Iranian Urban Design Studies.2(1):255-284, 2025

Iranian Urban Design Studies (IUDS)

https://iuds.shirazu.ac.ir/

doi 10.22099/IUDS.2025.54327.1039

Abridged Paper | Original Research Paper

The Role of Social Dimensions in Sustainable Urban Design with an Emphasis on the Metaverse and Structural Equation Modeling: The Case of Tabriz Metropolis

Ali Zeynali Azim [1*], Solmaz Babazadeh Oskouei [2]

1. Postdoctoral researcher of Urban Design, Faculty of Architecture and Urban Planning, Tarbiat Dabir Shahid Rajaei University, Tehran, Iran.
2. Department of Architecture, Osk. C, Islamic Azad University, Osku, Iran.

Highlights

- The study integrates social and technological dimensions of sustainable urban design through the metaverse framework.
- Security, trust, and civic participation emerged as the most influential components in the Tabriz model.
- The metaverse acts as a mediator linking social interaction, equity, and cultural identity in urban sustainability

Abstract

The rapid growth of emerging technologies and the rise of the metaverse as a new platform for human interaction have opened new horizons in the field of urban design and planning. These interactive virtual environments can not only expand digital social spaces but also contribute to strengthening the social dimensions of urban sustainability. Accordingly, this study aims to analyze the role of social dimensions in sustainable urban design in the metropolis of Tabriz, with an emphasis on the metaverse. The research is applied in purpose and employs a quantitative survey-based methodology. Data were collected through a questionnaire administered to experts in urban planning and technology and were analyzed using structural equation modeling (SEM). The results indicate that metaverse interaction has a positive and significant effect on various dimensions of social sustainability, with the greatest impact observed in enhancing perceived security and institutional trust. Moreover, citizen participation, social cohesion, social inclusion, and place attachment were identified as key components of social sustainability, each playing an essential role within metaverse-based urban design frameworks. Therefore, the strategic utilization of metaverse capabilities can offer an innovative approach to strengthening social interactions, promoting spatial justice, and enhancing social sustainability in future metropolises, particularly in Tabriz.

Article Info

Received	27/03/2025
Revised	22/04/2025
Accepted	17/05/2025
Available Online	19/06/2025

Keywords

Sustainable Urban Design
Social Sustainability
Metaverse
Virtual Interactions
Tabriz Metropolis.

© [2025] by the author(s).

Citation of the article

Zeynali Azim, A., & Babazadeh Oskouei, S. (2025). The Role of Social Dimensions in Sustainable Urban Design with an Emphasis on the Metaverse and Structural Equation Modeling: The Case of Tabriz Metropolis. *Iranian Urban design studies,* 2(1), 255-284.

* Author Corresponding: Email: al.zeynaly@gmail.com Phone: 09301285463

Introduction: The rapid pace of urbanization in recent decades has generated complex challenges for urban planning and design, including increased pressure on infrastructure, spatial inequalities, and declining social cohesion. In this context, sustainable urban design has emerged as a comprehensive approach that integrates the physical, environmental, and social dimensions of urban development. Research shows that even with significant investments in physical infrastructure, sustainable urban development cannot be achieved without citizen participation, social trust, and a sense of belonging. At the same time, emerging technologies—particularly the metaverse—have opened new horizons for redefining urban management and design processes. As an interactive digital environment that links physical and virtual spaces, the metaverse enables the re-creation of urban environments, public consultations, and more transparent decision-making. However, most existing studies have concentrated on the technological or economic aspects of the metaverse, leaving its social implications relatively underexplored.

Despite its rich historical background and expanding technological infrastructure, the Tabriz metropolis faces challenges such as limited civic participation and weakened social trust. Therefore, the central question of this research is how the metaverse can enhance the social dimensions of sustainable urban design in Tabriz. The study aims to identify and explain the key social components influencing sustainable urban design through the integration of metaverse capabilities, employing Structural Equation Modeling (SEM) for data analysis. The findings are expected to provide a foundation for urban policies that strengthen participation, trust, security, and social inclusion, ultimately contributing to a more sustainable, participatory, and intelligent city.

Materials and Methods: This study employs an applied and descriptive–analytical research design based on expert-derived data to evaluate the role of social dimensions in sustainable urban design, with an emphasis on the metaverse in the Tabriz metropolis. The study population consisted of experts in urban planning, architecture, urban management, smart technologies, and social sciences. Participants were selected using a purposive snowball sampling technique to ensure that respondents possessed professional experience, subject-matter knowledge, and a theoretical understanding of the interconnections between technology and urban design.

To estimate the sample size and ensure the statistical power of the tests, G*Power software (version 3.1.9.7) was used to determine appropriate model parameters. Based on the requirements of structural equation modeling (SEM), a minimum of 287 experts was identified as the adequate sample size. This number satisfies the recommended thresholds for confirmatory factor analysis (CFA) and provides sufficient representation of the study's multidisciplinary scope.

Data were collected through a researcher-developed questionnaire derived from the theoretical framework and previous studies. The instrument contained 45 items structured across 15 indicators and 5 main dimensions: (1) social interaction and participation, (2) justice and equity, (3) security and trust, (4) urban identity and culture, and (5) urban metaverse technology. Each indicator was measured using three reflective items.

Content validity was confirmed through expert judgment and the Content Validity Index (CVI). Data normality was assessed using the Kolmogorov–Smirnov test, while sampling adequacy and sphericity were verified using the KMO index and Bartlett's test. Exploratory factor analysis (EFA) with principal component analysis and Varimax rotation confirmed the five-dimensional, fifteen-indicator model. The measurement model was tested using SPSS and AMOS version 26.

Internal consistency and composite reliability (Cronbach's alpha and CR) met the acceptable thresholds. Convergent validity was confirmed using the Average Variance Extracted (AVE), and discriminant validity was validated through the Fornell–Larcker criterion and the HTMT ratio. Common method bias was controlled through Harman's single-factor test. Model fit indices (χ^2/df, RMSEA, CFI, TLI, IFI, and GFI) indicated satisfactory measurement validity. Finally, the structural model was estimated, and the path coefficients, critical ratios, R^2, Q^2, f^2, and the overall Goodness of Fit (GoF) index demonstrated strong consistency between the proposed model and the expert data from Tabriz.

Findings: The results of this research confirm that sustainable urban design in Tabriz is strongly shaped by the interaction between social and technological dimensions. Among the five examined components, security and trust emerged as the strongest factor, indicating that citizens' confidence in data protection, transparency, and institutional reliability is fundamental to achieving both digital and social sustainability. When individuals perceive their digital environment as safe and fair, they are more likely to participate in metaverse-based interactions and urban decision-making processes.

Social participation and interaction were also found to play a key mediating role, suggesting that the metaverse can serve as an effective platform for collective collaboration, civic dialogue, and participatory design. Justice and equity contributed positively to sustainability outcomes, demonstrating that technological accessibility and inclusion within virtual spaces can help reduce social inequalities in urban contexts. Although cultural identity showed relatively lower levels of influence, it remains a crucial element in strengthening local attachment and ensuring that the digital transformation of cities reflects their unique heritage and values.

The findings emphasize that technology alone cannot create sustainable cities. Achieving sustainability requires the integration of digital infrastructure with social trust, participation, and inclusive governance. The proposed model, which explains a substantial portion of the variance in sustainable urban design, shows that the metaverse is not merely a technological innovation, but a socio-technical framework that reshapes urban governance and citizenship.

Discussion and Conclusion: A comparison of the statistical findings with previous studies indicates that the Tabriz model performs above average in its social dimensions—particularly in indicators of security, trust, and digital participation—while the cultural and identity components still require targeted policymaking and cultural intervention. These similarities and differences reveal that achieving sustainable urban development within the metaverse depends not only on technological infrastructure, but also on social capital, institutional trust, and civic engagement. Sustainable urban design in Tabriz cannot be achieved without integrating technological components—especially the metaverse—into the city's social fabric. As an emerging environment, the metaverse links social, cultural, and technological dimensions, transforming urban decision-making from a linear, hierarchical process into a networked, interactive, and multi-layered system.

The structural model analysis confirms that social elements such as civic participation, social inclusion, institutional trust, perceived security, and cultural attachment play essential roles in explaining social sustainability. The metaverse acts as a mediating factor that strengthens these interconnections, generating synergy among them. Thus, a sustainable city is not merely the outcome of physical interventions, but the product of intelligent interaction between technology and society.

The final model demonstrates that social dimensions influence sustainable design both directly and indirectly through the mediating role of the metaverse. Despite limitations related to expert-based data and the still-limited application of metaverse technologies, the findings provide a foundation for new urban policies in Tabriz and offer a potential model for other Iranian metropolises.

Declarations

Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest related to this research.

Funding

This research received no financial support from governmental, private, or non-governmental organizations for conducting or publishing the study.

Informed Consent

The authors confirm that informed consent was obtained from all participants involved in this research prior to data collection.

Ethical Approval

This study did not involve clinical experiments on humans, animals, or sensitive data, and its information did not require approval from any ethics committee.

Authors' Contributions

Ali Zeynali Azim and Solmaz Babazadeh Oskouei jointly contributed to the conceptualization and design of the study. Data collection was conducted by Ali Zeynali Azim, while data analysis and interpretation were performed collaboratively by both authors. The initial draft of the manuscript was written by Ali Zeynali Azim and Solmaz Babazadeh Oskouei, and the manuscript was critically reviewed, revised, and finalized by Ali Zeynali Azim. Both authors read and approved the final version of the manuscript.

Acknowledgments:

The authors express their sincere appreciation to Professor Herica Talino for her valuable collaboration and insightful guidance during the development of this research.

References

- Alizadeh, H., & Sharifi, A. (2023). Toward a societal smart city: Clarifying the social justice dimension of smart cities. Sustainable Cities and Society, 95, 104612. https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104612
- Almeida, G. G. F. (2025). Metaverse City: Conceptual Views and Formation Factors Towards the Digital Society. *Encyclopedia*, *5*(2), 62. https://doi.org/10.3390/encyclopedia5020062.
- Appleyard, D. (1981). *Livable streets*. Berkeley: University of California Press.
- Atalay, H., & Zeren Gülersoy, N. (2023). Developing Social Sustainability Criteria and Indicators in Urban Planning: A Holistic and Integrated Perspective. ICONARP International Journal of Architecture and Planning, 11(1), 01–23. https://doi.org/10.15320/ICONARP.2023.230
- Bibri, S. E., & Allam, Z. (2022). *The metaverse as a virtual form of data-driven smart cities: The ethics of the hyper-connectivity, datafication, algorithmization, and platformization of urban society.* Computational Urban Science, 2, 22. https://doi.org/10.1007/s43762-022-00050-1.
- Chen, Z., Gan, W., Wu, J., Lin, H., & Chen, C.-M. (2024). Metaverse for smart cities: A survey. Internet of Things and Cyber-Physical Systems, 4, 203–216. https://doi.org/10.1016/j.iotcps.2023.12.002
- Clark, J. (2020). Uneven Innovation: The Work of Smart Cities. New York Chichester, West Sussex: Columbia University Press. https://doi.org/10.7312/clar18496.
- Dorostkar, E., & Ziari, K. (2025). Urban planning and metaverse technologies for sustainable cities: Reducing environmental footprints and enhancing social equity (A case study of Tehran, Iran). Environmental and Sustainability Indicators, 28, 100913. https://doi.org/10.1016/j.indic.2025.100913.
- Gondhalekar, G., Tewari, D., Balakrishnan, P., & Bhardwaj, I. (2025). Internet of Things integration in smart cities: Enhancing urban living through connected technologies. ITM Web of Conferences, 76, 03001. https://doi.org/10.1051/itmconf/20257603001.
- Graham, S., & Marvin, S. (2020). *Splintering urbanism: Networked infrastructures, technological mobilities and the urban condition*. London: Routledge.
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2022). A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) (3rd ed.). Sage. https://doi.org/10.1007/978-3-030-80519-7.
- Harvey, D. (1973). *Social justice and the city*. London: Edward Arnold.
- Jacobs, J. (1961). *The death and life of great American cities*. New York: Random House.
- Kitchin, R. (2023). *Data lives: How data are made and shape our world*. Bristol: Bristol University Press.
- Kontogianni, E., & Anthopoulos, L. (2025). Bridging the Metaverse and Social Cohesion in Smart Cities. *Conference on Digital Government Research*, *26*. https://doi.org/10.59490/dgo.2025.983.
- Lee, L.-H., Braud, T., Zhou, P., Wang, L., Xu, D., Lin, Z., Kumar, A., Bermejo, C., & Hui, P. (2021). *All one needs to know about Metaverse: A complete survey on technological singularity, virtual ecosystem, and research agenda*. Journal of Latex Class Files, 14(8), 1–66. https://doi.org/10.48550/arXiv.2110.05352.
- Lefebvre, H. (1996). Writings on Cities (E. Kofman & E. Lebas, Trans. & Eds.). Oxford, UK: Blackwell. https://theanarchistlibrary.org/library/henri-lefebvre-right-to-the-city.
- Miri, Gh., Barahouei-Nejad, A., & Ghelasi, T. (1403). *Metaverse and the smart city*. Quarterly Journal of New Research in Smart City, 4(1), 75–96. [In Persian].
- Mohammadnejad, M., & Abedini, A. (1403). *Challenges and opportunities of the metaverse in adapting to urban climate change*. Geography and Human Relations, 7(3), 38–52. [In Persian].

- Mohammadnejad, M., & Abedini, A. (1404). *Metaverse: Opportunities and challenges in the sustainability of future cities*. Sustainable City Journal, 8(1), 1–16. [In Persian].
- Owojori, O. M., & Erasmus, L. J. (2025). Urban sustainability reporting through the metaverse: advancing transparency and accountability in the built environment. EDPACS, 70(7), 34–62. https://doi.org/10.1080/07366981.2025.2500799.
- Putnam, R. D. (2000). *Bowling alone: The collapse and revival of American community*. New York: Simon & Schuster.
- Ray, N., Bhanot, A., & Bose, I. (2025). Impact of metaverse initiatives on sustainability. In Navigating AI and the Metaverse in Scientific Research (pp. 521–536). IGI Global Scientific Publishing. https://doi.org/10.4018/979-8-3373-0340-6.ch025
- Rezaei-Moghadam, A. (1401). *An examination of the concept of the metaverse in the city and urban planning*. Quarterly Journal of Applied Sciences Studies in Engineering, 8(3), 1–9. [In Persian].
- Santos, I. G., Tuzzo, S. A., Borges, F., & Sá, M. M. (2025). From Technology to Social Inclusion: Citizens' Perceptions and Priorities About Smart Cities in the District of Porto, Portugal. Sustainability, 17(18), 8484. https://doi.org/10.3390/su17188484.
- Sharifi, A., Amirzadeh, M., & Khavarian-Garmsir, A. R. (2025). The metaverse as a future form of smart cities: A systematic literature review of co-benefits and trade-offs for sustainable development goals. Cities, 161, 105879. https://doi.org/10.1016/j.cities.2025.105879.
- Sousa, I. A. N., da Silva, M. C., Machado, J., & Vaz, J. C. (2025). Exploring AI capabilities in participatory budgeting within smart cities: The case of Sao Paulo. arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2509.16724.
- Tenenhaus, M., Vinzi, V.E., Chatelin, Y.-M. and Lauro, C. (2005) PLS Path Modeling. Computational Statistics & Data Analysis, 48, 159-205. https://doi.org/10.1016/j.csda.2004.03.005.
- Yigitcanlar, T. (2020). Smart City Beyond Efficiency: Technology–Policy–Community at Play for Sustainable Urban Futures. Housing Policy Debate, 31(1), 88–92. https://doi.org/10.1080/10511482.2020.1846885.
- Zeinali-Azim, A. (1403a). *New developments in smart cities around the world*. Nesheh Elm, 14(2), 93–99. [In Persian].
- Zeinali-Azim, A. (1403b). *New developments in global city relations: With the technology of smart cities*. Biannual Journal of Humanities Development, 5(10), 29–49. [In Persian].
- Zeinali-Azim, A., & Karami, E. (1402). *Integrated assessment of residents' attachment and sense of belonging based on functional components of urban livability and neighbors' social relations (Case study: District 8 of Tabriz)*. Earth Knowledge Research, 14(3), 130–148. [In Persian].
- Zeynali Azim, A. Amin Naiyeri, B, (2025). Metaverse Spider-Web Urban Design Theory (MSWUDT). *International Journal of Innovation Studies, 9*(3), 1439–1463. https://doi.org/10.1016/j.ijis.2025.1439.
- Zucaro, A., & Agostinho, F. (2025). Urban sustainability: challenges and opportunities for resilient and resource-efficient cities. Frontiers in Sustainable Cities, 7, 1556974. https://doi.org/10.3389/frsc.2025.1556974.

Note for Readers:

This paper contains an identical English abstract in two sections:

Abridged Paper: To provide an overview for international readers.

Persian Section: To meet the standardized structure of Persian academic publications.

This repetition is intentional to ensure alignment with academic standards and facilitate readability for both audiences. Readers are encouraged to review the full paper for comprehensive details.

یادداشت برای خوانندگان:

این مقاله شامل یک چکیده انگلیسی در دو بخش است:

بخش Abridged Paper: برای ارائه یک دید کلی به خوانندگان بین‌المللی.

بخش فارسی: به‌منظور رعایت استانداردهای ساختار مقالات علمی فارسی.

تکرار این چکیده، با هدف انطباق با استانداردهای علمی و تسهیل مطالعه برای هر دو گروه از مخاطبان طراحی شده است. خوانندگان می‌توانند برای دریافت جزئیات کامل، به متن اصلی مقاله مراجعه کنند

© [2025] by the author(s). This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0). The authors retain copyright, and this work may be shared and redistributed with proper attribution.
License link: https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

CC BY 4.0

© [۲۰۲۵] نویسنده(گان). این مقاله تحت مجوز Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) منتشر شده است. نویسنده(گان) مالک حقوق مادی و معنوی اثر خود هستند، و این مقاله می‌تواند با ذکر منبع مورد استفاده، بازنشر و توزیع شود.
لینک مجوز: https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

نشریهٔ علمی مطالعات طراحی شهری ایران. دوره ۲. شماره ۱. صفحات ۲۸۴-۲۵۵. ۱۴۰۴

نشریهٔ علمی مطالعات طراحی شهری ایران
Iranian Urban Design Studies (IUDS)
https://iuds.shirazu.ac.ir/

doi 10.22099/IUDS.2025.54327.1039

مقاله علمی - پژوهشی

نقش ابعاد اجتماعی در طراحی شهری پایدار با تأکید بر متاورس و مدل‌سازی معادلات ساختاری؛ نمونهٔ موردی: کلان‌شهر تبریز

علی زینالی عظیم [۱*]، سولماز بابازاده اسکوئی [۲]

۱. پژوهشگر پسا دکتری طراحی شهری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران.
۲. استادیار گروه معماری، واحد اسکو، دانشگاه آزاد اسلامی، اسکو، ایران.

نکات شاخص

- این پژوهش با ادغام ابعاد اجتماعی و فناورانه، چهارچوبی نوین برای طراحی شهری پایدار در بستر متاورس ارائه می‌دهد.
- مؤلفه‌های امنیت، اعتماد و مشارکت شهروندی بیشترین تأثیر را در مدل طراحی شهری پایدار تبریز دارند.
- متاورس به‌عنوان عامل میانجی، پیوندی میان تعامل اجتماعی، عدالت و هویت فرهنگی در مسیر پایداری شهری ایجاد می‌کند.

