Iranian Urban Design Studies.2(2):205-228, 2026

Iranian Urban Design Studies (IUDS)

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

doi 10.22099/IUDS.2026.55084.1111

Abridged Paper | Original Research Paper

Interactive Design of Urban Spaces Using Virtual Reality: A Framework for Enhancing Environmental Perception Case Study: Farahzadi Street, Tehran*

Leila Kowkabi[1], Fatemeh Rahimi[2]**

1. Associate Professor, Department of Urban Design, Faculty of Urban Planning and Architecture, Iran University of Art, Tehran, Iran.
2. M.A. Student in Urban Design, Faculty of Urban Planning and Architecture, Iran University of Art, Tehran, Iran.

Highlights

- Designing interactive urban spaces using virtual reality enables the enhancement of citizens' environmental perception before physical implementation.
- Adherence to human scale, distinct spatial identity, sense of security, and intelligent integration of natural and service elements are key factors in improving environmental perception quality.
- The combination of user-centered interactive design and virtual reality technology can create sustainable, flexible, and responsive urban spaces addressing diverse citizen needs.

Abstract

Interactive urban space is a multidimensional domain that provides a purposeful platform for social interactions, cultural exchanges, and technological linkages. This research aims to design such spaces by employing virtual reality (VR) to enhance users' environmental perception, selecting Farahzadi Street in Tehran as a case study. The primary challenge in this context is the dominance of on-street parking and motor vehicles, along with the lack of adequate pedestrian space, which constrains the formation of social interactions. Adopting a mixed-methods research methodology—integrating documentary, field, and survey-based studies—the theoretical framework of the research is structured around three main pillars: the conceptualization of interactive urban spaces (encompassing physical, geographical, managerial–governance, and psychological components), the articulation of technology-driven interactive design, and the capacities of virtual reality in simulation and participation facilitation. The findings indicate that the most effective factors in enhancing environmental perception on Farahzadi Street include adherence to human scale, a distinctive spatial identity, a sense of safety, access to a favorable microclimate, and the intelligent integration of natural elements with pleasant visual and auditory landscapes and urban services. Moreover, virtual reality plays a role in five key domains: spatial visualization, interactive navigation, dynamic simulation, qualitative analysis, and the facilitation of citizen participation. These capabilities were materialized through a three-dimensional model developed in Blender software, enabling spatial experience and the collection of user feedback prior to physical implementation. Consequently, integrating user-centered interactive design with virtual reality technology can meaningfully enhance all four dimensions of environmental perception quality—semantic–perceptual, functional–activity-based, aesthetic–formal, and environmental—ultimately contributing to the creation of more sustainable, flexible, and responsive urban spaces.

Article Info

Received	09/07/2025
Revised	25/08/2025
Accepted	11/09/2025
Available Online	20/01/2026

Keywords

Interactive Design
Virtual Reality
Environmental Perceptions
User-Centered Design
Responsive Urban Environment.

© [2026] by the author(s).

Citation of the article

Kowkabi, L., & Rahimi, F. (2026). Interactive Design of Urban Spaces Using Virtual Reality: A Framework for Enhancing Environmental Perception (Case Study: Farahzadi Street, Tehran). *Iranian Urban design studies,* 2(2), 205-228.

* This article is derived from the master's thesis of the first author, which was conducted under the supervision of the second author at the University of Art, Tehran.

** Author Corresponding: Email: l.kowkabi@art.ac.ir

Introduction: The urban space, as a platform for social interactions, is both influenced by and influences the formation and direction of these interactions. From this perspective, urban space, with its formative content, transforms into a symbolic center of collective values, expressing and manifesting its power within the physical fabric of the space. Accordingly, one of the fundamental functions of urban spaces is to create the necessary opportunities for the formation of social interactions (Gehl, 2013; Jacobs, 1961). This allows individuals, while spending their time in social environments, to develop a deeper connection with society and place through interaction with others. This process ultimately strengthens the sense of place attachment and social cohesion, thereby ensuring the sustainability of collective life within the urban context (Madanipour, 2021).

Since humans live in a physical world with predominantly physical interactions, space acts as a physical interface for these interactions (Malhotra & Dobriyal, 2021). Consequently, interactions are defined as user–space interactions, user interactions within space, and user interactions through space (Deng et al., 2017; Kowkabi & Barmayehvar, 2021). Space is recognized as a platform for interaction, and every interaction or use contributing to its formation gives it meaning. The process of creating interaction-generating spaces follows a four-stage framework, with the first three stages preceding the implementation and construction phase, and the fourth stage emerging subsequent to the physical realization of the design and the establishment of the interactive space (He & Li, 2022). A crucial point in this process is the observation and analysis of users' behavioral patterns and their reactions to space, which not only leads to a novel understanding of interactive space but also imparts a dynamic and fluid nature to the interactive space design process (He et al., 2024). In conditions where interactions are increasingly dependent on technology and the digital realm, one effective method for visualizing interactive spaces is the utilization of virtual reality (VR) technology. By integrating visual and audio data within specialized hardware and software, this technology creates a simulated virtual environment in which users experience a sense of physical presence in a three-dimensional space and are encouraged to engage with and control their surroundings (Garshasbi et al., 2022; Bouchlaghem & Kim, 2022). The visualization and prediction capabilities of virtual reality enable researchers, including those in urban studies, to conduct real-time analyses of various scenarios and assist decision-makers and stakeholders in addressing urban issues. Virtual reality has had profound impacts on the future of urban design, particularly within the smart city framework. The application of internet-based virtual reality enhances public participation in planning and design processes and provides a platform that enables designers to engage in projects without geographical constraints (Lara-Hernandez & Melis, 2023). Among the fundamental advantages of this technology are the ability to evaluate design ideas in a three-dimensional environment and in real time during the design and planning phases, as well as facilitating effective communication among various stakeholders, including academics, planning professionals, and local communities (Jamei et al., 2017).

Cities, as the most vibrant arenas for social interaction, face numerous challenges concerning the quality of public spaces in the contemporary era. One such challenge is the dominance of vehicular traffic over pedestrian areas and the prevalence of on-street parking, which not only compromise pedestrian safety and accessibility but also severely weaken the foundations for social interaction. This issue is tangibly observable on Farahzadi Street, located in the Farahzad neighborhood of District 2 of Tehran Municipality, where the lack of adequate pedestrian pathways and the dominance of vehicles restrict the dynamic and safe presence of citizens in the public realm and weaken residents' social bonds with the neighborhood space. Therefore, this research, based on prioritizing pedestrian movement on Farahzadi Street and creating connections between this interactive axis and the surrounding third places, seeks to regenerate suitable interactive spaces to enhance citizens' environmental perceptions through increased public presence, pedestrian-oriented design, and the prevention of vehicular dominance within the neighborhood fabric. This objective is addressed through the design of the space within a three-dimensional virtual reality environment.

The research aims to enhance citizens' qualitative environmental perceptions through the design of interactive spaces using virtual reality technology, with a specific focus on Farahzadi Street. The necessity of conducting this research stems from several perspectives, including: presenting practical solutions for transforming Farahzadi Street into a pedestrian-oriented and interactive axis; developing and localizing the application of virtual reality technology in the urban design process; and integrating urban design knowledge with insights from behavioral sciences and digital technologies. In this regard, the main research question examines how

interactive spaces designed using virtual reality technology can enhance the quality of citizens' environmental perceptions. Accordingly, the detailed research questions are as follows: What are the key components influencing citizens' environmental perceptions in interactive spaces? What capabilities does virtual reality technology offer in the design of interactive urban spaces? And what is the optimal design process for an interactive space on Farahzadi Street using virtual reality technology?

Materials and Methods: This applied research employed a descriptive-analytical and mixed-methods (qualitative-quantitative) approach. Theoretical information was gathered from documentary studies (library and electronic resources). Field data were collected through 40 semi-structured interviews and open-ended questionnaires with space users to identify their preferences, perceptions, and technological aptitude. Data analysis involved SPSS for quantitative trends and in-depth thematic analysis for qualitative insights. In the design phase, an interactive 3D model was developed using Blender, incorporating urban elements and virtual reality capabilities for preliminary design testing.

