نشان داد که افزایش پیچیدگی دوقلوی دیجیتال، اگرچه نیازمند زیرساخت‌های فناورانه، داده‌های گسترده، ظرفیت‌های پردازشی و توانمندی‌های سازمانی بیشتری است، اما هم‌زمان موجب افزایش قابلیت آن در بهینه‌سازی فرآیند اجرای پروژه‌های شهری می‌شود. در سطوح فعال، مهم‌ترین دستاورد، افزایش آگاهی از وضعیت موجود و امکان پایش مستمر پروژه است. در سطوح پیش‌بینی‌کننده، امکان ارزیابی پیامدهای تصمیمات و پیش‌بینی مشکلات احتمالی فراهم می‌شود. در سطوح برنامه‌پذیر، فرآیندهای مدیریتی و اجرایی قابلیت تنظیم و بهینه‌سازی پیدا می‌کنند. در سطوح خودکار،

بخشی از فرآیندهای تصمیم‌گیری و کنترل می‌تواند بدون مداخله مستقیم انسانی انجام شود. بنابراین، حرکت از مدل‌های ساده اطلاعاتی به سمت مدل‌های هوشمند و خودکار، ظرفیت بیشتری برای کاهش عدم قطعیت و افزایش بهره‌وری پروژه‌های شهری ایجاد می‌کند.

نتایج بررسی مطالعات موردی نیز نشان داد که بهره‌گیری از دوقلوی دیجیتال می‌تواند از طریق یکپارچه‌سازی داده‌های مکانی، زمانی، اقتصادی و محیطی، به بهبود شاخص‌های کلیدی عملکرد پروژه‌های شهری کمک کند. این فناوری با فراهم کردن امکان پایش پیشرفت پروژه، شناسایی انحرافات زمانی و مالی، آزمون سناریوهای مختلف پیش از اجرا، هماهنگی میان ذی‌نفعان و افزایش شفافیت اطلاعات، زمینه کاهش هزینه‌ها، کوتاه‌شدن زمان اجرا، ارتقای کیفیت، افزایش پایداری محیطی و بهبود فرآیندهای تصمیم‌گیری را فراهم می‌آورد. از این منظر، دوقلوی دیجیتال می‌تواند به‌عنوان ابزاری راهبردی برای افزایش تحقق‌پذیری پروژه‌های شهری و کاهش فاصله میان برنامه‌ریزی و اجرا مورد توجه قرار گیرد.

از منظر برنامه‌ریزی شهری، اهمیت این فناوری در تغییر رویکرد از برنامه‌ریزی ایستا و مبتنی بر داده‌های گذشته به سمت برنامه‌ریزی پویا، پیش‌بین و مبتنی بر شواهد است. دوقلوی دیجیتال می‌تواند به برنامه‌ریزان شهری در ارزیابی عملکرد طرح‌ها، سنجش پیامدهای گزینه‌های مختلف توسعه، مدیریت هماهنگی میان سازمان‌ها، پایش تحقق اهداف طرح‌های شهری و تصمیم‌گیری آگاهانه‌تر کمک کند. در نتیجه، این فناوری می‌تواند به‌عنوان یکی از ابزارهای پشتیبان در فرآیند تهیه، اجرا و ارزیابی طرح‌های شهری، به‌ویژه در شرایط پیچیده و چندذی‌نفعی شهرهای معاصر، مورد استفاده قرار گیرد.

با وجود ظرفیت‌های گسترده، پیاده‌سازی دوقلوی دیجیتال شهری با محدودیت‌هایی نیز مواجه است. وابستگی به زیرساخت‌های دیجیتال پیشرفته، دشواری دسترسی به داده‌های دقیق و به‌روز، نبود استانداردهای یکپارچه برای تبادل داده‌ها، هزینه‌های اولیه توسعه و نگهداری، کمبود نیروی انسانی متخصص و چالش‌های مرتبط با امنیت، مالکیت و حریم خصوصی داده‌ها از مهم‌ترین موانع اجرایی این فناوری محسوب می‌شوند. همچنین، بخش قابل‌توجهی از مطالعات موجود بر تجربه شهرهای توسعه‌یافته متمرکز بوده و تعمیم نتایج آن‌ها به شهرهای در حال توسعه نیازمند توجه به تفاوت‌های نهادی، اقتصادی و فناورانه است.

از محدودیت‌های پژوهش حاضر نیز می‌توان به ماهیت مروری و کیفی مطالعه اشاره کرد. به‌گونه‌ای که یافته‌ها بر اساس تحلیل ادبیات علمی و تجارب موجود استخراج شده‌اند و نیازمند آزمون و اعتبارسنجی در پروژه‌های واقعی شهری هستند. علاوه بر این، به دلیل نوظهور بودن مفهوم دوقلوی دیجیتال شهری، چارچوب‌های استاندارد برای ارزیابی میزان موفقیت، هزینه-فایده و سطح آمادگی شهرها برای پذیرش این فناوری همچنان در حال توسعه است.

در مجموع، یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که دوقلوی دیجیتال شهری، با وجود تفاوت در سطوح پیچیدگی و الزامات اجرایی، می‌تواند به‌عنوان یکی از فناوری‌های کلیدی در مسیر هوشمندسازی مدیریت شهری و بهبود فرآیند اجرای پروژه‌ها عمل کند. با این حال، بهره‌گیری موثر از این فناوری نیازمند رویکردی جامع است که علاوه بر توسعه زیرساخت‌های فنی به ابعاد نهادی، مدیریتی و اجتماعی نیز توجه داشته باشد. از این‌رو، مطالعات آینده می‌توانند بر طراحی مدل‌های اجرایی متناسب با شرایط شهرهای مختلف، ارزیابی امکان‌سنجی اقتصادی، توسعه چارچوب‌های حکمرانی داده و بررسی سازوکارهای پذیرش این فناوری در میان مدیران، متخصصان و شهروندان متمرکز کنند.

پی‌نوشت

- 1- Digital Twin Smart City (DTSC)
- 2- Digital Twin (DT)
- 3- Chicago Area Transportation Study (CATS)
- 4- Key Performance Indicator (KPI)
- 5- Information and Communication Technologies (ICT)
- 6- CIRP Encyclopedia of Production Engineering
- 7- International Organization for Standardization (ISO)
- 8- International Electrotechnical Commission (IEC)
- 9- ISO/IEC 30173:2023
- 10- System of Systems
- 11- Passive
- 12- Predictive

- 13- Programmable
- 14- Autonomic
- 15- Digital Urban European Twins (DUET)
- 16- Data-as-a-Service
- 17- AI Trailblazers
- 18- ADAPT
- 19- IBM
- 20- ESRI
- 21- CityGML
- 22- Realimation
- 23- Building Information Modeling (BIM)
- 24- City Information Modeling (CIM)
- 25- G6
- 26- Extended Reality (XR)
- 27- Geographic Information System (GIS)
- 28- City Brain
- 29- Hangzhou Digital Twin Smart City (HCBI)
- 30- Hangzhou City Brain Innovation Hub (HCBIH)
- 31- Real-time
- 32- Passive Digital Twins
- 33- Predictive Digital Twins
- 34- Programmable Digital Twins
- 35- Autonomic Digital Twins

حامیان مالی: مقاله حامی مالی و معنوی نداشته است.

اعلام عدم تعارض منافع: نویسندگان اعلام می‌دارد که در انجام این پژوهش هیچ‌گونه تعارض منافی برای ایشان وجود نداشته است.

بیانیه شفافیت کاربست هوش مصنوعی: نویسندگان اعلام می‌کند که از ابزار هوش مصنوعی ChatGPT به صورت محدود برای اصلاح و بهبود نگارش متن و شناسایی منابع اولیه مرتبط با تجارب بین‌المللی بررسی شده استفاده شده است. استفاده از هوش مصنوعی صرفاً به این موارد محدود بوده و محتوای علمی اصلی مقاله بر اساس منابع و مطالعات علمی ذکر شده تدوین شده است. نویسندگان تمامی پیشنهادهای تولید شده توسط ابزار هوش مصنوعی را بررسی و صحت‌سنجی کرده و مسئولیت کامل محتوای علمی، تحلیل‌ها، نتایج و نسخه نهایی مقاله را بر عهده دارد.

منابع

- Abdelrahman, M., Macatulad, E., Lei, B., Quintana, M., Miller, C., & Biljecki, F. (2025). What is a Digital Twin anyway? Deriving the definition for the built environment from over 15,000 scientific publications. *Building and Environment*, 274, 112748. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2025.112748>.
- Albino, V., Berardi, U., & Dangelico, R. M. (2015). Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives. *Journal of Urban Technology*, 22(1), 3–21. <https://doi.org/10.1080/10630732.2014.942092>.
- Alvi, M., Dutta, H., Minerva, R., Crespi, N., Raza, S. M., & Herath, M. (2025). Global perspectives on digital twin smart cities: Innovations, challenges, and pathways to a sustainable urban future. *Sustainable Cities and Society*, 126, 106356. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2025.106356>.
- Ammouriova, M., Tsertsvadze, V., Juan, A. A., Fernandez, T., & Kapetas, L. (2024). On the Use of Machine Learning and Key Performance Indicators for Urban Planning and Design. *Applied Sciences*, 14(20), 9501. <https://doi.org/10.3390/app14209501>.
- Attaran, M., & Celik, B. G. (2023). Digital Twin: Benefits, use cases, challenges, and opportunities. *Decision Analytics Journal*, 6, 100165. <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2023.100165>.



- Azadi, S., Kasraian, D., Nourian, P., & Wesemael, P. (2025). What Have Urban Digital Twins Contributed to Urban Planning and Decision Making? From a Systematic Literature Review Toward a Socio-Technical Research and Development Agenda. *Smart Cities*. <https://doi.org/10.3390/smartcities8010032>.
- Bai, O., Shi, Y., & Wu, F. (2025). Pioneering the Post-Smart Cities Paradigm in Urban Innovation Ecosystems Governance: A Case Study of Hangzhou City-Brain Initiative. *Urban Policy and Research*. <https://doi.org/10.1080/08111146.2025.2456258>.
- Batty, M. (2018). *Inventing Future Cities*. MIT Press.
- Berntzen, L., Johannessen, M., & Florea, A. (2016). Sensors and the Smart City. *The Fifth International Conference on Smart Cities, Systems, Devices and Technologies*.
- Boje, C., Guerriero, A., Kubicki, S., & Rezgui, Y. (2020). Towards a semantic Construction Digital Twin: Directions for future research. *Automation in Construction*, 114, 103179. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103179>.
- Bolton, R., McColl-Kennedy, J. R., Cheung, L., Gallan, A., Orsingher, C., Witell, L., & Zaki, M. (2018). Customer experience challenges: Bringing together digital, physical and social realms. *Journal of Service Management*, 29(5), 776–808. <https://doi.org/10.1108/JOSM-04-2018-0113>.
- Bosch-Sijtsema, P., Claeson-Jonsson, C., Johansson, M., & Roupe, M. (2021). The hype factor of digital technologies in AEC. *Construction Innovation*, 21(3), 899–916. <https://doi.org/10.1108/CI-01-2021-0012>.
- Bringas, E. (2024). Leveraging Digital Twins towards an Occupancy-centric built environment: A review. *European Conference on Computing in Construction*.
- Bryde, D., Broquetas, M., & Volm, J. M. (2013). The project benefits of Building Information Modelling (BIM). *International Journal of Project Management*, 31(7), 971–980. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.12.001>.
- Castelli, G., Cesta, A., Diez, M., Padula, M., Ravazzani, P., Rinaldi, G., ... Campana, E. F. (2019). Urban Intelligence: A modular, fully integrated, and evolving model for cities digital twinning. *IEEE*. <https://doi.org/10.1109/HONET.2019.8907962>.
- Christmann, G., & Schinagl, M. (2023). Digitalisation in everyday urban planning activities: Consequences for embodied practices, spatial knowledge, planning processes, and workplaces. *Journal of Urban Management*, 12(2), 141–150. <https://doi.org/10.1016/j.jum.2023.02.003>.
- Dang, X., Liu, W., Hong, Q., Wang, Y., & Chen, X. (2023). Digital twin applications on cultural world heritage sites in China: A state-of-the-art overview. *Journal of Cultural Heritage*, 62, 228–243. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2023.06.003>.
- data.europa.eu. (2025). *Smart cities and digital twin technology: The case of Dublin*. <https://data.europa.eu/sites/default/files/course/Webinar%20smart%20city%20Dublin%20-%20Slides.pdf>.
- Deng, T., Zhang, K., & Shen, Z. (2021). A systematic review of a digital twin city: A new pattern of urban governance toward smart cities. *Journal of Management Science and Engineering*, 6(2), 125–134. <https://doi.org/10.1016/j.jmse.2021.03.003>.
- Diaz-Sarachaga, J. M. (2025). Developing an assessment governance framework for urban digital twins: Insights from smart cities. *Cities*. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2024.105558>.
- European Commission. (2023). *Digital Urban European Twins for smarter decision making*.
- Ferré-Bigorra, J., Casals, M., & Gangolells, M. (2022). The adoption of urban digital twins. *Cities*, 131, 103905. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2022.103905>.
- Fuller, A., Fan, Z., Day, C., & Barlow, C. (2020). Digital Twin: Enabling Technologies, Challenges and Open Research. *IEEE Access*, 8, 108952–108971. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2998358>.
- Garg, S., & Sharma, R. (2023). Smart infrastructure: Role of information technology in Smart Cities. *Sustainable Technology for Society 5.0*.
- Grieves, M. (2015). Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication.
- Grieves, M., & Vickers, J. (2016). Digital twin: Mitigating unpredictable, undesirable emergent behavior in complex systems. In F.-J. Kahlen, S. Flumerfelt, & A. Alves (Eds.), *Transdisciplinary perspectives on complex systems* (pp. 85–113). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-38756-7_4.
- Hämäläinen, M. (2021). Urban development with dynamic digital twins in Helsinki city. *IET Smart Cities*, 3(4), 201–210. <https://doi.org/10.1049/smc2.12021>.

- Han, Y., Cai, J., Ma, E., Du, S., & Lin, J. (2023). Understanding Smart City Practice in Urban China: A Governance Perspective. *Sustainability*, 15(7), 5986. <https://doi.org/10.3390/su15075986>.
- Haque, A., Bhushan, B., & Dhiman, G. (2022). Conceptualizing smart city applications: Requirements, architecture, security issues, and emerging trends. *Expert Systems*, 39(7), e12953. <https://doi.org/10.1111/exsy.12953>.
- Hongyan, W., & Zhen, L. (2022, April 2). Xiong'an New Area a mirror of future China. *People's Daily Online*. <https://en.people.cn/n3/2022/0402/c90000-10079267.html>.
- Hu, L. (2023). Research on the application of digital twin in smart cities. *Advances in Economics, Management and Political Sciences*, 14, 14–20. <https://doi.org/10.54254/2754-1169/14/20230206>.
- Jeddoub, I., Nys, G.-A., Hajji, R., & Billen, R. (2023). Digital Twins for cities: Analyzing the gap between concepts and current implementations with a specific focus on data integration. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 122, 103394. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2023.103394>.
- Julien, N., & Martin, E. (2021). How to characterize a Digital Twin: A usage-driven classification. *IFAC-PapersOnLine*, 54(1), 894–899. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2021.08.104>.
- Ketzler, B., Naserentin, V., Latino, F., Zangelidis, C., Thuvander, L., & Logg, A. (2020). Digital Twins for Cities: A State of the Art Review, *Built Environment*. <https://www.jstor.org/stable/45299343>.
- Kitchin, R. (2014). The real-time city? Big data and smart urbanism. *GeoJournal*, 79, 1–14. <https://doi.org/10.1007/s10708-013-9516-8>.
- Kiviaho, A., & Einolander, J. (2023). Digital transformation, well-being and shrinking communities: Narrowing the divides between urban and rural. *Heliyon*, 9(11), e21700. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e21700>.
- Kozlowski, W., & Suwar, K. (2021). Smart City: Definitions, Dimensions, and Initiatives. *European Research Studies Journal*, 24(Special Issue 3), 509–520. <https://doi.org/10.35808/ersj/2442>.
- Law, K., & Lynch, J. (2019). Smart City: Technologies and Challenges. *IEEE International Conference Proceedings*, 46–51. <https://doi.org/10.1109/MITP.2019.2935405>.
- Liu, C., & Tian, Y. (2023). Recognition of digital twin city from the perspective of complex system theory: Lessons from Chinese practice. *Journal of Urban Management*, 12(2), 182–192. <https://doi.org/10.1016/j.jum.2023.03.002>.
- Love, P. E. D., Matthews, J., Simpson, I., Hill, A., & Olatunji, O. A. (2014). A benefits realization management building information modelling framework for asset owners. *Automation in Construction*, 37, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.09.007>.
- Luo, J., Liu, P., Xu, W., Zhao, T., & Biljecki, F. (2025). A perception-powered urban digital twin to support human-centered urban planning and sustainable city development. *Cities*, 157, 105620. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2025.105620>.
- Maynooth University. (2025, August 15). Maynooth University Social Sciences Institute: Smart Dublin Adapt Digital Twin. <https://www.maynoothuniversity.ie/social-sciences-institute/research/smart-dublinadapt-digital-twin>.
- Mohammadi, N., & Taylor, J. (2017). Smart City Digital Twins. *IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI)*. <https://doi.org/10.1109/SSCI.2017.8285439>.
- NAIS. (2023). *AI for the Public Good For Singapore and the World*. Singapore: NAIS (Singapore National AI Strategy). https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/business-insights/market-and-industry-reports/singapores-national-ai-strategy-ai-for-the-public-good-for-singapore-and-the-world/nais2023.pdf?utm_source=chatgpt.com.
- Neugebauer, J., Heilig, L., & Voß, S. (2024). Digital Twins in the Context of Seaports and Terminal Facilities. *Flexible Services and Manufacturing Journal*, 36, 821–917. <https://doi.org/10.1007/s10696-023-09515-9>.
- Patrick, B. (2018, April 23). Meet Boston's Digital Twin. *Esri*. <https://www.esri.com/about/newsroom/blog/3d-gis-boston-digital-twin>.
- Peldon, D., Banihashemi, S., LeNguyen, K., & Derrible, S. (2024). Navigating urban complexity: The transformative role of digital twins in smart city development. *Sustainable Cities and Society*. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.105558>.