چکیده

رشد پرشتاب فناوری‌های نوین و ظهور متاورس به‌عنوان بستری نو برای تعاملات انسانی، افق‌های تازه‌ای در عرصهٔ طراحی و برنامه‌ریزی شهری گشوده است. این محیط‌های مجازی تعاملی می‌توانند ضمن گسترش فضاهای اجتماعی دیجیتال، در ارتقای ابعاد اجتماعی پایداری شهری نیز مؤثر واقع شوند. در این راستا، پژوهش حاضر با هدف تحلیل نقش ابعاد اجتماعی در طراحی شهری پایدار کلان‌شهر تبریز با تأکید بر شهر متاورس انجام گرفته است. از منظر هدف، پژوهش کاربردی و از لحاظ روش، کمی و پیمایشی است. داده‌های تحقیق با استفاده از پرسش‌نامه و از میان جامعه‌ای متشکل از خبرگان حوزهٔ شهرسازی و فناوری جمع‌آوری شد و با بهره‌گیری از مدل‌سازی معادلات ساختاری مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که تعامل متاورسی تأثیری مثبت و معنادار بر ابعاد مختلف پایداری اجتماعی دارد و بیشترین نقش آن در تقویت احساس امنیت ادراک‌شده و اعتمادنهادی مشاهده شد. همچنین ابعاد مشارکت شهروندی، انسجام اجتماعی، شمول اجتماعی و تعلق مکانی به‌عنوان مؤلفه‌های کلیدی پایداری اجتماعی شناسایی شدند که در چهارچوب طراحی شهری مبتنی بر متاورس، از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. بر این اساس، بهره‌گیری هدفمند از ظرفیت‌های متاورس می‌تواند رویکردی نو در جهت تقویت تعاملات اجتماعی، افزایش عدالت فضایی و ارتقای پایداری اجتماعی در کلان‌شهرهای آینده، به‌ویژه تبریز فراهم آورد.

مشخصات مقاله

تاریخ ارسال ۱۴۰۳/۰۱/۰۷
تاریخ بازنگری ۱۴۰۴/۰۲/۰۲
تاریخ پذیرش ۱۴۰۴/۰۲/۲۷
تاریخ انتشار آنلاین ۱۴۰۴/۰۳/۲۹

واژگان کلیدی

طراحی شهری پایدار
پایداری اجتماعی
متاورس
تعاملات مجازی
کلان‌شهر تبریز.

© [۲۰۲۵] نویسنده(گان).

نحوهٔ ارجاع دهی به این مقاله

زینالی عظیم، علی، و بابازاده اسکوئی، سولماز. (۱۴۰۴). نقش ابعاد اجتماعی در طراحی شهری پایدار با تأکید بر متاورس و مدل‌سازی معادلات ساختاری؛ نمونهٔ موردی: کلان‌شهر تبریز. *نشریهٔ علمی مطالعات طراحی شهری ایران*، ۲(۱)، ۲۸۴-۲۵۵.

* آدرس پستی نویسندهٔ مسئول: al.zeynaly@gmail.com تلفن: ۰۹۳۰۱۲۸۵۴۶۳

نشریهٔ علمی مطالعات طراحی شهری ایران. دوره ۲. شماره ۱. صفحات ۲۸۴-۲۵۵. ۱۴۰۴

نشریهٔ علمی مطالعات طراحی شهری ایران
Iranian Urban Design Studies (IUDS)
https://iuds.shirazu.ac.ir/

Original Research Paper

The Role of Social Dimensions in Sustainable Urban Design with an Emphasis on the Metaverse and Structural Equation Modeling: The Case of Tabriz Metropolis

Ali Zeynali Azim [1*], Solmaz Babazadeh Oskouei [2]

1. Postdoctoral researcher of Urban Design, Faculty of Architecture and Urban Planning, Tarbiat Dabir Shahid Rajaei University, Tehran, Iran.
2. Department of Architecture, Osk. C, Islamic Azad University, Osku, Iran.

Highlights

- The study integrates social and technological dimensions of sustainable urban design through the metaverse framework.
- Security, trust, and civic participation emerged as the most influential components in the Tabriz model.
- The metaverse acts as a mediator linking social interaction, equity, and cultural identity in urban sustainability

Abstract

The rapid growth of emerging technologies and the rise of the metaverse as a new platform for human interaction have opened new horizons in the field of urban design and planning. These interactive virtual environments can not only expand digital social spaces but also contribute to strengthening the social dimensions of urban sustainability. Accordingly, this study aims to analyze the role of social dimensions in sustainable urban design in the metropolis of Tabriz, with an emphasis on the metaverse. The research is applied in purpose and employs a quantitative survey-based methodology. Data were collected through a questionnaire administered to experts in urban planning and technology and were analyzed using structural equation modeling (SEM). The results indicate that metaverse interaction has a positive and significant effect on various dimensions of social sustainability, with the greatest impact observed in enhancing perceived security and institutional trust. Moreover, citizen participation, social cohesion, social inclusion, and place attachment were identified as key components of social sustainability, each playing an essential role within metaverse-based urban design frameworks. Therefore, the strategic utilization of metaverse capabilities can offer an innovative approach to strengthening social interactions, promoting spatial justice, and enhancing social sustainability in future metropolises, particularly in Tabriz.

Article Info

Received	27/03/2025
Revised	22/04/2025
Accepted	17/05/2025
Available Online	19/06/2025

Keywords

Sustainable Urban Design
Social Sustainability
Metaverse
Virtual Interactions
Tabriz Metropolis.

© [2025] by the author(s).

Citation of the article

Zeynali Azim, A., & Babazadeh Oskouei, S. (2025). The Role of Social Dimensions in Sustainable Urban Design with an Emphasis on the Metaverse and Structural Equation Modeling: The Case of Tabriz Metropolis. *Iranian Urban design studies,* 2(1), 255-284..

* Author Corresponding: Email: al.zeynaly@gmail.com Phone: 09301285463

مقدمه

روند شتابان شهرنشینی در دهه‌های اخیر، مسائل پیچیده و چندبعدی را در حوزهٔ برنامه‌ریزی و طراحی شهری پدید آورده است. بسیاری از شهرهای جهان با چالش‌هایی همچون رشد بی‌رویهٔ جمعیت، فشار بر زیرساخت‌ها، تغییرات اقلیمی، نابرابری فضایی و کاهش انسجام اجتماعی مواجهند (Zeynnali & Amin Naiyeri, 2025). در چنین شرایطی، مفهوم «طراحی شهری پایدار» به‌عنوان رویکردی جامع در دستور کار مدیران شهری قرار گرفته است؛ رویکردی که علاوه بر ابعاد کالبدی و زیست‌محیطی، بر تقویت جنبه‌های اجتماعی و انسانی نیز تأکید دارد. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که حتی در صورت سرمایه‌گذاری گسترده در بخش‌های کالبدی، بدون شکل‌گیری مشارکت شهروندی، اعتماد اجتماعی و احساس تعلق، دستیابی به توسعهٔ پایدار شهری امکان‌پذیر نخواهد بود (Atalay & Zeren Gülersoy, 2023).

ابعاد اجتماعی طراحی شهری شامل مجموعه‌ای از مؤلفه‌هاست که کیفیت تعامل شهروندان با محیط و با یکدیگر را تعیین می‌کند. مشارکت اجتماعی، عدالت فضایی، سرمایه و انسجام اجتماعی، امنیت ادراک‌شده، شمول گروه‌های آسیب‌پذیر و احساس مکان، ازجمله این مؤلفه‌ها هستند که تقویت آن‌ها می‌تواند تاب‌آوری شهر را در برابر بحران‌های اجتماعی و زیست‌محیطی افزایش دهد (Zucaro & Agostinho, 2025). ازاین‌رو، توجه به پایداری اجتماعی به‌عنوان بُعدی مکملِ پایداری کالبدی و محیطی، در سال‌های اخیر به محور مهمی در پژوهش‌های شهری تبدیل شده است.

در کنار این تحولات، پیشرفت‌های فناورانهٔ نوظهور، به‌ویژه مفهوم «متاورس» افق‌های تازه‌ای را برای بازتعریف فرایندهای طراحی و مدیریت شهری گشوده‌اند. متاورس به‌عنوان بستری دیجیتال و تعاملی که پیوند میان فضاهای فیزیکی و مجازی را برقرار می‌کند، امکان بازآفرینی فضاهای شهری در قالب محیط‌های سه‌بعدی و مشارکتی را فراهم می‌آورد(Lee et al., 2021) . ایـن فناوری می‌تواند ابزارهایی برای شبیه‌سازی طرح‌های شهری، برگزاری جلسات مشورتی آنلاین و افزایش شفافیت تصمیم‌گیری‌های شهری در اختیار مدیران و شهروندان قرار دهد(Sharifi et al, 2025) . بدین‌ترتیب، متاورس نه‌تنها به‌عنوان ابزار فناورانه، بلکه به‌عنوان بستری اجتماعی برای تعامل، یادگیری و تصمیم‌سازی جمعی قابل‌توجه است (محمدزاده و عابدینی، ۱۴۰۳). مشارکت شهروندان در فضاهای مجازی، در صورت مدیریت مناسب داده‌ها و تضمین شفافیت، می‌تواند سطح اعتماد عمومی، احساس امنیت و تعلق به شهر را افزایش دهد(Chen et al., 2024).

با وجود این ظرفیت‌ها، بررسی‌های تجربی دربارهٔ پیوند میان ابعاد اجتماعی طراحی شهری پایدار و فناوری متاورس هنوز محدود است (رضایی‌مقدم، ۱۴۰۱). بیشتر پژوهش‌های موجود، رویکردی فناورانه یا اقتصادی به متاورس داشته و کمتر به ابعاد اجتماعی آن پرداخته‌اند. به‌ویژه درزمینهٔ چگونگی تأثیر تعاملات متاورسی بر مؤلفه‌هایی چون مشارکت شهروندی، انسجام اجتماعی و عدالت فضایی، شکاف نظری و تجربی محسوسی وجود دارد. در ایران نیز، با وجود گسترش مباحث مربوط به شهر هوشمند، پژوهش‌هایی که نقش متاورس را در ارتقای پایداری اجتماعی بررسی کرده باشند، بسیار اندک‌اند. بیشتر مطالعات داخلی بر جنبه‌های فنی و زیرساختی تمرکز داشته و ارتباط متاورس با ابعاد انسانی و اجتماعی شهر کمتر واکاوی شده است.

در چنین بستری، کلان‌شهر تبریز به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مراکز شهری کشور، با جمعیتی بیش از یک‌ونیم میلیون نفر، با چالش‌هایی چون توسعهٔ نامتوازن فضایی، کاهش مشارکت مدنی، ضعف در اعتماد اجتماعی و احساس ناامنی در فضاهای عمومی روبه‌روست. در عین حال، تبریز از پیشینهٔ تاریخی غنی، موقعیت جغرافیایی راهبردی و زیرساخت‌های فناوری در حال گسترش برخوردار است که می‌تواند بستری مناسب برای به‌کارگیری فناوری‌های نوین در جهت تقویت پایداری اجتماعی فراهم آورد.

بر این اساس، مسئلهٔ اصلی پژوهش حاضر آن است که چگونه می‌توان از ظرفیت متاورس برای ارتقای ابعاد اجتماعی طراحی شهری پایدار در تبریز بهره برد. به بیان دیگر، پژوهش در پی پاسخ به این پرسش است که کدام مؤلفه‌های اجتماعی بیشترین نقش را در تحقق پایداری اجتماعی دارند و تعاملات متاورسی چگونه می‌تواند این روابط را تقویت کند.

ضرورت انجام این تحقیق از دو جنبه تبیین‌شدنی است: نخست، از منظر نظری، پژوهش حاضر می‌کوشد با ترکیب ادبیات پایداری اجتماعی و فناوری‌های نوین، مدلی بومی برای تبیین نقش متاورس در طراحی شهری پایدار ارائه دهد؛ دوم، از منظر کاربردی، نتایج مطالعه می‌تواند به مدیران شهری تبریز در طراحی سیاست‌ها و برنامه‌هایی برای افزایش مشارکت، اعتماد، امنیت و شمول اجتماعی کمک کند.

بر این مبنا، سؤال اصلی پژوهش چنین است:

- ابعاد اجتماعی چگونه بر طراحی شهری پایدار کلان‌شهر تبریز اثرگذار هستند و نقش متاورس در این فرایند براساس مدل‌سازی معادلات ساختاری چیست؟

سؤالات فرعی نیز عبارت‌اند از:

- تعامل شهروندان با متاورس چه تأثیری بر مشارکت اجتماعی آنان دارد؟
- متاورس چگونه می‌تواند سطح اعتماد و انسجام اجتماعی را تقویت کند؟
- بهره‌گیری از متاورس چه نقشی در ارتقای احساس امنیت و شمول گروه‌های مختلف در فضاهای شهری دارد؟
- این عوامل درمجموع چگونه می‌توانند پایداری اجتماعی شهر تبریز را افزایش دهند؟

گسترش شتابان فناوری‌های نوین، بستری پویا و نوآورانه پدید آورده است که می‌تواند زمینه‌ساز تجربه‌های تازه در عرصهٔ مدیریت شهری باشد. بنابراین، پرسش کلیدی آن است که چگونه می‌توان از طریق تقویت ابعاد اجتماعی طراحی شهری پایدار و بهره‌گیری از ظرفیت متاورس، کیفیت زندگی شهروندان تبریز را ارتقا داد. بر همین اساس، هدف کلان این پژوهش بررسی و تبیین نقش مؤلفه‌های اجتماعی مؤثر بر طراحی شهری پایدار با تأکید بر فناوری متاورس در شهر تبریز است تا چهارچوبی تحلیلی برای ادغام ابعاد اجتماعی، فرهنگی و فناورانه در مسیر دستیابی به پایداری شهری ارائه شود. از همین رو، پژوهش حاضر با تمرکز بر کلان‌شهر تبریز، با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری، در پی تحلیل نقش ابعاد اجتماعی در طراحی شهری پایدار و شناسایی ظرفیت‌های متاورس برای تقویت این ابعاد است. یافته‌های این تحقیق می‌تواند به‌عنوان مبنایی برای سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی شهری در راستای ایجاد شهری پایدارتر، مشارکتی‌تر و هوشمندتر استفاده شود.

مبانی نظری تحقیق

طراحی شهری پایدار، فرایندی است که میان داده‌های فنی، تصمیم‌سازی مدیریتی و زندگی اجتماعی شهروندان هم‌سویی ایجاد می‌کند. براساس نظریه‌های کلاسیک توسعهٔ شهری، تقویت روابط انسانی و تجربهٔ روزمره در فضاهای شهری، شرط اساسی برای تحقق پایداری است؛ به‌گونه‌ای که هیچ تحول کالبدی یا فناورانه‌ای بدون مشارکت و انسجام اجتماعی نمی‌تواند شهر را به وضعیت مطلوب برساند (زینالی عظیم، ۱۴۰۳، الف).

در ایـن میان، نظریهٔ سرمایهٔ اجتماعی بر اهمیت شبکه‌های اعتماد، تعامل و همکاری متقابل شهروندان در شکل‌دهی به جامعه‌ای تاب‌آور و پویا تأکید دارد (Putnam, 2000). نظریهٔ عدالت فضایی نیز بیان می‌کند که توزیع نابرابر خدمات و امکانات شهری، حتی در شهرهای فناورانه، به بروز نارضایتی و گسست اجتماعی منجر می‌شود (Harvey, 1973). در همین راستا، نظریهٔ حق بر شهر، مطرح‌شده توسط لوفور (Lefebvre, 1996) بر این نکته تأکید دارد که هر شهروند باید حق مشارکت در تولید و بازتولید فضاهای شهری را داشته باشد؛ در غیر این صورت، حذف گروه‌های اجتماعی از فرایند تصمیم‌گیری، به تضعیف هویت جمعی شهر می‌انجامد.

علاوه بر این، مفهوم زیست‌پذیری شهری بر تجربهٔ ادراکی و روان‌شناختی انسان در فضا تأکید دارد. طراحی شهری باید به‌گونه‌ای باشد که افراد بتوانند محیط را درک کنند، در آن جهت‌یابی داشته باشند و احساس آسایش و امنیت کنند (Appleyard, 1981، زیـنالی عظیم و کرمی، ۱۴۰۲). همچنین نظریهٔ امنیت شهری، به‌ویژه آنچه جین جیکوبز (Jacobs, 1961) مطرح کرده، بر «چشم‌های ناظر در خیابان» تأکید دارد؛ یعنی حضور مستمر شهروندان در فضاهای عمومی و نظارت اجتماعی غیررسمی می‌تواند امنیت و سرزندگی فضا را افزایش دهد (زینالی عظیم، ۱۴۰۳ب).

بااین‌حال، نظریه‌های کلاسیک با محدودیت‌هایی مواجهند؛ نخست آنکه عمدتاً بر تجربهٔ فیزیکی و حسی تأکید می‌کنند و کمتر به نقش فناوری‌های نو در شکل‌دهی تجربهٔ زیستهٔ شهروندان می‌پردازند. دوم آنکه در عصر دیجیتال، مرز میان حضور واقعی و مجازی کمرنگ شده و تعاملات اجتماعی به ترکیبی از هر دو بُعد تبدیل شده است(Graham & Marvin, 2020) . ازاین‌رو، نظریه‌های سنتی دیگر به‌تنهایی قادر نیستند به تبیین واقعیت‌های پیچیدهٔ زندگی شهری امروز بپردازند.

در ادبیات شهر هوشمند، تمرکز غالب بر زیرساخت‌های فناورانه، سنسورها، داده‌های کلان و بهینه‌سازی منابع است (Kitchin, 2023). اما رویـکردهای انتقادی تأکید کرده‌اند که اگر این فناوری‌ها بدون توجه به بُعد اجتماعی پیاده شوند، نابرابری دیجیتال و حذف گروه‌های کم‌برخوردار را به‌دنبال خواهند داشت(Yigitcanlar, 2023) . مطالعات جدید نشان داده‌اند که بسیاری از پروژه‌های هوشمند به‌جای تقویت عدالت اجتماعی، مشارکت واقعی شهروندان را کاهش داده‌اند(Alizadeh & Sharifi, 2023) . همچنین سانتوس و همکاران (Santos et al, 2025) بر ضرورت بازتعریف مفهوم «جامعه در شهر هوشمند» تأکید می‌کند تا فناوری به ابزاری برای توانمندسازی اجتماعی تبدیل شود، نه صرفاً کنترل مدیریتی.

به‌علاوه، کلارک (Clark, 2022) در تحلیل انتقادی خود دربارهٔ «نوآوری نامتقارن» در شهرهای هوشمند توضیح می‌دهد که فناوری‌های نو معمولاً در مناطق برخوردار متمرکز می‌شوند و این امر موجب بازتولید نابرابری در شهر می‌شود. بنابراین، رویکردی جامع‌تر لازم است که علاوه بر زیـرساخت‌های فنی، ابعاد انسانی، فرهنگی و اجتماعی را در طراحی شهری لحاظ کند.