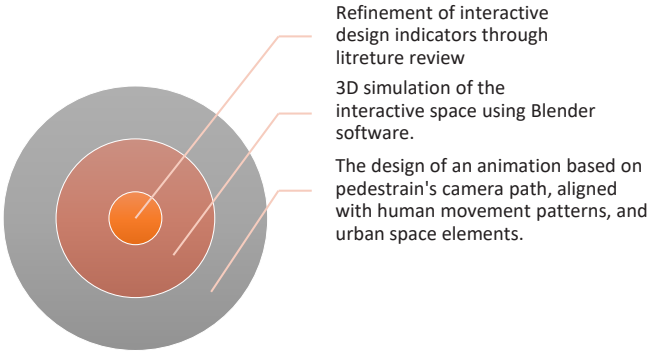


Figure 1: The process of Urban Interactive Design by means of virtual reality

Findings: This study analyzes Farahzadi Street in Tehran, focusing on its physical, cultural, and social aspects, user perceptions, and urban experience.
Key findings include:
Dominant Land Use & Attraction: Primarily commercial (restaurants and cafes), attracting families and young people.
Spatial Usage Patterns: Gathering axes are Imamzadeh Davood and Farahzadi. People gather for natural elements and food/beverages, but open public spaces are less utilized.
User Perceptions (Satisfaction & Security): 75% report high satisfaction, but security (especially after 10 PM) is a major concern, with reported theft and conflicts.
Socio-Demographics & Technology: The local community maintains its identity. Education levels are diverse, and smartphone use is high among those aged 20 and above.
Virtual Reality (VR) Potential: Strong interest in using VR for experiencing activities and virtual tours of Farahzadi Street.

Discussion and Conclusion: This research demonstrates that designing interactive urban spaces via Virtual Reality (VR) significantly enhances environmental perception and urban quality of life. By integrating user-centered design with VR, the study identifies human scale, spatial identity, security, and microclimate as pivotal factors in urban experience.
Key conclusions include:
VR Utility: The technology excels in spatial visualization, interactive navigation, and dynamic simulation, allowing for precise pre-implementation evaluation.
Citizen Engagement: VR fosters higher participation in the design process, leading to more informed, inclusive, and democratic decision-making.
Sustainability and Belonging: Leveraging VR creates responsive, flexible, and sustainable environments that strengthen the social bond between citizens and their urban surroundings. Inclusivity: The study highlights the potential of VR in designing accessible spaces tailored to diverse social groups, including children and adolescents, thereby improving overall social and environmental qualities.

In conclusion, VR serves as a transformative tool for assessing the primary prescription of design, before designing the urban spaces which promote social interaction and long-term sustainability.

Declarations

Conflict of Interest

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

Funding

The authors did not receive any financial support from governmental or private organizations for the research conducted.

Informed Consent

Written informed consent was obtained from all participants involved in this study.

Ethical Approval

Ethical approval was not required for this study.

Authors' Contributions

Conceptualization and study design were shared between the two authors; data collection and management were carried out by the second author (Fatemeh Rahimi); data analysis and interpretation were conducted collaboratively under the leadership and guidance of the supervisor (Leila Kowkabi); visualization, software design, and modeling were performed jointly, led by the second author (Fatemeh Rahimi), under the guidance of the first author (Leila Kowkabi); drafting of the initial manuscript was undertaken by the supervisor and first author (Leila Kowkabi); manuscript review and revision were carried out by the first author (Leila Kowkabi) with the collaboration of the second author (Fatemeh Rahimi); project administration was handled by the first author (Leila Kowkabi); validation and final approval were completed by all authors, who read and approved the final version of the manuscript.

Acknowledgments

This master's thesis and the article derived from it were conducted using the facilities and equipment of the Avamanẓar Laboratory (Urban Soundscape Laboratory) at the University of Art Iran.

References

- Alavi, H. S., Churchill, E. F., Wiberg, M., Lalanne, D., Dalsgaard, P., Fatah Gen Schieck, A., & Rogers, Y. (2019). Introduction to human-building interaction (HBI): Interfacing HCI with architecture and urban design. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction, 26*(2), Article 6.
- Bouchlaghem, D., & Kim, J. I. (2022). Virtual reality in the built environment. In B. Wang et al. (Eds.), *The digital transformation of the built environment*. Springer, Cham.
- Choi, J. H., & Blevis, E. (2010). HCI & sustainable food culture: A design framework for engagement. In *Proceedings of NordiCHI 2010* (pp. 112–121).
- Çolpa, Z. M., Şenbil, E. Y., & Çelik, A. (2016). Convivial urban spaces: The case of Sakarya Street, Ankara (Turkey). In *Proceedings of the 7th International Conference on Urban Planning and Spatial Development* (pp. 1284–1288).
- Di Mascio, D., Clarke, R., & others. (2016). Urban HCI: (Re)adapting the city together. In *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems.*
- Faghiholeslam, M., & Kashmiri, H. (2020). Evaluation of factors affecting environmental perception in cultural spaces (Case study: National Library and Archives Organization of Shiraz). Sustainable Architecture and Urban Design, 8(2), 187–200. [in persian].
- Fallah, S., & Fallah, S. (2015). The process of environmental perception based on the theory of environmental affordances. New Achievements in Civil Engineering, Architecture, Environment, and Urban Management, 4.
- Ganji, F., & Rishbeth, C. (2020). Conviviality by design: The socio-spatial qualities of spaces of intercultural urban encounters. *Urban Design International, 25*(3), 215–234.
- Gehl, J. (2013). *Cities for people*. Island Press.
- Hasenfratz, D., Saukh, O., Sturzenegger, S., & Thiele, L. (2015). Participatory air pollution monitoring using smartphones. *Mobile Sensing*, 1–5.
- Hosseini, A., & Kowkabi, L. (2023). Measuring the Soundscape Quality in Urban Spaces: A Case Study of Historic Urban Area. *Sustainability*, *15*(5), 4255. https://doi.org/10.3390/su15054255
- Khalighi, N., & Pourjafar, M. R. (2022). A theoretical investigation of the concept of pleasantness at the scale of urban space studies using content analysis (Selected studies: 1998–2020). Danesh-e Shahrsaazi (Urban Knowledge), 6(1), 120–138. [in persian].
- Kim, J., & Kim, S. (2019). Finding the optimal D/H ratio for an enclosed urban square: Testing an urban design principle using immersive virtual reality simulation techniques. *International Journal of Environmental Research and Public Health.*
- Kowkabi, L., & Barmayehvar, B. (2020). Cyberparks: An interface between people, activities, and technology. Tehran: Aca-

demic Center for Education, Culture and Research (ACECR) Press. [in persian].
- Kowkabi, L., & Barmayehvar, B. (2021). Evaluating the application of information and communication technologies by stakeholders toward the creation of specialized cyberparks in inner-city environments. Urban Structure and Function Studies, 8(28), 163–194. [in persian].
- Llobera, J., & Charbonnier, C. (2022). Physics-based character animation for virtual reality.
- Mohammadi, M., Azimi, M., Moghaddam, H., & Rafieian, M. (2012). Urban public spaces and the realization of social interactions in historical contexts (Case study: Old city of Lar). Iranian Journal of Restoration and Architecture (Restoration of Historical and Cultural Heritage), 2(4), 15–28. [in persian].
- Pham, V. H., Wagenfeld, M., & Bernhaupt, R. (2025). Virtual reality for urban walkability assessment. *arXiv preprint arXiv:2504.14580*.
- Portman, M., et al. (2024). Evaluating a new framework for the participatory co-design of urban spaces using virtual reality. *Cities, 123*, 103561.
- Rodriguez, M. B., & Simon, M. (2015). Conceptualizing conviviality in urban landscapes. *Athens Journal of Architecture, 1*(4), 311–326.
- Saravand Architects and Urban Planners Consulting Engineers. (2005). Preparation of the development framework and detailed plan of the district. Joint Organization for Preparation of Comprehensive and Detailed Plans of Tehran, Ministry of Housing and Urban Development & Tehran Municipality, Tehran. [in persian].
- Shaftoe, H. (2021). Convivial urban spaces: Creating effective public places (A. Vaziri, Trans.). Tehran: Tahan Gostar. [in persian].
- Shedid, M., & Hefnawy, N. (2021). An approach to convivial urban spaces: A comparison between users' and experts' perception of convivial urban spaces. *Journal of Engineering and Applied Science, 68*, 18.
- Song, D. (2023). Two-dimensional animation film vision innovation based on VR technology and Markov chain model. *Soft Computing, 27*, Article 8751.
- Tahmasebi, A., Alizadeh, H., & Aslani, P. (2018). A study of the components shaping the semantic–perceptual quality of the environment: Case study of Ghatarechian Neighborhood, Sanandaj. Armanshahr Architecture & Urban Development, 25, 111–124. [in persian].
- Tamjid, A. (2018). Virtual reality technology: Applications and its legal requirements. Journal of Communication Studies and New Technologies, 4–5. [in persian].
- tehran.ir
- Valverde, R. (2011). *Principles of human-computer interaction design*. Concordia University.
- Wang, X., & Dawood, N. (2023). Virtual reality for urban walkability assessment. *arXiv preprint arXiv:2504.14580*.
- Yan, Y., Li, D., Qin, K., Kong, Y., Wu, X., & Liu, Q. (2024). Sustainable urbanism and architectural design: An interdisciplinary exploration. *SHS Web of Conferences, 192*, 01015.