- Ruohomäki, T., Airaksinen, E., Huuska, P., Kesäniemi, O., Martikka, M., & Suomisto, J. (2018). Smart City Platform Enabling Digital Twin. International Conference on Intelligent Systems. *IEEE*. <https://doi.org/10.1109/IS.2018.8710517>.
- Sacks, R., Girolami, M., & Brilakis, I. (2020). Building Information Modelling, Artificial Intelligence and Construction Tech. *Developments in the Built Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2020.100011>.
- Schrotter, G., & Hürzeler, C. (2020). The Digital Twin of the City of Zurich for Urban Planning. *PFG – Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation Science*, 88, 99–112. <https://doi.org/10.1007/s41064-020-00092-2>.
- Schuurman, D., Baccarne, B., De Marez, L., & Mechant, P. (2012). Smart Ideas for Smart Cities: Investigating Crowdsourcing for Generating and Selecting Ideas for ICT Innovation in a City Context. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*. <https://doi.org/10.4067/S0718-18762012000300006>.
- Shafto, M., Conroy, M., Doyle, R., Glaessgen, E., Kemp, C., LeMoigne, J., & Wang, L. (2010). Modeling, Simulation, Information Technology and Processing Roadmap. *National Aeronautics and Space Administration*, NASA. https://www.researchgate.net/publication/280310295_Modeling_Simulation_Information_Technology_and_Processing_Roadmap.
- Shahat, E., Hyun, C., & Yeom, C. (2021). City Digital Twin Potentials: A Review and Research Agenda. *Sustainability*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/su13063381>.
- Sharma, A., Kosasih, E., Zhang, J., Brintrup, A., & Calinescu, A. (2020). Digital Twins: State of the Art Theory and Practice, Challenges, and Open Research Questions. *arXiv*.
- SmartNation. (2024). SmartNation: A Thriving Digital Future for All. *Ministry of Digital Development and Information*.
- Smits, P. (2019). Rotterdam and IBM Building the Port of the Future. *Rotterdam: Port of Rotterdam Authority*.
- Tan, S., & Taihagh, A. (2020). Smart City Governance in Developing Countries: A Systematic Literature Review. *Sustainability*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/su12030899>.
- Testolina, P., Polese, M., Johari, P., & Melodia, T. (2024). BostonTwin: the Boston Digital Twin for Ray-Tracing in 6G Networks. *arXiv*.
- Towards Sustainable and Smart Cities: Replicable and KPI-Driven Evaluation Framework. (2022). *Buildings*. <https://doi.org/10.3390/buildings12070948>.
- Trencher, G. (2019). Towards the smart city 2.0: Empirical evidence of using smartness as a tool for tackling social challenges. *Technological Forecasting and Social Change*, 142, 117–128. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.07.033>.
- Wan, L., Nochta, T., Tang, J., & Schooling, J. (2023). *Digital Twins for Smart Cities: Conceptualisation, challenges and practices*. ICE Publishing.
- Wang, H., Chen, X., Jia, F., & Cheng, X. (2023). Digital twin-supported smart city: Status, challenges and future research directions. *Expert Systems with Applications*. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.121962>.
- White, G., Zink, A., Codecá, L., & Clarke, S. (2021). A digital twin smart city for citizen feedback. *Cities*, 110. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.103064>.
- Yang, S., & Kim, H. (2021). Urban digital twin applications as a virtual platform of smart city. *International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development*, 12(4), 363–379. <https://doi.org/10.22712/susb.20210031>.
- Yeo, S. (2023). Negotiating digital urban futures: The limits and possibilities of future-making in Singapore. *Transactions of the Institute of British Geographers*. <https://doi.org/10.1111/tran.12616>.



eISSN:2980-9673

The Art of Green Management

Homepage: <https://agm.journal.art.ac.ir/>

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Analysis Globalization and Spatial Justice through Cultural Experience Accessibility, Emphasis on London and New York Experiences

Mohsen Motaharian ^{(1)*} , Maryam Mohammadi ⁽²⁾ 

1. PhD Student in Urban Planning, Department of Urban Planning, Faculty of Architecture and Urban Planning, Iran University of Art, Tehran, Iran. (<https://orcid.org/0009-0001-3399-8466>)

2. Associate Professor, Department of Urban Design, Faculty of Architecture and Urban Planning, Iran University of Art, Tehran, Iran. (<https://orcid.org/0000-0002-0727-6363>)

Publisher: Iran University of Art

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received:18/01/2025 Revised:18/02/2025 Accepted:02/03/2025 PP. 131-156 Keywords: <i>Social Justice, Spatial Justice, Globalization, Cultural Experience, London Global City, New York Global City.</i>	Introduction: Globalization, through the expansion of economic, social, and cultural flows, has transformed the structure and function of contemporary cities, particularly global cities. However, the benefits and opportunities generated by globalization are not distributed equally among social groups and urban spaces, leading to the emergence of spatial inequalities. In this context, equitable access to spaces, amenities, and cultural experiences—as a crucial dimension of urban life—demands serious attention to spatial justice. Therefore, examining the relationship between globalization, spatial justice, and access to cultural experience can contribute to a better understanding of the prerequisites for realizing more just and inclusive global cities. The Purpose of the Research: The objective of this study is to investigate spatial justice in access to cultural experience within global cities in the context of globalization. To this end, drawing upon Fainstein's "Just City" theory and its three core dimensions—equity, democracy, and diversity—the indicators associated with spatial justice in access to cultural experience are examined. Adopting a comparative approach, this research analyzes the global cities of London and New York, seeking to identify and prioritize relevant indicators while elucidating the similarities and differences between the two cities from the perspective of spatial justice in access to cultural experience. Methodology: In terms of approach, this study employs a mixed-methods (quantitative–qualitative) design, and in terms of nature, it is analytical and applied. In the qualitative phase, necessary data were collected through documentary and library research, from which components related to globalization, spatial justice, and access to cultural experience were extracted. In the quantitative phase, indicators associated with the three dimensions of equity, democracy, and diversity were evaluated; factor analysis and Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) were utilized for their analysis and prioritization. Finally, the results were applied to perform a comparative analysis of the global cities of London and New York. Findings and Discussion: The research findings indicate that in both London and New York, equity, diversity, and democracy—as the three core dimensions of the Just City—are significant in evaluating spatial justice in access to cultural experience; however, the relative importance of individual indicators differs between the two cities. In London, indicators related to low-income housing provision, affordable housing stock, and preventing unnecessary household displacement exhibited greater importance. Conversely, in New York, affordable housing stock, low-income housing provision, and consideration for workers' and employees' interests ranked higher. The results demonstrate that equity in resource distribution, support for underprivileged groups, and attention to diverse social groups play a vital role in realizing a Just City. Conclusion: The final results of the study indicate that achieving spatial justice in access to cultural experience within global cities requires concurrent attention to equity, democracy, and



Use your device to scan and
read the article online

ARTICLE INFO	ABSTRACT
	diversity. A comparison between London and New York demonstrates that although both cities possess extensive cultural capacities, their social, economic, historical, and spatial disparities account for differing priorities among spatial justice indicators. Accordingly, enhancing equitable access to cultural experience necessitates a fairer distribution of resources and opportunities, support for underprivileged groups, recognition of social and cultural diversity, and the creation of suitable conditions for various groups to benefit from cultural amenities and spaces. Funding: There is no funding support. Authors' Contribution: Authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work Conflict of Interest: Authors declared no conflict of interest. AI Usage Declaration The authors declare that ChatGPT was used for language polishing and improving readability. All scientific content, analyses, results, and ultimate responsibility for the manuscript rest with the authors. Acknowledgments: We are grateful to all the persons for scientific consulting in this paper.

Highlight

- The findings of this research show that spatial justice in urban planning should also encompass equitable access to cultural experiences, rather than being limited to the distribution of urban services and facilities.
- The application of Fainstein's three dimensions of equity, democracy, and diversity provides a framework for operationalizing the concept of the just city and evaluating it.
- The comparison of London and New York also shows that the social, economic, and cultural characteristics of each city influence the realization of spatial justice and the priority of its indicators.

 This paper is an open access and licensed under the Creative Commons CC BY-NC 4.0 license ©2024, AGM. All rights reserved.	Cite This Article: Motaharian, M. & Mohamadi, M. (2025). Analysis Globalization and Spatial Justice through Cultural Experience Accessibility, Emphasis on London and New York Experiences. <i>Art of Green Management</i>, 2(4), 131-156. 10.30480/agm.2026.6501.1067  http://doi.org/10.30480/agm.2026.6501.1067  https://agm.journal.art.ac.ir/article_1537.html	
--	--	---

*. Corresponding Author (Email: mohsen.motaharian@yahoo.com) / (Phone: +989037625578)



واکاوی جهانی‌شدن و عدالت فضایی در دسترسی به تجربه فرهنگی، با تأکید بر تجارب لندن و نیویورک

محسن مطهریان^(۱)، مریم محمدی^(۲)

۱- دانشجوی دکتری شهرسازی، شهرسازی و معماری، هنر ایران، تهران، ایران. (<https://orcid.org/0009-0001-3399-8466>)

۲- دانشیار گروه طراحی شهری، شهرسازی و معماری، هنر ایران، تهران، ایران. (<https://orcid.org/0000-0002-0727-6363>)

ناشر: دانشگاه هنر ایران

اطلاعات مقاله	چکیده
دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۲۹ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۱/۳۰ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۱۲ صص: ۱۳۱-۱۵۶	مقدمه: جهانی‌شدن ساختار و عملکرد شهرهای معاصر را دستخوش تغییر کرده، اما منافع و فرصت‌های آن به‌طور برابر میان گروه‌های اجتماعی و فضاهای شهری توزیع نمی‌شود و می‌تواند به نابرابری فضایی بینجامد. از این‌رو، بررسی ارتباط جهانی‌شدن، عدالت فضایی و دسترسی به تجربه فرهنگی، برای شناخت الزامات تحقق شهرهای جهانی عادلانه و فراگیری اهمیت دارد.
واژگان کلیدی: عدالت اجتماعی، عدالت فضایی، جهانی‌شدن، تجربه فرهنگی، شهر جهانی لندن، شهر جهانی نیویورک.	هدف پژوهش: هدف پژوهش، بررسی عدالت فضایی در دسترسی به تجربه فرهنگی در شهرهای جهانی در بستر جهانی‌شدن است. با بهره‌گیری از نظریه «شهر عدالت‌محور» فاینشتاین و سه بعد عدالت‌خواهی، مردم‌سالاری و تنوع، شاخص‌های عدالت فضایی در دسترسی فرهنگی بررسی و در چارچوبی تطبیقی، شهرهای لندن و نیویورک از نظر تفاوت‌ها و شباهت‌های این شاخص‌ها مقایسه شده‌اند.
	روش‌شناسی: این پژوهش از نظر رویکرد، آمیخته (کمی-کیفی) و از نظر ماهیت، تحلیلی و کاربردی است. در بخش کیفی، مؤلفه‌های مرتبط با جهانی‌شدن، عدالت فضایی و دسترسی به تجربه فرهنگی از مطالعات اسنادی استخراج شدند. در بخش کمی، شاخص‌های سه بعد عدالت‌خواهی، مردم‌سالاری و تنوع با استفاده از تحلیل عاملی و مدل معادلات ساختاری، ارزیابی و اولویت‌بندی شده و نتایج برای مقایسه تطبیقی لندن و نیویورک به کار گرفته شدند.
	یافته‌ها و بحث: یافته‌ها نشان می‌دهد که در هر دو شهر لندن و نیویورک، عدالت‌خواهی، تنوع و مردم‌سالاری در ارزیابی عدالت فضایی و دسترسی به تجربه فرهنگی اهمیت دارند، اما اولویت شاخص‌ها متفاوت است. در لندن، تأمین مسکن کم‌درآمدها، مسکن ارزان‌قیمت و جلوگیری از جابه‌جایی اجباری اهمیت بیشتری داشت؛ در نیویورک نیز مسکن ارزان‌قیمت، تأمین مسکن کم‌درآمدها و توجه به منافع شاغلان در اولویت بودند. در مجموع، توزیع عادلانه منابع و حمایت از گروه‌های کم‌برخوردار، مؤلفه‌های کلیدی شهر عدالت‌محور هستند.
	نتیجه‌گیری: نتایج نشان می‌دهد تحقق عدالت فضایی در دسترسی به تجربه فرهنگی در شهرهای جهانی، مستلزم توجه هم‌زمان به عدالت‌خواهی، مردم‌سالاری و تنوع است. تفاوت‌های اجتماعی، اقتصادی، تاریخی و فضایی لندن و نیویورک نیز بر اولویت شاخص‌ها اثرگذار بوده‌اند. از این‌رو، تحقق عدالت فرهنگی نیازمند توزیع عادلانه‌تر منابع و فرصت‌ها، حمایت از گروه‌های کم‌برخوردار و توجه به تنوع اجتماعی و فرهنگی است.
	نکات برجسته: - یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که عدالت فضایی در شهرسازی باید دسترسی عادلانه به تجربه‌های فرهنگی را نیز دربرگیرد، نه صرفاً توزیع خدمات و امکانات شهری. - به‌کارگیری سه بُعد عدالت‌خواهی، مردم‌سالاری و تنوع، چارچوبی برای عملیاتی کردن مفهوم شهر عدالت‌محور و ارزیابی آن فراهم می‌کند. - مقایسه لندن و نیویورک نیز نشان می‌دهد که ویژگی‌های اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی هر شهر در نحوه تحقق عدالت فضایی و اولویت شاخص‌های آن مؤثر است.

ارجاع به این مقاله: مطهریان، محسن و محمدی، مریم . (۱۴۰۳). واکاوی جهانی‌شدن و عدالت فضایی در دسترسی به تجربه فرهنگی، با تأکید بر تجارب لندن و نیویورک. هنر مدیریت سبز، ۲(۴)، ۱۵۶-۱۳۱. [10.30480/agm.2026.6501.1067](https://doi.org/10.30480/agm.2026.6501.1067)



<http://doi.org/10.30480/agm.2026.6501.1067>



https://agm.journal.art.ac.ir/article_1537.html



این مقاله به صورت دسترسی باز و با مجوز
قابل استفاده است.
Creative Commons CC BY-NC 4.0

©2024, UST. All rights reserved.

*. نویسنده مسئول (رایانامه: mohsen.motaharian@yahoo.com) / (تلفن: +۹۸۹۰۳۶۲۵۵۷۸)

در دهه‌های اخیر، جهانی‌شدن یکی از چالش‌برانگیزترین موضوعات در محافل مختلف دولتی، دانشگاهی و خصوصی بوده است. اهمیت این موضوع برآمده از تأثیر فرایند جهانی‌شدن بر سیاست‌های اقتصادی، الگوهای مدیریتی، فقر و ثروت، روندها و الگوهای توسعه ملی و محلی، فرهنگ‌ها و باورهای مختلف محلی، روابط میان مردم و مقیاس جهانی تعاملات و عملکردها ناشی می‌شود. برخی محققین در تبیین این پدیده بر تغییرات در اقتصاد جهانی نظیر ازم‌پاشیدگی سیاست پولی، افزایش اهمیت شرکت‌های فراملی، مقررات‌زدایی از سرمایه‌های پولی، آزادسازی جریان تجارت و سرمایه‌گذاری، توسعه وسیع سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، توسعه شدید فناوری‌های ارتباطات و اطلاعات و کاهش هزینه و زمان در حمل‌ونقل و ارتباطات راه دور تمرکز می‌کنند (Fainstein, 2009, 165). برخی دیگر، «جهانی‌شدن را با انواعی از تهدیدات و تغییرات در اشکال تثبیت شده قدرت دولت‌های ملی مرتبط می‌دانند. گروهی نیز بر ظهور اشکال جدید هویت جمعی، جابه‌جایی و تفرق سیاسی توجه دارند که اغلب با واسطه فناوری‌های جدید اطلاعاتی، مبانی ملیت را به‌عنوان الگوواره روابط اجتماعی روزمره، بر هم زده‌اند» (Brenner, 2024, 31). در این مقاله، پس از مروری بر مطالعات و پژوهش‌های مرتبط که بیانگر سیر تکاملی موضوع است، مبانی نظری و دیدگاه‌های اندیشمندان گوناگون مورد بررسی قرار گرفته و بر پایه آنها و نیز روابط متقابل کلیدواژه‌های پژوهش، سؤال اصلی پژوهش به ترتیب زیر تدوین و ارائه شده است:

فاکتورهای تحقق جهانی‌شدن در رابطه با عدالت فضایی در دسترسی به تجربه فرهنگی چیست؟

بر اساس تعاریف یادشده و اذعان به تنوع فراوان در نگاه‌ها به مفهوم جهانی‌شدن، توجه به خصوصیات مشترک این تعاریف نشان می‌دهد که به‌طور کلی جهانی‌شدن با چهار تحول مهم زیر همراه است:

- افزایش به‌هم‌پیوستگی و ارتباطات فردی و اجتماعی در گستره جهانی؛
- گسترش فراملی عرصه فعالیت‌های اقتصادی؛
- افزایش اهمیت اطلاعات در اقتصاد جهانی و کاهش اهمیت مرزها و کنترل‌های ملی؛
- ارتقای مقیاس تأثیرات فعالیت‌ها و عملکردهای اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی در سطح جهانی.

هریک از جوامع انسانی، متناسب با شرایط و مقتضیات اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و سیاسی خود، تأثیراتی از این تغییرات اجتماعی جدید می‌پذیرند و شدت و ضعف، و مثبت و منفی بودن پیامدهای جهانی‌شدن برای این جوامع مختلف، بستگی به شرایط یادشده دارد. شهرها بر اساس اهمیت تاریخی خود به‌عنوان واحدهای اقتصادی - اجتماعی، در کانون توجه فرایندها و آثار جهانی‌شدن قرار دارند و بازتاباننده بیشترین تأثیرات امواج جهانی‌شدن و دربردارنده بیشترین و آشکارترین نشانه‌های جهانی‌شدن هستند. این سکونتگاه‌ها، همانند گذشته، مهم‌ترین نقش را در فضای جریانات جهانی معاصر ایفا می‌کنند. شهرهای جهانی در عمل فاقد معیارهای عدالت بوده و باید بدان پرداخته شود.

در عصر جهانی‌شدن اصلی‌ترین عامل بحران‌های جوامع انسانی، ریشه در بی‌عدالتی‌های اجتماعی و فقدان عدالت دارد (حبیبی، علیزاده و مرادی مسیحی، ۱۳۹۰، ۱۰۴). عدالت، ناموس اصلی جهان است، در همه نظام هستی، اصل عدالت و انتظام و تناسب به کاررفته است. جهان به عدل و تناسب برپا است (ویل دورانت، ۱۹۶۸ به نقل از مطهری، ۱۳۸۷، ۲۸). در این میان عدالت فضایی از مباحثی است که در سال‌های اخیر در میان برنامه ریزان و جغرافی دانان اهمیت ویژه‌ای یافته است (داداش‌پور و رستمی، ۱۳۹۰، ۱۷۱). درحالی‌که در جهان سرمایه‌داری باوجود اعتقاد به مزیت سود و منافع شخصی و اعتقاد به انتخاب اصلح و قانون داروینسیسم اجتماعی به‌به ناچار برای حفظ بقای خود به عدالت اجتماعی و راهکارهای آن رو آورده است لیکن ما مسلمانان باوجود تأکیدات مکتب بزرگ اسلام، این امر مهم را مورد غفلت قرار داده‌ایم از آنجاکه مشکلات کلان‌شهرها و شهرها به‌ویژه در جهان سوم انعکاس فقر، بدبختی و بی‌عدالتی و روستاها است (مرصوصی، ۱۳۸۲، ۱۱-۱۰). مفهوم عدالت یکی از مهم‌ترین و مناقشه‌ترین اصولی است که بر هر فعالیت اجتماعی از جمله شهرسازی تأثیر گذاشته و مباحثات پردامنه‌ای را موجب شده است. از آنجاکه شهرسازی نیز نوعی فعالیت اجتماعی برای شکل دادن به فضای زندگی به شمار می‌آید منظورکردن اصل عدالت در شهرسازی از تأکیدات آموزه‌های اسلامی است (روستایی، ترکمن نیا و حسینی، ۱۳۹۳، ۱۱۶).