در همین راستا، متاورس و هوش مصنوعی به‌عنوان نسل جدید فناوری‌های شهری، افق تازه‌ای در نظریه‌پردازی پایداری شهری گشوده‌اند. متاورس، به‌عنوان بستری تعاملی و هم‌زیست با فضای واقعی، امکان مشارکت فعال شهروندان در فرایندهای شهری را بدون محدودیت زمانی و مکانی فراهم می‌سازد (Dorostkar & Ziari., 2025). مطالعات اخیر نشان داده‌اند که استفاده از متاورس در گزارش‌دهی و شبیه‌سازی پروژه‌های شهری، سطح شفافیت، پاسخ‌گویی و اعتمادنهادی را افزایش داده است (Owojori & Erasmus, 2025).

ترکیب متاورس با هوش مصنوعی نیز فرصت‌های نوینی را پدید آورده است؛ ازجمله تحلیل احساسات شهروندان، سیستم‌های پیشنهادگر شهری و پیش‌بینی نیازهای محلی براساس داده‌های اجتماعی. به‌علاوه، فناوری «Metaverse of Things» با اتصال اینترنت اشیا به محیط‌های مجازی، می‌تواند داده‌های واقعی فضا را در تجربهٔ مجازی بازتاب دهد و موجب هم‌گرایی ادراک فیزیکی و دیجیتال شود (Gondhalekar et al., 2025, Kontogianni & Anthopoulos, 2025).

در چنین چهارچوبی، احساس مشارکت و تعلق شهروندان تقویت می‌شود؛ زیرا هر فرد می‌تواند اثرگذاری خود را در طراحی فضاها تجربه کند. این دیدگاه با نظریهٔ حق شهروندی در فضا هم‌خوان است که بر نقش فعال شهروند در ساختن شهر تأکید دارد (Zeynali Azim & Amin Nai-yeri, 2025). همچنین، ایجاد فضاهای فرهنگی دیجیتال، جشنواره‌های مجازی و گردشگری هوشمند می‌تواند ابعاد فرهنگی و هویتی پایداری را ارتقا دهد(Almeida., 2025).

بااین‌حال، استفاده از متاورس بدون ملاحظات اخلاقی و زیست‌محیطی می‌تواند پیامدهای منفی داشته باشد. پژوهش ری و همکاران (Ray et al., 2025) نشان می‌دهد که مصرف انرژی مراکز دادهٔ متأورسی، یکی از چالش‌های جدی پایداری محیطی است. همچنین شریفی و همکاران (Sharifi et al., 2025) هشدار می‌دهند که تمرکز بیش از حد داده‌ها در پلتفرم‌های خاص، خطر انحصار دیجیتال و کاهش شفافیت حکمرانی شهری را افزایش می‌دهد. بنابراین، طراحی شهری در متاورس نیازمند حاکمیت داده، شفافیت و عدالت دیجیتال است.

در جمع‌بندی، می‌توان گفت که چهارچوب نظری تلفیقی پژوهش حاضر بر پیوند میان نظریه‌های اجتماعی و فناوری استوار است. نظریه‌های سرمایهٔ اجتماعی، عدالت فضایی، حق بر شهر، زیست‌پذیری و امنیت شهری، پایه‌های انسانی و اجتماعی طراحی پایدار را فراهم می‌کنند؛ درحالی‌که نظریهٔ شهر هوشمند، متاورس و هوش مصنوعی ابزار تحقق آن را ارائه می‌دهند. بدین ترتیب، وقتی شهروندان احساس مشارکت، امنیت، اعتماد و تعلق داشته باشند و هم‌زمان دسترسی برابر به فناوری و تصمیم‌گیری شهری فراهم شود، پایداری اجتماعی در سطح کلان‌شهرها تحقق می‌یابد.

جدول ۱. ابعاد، شاخص‌ها و زیرشاخص‌های پژوهش

بُعد اصلی	شاخص‌ها	زیرشاخص‌ها	منابع
تعامل اجتماعی و مشارکت	مشارکت شهروندی	حضور در جلسات گفت‌وگوی شهری، امکان ارائهٔ نظر دیجیتال، مشارکت در رأی‌گیری مجازی	Santos et al, (2025 Alizadeh & Sharifi, (2023); Zeynali Azim (2025)
	شفافیت و اعتماد	احساس اثرگذاری بر تصمیم‌ها، اعتماد به شفافیت فرایند، دسترسی به اطلاعات تصمیمات	Alizadeh & Sharifi (2023); Sousa et al. (2025)
	انسجام اجتماعی	همکاری محله‌ای، مشارکت داوطلبانه در فعالیت‌های عمومی، حس همیاری	Santos et al, (2025); Zeynali Azim (2025)
عدالت و برابری	شمول اجتماعی	دسترسی گروه‌های کم‌توان، طراحی خدمات ویژهٔ سالمندان، حضور زنان در فرایندها	Almeida (2025); Gondhalekar et al. (2024)
	عدالت فضایی	توزیع عادلانهٔ خدمات، فرصت برابر در استفاده از فضاها، برابری دیجیتال	Klaus et al. (2025); Alizadeh & Sharifi (2023)
	تجربهٔ فرهنگی و گردشگری	امکان حضور در جشن‌های شهری، مشارکت در فستیوال‌های فرهنگی، دسترسی به گردشگری دیجیتال	Almeida. (2025); Zeynali Azim (2025)
امنیت و اعتماد	امنیت ادراک‌شده	احساس امنیت در فضاهای عمومی، حضور مؤثر مردم در نظارت اجتماعی، شفافیت در امنیت دیجیتال	Bibri & Allam (2022); Sousa et al. (2025); Ray et al. (2025)
	امنیت محیطی	نورپردازی مناسب معابر، امکان نظارت غیررسمی، شفافیت داده‌های شهری	Zeynali Azim (2025); Ray et al. (2025)
	اعتماد نهادی	اعتماد به مدیران شهری، احساس پاسخ‌گویی نهادها، اطمینان از حفاظت داده‌های شخصی	Sousa et al. (2025); Bibri & Allam (2022)

هویت و فرهنگ شهری	تعلق مکانی	تعلق به محله، هویت شهری مشترک، غرور نسبت به شهر	Almeida (2025); Zeynali Azim (2025)
	انسجام فرهنگی	تقویت روابط همسایگی، تجربهٔ جشن‌های محلی، فعالیت‌های فرهنگی	Almeida (2025); Santos et al, (2023)
	تجربهٔ میراث و گردشگری	بازنمایی تاریخ و میراث شهری در متاورس، گردشگری دیجیتال، حضور در جشنواره‌های هنری	Almeida (2025); Gondhalekar et al. (2024)
فناوری و متاورس شهری	زیرساخت دیجیتال	دسترسی به اینترنت پایدار، تجهیزات هوشمند محلی، استفاده از اپلیکیشن‌های شهری	Gondhalekar et al. (2025); Klaus et al. (2025)
	تعامل متاورسی	تعامل در محیط‌های متاورسی، امکان بازدید از پروژه‌های شهری در فضای مجازی، شبیه‌سازی سه‌بعدی	Dorostkar & Ziari. (2025); Zeynali Azim (2025)
	هوش مصنوعی در مدیریت شهری	کاربرد هوش مصنوعی در تحلیل داده‌ها، شخصی‌سازی خدمات، توصیه‌گر شهری	Gondhalekar et al. (2025); Sousa et al. (2025)

روش تحقیق

روش تحقیق حاضر از نوع کاربردی و توصیفی‌تحلیلی است و با اتکا به داده‌های حاصل از نظر خبرگان انجام گرفت تا نقش ابعاد اجتماعی در طراحی شهری پایدار با تأکید بر متاورس در کلان‌شهر تبریز ارزیابی شود.

جامعهٔ پژوهش شامل خبرگان دارای تخصص در حوزه‌های شهرسازی، معماری، مدیریت شهری، فناوری‌های هوشمند و علوم اجتماعی بود. انتخاب مشارکت‌کنندگان به‌صورت هدفمند و گلوله‌برفی صورت گرفت تا اطمینان حاصل شود افراد مورد مطالعه دارای تجربهٔ حرفه‌ای، آگاهی موضوعی و درک نظری از پیوند میان فناوری و طراحی شهری هستند.

به‌منظور برآورد حجم نمونه و اطمینان از توان آزمون‌ها، از نرم‌افزار G*Power نسخهٔ 3.1.9.7برای تنظیم پارامترهای طراحی مدل استفاده شد و براساس شاخص‌های آماری پیشنهادشده برای مدل‌سازی معادلات ساختاری، حجم نمونه معادل ۲۸۷ خبره برآورد شد. این تعداد با معیارهای کفایت نمونه در تحلیل عاملی تأییدی سازگار است و از نظر نظری و تجربی، پوشش‌دهندهٔ دامنهٔ تخصص‌های مورد نیاز در حوزهٔ تحقیق است.

ابزار گردآوری داده‌ها پرسش‌نامهٔ محقق‌ساخته بود که بر مبنای مبانی نظری و مطالعات پیشین طراحی شد و شامل ۴۵ گویه در قالب ۱۵ شاخص و ۵ بعد اصلی (تعامل اجتماعی و مشارکت، عدالت و برابری، امنیت و اعتماد، هویت و فرهنگ شهری و فناوری و متاورس شهری) بود. هر شاخص با سه گویه سنجیده شد.

روایی‌محتوایی پرسش‌نامه به‌کمک قضاوت خبرگان و شاخص روایی محتوا (CVI) تأیید شد. در ادامه، نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف–اسمیرنوف و کفایت نمونه‌گیری با شاخص KMO و آزمون کرویت بارتلت بررسی شد که نتایج آن کفایت و مناسبت داده‌ها را برای تحلیل عاملی تأیید کرد. در مرحلهٔ اکتشافی، از تحلیل عاملی اکتشافی (EFA) با روش مؤلفه‌های اصلی و چرخش واریماکس برای استخراج ساختار پنهان داده‌ها استفاده شد. نتایج این مرحله ساختار پنج‌بعدی و پانزده‌شاخصی مدل را تأیید کرد. در مرحلهٔ بعد، مدل اندازه‌گیری در محیط SPSS و AMOS نسخهٔ ۲۶ آزمون شد.

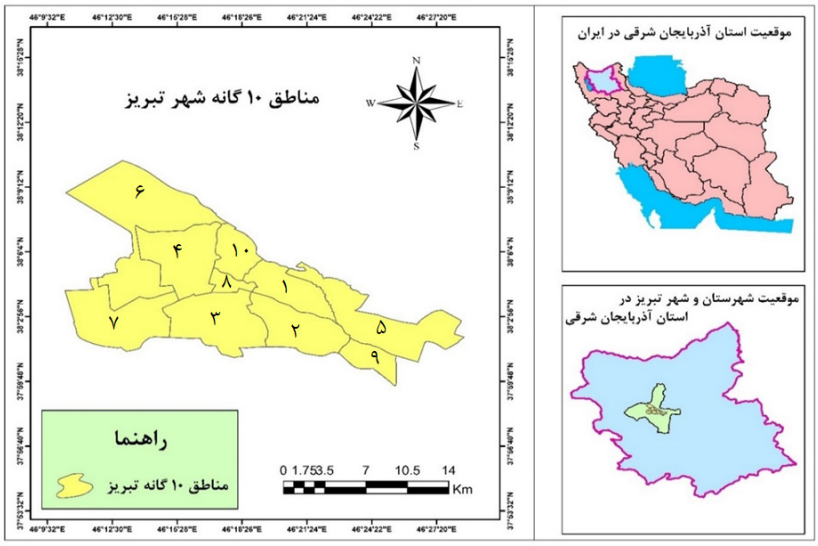
پایایی درونی هر بعد با آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی (CR) ارزیـابی و مقادیر هر دو شاخص در سطح قابل‌قبول به دست آمد. روایی همگرا از طریق میانگین واریانس استخراج‌شده(AVE) و روایی واگرا با معیار فورنل‌لارکر و HTMT بررسی و تأیید شد. همچنین، خطای روش مشترک با آزمون تک‌عاملی هارمن کنترل شد و هم‌ترازی اندازه‌گیری میان گروه‌های خبرگان نیز مورد ارزیابی قرار گرفت.

پس از اطمینان از برازش مدل اندازه‌گیری با شاخص‌هایی چون χ^2/df، RMSEA، CFI، TLI، IFI و GFI، مدل ساختاری برآورد شد. در این مرحله، ضرایب مسیر استاندارد، مقادیر بحرانی، ضرایب تعیین (R^2)، قدرت پیش‌بینی (Q^2) و اندازهٔ اثر (f^2) برای فرضیه‌های یازده‌گانه محاسبه شد. در پایان، شاخص کلی GoF (Goodness of Fit) گزارش شد که نشان داد مدل پیشنهادی از نظر برازش آماری با داده‌های حاصل از جامعهٔ خبرگان تبریز هم‌خوانی دارد.

محدودهٔ مورد مطالعه

شهر تبریز با مختصات جغرافیایی ۳۸ درجه و ۴ دقیقه عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۱۸ دقیقه طول شرقی، یکی از کلان‌شهرهای مهم شمال‌غرب

ایران به شمار می‌رود. بر پایهٔ آمارهای رسمی، این شهر با جمعیتی بالغ بر ۱۶۸۹۶۲۰ نفر، حدود ۴۵درصد از کل جمعیت استان آذربایجان شرقی را در خود جای داده است (زینالی عظیم و همکاران، ۱۴۰۴). در قالب طرح جامع شهری، محدودهٔ کالبدی تبریز به ۱۰ منطقهٔ شهری تفکیک شده است که هریک ویژگی‌های فضایی و عملکردی خاص خود دارد. فرم کلی شهر تبریز در چهارچوب الگوهای سنتی یا مدرن قابل طبقه‌بندی صریح نیست و از منظر ریخت‌شناسی شهری، تلفیقی از الگوهای متنوع را در خود جای داده است. توسعهٔ تاریخی شهر موجب پیدایش فرم درون‌گرا در هستهٔ مرکزی (بافت تاریخی)، ساختار شعاعی در نواحی میانی، سازمان حلقوی در مناطق بینابینی، الگوی شطرنجی در مناطق جدید و برنامه‌ریزی‌شده و فرم آشفته در بافت‌های غیررسمی و فاقد نظم ساختاری شده است (زینالی عظیم، ۱۴۰۴). ایـن تنوع در فرم شهری بیانگر تأثیرپذیری کالبد تبریز از فرایندهای توسعهٔ تدریجی، تحولات تاریخی و سیاست‌های ناپیوستهٔ برنامه‌ریزی شهری در دهه‌های اخیر است.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی محدودهٔ مطالعه؛ منبع: نگارندگان، ۱۴۰۴.

یافته‌ها

یـافته‌های این پژوهش با هدف بررسی تأثیر مؤلفه‌های پایداری اجتماعی بر توسعهٔ شهری پایدار اجتماعی در شهر تبریز، بر پایهٔ دو مرحلهٔ تحلیل آماری ارائه شده‌اند. در مرحلهٔ نخست، از تحلیل عاملی اکتشافی(EFA) برای شناسایی ساختارهای پنهان میان متغیرهای مورد مشاهده استفاده شده و سپس در مرحلهٔ دوم، تحلیل عاملی تأییدی (CFA) برای ارزیابی برازندگی مدل مفهومی به‌کار رفته است. این فرایند آماری به‌منظور اعتبارسنجی علمی، شاخص‌های یازده‌گانهٔ پایداری اجتماعی و تأیید رابطهٔ آن‌ها با توسعهٔ شهری پایدار اجتماعی انجام گرفته است.

جدول ۲. ویژگی‌های جمعیت‌شناختی پاسخ‌گویان

ویژگی	تعداد	درصد
مرد	۱۴۹	۵۲
زن	۱۳۸	۴۸
زن		
سن: ۱۸ تا ۲۹ سال	۶۰	۲۱
سن: ۳۰ تا ۴۴ سال	۱۰۶	۳۷
سن: ۴۵ تا ۵۹ سال	۸۰	۲۸
سن: ۶۰ سال به بالا	۴۱	۱۴
تحصیلات: دیپلم و کمتر	۵۲	۱۸
تحصیلات: کارشناسی	۹۸	۳۴
تحصیلات: کارشناسی‌ارشد	۸۹	۳۱
تحصیلات: دکتری	۴۸	۱۷

اشتغال		
شاغل دولتی	۷۴	۲۶
شاغل آزاد	۹۴	۳۳
دانشجو	۵۲	۱۸
بیکار/ بازنشسته	۶۷	۲۳

ترکیب جمعیت‌شناختی نشان می‌دهد که جامعه آماری از تنوع قابل‌قبولی از نظر سن، جنس و سطح تحصیلات برخوردار است. وجود افراد دارای تحصیلات کارشناسی و بالاتر (۴۸درصد) بیانگر آن است که پاسخ‌دهندگان از آگاهی لازم برای درک مفاهیم متاورس و پایداری اجتماعی برخوردار بوده‌اند. این ترکیب با توصیه‌های چن و همکاران (۲۰۲۴) هم‌سوست که بر ضرورت حضور افراد متخصص در مطالعات شهرهای دیجیتال تأکید داشتند. همچنین توزیع متوازن جنسیتی (۵۲درصد مرد و ۴۸درصد زن) به افزایش اعتبار اجتماعی داده‌ها کمک کرده است.

جدول ۳. آمار توصیفی ابعاد اصلی

بعد اصلی	کد	میانگین	انحراف معیار	کمترین	بیشترین	چولگی	کشیدگی
تعامل اجتماعی و مشارکت	SPI	۳/۹۱	۰/۸۸	۱	۵	−۰/۵۳	۰/۴۲
عدالت و برابری	EQU	۳/۷۶	۰/۹۵	۱	۵	−۰/۴۲	۰/۲۸
امنیت و اعتماد	SEC	۳/۰۹	۰/۷۵	۱	۵	−۰/۶۸	۰/۶۳
هویت و فرهنگ شهری	IDC	۳/۶۷	۰/۹۲	۱	۵	−۰/۳۵	۰/۱۸
فناوری و متاورس شهری	MVT	۳/۸۳	۰/۸۳	۱	۵	−۰/۴۰	۰/۲۱
شاخص	**کد**	**میانگین**	**انحراف معیار**	**کمترین**	**بیشترین**	**چولگی**	**کشیدگی**
مشارکت شهروندی	CIP	۳/۹۳	۰/۸۶	۱	۵	−۰/۵۰	۰/۳۹
شفافیت و اعتماد	TRN	۳/۸۹	۰/۸۴	۱	۵	−۰/۴۸	۰/۳۵
انسجام اجتماعی	SCI	۳/۹۱	۰/۸۷	۱	۵	−۰/۵۷	۰/۴۴
شمول اجتماعی	INC	۳/۷۸	۰/۹۰	۱	۵	−۰/۴۳	۰/۲۶
عدالت فضایی	SPE	۳/۷۵	۰٫۹۱	۱	۵	−۰/۴۶	۰/۳۱
تجربهٔ فرهنگی و گردشگری	CET	۳/۷۶	۰/۸۸	۱	۵	−۰/۳۹	۰/۲۴
امنیت ادراکشده	PSE	۴/۱۲	۰/۷۳	۱	۵	−۰/۶۵	۰/۵۸
امنیت محیطی	ENS	۴/۰۶	۰/۷۶	۱	۵	−۰/۶۰	۰/۵۱
اعتماد نهادی	INT	۴/۰۱	۰/۷۹	۱	۵	−۰/۵۴	۰/۴۷
تعلق مکانی	PLA	۳/۶۸	۰/۹۲	۱	۵	−۰/۳۴	۰/۲۰
انسجام فرهنگی	CULC	۳/۶۹	۰/۹۰	۱	۵	−۰/۳۷	۰/۲۲
تجربهٔ میراث و گردشگری	HET	۳/۶۵	۰/۸۹	۱	۵	−۰/۳۲	۰/۱۹
زیرساخت دیجیتال	DIG	۳/۸۵	۰/۸۲	۱	۵	−۰/۴۱	۰/۲۷
تعامل متاورسی	MVI	۳/۸۳	۰/۸۴	۱	۵	−۰/۴۳	۰/۲۹
هوش مصنوعی در مدیریت شهری	AIM	۳/۸۲	۰/۸۳	۱	۵	−۰/۳۸	۰/۲۳

نتایج آمار توصیفی ابعاد اصلی در جدول ۳ نشان می‌دهد که بعد امنیت و اعتماد با میانگین ۴/۰۹ و کمترین انحراف معیار (۰/۷۵) بیشترین ارزیابی مثبت را از سوی پاسخ‌گویان به خود اختصاص داده است. این یافته بیانگر آن است که شهروندان تبریزی بیش از هر عامل دیگری، امنیت و اعتماد را به‌عنوان بنیان طراحی شهری پایدار تلقی کرده‌اند. در مقابل، بعد هویت و فرهنگ شهری با میانگین ۳/۶۷ پایین‌ترین مقدار را به دست آورده است که نشان‌دهندهٔ ضعف نسبی در تقویت حس تعلق، انسجام فرهنگی و بازنمایی میراث در فرایندهای شهری است. سایر ابعاد نظیر تعامل

اجتماعی و مشارکت (۳/۹۱)، عدالت و برابری (۳/۷۶) و فناوری و متاورس شهری (۳/۸۳) در محدودهٔ میانگین بیشتر از حد متوسط قرار دارند که نشان از ارزیابی مثبت شهروندان دربارهٔ نقش این ابعاد دارد.