IRANIAN URBAN DESIGN STUDIES

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.

© [2026] 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

© [۲۰۲۶] 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 ۲. صفحات ۲۲۸-۲۰۵. ۱۴۰۴

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

doi 10.22099/IUDS.2026.55084.1111

مقاله علمی - پژوهشی

طراحی تعاملی فضاهای شهری با استفاده از واقعیت مجازی؛ ارائهٔ چهارچوبی برای ارتقای ادراک محیطی نمونهٔ مطالعاتی: خیابان فرحزادی تهران *

لیلا کوکبی[۱]** و فاطمه رحیمی[۲]

۱. دانشیار گروه طراحی شهری، دانشکده شهرسازی و معماری، دانشگاه هنر ایران، تهران، ایران.
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد طراحی شهری، دانشکده شهرسازی و معماری، دانشگاه هنر ایران، تهران، ایران.

نکات شاخص

طراحی فضاهای تعاملی شهری با بهره‌گیری از واقعیت مجازی، امکان ارتقای ادراک محیطی شهروندان را پیش از اجرای فیزیکی فراهم می‌سازد.
رعایت مقیاس انسانی، هویت فضایی متمایز، احساس امنیت و تلفیق هوشمندانهٔ عناصر طبیعی و خدماتی، از مؤثرترین عوامل ارتقای کیفیت ادراک محیطی هستند.
ترکیب طراحی تعاملی کاربرمحور و فناوری واقعیت مجازی می‌تواند فضاهای شهری پایدار، انعطاف‌پذیر و پاسخ‌گو به نیازهای متکثر شهروندان را ایجاد کند.

چکیده

فضای تعاملی شهری، عرصه‌ای چندبعدی است که بستری هدفمند برای تعاملات اجتماعی، مبادلات فرهنگی و پیوندهای فناورانه فراهم می‌کند. هدف اصلی این پژوهش، طراحی فضاهای تعاملی با بهره‌گیری از فناوری واقعیت مجازی به‌منظور ارتقای کیفی ادراکات محیطی استفاده‌کنندگان است. به‌این منظور، خیابان فرحزادی واقع در محلهٔ فرحزاد تهران به‌عنوان محدودهٔ مطالعاتی انتخاب شد. مسئله محوری در این عرصه، فقدان فضاهای مناسب برای تردد عابران پیاده و سیطرهٔ پارکینگ حاشیه‌ای و وسایل نقلیه است که به‌عنوان عاملی بازدارنده، محدودکنندهٔ شکل‌گیری و تداوم تعاملات اجتماعی محسوب می‌شود. این پژوهش با بهره‌گیری از روش‌شناسی «پژوهش ترکیبی» و تلفیق مطالعات اسنادی، میدانی و پیمایشی صورت پذیرفته است. چهارچوب نظری پژوهش بر سه رکن اصلی استوار است: مفهوم‌سازی «فضاهای تعاملی شهری» به‌مثابهٔ بستر شکل‌گیری تعاملات اجتماعی، با واکاوی مؤلفه‌های چهارگانهٔ کالبدی، جغرافیایی، مدیریتی‌حکمرانی و روان‌شناختی؛ تبیین مؤلفه‌های بنیادین «طراحی تعاملی فناورانه» و قابلیت‌های «فناوری واقعیت مجازی» به‌عنوان ابزاری برای شبیه‌سازی، تجسم فضایی و تسهیل فرایندهای مشارکتی در طراحی شهری. یافته‌ها نشان می‌دهد مؤثرترین عوامل ارتقای ادراک محیطی در خیابان فرحزادی عبارت‌اند از: رعایت مقیاس انسانی، هویت متمایز فضایی، احساس امنیت، دستیابی به خرداقلیم مطلوب و تلفیق هوشمندانهٔ عناصر طبیعی با منظر خوشایند (دیداری و شنیداری) و خدمات. همچنین، واقعیت مجازی در پنج عرصهٔ تجسم فضایی، ناوبری تعاملی، شبیه‌سازی پویا، تحلیل کیفی و تسهیل مشارکت شهروندی ایفای نقش می‌کند. این پتانسیل‌ها در فرایند پژوهش، از طریق توسعهٔ یک مدل سه‌بعدی از فضای تعاملی در نرم‌افزار بلندر عینیت یافته و امکان تجربهٔ فضایی و گردآوری بازخوردهای کاربران فضا را در مرحلهٔ پیش از اجرای فیزیکی فراهم می‌کند. این پژوهش نشان می‌دهد تلفیق طراحی تعاملی کاربرمحور با فناوری واقعیت مجازی به‌گونه‌ای معنادار بر ارتقای همهٔ ابعاد چهارگانهٔ کیفیت ادراک محیطی (معنایی‌ادراکی، عملکردی‌فعالیتی، زیبایی‌شناختی‌فرمی و محیط‌زیستی) تأثیر گذاشته و به آفرینش فضاهای شهری پایدارتر، انعطاف‌پذیر و پاسخ‌گو می‌انجامد.

مشخصات مقاله

تاریخ ارسال ۱۴۰۴/۰۴/۱۸
تاریخ بازنگری ۱۴۰۴/۰۶/۰۳
تاریخ پذیرش ۱۴۰۴/۰۶/۲۰
تاریخ انتشار آنلاین ۱۴۰۴/۱۰/۳۰

واژگان کلیدی

طراحی تعاملی
واقعیت مجازی
ادراکات محیطی
طراحی کاربرمحور
محیط شهری پاسخ‌گو.

© [۲۰۲۶] نویسنده(گان).

نحوهء ارجاع دهی به این مقاله

کوکبی، لیلا.، و رحیمی، فاطمه. (۱۴۰۴). طراحی تعاملی فضاهای شهری با استفاده از واقعیت مجازی؛ ارائهٔ چهارچوبی برای ارتقای ادراک محیطی (نمونهٔ مطالعاتی: خیابان فرحزادی تهران). *نشریهٔ علمی مطالعات طراحی شهری ایران*، ۲(۲)، ۲۲۸-۲۰۵.

* این مقاله برگرفته از پایان نامه ارشد نویسنده اول می باشد که به راهنمایی نویسنده دوم در دانشگاه هنر ایران صورت پذیرفته است.

** آدرس پستی نویسندهٔ مسئول: l.kowkabi@art.ac.ir

نشریهٔ علمی مطالعات طراحی شهری ایران. دوره ۲. شماره ۲. صفحات ۲۲۸-۲۰۵. ۱۴۰۴

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

Original Research Paper

Interactive Design of Urban Spaces Using Virtual Reality: A Framework for Enhancing Environmental Perception Case Study: Farahzadi Street, Tehran*

Leila Kowkabi[1], Fatemeh Rahimi[2]**

1. Associate Professor, Department of Urban Design, Faculty of Urban Planning and Architecture, Iran University of Art, Tehran, Iran.
2. M.A. Student in Urban Design, Faculty of Urban Planning and Architecture, Iran University of Art, Tehran, Iran.

Highlights

- Designing interactive urban spaces using virtual reality enables the enhancement of citizens' environmental perception before physical implementation.
- Adherence to human scale, distinct spatial identity, sense of security, and intelligent integration of natural and service elements are key factors in improving environmental perception quality.
- The combination of user-centered interactive design and virtual reality technology can create sustainable, flexible, and responsive urban spaces addressing diverse citizen needs.

Abstract

Interactive urban space is a multidimensional domain that provides a purposeful platform for social interactions, cultural exchanges, and technological linkages. This research aims to design such spaces by employing virtual reality (VR) to enhance users' environmental perception, selecting Farahzadi Street in Tehran as a case study. The primary challenge in this context is the dominance of on-street parking and motor vehicles, along with the lack of adequate pedestrian space, which constrains the formation of social interactions. Adopting a mixed-methods research methodology—integrating documentary, field, and survey-based studies—the theoretical framework of the research is structured around three main pillars: the conceptualization of interactive urban spaces (encompassing physical, geographical, managerial–governance, and psychological components), the articulation of technology-driven interactive design, and the capacities of virtual reality in simulation and participation facilitation. The findings indicate that the most effective factors in enhancing environmental perception on Farahzadi Street include adherence to human scale, a distinctive spatial identity, a sense of safety, access to a favorable microclimate, and the intelligent integration of natural elements with pleasant visual and auditory landscapes and urban services. Moreover, virtual reality plays a role in five key domains: spatial visualization, interactive navigation, dynamic simulation, qualitative analysis, and the facilitation of citizen participation. These capabilities were materialized through a three-dimensional model developed in Blender software, enabling spatial experience and the collection of user feedback prior to physical implementation. Consequently, integrating user-centered interactive design with virtual reality technology can meaningfully enhance all four dimensions of environmental perception quality—semantic–perceptual, functional–activity-based, aesthetic–formal, and environmental—ultimately contributing to the creation of more sustainable, flexible, and responsive urban spaces.