نوآوری این پژوهش در تمرکز هم‌زمان بر سه مفهوم جهانی‌شدن، عدالت فضایی و دسترسی به تجربه فرهنگی و تلاش برای تبیین ارتباط میان آنها در مقیاس شهر جهانی است. در این راستا، پژوهش حاضر با بهره‌گیری از ابعاد سه‌گانه شهر عدالت‌محور شامل عدالتخواهی، مردم‌سالاری و تنوع، چارچوبی تحلیلی برای ارزیابی میزان انطباق تجارب فرهنگی با الزامات عدالت فضایی



ارائه می‌کند. همچنین، مقایسه تطبیقی لندن و نیویورک، به‌عنوان دو شهر جهانی، امکان شناسایی تفاوت‌ها و شباهت‌های الگوی عدالت فضایی در دسترسی به تجربه فرهنگی را فراهم می‌سازد. از این منظر، پژوهش حاضر می‌کوشد مفهوم عدالت فضایی را از سطح بحث نظری فراتر برده و آن را در ارتباط با تجربه فرهنگی و سازوکارهای فضایی دو شهر جهانی مورد ارزیابی قرار دهد.

۲- مبانی نظری

در این بخش، مبانی مفهومی و نظری مرتبط با موضوع پژوهش بررسی می‌شود. ابتدا مفهوم جهانی‌شدن و فرایند شکل‌گیری و تحول شهرهای جهانی مورد توجه قرار می‌گیرد و سپس مفهوم عدالت فضایی و دیدگاه‌های مرتبط با توزیع عادلانه منابع و امکانات شهری تبیین می‌شود. در ادامه، نظریه «شهر عدالت‌محور» فاینشتاین و سه بعد اصلی آن شامل عدالت‌خواهی، مردم‌سالاری و تنوع به‌عنوان چارچوب اصلی تحلیل پژوهش معرفی می‌شود و در نهایت، ارتباط این مفاهیم با عدالت‌محوری در دسترسی به تجربه فرهنگی مورد بررسی قرار می‌گیرد تا مبنای نظری لازم برای استخراج شاخص‌ها و انجام تحلیل‌های بعدی فراهم شود.

۲-۱- جهانی‌شدن

محققان از منظرهای گوناگونی درباره جهانی‌شدن بحث می‌کنند که موجب تنوع تعاریف و توصیفات درباره این پدیده می‌شود. از نظر «آنتونی گیدنز» جهانی‌شدن موجب پیوند مکان‌های دور از هم و تأثیرگذاری حوادث و رویدادهای سراسر جهان بر یکدیگر می‌شود (Maurer & Perry, 2023, 334). رونالد رابرتسون نیز جهانی‌شدن را درهم‌فشرده شدن جهان و تراکم آگاهی‌ها نسبت به جهان به‌عنوان یک کل تعریف می‌کند (Acuto, 2024, 35). از نظر مالکوم واترز نیز جهانی‌شدن، فرایندی اجتماعی است که در آن قید و بندهای جغرافیایی که بر روابط اجتماعی و فرهنگی سایه افکنده است، از بین می‌رود و مردم به طور فزاینده‌ای از کاهش این قیدوبندها آگاه می‌شوند (Keil, 2021, 195). صندوق بین‌المللی پول نیز جهانی‌شدن را با مشخصاتی نظیر ادغام وسیع‌تر اقتصادهای جهان و رشد وابستگی اقتصادی متقابل کشورها در سراسر جهان از طریق افزایش حجم و تنوع مبادلات کالا و خدمات و جریان سرمایه در ماورای مرزها و همچنین از طریق پخش گسترده‌تر فناوری تعریف می‌کند (Perry & Maurer, 2023, 250).

بررسی روابط بین جهانی‌شدن و شهرها به دهه ۱۹۷۰ باز می‌گردد که مصادف با دوران شکوفایی اقتصاد جهانی و گسترش فزاینده جهانی‌شدن در ابعاد اقتصادی، فرهنگی و سیاسی است. پیش‌ازاین «پاتریک گدس» در سال ۱۹۱۵ در کتاب خود با عنوان «تکامل شهرها»، در مبحثی با همین عنوان به بررسی وضعیت برخی شهرهای مهم اروپا پرداخت. اگرچه وی این شهرها را مکان انجام بخش بسیار مهمی از فعالیت‌های اقتصادی برتر جهانی توصیف کرد، ولی این مفهوم با آنچه اخیراً مطرح می‌شود، کمتر تناسب دارد (Hall, 1966, 23). پس از او «پیتر هال» در سال ۱۹۶۶ با الهام از مطالعه گدس، شش شهر لندن، پاریس، رامستد، راین - روهر، مسکو، نیویورک و توکیو را به‌عنوان شهرهای جهانی معرفی و بررسی کرد. وی بر اهمیت نقش‌های اقتصادی در شهرهای جهانی، تأکید داشت (Beaverstock, Smith & Taylor, 2024, 446).

با آغاز دهه ۱۹۷۰ و شدت گرفتن فرایند جهانی‌شدن و تأثیرات گسترده آن بر شهرها، خصوصیات شهرها نیز متحول شد. به اعتقاد هال (۱۹۸۴) «مفهوم شهر جهانی در دهه ۱۹۸۰ متفاوت از قبل است و در مفهوم جدید، شهرهای جهانی نه تنها به‌عنوان شهرهای برتر سرمایه‌ای محسوب می‌شوند، بلکه شهرهایی هستند که به طور روزافزونی توسط شرکت‌های فراملی با عملکرد فراتر از چارچوب دولت - ملت، کنترل می‌شوند» (Fiévé & Waley, 2023, 249). اگرچه از این زمان به بعد نظریات مطرح شده درباره شهر جهانی، اشتراکات زیادی دارند، ولی اجماعی با یکدیگر ندارند. در دهه ۱۹۸۰، مطالعات بر دسته‌بندی شهرها از نظر جهانی بودن تمرکز یافت که کار «کوهن» آغازگر این مطالعات است. کوهن (۱۹۸۱) بر اساس میزان غلبه مراکز مالی و شرکت‌ها، شهرهای جهانی را در دو سطح درجه یک و دو دسته‌بندی کرد. در این دهه، رتبه‌بندی دیگری از شهرهای جهانی نیز توسط هوارد رید (۱۹۸۱) و بر مبنای اهمیت مراکز مالی بین‌المللی در شهرهای جهانی انجام شد. رید، شهرها را در سه سطح؛ مراکز مالی فراملی عالی نظیر لندن، مراکز مالی فراملی درجه یک نظیر نیویورک و توکیو و مراکز مالی فراملی درجه دو نظیر آمستردام و مراکز مالی بین‌المللی (۲۹ شهر) و مراکز مالی بین‌المللی میزبان شامل ۳۹ شهر دسته‌بندی کرد. پس از آن، فریدمن (۱۹۸۶) در یک سطح‌بندی سلسله‌مراتبی مناقشه‌برانگیز و با اهمیت‌دادن به مراکز کنترل سرمایه در تقسیم کار (فضایی) جدید جهانی، شهرهای جهانی را در دو سطح مرکزی و پیرامونی دسته‌بندی کرد (Beaverstock Smith, & Taylor, 2024, 446-447).



در دهه ۱۹۹۰ برخلاف تمرکز بر فضای جدید تقسیم کار جهانی که پیش از آن مهم بود، ساسکیا ساسن (۱۹۹۱) با تأکید بر همکاری بین‌المللی شهرها و تمرکز خدمات تولیدکننده (پشتیبان تولید) و اهمیت فراوان آن در شهرهای جهانی، رویکرد جدیدی در مطالعه شهرهای جهانی مطرح کرد. ساسن با بررسی تأثیرات جهانی شدن بر شهرهای نیویورک، لندن و توکیو، آن‌ها را به دلیل تمرکز بالای مراکز فرماندهی در سازمان اقتصاد جهانی، تمرکز شرکت‌های سرمایه‌ای و خدمات تخصصی، مکان‌های تولید نوآوری و بازارهای محصولات و نوآوری‌های تولیدشده در شهرهای جهانی، به‌عنوان شهرهای جهانی برتر معرفی کرد. از نظر ساسن ظهور شهرهای جهانی، نتیجه جهانی‌شدن فعالیت اقتصادی و ساختار سازمانی خدمات تولیدکننده و صنعت مالی مرتبط با آن است (Sassen, 1991, 447). از این زمان به بعد، دو رویکرد نسبتاً متفاوت در مطالعات شهرهای جهانی با محوریت نظرات فریدمن و ساسن شکل گرفت که تمایزات آن‌ها رو به شفافیت بیشتر دارد.

۲-۲- عدالت فضایی

دیوید هاروی عدالت اجتماعی و فضایی در شهرها را تخصیص عادلانه‌ی منابع و امکانات شهری می‌داند که بتواند به‌گونه‌ای هدایت شود که افراد با حداقل شکاف و اعتراض نسبت به حقوق خود مواجه باشند و نیازهای جمعیتی آن در ابعاد مختلف برآورده گردد (هاروی، ۱۳۷۹، ۹۷-۹۶). او در بخش دیگری از کتاب به تعریف مفهوم عدالت در جغرافیا می‌پردازد. تعریفی که او از عدالت اجتماعی به دست می‌دهد عبارت است از «توزیع عادلانه از طریق عادلانه» و عدالت جغرافیایی را، عدالت در توزیع در مناطق، محلات و مجموعه عرصه سرزمینی می‌داند اگرچه اذعان دارد که عدالت توزیعی در مجموعه سرزمین به معنای عدالت توزیعی در بین افراد نیست لیکن با دلیل اثر سرزمین به انسان آن را توجیه می‌کند (طارمی، ۱۳۸۷، ۹۲). به عقیده هاروی مفهوم عدالت اجتماعی اصولاً آن‌قدر همه‌شمول نیست که بتوان در قالب آن درباره یک اجتماع خوب قضاوت کرد. عدالت را اساساً می‌توان به‌عنوان اصل در نظر گرفت که برای حل و فصل دعای متضاد به وجود آمده است (هاروی، ۱۳۷۹، ۹۷).

معیارهای عدالت اجتماعی و فضایی

در ادامه معیارهای مطرح ارائه می‌شوند.

- نیاز: نیاز هر منطقه باید بر اساس سطح نیاز آن منطقه تعیین شود؛
- حقوق: به این معنا که هر منطقه مستحق سطحی از هزینه در رابطه با سهم خود در تولید درآمد است. این معیار در ارتباط با بازار و خدمات عمومی است و عمیقاً در مباحث رفاه اجتماعی مطرح می‌شود؛
- تلاش: این معیار به‌نوعی از مفاهیم مربوط به استحقاق است که توسط میلر و هاروی مطرح شده‌اند به این معنا که همه نواحی باید بر اساس معیارهای یکسان با تکیه بر نسبت یکسان مالیات خدمات دریافت کنند (هاروی، ۱۹۷۹ به نقل از مرصوصی، ۱۳۸۲، ۴۴).

دیوید هاروی از جغرافی‌دانان مکتب رادیکال است (حاتمی‌نژاد و راستی، ۱۳۸۵، ۸۹). در جامعه جدید کسانی را رادیکال می‌گویند که تقاضای اصلاحات اساسی برای بهبود اوضاع اقتصادی، اجتماعی و بهبود موقعیت سیاسی توده‌ها را دارند. رادیکال‌های معمولاً به نفع طبقات فقیر و محروم از امتیازات و بر ضد ثروتمندان و صاحب‌منصبان اجتماعی مبارزه می‌کنند. به مفهوم طرف‌داری از دگرگونی‌های بنیادی و عبارتی بنیانگری است (رحمان، ۱۳۸۶، ۴۷).

رادیکالیسم، به‌عنوان یک تفکر بیشترین وابستگی را با رشته جامعه‌شناسی دارد؛ لذا جغرافیای رادیکال به‌عنوان یک تفکر بیشترین تأثیر را از جامعه‌شناسی بنیان‌گرا پذیرفته است. مارکس و انگلس را از پیش‌گامان رادیکالیسم می‌دانند و جغرافیای رادیکال نیز متأثر از عقاید جامعه‌شناسان آنان است. دیدگاه‌های رادیکالی مارکسیست‌ها تأثیر بسیاری بر نظریه‌های جغرافیایی به‌ویژه در دهه ۱۹۶۰ داشته است. پایه‌گذار مکتب کارل مارکس فیلسوف و نویسنده آلمانی است، دیوید هاروی به‌عنوان جغرافی‌دانان مارکسیست مطرح است. او با تلفیق دیدگاه‌های مارکس با رشته جغرافیا به تبیین نظریه‌های جدیدی همچون عدالت اجتماعی در باب شهر پرداخته است (رحمان، ۱۳۸۶، ۵۱). اما برای اینکه بتوان افکار و فرضیه‌های فلسفی نظریه عدالت اجتماعی هاروی را به شکل ریشه‌ای تبیین کرد، باید به نظریه شهر عدالت‌محور رجوع شود، جایی که سوزان اس. فاینشتاین در آن به مدل‌سازی شیوه‌های توزیع عدالت فضایی پرداخته است.

۲-۳- نظریه شهر عدالت‌محور از منظر فاینشتاین

نظریه شهر عدالت‌محور توسط سوزان اس. فاینشتاین^۱ پرورش یافته است. وی دستیابی به شهر عدالت‌محور را به‌عنوان هدف مناسب شهرسازی فرض کرده است (Fainstein, 1997, 1999, 2000, 2009). استدلال‌های وی در زمره سنت رالزی آجای

می‌گیرد. سنتی که در آن عدالت اجتماعی (Rawls, 2001)، ارزشی است که – اگر افراد ندانند که در سلسله‌مراتب اجتماعی در کجا جای می‌گیرند در پس پرده جهل) – همگی آن را انتخاب می‌کنند.

ادعای فاینشتاین آن است که گرایش نظری اخیر به تأکید بر فرایندهای مردم‌سالارانه هم در فلسفه سیاسی و هم در برنامه‌ریزی به‌عنوان کلید رسیدن به عدالت، ارتباط باز^۲ را بسیار آرمانی فرض کرده و محتوای بحث عدالت را به فراموشی می‌سپارد (Fainstein, 2003, 265). فاینشتاین (Fainstein, 2010) پس از مجادلات فلسفی و تجربی متعدد و بررسی گونه‌های مختلف آرای مرتبط با عدالت در شهر به این نتیجه می‌رسد که معیارهای اصلی شهر عدالت‌محور عبارت‌اند از: (۱) عدالت‌خواهی^۴، (۲) مردم‌سالاری^۵ و (۳) تنوع^۶ اصولی که وی برای برنامه‌ریزی شهری عدالت‌محور برمی‌شمرد به تفکیک هر کدام از معیارهای سه‌گانه به‌قرار زیر است (Fainstein, 2010, 171-175):

فاینشتاین پس از بررسی دیدگاه‌ها و رویکردهای مختلف درباره عدالت در شهر، سه معیار اصلی را برای تحقق شهر عدالت‌محور شامل عدالت‌خواهی، مردم‌سالاری و تنوع معرفی می‌کند. این سه معیار، چارچوب اصلی ارزیابی عدالت در برنامه‌ریزی شهری را شکل می‌دهند و هر یک از آنها از مجموعه‌ای از اصول و مؤلفه‌های مشخص تشکیل شده‌اند. در پژوهش حاضر نیز این سه معیار به‌عنوان مبنای اصلی تحلیل عدالت فضایی در دسترسی به تجربه فرهنگی در شهرهای جهانی لندن و نیویورک مورد استفاده قرار گرفته‌اند. نخستین بعد، یعنی عدالت‌خواهی، بر توزیع منصفانه منابع، فرصت‌ها و امکانات شهری و حمایت از گروه‌های کم‌برخوردار تأکید دارد. اصول و مؤلفه‌های مرتبط با این بعد در جدول زیر ارائه شده‌اند.

جدول ۱- اصول عدالت‌خواهی در عدالت و جهانی‌شدن (برگرفته از بخش عدالت محیط‌زیستی (Hutchison, 2010))

اصول معطوف به عدالت‌خواهی	
۱	تمام خانه‌سازی‌های جدید باید واحدهایی برای خانوارهایی با درآمد کمتر از میانه درآمدی جامعه در محل پروژه اصلی یا خارج از آن تأمین نمایند. این کار با هدف عرضه مسکن مناسب و محیط زندگی مطلوب برای همگان انجام می‌پذیرد.
۲	واحدهای مسکونی ای که برای استفاده کم‌درآمدها احداث می‌شوند، باید برای همیشه در زمره ذخائر مسکن ارزان‌قیمت باقی بمانند یا اینکه برای طرح‌های جابه‌جایی خانه به‌جای خانه استفاده شوند.
۳	خانوارها یا کسبه نباید برای اهداف مربوط به توسعه اقتصادی یا توازن اجتماعی به‌صورت غیرداوطلبانه جابه‌جا شوند. وقتی که به دلیل احداث تسهیلات عمومی، بهبود کیفیت مسکن یا افزایش تراکم برای افزایش ظرفیت جمعیت‌پذیری، جابه‌جایی ضروری باشد، غرامت کافی باید پرداخت شود تا افرادی که جابه‌جا شده‌اند (چه مستأجران و چه مالکان) بتوانند واحد مسکونی یا تجاری معادل با آنچه قبلاً داشته‌اند، تهیه کنند.
۴	برنامه‌های توسعه اقتصادی باید به منافع کارگران و کارمندان باشد و تا جای ممکن به کسب‌وکارهای کوچک اولویت دهد. تمام توسعه‌های تجاری جدید باید فضایی برای کاربری‌های عمومی ارائه دهد و تا جای ممکن امرارمعاش کسب‌وکارهای مستقل و تعاونی را تسهیل کند.
۵	اگر پروژه‌ها باید مورد بررسی موشکافانه قرار گیرند تا اطمینان حاصل گردد که منافع مستقیمی را در قالب اشتغال‌زایی، افزایش امکانات رفاهی عمومی و ارائه حداقل دستمزد، عاید کم‌درآمدها می‌کنند. اگر به پروژه، یارانه‌های عمومی نیز تعلق گرفته باشد، باید مشارکت عمومی در سود پروژه نیز وجود داشته باشد. ابرپروژه‌ها باید گام‌به‌گام احداث شوند و در ساخت آنها از چندین شرکت سازنده و نه یک شرکت بزرگ انحصاری استفاده شود.
۶	کرایه‌های حمل‌ونقل درون‌شهری باید بسیار پایین نگه داشته شوند. افراد کم‌درآمد بی‌نیاهیت به حمل‌ونقل عمومی وابسته هستند. از این‌رو دولت محلی این قدرت را در اختیار دارد تا از طریق دریافت عوارض و مالیات بر خودروها و استفاده از آن برای تقویت حمل‌ونقل عمومی بر توزیع درآمد تأثیر گذارد. افراد کم‌درآمدی که به دلیل در دسترس نبودن خطوط حمل‌ونقل عمومی چاره‌ای جز استفاده از خودرو ندارند، باید مشمول تخفیف مالیاتی گردند.
۷	برنامه‌ریزان باید نقشی فعال در ارائه مشاوره‌های هدفمند و حساب شده برای عرضه راه‌حل‌های مساوات‌طلبانه و ممانعت از اتخاذ راه‌حلهایی که کاملاً به نفع ثروتمندان است، ایفا نمایند.