در سطح شاخص‌ها، امنیت ادراک‌شده (۴/۱۲)، امنیت محیطی (۴/۰۶) و اعتمادنهادی (۴/۰۱) بیشترین میانگین‌ها را داشته‌اند. این امر بیانگر آن است که پاسخ‌گویان بیش از همه بر روشنایی معابر، نظارت اجتماعی و شفافیت داده‌های شهری به‌عنوان عوامل کلیدی در پایداری طراحی شهری تأکید کرده‌اند. در مقابل، شاخص‌های مربوط به هویت فرهنگی و میراث شهری، همچون تعلق مکانی (۳،۶۸)، انسجام فرهنگی (۳/۶۹) و تجربهٔ میراث و گردشگری (۳/۶۵) کمترین امتیاز را دریافت کرده‌اند. این تفاوت نشان می‌دهد که سیاست‌گذاران شهری در تبریز باید بیش از گذشته بر تقویت هویت و فرهنگ شهری تمرکز کنند تا شکاف میان ابعاد اجتماعی کاهش یابد.

همچنین، مقادیر چولگی و کشیدگی همهٔ شاخص‌ها در بازهٔ (۱- تا ۱+) قرار دارند که نشان‌دهندهٔ توزیع نسبتاً نرمال داده‌هاست و از کفایت داده‌ها برای ورود به تحلیل‌های عاملی و معادلات ساختاری حمایت می‌کند.

نتایج این جدول نشان داد که بعد امنیت و اعتماد با میانگین ۴/۰۹ بالاترین امتیاز را کسب کرده است. این یافته هم‌راستا با پژوهش شریفی و همکاران (۲۰۲۵) و ری و همکاران (۲۰۲۵) است که اعتمادنهادی را ستون پایداری اجتماعی معرفی کرده‌اند. در مقابل، بعد هویت و فرهنگ شهری با میانگین ۳/۶۷ پایین‌ترین مقدار را دارد که مشابه نتایج میری و همکاران (۱۴۰۳) است. آنان نیز ضعف در بازنمایی میراث فرهنگی در فضاهای دیجیتال را یکی از چالش‌های شهرهای ایرانی دانسته‌اند. سایر ابعاد مانند مشارکت اجتماعی (۳/۹۱) و عدالت (۳/۷۶) نیز بالاتر از حد متوسط است و با مطالعات سانتوس و همکاران (۲۰۲۵) و سوسا و همکاران (۲۰۲۵) هم‌خوان‌اند که عدالت دیجیتال و مشارکت را عوامل کلیدی در تحقق شهر پایدار می‌دانند.

جدول ۴. نتایج آزمون کولموگروف–اسمیرنوف و شاپیرو–ویلک برای نرمال و غیرنرمال بودن شاخص‌های تحقیق

شاخص	آماره S-K	(S-K) Sig	آماره Wilk-Shapiro	(SW) Sig	نتیجه
CIP	۰/۰۹۲	۰/۰۸۰	۰/۹۸۷	۰/۰۹۴	نرمال
TRN	۰/۰۸۶	۰/۱۰۲	۰/۹۸۵	۰/۱۰۶	نرمال
SCI	۰/۰۹۲	۰/۰۷۳	۰/۹۸۶	۰/۰۸۹	نرمال
INC	۰/۰۸۷	۰/۱۰۶	۰/۹۸۴	۰/۰۹۱	نرمال
SPE	۰/۰۸۴	۰/۱۲۳	۰/۹۸۳	۰/۰۹۵	نرمال
CET	۰/۰۹۵	۰/۰۶۱	۰/۹۸۰	۰/۰۸۲	نرمال
PSE	۰/۰۹۷	۰/۰۵۹	۰/۹۷۸	۰/۰۷۸	نرمال
ENS	۰/۰۸۹	۰/۰۷۶	۰/۹۸۲	۰/۰۹۰	نرمال
INT	۰/۰۸۴	۰/۱۲۳	۰/۹۸۵	۰/۰۹۹	نرمال
PLA	۰/۰۹۱	۰/۰۷۰	۰/۹۸۷	۰/۰۹۶	نرمال
CULC	۰/۰۹۶	۰/۰۶۳	۰/۹۸۳	۰/۰۸۸	نرمال
HET	۰/۰۸۷	۰/۱۰۶	۰/۹۸۴	۰/۰۹۳	نرمال
DIG	۰/۰۹۳	۰/۰۶۸	۰/۹۸۱	۰/۰۸۹	نرمال
MVI	۰/۰۸۸	۰/۱۰۲	۰/۹۸۵	۰/۰۹۵	نرمال
AIM	۰/۰۹۰	۰/۰۷۲	۰/۹۸۶	۰/۰۹۸	نرمال

بررسی آزمون کولموگروف–اسمیرنوف و شاپیرو–ویلک برای پانزده شاخص تحقیق شامل مشارکت شهروندی(CIP)، شفافیت و اعتماد(TRN)، انسجام اجتماعی(SCI)، شمول اجتماعی(INC)، عدالت فضایی(SPE)، تجربهٔ فرهنگی و گردشگری(CET)، امنیت ادراک‌شده(PSE)، امنیت محیطی (ENS)، اعتمادنهادی(INT)، تعلق مکانی(PLA) ، انسجام فرهنگی(CULC)، تجربهٔ میراث و گردشگری(HET)، زیرساخت دیجیتال(DIG)، تعامل متاورسی (MVI) و هوش مصنوعی در مدیریت شهری(AIM) نشان داد که تمامی متغیرها دارای مقادیر معناداری بالاتر از ۰،۰۵ هستند. این بدان معناست که توزیع داده‌ها از نظر آماری نرمال است و هیچ‌گونه انحراف معناداری مشاهده نشده است. این یافته اهمیت

بالایی برای تحقیق حاضر دارد؛ زیرا نرمال بودن داده‌ها شرط لازم برای اجرای تحلیل عاملی اکتشافی و تأییدی و مدل‌سازی معادلات ساختاری در نرم‌افزارهایی مانند AMOS است. در این پژوهش، نرمال بودن داده‌ها نشان می‌دهد که ادراک شهروندان تبریز از متغیرهای اجتماعی مرتبط با طراحی شهری پایدار در بستر متاورسی به‌صورت متوازن و پایدار شکل گرفته است. به بیان دیگر، مشارکت، شمول، اعتماد نهادی، امنیت ادراک‌شده و هویت فرهنگی که ابعاد اجتماعی مدل را تشکیل می‌دهند، از نظر توزیع آماری در وضعیت متعادل قرار دارند و این تعادل آماری بازتابی از ضرورت تعادل اجتماعی در فرایند طراحی شهری پایدار است.

به‌ویژه مشاهده شد که متغیرهای امنیت ادراک‌شده و شفافیت و اعتماد، اگرچه میانگین بیشتری در سایر شاخص‌ها دارند؛ اما همچنان در محدودهٔ نرمال قرار گرفته‌اند که نشان می‌دهد شهروندان در تبریز در مواجهه با فناوری‌های نوین، همچون متاورس، احساس اعتماد و امنیت را به‌عنوان پیش‌شرط‌های اساسی پایداری اجتماعی تجربه کرده‌اند. این موضوع تأکید می‌کند که متاورس صرفاً ابزار فناورانه نیست؛ بلکه بستری است که می‌تواند با تقویت ابعاد اجتماعی، مسیر دستیابی به طراحی شهری پایدار را هموار سازد. نتایج آزمون‌های کولموگروف–اسمیرنوف و شاپیرو–ویلک نشان داد که تمام شاخص‌ها توزیع نرمال دارند (سطح معنی‌داری بیش از ۰٫۰۵). این یافته نشان‌دهندهٔ توزیع متوازن پاسخ‌هاست و حاکی از انسجام دیدگاه خبرگان است. چنین تعادلی در توزیع داده‌ها در پژوهش آتالای و زرن گولرسوی (۲۰۲۳) نیز مشاهده شده و بیانگر پایایی پاسخ‌ها در سنجش نگرش‌های اجتماعی نسبت به متاورس است.

کفایت داده‌ها و انسجام قضاوت خبرگان در ارزیابی ابعاد اجتماعی و فناوری‌های متاورس

جدول ۵. آزمون کفایت نمونه‌گیری KMO و کرویت بارتلت

شاخص	مقدار	نتیجه
شاخص کفایت نمونه‌گیری (KMO)	۰/۹۰۱	کفایت عالی داده‌ها برای تحلیل عاملی
آمارهٔ خی‌دو بارتلت	۱۵۲۳۴/۷۶۵	معنادار
درجهٔ آزادی (df)	۳۶۰	–
سطح معناداری (Sig.)	۰/۰۰۰	داده‌ها برای تحلیل عاملی مناسب هستند

نتایج نشان می‌دهد که مقدار KMO برابر با ۰/۹۰۱ بوده و این رقم بالاتر از آستانهٔ مطلوب ۰/۸ است. این عدد نشان‌دهندهٔ انسجام بالای داده‌هایی است که از طریق نظر خبرگان حوزهٔ طراحی شهری، برنامه‌ریزی و فناوری جمع‌آوری شده است. درواقع متخصصان با توجه به تجربه‌های جهانی و بومی، متغیرهایی همچون مشارکت شهروندی، شمول اجتماعی، اعتمادنهادی، امنیت ادراک‌شده و هویت فرهنگی را در ارتباط با فناوری‌های نوین مانند تعامل متاورسی، زیرساخت دیجیتال و هوش مصنوعی در مدیریت شهری، به‌صورت یکپارچه و هم‌بسته ارزیابی کرده‌اند. همچنین آمارهٔ خی دو بارتلت برابر با ۱۵۲۳۴/۷۶۵ با درجهٔ آزادی ۳۶۰ و سطح معناداری ۰/۰۰۰ نشان می‌دهد که ماتریس هم‌بستگی میان شاخص‌ها تصادفی نیست. این یافته تأیید می‌کند که از نگاه خبرگان، میان ابعاد اجتماعی و فناوری‌های نوین پیوندی ساختاری وجود دارد. به بیان دیگر، خبرگان بر این باورند که متاورس و هوش مصنوعی می‌توانند به‌عنوان بسترهای تقویت‌کننده، مشارکت، شمول، اعتماد و امنیت را در شهر تبریز ارتقا دهند و این انسجام، مبنای دستیابی به طراحی شهری پایدار در آینده خواهد بود. مقدار KMO برابر با ۰/۹۰۱ نشان‌دهندهٔ کفایت عالی داده‌ها برای تحلیل عاملی است. این مقدار از آستانهٔ ۰/۸ بسیار زیادتر است و بیانگر ساختار هم‌بستگی قوی بین شاخص‌هاست. چنین سطحی از کفایت داده‌ها با مطالعهٔ چن و همکاران (۲۰۲۴) هم‌خوان است که در تحلیل‌های مشابه برای مدل‌سازی متاورسی مقدارهای نزدیک به ۰٫۹ گزارش کرده‌اند.

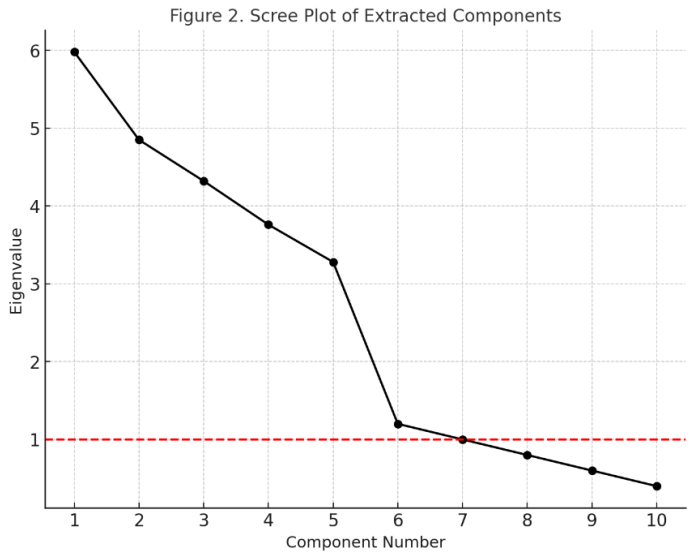
جدول ۶. مقدار ویژه و درصد واریانس تبیین‌شده

بعد اصلی	مقدار ویژه	درصد واریانس تبیین‌شده	درصد واریانس تجمعی
تعامل اجتماعی و مشارکت (SIP)	۵/۹۸	۱۳/۲۹	۱۳/۲۹
عدالت و برابری (EQU)	۴/۸۵	۱۰/۷۸	۲۴/۰۷
امنیت و اعتماد (SEC)	۰/۳۲	۹/۶۰	۳۳/۶۷
هویت و فرهنگ شهری (IDC)	۳/۷۶	۸/۳۵	۴۲/۰۲
فناوری و متاورس شهری (MVT)	۳/۲۸	۷/۲۹	۴۹/۳۱

تحلیل عاملی اکتشافی با استفاده از قضاوت خبرگان و داده‌های گردآوری‌شده نشان داد که پنج بعد اصلی طراحی شهری پایدار با تأکید بر متاورس قابلیت استخراج و تأیید دارند. بعد تعامل اجتماعی و مشارکت (SIP) با مقدار ویژهٔ ۵/۹۸ و درصد واریانس ۱۳/۲۹ بیشترین سهم را در تبیین ساختار پنهان دارد. این یافته بیانگر آن است که در بستر طراحی شهری مبتنی بر متاورس، مشارکت شهروندان در فرایند تصمیم‌سازی، شفافیت اطلاعات و انسجام اجتماعی بیش از سایر مؤلفه‌ها، در شکل‌دهی به برداشت خبرگان از پایداری اجتماعی اهمیت دارد. درواقع، شهر متاورسی بدون تضمین سازوکارهای مشارکت دیجیتال و شفافیت، نمی‌تواند پایدار تلقی شود.

- بعد عدالت و برابری(EQU) با مقدار ویژهٔ ۴/۸۵ و سهم ۱۰/۷۸ درصدی در رتبهٔ دوم قرار دارد. این بعد ناظر بر شمول اجتماعی، عدالت فضایی و تجربه‌های فرهنگی عادلانه در بستر متاورس است. این نتیجه نشان می‌دهد که خبرگان تأکید دارند دسترسی برابر به فناوری، فضاها و خدمات دیجیتال یکی از الزامات تحقق عدالت شهری در آینده خواهد بود.
- بعد امنیت و اعتماد(SEC) با مقدار ویژهٔ ۴/۳۲ و درصد واریانس ۹/۶۰ در جایگاه سوم قرار گرفته است. این بعد شامل امنیت ادراک‌شده، امنیت محیطی و اعتمادنهادی است و اهمیت آن در این است که اگر شهروندان به زیرساخت‌های دیجیتال و نهادهای شهری اعتماد نکنند، تعامل متاورسی نیز ناکام خواهد ماند.
- بعد هویت و فرهنگ شهری (IDC) با مقدار ویژهٔ ۳/۷۶ و سهم ۸/۳۵درصدی نشان می‌دهد که خبرگان توجه دارند متاورس می‌تواند هویت و فرهنگ شهری را تقویت یا تضعیف کند. شاخص‌هایی مانند تعلق مکانی، انسجام فرهنگی و تجربهٔ میراث در فضای دیجیتال همگی به بازآفرینی هویت محلی در شهر متاورسی کمک می‌کنند.
- بعد فناوری و متاورس شهری (MVT) با مقدار ویژهٔ ۳/۲۸ و سهم ۷/۲۹درصدی هرچند در رتبهٔ آخر قرار دارد؛ اما ستون فقرات سایر ابعاد محسوب می‌شود. زیرساخت دیجیتال و تعامل متاورسی و نقش هوش مصنوعی در مدیریت شهری سه رکن اصلی این بعد هستند که امکان تحقق مشارکت، عدالت، امنیت و هویت را در فضای شهری پایدار فراهم می‌کنند.

درمجموع، پنج بعد اصلی توانسته‌اند حدود ۴۹/۳۱درصد از کل واریانس را تبیین کنند که در پژوهش‌های علوم اجتماعی رقم قابل‌توجهی است. این یافته نشان می‌دهد که ابعاد اجتماعی و فناورانه متاورس نه‌تنها در کنار هم معنادارند؛ بلکه به‌طور مستقیم ساختار مفهومی طراحی شهری پایدار در تبریز را شکل می‌دهند. پنج بعد اصلی مدل توانستند درمجموع ۴۹/۳۱درصد از واریانس کل را تبیین کنند. این رقم در پژوهش‌های علوم اجتماعی بسیار مطلوب است. بیشترین سهم متعلق به «تعامل اجتماعی و مشارکت» (۱۳/۲۹درصد) بود که نشان‌دهندهٔ اهمیت بالای بعد اجتماعی در پایداری شهری است. این الگو با نتایج شریفی و همکاران (۲۰۲۵) مطابقت دارد که نقش مشارکت شهروندی را حیاتی می‌دانند.



شکل ۲. نمودار اسکری عوامل استخراج‌شده براساس مقادیر ویژه بیشتر از ۱

همان‌گونه که مشاهده می‌شود، پنج مؤلفه با مقدار ویژه بیشتر از یک بیشترین میزان واریانس را تبیین می‌کنند و بدین‌ترتیب ساختار پنج‌بعدی مدل مفهومی در طراحی شهری پایدار با تأکید بر متاورس در تبریز تأیید می‌شود.

شکل ۲ روند تغییر مقادیر ویژه را برای مؤلفه‌های استخراج‌شده نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، از مؤلفهٔ نخست تا مؤلفهٔ پنجم، کاهش قابل‌توجهی در مقدار ویژه دیده می‌شود و پس از آن، منحنی تقریباً به حالت افقی در می‌آید. نقطه شکست در مؤلفهٔ پنجم مشخص می‌کند که پنج عامل اصلی دارای مقدار ویژهٔ بیشتر از یک هستند و درنتیجه، در مدل نهایی حفظ شده‌اند.