Article Info

Received	09/07/2025
Revised	25/08/2025
Accepted	11/09/2025
Available Online	20/01/2026

Keywords

Interactive Design
Virtual Reality
Environmental Perceptions
User-Centered Design
Responsive Urban Environment.

© [2026] by the author(s).

Citation of the article

Kowkabi, L., & Rahimi, F. (2026). Interactive Design of Urban Spaces Using Virtual Reality: A Framework for Enhancing Environmental Perception (Case Study: Farahzadi Street, Tehran). *Iranian Urban design studies,* 2(2), 205-228.

* This article is derived from the master's thesis of the first author, which was conducted under the supervision of the second author at the University of Art, Tehran.

** Author Corresponding: Email: l.kowkabi@art.ac.ir

مقدمه

فضای شهری به‌عنوان بستری برای تعاملات اجتماعی، هم از این تعاملات اثر پذیرفته و هم بر شکل‌گیری و جهت‌دهی به آن‌ها تأثیر می‌گذارد. از این نگاه، فضای شهری با محتوای شکل‌دهندهٔ خود، به کانون نمادین ارزش‌های جمعی بدل می‌شود که به بیان قدرت خویش پرداخته و آن را در کالبد فضا متجلی می‌سازد. بر این اساس، یکی از کارکردهای بنیادین فضاهای شهری، خلق فرصت‌های لازم برای شکل‌گیری تعاملات اجتماعی است (Gehl, 2013; Jacobs, 1961). تا انسان در زمان گذران زمان خویش در محیط‌های اجتماعی، از خلال تعامل با دیگران، پیوندی عمیق‌تر با جامعهٔ و مکان احساس کرده و فرایند به تقویت حس تعلق مکانی و انسجام اجتماعی منجر شود و درنهایت، پایداری حیات جمعی را در بستر شهر تضمین می‌کند.

ازآنجاکه انسان در یک دنیای فیزیکی با تعاملات عمدتاً فیزیکی زندگی می‌کند، فضا به‌عنوان یک رابط فیزیکی برای تعاملات عمل می‌کند. به این ترتیب، تعاملات از نوع تعامل بین کاربران و فضا، تعاملات کاربر در فضا و تعاملات کاربر از طریق فضا تعریف می‌شوند(Kowkabi & Barmayehvar,2021). فضا به‌عنوان بستری برای تعامل شناخته‌شده و هر تعامل یا هر کاربری که در شکل‌گیری آن دخیل باشد، به آن معنا می‌دهد. فرایند ایجاد فضاهای خلق‌کنندهٔ تعامل، از یک‌چهارچوب چهارمرحله‌ای تبعیت می‌کند که سه مرحلهٔ نخست آن، پیش از مرحلهٔ اجرا و ساخت تحقق می‌یابد و مرحلهٔ چهارم، متعاقب تحقق فیزیکی طرح و استقرار فضای تعاملی ظهور می‌یابد. نکتهٔ مهم در این فرایند، مشاهده و تحلیل الگوهای رفتاری استفاده‌کنندگان و واکنش‌های آن‌ها دربارهٔ فضاست که نه‌تنها به شکل‌گیری درکی نوین از فضای تعاملی منجر می‌شود، بلکه به فرایند طراحی فضای تعاملی، ماهیتی پویا و سیال می‌بخشد.

در شرایطی که تعاملات روزافزون به فناوری و عرصهٔ دیجیتال وابسته می‌شوند، یکی از روش‌های کارآمد در تجسم‌بخشی به فضاهای تعاملی، بهره‌گیری از فناوری واقعیت مجازی است. این فناوری با تلفیق داده‌های تصویری و صوتی در بستر سخت‌افزارها و نرم‌افزارهای تخصصی، محیطی شبیه‌سازی‌شده و مجازی از واقعیت خلق می‌کند که کاربر در آن، تجربهٔ حضور فیزیکی خود در محیطی سه‌بعدی را حس می‌کند و به کنشگری و کنترل محیط ترغیب می‌شود (Bouchlaghem & Kim, 2022). قابلیت تجسم و پیش‌بینی مبتنی بر واقعیت مجازی، محققان ازجمله محققان حوزهٔ شهری را قادر می‌سازد تا به تحلیل بلادرنگ سناریوهای مختلف پرداخته و به تصمیم‌گیرندگان و ذی‌نفعان در تحلیل مسائل شهری یاری رسانند.

واقعیت مجازی تأثیراتی شگرف بر آیندهٔ طراحی شهری، به‌ویژه در چهارچوب شهر هوشمند، بر جای نهاده است. کاربست واقعیت مجازی مبتنی بر اینترنت، سطح مشارکت عمومی در فرایندهای برنامه‌ریزی و طراحی را ارتقا می‌دهد و پلتفرمی فراهم می‌سازد که طراحان را قادر می‌سازد بدون محدودیت جغرافیایی، در پروژه‌ها مشارکت نمایند (Lara-Hernandez & Melis, 2023). ازجمله مزایای بنیادین این فناوری، می‌توان به امکان ارزیابی ایده‌های طرح‌ها در فضایی سه‌بعدی و در زمان واقعی در خلال مراحل طراحی و برنامه‌ریزی و نیز تسهیل ارتباط مؤثر میان ذی‌نفعان مختلف، ازجمله دانشگاهیان، متخصصان برنامه‌ریزی و جوامع اشاره کرد.

شهرها به‌عنوان زنده‌ترین عرصه‌های تعامل اجتماعی، در دوران معاصر با چالش‌های متعددی درزمینهٔ کیفیت فضاهای عمومی روبه‌رو هستند. یکی از این چالش‌ها، غلبه سواره‌رو بر پیاده‌رو و تسلط پارکینگ حاشیه‌ای است که نه‌تنها ایمنی و دسترسی عابران پیاده را مخدوش می‌سازد، بلکه بستر شکل‌گیری تعاملات اجتماعی را به‌شدت تضعیف می‌کند. این مسئله در خیابان فرحزادی واقع در محلهٔ فرحزاد منطقهٔ ۲ شهرداری تهران به‌صورت عینی مشاهده شده است؛ جایی که فقدان مسیرهای مناسب پیاده‌رو و سیطرهٔ خودروها، امکان حضور پویا و ایمن شهروندان در عرصهٔ عمومی را محدود ساخته و پیوندهای اجتماعی ساکنین را با فضای محله تضعیف کرده است. بنابراین پژوهش بر مبنای اولویت دادن به حرکت عابران پیاده در فضای خیابان فرحزادی و ایجاد اتصال این محور تعاملی با مکان‌های سوم اطراف خیابان، به‌دنبال بازآفرینی فضاهای تعاملی مناسب برای ارتقای بهره‌گیری از ادراکات محیطی شهروندان از طریق حضور بیشتر مردم، پیاده‌محوری و جلوگیری از غلبهٔ خودروها در بافت محله است که از طریق طراحی این فضا در بستر واقعیت مجازی سه‌بعدی به آن می‌پردازد.

پژوهش با هدف منظور ارتقای کیفی ادراکات محیطی شهروندان از طریق طراحی فضاهای تعاملی با بهره‌گیری از فناوری واقعیت مجازی و با مطالعهٔ خیابان فرحزادی شکل گرفته است. ضرورت انجام این تحقیق از چند منظر تبیین‌شدنی است: ارائهٔ راهکارهای عملی برای تبدیل خیابان فرحزادی به محوری پیاده‌محور و تعاملی؛ توسعه و بومی‌سازی کاربرد فناوری واقعیت مجازی در فرایند طراحی شهری و تلفیق دانش طراحی شهری با یافته‌های علوم رفتاری و فناوری‌های دیجیتال.