بر اساس اصول مطرح‌شده در بعد عدالت‌خواهی، تحقق عدالت شهری مستلزم آن است که منابع، امکانات و فرصت‌های شهری به‌گونه‌ای توزیع شوند که گروه‌های کم‌برخوردار نیز از شرایط مناسب زندگی و دسترسی به خدمات و امکانات شهری برخوردار باشند. با این حال، توزیع عادلانه منابع و امکانات به‌تنهایی برای تحقق شهر عدالت‌محور کافی نیست؛ زیرا نحوه حضور گروه‌های مختلف در فرآیند تصمیم‌گیری و میزان توجه به دیدگاه‌های آنان نیز از اهمیت اساسی برخوردار است. از این‌رو، فاینشتاین در کنار عدالت‌خواهی، مردم‌سالاری را به‌عنوان یکی دیگر از ابعاد اساسی شهر عدالت‌محور مطرح می‌کند. اصول مربوط به این بعد در جدول زیر ارائه شده است.

جدول ۲- اصول مردم‌سالاری در عدالت و جهانی‌شدن (برگرفته از بخش عدالت محیط‌زیستی (Hutchison, 2010))

اصول معطوف به مردم‌سالاری	
۱	گروه‌هایی که نمی‌توانند به‌صورت مستقیم در فرایندهای تصمیم‌گیری مشارکت کنند، باید نمایندگان را به این منظور معرفی کنند.
۲	برنامه‌های توسعه شهری در بافت‌های موجود باید با مشاوره با جمعیت هدف تهیه شود. با این حال، جمعیت کنونی محدوده مورد برنامه‌ریزی نباید تنها ملاک توسعه آتی محدوده باشند. ملاحظات مربوط به کل شهر نیز باید مورد توجه قرار گیرد.
۳	در مورد برنامه‌ریزی برای محدوده‌هایی که مسکون نبوده یا دارای نقاط مسکونی پراکنده و کم‌جمعیت هستند، باید مشاوره‌های گسترده‌ای با نمایندگان گروه‌هایی که در حال حاضر در مجاورت محدوده مورد برنامه‌ریزی زندگی می‌کنند، انجام پذیرد.

مردم‌سالاری فرآیند تصمیم‌گیری نمی‌تواند همه ابعاد عدالت شهری را پوشش دهد؛ زیرا شهرها از گروه‌های اجتماعی، قومی و فرهنگی متفاوتی تشکیل شده‌اند که از نظر نیازها، سبک زندگی و شیوه استفاده از فضای شهری با یکدیگر تفاوت دارند. بنابراین، توجه به تنوع اجتماعی و فرهنگی و فراهم کردن امکان حضور و بهره‌مندی گروه‌های مختلف از فضاها و امکانات شهری، سومین بعد اساسی شهر عدالت‌محور را شکل می‌دهد که اصول آن در دیدگاه فاینشتاین بر حضور و نمایندگی گروه‌های مختلف در فرایندهای برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری شهری تأکید دارد. با این وجود، صرف مشارکت در در جدول زیر بیان شده است.

جدول ۳- اصول تنوع در عدالت و جهانی‌شدن (برگرفته از بخش عدالت محیط‌زیستی (Hutchison, 2010))

اصول معطوف به تنوع	
۱	خانوارها نباید به‌خاطر ایجاد تنوع بیشتر جابه‌جا شوند. همچنین نباید جوامع محلی جدیدی ایجاد شوند که موجب افزایش جدایی‌گزینی اجتماعی شود.
۲	ضوابط پهنه‌بندی نباید برای مقاصد تبعیض‌آمیز به کار گرفته شوند، بلکه باید باعث تقویت همه‌شمولی گردند.
۳	مرزهای بخش‌های مختلف شهر باید نفوذپذیر باشند.
۴	فضاهای عمومی فراوان و متنوع باید در دسترس عموم باشد. جایی که فضاهای عمومی توسط اشخاص یا گروه‌های خصوصی ارائه می‌شود، گفتگو و سخنرانی‌های سیاسی نباید در آن فضاها قذغن شود. هم‌زمان باید دقت شود که گروه‌هایی که دارای سبک زندگی متعارض با یکدیگر هستند، در یک مکان جای نگیرند.
۵	کاربری زمین تاندازه‌ای که برای مردم متأثر از طرح، مطلوب و عملی باشد، باید به‌صورت مختلط تعریف شود.

پژوهش درباره عدالت از این لحاظ که متفکرین بسیاری از حوزه‌های مختلف علوم درباره آن ادعاهای فراوانی دارند، کاری دشوار است. به همین دلیل لازم است که تفکیک حوزه بررسی در این مقاله با پژوهش‌هایی که محققان در حوزه‌های دیگری چون اقتصاد، سیاست، اخلاق و جامعه‌شناسی به آن می‌پردازند، مشخص شود. برای تدقیق قلمرو شهرسازی عدالت‌محور و تفکیک آن با حوزه‌های مجاور، مقایسه‌ای از چند منظرین حوزه‌های مختلف مرتبط با موضوع انجام می‌پذیرد: الف) مقیاس و ب) جنس. از لحاظ مقیاس، در سطح کلان، پژوهش درباره ویژگی‌های جامعه‌ای عدالت‌محور به حوزه «علوم سیاسی»، «حقوق» و «اقتصاد» مربوط می‌گردد. در این سطح، عمدتاً از «ساختارهای اجتماعی و سیاسی» حاکم بر جامعه سخن گفته می‌شود و مقیاس تحلیل‌ها اغلب سطح ملی است. در سطح میانه، موضوع عدالت در یک «اجتماع مشخص» و یک شهر یا روستا مورد بحث قرار می‌گیرد. در این سطح عمدتاً به «کارکرد نهادها و مؤسسات عمومی» در رسیدن به اهداف جامعه‌ای عادلانه پرداخته می‌شود. پژوهش‌هایی که در حوزه «جامعه‌شناسی» و «انسان‌شناسی» در خصوص عدالت صورت می‌پذیرد، در این سطح جای می‌گیرد. در سطح خرد نیز، عمدتاً از «رفتارهای افراد و ویژگی‌ها و خصوصیات فردی» و انطباق آن با اصول عدالت بحث می‌گردد که اغلب در حیطه «روان‌شناسی» و «علوم رفتاری» است.

از لحاظ جنس مورد بررسی، برخی حوزه‌های علوم، الگوهای رفتاری ملموس و نتایج کالبدی را مورد توجه قرار می‌دهند مانند «شهرسازی» و برخی دیگر الگوهای رفتاری ناملموس را مطلع نظر دارند مانند «حقوق» و «علوم سیاسی» که بیشتر به تصمیم‌های سیاسی و ضوابط و مقررات نظر دارند. با این مبنای منطقی برای تفکیک حوزه‌های مختلف مرتبط با عدالت از یکدیگر در ادامه به بیان مرزبندی شهرسازی عدالت‌محور با مفاهیم مجاور پرداخته می‌شود (Fainstein, 2010).

۲-۴- عدالت‌محوری در دسترسی به تجربه فرهنگی

در دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ میلادی، گروه‌های گوناگون مهاجر از کشورهای آفریقایی، آمریکای لاتین و آسیا به‌سوی اروپا سرازیر شدند. هجوم این جمعیت با استقبال کشورهای اروپایی روبه‌رو شد. این کشورها برای بازسازی جامعه خود نیازمند نیروی



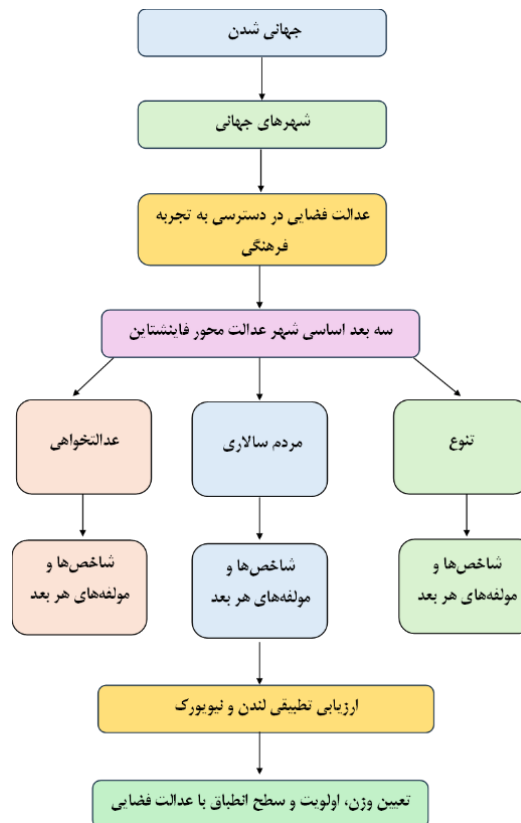
ارزان قیمت کشورهای جهان سوم بودند. از این رو، کشورهایی مانند بریتانیا، فرانسه، آلمان، ایتالیا و اسپانیا درهای خود را به روی مهاجران آمریکای لاتین، آفریقا و آسیا گشودند. این جمعیت‌ها به تدریج فضای اجتماعی و فرهنگی غرب را دگرگون کردند و زمینه‌ای برای شکل‌گیری پدیده‌ای که امروزه از آن به‌عنوان «چندفرهنگ‌گرایی» یاد می‌شود، فراهم آوردند (جنکس، ۱۳۹۴، ۱۶۵). مهاجران نه تنها جسم و جان خود را به کشورهای اروپایی منتقل می‌کردند، بلکه آیین‌های قومی و محلی سبک‌های زندگی، هنرها، موسیقی، ادبیات و دیگر ارزش‌هایشان را برای اروپاییان به ارمغان برده و مجموعه وسیعی از نهادهای مخصوص خود را ایجاد کرده و گسترش دادند. رستوران‌های چینی، هندی، پاکستانی، ایرانی و آمریکای لاتینی در کشورهای غربی یا مراکز مذهبی مانند معابد سبک‌ها و هندوها، مساجد مسلمانان و دیگر مراکز مذهبی متعلق به گروه‌های قومی و محلی، بخشی از تلاش مهاجران برای استقرار اجتماعی و فرهنگی خود در این کشورها بود (فاضلی، ۱۳۹۲، ۲۳۴).

کم‌کم و نسل‌به‌نسل بر جمعیت مهاجران افزوده شد. به همین دلیل امروزه درصد بالایی از جمعیت شهرهای بزرگ را افراد غیربومی تشکیل می‌دهند. برای مثال، قریب به یک‌سوم جمعیت شهر لندن مهاجران آسیایی، آمریکای لاتین و آفریقایی هستند. در شهرهای بزرگ جهان مانند نیویورک و پاریس نیز اوضاع به همین شکل است (Roetz, 2006, 363). این مهاجران با گسترش حضور خود، خواهان برخورداری از حقوق شهروندی و امتیازات و امکانات دیگری شدند و به‌عنوان یک نیروی جدید نقش تعیین‌کننده‌ای در شکل‌گیری مناسبات اجتماعی و به‌ویژه مناسبات شهری در کشورهای غربی ایفا نمودند. در اروپای غربی و آمریکای شمالی نیز مسئله «چندفرهنگی شدن»، یعنی جهان متکثری که در اثر مهاجرت افراد آسیایی، آفریقایی و کشورهای لاتین به کشورهای صنعتی اروپایی و آمریکا به وجود آمده، مطرح است (Semati, 2008, 107). این جوامع به تدریج به جوامع کاملاً چندفرهنگی، نامتجانس و ناهمگن تبدیل شدند که مرکب از مجموعه‌ای از گروه‌های قومی با فرهنگ‌های متفاوت هستند. این تفاوت‌ها آغاز نوعی خودآگاهی فرهنگی و نقطه شروع روی آوردن به خویش‌شناسی فرهنگی است. یکی از مطالعات یونسکو نشان می‌دهد در محله «المهرست» نیویورک، در ناحیه‌ای به وسعت نیم مایل مربع، بیش از ۱۳۰ ملیت با سازگاری و تفاهم زندگی می‌کنند (یونسکو، ۱۳۷۸، ۱۰۵).

عدالت و ناعدالتی مفاهیمی عام هستند و می‌توانند در هر نوع رابطه اجتماعی بشری معنادار باشند. برای تبیین مفهوم «شهرداری عدالت‌محور» باید ابتدا حوزه‌های مختلفی که عدالت در آن‌ها می‌تواند جاری گردد، تعیین شوند. به بیان رالز، عدالت باید پایه و اساس هر نوع رابطه اجتماعی در جامعه قرار گیرد و همان نقشی را در نظام اجتماعی ایفا می‌کند که حقیقت در نظام فکری دارد (Rawls, 1971).

طبق تعریف موردقبول منطقیون، انسان حیوانی ناطق است. نطق اینجا هم به معنای سخن گفتن و هم به معنای فکر کردن است. به بیان دیگر وجه ممیزه انسان از حیوان قدرت تفکر و سخن گفتن اوست. گویش و زبان نیز در محیط اجتماعی معنا می‌یابد. بدین ترتیب انسان موجودی است که در اجتماع زاده می‌شود، در اجتماع می‌زید و در اجتماع نیز می‌میرد و سرتاسر زندگی او مملو از انواع روابط اجتماعی مستقیم (روابط چهره‌به‌چهره) و غیرمستقیم (از طریق وسایل ارتباطی) است. اگر بپذیریم که عدالت باید سنگ بنای هر قاعده‌ای در روابط اجتماعی قرار گیرد، پس عدالت در همه عرصه‌های زندگی جمعی بشر معنا دارد (Khosroshahi, 2015).

بر اساس مبانی نظری پژوهش، جهانی‌شدن با گسترش جریان‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی و تقویت پیوند میان مکان‌ها، زمینه شکل‌گیری و تقویت شهرهای جهانی را فراهم کرده است. در چنین شرایطی، عدالت فضایی به یکی از الزامات اساسی برای توزیع منصفانه فرصت‌ها، منابع و امکانات شهری تبدیل می‌شود و دسترسی به تجربه فرهنگی نیز به‌عنوان یکی از ابعاد مهم زندگی شهری، نیازمند ارزیابی از منظر عدالت است. در این پژوهش، برای سنجش عدالت فضایی در دسترسی به تجربه فرهنگی از نظریه «شهر عدالت‌محور» فاینشتاین استفاده شده و سه بعد عدالت‌خواهی، مردم‌سالاری و تنوع به‌عنوان ابعاد اصلی چارچوب تحلیلی انتخاب شده‌اند. بر این اساس، شاخص‌ها و مؤلفه‌های مرتبط با هر یک از این ابعاد استخراج و در مرحله بعد میزان و اولویت آنها در دو شهر جهانی لندن و نیویورک مورد بررسی تطبیقی قرار گرفته است.



تصویر ۱- چارچوب پژوهش

بر اساس مبانی نظری پژوهش، جهانی شدن با گسترش جریان‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی و تقویت پیوند میان مکان‌ها، زمینه شکل‌گیری و تقویت شهرهای جهانی را فراهم کرده است. در چنین شرایطی، عدالت فضایی به یکی از الزامات اساسی برای توزیع منصفانه فرصت‌ها، منابع و امکانات شهری تبدیل می‌شود و دسترسی به تجربه فرهنگی نیز به عنوان یکی از ابعاد مهم زندگی شهری، نیازمند ارزیابی از منظر عدالت است. در این پژوهش، برای سنجش عدالت فضایی در دسترسی به تجربه فرهنگی از نظریه «شهر عدالت‌محور» فاینشتاین استفاده شده و سه بعد عدالتخواهی، مردم‌سالاری و تنوع به عنوان ابعاد اصلی چارچوب تحلیلی انتخاب شده‌اند. بر این اساس، شاخص‌ها و مؤلفه‌های مرتبط با هر یک از این ابعاد استخراج و در مرحله بعد میزان و اولویت آنها در دو شهر جهانی لندن و نیویورک مورد بررسی تطبیقی قرار گرفته است.

۳- روش پژوهش

روش پژوهش آمیخته، یعنی کمی-کیفی است، این بدان معناست که در مطالعه کمی از تحلیل محتوا استفاده شده و در روش کیفی از روش مطالعات اسنادی استفاده شده است. این مقاله در تجزیه و تحلیل به دنبال تنوعات و گوناگونی‌ها بودن و دسته‌بندی‌ها را در اولویت قرار می‌دهد. در پاره‌ای از موارد با تجزیه و تحلیل همبستگی‌ها، داده‌های تحلیلی را مورد کنکاش قرار می‌دهد و در پاره‌ای دیگر از طریق پالایش داده‌ها و استخراج اشتراکات، رویکرد کیفی را در تجزیه و تحلیل داده‌ها در پیش می‌گیرد (Saunders, 2019). این روش ترکیبی به محقق کمک می‌کند تا با رویکردی همه‌جانبه و همه‌شمول تمام ابعاد جهانی شدن در رابطه با عدالت فضایی در دسترسی به تجربه فرهنگی در شهرهای جهانی لندن و نیویورک را ارزیابی و استخراج نماید. پژوهش به صورت کاربردی و با رویکرد تحلیلی طراحی شده و داده‌ها از طریق تحلیل محتوای اسناد کتابخانه‌ای توسط محققین صورت گرفته است. جامعه آماری شهرهای جهانی برتر دنیا هستند و نمونه انتخاب شده دو تا از پُر امتیازترین شهرهای جهانی - لندن و نیویورک - هستند که از برآیند نظریات مؤسسه اقتصادی سوئیس^۸، مؤسسه نقشه شهرهای جهانی^۹، مؤسسه



ژاپنی موری و مؤسسه کیرنی^۱ به دست آمده‌اند. محقق با استفاده از روش تحلیل عاملی و پس از سورت کردن شاخص‌ها و امتیازدهی استاندارد، اقدام به بررسی تجارب شهرهای لندن و نیویورک می‌نماید. جهت بررسی سؤالات، گردآوری اطلاعات به کمک معیارهای سه‌گانه، مشتمل بر ۱۵ گویه در طیف لیکرت صورت پذیرفت. ارزیابی صحت و دقت سؤال‌های یاد شده به کمک مدل معادلات ساختاری^۲ به‌طور مشخص روش کمترین مربعات جزئی^۳ در نرم‌افزار اسمارت پی.ال.اس. صورت گرفته و شاخص‌های مرکزی و پراکندگی نیز بر اساس تحلیل عاملی در نرم‌افزار اس.پی.اس. ارزیابی شده‌اند. این مدل به محققین کمک کرده تا در نهایت نتایج تلفیقی حاصل از تمامی ابعاد سلسله‌مراتبی شهر جهانی عدالت‌محور لندن و نیویورک استخراج شده و به‌صورت نموداری ترسیم شوند.