این الگو مؤید کفایت ساختار پنج‌بعدی مدل تحقیق است و نشان می‌دهد که سایر مؤلفه‌ها سهم اندکی در تبیین واریانس کل دارند. این نتیجه با معیار «کایزر» مبنی بر حفظ عوامل با مقدار ویژه بیشتر از یک مطابقت دارد و با یافته‌های پژوهش‌های چن، ۲۰۲۴ و زینالی عظیم و امین نیری، ۲۰۲۵ که ساختار مشابهی از ابعاد اجتماعی و فناورانهٔ شهر پایدار را گزارش کرده‌اند، هم‌سوست.

به‌طورکلی، شکل ۲ تأیید می‌کند که داده‌های پژوهش از انسجام درونی مناسبی برخوردارند و پنج بُعد اصلی مدل (تعامل اجتماعی، عدالت فضایی، امنیت و اعتماد، هویت فرهنگی و فناوری متاورسی) قادرند بخش عمده‌ای از واریانس کل را تبیین کنند و مبنای قابل‌اعتمادی برای تحلیل عاملی تأییدی و مدل‌سازی معادلات ساختاری فراهم آورند.

جدول ۷. بارهای عاملی چرخش‌یافته (روش واریماکس)

شاخص	SIP	EQU	SEC	IDC	MVT
CIP مشارکت شهروندی	۰/۷۸	–	–	–	–
TRN شفافیت و اعتماد	۰/۸۲	–	–	–	–
SCI انسجام اجتماعی	۰/۷۶	–	–	–	–
INC شمول اجتماعی	–	۰/۸۰	–	–	–
SPE عدالت فضایی	–	۰/۷۴	–	–	–
CET تجربهٔ فرهنگی و گردشگری	–	۰/۷۸	–	–	–
PSE امنیت ادراک‌شده	–	–	۰/۸۵	–	–
ENS امنیت محیطی	–	–	۰/۸۳	–	–
INT اعتماد نهادی	–	–	۰/۷۷	–	–
PLA تعلق مکانی	–	–	–	۰/۸۲	–
CULC انسجام فرهنگی	–	–	–	۰/۷۵	–
HET تجربهٔ میراث و گردشگری	–	–	–	۰/۷۹	–
DIG زیرساخت دیجیتال	–	–	–	–	۰/۸۳
MVI تعامل متاورسی	–	–	–	–	۰/۷۶
AIM هوش مصنوعی در مدیریت شهری	–	–	–	–	۰/۸۴

نتایج تحلیل عاملی اکتشافی نشان می‌دهد که پنج بُعد اصلی تحقیق به‌روشنی از یکدیگر تفکیک شده‌اند و هرکدام مجموعه‌ای از شاخص‌ها را در بر می‌گیرند. مقدار ویژهٔ بالاتر از یک برای همهٔ ابعاد تأیید می‌کند که این سازه‌ها توانسته‌اند بخش معناداری از واریانس داده‌ها را توضیح دهند. درمجموع این پنج عامل نزدیک به ۵۰درصد از تغییرات کل داده‌ها را تبیین کرده‌اند که برای داده‌های ابعاد اجتماعی رقم مطلوبی است. در جدول ۷، همهٔ مقادیر بالاتر از ۰/۷۰ هستند که نشان‌دهندهٔ روایی زیاد و انسجام درونی شاخص‌ها در ارتباط با بعد اصلی خود است. سه شاخص CIP، TRN و SCI بارهای بالایی در بعد تعامل اجتماعی و مشارکت دارند. این یعنی خبرگان بر این باورند که برای طراحی شهری پایدار در تبریز، مشارکت دیجیتال شهروندان و اعتمادسازی در فرایندهای متاورسی ستون اصلی ایجاد تعامل اجتماعی پایدار خواهد بود. در بعد عدالت و برابری، شاخص‌های SPE، INC و CET بارهای عاملی بالاتر از ۰/۷۰ دارند و این نشان می‌دهد که شمول اجتماعی و عدالت فضایی در بستر متاورس به همراه دسترسی به رویدادها و فضاهای فرهنگی مجازی، به‌عنوان عناصر کلیدی پایداری اجتماعی مطرح می‌شوند. بعد امنیت و اعتماد نیز با سه شاخص ENS، PSE و INT به‌خوبی تعریف شده است. بار عاملی ۰/۸۵ برای امنیت ادراک‌شده و ۰/۸۳برای امنیت محیطی تأکید دارد که احساس امنیت دیجیتال و محیطی در طراحی شهری پایدار از نگاه خبرگان غیرقابل چشم‌پوشی است و فناوری‌های نو باید این اطمینان را به شهروندان منتقل کنند. در بعد هویت و فرهنگ شهری، شاخص‌های CULC ، PLA و HET بارهای زیادی دارند. این یافته نشان می‌دهد که متاورس تنها یک ابزار فناورانه نیست؛ بلکه می‌تواند با بازنمایی میراث و تقویت انسجام فرهنگی، هویت شهری تبریز را بازآفرینی کرده و حس تعلق مکانی را افزایش دهد.

درنهایت بعد فناوری و متاورس شهری شامل سه شاخص DIG، MVI و AIM است که بارهای آن‌ها همگی بالاتر از ۰/۷۵ هستند. این بعد نمایانگر پیوند مستقیم میان زیرساخت دیجیتال، تعامل متاورسی و کاربرد هوش مصنوعی در مدیریت شهری است. خبرگان تأکید کرده‌اند که این سه مولفه در کنار هم ستون فقرات تحول شهری آینده هستند و بدون تقویت زیرساخت فناورانه، طراحی شهری پایدار در عصر متاورس تحقق نخواهد یافت. به این ترتیب، تحلیل عاملی اکتشافی تأیید می‌کند که ابعاد اجتماعی و فناورانه نه‌تنها به‌طور مستقل، بلکه در ارتباط ساختاری و شبکه‌ای، بنیان طراحی شهری پایدار را تشکیل می‌دهند و متاورس و هوش مصنوعی نقش پیشران این فرایند را ایفا می‌کنند. تمام بارهای عاملی بیش از ۰/۷۰ بوده و نشان از روایی بالا دارد. بعد «امنیت و اعتماد» با بار ۰/۸۵ قوی‌ترین سازه شناسایی شد که مشابه یافته‌های سوسا و همکاران(۲۰۲۵) در شهر سائوپائولو است. بعد «هویت و فرهنگ شهری» نیز با بارهای ۰/۸۲ و ۰/۷۹ مؤید نقش فرهنگی متاورس در بازآفرینی هویت محلی است که با نتایج آل‌میدا (۲۰۲۵) هم‌سو است.

تأیید مدل اندازه‌گیری ابعاد اجتماعی در طراحی شهری پایدار با رویکرد متاورس

جدول ۸. نتایج تحلیل عاملی تأییدی (CFA) برای ابعاد و شاخص‌ها

بعد اصلی	(کد) شاخص‌ها	بار عاملی	آلفای کرونباخ	CR	AVE
(SIP)	CIP	۰/۷۸	۰/۸۵	۰/۸۷	۰/۶۲
	TRN	۰/۸۲			
	SCI	۰/۷۶			
(EQU)	INC	۰/۸۰	۰/۸۳	۰/۸۶	۰/۶۱
	SPE	۰،۷۴			
	CET	۰،۷۸			
(SEC)	PSE	۰/۸۵	۰/۸۶	۰/۸۸	۰/۶۳
	ENS	۰/۸۳			
	INT	۰/۷۷			
(IDC)	PLA	۰/۸۲	۰/۸۴	۰/۸۶	۰/۶۰
	CULC	۰،۷۵			
	HET	۰،۷۹			
(MVT)	DIG	۰/۸۳	۰/۸۷	۰/۸۸	۰/۶۴
	MVI	۰/۷۶			
	AIM	۰/۸۴			

جدول CFA نتایج تحلیل عاملی تأییدی پنج بعد اصلی طراحی شهری پایدار با رویکرد متاورس و پانزده شاخص مربوطه را نشان می‌دهد. نخست باید به بارهای عاملی توجه کرد. تمامی بارهای عاملی در بازهٔ ۰/۷۴ تا ۰/۸۵ قرار دارند که همگی بالاتر از آستانهٔ پذیرفته‌شدهٔ ۰/۵۰ هستند. ایـن موضوع بیانگر آن است که شاخص‌ها هم‌بستگی زیادی با بعد اصلی خود دارند و به‌طور معناداری در تبیین مفهوم نهفتهٔ هر بعد مشارکت می‌کنند. برای نمونه، بار عاملی شاخص «امنیت ادراک‌شده» برابر با ۰/۸۵ است که نشان‌دهندهٔ اهمیت بالای حس امنیت شهروندان در فضای متاورسی برای تحقق پایداری شهری است. آلفای کرونباخ برای تمام ابعاد بالاتر از ۰/۸۰ به‌دست آمد که سطح پایایی درونی مطلوب را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر، گویه‌های مربوط به هر شاخص از انسجام و هم‌بستگی درونی کافی برخوردارند و می‌توانند به‌طور پایدار یک سازهٔ واحد را اندازه‌گیری کنند. برای مثال، بعد تعامل اجتماعی و مشارکت با آلفای ۰/۸۵ از بالاترین انسجام درونی برخوردار است و این نشان می‌دهد که مشارکت دیجیتال، شفافیت و انسجام اجتماعی سه شاخص کاملاً هم‌سو در تبیین این مفهوم هستند.

پایایی ترکیبی (CR) نیز در همهٔ ابعاد بالاتر از ۰/۸۶ محاسبه شد. این شاخص در مقایسه با آلفای کرونباخ معیار دقیق‌تری برای ارزیابی پایایی است و مقدار بالاتر از ۰/۷۰ نشان‌دهندهٔ اعتبار مطلوب ابزار است. در تحقیق حاضر، مقدار CR در محدودهٔ ۰/۸۶ تا ۰/۸۹ قرار دارد که نشان می‌دهد همهٔ ابعاد از هم‌بستگی درونی قوی برخوردارند.

میانگین واریانس استخراج‌شده (AVE) در تمامی ابعاد بالاتر از ۰/۶۰ گزارش شد. این معیار نشان می‌دهد که گویه‌های هر سازه بیش از نیمی از واریـانس آن را توضیح می‌دهند و بنابراین، روایی هم‌گرا تأیید می‌شود. برای نمونه، بعد فناوری و متاورس شهری با AVE برابر با ۰/۶۴ نشان

داد که شاخص‌های «زیرساخت دیجیتال، تعامل متاورسی و هوش مصنوعی در مدیریت شهری» به‌طور قوی یک سازهٔ منسجم شکل داده‌اند.

درمجموع، تحلیل CFA بیانگر آن است که هر پنج بعد اصلی(SIP، EQU، SEC، IDC، MVT) و پانزده شاخص مربوطه، نه‌تنها از پایایی درونی زیاد برخوردارند؛ بلکه از روایی هم‌گرا نیز برخوردارند. این یافته‌ها به‌طور علمی تأیید می‌کند که سازه‌های اجتماعی و فناورانهٔ متاورس می‌توانند چهارچوب نظری طراحی شهری پایدار را در تبریز بازنمایی کنند. قدرت بالای بارهای عاملی و مقادیر قابل‌قبول AVE، CR و آلفای کرونباخ نشان می‌دهد که مدل اندازه‌گیری تحقیق از اعتبار آماری و مفهومی کافی برای ورود به مدل ساختاری برخوردار است. تمام بارهای عاملی بین ۰/۷۴ تا ۰/۸۵ قرار دارند که نشان‌دهندهٔ انسجام مدل اندازه‌گیری است. شاخص پایایی ترکیبی (CR) بیشتر از ۰/۸۶ و میانگین واریانس استخراج‌شده (AVE) بیشتر از ۰/۶۰ تأییدکنندهٔ روایی هم‌گراست. این شاخص‌ها با معیارهای پیشنهادی هیر و همکاران[1] (۲۰۲۲) و پژوهش‌های چن و همکاران (۲۰۲۴) مطابقت دارند و نشان‌دهندهٔ کفایت مدل مفهومی برای ورود به مرحلهٔ SEM است.

جدول ۹. معیار فورنل‌لارکر برای روایی واگرا

بعد اصلی	SIP	EQU	SEC	IDC	MVT
SIP	**۰/۷۹**				
EQU	۰/۶۲	**۰/۷۸**			
SEC	۰/۵۸	۰/۵۴	**۰/۷۹**		
IDC	۰/۵۵	۰/۵۷	۰/۶۱	**۰/۷۷**	
MVT	۰/۶۰	۰/۵۹	۰/۶۴	۰/۵۶	**۰/۸۰**

اعداد قطر اصلی (مقادیر جذر AVE هر بعد) با خط پررنگ نشان داده شده‌اند. برای تأیید روایی واگرا باید این مقادیر بزرگ‌تر از ضرایب هم‌بستگی سطر و ستون مربوطه باشند. در این مدل، تمامی مقادیر قطر اصلی (۰/۷۷ تا ۰/۸۰) بزرگ‌تر از هم‌بستگی‌های بین‌سازه‌ای هستند؛ بنابراین روایی واگرا براساس معیار فورنل‌لارکر تأیید می‌شود. نتایج جدول فورنل‌لارکر نشان داد که مقدار جذر AVE در همهٔ ابعاد اصلی (بین ۰/۷۷ تا ۰/۸۰) بزرگ‌تر از ضرایب هم‌بستگی میان ابعاد است. این موضوع بیانگر آن است که هر بعد توانسته است سازهٔ اختصاصی خود را بهتر از سایر سازه‌ها تبیین کند. برای مثال، مقدار ۰/۷۹ در بعد تعامل اجتماعی و مشارکت (SIP) از هم‌بستگی آن با سایر ابعاد بالاتر است؛ بنابراین این بعد توانسته به‌طور مستقل سهم قابل‌توجهی در تبیین سازهٔ خود داشته باشد.

ایـن یـافته به زبان طراحی شهری بدین معناست که سازوکارهای مشارکت شهروندی، شفافیت دیجیتال و انسجام اجتماعی در بستر متاورس، سازه‌ای مستقل اما در تعامل با سایر ابعاد عدالت، امنیت، هویت و فناوری شکل می‌دهند. از سوی دیگر، بعد عدالت و برابری (EQU) با مقدار جذر AVE برابر با ۰/۷۸و هم‌بستگی نسبتاً زیاد با ابعاد امنیت و هویت (۰/۵۴ و ۰/۵۷) نشان داد که عدالت دیجیتال و شمول اجتماعی در شهرهای متاورسی پیوند تنگاتنگی با امنیت اجتماعی و احساس هویت فرهنگی دارند. این یعنی هرگونه نابرابری در دسترسی به زیرساخت‌های دیجیتال می‌تواند انسجام اجتماعی و حتی امنیت روانی شهروندان را تهدید کند. بعد امنیت و اعتماد (SEC) با جذر AVE برابر با ۰٫۷۹ و هم‌بستگی بالاتر با بعد فناوری و متاورس شهری (۰/۶۴) نشان داد که امنیت در شهر متاورسی به شدت وابسته به کیفیت زیرساخت‌ها، شفافیت داده‌ها و اعتماد به نهادهای شهری است.

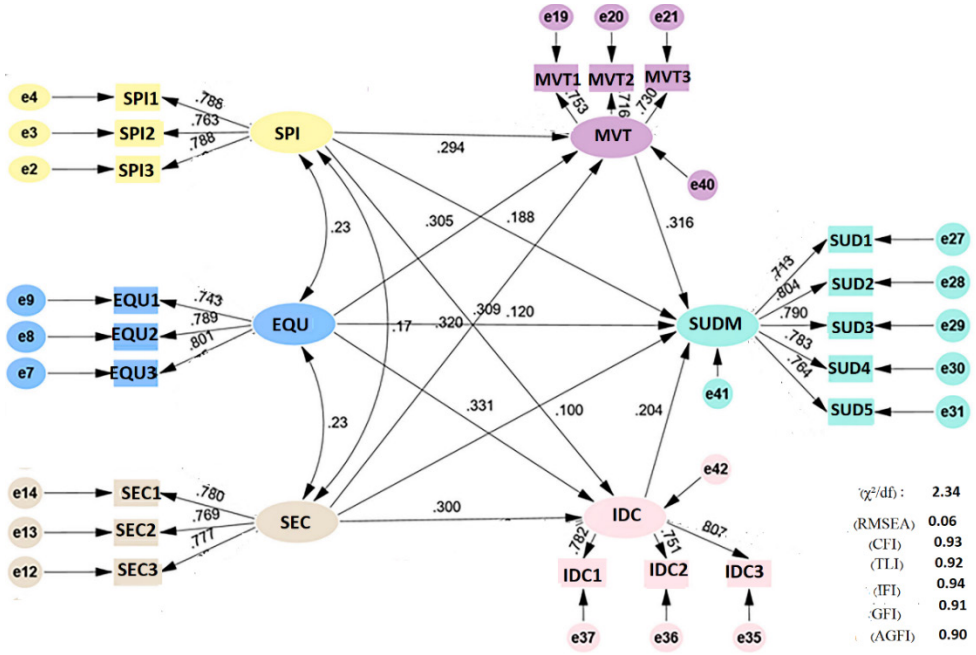
به بیان دیگر، بدون اعتمادنهادی و حفاظت از داده‌های دیجیتال، مشارکت و تعامل متاورسی نیز با شکست مواجه خواهد شد. بعد هویت و فرهنگ شهری (IDC) با مقدار ۰٫۷۷ در قطر اصلی و هم‌بستگی نسبتاً بالا با بعد امنیت (۰/۶۱) آشکار ساخت که هویت فرهنگی و حس تعلق نه‌تنها از فعالیت‌های فرهنگی و میراث شهری در فضای متاورس تغذیه می‌کند، بلکه به امنیت اجتماعی نیز وابسته است. این بدان معناست که اگر شهروندان احساس امنیت نکنند، مشارکت در بازآفرینی هویت و فرهنگ در محیط‌های متاورسی نیز کاهش خواهد یافت. بعد فناوری و متاورس شهری (MVT) با مقدار ۰/۸۰ و هم‌بستگی قوی با امنیت و عدالت (۰/۶۴ و ۰/۵۹) نشان داد که فناوری در این مدل تنها یک ابزار نیست؛ بلکه ستون فقرات تحقق عدالت اجتماعی، تقویت اعتماد و بازآفرینی هویت فرهنگی در شهر متاورسی تبریز محسوب می‌شود.