در همین راستا، پرسش اصلی پژوهش به این موضوع می‌پردازد که چگونه می‌توان از طراحی فضاهای تعاملی مجهز به فناوری واقعیت مجازی در جهت ارتقای کیفی ادراکات محیطی شهروندان بهره برد؟ در همین راستا سؤالات تفصیلی عبارت‌اند از: مؤلفه‌های کلیدی تأثیرگذار بر ادراکات

محیطی شهروندان در فضاهای تعاملی کدام‌اند؟ قابلیت‌های فناوری واقعیت مجازی در طراحی فضاهای تعاملی شهری چیست و فرایند بهینهٔ طراحی فضای تعاملی در خیابان فرحزادی با استفاده از فناوری واقعیت مجازی چگونه است؟

پیشینهٔ پژوهش و مبانی نظری

در بخش مبانی نظری، مفاهیم کلیدی مرتبط با حوزه‌های مطالعه بررسی شده است. این فصل شامل بررسی موارد زیر است:

فضاهای تعاملی، مطالعهٔ مبانی نظری حوزهٔ فضاهای تعاملی به‌منظور شناسایی ویژگی‌های این فضاها و چگونگی تأثیرگذاری آن‌ها بر تجربهٔ کاربران. تمرکز بر تعریف فضاهای تعاملی و اهمیت تعامل میان انسان و محیط در طراحی شهری است. مؤلفه‌های طراحی تعاملی، تحلیل ساختاری مؤلفه‌های طراحی تعاملی براساس رویکرد ارتباط انسان، فناوری و محیط است. مؤلفه‌های کلیدی فناوری، انسان و محیط و نحوهٔ تعامل این سه شاخص با یکدیگر بررسی شده است. کیفیت ادراکات محیطی، مرور نظریات و یافته‌های پژوهشی پیشین دربارهٔ کیفیت ادراک در محیط شهری. ایـن بررسی شامل تشریح نظریه‌های اندیشمندان مرتبط با ادراکات محیطی و عوامل مؤثر بر حس و تجربهٔ کاربران از فضاهای شهری می‌شود. فناوری واقعیت مجازی و کاربرد آن در طراحی شهری و انیمیشن، بررسی تمایزات بین واقعیت مجازی، واقعیت افزوده و واقعیت ترکیبی و مروری بر سیر تحول فناوری‌های مربوط و کاربردهای آن در طراحی شهری و انیمیشن.

فضاهای تعاملی

در سال‌های اخیر، مفهوم فضاهای تعاملی بحثی مهم در حوزهٔ شهرسازی بوده است. این فضاها تنها مکان‌های فیزیکی نیستند؛ بلکه محیط‌هایی هستند که برای ترویج تعامل، مشارکت و درگیری، هم به‌صورت فیزیکی و هم دیجیتال طراحی شده‌اند. این فضاها منعطف به طبیعت تغییرات فضاهای شهری هستند و تکنولوژی‌ها و روندهای اجتماعی جدیدی را که شکل‌دهندهٔ زندگی، کار و تعاملات مردم در داخل شهر هستند، در خود جای می‌دهند. مطالعات فضاهای تعاملی در شهرسازی از چندین حوزهٔ علمی ازجمله جامعه‌شناسی، روان‌شناسی، طراحی شهری و مطالعات فناوری نشئت می‌گیرند.

در تحقیقات شفتو (۲۰۱۵)، فضاهای دلنشین[۱] عمومی با تأکید بر تسهیل تعاملات اجتماعی بررسی شده است. محمدی و همکاران(۱۳۹۱) به بررسی فضاهای عمومی شهری در بافت‌های تاریخی و ارزیابی تعاملات اجتماعی پرداخته‌اند. هفنوی و شدید (۲۰۲۱) در مقاله‌ای، فضاهای شهری دلپذیر را به‌عنوان فرایندی فلسفی برای ایجاد فضاهای مطلوب در نظر می‌گیرند. فضاهای تعاملی شهری[۲] به فضاهایی گفته می‌شود که تعامل اجتماعی مثبت و حس تعلق به مکان را در کاربران تقویت می‌کنند(Shedid & Hefnawy, 2021). ایـن فضاها باید هم از نظر فیزیکی و هم روان‌شناختی پاسخ‌گوی نیازهای متنوع کاربران باشند تا تجربهٔ شهری باکیفیتی ایجاد کنند.

گنجی و ریشبت (۲۰۲۰) بر اهمیت سه ویژگی کلیدی انعطاف‌پذیری[۳]، برابری[۴] و کاربردپذیری[۵] در طراحی چنین فضاهایی تأکید کرده‌اند. این ویژگی‌ها باعث می‌شود فضا برای همهٔ گروه‌های اجتماعی قابل‌دسترسی و پذیرفتنی باشد و تعاملات مثبت اجتماعی شکل گیرد. سیمون و رودریگرز (۲۰۱۵) نیز نشان دادند که طراحی شهری باید فراتر از جنبه‌های محیط‌زیستی به ابعاد اجتماعی و روان‌شناختی توجه کند تا حس تعلق و رضایت کاربران افزایش یابد. نمونهٔ مطالعاتی آن‌ها در پارک Superkilen، گواه این موضوع است. فلاح و فلاح (۱۳۹۴)، نظریهٔ قابلیت‌های محیطی گیبسون را در طراحی شهری استفاده کرده‌اند.

فضاهای تعاملی شهری[۶] فضاهایی هستند که علاوه بر ساختار فیزیکی، امکان تعامل اجتماعی، فرهنگی و تکنولوژیکی میان کاربران را فراهم می‌آورند. این فضاها محیط‌هایی هستند که طراحی آن‌ها با هدف ارتقای ارتباطات انسانی، افزایش مشارکت شهروندان و ایجاد حس تعلق و هویت اجتماعی صورت می‌گیرد(Shedid & Hefnawy, 2021). ایـن‌گونه فضاها صرفاً به‌مثابهٔ مکان‌هایی برای گذران اوقات نبوده، بلکه به‌عنوان پلتفرم‌هایی زیرساختی برای تبادل دانش، اشتراک‌گذاری تجربیات و انجام کنش‌های جمعی عمل می‌کنند که نقش آن‌ها در ارتقای شاخص‌های کیفیت زندگی شهری، حیاتی و انکارناپذیر است.

اصطلاح دلپذیری (کنویالیتی) از ریـشه‌ای لاتین به معنای با هم زیستن گرفته شده و در حوزهٔ جامعه‌شناسی و طراحی شهری به معنی ایجاد فضاهایی است که امکان برقراری ارتباطات اجتماعی مثبت، پذیرش تفاوت‌ها و افزایش حس امنیت و خوشایند بودن برای کاربران را فراهم می‌کنند(Ganji & Rishbeth, 2020) (خلیقی و پورجعفر، ۱۴۰۱). براساس مطالعهٔ Shedid & Hefnawy (2021)، فضاهای دلنشین شهری باید علاوه بر جنبه‌های فیزیکی، به نیازهای روان‌شناختی و اجتماعی کاربران پاسخ دهند تا محیطی دلپذیر و مشارکتی ایجاد شود. این فضاها باید دو ویـژگی کلیدی «قابلیت زیست‌پذیری» و «قابلیت تعامل اجتماعی» را هم‌زمان فراهم کنند تا افراد بتوانند احساس امنیت و تعلق را تجربه کنند و از حضور در آن فضا لذت ببرند.

مطالعات گسترده‌ای نشان داده‌اند که کیفیت فضاهای شهری تعاملی به چند بعد مهم بستگی دارد که درمجموع به ایجاد تجربهٔ اجتماعی مطلوب منجر می‌شود. Rodriguez و Simon (2015) ابعاد اصلی فضاهای شهری دلپذیر را به سه دستهٔ کلیدی تقسیم کرده‌اند:

انعطاف‌پذیری: فضای شهری باید قابلیت تغییر، تطبیق با نیازهای متنوع و برنامه‌های مختلف را داشته باشد. این امکان باعث می‌شود که فضا برای کاربران مختلف در زمان‌ها و شرایط متفاوت جذاب و کاربردی باشد.

- شمولیت و برابری: فضا باید به‌گونه‌ای طراحی شود که برای تمامی گروه‌های اجتماعی با فرهنگ‌ها، سنین و توانایی‌های مختلف قابل‌دسترس و پذیرنده باشد.
- کاربردپذیری و مفید بودن: فضا باید پاسخ‌گوی نیازهای واقعی کاربران بوده و امکانات لازم برای فعالیت‌های اجتماعی، فرهنگی و رفاهی را فراهم کند (Rodriguez & Simon, 2015).

ایـن ابعاد در طراحی شهری، به‌ویژه در محیط‌های شهری چندفرهنگی و متنوع، موجب ارتقای تعاملات مثبت و کاهش تضادهای اجتماعی می‌شوند(Ganji & Rishbeth, 2020).