۴- مطالعه تجارب لندن و نیویورک در شبکه جهانی و نسبت آن با عدالت فضایی

الف) مؤسسه اقتصادی سوئیس: این مؤسسه شبکه جهانی کشورها را از سه منظر مختلف در زمینه جهانی‌شدن ارزیابی و رتبه‌بندی می‌کند.

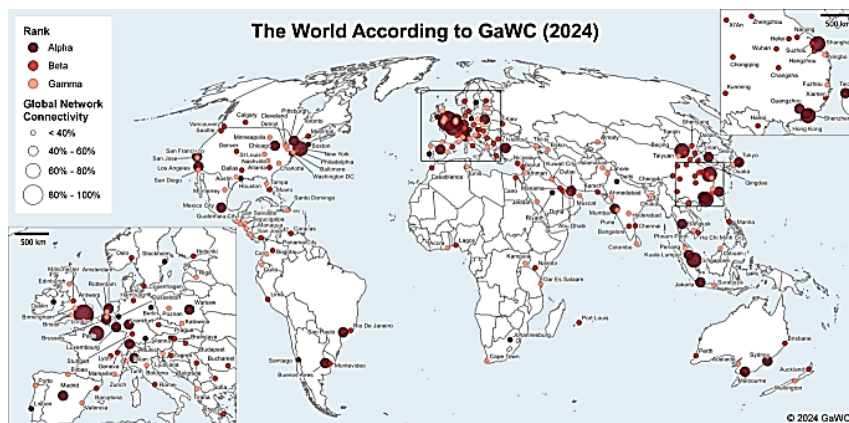
- جهانی‌شدن اقتصادی؛
- جهانی‌شدن اجتماعی؛
- جهانی‌شدن سیاسی.

در نهایت با مقیاس شبکه شهری جهانی در کشورها رتبه خود را ارائه می‌نماید. همان‌طور که مشخص است بریتانیا در شاخص اول دارای رتبه ۴، در شاخص دوم دارای رتبه ۷ و در شاخص سوم دارای رتبه ۲ است. این یعنی لندن که بزرگ‌ترین شهر بریتانیاست، میانگین امتیازات فوق را داراست. اما مطابق تصویر ذیل، ایالات متحده آمریکا در این رده‌بندی قرار نمی‌گیرد و نیویورک به‌عنوان بزرگ‌ترین شهر جهانی آمریکا از این حیث واجد قرارگیری در شبکه جهان‌شهرها نبوده و رتبه به خصوصی را در ابتدای جدول اخذ نکرده است.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Overall I	Overall	Overall I	nk (de facntry (de fáue (de fa	nk (de facntry (de fáue (de fa	nk (de facntry (de fáue (de fa	nk (de facntry (de fáue (de fa	nk (de facntry (de fáue (de fa	nk (de facntry (de fáue (de fa
2	1	Netherland	89.72182	1	Switzerland	90.50149	1	Luxembourg	90.93287
3	2	Switzerland	89.58312	2	Netherlands	90.28724	2	United Kingdom	90.44385
4	3	Belgium	88.89606	3	Belgium	88.91941	3	Sweden	89.87081
5	4	United Kingdom	87.95035	4	Ireland	87.53504	4	Finland	89.45739
6	5	Germany	87.69128	5	Germany	86.72369	5	Netherlands	89.16335
7	6	Sweden	87.63448	6	Austria	86.57829	6	France	89.11127
8	7	Austria	87.59892	7	United Kingdom	85.45686	7	Belgium	88.87186
9	8	France	86.71832	8	Singapore	85.40926	8	Spain	88.84868
10	9	Denmark	86.48406	9	Sweden	85.39816	9	Germany	88.70571

تصویر ۲- رتبه شهر لندن و نیویورک در میان شهرهای جهانی از نظر مؤسسه اقتصادی کوف (KOF,nd)

ب) مؤسسه نقشه شهرهای جهانی: این مؤسسه شهرهای جهانی را در دسته‌های آلفا ++، آلفا +، آلفا و... تقسیم‌بندی می‌کند. همان‌طور که مشخص است تنها شهرهای آلفا ++ آن لندن و نیویورک هستند. این دسته‌بندی در سال ۲۰۲۴ صورت پذیرفته است و معیار دسترس‌پذیری را مهم‌ترین عامل امتیازدهی قرار داده است. همان‌طور که در شکل ذیل مشاهده می‌شود، هیچ یک از شهرهای ایرانی در جایگاه شهرهای جهانی قرار نگرفته‌اند و این نشان‌دهنده جانب‌دارانه بودن چنین گزارش‌هایی است که تنها به دنبال اشکال جدید استعمار و مصادره دانش و اعتبار هستند.

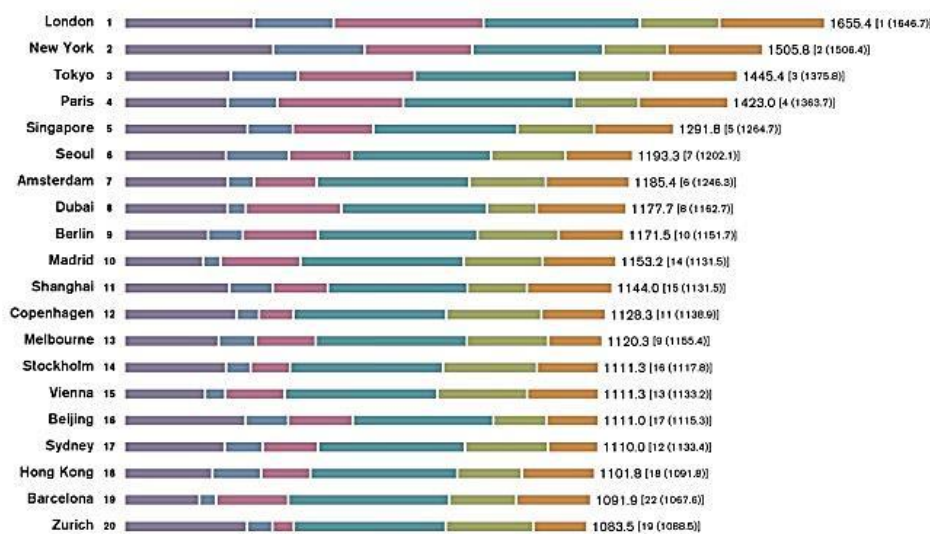


تصویر ۳- جایگاه لندن و نیویورک میان شهرهای جهانی از نظر GaWC 2024 (GaWC 2024,nd)

پ) مؤسسه ژاپنی موری

۱۶

طبق تقسیم‌بندی این مؤسسه لندن با امتیاز ۱۶۵۵٫۴ اولین شهر جهانی در دنیاست. معیارهای مورد استفاده اقتصادی، دسترس‌پذیری، محیطی، زیست‌پذیری، تعاملات فرهنگی و پژوهش و توسعه‌ای است. لندن برای سایر شهرها حکم معیار و میزان را داشته و سایر شهرها از روی آن نمره‌دهی شده‌اند. لندن در این پژوهش لندن بزرگ یعنی به همراه تمام شهرهای اقماری اش در نظر گرفته شده است.



تصویر ۴- لندن برترین و نیویورک دومین شهر جهانی از نظر GPCI 2024 (GPCI,nd)

نیویورک با امتیاز ۱۵۰۵٫۶ دومین شهر جهانی در دنیا است. این رتبه‌بندی این شهر را بالاتر از توکیو، پاریس، سنگاپور، سئول، آمستردام، دوی، برلین و مادرید قرار می‌دهد که به ترتیب رتبه‌های سوم تا دهم را به خود اختصاص داده‌اند. نیویورک دارای شبکه شهری جهانی مختص به خود است، شبکه شهری‌ای که شاید از لحاظ کیفیت، از لندن پایین‌تر باشد اما به جهت کمیت، حتماً از آن بالاتر است، چرا که وسعت بسیار بیشتری را داراست.

ت) گزارش شهرهای جهانی مؤسسه گرینی

این اثر لندن را بعد از نیویورک به‌عنوان دومین شهر جهانی معرفی کرده است. همان‌طور که مشخص است ترتیب این جدول در صدر آن یعنی چهار شهر برتر در جهان برای سال‌ها ثابت بوده است و پس از نیویورک و لندن، پاریس و توکیو قرار دارند و تنها جابه‌جایی‌ها از جایگاه پنجم به بعد صورت پذیرفته است.



City	2024 rank	2023 rank	2022 rank	2021 rank	2020 rank	2019 rank	Δ 2023-2024
New York	1	1	1	1	1	1	0
London	2	2	2	2	2	2	0
Paris	3	3	3	3	3	3	0
Tokyo	4	4	4	4	4	4	0
Singapore	5	7	9	9	9	6	+2
Beijing	6	5	5	6	5	9	-1
Los Angeles	7	8	6	5	7	7	+1
Shanghai	8	13	16	10	12	19	+5
Hong Kong	9	10	10	7	6	5	+1
Chicago	10	11	7	8	8	8	+1
Seoul	11	14	13	17	17	13	+3
Toronto	12	15	18	20	19	17	+3
Madrid	13	12	19	19	16	15	-1
San Francisco	14	17	15	11	13	22	+3
Washington, D.C.	15	19	12	14	10	10	+4
Brussels	16	6	11	16	14	12	-10
Melbourne	17	9	8	12	18	16	-8
Sydney	18	18	17	15	11	11	0
Istanbul	19	25	28	27	34	26	+6
Berlin	20	16	14	13	15	14	-4
Amsterdam	21	20	23	22	23	20	-1
Barcelona	22	24	26	28	26	23	+2
Boston	23	26	20	21	21	21	+3
Dubai	24	23	22	27	27	27	-1
Miami	25	30	32	33	30	31	+5
Moscow	26	21	21	18	20	18	-5
Vienna	27	29	30	25	22	25	+2
Milan	28	35	46	44	48	41	+7
Buenos Aires	29	22	25	32	25	24	-7
Montreal	30	33	29	29	29	29	+3

تصویر ۵- رتبه نیویورک و لندن میان شهرهای جهانی از نظر موسسه کرنی (Kearney, nd).

۴-۱- شهر جهانی لندن

لندن یا لاندن به‌زعم بیشتر نویسندگان، در قرن نوزدهم میلادی و اوایل قرن بیستم در عرصه جهانی سلطه داشته است. شاید انتقال قدرت از بریتانیا به ایالات متحده سبب گردید تا اندکی از اعتبارات آن به نفع آمریکا مصادره شود. باین‌حال دومین قدرت اقتصادی جهان در کنار بیشترین مستعمرات در عصر حاضر که دیگر این پدیده شوم کنار گذاشته شده، مبین این موضوع است که لندن در لیگ جهانی قرار است در سایه نیویورک همواره دوم باشد و این موضوع هم در طول سالیان متمادی تغییرناپذیر باقی‌مانده است. دو سوم جمعیت لندن را کسانی تشکیل می‌دهند که اصالتی غیر از آن شهر دارند و بیش از نیمی از جمعیت آن غیرانگلیسی هستند که نشان‌دهنده ایست که چندفرهنگی‌ترین شهر جهان در حال حاضر لندن است (Davidson and Lees, 2005, 1165-1190).

کلید فهم جذبه تغییر شکل اقتصاد لندن در طول ۴۰ سال گذشته به‌گونه‌ای وارونه دست‌یافتنی است، زیرا اهمیت صنعت کارخانجات و خدمات مالی و تجاری در آن نهفته است. تولیدات کارخانه‌ای در سال ۱۹۶۱ میلادی اشتغالی برای یک‌سوم مردم فراهم می‌کرد و خدمات تجاری و مالی تنها ۱۰٪ شغل ایجاد کرده بودند. در سال ۲۰۰۱ میلادی این نسبت وارونه شد، زیرا حالا کارخانجات فقط ۷٪ مشاغل را به خود اختصاص می‌دهند (Greater London Authority, 2008). دیگر بخشی که به‌سرعت گسترش پیدا کرده است، صنایع خلاق و فرهنگی است که شامل فیلم، موسیقی، انتشارات، تئاتر، موزه‌ها، گالری‌های هنری دیجیتال و مد است و بیشترین سرعت رشد را در نیروی کار داشته است (Greater London Authority, 2002). این تغییر دراماتیک در ساختار صنایع که با نیویورک، پاریس و دیگر شهرهای جهانی همگام حرکت می‌کند، نقش مهمی در شیوه سکونت، درآمدها و منفعته‌ها و نوع مسکن، اعیانی‌سازی و بازارهای دارایی تجاری و اداری در زندگی مردم داشته است (Atkinson, 2000, 149-166).

افول صنعت تولیدی و رشد خدمات تجاری و مالی، تغییری بزرگ در ساختار طبقاتی ساکنان در لندن به وجود آورد، زیرا افولی بلندمدت در اندازه و سهم کارگران سنتی و افزایش در اندازه و سهم کارکنان طبقه متوسط و مشاغل اداری یقه‌سفیدها به وجود آمد. همت درباره حرفه‌ای شدن ساختار لندن توضیحاتی دادند و قطعی شدن طبقات تعریف‌شده توسط ساسن را در لندن بررسی نمودند. شماری از صاحب‌نظران با این نادیده‌گرفتن رشد کارهای کم‌ارزش و کم‌فایده و شمار مهاجرانی که به‌عنوان نیروی کار

وارد لندن می‌شوند و در آمارهای رسمی اثری از آن‌ها نیست، برخورد کرده‌اند (Hamnett, 2003, 2401-26). شکی نیست که در لندن افزایش مهاجرت و سهم جمعیت‌های اقلیت مشهود است. مهاجرت به صورت قانونی یا غیرقانونی در دهه‌های اخیر به سرعت افزایش یافته است و از شرق اروپا و کشورهای آفریقایی به آن‌ها هجوم می‌آورند (Hamnett, 2003). رشد سریع جمعیت در ۲۰ سال گذشته تا سال ۲۰۰۷ میلادی وابسته به مهاجرت بوده است ولی در حال لندن بزرگ در آن سال ۷/۵ میلیون نفر جمعیت داشت که گوی سبقت را از سال‌ها تلاش دولت برای ثابت نگه‌داشتن نرخ رشد جمعیت ربود. از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۷ میلادی ۵۰۰ هزار نفر به طور ناخالص به جمعیت آن افزوده شد که مهاجرت بین‌المللی بیشترین سهم را در آن داشته است. سهم لندن از یک‌سوم میزان مهاجرت‌های وارده به انگلیس در سال‌های اخیر به نصف آن آمار ارتقا یافته است (Buck, Gordon, 2002, Hall, Harloe and Kleinmann, 2002).

۴-۲- شهر جهانی نیویورک

نیویورک یکی از پایتخت‌های دوگانه ایالات متحده در کنار واشینگتن است. نیویورک قلب اقتصادی جهان با بالاترین شاخص بورس، بیشترین قدرت را در میان ایالات آمریکا در اختیار داشته و قدرت خود را به جهان هم دیکته کرده است. نشست‌های سالانه سران کشورهای جهان در این شهر روایتگر تبدیل شدن نیویورک به مرکز تصمیم‌گیری‌های جهانی است. چنین مادرشهری که پس از جنگ جهانی دوم با بیان بی‌طرفی سعی در رسیدن به جایگاه مرکزیت سیاسی - اقتصادی جهان را داشت و بدان نائل آمد، بی‌شک شهری جهانی است و متعاقباً به سبب درگیری در چالش‌های حضور فرهنگ‌های مختلف در سال‌های متمادی تبدیل به شهری چندفرهنگی نیز شده است (Hutchison, 2010, 556-561).

رویکردهای شهرسازی در نیویورک به شدت جدا از هم عمل می‌کنند. مؤسسه مطالعاتی راسل سیچ پس از واقعه ۱۱ سپتامبر ۲۰۰۱ میلادی توسط نانسی فونر، جان مولنکاپ و هوارد چرنیک در ۲۰۰۵ میلادی جمع‌آوری شده و سه موضوع اصلی (آثار اجتماعی، سیاست‌های بازگردانی و آثار اقتصادی) با حداقل مأخذهای مشترک در آن دنبال گردید. پروژه‌های پژوهشی فردی اغلب ارزش فراوانی دارند، اما کلیت آن تحت‌تأثیر تحلیل‌های غیرمرتبط، استفاده از زبان‌های مختلف و آدرس‌های گوناگون مخاطبان است (Beveridge and Schuyler, eds, 1997). داستان آن شهر روایت‌های مختلفی را به خود دیده است. این گونه به نظر می‌رسد که مخاطبان اهمیت نمی‌دهند و ممکن است این تلاش‌ها در نهایت همگون تصور شوند. ادموند جی بوروز و مایک والاس در اثر «گوتهام» (۱۹۹۹ میلادی) منتظر تکامل آن ماندند. تاریخ خاص آن به طور منظم تحت تهدیداتی که به ندرت کاری به نظر می‌رسید، قرار داشت که از خصلت‌های مادرشهرهای پیچیده امروزی است (Chernick, 2005). تغییر، تنوع و تفرق شماهای کلی در تفسیر نیویورک به مثابه یک اجتماع هستند. ناپایداری یک شیوه زندگی است که در نیویورک تبدیل به سنت شده است. اگر تغییر در نیروهای قدرتمند اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی در شهر رخ دهد، تغییر موقعیتی تأسرفباری پدید می‌آورد. در ۱۸۳۹ میلادی، شهردار پیشین فیلیپ هون یادآور شد که «خشم به‌خاطر سرخوردگی» در شهر به وجود آمده است. ساختارهای قدیمی در ارتباط با گذشته شهر قرار ندارد. شاید تخریب خانه‌ای قدیمی در خیابان‌جان که متعلق به پدر هون بود، ایشان را به خودشان آورد. به طور خاطره‌انگیزی تغییرات به طور سریع در آنجا رخ می‌دهد که روح نیویورک را شکل می‌دهد (Brace, 1872).