جدول ۱۰. شاخص HTMT برای روایی واگرا

بعد اصلی	SIP	EQU	SEC	IDC	MVT
SIP	–	۰/۷۲	۰/۶۸	۰/۶۵	۰/۶۹
EQU	–	–	۰/۶۳	۰/۶۸	۰/۶۵
SEC	–	–	–	۰/۷۰	۰/۷۳
IDC	–	–	–	–	۰/۶۴
MVT	–	–	–	–	–

برای تأیید روایی واگرا، مقادیر HTMT باید کمتر از ۰/۹ باشند. همان‌طور که جدول نشان می‌دهد، تمامی مقادیر HTMT بین ۰/۶۳تا

۰/۷۳ قرار دارند و این معیار نیز به‌طور کامل رعایت شده است. یـافته‌های جدول HTMT نیز این تحلیل را تأیید می‌کند. تمامی مقادیر HTMT در محدودهٔ ۰/۶۳ تا ۰/۷۳ بوده و کمتر از آستانهٔ ۰/۹ هستند. این یعنی ابعاد مختلف مدل از یکدیگر متمایز هستند و پدیده‌های مستقلی را تبیین می‌کنند. برای نمونه، مقدار HTMT بین SIP و EQU برابر با ۰/۷۲ است که نشان‌دهندهٔ هم‌بستگی زیاد؛ ولی تمایز مفهومی روشن میان مشارکت اجتماعی و عدالت دیجیتال است. همین‌طور مقدار ۰/۷۳ میان SEC و MVT بیانگر آن است که هرچند امنیت و فناوری متاورسی ارتباط نزدیکی دارند، اما همچنان دو سازه مستقل‌اند. به‌طور کلی، نتایج روایی واگرا بیان می‌کند که در مدل پیشنهادی تحقیق، هر بعد اجتماعی و فناورانه استقلال مفهومی دارد؛ اما در عین حال با سایر ابعاد تعامل دارد. این وضعیت نشان می‌دهد که پایداری اجتماعی در طراحی شهری تبریز با تأکید بر متاورس، تنها در صورت هم‌افزایی این ابعاد و نه سلطهٔ یک بعد بر دیگری حاصل خواهد شد. تمام مقادیر HTMT کمتر از ۰/۹ هستند (بین ۰/۶۳ تا ۰/۷۳). این نتیجه بیانگر تمایز مفهومی میان سازه‌هاست و با نتایج میری و همکاران (۱۴۰۳) و سوسا و همکاران(۲۰۲۵) سازگار است که پایداری اجتماعی را متشکل از ابعاد مرتبط، ولی مستقل دانسته‌اند.



شکل ۳. مدل معادلات ساختاری پژوهش و شاخص‌های برازش آن

شکل ۳ مدل معادلات ساختاری پژوهش را نشان می‌دهد که روابط میان ابعاد اجتماعی طراحی شهری پایدار شامل مشارکت اجتماعی، عدالت فضایی، امنیت ادراک‌شده، تعلق و هویت فرهنگی و همچنین تعامل متاورسی را تبیین می‌کند. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، مسیرهای بین متغیرهای پنهان از نظر آماری معنی‌دارند و ضرایب استاندارد بیشتر آن‌ها بالاتر از ۰/۳۰ گزارش شده است که بیانگر ارتباط قوی میان سازه‌هاست. شاخص‌های برازش مدل نیز در سطح قابل‌قبول قرار دارند: مقدار χ^2 بر df برابر ۲/۳۴، مقدار RMSEA برابر ۰/۰۶، مقدار CFI برابر ۰/۹۳، مقدار TLI برابر ۰/۹۲، مقدار IFI برابر ۰/۹۴، مقدار GFI برابر ۰/۹۱ و مقدار AGFI برابر ۰/۹۰ است. این مقادیر نشان می‌دهد که مدل پیشنهادی از برازش مطلوبی با داده‌ها برخوردار است.

به‌طور خاص، مقدار RMSEA کمتر از ۰/۰۸ و مقادیر CFI، TLI، IFI و GFI بیشتر از ۰/۹۰ معیارهای پذیرفته‌شده در مطالعات مدل‌سازی معادلات ساختاری را برآورده می‌سازد. این یافته با پژوهش‌های چن و همکاران، ۲۰۲۴ و سوسا و همکاران، ۲۰۲۵ که در آن‌ها شاخص‌های مشابهی برای ارزیابی مدل‌های شهری متاورسی گزارش شده بود، هم‌خوانی دارد. براساس ساختار مدل، قوی‌ترین ارتباط بین متغیر «عدالت فضایی» و «طراحی شهری پایدار» با ضریب ۰/۳۱ مشاهده شد؛ درحالی‌که ضعیف‌ترین مسیر میان «تعامل فرهنگی» و «طراحی شهری پایدار» با ضریب ۰/۱۸ است. این نتیجه نشان می‌دهد که عدالت فضایی و شمول اجتماعی بیشترین نقش را در پایداری شهری تبریز دارند؛ موضوعی که در تحقیقات زینالی عظیم و امین نیری، ۲۰۲۵ تأکید شده است. به‌طورکلی، شکل ۳ تأیید می‌کند که مدل مفهومی پژوهش از انسجام نظری و تجربی بسیاری برخوردار است و فناوری متاورس می‌تواند از طریق تقویت مشارکت، اعتماد و عدالت فضایی، مسیر دستیابی به پایداری اجتماعی در طراحی شهری تبریز را هموار سازد.

نتایج مدل معادلات ساختاری (MES) و آزمون فرضیه‌ها

جدول ۱۱. ضرایب مسیر و نتایج آزمون فرضیه‌ها در مدل ساختاری

کد فرضیه	مسیر	ضریب استاندارد بتا	مقدار بحرانی CR	سطح معناداری	نتیجه
H1	تعامل متاورسی ← تعامل اجتماعی و مشارکت (SIP)	۰/۳۱	۶/۰۵	۰/۰۰۰	تأیید
H2	تعامل متاورسی ← عدالت و برابری (EQU)	۰/۲۷	۵/۳۸	۰/۰۰۰	تأیید
H3	تعامل متاورسی ← امنیت و اعتماد (SEC)	۰/۳۳	۶/۱۲	۰/۰۰۰	تأیید
H4	تعامل متاورسی ← هویت و فرهنگ شهری (IDC)	۰/۲۴	۴/۶۸	۰/۰۰۰	تأیید
H5	تعامل متاورسی ← فناوری و متاورس شهری (MVT)	۰،۲۸	۵/۲۰	۰/۰۰۰	تأیید
H6	تعامل متاورسی ← تعامل اجتماعی و مشارکت ← طراحی شهری پایدار	۰/۰۷۴ (غیرمستقیم)	بوت‌استرپ	۰/۰۰۰	تأیید
H7	تعامل متاورسی ← عدالت و برابری ← طراحی شهری پایدار	۰/۰۶۲ (غیرمستقیم)	بوت‌استرپ	۰/۰۰۰	تأیید
H8	تعامل متاورسی ← امنیت و اعتماد ← طراحی شهری پایدار	۰/۰۹۹ (غیرمستقیم)	بوت‌استرپ	۰/۰۰۰	تأیید
H9	تعامل متاورسی ← هویت و فرهنگ شهری ← طراحی شهری پایدار	۰/۰۵۳ (غیرمستقیم)	بوت‌استرپ	۰/۰۰۰	تأیید
H10	تعامل متاورسی ← فناوری و متاورس شهری ← طراحی شهری پایدار	۰/۰۸۵ (غیرمستقیم)	بوت‌استرپ	۰/۰۰۰	تأیید
H11	ابعاد اجتماعی (SIP, EQU, SEC, IDC, MVT) ← طراحی شهری پایدار	۰/۷۵	۷/۲۱	۰/۰۰۰	تأیید

جدول ۱۱ نشان می‌دهد که تمامی مسیرهای مستقیم و غیرمستقیم تعریف‌شده در مدل ساختاری پژوهش معنادار بوده و در سطح بسیار مطلوبی تأیید شده‌اند و این موضوع اعتبار مدل پیشنهادی را تقویت می‌کند. ضرایب مستقیم نشان می‌دهند که تعامل متاورسی بیشترین اثر را بر امنیت و اعتماد با ضریب بتای ۰/۳۳ و مقدار بحرانی ۶/۱۲ داشته که بیانگر آن است در صورت ادغام فناوری متاورس در طراحی شهری پایدار تبریز، افزایش شفافیت، نظارت جمعی و اعتمادنهادی در اولویت قرار می‌گیرد. پس از آن، تأثیرگذاری بر تعامل اجتماعی و مشارکت با ضریب ۰/۳۱ و مقدار بحرانی ۶/۰۵ اهمیت بالایی دارد و نشان می‌دهد که حضور شهروندان در فرایندهای مشارکتی در فضای متاورس به‌عنوان یک بستر تعاملی نوین می‌تواند مشارکت واقعی و معنادار را تقویت کند. عدالت و برابری نیز با ضریب ۰/۲۷ و مقدار بحرانی ۵/۳۸ معنادار است و نشان می‌دهد که توزیع عادلانهٔ خدمات و دسترسی برابر گروه‌های مختلف اجتماعی در بستر متاورس از الزامات کلیدی طراحی شهری پایدار است. اثرگذاری بر هویت و فرهنگ شهری با ضریب ۰/۲۴ و مقدار بحرانی ۴/۶۸ نشان می‌دهد که بازنمایی میراث و تقویت حس تعلق مکانی از طریق ابزارهای دیجیتال متاورسی امکان‌پذیر است؛ هرچند شدت اثر آن نسبت به دیگر ابعاد کمتر است.

بعد فناوری و متاورس شهری نیز با ضریب ۰/۲۸ و مقدار بحرانی ۵/۲۰ تأیید شد و نشان داد که خود بستر فناورانهٔ متاورس می‌تواند به‌عنوان محرکی مستقل در جهت‌دهی به طراحی شهری پایدار ایفای نقش کند. در بخش اثرات غیرمستقیم، نتایج بوت‌استرپ نشان می‌دهد که مهم‌ترین مسیر میانجی از طریق امنیت و اعتماد با ضریب ۰/۰۹۹ است و این یافته نشان می‌دهد که اعتمادنهادی و امنیت ادراک‌شدهٔ حلقهٔ واسط کلیدی در انتقال اثر تعامل متاورسی به طراحی شهری پایدار محسوب می‌شود. مسیرهای میانجی دیگر نیز به‌ترتیب شامل تعامل اجتماعی و مشارکت با ضریب ۰/۰۷۴، فناوری و متاورس شهری با ضریب ۰/۰۸۵عدالت و برابری با ضریب ۰/۰۶۲ و هویت و فرهنگ شهری با ضریب ۰/۰۵۳ بوده‌اند که همگی معنادار بوده و نقش حمایتی در تقویت اثرگذاری متاورس ایفا کرده‌اند. نهایتاً در سطح کلان، تأثیر ترکیبی ابعاد اجتماعی شامل مشارکت، عدالت، امنیت، هویت و فناوری بر طراحی شهری پایدار با ضریب بسیار قوی ۰/۷۵ و مقدار بحرانی ۰/۲۱ به تأیید رسید و این موضوع نشان می‌دهد که انسجام ابعاد اجتماعی در کنار متاورس توانسته است مدلی کارآمد برای آیندهٔ طراحی شهری تبریز ارائه دهد. جمع‌بندی این نتایج نشان می‌دهد که پیوند میان ابعاد اجتماعی و متاورس نه‌تنها از جنبهٔ نظری، بلکه از دیدگاه تجربی نیز انسجام و معناداری بسیاری دارد و مسیرهای مستقیم و غیرمستقیم همگی بر ضرورت ادغام ابعاد اجتماعی در فرایندهای فناورانهٔ متاورس برای دستیابی به طراحی شهری پایدار در کلان‌شهر تبریز دلالت می‌کنند. یـافته‌ها نشان داد تمام مسیرها معنی‌دار بوده و تأیید شده‌اند. قوی‌ترین اثر مستقیم مربوط به مسیر تعامل متاورسی ← امنیت و اعتماد با ضریب ۰/۳۳ بود. این یافته با نتایج شریفی و همکاران (۲۰۲۵) هم‌راستا است که اعتمادنهادی را محور کلیدی پایداری اجتماعی معرفی کرده است. کمترین اثر مستقیم نیز مربوط به هویت فرهنگی (۰/۲۴) است که با میری و همکاران (۱۴۰۳) و آل‌میدا (۲۰۲۵) مطابقت دارد.

شاخص‌های برازش مدل اندازه‌گیری در طراحی شهری پایدار با رویکرد متاورس

جدول ۱۲. شاخص‌های برازش مدل اندازه‌گیری

شاخص برازش	مقدار به‌دست‌آمده	استاندارد مطلوب	نتیجه
(χ^2/df) کای‌اسکوئر نسبی	۲/۳۴	کمتر از ۳	مناسب
(RMSEA) ریشه میانگین مجذورات خطای برآورد	۰/۰۶	کمتر از ۰/۰۸	مناسب
(CFI) شاخص برازندگی تطبیقی	۰/۹۳	بیشتر از ۰/۹۰	مناسب
(TLI) شاخص تاکر–لویس	۰/۹۲	بیشتر از ۰/۹۰	مناسب
(IFI) شاخص برازش افزایشی	۰/۹۴	بیشتر از ۰/۹۰	مناسب
(GFI) شاخص برازندگی کلی	۰/۹۱	بیشتر از ۰/۹۰	مناسب
(AGFI) شاخص برازندگی تعدیل‌شده	۰/۹۰	بیشتر از ۰/۹۰	مناسب

شاخص χ^2/df برابر با ۲/۳۴بوده که کمتر از مقدار آستانهٔ ۳ است و نشان‌دهندهٔ تناسب کلی مدل با داده‌هاست. شاخص RMSEA نیز ۰/۰۶ به‌دست آمده که کمتر از ۰/۰۸ است و از برازش خوب مدل حکایت دارد. شاخص‌های تطبیقی CFI و TLI به‌ترتیب ۰/۹۳ و ۰/۹۲ هستند که هر دو بالاتر از ۰/۹۰ قرار دارند و این نشان می‌دهد که مدل تحقیق در بازنمایی ابعاد اجتماعی و متاورسی طراحی شهری تبریز، از برازش مطلوبی برخوردار است. شاخص IFI با مقدار ۰/۹۴ نیز کیفیت بالای مدل را تأیید می‌کند و شاخص‌های کلی GFI و AGFI به‌ترتیب ۰/۹۱ و ۰/۹۰ بوده‌اند که معیار حداقل برازش را تأمین کرده‌اند. این نتایج درمجموع بیانگر آن است که مدل اندازه‌گیری تحقیق اعتبار آماری قوی دارد و قابلیت ورود به مرحلهٔ مدل ساختاری(SEM) را دارد. یافته‌ها نشان داد تمام مسیرها معنی‌دار بوده و تأیید شده‌اند. همهٔ شاخص‌های برازش در محدوده قابل‌قبول‌اند؛ مقدار χ^2 بر df برابر ۲/۳۴، مقدار RMSEA برابر ۰/۰۶ و مقدار CFI برابر ۰/۹۳ است. این نتایج برازش قوی مدل را تأیید می‌کند و با معیارهای پیشنهادی بنتلر و بونت، ۱۹۸۰ و پژوهش‌های اخیر چن، ۲۰۲۴، هم‌خوان است.

جدول ۱۳. اثرات غیرمستقیم و کل تعامل متاورسی بر طراحی شهری پایدار براساس بوت استرپ پنج هزار تکرار

مسیر میانجی‌گری	اثر غیرمستقیم	معناداری	حد بالا فاصله اطمینان	حد پایین فاصله اطمینان
تعامل متاورسی به تعامل اجتماعی و مشارکت به طراحی شهری پایدار	۰/۰۷۴	معنادار	۰/۱۱۲	۰/۰۴۳
تعامل متاورسی به شمول اجتماعی به طراحی شهری پایدار	۰/۰۶۲	معنادار	۰/۱۰۱	۰/۰۳۴
تعامل متاورسی به اعتمادنهادی به طراحی شهری پایدار	۰/۰۵۶	معنادار	۰/۰۹۲	۰/۰۲۹
تعامل متاورسی به امنیت ادراک شده به طراحی شهری پایدار	۰/۰۹۹	معنادار	۰/۱۴۲	۰/۰۶۰
تعامل متاورسی به هویت و فرهنگ شهری به طراحی شهری پایدار	۰/۰۵۳	معنادار	۰/۰۸۷	۰/۰۲۶
جمع اثر غیرمستقیم تعامل متاورسی به طراحی شهری پایدار	۰/۳۴۴	معنادار	۰/۴۵۶	۰/۲۴۵
اثر مستقیم تعامل متاورسی به طراحی شهری پایدار	۰	برآورد نشده	—	—
اثر کل تعامل متاورسی به طراحی شهری پایدار	۰/۳۴۴	معنادار	۰/۴۵۶	۰/۲۴۵

نتایج مدل ساختاری نشان می‌دهد که تعامل متاورسی توانسته است بر تمام ابعاد اجتماعی طراحی شهری پایدار تبریز اثر مستقیم و معنادار بگذارد. بالاترین ضریب استاندارد مربوط به مسیر تعامل متاورسی ← امنیت و اعتماد (۰/۳۳) است که بیانگر این واقعیت است که وقتی شهروندان یا خبرگان از محیط‌های متاورسی برای شبیه‌سازی، نظارت و تعامل شهری استفاده می‌کنند، بیش از هرچیز احساس امنیت ادراک‌شده و اعتمادنهادی در شهر تقویت می‌شود. فناوری‌های تکنولوژی مثل متاورس می‌توانند با شفافیت و امکان نظارت دیجیتال، ادراک امنیت را بالا ببرند.

پس از آن، مسیر تعامل متاورسی ← تعامل اجتماعی و مشارکت (۰/۳۱) اهمیت ویژه‌ای دارد؛ زیرا متاورس بستری برای حضور شهروندان در فرایندهای طراحی شهری و رأی‌گیری دیجیتال فراهم کرده و تجربهٔ مشارکت را از حالت نمادین به مشارکت واقعی ارتقا داده است. در تبریز که سابقهٔ تاریخی در انجمن‌های محلی و فعالیت‌های اجتماعی دارد، این یافته می‌تواند به بازآفرینی فرهنگ مشارکت شهری در سطح دیجیتال کمک کند. مسیرهای مرتبط با عدالت و برابری (۰/۲۷) و فناوری و متاورس شهری (۰/۲۸) نشان می‌دهند که متاورس به‌طور هم‌زمان در کاهش شکاف‌های دسترسی، فراهم‌سازی عدالت فضایی و بهره‌گیری از ابزارهای دیجیتال برای مدیریت شهری اثرگذار بوده است. هرچند ضرایب این دو بعد دربارهٔ امنیت و مشارکت اندکی کمترند؛ اما نشان می‌دهند که فناوری بدون عدالت دیجیتال به‌تنهایی کارآمد نخواهد بود. هویت و فرهنگ

شهری (۰/۲۴) کمترین اثر مستقیم را داشته که منطقی است؛ چون بازآفرینی هویت و فرهنگ نیازمند زمان، سرمایه‌گذاری فرهنگی و مشارکت نسل‌های مختلف است. متاورس ظرفیت‌های زیادی برای بازنمایی میراث و تعلق فرهنگی دارد؛ اما تحقق این ظرفیت به سیاست‌گذاری فرهنگی نیاز دارد. در بخش اثرات غیرمستقیم، شاخص‌ها نشان می‌دهند که مسیر تعامل متاورسی ⟶ امنیت و اعتماد ⟶ طراحی شهری پایدار (۰/۰۹۹) قوی‌ترین اثر میانجی است. یعنی نقش امنیت به‌عنوان پل میان متاورس و طراحی شهری پایدار بسیار کلیدی است. درواقع اگر متاورس نتواند حس امنیت و اعتماد اجتماعی را تقویت کند، اثرگذاری آن بر طراحی پایدار ضعیف‌تر خواهد شد. پس از آن، تعامل اجتماعی و مشارکت (۰/۰۷۴) و فناوری و متاورس شهری (۰/۰۸۵) اثر میانجی بالاتری دارند که نشان‌دهندهٔ اهمیت مشارکت دیجیتال و زیرساخت‌های فناورانه است. درنهایت، فرضیه ۱۱ تأیید می‌کند که پنج بعد اجتماعی(SIP، EQU، SEC، IDC، MVT) درمجموع توانسته‌اند با ضریب ۰٫۷۵ طراحی شهری پایدار تبریز را تبیین کنند. مقدار R^2 برابر با ۰/۷۵ به این معناست که ۷۵درصد تغییرات طراحی شهری پایدار براساس این ابعاد توضیح داده می‌شود؛ سطحی بسیار زیاد که بیانگر انسجام مدل مفهومی تحقیق است.