فناوری‌های نوین مانند سیستم‌های اطلاع‌رسانی هوشمند، حسگرها، اپلیکیشن‌های مشارکتی و تابلوهای تعاملی می‌توانند بسترهای جدیدی برای افزایش کیفیت فضاهای شهری ایجاد کنند. مشارکت فعال شهروندان در پایش محیط‌زیست و مدیریت داده‌های شهری، از طریق طراحی رابط‌های کاربری کاربرپسند و قابل‌دسترس، باعث افزایش حس تعلق، مسئولیت‌پذیری اجتماعی و ارتقای سلامت شهری می‌شود (Hasenfratz et al., 2015). پروژه‌هایی مانند Smart Citizen Kit و Air Quality Egg نمونه‌هایی موفق از کاربرد فناوری تعاملی در فضاهای شهری هستند که با فراهم کردن ابزارهای مشارکتی، شهروندان را در مراقبت و بهبود محیط شهری دخیل می‌کنند.

مطالعات نشان می‌دهند که فضاهای شهری تعاملی تأثیرات فیزیکی، روان‌شناختی و اجتماعی دارند. همچنین فضاهای با طراحی کنویوال، به شکل‌گیری هویت جمعی و بهبود همبستگی اجتماعی کمک می‌کنند(Shedid & Hefnawy, 2021). در محیط‌های شهری متنوع فرهنگی، طراحی فضاهای قابل‌تعامل و باز، زمینه‌ساز گفت‌وگوی بین‌فرهنگی و کاهش تعارضات اجتماعی است(Ganji & Rishbeth, 2020).

تحقیقات اخیر دربارهٔ شهرسازی مشارکتی و شهرهای هوشمند، پتانسیل فضاهای تعاملی را برای دموکراتیزه کردن برنامه‌ریزی شهری و ترویج جوامع شامل‌تر برجسته می‌کند(جیانگ و همکاران، ۲۰۲۳). فضای شهری ارتباط دوسویه میان روابط و رفتارها بوده و براساس تعاریف، این فضاها را می‌توان مکانی هویتمند برای تعاملات اجتماعی و محل خلق اندیشه‌ها توسط اجتماعات متفاوتی از مردم تشریح کرد. فضاهای عمومی شهری شامل خیابان‌ها، میدان‌ها و مسیرهای عمومی در مناطق مسکونی و تجاری و محله‌ها، فضاهای باز و پارک‌ها و فضاهای خصوصی‌عمومی هستند (محمدی و همکاران، ۱۳۹۱، ص۱۷). قسمتی از فضاهای عمومی شهری که با ایجاد حس شادی، تعامل، لذت حضور و استفاده از فضا برای مردم بوده، به‌عنوان فضاهای تعاملی مطرح می‌شوند که برای استفادهٔ راحت و دوستانه بوده و می‌توانند طیف گسترده‌ای از محل‌ها، چون کتاب‌فروشی‌ها، مراکز اجتماعی و پارک یا حتی پلازاها، پارک‌های کوچک و برخی از انواع خیابان‌ها را در بر داشته باشند. فضاهای تعاملی موفق برخی مؤلفه‌های مشترک دارد. وزیـری (۱۴۰۰) براساس مطالعات شفتو، مؤلفه‌هایی را برشمرده است. با وجود مزایای متعدد، طراحی فضاهای شهری تعاملی با چالش‌هایی مانند نیاز به درک عمیق از کاربران متنوع، پیچیدگی‌های فنی در پیاده‌سازی فناوری‌های هوشمند و حفظ تعادل میان فضاهای عمومی و خصوصی مواجه است(Çolpa et al., 2016). همچنین طراحی باید به‌گونه‌ای باشد که حس برابری و دسترسی را برای همهٔ گروه‌ها تضمین کند و از ایجاد فضای انحصاری یا تبعیض‌آمیز جلوگیری کند (Rodriguez & Simon, 2015).

مؤلفه‌های مؤثر در طراحی تعاملی فناورانه

طراحی تعاملی فناورانه در شهرسازی به‌طور فزاینده‌ای به یک حوزهٔ مهم تبدیل شده است که ابعاد فیزیکی و دیجیتال فضاهای شهری را برای تقویت مشارکت، تعامل و شمول ترکیب می‌کند. با ظهور فناوری‌های دیجیتال مانند واقعیت افزوده، واقعیت مجازی و اینترنت اشیا، فضاهای شهری به محیط‌هایی پویا تبدیل شده‌اند که به کاربران این امکان را می‌دهند تا به‌طور فعال با محیط خود تعامل داشته باشند. حوزه تعامل انسان و رایانه، با رویکردی چندرشته‌ای، به مطالعه و طراحی فناوری‌های رایانه‌ای و تعامل میان کاربران و سیستم‌ها می‌پردازد و دامنهٔ آن گسترهٔ وسیعی از طراحی در حیطهٔ فناوری اطلاعات را پوشش می‌دهد. طراحی تعاملی به‌عنوان بخشی کلیدی از این حوزه، بر ایجاد دیالوگ بین کاربر و محصول متمرکز است. معمولاً مصداق عینی این طراحی در محصولات نرم‌افزاری دیده می‌شود؛ اما غایت آن، توانمندسازی کاربر برای محقق ساختن اهدافش به‌شکلی بهینه است. این فرایند تعاملی، ترکیبی از مؤلفه‌های حسی گوناگون ازجمله زیبایی‌شناسی، حرکت و صداست که هریک حوزه‌ای تخصصی محسوب می‌شوند(Hosseini & kowkabi, 2023).

هدف آن بهینه‌سازی تعامل انسان با فناوری با توجه به ویژگی‌های شناختی، اجتماعی و فیزیکی کاربران است (Valverde, 2011). ایـن تعامل نه

تنها شامل واسطهای دیجیتال، بلکه تعامل با محیطهای فیزیکی و شهری نیز می‌شود که در حوزهٔ نوظهور تعامل انسان و ساختمان[۷] توسعه یافته و به مطالعه و طراحی تعامل انسان با محیطهای ساخته‌شده، مانند ساختمان‌ها و فضاهای شهری می‌پردازد. این حوزه، پیوند میان تعامل انسان و رایانه[۸]، معماری و طراحی شهری است و تمرکز آن بر تجارب تعاملی است که به‌صورت فضایی‌زمانی مستمر شکل می‌گیرند و بر ارزش‌ها و نیازهای انسانی در محیطهای هوشمند تأکید دارند (Alavi et al., 2019). تعامل انسان و رایانه در بستر شهری رویکردی است که شهر را به‌عنوان یک سیستم تعاملی در نظر می‌گیرد که در آن شهروندان، فناوری‌ها و محیط شهری در تعامل مداوم هستند. هدف این حوزه، بازطراحی فضاهای شهری به‌منظور بهبود تجربهٔ کاربری، افزایش مشارکت اجتماعی و ارتقای تعامل انسان‌فناوری در محیط شهری است(Di Mascio et al., 2016). طراحی شهری کاربرمحور، رویکردی است که نیازها، تجربیات و رفاه کاربران شهری را در مرکز فرایند طراحی قرار می‌دهد. این رویکرد با بهره‌گیری از اصول تعامل انسان و رایانه، تعامل مؤثر و بهینه میان شهروندان و محیط شهری را تسهیل می‌کند و با استفاده از فناوری‌های هوشمند، کیفیت زندگی در شهرها را بهبود می‌بخشد (Yan et al., 2024). پایداری در تعامل انسان و رایانه به معنای ایجاد سیستم‌ها و فناوری‌هایی است که ضمن پاسخ‌گویی به نیازهای کاربران، به حفظ محیط‌زیست و منابع طبیعی کمک کنند. درزمینهٔ شهری، تعامل انسان و رایانه می‌تواند نقش کلیدی در تشویق رفتارهای پایدار و ایجاد فرهنگ‌های پایدار شهری داشته باشد (Choi & Blevis, 2010). اصول کلیدی طراحی تعامل شامل مشهود بودن، ارتباط طبیعی بین عناصر و سهولت استفاده که ابتدا در حوزهٔ رابطهای کاربری دیجیتال توسعه یافتند، قابلیت کاربرد در طراحی فضاهای شهری را نیز دارند. به‌کارگیری این اصول در محیط شهر کمک می‌کند شهروندان بتوانند به‌صورت شهودی فضا را درک و به‌راحتی از آن استفاده کنند. در این میان مؤلفه‌های اصلی برای شناخت طراحی تعاملی بر مبنای کلمات، نمایش‌های بصری، اشیای فیزیکی یا فضا، زمان، رفتار تشریح می‌شوند.