اما میل به پایداری در برابر تغییرات وجود دارد. سیستم حفاظت تاریخی با گذر از قانون نشانه‌ها در ۱۹۶۵ میلادی که با حفاظت بعضی از ساختمان‌های قدیمی همراه بود، شکل گرفت. حفاظت تاریخی تبدیل به پتانسیلی در برابر توسعه کنترل شده دولتی شده است. تلاش بین نیروهای تغییردهنده و پایداری در برابر آن‌ها، با فعالیت‌های اجتماع و گروه‌های سیاسی عمل‌گرا همراه شده و پویایی شهر را در زمان ورود دوران مدرن، فروپاشی نظام تغییرات سریع و حفاظت از شاخه‌های گذشته و گاهی اوقات ناراحتی برای فقدان گذشته رقم زده است. اما برچسب‌های ایشان در نمودارها و سایر مشخصات شهر نهادینه شده است. این سبب به‌وجود آمدن افرادی با کلاه‌سفید که سیاه‌پوست هستند و میل به ابهام در تلاش‌ها و پیامدها دارند، نشده است (Rosenzweig & Blackmar, 1992). نیویورک پا را از توسعه‌های محلی فراتر گذاشته و از دهه ۱۹۸۰ میلادی خود را به‌عنوان یک شهر جهانی معرفی کرده است. اما از دوره جان یعقوب استور، ثروت جهانی شده میان مردمان نیویورک با ماهیت محلی توزیع شد. صنایع داران و تاجران عصر اصناف گره‌های سست محلی را پدید آورده بودند. نگاه آنان جهانی بود، اما تجارت نیویورک را با بازارهای لندن و هامبورگ پیوند زدند. در زمانی که شهرسازان از اقتصاد جهانی حرف می‌زدند. ارتباط میان مناطق



آن‌ها از هم می‌گسیخت. این فرایند در توسعه نیویورک مشهود بود، چرا که یک استقلال کامل از منطقه نیویورک در ۱۸۶۰ میلادی پدید آمد (Mollenkopf & Castells, 1991).

۴-۳- نقاط ضعف برنامه‌های بیست‌ساله شهرهای جهانی لندن و نیویورک از نگاه اندی سی. پرات

در ادامه بررسی جایگاه لندن و نیویورک به‌عنوان شهرهای جهانی، صرفاً توجه به شاخص‌های رقابت‌پذیری و عملکرد جهانی کافی نیست و شناسایی چالش‌ها و کاستی‌های برنامه‌ریزی آنها نیز اهمیت دارد. از این‌رو، پرات با بررسی برنامه‌های بیست‌ساله این دو شهر، مجموعه‌ای از نقاط قوت و ضعف آنها را در حوزه‌هایی همچون اقتصاد جهانی، سرمایه انسانی، محیط‌زیست، دسترسی، مناسبات فرهنگی، تاب‌آوری، تعاملات سیاسی، رقابت‌پذیری و مدیریت دانش شناسایی کرده است. نتایج این بررسی نشان می‌دهد که هر دو شهر، در کنار برخورداری از ظرفیت‌های قابل توجه جهانی، با چالش‌هایی مواجه‌اند که می‌تواند بر کیفیت زندگی، توزیع فرصت‌ها و تحقق عدالت فضایی اثرگذار باشد. مهم‌ترین موارد مطرح‌شده در این بررسی در جدول زیر ارائه شده است.

جدول ۴-۱ انتقادات مطرح شده به برنامه‌های بیست‌ساله لندن و نیویورک (Pratt, 2020)

شاخص‌ها	خصیصه‌های موجود در طرح لندن	انتقادات مطرح شده نسبت به لندن	خصیصه‌های موجود در طرح نیویورک	انتقادات مطرح شده نسبت به نیویورک
شبکه اقتصاد جهانی	لندن در تعامل با اتحادیه اروپا و کشورهای توسعه‌یافته تولید می‌کند.	لندن به‌صورت منطقه‌ای عمل کرده و انتظار جهانی دارد.	نیویورک در سطح ایالات متحده جایگاه اقتصادی به سزایی در صادرات داراست.	نیویورک نتوانسته با شهرهای اقماری خود روابط اقتصادی مناسبی برقرار سازد.
سرمایه انسانی	باوجود تنوع قومی بیش از حد در پی تنش‌زدایی در سطح ملی است.	تنوع قومی در صورتی کارایی دارد که تمهیدات ملی‌گرایی اتخاذ شود.	سرمایه انسانی نیویورک بالاترین سطح را در شهرهای آمریکا به خود اختصاص می‌دهد.	سرمایه انسانی نیویورک در بسیاری از شرکت‌ها غیرملی و کاملاً بین‌المللی است.
محیط‌زیست پذیر	رودخانه تایمز بسیار کثیف بوده و نیاز به لایروبی جدی دارد.	مدیران شهری تنها به ساختمان‌ها و عناصر تفریحی آن می‌پردازند.	محیط‌زیست نیویورک بسیار پایدار و سبز تعریف گشته و پارک‌های خوبی داراست.	فضاهای باز در نیویورک بسیار کم است و تنها فضاهای بیس ساختمانی مطرح است.
دسترس پذیری	جهت دسترسی به شهرهای جهانی به حمل‌ونقل هوایی وابسته است.	امروزه حمل‌ونقل‌های جاده‌ای تأثیر بیشتری بر دسترسی‌پذیری دارد.	نیویورک دسترسی‌پذیرترین شهر آمریکا با پل‌های بین ایالتی معتبر است.	دسترسی‌های نیویورک تماماً شطرنجی است و ترافیک بسیار زیادی داراست.
مناسبات فرهنگی	برگزاری رویدادهای فرهنگی لندن به ترویج فرهنگ آن کمک می‌کند.	وجود رویدادهای تراجنسیتی و بی‌بی‌سی سبب تنزل فرهنگ آن است.	مناسبات فرهنگی در نیویورک قانونمند و تنظیم‌کننده برای سایر شهرها است.	مناسبات فرهنگی نیویورک کاملاً فصلی و مبتنی بر تعاملات سیاسی است.
تاب‌آوری بحران‌ها	بحران‌هایی مانند سیل نیاز به پیش‌بینی‌های دقیق و مستمری دارد.	مدیریت شهری لندن بودجه‌های کلانی در این راستا صرف می‌کند.	نیویورک در برابر بحران‌های طبیعی بسیار پایدار و تاب‌آور بوده است.	در بحران سیل اخیر نیویورک نقشی بسیار منفعل داشته و ضررهای زیادی کرده است.
تعاملات سیاسی	لندن در ارتباط مستقیم سیاسی با نیویورک، پاریس و توکیو قرار دارد	لندن ارتباط کمتری با بیجینگ، مسکو و سایر شهرهای بلوک شرق دارد.	تعاملات سیاسی ایالات متحده از گذرگاه نیویورک عبور کرده و بر آن تسلط دارد.	تعاملات سیاسی پررنگ بوده و بر سایر مناسبات از جمله فرهنگی سایه انداخته است.
رقابت‌پذیری	لندن در اروپا به لحاظ رقابت‌های جهانی شدن، بی‌رقیب است.	ارائه کیفیت‌های تراز اول آنها را از رقابت همه‌جانبه غافل کرده است.	نیویورک در زمینه خدمات ملی و بین‌المللی بسیار رقابت‌پذیر عمل می‌نماید.	در عرصه رقابت نیویورک با سایر شهرهای بزرگ اطراف نقشی نابودگر داشته است.

مدیریت دانش	در زمینه دانشی لندن در حال به روز رسانی هاب‌های موجود است.	این شهر جهانی در زمینه هوش مصنوعی دارای ضعف‌های جدی است.	مدیریت دانش در نیویورک از سطح بسیار بالایی در سطوح جهانی برخوردار است.	دانش نیویورک هرگز در زمینه بومی و محلی عملکرد قابل قبولی نداشته است.
-------------	--	--	--	--

۴-۴- نقاط ضعف برنامه‌های بیست‌ساله شهرهای جهانی لندن و نیویورک از نظر انجمن دمو

با توجه به اهمیت ابعاد اجتماعی و فرهنگی در ارزیابی عملکرد شهرهای جهانی، بررسی دیگری توسط انجمن دمو و با تمرکز بر برنامه‌های بلندمدت لندن و نیویورک انجام شده است. این بررسی علاوه بر ابعاد اقتصادی و زیرساختی، موضوعاتی همچون توسعه سرمایه اجتماعی با تمرکز بر فرهنگ، حفاظت از دارایی‌های طبیعی و ارتقای زیست‌پذیری را نیز مورد توجه قرار می‌دهد و از این منظر، تصویری جامع‌تر از چالش‌های پیش روی دو شهر ارائه می‌کند. مقایسه نتایج این بررسی با یافته‌های پرات می‌تواند به شناسایی وجوه مشترک و تفاوت‌های موجود در رویکردهای توسعه‌ای لندن و نیویورک کمک کند و زمینه مناسب‌تری برای تحلیل عدالت فضایی و تجربه فرهنگی در ادامه پژوهش فراهم آورد. یافته‌های این بررسی در جدول زیر ارائه شده است.

جدول ۵- انتقادات مطرح شده به برنامه‌های بیست‌ساله لندن و نیویورک (Rogers & Ussher, 2021)

شاخص‌ها	خصیصه‌های موجود در طرح لندن	انتقادات مطرح شده نسبت به لندن	خصیصه‌های موجود در طرح نیویورک	انتقادات مطرح شده نسبت به نیویورک
اقتصاد جهانی با رویکرد رقابت‌پذیری و تاب‌آوری	لندن با تکیه بر حمل‌ونقل هوایی مسیر سریع جهانی‌شدن را پیمود.	لندن ضعف‌های جدی در هتلداری و اسکان مسافران ایام خاص دارد.	حمل‌ونقل هوایی نیویورک بسیار قوی و همه‌جانبه عمل می‌نماید.	خط‌هوایی نیویورک به سبب حضور شرکت‌های مختلف هوایی بسیار شلوغ است.
	کشتی‌ها و قایق‌های انگلیسی قابلیت تعاملات تجاری را فراهم کرده‌اند.	صنعت کشتی‌سازی انگلیس وابستگی زیادی به کارگران مهاجر دارد.	کشتی‌های نظامی و معمولاً هزینه‌هایی بسیار بیشتر از سایر دنیا اخذ می‌کنند.	کشتی‌های نیویورک معمولاً هزینه‌هایی بسیار بیشتر از سایر دنیا اخذ می‌کنند.
	مسیرهای جاده‌ای از زیر آب برای ارتباط سواره با فرانسه وجود دارد.	مشکلات مربوط به پارکینگ و پارک خودرو در مرکز لندن وجود دارد.	مسیرهای جاده‌ای نیویورک با کیفیت بسیار بالایی عمل نموده و نگهداری می‌شوند.	مسیرهای جاده‌ای نیویورک به‌خاطر آفتاب شدید، معمولاً ترک‌خورده هستند.
توسعه سرمایه‌های اجتماع‌محور با تمرکز بر بعد فرهنگی	قومیت‌های مختلف در مشاغل همسان بدون تبعیض بکار گرفته شده‌اند.	اقوام مختلف هنگام مسابقات ورزشی نشانه‌های خشونت بروز می‌دهند.	قومیت‌های مختلف در کنار یکدیگر در نیویورک زندگی مسالمت‌آمیزی دارند.	سیاه‌پوستان هرازگاهی به خشونت متصل شده و. عده‌ای را با سلاح می‌کشند.
	رویدادهای فرهنگی قابل توجهی موسیقی و فیلم در حال برگزاری است.	عناصر مطبوعاتی و رسانه‌ای اعتبار خود را نزد مردم از دست داده است.	رویدادهای فرهنگی مرتب و به‌صورت همه‌جانبه در محلات نیویورک برگزار می‌شوند.	رویدادهای فرهنگی در نیویورک بسیار پرهزینه و شلوغ هستند.
	فستیوال‌های چینی‌ها به‌عنوان بزرگ‌ترین قوم مهاجر لندن برگزار می‌شود.	تنوع قومی برخلاف نظر مدیران شهری باعث شکاف فرهنگی آن‌هاست.	فستیوال‌های گروه‌های خاص در نیویورک به‌طور منظم برگزار می‌شوند.	فستیوال‌های تمام گروه‌های خاص باید با اخذ مجوز از پلیس ایالتی همراه باشد.
حفظ دارایی‌های طبیعی و افزایش زیست‌پذیری	روداخانه تایمز بزرگ‌ترین سرمایه و محور گردشگری لندن است.	روداخانه تایمز با آلودگی بسیار و اشاعه آلودگی‌های تنفسی روبرو است.	سنترال پارک در نیویورک به‌مثابه شش‌های تنفسی مردم شهر عمل می‌کند.	سنترال پارک در معرض آلودگی‌های زیست‌محیطی بسیاری قرار گرفته است.
	نوسازی و بهسازی دائمی ساختمان‌های شهر مدنظر شهرداری است.	ساختمان‌های فرسوده لندن بسیار زیاد و غیرقابل کنترل است.	نوسازی در نیویورک به‌صورت سیستماتیک و	نوسازی کردن در نیویورک مستلزم پرداخت هزینه



به کمک شهرداری صورت می‌گیرد.	زیاد بدون در نظر گرفتن وام است.			
------------------------------	---------------------------------	--	--	--

پس از بررسی اسناد به این نتیجه رسیده است که تجارب فرهنگی در عرصه شهرهای جهانی لندن و نیویورک با اینکه بسیار پر هزینه و فکر شده هستند، اما با ماهیت عدالت‌محوری در شهرها منطبق نبوده و باتوجه به شاخص‌های برآمده از معیارهای عدالت‌خواهی، مردم‌سالاری و تنوع بسیار ضعیف عمل نموده است و تجارب فرهنگی خویش را تنها در انحصار گروهی خاص و سرمایه‌دار قرار می‌دهد که می‌توانند دسترسی بهتری را برای خویش به این امکانات فراهم نمایند.

۵- تحلیل داده‌ها

در این بخش، داده‌ها و شاخص‌های استخراج‌شده بر اساس مبانی نظری پژوهش و سه بعد عدالت‌خواهی، مردم‌سالاری و تنوع مورد تحلیل قرار می‌گیرند. ابتدا با بررسی و مقایسه وزن و اولویت ابعاد اصلی، اهمیت نسبی هر یک از معیارهای شهر عدالت‌محور در ارتباط با دسترسی به تجربه فرهنگی مشخص می‌شود؛ سپس با استفاده از نتایج مدل ساختاری و شاخص‌های استخراج‌شده، مؤلفه‌های هر یک از ابعاد شناسایی و اولویت‌بندی می‌شوند. در ادامه، نتایج امتیازدهی شاخص‌ها برای دو شهر جهانی لندن و نیویورک ارائه شده و میزان و الگوی تفاوت آنها مورد مقایسه قرار می‌گیرد. در نهایت، با تلفیق نتایج حاصل از تحلیل شاخص‌ها، تصویری از وضعیت عدالت فضایی در دسترسی به تجربه فرهنگی در دو شهر ارائه شده و مهم‌ترین نقاط قوت، ضعف و اولویت‌های مداخله برای تحقق شهر جهانی عدالت‌محور تبیین می‌شود.

۵-۱- مقایسه عدالت فضایی شهرهای جهانی لندن و نیویورک

با توجه به عوامل متعدد مؤثر در توزیع عدالت در شهرهای جهانی ابتدا از طریق بررسی و مطالعه اسناد و متون مرتبط با موضوع پژوهش و بهره‌گیری از آرای کارشناسان، ارزیابی کلی از محورهای معیارهای عدالت فضایی در عرصه جهانی شدن صورت گرفت که بر اساس آن سه محور اصلی برای توسعه آن با رویکرد دسترسی به تجربه فرهنگی تعیین شد و سپس به اولویت‌بندی آنها از طریق تشکیل ماتریس مربوط پرداخته می‌شود.

جدول ۶ - ترتیب اولویت و اهمیت هر یک از معیارها

کد عامل	محورهای ارزیابی	وزن هر عامل	ترتیب اهمیت
F1	اصول معطوف به عدالت‌خواهی	۰,۳۶۵	۱
F2	اصول معطوف به مردم‌سالاری	۰,۱۳۲	۳
F3	اصول معطوف به تنوع	۰,۲۹۵	۲

۵-۲- آزمون مدل ساختاری

بعد از شناسایی محورها و ابعاد اصلی توزیع عدالت فضایی در شهرهای جهانی با رویکرد دسترسی به تجربه فرهنگی از لحاظ مشکلات و موانعی که بر سر راه هر یک از ابعاد توسعه آن‌ها وجود دارد، به شناسایی عوامل مهم در هر کدام از ابعاد بر اساس اولویت‌بندی هر کدام از گزینه‌ها پرداخته شد، این جدول برآمده از مبانی پژوهش جهانی شدن و شهر عدالت‌محور فاینشتاین به صورت همراه است (جدول ذیل). البته باید توجه داشت که هر یک از گزینه‌ها نیز مهم بوده و باید تمهیداتی برای اجرای مؤثر آنها به کار گرفته شود.

جدول ۷- نتایج حاصل از تبیین مدل شهر جهانی عدالت‌محور

نماد	رتبه	محورها
A		۱- بعد عدالت‌خواهی
A1	۱-۱	تأمین خانه برای کم‌درآمدها
A2	۱-۲	ذخائر مسکن ارزان قیمت
A3	۱-۳	عدم جابه‌جایی غیرضروری خانوارها
A4	۱-۴	در نظر گرفتن منافع کارگران و کارمندان
A5	۱-۵	اشتغال‌زایی و افزایش امکانات رفاهی
A6	۱-۶	پایین‌بودن کرایه‌های درون‌شهری

۱-۷	A7	جلوگیری از منفعت مستقیم ثروتمندان
	B	۲- بعد مردم سالاری
۲-۱	B1	معرفی نمایندگان گروه‌ها در تصمیم‌گیری
۲-۲	B2	مشاوره گرفتن از مردم در توسعه شهر
۲-۳	B3	دقت در برنامه محدوده‌های غیرمسکونی
	C	۳- بعد تنوع
۳-۱	C1	جلوگیری از ایجاد جوامع محلی جدید
۳-۲	C2	عدم تبعیض در ضوابط پهنه‌بندی
۳-۳	C3	لزوم نفوذپذیری مرزهای مختلف
۳-۴	C4	متنوع و در دسترس بودن فضاهای عمومی
۳-۵	C5	مختلط تعریف شدن کاربری زمین

جدول شاخص‌های معرفی شده برای شهر جهانی عدالت‌محور لندن و نیویورک به ترتیب در جداول ۸ و ۹ نمایش داده می‌شوند. این شاخص‌ها در این دو شهر جهانی تفاوت معناداری ندارد و این موضوع به‌خاطر این است که نه تنها تفاوت معناداری در عصر معاصر میان شهرهای جهانی وجود ندارد، بلکه موضوع عدالت نیز منظومه‌ای همه‌شمول و هم‌راستاست.