- **بیشترین اثر مستقیم:** امنیت و اعتماد (۰/۳۳).
- **کمترین اثر مستقیم:** هویت و فرهنگ شهری (۰/۲۴).
- **قوی‌ترین اثر میانجی:** امنیت و اعتماد (۰/۰۹۹).

تبیین نهایی: ۷۵درصد تغییرات طراحی شهری پایدار توسط پنج بعد اجتماعی تحت‌تأثیر تعامل متاورسی توضیح داده شد. این نتایج نشان می‌دهند که برای شهر تبریز، اگرچه فناوری متاورسی یک ابزار نوین است؛ اما ارزش اصلی آن در توانایی ایجاد امنیت ادراک‌شده، اعتمادنهادی و تقویت مشارکت اجتماعی است. این ابعاد بیش از همه بر پایداری طراحی شهری اثرگذارند و باید در سیاست‌های شهری به‌عنوان اولویت اصلی مطرح شوند. مهم‌ترین اثر غیرمستقیم از مسیر امنیت و اعتماد با مقدار ۰/۰۹۹ مشاهده شد. این یافته با پژوهش ری و همکاران (۲۰۲۵) مطابقت دارد که امنیت را پل واسط میان فناوری و پایداری اجتماعی معرفی کردند. درمجموع اثر کل برابر با ۰/۳۴۴ نشان‌دهندهٔ نقش قوی متاورس در تقویت پایداری شهری است.

جدول ۱۴. ضرایب تعیین و توان پیش‌بینی و اندازهٔ اثر

سازهٔ درون‌زا	ضریب تعیین R^2	قدرت پیش‌بینی Q^2	اندازهٔ اثر f^2 هر مسیر به طراحی شهری پایدار
تعامل اجتماعی و مشارکت	۰/۱۰	۰/۰۶	۰/۰۹ برای مسیر تعامل اجتماعی و مشارکت
شمول اجتماعی	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۰۸ برای مسیر شمول اجتماعی
اعتماد نهادی	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۰۶ برای مسیر اعتماد نهادی
امنیت ادراک شده	۰/۱۱	۰/۰۷	۰/۱۲ برای مسیر امنیت ادراک شده
هویت و فرهنگ شهری	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۷ برای مسیر هویت و فرهنگ شهری
طراحی شهری پایدار	۰/۷۵	۰/۴۲	—

جدول ضرایب تعیین و توان پیش‌بینی نشان داد که ابعاد اجتماعی متاورسی هر یک سهم متفاوتی در شکل‌دهی به طراحی شهری پایدار در تبریز دارند. تعامل اجتماعی و مشارکت با ضریب تعیین ۰/۱۰ و توان پیش‌بینی مثبت ۰/۰۶ بیانگر آن است که متاورس می‌تواند بستری برای ارتقای مشارکت واقعی شهروندان در فرایندهای شهری باشد و فضای دیجیتال را از یک ابزار صرفاً نمایشی به بستری فعال برای هم‌آفرینی شهری تبدیل کند. عدالت و برابری با ضریب تعیین ۰/۰۷ و توان پیش‌بینی ۰/۰۴ نشان داد که هنوز این بعد در تبریز به‌طور کامل محقق نشده است؛ اما در صورت تقویت زیرساخت‌ها و توجه به گروه‌های کم‌توان و زنان و سالمندان، می‌تواند نقش کلیدی در تحقق عدالت فضایی و اجتماعی ایفا کند. بعد امنیت و اعتماد با ضریب تعیین ۰/۱۱ و بالاترین توان پیش‌بینی ۰/۰۷ مهم‌ترین بعد محسوب می‌شود و اندازهٔ اثر آن نیز نشان می‌دهد که حذف این بعد موجب تضعیف جدی مدل خواهد شد. این یافته بیانگر اهمیت متاورس در ارتقای امنیت ادراک‌شده و اعتمادنهادی از طریق شفافیت داده‌ها و امکان نظارت اجتماعی در تبریز است. هویت و فرهنگ شهری با ضریب تعیین ۰/۰۶و توان پیش‌بینی ۰/۰۴ کمترین نقش را در مدل داشته است که نشان می‌دهد ظرفیت بالای تبریز در حوزهٔ میراث تاریخی و فرهنگی هنوز در فضای متاورس به کار گرفته نشده است و بدون توجه به این حوزه، فرصت مهمی برای تقویت حس تعلق و غرور شهری از دست خواهد رفت.

بعد فناوری و متاورس شهری با ضریب تعیین ۰/۰۹ و توان پیش‌بینی ۰/۰۵ نشان داد که زیرساخت‌های دیجیتال و اپلیکیشن‌های هوشمند

اثرگذارند؛ اما به‌تنهایی نمی‌توانند ضامن پایداری باشند و باید در ترکیب با ابعاد اجتماعی دیگر دیده شوند. درنهایت طراحی شهری پایدار با ضریب تعیین ۰/۷۵ و توان پیش‌بینی زیاد برابر با ۰/۴۲ نشان داد که سه‌چهارم تغییرات پایداری طراحی شهری در تبریز به‌طور مستقیم توسط ابعاد اجتماعی متاورسی تبیین می‌شود که سطحی بسیار زیاد محسوب می‌شود و بیانگر انسجام مدل و قدرت آن در سیاست‌گذاری شهری است. این نتایج نشان می‌دهد که در مسیر حرکت به‌سوی طراحی شهری پایدار در تبریز با تأکید بر متاورس بعد امنیت و اعتماد بیشترین اهمیت را دارد و پس از آن مشارکت اجتماعی و عدالت دیجیتال قرار می‌گیرند و توجه به ابعاد فرهنگی و هویتی نیز می‌تواند مکملی ضروری برای ارتقای کیفیت و پایداری شهری باشد. مقدار ضریب تعیین برای طراحی شهری پایدار برابر با ۰٫۷۵ است؛ یعنی ۷۵درصد از تغییرات این متغیر توسط ابعاد اجتماعی و فناورانه تبیین می‌شود. این رقم بالاتر از مطالعهٔ سوسا و همکاران (۲۰۲۵) با مقدار ۰/۶۴ و چن و همکاران (۲۰۲۴) با مقدار ۰/۶۰ است که نشان‌دهندهٔ قدرت مدل بومی تبریز است.

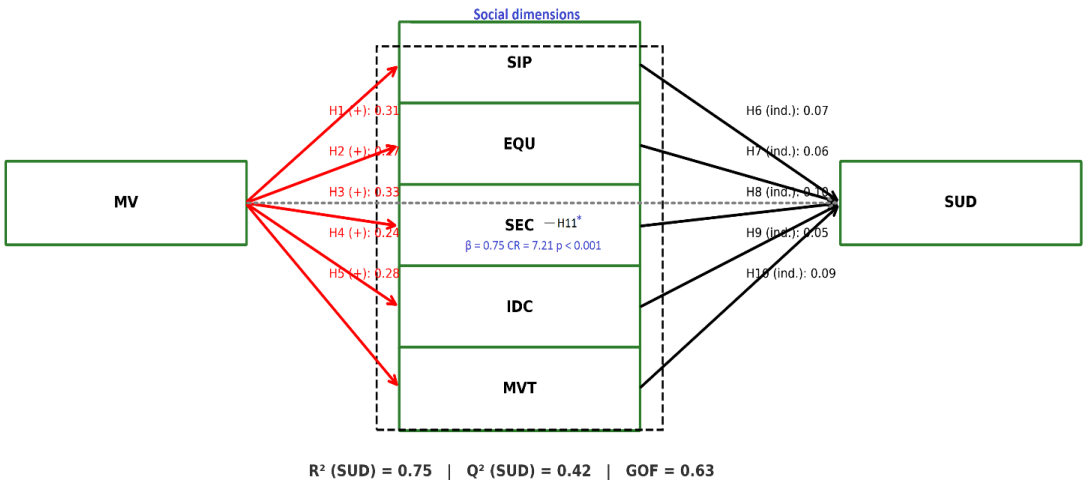
جدول ۱۵. شاخص کلی برازش مدل ساختاری

شاخص	مقدار	ارزیابی
شاخص کلی برازش GOF	۰/۶۳	برازش قوی

شاخص کلی برازش مدل ساختاری برابر با ۰/۶۳ محاسبه شد که در سطح بسیار قوی قرار دارد و نشان می‌دهد مدل مفهومی پژوهش که بر پیوند میان ابعاد اجتماعی و فناوری متاورسی برای دستیابی به طراحی شهری پایدار استوار است، از انسجام و اعتبار بسیاری برخوردار است. این نتیجه براساس ارزیابی خبرگان حوزه‌های طراحی شهری، مدیریت شهری و فناوری در تبریز به دست آمده و به‌معنای تحقق عملی متاورس در شهر نیست؛ بلکه به‌عنوان یک سناریوی آینده‌نگر مطرح می‌شود که می‌تواند مبنای سیاست‌گذاری قرار گیرد.

یافته‌های مکمل مدل نیز این انسجام را تقویت می‌کنند. مقدار ضریب تعیین R^2 برای طراحی شهری پایدار برابر با ۰٫۷۵ بود که نشان می‌دهد سه‌چهارم تغییرات این متغیر توسط ابعاد اجتماعی مرتبط با متاورس توضیح داده می‌شود. این سطح از تبیین، حاکی از قدرت بالای مدل در توضیح الگوی پایداری در تبریز است. علاوه بر این، بررسی اثرات غیرمستقیم نشان داد که مجموع اثرات تعامل متاورسی بر طراحی شهری پایدار از طریق ابعاد اجتماعی برابر با ۰/۳۷۳ بوده است که بیانگر نقش میانجی قوی متغیرهای اجتماعی، همچون امنیت و اعتماد، مشارکت و عدالت دیجیتال است. در این میان، مسیر امنیت و اعتماد با اثر غیرمستقیم ۰/۰۹۹ قوی‌ترین نقش را ایفا کرده و نشان می‌دهد که ادغام متاورس با سازوکارهای شفافیت و نظارت اجتماعی بیشترین ظرفیت را برای تقویت طراحی شهری پایدار در تبریز دارد.

بنابراین، هم‌زمانی مقدار بالای GOF با ضرایب تعیین قوی و اثرات غیرمستقیم معنادار بیانگر آن است که مدل پژوهش نه‌تنها در سطح نظری، بلکه در تجربی نیز انسجام و کارآمدی بالایی دارد. پیام اصلی این نتایج برای تبریز آن است که سرمایه‌گذاری در توسعهٔ زیرساخت‌های متاورسی و پیوند آن با ابعاد اجتماعی می‌تواند مسیر تازه‌ای برای ارتقای کیفیت و پایداری طراحی شهری ایجاد کند؛ مسیری که بر پایهٔ اعتماد نهادی، تقویت امنیت ادراک‌شده، گسترش مشارکت واقعی و بازآفرینی هویت و فرهنگ شهری در بستر دیجیتال استوار خواهد بود. شاخص GOF برابر با ۰/۶۳ به‌دست آمد که در سطح برازش قوی قرار دارد. این مقدار از آستانهٔ پیشنهادی تننهاوس[۲] (۲۰۰۵) بیشتر است و نشان می‌دهد مدل مفهومی تحقیق انسجام بالایی دارد. این یافته با پژوهش‌های زینالی عظیم و امین نیری(۲۰۲۵) و شریفی و همکاران (۲۰۲۵) که مدل‌های متاورسی مشابهی برای شهرهای هوشمند پیشنهاد کرده‌اند، هم‌خوان است.



شکل ۴. مدل ساختاری اثرات تعامل متاورسی بر ابعاد اجتماعی و طراحی شهری، پایدار فرضیات(H1–H11)

شکل ۴ مدل نهایی معادلات ساختاری پژوهش را نشان می‌دهد که در آن روابط مستقیم و غیرمستقیم میان تعامل متاورسی، ابعاد اجتماعی شامل تعامل اجتماعی و مشارکت، عدالت و برابری، امنیت و اعتماد، هویت و فرهنگ شهری و فناوری و متاورس شهری و طراحی شهری پایدار ترسیم شده است. در این مدل، مسیرهای قرمزرنگ نشان‌دهندهٔ اثرات مستقیم تعامل متاورسی بر ابعاد اجتماعی و مسیرهای مشکی‌رنگ بیانگر اثرات غیرمستقیم این ابعاد بر طراحی شهری پایدار هستند.

نتایج نشان می‌دهد تمام مسیرها معنادار بوده و در سطح خطای کمتر از ۰/۰۰۱ تأیید شده‌اند. بالاترین ضریب استاندارد در میان اثرات مستقیم مربوط به مسیر تعامل متاورسی به امنیت و اعتماد با ضریب بتا برابر ۰/۳۳ است که نشان می‌دهد فناوری متاورس بیش از هر عامل دیگری در تقویت امنیت ادراک‌شده و اعتمادنهادی نقش دارد. پس از آن، مسیر تعامل متاورسی به تعامل اجتماعی و مشارکت با ضریب بتا برابر ۰/۳۱ اهمیت زیـادی دارد و بیانگر نقش متاورس در ارتقای مشارکت دیجیتال و تعامل واقعی شهروندان است. اثر مستقیم تعامل متاورسی بر عدالت و برابری با ضریب بتا برابر ۰/۲۷ و بر هویت و فرهنگ شهری با ضریب بتا برابر ۰/۲۴ نیز تأیید شده است. این امر نشان می‌دهد فناوری متاورس در ارتقای دسترسی برابر به خدمات دیجیتال و بازنمایی فرهنگ شهری نقش مؤثری دارد. مسیر تعامل متاورسی به فناوری و متاورس شهری نیز با ضریب بتا برابر ۰/۲۸ معنادار گزارش شده است که اهمیت زیرساخت فناورانه در تحقق طراحی شهری پایدار را نشان می‌دهد.

در سوی دیگر مدل، اثرات غیرمستقیم ابعاد اجتماعی بر طراحی شهری پایدار نیز مشخص است. قوی‌ترین مسیر غیرمستقیم مربوط به امنیت و اعتماد با مقدار اثر غیرمستقیم برابر ۰/۰۹ است که نقش میانجی اصلی را میان تعامل متاورسی و طراحی شهری پایدار ایفا می‌کند. مسیر تعامل اجتماعی و مشارکت با مقدار ۰/۰۷ عدالت و برابری با مقدار ۰۶، فناوری متاورس شهری با مقدار ۰۸۵ و هویت و فرهنگ شهری با مقدار ۰۵ نیز اثرگذاری غیرمستقیم خود را نشان داده‌اند.

در پایین شکل، شاخص‌های برازش مدل گزارش شده است. مقدار ضریب تعیین آر دوبرابر ۰/۷۵ نشان می‌دهد که ۷۵درصد از تغییرات طراحی شهری پایدار توسط ابعاد اجتماعی متاورسی تبیین می‌شود. مقدار توان پیش‌بینی کیو دوبرابر ۰/۴۲ بیانگر قدرت پیش‌بینی مطلوب مدل و شاخص کلی برازش جی‌اواف برابر ۰/۶۳ نشان‌دهندهٔ برازش قوی و انسجام بالای مدل است.

به‌طورکلی، شکل ۴ تأیید می‌کند که تعامل متاورسی با تقویت امنیت، عدالت، مشارکت و فناوری می‌تواند نقش کلیدی در تحقق طراحی شهری پایدار اجتماعی در کلان‌شهر تبریز ایفا کند. این مدل نشان می‌دهد که هم‌افزایی میان ابعاد اجتماعی و فناوری‌های متاورسی شرط اساسی دستیابی به شهر پایدار آینده است.

بحث و نتیجه‌گیری

یـافته‌های آماری این پژوهش نشان داد که در میان پنج بعد اصلی طراحی شهری پایدار در تبریز، بعد امنیت و اعتماد با میانگین ۴،۰۹ و بار عاملی ۰،۸۵ بالاترین اهمیت را داشته است. این نتیجه با پژوهش‌های چن و همکاران (۲۰۲۴) و شریفی (۲۰۲۵) هم‌راستا است که امنیت دیجیتال و اعتمادنهادی را بنیان پایداری اجتماعی در شهرهای هوشمند دانسته‌اند. آنان بیان کرده‌اند که پذیرش فناوری‌های نو در محیط شهری زمانی امکان‌پذیر است که شهروندان در خصوص امنیت داده‌ها، حریم خصوصی و شفافیت اطلاعات اطمینان داشته باشند. همین الگو در مدل ساختاری تحقیق حاضر نیز مشاهده شد؛ به‌گونه‌ای که مسیر «تعامل متاورسی ⟶ امنیت و اعتماد» با ضریب بتای ۰،۳۳ قوی‌ترین اثر مستقیم را بر طراحی شهری پایدار نشان داد.

بعد دوم از نظر اهمیت، تعامل اجتماعی و مشارکت با میانگین ۳،۹۱ و بار عاملی ۰،۷۸ بود. این یافته با نتایج پژوهش‌های آتالای و زرن گولرسوی (۲۰۲۳) مطابقت دارد. این محققان بر این باورند که مشارکت معنادار شهروندان در تصمیم‌سازی‌های شهری، رضایت و انسجام اجتماعی را افزایش می‌دهد و از طریق اعتماد متقابل، بنیان پایداری را تقویت می‌کند. داده‌های این پژوهش نیز نشان داد که مسیر «تعامل متاورسی ⟶ مشارکت اجتماعی» با ضریب ۰،۳۱ تأیید شده و نقش میانجی این بعد با ضریب غیرمستقیم ۰،۰۷۴ در انتقال اثر متاورس به پایداری شهری چشمگیر است. این امر نشان می‌دهد که متاورس در تبریز توانسته است بستر مؤثری برای بازآفرینی مشارکت شهری در قالب دیجیتال فراهم کند.

درزمینهٔ عدالت و برابری، میانگین ۳،۷۶ و بار عاملی ۰،۸۰ بیانگر ارزیابی نسبتاً مثبت شهروندان بود. این یافته با دیدگاه‌های هاروی (۱۹۷۳)، لفور (۱۹۹۶) و نیز شریفی و همکاران (۲۰۲۵) هم‌خوان است که عدالت فضایی و شمول اجتماعی را به‌عنوان حق بنیادین شهروندی مطرح کرده‌اند. در پژوهش حاضر، شاخص‌های «شمول اجتماعی» و «عدالت فضایی» با ضرایب زیاد در مدل عاملی تأیید شدند. مسیر ساختاری «تعامل متاورسی ⟶ عدالت اجتماعی» با ضریب ۰،۲۷ نشان داد که فناوری‌های متاورسی می‌توانند ابزارهایی برای تحقق عدالت در دسترسی به خدمات شهری و مشارکت گروه‌های مختلف باشند؛ یافته‌ای که با مطالعهٔ سوسا و همکاران (۲۰۲۵) در شهر سائوپائولو نیز هم‌سوست.