فضاهای عمومی توسط فعالیت‌های تعاملی حامل و اشتراک‌گذار داده‌ها به خدمات‌تعاملی تبدیل شده است. انسان، کامپیوتر، تعامل و زمینه‌های مرتبط مانند کار تعاونی با پشتیبانی کامپیوتر، سیستم فیزیکی سایبری، طراحی تعامل و محاسبات شهری و گستردگی سریع مسائل شهری باعث جذب موازی مفاهیم شده و ارتباط انسان و کامپیوتر و تعامل آن‌ها با یکدیگر به‌وسیلهٔ تولید محتوا با نمای رسانه‌ای در محیط اتفاق افتاده که نمایشگرهای مبتنی بر LED در مقیاس بسیار بزرگ‌تر از نمایشگرهای عمومی یا صفحهٔ نمایش شهری هستند. در ادامه برای تشریح عملکرد فضاها در طراحی شهری از روش‌های مختلف، چون تکنیک‌های تجسم، مدل‌سازی سه‌بعدی، واقعیت افزوده و واقعیت مجازی، با در نظر داشتن تقویت تعامل و تسهیل ارتباط بین طراحان و ذی‌نفعان مورد استفاده قرار می‌گیرد. اخیراً، یک روند رو به افزایش در استفاده از تعامل انسان و کامپیوتر برای طراحی محاسباتی همه‌جانبه، با استفاده از فناوری‌های دیجیتال پیشرفته برای ایجاد تعاملی ایجاد شده است که فضاهای شهری پاسخ‌گو نیازهای جامعه را بدین وسیله برطرف می‌کنند. با بررسی رفتارها، تعاملات و فعالیت‌های شرکت‌کنندگان، ضمن تأکید بر استفاده از مؤلفه‌های تدوین‌شده در بخش طراحی تعاملی و ادغام با فناوری واقعیت مجازی در این فرایند، سبب ایجاد تعامل بیشتر با محیط توسط فناوری و ارتباط بیشتر با این بستر خواهد شد.

کوکبی و برمایه‌ور (۱۳۹۹) ضمن بیان اهمیت نقش فناوری‌های دیجیتال در بازتعریف و تقویت فضاهای عمومی شهری، اشاره دارند که با افزودن لایه‌های دیجیتال به فضای فیزیکی، می‌توان به مکان‌هایی دست یافت که در آن تعامل بین کاربران و محیط شهری غنی‌تر می‌شود و ابزارهای دیـجیتال مانند برنامه‌های موبایل، سکوهای مشارکتی، بازی‌های هنری شهری می‌توانند به ایجاد ارزش افزوده از طریق تجربیات تعاملی، افزایش تعاملات اجتماعی و تقویت حس تعلق مکانی کمک کنند و با تأکید بر اهمیت تلفیق ابعاد فیزیکی و دیجیتال در طراحی فضاهای عمومی تأکید دارد تا نه‌تنها نیازهای کاربران امروزی برآورده شود، بلکه امکان شکل‌دهی به هویت‌های جدید و حفظ ارتباط با خاطرات جمعی فراهم شود. آنچه در این پژوهش می‌توان به‌وضوح مشاهده کرد.

مفهوم کیفیت در ادراکات محیطی

در پژوهش فقه‌الاسلام و کشمیری (۱۳۹۹)، ادراک محیطی به‌عنوان فرایند زیست‌شناختی و روان‌شناختی کسب اطلاعات از محیط شناخته‌شده مطرح می‌شود. این ادراک در شهروندان بر مبنای ارتباط آن‌ها با فضاهای عمومی شهری بوده و در این حالت فهم و احساس شهروند با بستر معنایی محیط و فضای اطرافش پیوند یافته و طی تعریفی جامع، ادراک فرایندی ذهنی است که طی آن تجارب حسی معنی‌دار شده و انسان روابط امور و معانی اشیا را می‌فهمد و ادراک محیط، بر مبنای دانش و اطلاعاتی که انسان نسبت به اشکال، فضاها، عملکرد و معنای ظاهری و باطنی آن‌ها دارد، بر محیط اثر می‌گذارد و از آن تأثیر می‌پذیرد.

در بررسی کیفیت‌ها در ادراکات محیطی، یکی از مهم‌ترین عوامل را می‌توان بررسی ابعاد کیفیت دانست. با توجه به پژوهش طهماسبی و همکاران (۱۳۹۷)، جنبه‌های ادراکی و تداعی‌کنندهٔ معنا با هم مرتبط است و تفاوت بین کیفیت‌های ادراکی باعث شده کیفیت‌ها در ترکیب با هم، تداعی‌گر معنی‌ها برای مخاطبان باشند. کیفیت محیط به‌عنوان برآیند چهار نیرو ارزیابی می‌شود که شامل کیفیت عملکردی‌فعالیتی، کیفیت‌های زیبایی‌شناسی‌فرمی، کیفیت زیست‌محیطی و معنایی‌ادارکی است. ازآنجاکه یک محیط ناگزیر به پاسخ‌دهی مناسب به ابعاد گوناگون محیطی است؛ این چهار کیفیت عناصر مهمی در تعریف آن بوده‌اند.

فناوری واقعیت مجازی و کاربرد آن در طراحی شهری و انیمیشن

واقعیت مجازی[۹] یـک چند رسانه همه‌جانبه و ترکیبی از سخت‌افزار، نرم‌افزار و هم‌زمانی حس‌ها بوده و نتیجهٔ آن حس در لحظه است و فرد احساس می‌کند در محیط حضور دارد. یک محیط شبیه‌سازی‌شدهٔ سه‌بعدی که به کاربر اجازه می‌دهد با آن در حال تعامل باشد و به جست‌وجو و اکتشاف بپردازد. ضمن اینکه در این مسیر کاربر بخشی از دنیای مجازی می‌شود و در آن کارهایی را انجام یا اشیایی را تغییر می‌دهد (تمجید، ۱۳۹۶). به‌این‌ترتیب، واقعیت مجازی به‌عنوان یک فناوری نوین در طراحی شهری به‌کار گرفته شده است. این فناوری با ایجاد محیط‌های شبیه‌سازی‌شده، امکان تعامل با فضاهای شهری را فراهم می‌آورد و ابزار مؤثری در طراحی، ارزیابی و مشارکت شهروندان است (Pham et al., 2025). بااین‌حال نویسندگان تأکید دارند که فناوری باید در خدمت انسان و طراحی شهری فراگیر باشد، نه صرفاً ابزار ساخت فضاهای هوشمند. برخی از کاربردهای واقعیت مجازی عبارت‌اند از:

جدول ۱. برخی از کاربردهای واقعیت مجازی، منبع: Wang & Dawood, 2023 و Portman et al., 2024

کاربرد واقعیت مجازی	کاربرد در طراحی شهری	نتیجه و مزیت برای طراح شهری
طراحی شهری در محیط شبیه‌سازی‌شده	امکان مشاهده و تجربهٔ طرح‌ها پیش از ساخت در محیط‌های مجازی	افزایش کیفیت طراحی، کاهش خطاها و اصلاح پیش‌دستانهٔ مشکلات
مشارکت شهروندان در فرایند طراحی	شهروندان می‌توانند فضاهای عمومی را در واقعیت مجازی تجربه کرده و نظرات خود را ارائه دهند	افزایش پذیرش اجتماعی طرح، تصمیم‌گیری مشارکتی، بهبود بازسازی شهری
ارزیابی کیفیت محیطی پیش از ساخت	ارزیابی نور، صدا، تهویه و راحتی محیط‌های شهری در شبیه‌سازی	طراحی انسانی‌تر، بهبود سلامت و آسایش کاربران
یکپارچگی واقعیت مجازی با مدل‌سازی اطلاعات ساختمان	ایجاد مدل‌های دقیق پروژه و شناسایی مشکلات اجرایی احتمالی	کاهش هزینه‌های ساخت، بهبود هماهنگی بین تخصص‌ها، تصمیم‌گیری سریع‌تر
ارزیابی قابلیت پیاده‌روی در شهر	تحلیل مسیرهای پیاده، عرض پیاده‌رو، دسترسی به خدمات و کیفیت ایمنی در محیط مجازی	بهبود طراحی فضاهای پیاده‌محور، ارتقای ایمنی و دسترس‌پذیری شهری