جدول ۸- نمره‌دهی به شهر جهانی عدالت‌محور لندن با رویکرد دسترسی به تجربه فرهنگی

نماد	محورها	محورها
A	۱- بعد عدالت‌خواهی	
A1	تأمین خانه برای کم‌درآمدها	۰,۵۳۲
A2	ذخائر مسکن ارزان‌قیمت	۰,۴۹۵
A3	عدم جابه‌جایی غیرضروری خانوارها	۰,۳۹۹
A4	در نظر گرفتن منافع کارگران و کارمندان	۰,۲۹۵
A5	اشتغال‌زایی و افزایش امکانات رفاهی	۰,۲۸۴
A6	پایین بودن کرایه‌های درون‌شهری	۰,۲۵۱
A7	جلوگیری از منفعت مستقیم ثروتمندان	۰,۲۳۳
B	۲- بعد مردم سالاری	
B1	معرفی نمایندگان گروه‌ها در تصمیم‌گیری	۰,۱۹۹
B2	مشاوره گرفتن از مردم در توسعه شهر	۰,۱۴۱
B3	دقت در برنامه محدوده‌های غیرمسکونی	۰,۱۱۹
C	۳- بعد تنوع	
C1	جلوگیری از ایجاد جوامع محلی جدید	۰,۳۶۱
C2	عدم تبعیض در ضوابط پهنه‌بندی	۰,۳۱۰
C3	لزوم نفوذپذیری مرزهای مختلف	۰,۲۸۵
C4	متنوع و در دسترس بودن فضاهای عمومی	۰,۲۴۶
C5	مختلط تعریف شدن کاربری زمین	۰,۲۰۱

نتایج حاصل از امتیازدهی شاخص‌های شهر جهانی عدالت‌محور لندن نشان می‌دهد که در میان ابعاد مورد بررسی، شاخص‌های مرتبط با عدالت‌خواهی از وزن بالاتری برخوردار بوده‌اند و پس از آن شاخص‌های مربوط به تنوع و مردم سالاری قرار گرفته‌اند. در این میان، تأمین خانه برای کم‌درآمدها با وزن ۰,۵۳۲، ذخائر مسکن ارزان‌قیمت با وزن ۰,۴۹۵ و عدم جابه‌جایی غیرضروری خانوارها با وزن ۰,۳۹۹ بیشترین امتیاز را به خود اختصاص داده‌اند، در حالی که دقت در برنامه محدوده‌های غیرمسکونی با وزن ۰,۱۱۹ کمترین امتیاز را داشته است. این نتایج بیانگر آن است که در ارزیابی وضعیت لندن، مؤلفه‌های مرتبط با توزیع عادلانه



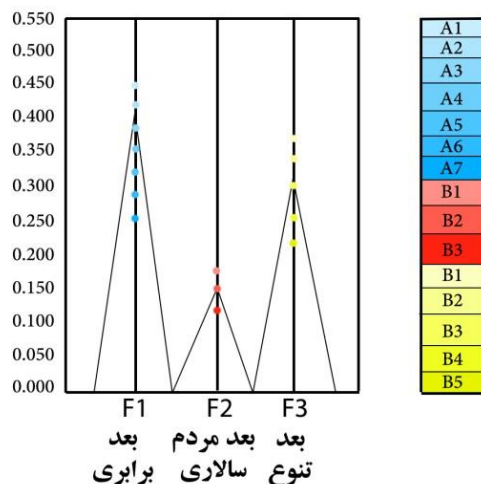
منابع و تأمین نیازهای گروه‌های کم‌برخوردار اهمیت بیشتری یافته‌اند. برای بررسی امکان مقایسه این الگو با شهر جهانی نیویورک، امتیاز شاخص‌های متناظر این شهر نیز در جدول ۹ ارائه شده است.

جدول ۹- نمره‌دهی به شهر جهانی عدالت‌محور نیویورک با رویکرد دسترسی به تجربه فرهنگی

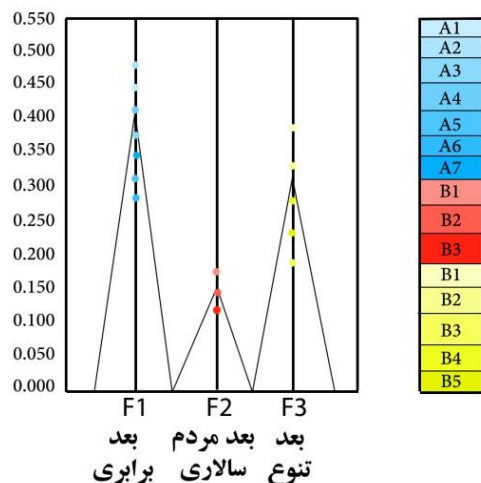
نماد	محورها	محورها
A	۱- بعد عدالت‌خواهی	
A1	تأمین خانه برای کم‌درآمدها	۰,۴۸۵
A2	ذخائر مسکن ارزان‌قیمت	۰,۵۲۲
A3	عدم جابه‌جایی غیرضروری خانوارها	۰,۳۸۷
A4	درنظرگرفتن منافع کارگران و کارمندان	۰,۴۲۴
A5	اشتغال‌زایی و افزایش امکانات رفاهی	۰,۳۰۳
A6	پایین‌بودن کرایه‌های درون‌شهری	۰,۲۸۹
A7	جلوگیری از منفعت مستقیم ثروتمندان	۰,۳۷۴
B	۲- بعد مردم‌سالاری	
B1	معرفی نمایندگان گروه‌ها در تصمیم‌گیری	۰,۲۲۱
B2	مشاوره گرفتن از مردم در توسعه شهر	۰,۱۸۲
B3	دقت در برنامه محدوده‌های غیرمسکونی	۰,۱۲۴
C	۳- بعد تنوع	
C1	جلوگیری از ایجاد جوامع محلی جدید	۰,۴۰۲
C2	عدم تبعیض در ضوابط پهنه‌بندی	۰,۳۹۵
C3	لزوم نفوذپذیری مرزهای مختلف	۰,۲۱۶
C4	متنوع و در دسترس بودن فضاهای عمومی	۰,۳۰۱
C5	مختلط تعریف‌شدن کاربری زمین	۰,۲۸۵

نتایج امتیازدهی شاخص‌های شهر جهانی عدالت‌محور نیویورک نشان می‌دهد که در میان شاخص‌های مورد بررسی، ذخائر مسکن ارزان‌قیمت با وزن ۰,۵۲۲، تأمین خانه برای کم‌درآمدها با وزن ۰,۴۸۵ و درنظرگرفتن منافع کارگران و کارمندان با وزن ۰,۴۲۴ بیشترین اهمیت را به خود اختصاص داده‌اند. در مقابل، شاخص دقت در برنامه محدوده‌های غیرمسکونی با وزن ۰,۱۲۱، کمترین امتیاز را در میان شاخص‌های مورد بررسی داشته است. این نتایج نشان می‌دهد که در ارزیابی عدالت فضایی نیویورک نیز مؤلفه‌های مرتبط با تأمین مسکن، حمایت از گروه‌های کم‌برخوردار و توجه به منافع گروه‌های شغلی و اجتماعی از اهمیت بیشتری برخوردارند. در مجموع، الگوی امتیازدهی نیویورک بیانگر آن است که ابعاد عدالت‌خواهی و توجه به گروه‌های اجتماعی مختلف، نقش برجسته‌تری در تحقق شهر عدالت‌محور این شهر دارند و می‌توان از این الگو برای مقایسه تطبیقی با نتایج حاصل از شهر لندن استفاده کرد.

امتیازبندی‌ها بر مبنای مطالعات اسناد مربوطه (Pratt, 2020; Rogers and Ussher, 2021) صورت پذیرفته است، لذا نکته حائز توجه همگرایی نتایج است، به صورتی که بعد عدالت‌خواهی در درجه اول و پس از آن به ترتیب ابعاد تنوع و مردم‌سالاری قرار دارند. سنتز نهایی اقدامات اجرایی بر اساس تلفیق اقدامات و ترسیم نمودار تجزیه و تحلیل حساسیت کارایی به شکل ذیل به‌دست آمد:



تصویر ۶- نتایج تلفیقی حاصل از تمامی ابعاد سلسله‌مراتبی شهر جهانی عدالت‌محور لندن



تصویر ۷- نتایج تلفیقی حاصل از تمامی ابعاد سلسله‌مراتبی شهر جهانی عدالت‌محور نیویورک

از حیث شاخص‌ها نیز در شهر لندن شاخص‌های تأمین خانه برای کم‌درآمدها (۰,۵۳۲)، ذخائر مسکن ارزان قیمت (۰,۴۹۵) و عدم جابه‌جایی غیرضروری خانوارها (۰,۳۹۹) مهم‌ترین شاخص‌ها هستند و در نقطه مقابل در شهر نیویورک شاخص‌های ذخائر مسکن ارزان قیمت (۰,۵۲۲)، تأمین خانه برای کم‌درآمدها (۰,۴۸۵) و در نظر گرفتن منافع کارگران و کارمندان (۰,۴۲۴) مهم‌ترین شاخص‌ها هستند. کم‌اهمیت‌ترین شاخص نیز در هر دو شهر لندن و نیویورک شاخص دقت در برنامه محدوده‌های غیرمسکونی (به ترتیب ۰,۱۱۹ و ۰,۱۲۴) است.

۶- یافته‌ها و بحث

۶-۱- عدالت فضایی و جهانی‌شدن

تجربه لندن: لندن یک دوره قابل ملاحظه را تجربه کرده است، دوره‌ای که در خلال ۲۰ سال گذشته در نتیجه غلبه خدمات مالی و تجاری خویش بر گستره جهانی حاصل شده بود و از پیامدهای آن تولید مشاغل با میزان درآمد بسیار زیاد بود. این تغییر باعث شد تا قیمت مسکن به طرز فوق‌العاده‌ای افزایش یافته و از حالت استطاعت‌پذیری خارج شود. بحران مالی سبب بروز سؤالی شد که در ادامه نظریات جهانی ساسن قابل پیگیری بود که به پیش‌بینی مرکزیت خدمات مالی و تجاری اشاره داشت. گرچه این که لندن به منزلت جهانی خواهد رسید قابل پیش‌بینی است، اما احتمال دارد غلبه بانک‌ها و نظام‌های مالی پاشنه آشیل لندن در حداقل یک دوره زمانی کوتاه باشد، این می‌تواند آثار منفی بر زندگی مردم آن داشته باشد. آنچه که ساسن هم در نظریه قطبی شدن بدان اشاره کرده بود (Sassen, 1991). درحالی که تأثیرات بحران اقتصادی و رکود باعث افزایش بیکاری شده است، هنوز مشخص نیست که این تأثیری بر افراد با مهارت یا گروه‌های پردرآمد هم داشته باشد یا خیر اگر این گونه باشد، جریان رشد آرام‌تر



یا حتی وارونه خواهد شد و طبقات متوسط و مهاجران تعیین کننده هستند. آنچه مبرهن است از دست رفتن فرصت‌های شغلی بسیار و کاهش درآمدهاست و طبق قانون و نظام بانکی این کاهش درآمدها و افزایش قیمت خانه‌ها توجیه شده است. تنها زمانی لندن و نیویورک موقعیت خویش را باز خواهند یافت که تغییری دائمی در قدرت اقتصادی و مالی کشورهای جنوب شرق آسیا به وجود آید.

در اینجا باید عنوان کرد که لندن شهرتی جهانی دارد و این از تاریخچه آن قابل برداشت است. لندن قلب اقتصاد اروپاست و به عنوان مرکز بریتانیا قدرت سیاسی انکارناپذیری را در اختیار دارد. لندن یک شهر جهانی چندفرهنگی تمام عیار است، به این معنا که مصداق کامل ترین نوع شهر جهانی به لحاظ ارتباطات و مراودات و جامع ترین شهر چندفرهنگی به طول تمام تاریخ خود است. لندن را باید با نهادهای فکری و سیاست‌های محافظه کارانه انگلیسی عجین دانست، بنابراین توانسته موقعیت خویش را در خلال سالیان متمادی حتی با وجود فراز و نشیب‌های بسیار زیادی که تجربه کرده است، حفظ نماید.

تجربه نیویورک: این شهر جهانی توسط ساسکیا ساسن در ۱۹۹۱ میلادی توصیف گردید و افق آن به سمت چندملیتی وسعت یافت، آینده نیویورک یا به طور مشخص خیابان وال ریشه در تجارت آزاد، بازارهای باز، نظام‌های حکومتی، بهبودی تبادل اطلاعات جدید و جریان‌های سرمایه گسترده در سراسر جهان دوانده است (Sassen, 1991)؛ بنابراین نهادهای مالی جهانی در سال ۲۰۰۸ میلادی در حال فروپاشی بودند. بانک‌های سرمایه‌گذاری خیابان وال در «مناظره‌ای سمی» و ورشکستگی به دام سایر ملت‌ها افتادند. در سال ۲۰۰۹ میلادی نزدیک به ۲۰۰ هزار فرصت شغلی در آن شهر از بین رفت.

مؤسسه راسل سیف پیشنهاد داد که نیویورک می‌تواند با کارآفرینی در اجتماعات مهاجران شهری از این بحران موفق بیرون آید. اما قطبی شدن سریع «شهر دوگانه» در سال ۱۹۹۱ میلادی توسط جان اچ مولنکاپف و مانوئل کاستلز پیش‌بینی شده بود که تحلیلی از گفتمان شهر تفکیک شده تام ولف در اثر «آتشی تا انتها» در سال ۱۹۸۷ میلادی به حساب می‌آید (Mollenkopf and Castells, 1991). رؤیای شهر جهانی، یک مکان بی‌انتهای قدرت و ثروت، بدون مرگ اما در معرض خطر به سر می‌برد. در انتها لازم است یادآور شویم که نیویورک از قدرت‌های بلامنازع جهانی است و با ایجاد نظم از بالا به پایین شرایط چندفرهنگی‌شان را به جامعه خویش تحمیل نموده است. لیگ جهانی شدن به رهبری نیویورک بازی‌های خود را در عرصه جهانی به کمک مراودات اقتصادی و مناسبات سیاسی صورت می‌دهد و این در حالی است که این لیگ دسته دومی را به راه نینداخته است.

۶-۲- تجربه فرهنگی با تأکید بر مدل پژوهش

تجربه لندن: در مدل پژوهش معیارهای سه‌گانه عدالت‌خواهی، مردم‌سالاری و تنوع وجود دارند. از طرفی دیگر لندن باتجربه غنی فرهنگی یکی از مراکز اصلی گردشگری بریتانیاست و یکی از صنایع مهم این شهر محسوب می‌شود و میزان درآمد حاصل از گردشگران سالانه ۱۵ میلیارد پوند است. لندن با داشتن ۱۴ میلیون گردشگر بین‌المللی پربازدیدترین شهر در اروپا محسوب می‌شود. در سال ۲۰۲۰ میلادی ۱۰ مکان پربازدید در شهر لندن به شرح زیر است: موزه بریتانیا، تیت مدرن، نگارخانه ملی لندن، موزه تاریخ طبیعی لندن، چشم لندن، موزه علوم، موزه ویکتوریا و آلبرت، موزه مادام توسو، موزه ملی دربانوردی لندن و برج لندن. در این راستا مدیریت شهری در لندن در راستای عدالت‌خواهی سعی در تأمین خانه برای کم‌درآمدها، ذخائر مسکن ارزان قیمت، عدم جابه‌جایی غیرضروری خانوارها، در نظر گرفتن منافع کارگران و کارمندان، اشتغال‌زایی و افزایش امکانات رفاهی، پایین‌بودن کرایه‌های درون‌شهری و جلوگیری از منفعت مستقیم ثروتمندان داشته است.

بسیاری از خرده‌فرهنگ‌ها در لندن سبب شده‌اند که برقراری مناسبات فرهنگی در این شهر جهانی به‌سادگی برگزاری در حد مراسمات موردانتظار برای کشورهای جهان سوم نباشد. چرا که وظیفه تأمین امنیت در کنار برقراری آزادی برای خرده‌فرهنگ‌ها همواره سبب می‌شود که بسیاری از اتفاق‌ها و رویدادهای مسالمت‌آمیز در نهایت به تنش و درگیری منجر شود. چرا که بسیاری از آداب‌ورسوم برای مردمی خاص، برای سایر اقوام می‌تواند تحریک‌کننده و یا حتی ناراحت‌کننده باشد و این به نوبه خود، محل هم‌زیستی و زندگی صلح‌آمیز در سراسر لندن می‌شود. نمونه آن را می‌توان در برگزاری مسابقات فوتبال میان ارسال، چلسی، وستهم، برنتفورد، کریستال پالاس و تاتنهام مشاهده کرد، جایی که پلیس مجبور است با گاز اشک‌آور و باتوم از طرفداران متضاد فوتبال پذیرایی نماید. البته مدیریت شهری در لندن باتوجه‌به موضوعات عدالت‌خواهی همواره سعی بر آن داشته است تا حد ممکن رضایت اکثریت‌ها را فراهم آورده و حتی از نادیده شدن اقلیت‌ها نیز جلوگیری به عمل آورده و زیست‌پذیری بالای لندن خود گواه بر این مدعاست.

تجربه نیویورک: مدل پژوهش سه‌گانه عدالت‌خواهی، مردم‌سالاری و تنوع در این جا نیز مطمح نظر است. همچنین نیویورک که به لحاظ فرهنگی بسیار سرشار است، عمده‌ترین مرکز گردشگری ایالات متحده به حساب می‌آید و گردشگری هم نقش



مهمی در اقتصاد این شهر ایفا می‌نماید و میزان درآمد حاصل از گردشگران سالانه ۲۵ میلیارد دلار است. نیویورک با داشتن ۲۰ میلیون گردشگر بین‌المللی پربازدیدترین شهر در امریکا محسوب می‌شود. در سال ۲۰۲۰ میلادی ۱۰ مکان پربازدید در شهر نیویورک به شرح زیر است: مجسمه آزادی، میدان تایمز (با نمایشگرهای بزرگ و فروشگاه‌هایش)، سنترال پارک، پل بروکلین، موزه متروپلیتن هنر، ساختمان امپایر استیت، ترمینال بزرگ مرکزی، مرکز تجارت جهانی، رصدخانه وان ورد در مرکز تجارت جهانی و مجموعه فریک. مدیریت شهری در نیویورک در راستای تقویت بعد تنوع بر جلوگیری از ایجاد جوامع محلی جدید، عدم تبعیض در ضوابط پهنه‌بندی، لزوم نفوذپذیری مرزهای مختلف، متنوع و در دسترس بودن فضاهای عمومی و مختلط تعریف‌شدن کاربری زمین متمرکز شده است.

نیویورک شهری سیاسی است، جایی که رقابت فزاینده آن در عرصه سیاست با واشنگتن همواره مدنظر بوده است و از سویی دیگر آستن بسیاری از تنش‌های مربوط به تنوع‌های قومی و دینی است. در نیویورک بسیاری از اعمالی که در سایر ایالت‌ها آزاد است، ممنوعیت دارد، چرا که نظم سیاسی حاکم بر این مادرشهر جهانی همواره برای مدیران شهری اهمیت فراوان داشته و هرگز به دنبال ایجاد تجارب فرهنگی غیر قابل پیش‌بینی نبوده است. همچنین رعایت اصل آزادی به‌عنوان یکی از شعارهای ایالات متحده در نیویورک مبنای ویژه‌ای داشته، تا جایی که بسیاری از رویدادهای فرهنگی و فستیوال‌های مهم در امریکا، ابتدا در نیویورک به‌صورت الگوی اولیه اجرا شده و سپس در سایر ایالت‌های پیش‌گام در مناسبات فرهنگی مانند کالیفرنیا به وقوع می‌پیوندد؛ بنابراین بی‌انصافی نیست اگر گفته شود که نیویورک در واقع امریکای کوچک و کامل‌ترین نمونه تحقق تنوع زیستی در سراسر ایالات متحده است. نیویورک با داشتن طیف وسیعی از موزه‌ها و پارک‌ها پذیرای گردشگران از سراسر جهان است و آزادی را به طور کامل در کنار امنیت فراهم نموده و اجازه می‌دهد تا سلیقه‌های مختلف امکان خودنمایی و ظهور و بروز پیدا کنند.