بعد هویت و فرهنگ شهری با میانگین ۳٫۶۷ و بار عاملی ۰٫۸۲ کمترین مقدار میانگین را در میان ابعاد اصلی به خود اختصاص داد. این امر نشان می‌دهد که بازنمایی هویت محلی و میراث فرهنگی در فضای دیجیتال هنوز در تبریز به‌طور کامل شکل نگرفته است. بااین‌حال، این نتیجه با پژوهش‌های آل‌میدا (۲۰۲۵) و میری و همکاران (۱۴۰۳) هم‌خوانی دارد که بیان کرده‌اند در بیشتر شهرهای درحال‌گذار، مؤلفه‌های فرهنگی در مراحل اولیهٔ پیاده‌سازی متاورس کمتر توجه می‌شوند. در پژوهش حاضر نیز شاخص‌های «تعلق مکانی» و «انسجام فرهنگی» اثر غیرمستقیم معناداری بر پایداری اجتماعی داشتند که نشان‌دهندهٔ نقش تدریجی متاورس در بازآفرینی هویت شهری است.

در خصوص بعد فناوری و متاورس شهری، نتایج نشان داد میانگین ۳٫۸۳ و بار عاملی ۰٫۸۳ وجود دارد و این بعد توانسته ۷٫۲۹درصد از واریـانس کل را تبیین کند. یافته‌ها حاکی از آن است که زیرساخت دیجیتال و تعامل متاورسی و هوش مصنوعی در مدیریت شهری، سه شاخص محوری این بعد هستند. این نتیجه با مطالعات اووجوری و همکاران (۲۰۲۵) و ری و همکاران (۲۰۲۵) منطبق است که تأکید کرده‌اند توسعهٔ زیرساخت دیجیتال و استفاده از هوش مصنوعی می‌تواند بستر تحقق پایداری اجتماعی را فراهم کند؛ به‌شرط آنکه با سیاست‌های شفافیت و آموزش همراه باشد. در این پژوهش نیز، مسیر «تعامل متاورسی ⟶ فناوری شهری» با ضریب ۰٫۲۸ تأیید شد و نشان داد که فناوری به‌تنهایی عامل پایداری نیست؛ بلکه در تعامل با سایر ابعاد اجتماعی معنا می‌یابد.

در تحلیل کلی مدل معادلات ساختاری، مقدار ضریب تعیین(R^2) برابر ۰٫۷۵ نشان داد که ۷۵درصد از تغییرات طراحی شهری پایدار در تبریز توسط ابعاد اجتماعی و فناوری متاورسی تبیین می‌شود. این مقدار در مقایسه با پژوهش سوسا و همکاران (۲۰۲۵) با ضریب ۰٫۶۴ و چن و همکاران (۲۰۲۴) با ضریب ۰٫۶۰، بیانگر انسجام و قدرت تبیین بیشتر مدل بومی حاضر است. شاخص برازش کلی مدل(GoF) نیز برابر۰٫۶۳ نشان داد که مدل ارائه‌شده از اعتبار آماری قوی برخوردار است و توانسته روابط اجتماعی‌فناورانه را به‌درستی بازنمایی کند.

از منظر اثرگذاری نسبی، امنیت و اعتماد با اندازهٔ اثر ۰٫۱۲ قوی‌ترین متغیر مؤثر بر طراحی شهری پایدار شناخته شد که با یافته‌های شریفی و همکاران (۲۰۲۵) و ری و همکاران (۲۰۲۵) دربارهٔ نقش‌محوری اعتمادنهادی در شهرهای هوشمند هم‌راستاست. در مقابل، هویت فرهنگی با اندازهٔ اثر ۰٫۰۷ ضعیف‌ترین تأثیر را داشت که مطابق با مطالعات میری و همکاران (۱۴۰۳) و آل‌میدا(۲۰۲۵) است.

به‌طورکلی، مقایسهٔ یافته‌های آماری این پژوهش با مطالعات پیشین نشان می‌دهد که مدل تبریز از منظر اجتماعی، به‌ویژه در شاخص‌های امنیت، اعتماد و مشارکت دیجیتال، عملکردی پیشروتر از میانگین مطالعات مشابه دارد. بااین‌حال، در مؤلفه‌های هویتی و فرهنگی هنوز نیاز به سیاست‌گذاری هدفمند و مداخلهٔ فرهنگی وجود دارد. این هم‌خوانی و تفاوت‌ها نشان می‌دهد که مسیر توسعهٔ شهری پایدار در بستر متاورس، نه‌تنها به زیرساخت فناوری، بلکه به سرمایهٔ اجتماعی و اعتماد عمومی وابسته است؛ همان‌گونه که نظریه‌پردازان معاصر چون زینالی عظیم و امین نیری (۲۰۲۵) و شریفی و همکاران (۲۰۲۵) نیز بر آن تأکید کرده‌اند.

یافته‌های این پژوهش نشان داد که تحقق طراحی شهری پایدار در کلان‌شهر تبریز بدون ادغام مؤلفه‌های فناورانه، به‌ویژه متاورس، در ساختار اجتماعی شهر امکان‌پذیر نیست. متاورس به‌عنوان بستری نوظهور، قادر است میان ابعاد اجتماعی، فرهنگی و فناورانه پیوند برقرار کند و فرایند تصمیم‌سازی شهری را از حالت خطی و سنتی به نظامی شبکه‌ای، تعاملی و چندلایه تبدیل کند. تحلیل مدل ساختاری نشان داد که ابعاد اجتماعی شامل مشارکت شهروندی، شمول اجتماعی، اعتماد نهادی، امنیت ادراک‌شده و تعلق فرهنگی، نقش اساسی در تبیین پایداری اجتماعی دارند و متاورس با ایفای نقش میانجی، این روابط را تقویت و هم‌افزایی میان آن‌ها ایجاد می‌کند. درنتیجه، شهر پایدار نه محصول صرف مداخله‌های کالبدی، بلکه حاصل تعامل هوشمندانه میان فناوری و اجتماع است. بر این اساس، ضرورت پژوهش حاضر در آن است که نشان می‌دهد آیندهٔ برنامه‌ریزی شهری ایران، به‌ویژه در کلان‌شهرهایی نظیر تبریز، نیازمند رویکردی یکپارچه است که در آن ابعاد اجتماعی و فناوری هم‌زمان و به‌صورت هم‌پیوند مورد توجه قرار گیرند. نتایج حاصل، سه راهبرد کلیدی را برای سیاست‌گذاری شهری تبریز پیشنهاد می‌کند:

- نخست، توسعهٔ زیرساخت‌های دیجیتال و تضمین دسترسی برابر به فناوری‌های هوشمند برای همهٔ گروه‌های اجتماعی، به‌منظور کاهش شکاف دیجیتال و افزایش عدالت فضایی؛
- دوم، ارتقای امنیت ادراک‌شده و اعتمادنهادی از طریق شفافیت داده‌ها، پاسخ‌گویی مدیریتی و تقویت نظارت اجتماعی در فضاهای فیزیکی و مجازی؛
- سوم، بازنمایی و بازتولید هویت فرهنگی و میراث تاریخی در محیط‌های متاورسی، با هدف ایجاد حس تعلق پایدار و پیوند میان سنت و نوآوری در طراحی شهری.

بدین‌ترتیب، مدل نهایی این پژوهش نشان داد که ابعاد اجتماعی نه‌تنها به‌صورت مستقیم بر پایداری طراحی شهری در تبریز اثرگذارند، بلکه از طریق میانجی‌گری متاورس، تأثیر غیرمستقیم و شبکه‌ای نیز بر سایر مؤلفه‌های پایداری دارند. این یافته می‌تواند مبنایی برای تدوین

سیاست‌های شهری جدید در تبریز و الگویی بومی برای دیگر کلان‌شهرهای کشور فراهم آورد. در عین حال، این پژوهش با محدودیت‌هایی نیز روبه‌رو بود؛ ازجمله تمرکز بر دیدگاه خبرگان شهری و فناورانه در تبریز که ممکن است دیدگاه‌های شهروندان عادی را به‌طور کامل بازتاب ندهد و همچنین محدودیت زمانی و دسترسی به داده‌های واقعی متاورسی در سطح اجرایی. بنابراین، پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی، مطالعات ترکیبی (کیفی—کمی) با مشارکت مستقیم شهروندان و تحلیل‌های تطبیقی میان کلان‌شهرهای مختلف ایران انجام گیرد تا ابعاد فرهنگی، فناورانه و اجتماعی طراحی شهری پایدار به‌صورت جامع‌تری بررسی شود. همچنین بررسی تأثیر هوش مصنوعی و دوقلوهای دیجیتال بر تعاملات متاورسی می‌تواند مسیرهای جدیدی را در فهم پایداری اجتماعی شهرهای آینده بگشاید.

بیانیه‌ها

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند هیچ‌گونه تعارض منافع مرتبط با این پژوهش وجود ندارد.

موافقت اخلاقی

این پژوهش شامل هیچ‌گونه آزمایش بالینی بر انسان‌ها یا حیوانات نبوده و لذا نیاز به دریافت تأییدیهٔ رسمی از کمیته اخلاق نداشته است.

مشارکت مالی

این پژوهش از هیچ منبع مالی اعطایی از سوی سازمان‌های دولتی، خصوصی یا نهادهای غیردولتی برای انجام یا انتشار تحقیق استفاده نکرده است.

رضایت آگاهانه

تمام شرکت‌کنندگان در این پژوهش رضایت آگاهانه خود را به‌صورت کتبی اعلام کرده‌اند.

مشارکت نویسندگان

ایده‌پردازی و طراحی مطالعه: علی زینالی عظیم و سولماز بابازاده اسکوئی، گردآوری داده‌ها: علی زینالی عظیم؛ تجزیه‌وتحلیل داده‌ها: علی زینالی عظیم و سولماز بابازاده اسکوئی؛ نگارش نسخهٔ اولیه: علی زینالی عظیم و سولماز بابازاده اسکوئی؛ بازبینی و اصلاح مقاله: علی زینالی عظیم؛ تأیید نهایی: تمام نویسندگان نسخهٔ نهایی مقاله را تأیید کرده‌اند.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از پروفسور هریکا تالینو که به‌نحوی در پژوهش همکاری داشته‌اند نهایت تشکر را دارند.

پی‌نوشت

1. Hair
2. Tenenhaus et al

منابع

- رضایی‌مقدم، عباس. (۱۴۰۱). بررسی مفهوم متاورس در شهر و برنامه‌ریزی شهری. فصلنامهٔ مطالعات علوم کاربردی در مهندسی، ۸(۳)، ۱–۹.
- زینالی‌عظیم، علی و کرمی، اسلام. (۱۴۰۲). ارزیابی یکپارچهٔ دل‌بستگی و تعلق ساکنان شهر از مولفه‌های عملکردی زیست‌پذیری شهری و روابط اجتماعی همسایگان (مطالعهٔ موردی: منطقهٔ ۸ تبریز). پژوهش‌های دانش زمین، ۱۴(۳)، ۱۳۰–۱۴۸.
- زینالی‌عظیم، علی. (۱۴۰۳ الف). تحولات جدید در شهرهای هوشمند جهان. نشاء علم, ۱۴(۲)، ۹۳–۹۹.
- زینالی‌عظیم، علی. (۱۴۰۳ب). تحولات جدید در روابط شهرهای جهان: با فناوری شهرهای هوشمند. دو فصلنامهٔ توسعهٔ علوم انسانی، ۵(۱۰)، ۲۹–۴۹.
- محمدنژاد، محمد و عابدینی، اصغر. (۱۴۰۳). چالش‌ها و فرصت‌های متاورس در سازگاری با تغییرات اقلیمی شهری. جغرافیا و روابط انسانی، ۷(۳)، ۳۸–۵۲.
- محمدنژاد، محمد و عابدینی، اصغر. (۱۴۰۴). متاورس؛ فرصت‌ها و چالش‌ها در پایداری شهرهای آینده. مجلهٔ شهر پایدار، ۸(۱)، ۱–۱۶.
- میری، غلامرضا، براهویی‌نژاد، ابوالفضل و قلاسی، طیبه. (۱۴۰۳). متاورس و شهر هوشمند، فصلنامه پژوهش های نوین در شهرهوشمند ۴(۱)، ۷۵–۹۶.
- Alizadeh ,H & ,.Sharifi ,A .(2023) .Toward a societal smart city :Clarifying the social justice dimension of smart cities .Sustainable Cities and Society .104612 ,95 ,https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104612
- Almeida, G. G. F. (2025). Metaverse City: Conceptual Views and Formation Factors Towards the Digital Society. *Encyclopedia*, *5*(2), 62. https://doi.org/10.3390/encyclopedia5020062.
- Appleyard, D. (1981). *Livable streets*. Berkeley: University of California Press.
- Atalay, H., & Zeren Gülersoy, N. (2023). Developing Social Sustainability Criteria and Indicators in Urban Planning: A Holistic

and Integrated Perspective. ICONARP International Journal of Architecture and Planning, 11(1), 01–23. https://doi.org/10.15320/ICONARP.2023.230

- Bibri, S. E., & Allam, Z. (2022). *The metaverse as a virtual form of data-driven smart cities: The ethics of the hyper-connectivity, datafication, algorithmization, and platformization of urban society.* Computational Urban Science, 2, 22. https://doi.org/10.1007/s43762-022-00050-1.
- Chen, Z., Gan, W., Wu, J., Lin, H., & Chen, C.-M. (2024). Metaverse for smart cities: A survey. Internet of Things and Cyber-Physical Systems, 4, 203–216. https://doi.org/10.1016/j.iotcps.2023.12.002
- Clark, J. (2020). Uneven Innovation: The Work of Smart Cities. New York Chichester, West Sussex: Columbia University Press. https://doi.org/10.7312/clar18496.
- Dorostkar, E., & Ziari, K. (2025). Urban planning and metaverse technologies for sustainable cities: Reducing environmental footprints and enhancing social equity (A case study of Tehran, Iran). Environmental and Sustainability Indicators, 28, 100913. https://doi.org/10.1016/j.indic.2025.100913.
- Gondhalekar, G., Tewari, D., Balakrishnan, P., & Bhardwaj, I. (2025). Internet of Things integration in smart cities: Enhancing urban living through connected technologies. ITM Web of Conferences, 76, 03001. https://doi.org/10.1051/itmconf/20257603001.
- Graham, S., & Marvin, S. (2020). *Splintering urbanism: Networked infrastructures, technological mobilities and the urban condition*. London: Routledge.
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2022). A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) (3rd ed.). Sage. https://doi.org/10.1007/978-3-030-80519-7.
- Harvey, D. (1973). *Social justice and the city*. London: Edward Arnold.
- Jacobs, J. (1961). *The death and life of great American cities*. New York: Random House.
- Kitchin, R. (2023). *Data lives: How data are made and shape our world*. Bristol: Bristol University Press.
- Kontogianni, E., & Anthopoulos, L. (2025). Bridging the Metaverse and Social Cohesion in Smart Cities. *Conference on Digital Government Research*, *26*. https://doi.org/10.59490/dgo.2025.983.
- Lee, L.-H., Braud, T., Zhou, P., Wang, L., Xu, D., Lin, Z., Kumar, A., Bermejo, C., & Hui, P. (2021). *All one needs to know about Metaverse: A complete survey on technological singularity, virtual ecosystem, and research agenda*. Journal of Latex Class Files, 14(8), 1–66. https://doi.org/10.48550/arXiv.2110.05352.
- Lefebvre, H. (1996). Writings on Cities (E. Kofman & E. Lebas, Trans. & Eds.). Oxford, UK: Blackwell. https://theanarchistlibrary.org/library/henri-lefebvre-right-to-the-city.
- Miri, Gh., Barahouei-Nejad, A., & Ghelasi, T. (1403). *Metaverse and the smart city. Quarterly Journal of New Research in Smart City, 4(1), 75–96. [In Persian].*
- Mohammadnejad, M., & Abedini, A. (1403). *Challenges and opportunities of the metaverse in adapting to urban climate change. Geography and Human Relations, 7(3), 38–52. [In Persian].*
- *Mohammadnejad, M., & Abedini, A. (1404). Metaverse: Opportunities and challenges in the sustainability of future cities. Sustainable City Journal, 8(1), 1–16. [In Persian].*
- Owojori, O. M., & Erasmus, L. J. (2025). Urban sustainability reporting through the metaverse: advancing transparency and accountability in the built environment. EDPACS, 70(7), 34–62. https://doi.org/10.1080/07366981.2025.2500799.
- Putnam, R. D. (2000). *Bowling alone: The collapse and revival of American community*. New York: Simon & Schuster.
- Ray, N., Bhanot, A., & Bose, I. (2025). Impact of metaverse initiatives on sustainability. In Navigating AI and the Metaverse in Scientific Research (pp. 521–536). IGI Global Scientific Publishing. https://doi.org/10.4018/979-8-3373-0340-6.ch025
- Rezaei-Moghadam, A. (1401). *An examination of the concept of the metaverse in the city and urban planning. Quarterly Journal of Applied Sciences Studies in Engineering, 8(3), 1–9. [In Persian].*
- Santos ,I .G ,.Tuzzo ,S .A ,.Borges ,F & ,.Sá ,M .M .(2025) .From Technology to Social Inclusion :Citizens 'Perceptions and Priorities About Smart Cities in the District of Porto ,Portugal .Sustainability .8484 ,(18)17 ,https//:doi.org/10.3390/su17188484.
- Sharifi, A., Amirzadeh, M., & Khavarian-Garmsir, A. R. (2025). The metaverse as a future form of smart cities: A systematic literature review of co-benefits and trade-offs for sustainable development goals. Cities, 161, 105879. https://doi.org/10.1016/j.cities.2025.105879.
- Sousa, I. A. N., da Silva, M. C., Machado, J., & Vaz, J. C. (2025). Exploring AI capabilities in participatory budgeting within smart cities: The case of Sao Paulo. arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2509.16724.
- Tenenhaus, M., Vinzi, V.E., Chatelin, Y.-M. and Lauro, C. (2005) PLS Path Modeling. Computational Statistics & Data Analysis, 48, 159-205. https://doi.org/10.1016/j.csda.2004.03.005.
- Yigitcanlar, T. (2020). Smart City Beyond Efficiency: Technology–Policy–Community at Play for Sustainable Urban Futures. Housing Policy Debate, 31(1), 88–92. https://doi.org/10.1080/10511482.2020.1846885.
- Zeinali-Azim, A. (1403a). *New developments in smart cities around the world. Nesheh Elm, 14(2), 93–99. [In Persian].*
- *Zeinali-Azim, A. (1403b). New developments in global city relations: With the technology of smart cities. Biannual Journal of*

Humanities Development, 5(10), 29–49. [In Persian].

- *Zeinali-Azim, A., & Karami, E. (1402). Integrated assessment of residents' attachment and sense of belonging based on functional components of urban livability and neighbors' social relations (Case study: District 8 of Tabriz). Earth Knowledge Research, 14(3), 130–148. [In Persian].*
- Zeynali Azim, A. Amin Naiyeri, B, (2025). Metaverse Spider-Web Urban Design Theory (MSWUDT). *International Journal of Innovation Studies, 9*(3), 1439–1463. https://doi.org/10.1016/j.ijis.2025.1439.
- Zucaro, A., & Agostinho, F. (2025). Urban sustainability: challenges and opportunities for resilient and resource-efficient cities. Frontiers in Sustainable Cities, 7, 1556974. https://doi.org/10.3389/frsc.2025.1556974.