۷- نتیجه گیری

در این پژوهش، عدالت فضایی در ارتباط با جهانی‌شدن و دسترسی به تجربه فرهنگی در دو شهر جهانی لندن و نیویورک مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در هر دو شهر، معیارهای اصلی شهر عدالت‌محور در چارچوب نظری فاینشتاین از اهمیت بالایی برخوردارند و تفاوت اصلی بیشتر در میزان اهمیت و اولویت برخی شاخص‌ها مشاهده می‌شود. در شهر لندن، تأمین خانه برای کم‌درآمدها با وزن ۰,۵۳۲، ذخائر مسکن ارزان‌قیمت با وزن ۰,۴۹۵ و عدم جابه‌جایی غیرضروری خانوارها با وزن ۰,۳۹۹ در زمره مهم‌ترین شاخص‌ها قرار گرفتند. در نیویورک نیز ذخائر مسکن ارزان‌قیمت با وزن ۰,۵۲۲، تأمین خانه برای کم‌درآمدها با وزن ۰,۴۸۵ و در نظر گرفتن منافع کارگران و کارمندان با وزن ۰,۴۲۴ بیشترین اهمیت را داشتند. در مقابل، شاخص دقت در برنامه‌ریزی محدوده‌های غیرمسکونی در هر دو شهر از کمترین میزان اهمیت برخوردار بود. همچنین مقایسه تجربه فرهنگی دو شهر نشان داد که هر دو از ظرفیت‌های فرهنگی گسترده‌ای برخوردارند، اما تفاوت در سابقه تاریخی، تنوع فرهنگی، ساختار اجتماعی و نحوه سازمان‌دهی رویدادها موجب تفاوت در تجربه فرهنگی شهروندان و بازدیدکنندگان شده است. بر این اساس، تقویت دسترسی عادلانه به تجربه فرهنگی مستلزم توجه هم‌زمان به عدالت در توزیع منابع، مشارکت گروه‌های مختلف، حفظ تنوع اجتماعی و فرهنگی و جلوگیری از تمرکز منافع و امکانات در اختیار گروه‌های خاص است. در نهایت به ارائه راهکارهای عملیاتی برای حفظ جایگاه لندن و نیویورک در بالاترین سطح لیگ شهرهای جهانی و عدالت‌محوری در سال‌های آینده مبادرت ورزیده می‌شود:

- دقت بر پایین‌بودن هزینه‌های حمل‌ونقل عمومی در مراکز شهری؛
- پایین‌بودن هزینه استفاده از برنامه‌ها و تجمعات فرهنگی شهری؛
- ارزان‌بودن خانه در محل‌های سکونت قشر متوسط و پایین جامعه؛
- جلوگیری از اعیانی‌سازی و اخراج جمعیت بومی ساکن در بافت‌ها؛
- لزوم بازتوزیع منفعت میان تمام گروه‌های جمعیتی به‌صورت عادلانه؛
- مشارکت و مشورت‌گرفتن از گروه‌های جمعیتی در برنامه‌ریزی برای محلات شهری؛

- اشتغال‌زایی برای تمام گروه‌ها به‌خصوص در عرصه فعالیت‌های فرهنگی؛
- لزوم تعریف کاربری مختلط به‌خصوص در مراکز بزرگ شهری؛
- بازتعریف مرزها و قلمروهای کاربری‌های عمومی به نفع عموم مردم؛
- لحاظ کردن تمام اقشار جمعیتی در نظام پهنه‌بندی و تراکم‌دهی.

پی‌نوشت

1 Susan S. Fainstein
2 Rawlsian tradition
3 Open communication
4 Equity
5 Democracy
6 Diversity
7 Elmhurst
8 KOF Swiss Economic Institute
9 GaWC World Cities map 2024
10 PCI Mori Japanese 2024 Report
11 Kearney 2024 Resurgent in GC
12 EM
13 LS
14 smart PLS
15 GaWC World Cities map 2024
16 PCI Mori Japanese 2024 Report

حامیان مالی: این مقاله حامی مالی و معنوی نداشته است.

مشارکت نویسندگان: در این بخش نویسندگان تایید می‌کنند که همگی در مقاله سهیم بوده‌اند

اعلام عدم تعارض منافع: نویسندگان اعلام می‌دارند که در انجام این پژوهش هیچ‌گونه تعارض منافی برای آنان وجود نداشته است.

بیانیه شفافیت کاربری هوش مصنوعی: نویسندگان اعلام می‌کنند که از هوش مصنوعی ChatGPT به‌صورت محدود برای ویرایش متون و تصاویر و همچنین شناسایی منابع اولیه مرتبط با موضوع استفاده شده است. تمامی محتوای علمی، تحلیل‌ها، نتایج و مسئولیت نهایی مقاله بر عهده نویسندگان است.

قدردانی: ما از همه افراد برای مشاوره علمی در این مقاله سپاس‌گزاریم.

منابع

- جنکس، کریس. (۱۳۹۴). *خرده‌فرهنگ، تکه‌تکه‌شدن/اجتماع*. (هاشم آقایی‌پوری و جلیل سبحانی، مترجمان). تهران: جامعه‌شناسان.
- حاتمی‌نژاد، حسین، و راستی، عمران. (۱۳۸۵). عدالت اجتماعی و عدالت فضایی. *نشریه سیاسی-اقتصادی*، ۲۶۹-۲۷۰، ۸۲-۹۵.
- <https://ensani.ir/file/download/article/20101201110810-487.pdf>
- حبیبی، کیومرث، علیزاده، هوشمند، و مرادی‌مسیحی، وراز. (۱۳۹۰). بررسی و تحلیل وضعیت عدالت اجتماعی در ساختار فضایی شهر سنجند. *آرمان‌شهر* (۷)، ۱۱۳-۱۰۳.
- https://www.armanshahrjournal.com/article_32686_9333fc4f6668e916891b91645367a32a.pdf
- داداش‌پور، هاشم، و رستمی، فرامرز. (۱۳۹۰). بررسی و تحلیل نحوه توزیع خدمات عمومی شهری از دیدگاه عدالت فضایی. *مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای*، ۱/۱/۹، ۱۶۸-۱۷۱.
- https://jgrd.um.ac.ir/article_28023_b2101d2a4d2a5d44a3e59a2d0db0b61e.pdf
- رحمان، رضا. (۱۳۸۶). نقد و بررسی دیدگاه رادیکالیسم بر مکاتب فلسفی، اجتماعی و جغرافیا. *نشریه پیک نور*، ۵(۲)، ۴۶-۵۹.
- <http://noo.rs/26iGr>
- روستایی، شهرپور، ترکمن‌نیا، نعیمه، و حسینی، معصومه. (۱۳۹۳). بررسی تطبیقی عدالت فضایی در شاخص‌های ایمنی پارک‌های شهری. *مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای*، (۲۲)، ۱۰۹-۱۲۶.
- https://urs.ui.ac.ir/article_20100_b207db3481622882f3319cdaaf1fc617.pdf
- طارمی، علی. (۱۳۸۷). *سنجش فقر شهری در محله اسلام‌آباد زنجان با استفاده از GIS* (پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه زنجان).
- فاضلی، نعمت‌الله. (۱۳۹۲). *فرهنگ و شهر: چرخش فرهنگی در گفتمان‌های شهری* (چاپ دوم). تهران: انتشارات نیسا.
- فاینشتاین، سوزان اس. (۱۴۰۰). *عدالت شهری*. (محمدحسین شریف‌زادگان و راضیه موسوی خورشیدی، مترجمان). تهران: نشر آگاه.
- مرصوصی، نفیسه. (۱۳۸۲). *تحلیل فضایی عدالت اجتماعی در شهر* (رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس).
- مطهری، مرتضی. (۱۳۷۸). *جامعه و تاریخ* (چاپ دوازدهم). تهران: انتشارات صدا.

- هاروی، دیوید. (۱۳۷۹). *عدالت اجتماعی و شهر*. (فرخ حسامیان، مترجم). تهران: نشر پردازش و برنامه‌ریزی شهری.
- یونسکو. (۱۳۷۸). *آینده فرهنگ‌ها (مجموعه مقالات)*. (زهرا فروزان سپهر، مترجم). تهران: مؤسسه نشر فرهنگی آینده پویان.
- Acuto, M. (2024). *Localizing the Global City through the Invisible College – A (Political) Research Note*, <http://www.lboro.ac.uk/gawc/rb/rb301.html> . Paper no. 301.
- Atkinson, R. (2000). Measuring gentrification and displacement in Greater London. *Urban Studies*, 37(1), 149–166. <http://doi.org/10.1080/0042098002339>
- Beaverstock, J. V., Smith, R. G., & Taylor, P. J. (2024). A roster of world cities. *Cities*, (16), 445–458. [https://doi.org/10.1016/S0264-2751\(99\)00042-6](https://doi.org/10.1016/S0264-2751(99)00042-6).
- Beveridge, C., & Schuyler, D. (Eds.). (1997). *The papers of Frederick Law Olmsted: Vol. 3. Creating Central Park*. Johns Hopkins University Press.
- Brace, C. L. (1872). *The dangerous classes of New York, and twenty years' work among them*. Wynkoop & Hallenbeck. <https://www.gutenberg.org/ebooks/33431>.
- Brenner, N. (2024). *New state spaces: Urban governance and the rescaling of statehood*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199270057.001.0001>.
- Buck, N., Gordon, I., Hall, P., Harloe, M., & Kleinmann, M. (2002). *Working capital: Life and labour in contemporary London*. Routledge. <https://www.routledge.com/Working-Capital-Life-and-Labour-in-Contemporary-London/Buck-Gordon-Hall-Harloe-Kleinman/p/book/9780415279321>.
- Chernick, H. (Ed.). (2005). *Resilient city: The economic impact of 9/11*. Russell Sage Foundation. <https://www.russellsage.org/publications/book/resilient-city>.
- City of London Corporation. (2020). *Local implementation plan 2021–22: Draft for consultation*.
- Davidson, M., & Lees, L. (2005). New-build “gentrification” and London’s riverside renaissance. *Environment and Planning A*, 37, 1165–1190. <https://doi.org/10.1068/a3739>.
- Fainstein, S. S. (1997). Justice, politics, and the creation of urban space. In A. Merrifield & E. Swyngedouw (Eds.), *The urbanization of injustice* (pp. 18–44). New York University Press.
- Fainstein, S. S. (1999). Can we make the cities we want? In S. Body-Gendrot & R. Beauregard (Eds.), *The urban moment* (pp. 249–272). Sage.
- Fainstein, S. S. (2000). New directions in planning theory. *Urban Affairs Review*, 35(4), 451–478. <https://doi.org/10.1177/107808740003500401>.
- Fainstein, S. S. (2003). New directions in planning theory. In S. Fainstein & S. Campbell (Eds.), *Readings in planning theory*. Blackwell.
- Fainstein, S. S. (2009). Planning and the just city. In P. Marcuse, J. Connolly, J. Novy, I. Olivo, C. Potter, & J. Steil (Eds.), *searching for the just city*. Routledge.
- Fainstein, S. S. (2010). *The just city*. Cornell University Press. <https://doi.org/10.7591/9780801460487>.
- Fiévé, N., & Waley, P. (2023). *Japanese capitals in historical perspective: Place, power and memory in Kyoto, Edo and Tokyo*. Routledge.
- GaWC World Cities map. (2024). <https://gawc.lboro.ac.uk/gawc-worlds/the-world-according-to-gawc/world-cities-2024.html>
- Global Power City Index. (2024). *Global Power City Index 2024*. The Mori Memorial Foundation. <https://mori-m-foundation.or.jp/english/ius2/gpci2/2024.shtml>.
- Greater London Authority. (2002). *Creativity: London's core business*. Author.
- Hall, P. (2006). The metropolitan explosion. In N. Renner (Ed.), *The global cities reader*. Routledge. (Original work published 1966)
- Hamnett, C. (2003). Gentrification and the middle-class remaking of inner London, 1961–2001. *Urban Studies*, 40(12), 2401–2426. <https://doi.org/10.1080/0042098032000136138>.
- Hutchison, R. (Ed.). (2010). *Encyclopedia of urban studies*. SAGE.
- Kearney. (2024). *Resurgent in a world at risk: Global cities report*. Taylor & Francis. <https://www.kearney.com/industry/technology/article/-/insights/-/insights/the-2024-global-cities-report-the-2024-global-cities-report-resurgent-in-a-world-at-risk>.
- Keil, R. (Ed.). (2021). *The global cities reader*. Routledge. <https://www.routledge.com/The-Global-Cities-Reader/Keil/p/book/9780415323451>.
- Khosroshahi, A. (2015). *The just city: A critical discussion on Susan Fainstein's formulation* [Doctoral dissertation, Polytechnic University of Milan].
- KOF Swiss Economic Institute. (2025). *KOF Globalisation Index*. <https://kof.ethz.ch/en/forecasts-and-indicators/indicators/kof-globalisation-index.html>



- Mollenkopf, J. H., & Castells, M. (Eds.). (1991). *Dual city: Restructuring New York*. Russell Sage Foundation. https://books.google.com/books?id=NudMWz6_RmEC.
- Perry, W., & Maurer, B. (2023). *Globalization under construction: Governmentality, law, and identity*. University of Minnesota Press. <https://www.jstor.org/stable/10.5749/j.cttttchk>.
- Pratt, A. C. (2020). The cultural economy and the global city. In *International handbook of globalization and world cities*. <https://openaccess.city.ac.uk/id/eprint/12248/1/global%28CRO%29.pdf>
- Rawls, J. (1971). *A theory of justice* (1st ed.). Harvard University Press.
- Rawls, J. (1993). *Political liberalism*. Columbia University Press.
- Rawls, J. (1999). *A theory of justice* (2nd ed.). Harvard University Press.
- Rawls, J. (2001). *Justice as fairness: A restatement* (E. Kelly, Ed.). Harvard University Press.
- Roetz, H. (2006). *Cross-cultural issues in bioethics: The example of human cloning*. Rodopi.
- Rogers, B., & Ussher, K. (2021). *London and New York are the world-class cities with world-class challenges*. DEMOS.
- Rosenzweig, R., & Blackmar, E. (1992). *The park and the people: A history of Central Park*. Cornell University Press. <https://www.cornellpress.cornell.edu/book/9780801497513/the-park-and-the-people/>.
- Sassen, S. (1991). *The global city* (6th ed.). Princeton University Press.
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2019). *Research methods for business students* (8th ed.). Pearson.
- Semati, M. (2008). *Media, culture and society in Iran: Living with globalization and the Islamic States*. Routledge. <https://www.routledge.com/Media-Culture-and-Society-in-Iran-Living-with-Globalization-and-the-Islamic/Semati/p/book/9780415772167>.
- Smith, D., & Timberlake, M. (2022). Hierarchies of dominance among world cities: A network approach. In S. Sassen (Ed.), *Global networks, linked cities*.
- Taylor, P. J. (2023). Generating data for research on cities in globalization. *The Geographical Journal*, 98, 29–43.
- Taylor, P. J. (2024). *World city network: A global urban analysis*. Routledge.
- Taylor, P. J. (2025). Leading world cities: Empirical evaluations of urban nodes in multiple networks. *Urban Studies*, 42, 1593–1608. <https://doi.org/10.1080/00420980500185504>.
- Taylor, P. J., Walker, D. R. F., & Szegner, M. J. (2021). A new mapping of the world for the new millennium. *The Geographical Journal*, 167(3), 213–222.
- The London Plan. (2021). *The spatial development strategy for Greater London*. Mayor of London; Springer.

Contents

Investigating the Role of Green Management Policies on Employee Green Innovation with the Mediating Role of Environmental Anxiety and Affective Commitment to the Organization	7
Mohammad Keshavarz; Mohammad Hossein Kamani; Masoud Mirzadeh Koohshahi; Hossein Mohammadlou	
The Role of Urban Design in the Sustainability of Tabriz's Historical Texture with an Emphasis on the Development of Green Transportation in the Compact City	30
Farzad Zarbakhsh; Asghar Jahazi; Keyvan Shirafkan	
Metaverse Spiderweb Urban Design Theory with a Look at the Geographical Culture of Human-Centered and Environmental Areas	52
Ali Zeynali Azim	
A Physio-Spatial Typology of Iran's Extra-Urban Caravanserais Based on a Study of Their Architectural Role	79
Tooraj Khosravi Javid	
Optimizing Urban Project Implementation Processes through Digital Twin Smart Cities	100
Hamed Rasoli farah	
Analysis Globalization and Spatial Justice through Cultural Experience Accessibility, Emphasis on London and New York Experiences	131
Mohsen Motaharian; Maryam Mohammadi	



The Art of Green Management

Journal of Iran University of Art

New Publication, Vol.2, No.4, Winter 2025

Print ISSN 2717-0756

License Holder **University of Art**

Director-in-Charge

Seyed Hassan Soltani — Associate Professor, Department of Painting, Faculty of Visual Arts, University of Art, Tehran, Iran

Editor-in-Chief

Maryam Mohammadi — Associate Professor, Department of Urban Design, Faculty of Architecture and Urban Planning, University of Art, Tehran, Iran

Editorial Board (in alphabetical order)

Behnood Baramayevar — Associate Professor, Department of Architectural Technologies and Project Management, Faculty of Architecture and Urban Planning, Iran University of Art

Rima Fayaz — Associate Professor, Department of Architectural Technologies and Project Management, Faculty of Architecture and Urban Planning, Iran University of Art

Parviz Ghoddousi — Professor, Department of Civil Engineering, Faculty of Civil Engineering, Iran University of Science and Technology

Seyed Behshid Hosseini — Professor, Department of Architecture, Faculty of Architecture and Urban Planning, Iran University of Art

Seyed Ali Jozeyi — Professor, Department of Environmental Studies, Islamic Azad University, Tehran North Branch

Mehdi Khakzand — Associate Professor, Department of Landscape Architecture, Faculty of Architecture and Urban Planning, Iran University of Science and Technology

Asghar Mohammad Moradi — Professor, Department of Restoration of Historical Buildings, Faculty of Architecture and Urban Planning, Iran University of Science and Technology

Esmail Salehi — Associate Professor, Department of Environmental Planning, Faculty of Architecture and Urban Planning, University of Tehran

Mansoureh Tahbaz — Associate Professor, Department of Building, Faculty of Architecture and Urban Planning, Shahid Beheshti University

Managing Editor: Soodeh Negin Tajji

Graphic Designer: Sara Asgari

Literary and Technical Editor: Maryam Mohammadi

Lithography, Printing, and Binding: Iran University of Art

Address Journal of The Art of Green Management, University of Art, Bagh-e Melli, College,

No. 58, Sakhai St. Hafez St. Tehran, Iran.

Postal Code 11368 13518

E-Mail agm.journal@art.ac.ir

Phone (+98-21)66728845

Fax (+98-21)66728845

Website: www.agm.journal.art.ac.ir