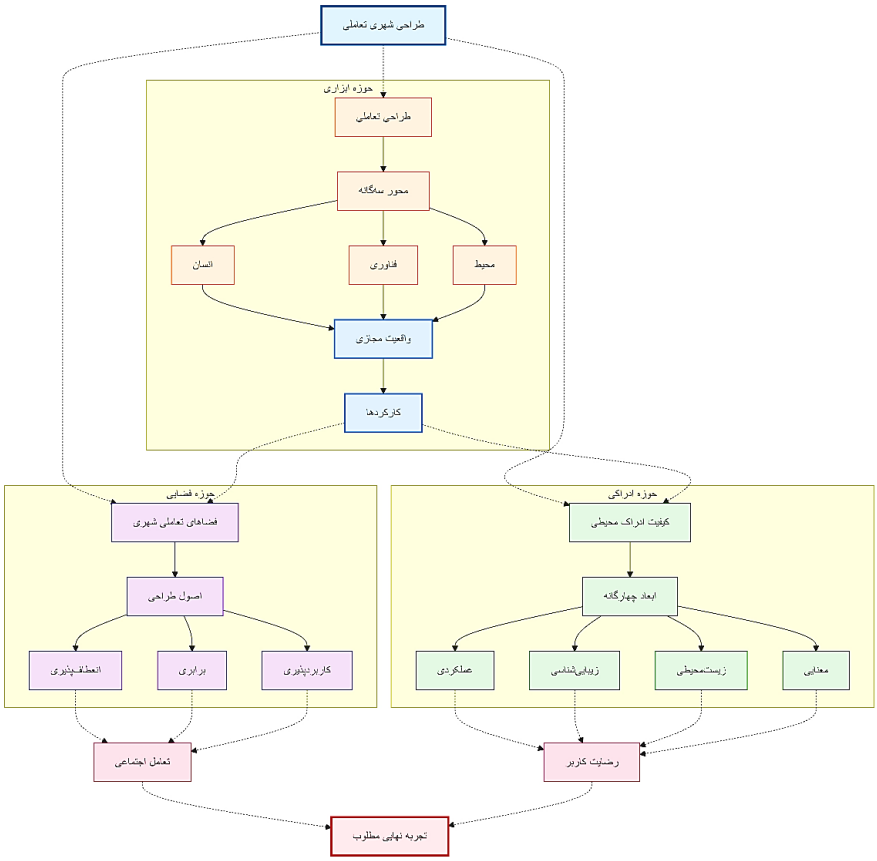
به‌کارگیری واقعیت مجازی در طراحی شهری موجب ارتقای کیفیت تصمیم‌گیری، کاهش خطاهای طراحی و افزایش دقت در ارزیابی شرایط محیطی پیش از اجرا می‌شود. علاوه‌براین، واقعیت مجازی با تقویت مشارکت شهروندان و شبیه‌سازی تعاملات واقعی در فضاهای شهری، به طراحان کمک می‌کند تا طرح‌هایی کاربرمحورتر، ایمن‌تر و سازگارتر با نیازهای واقعی جامعه ارائه دهند. این فناوری درنهایت فرایند طراحی و مدیریت شهری را هوشمندتر و کارآمدتر می‌سازد. برخی از مفاهیم بنیادین فضای واقعیت مجازی که مبتنی بر تجربهٔ کاربر بوده و قادر است به روشی متفاوت بر طراحی تأثیر بگذارد. در جدول ۱ بیان شده است.

آنچه در کاربرد واقعیت مجازی در طراحی شهری بیان شده، بر مبنای تجسم، عملکردهای ناوبری، کارکردهای ارتباطی و مشارکتی، عملکردهای شبیه‌سازی، کارکردهای تحلیلی و عملکردهای دست‌کاری است. با توسعهٔ فناوری واقعیت مجازی در سال‌های اخیر و تغییر حالت سنتی مشاهدهٔ انیمیشن کمک خوبی به تولید انیمیشن سه‌بعدی شده است. در فرایند تولید انیمیشن سه‌بعدی، مدل‌سازی به‌عنوان پایه‌ای اساسی در خلق دو عنصر اصلی صحنه‌ها و شخصیت‌های متحرک عمل می‌کند. در این زمینه، فناوری شبیه‌سازی با تقلید رفتار شخصیت‌ها و ایجاد امکان تعامل بین انسان و رایانه، نقش محوری ایفا می‌کند. این فناوری به شخصیت‌های متحرک توانایی ارائهٔ محتوای مرتبط و انتقال مؤثر مفاهیم را می‌بخشد. بر مبنای مطالعات و تحلیل فعالیت‌های صورت‌گرفته، در استودیوهای انیمیشن از کاربردهای مهم دیگر واقعیت مجازی شامل ۱. بازی‌های کامپیوتری؛ ۲. انیمیشن تصاویر کامپیوتری؛ ۳. انیمیشن موشن کپچر؛ ۴. انیمیشن واقعیت مجازی همه‌جانبه استفاده می‌شود. این موضوع نشان می‌دهد انیمیشن واقعیت مجازی از پتانسیل مطلوبی برای طراحی فضاهای تعاملی برخوردار است. در انیمیشن واقعیت مجازی، چندین عنصر کلیدی به تجربهٔ غوطه‌وری کمک می‌کنند: رنگ، نور و سایه و استفاده از فناوری اطلاعات دیجیتال. رنگ نقش حیاتی در تنظیم لحن صحنه ایـفا می‌کند و پاسخ‌های احساسی مخاطب را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. دست‌کاری دقیق نور و سایه نه‌تنها عمق می‌بخشد، بلکه داستان را در داخل انیمیشن روایت می‌کند و به تمرکز و خلق‌جو کمک می‌کند. علاوه بر این، پیشرفت‌های ایجاد نقاشی‌های مجازی 3D و ساخت صحنه‌ها امکان ساخت انیمیشن‌های دقیق‌تر و واقع‌گرایانه‌تر را فراهم کرده است و از محدودیت‌های انیمیشن سنتی 2D خارج شده است(Charbonnier and Llobera ,2022) و (xu,2022). علاوه بر این، فناوری واقعیت مجازی امکان شبیه‌سازی محیط‌های فضایی را فراهم می‌کند که در آن هر دو حس بینایی و شنوایی درگیر می‌شوند. این تجربهٔ چندحسی برای تقویت غوطه‌وری بسیار مهم است. با استفاده از فناوری‌هایی مانند دید استریوسکوپیک و صداهای فضایی، واقعیت مجازی نحوهٔ تعامل مخاطب با دنیای انیمیشن را تغییر می‌دهد(song,2023). بااین‌حال، چالش‌هایی مانند سرگیجه یـا بیماری حرکت در طراحی انیمیشن واقعیت مجازی همچنان مطرح است. مطالعات نشان می‌دهند که کنترل سرعت حرکت و چرخش‌ها در صحنه‌های واقعیت مجازی برای حفظ غوطه‌وری و کاهش ناراحتی ضروری است(Charbonnier and Llobera, 2022). ادغام واقعیت مجازی

در انیمیشن نه‌تنها امکانات بصری و روایی را گسترش می‌دهد، بلکه اشکال جدیدی از تعامل را معرفی می‌کند که در آن اقدامات مخاطب می‌تواند بر خط داستانی و نتایج انیمیشن تأثیر بگذارد. با بلوغ فناوری واقعیت مجازی، این ابزارها امکان خلق تجربیات پیچیده‌تر و تعاملی‌تری را برای انیماتورها فراهم می‌کند(song,2023).

جدول ۲. مفاهیم بنیادین واقعیت مجازی (VR)، کیفیت تجربهٔ کاربری و تأثیر بر فرایندهای طراحی

مفاهیم بنیادین VR	روش‌های مرسوم و محدودیت‌های تجربهٔ کاربر	ویژگی متمایز VR و تأثیر بر طراحی تجربهٔ کاربر	کاربرد در طراحی شهری
تعامل	تعاملات محدود به اشاره به اشیا و عنصر رابط کاربری گرافیکی در تجربیات دسکتاپ	برقراری تعامل فعال با ابژه‌های موجود در این فضا VR اشکال جدیدی از تعامل را معرفی می‌کند	شبیه‌سازی تعاملات واقعی و تقویت مشارکت شهروندان
احساس	احساس احاطه شدن توسط محیط، فضای کالبدی و اشیای موجود	احساس غوطه‌وری توسط واقعیتی متفاوت درگیر شدن هم‌زمان حواس بینایی و شنوایی (تجربهٔ چندحسی)	قابلیت بهره‌گیری از دید استریوسکوپیک و صداهای فضایی برای تقویت غوطه‌وری
غوطه‌وری	محدودیت روش‌های مرسوم و توانایی آن‌ها برای بررسی تغییر حالت سنتی مشاهده	اختصاص تمام توجه کاربر به محیط مجازی عواملی چون رنگ، نور و سایه بر این تجربه تأثیر می‌گذارند	قابلیت بهره بردن از تحلیل‌های متاثر از تفاوت عمق بصری، تغییرات نور و سایه و سایر موارد مشابه
شبیه‌سازی	محدودیت در تقلید دقیق رفتارها و ارزیابی شرایط محیطی	کسب تجربه‌ای همه‌جانبه و سه‌بعدی این فناوری امکان تقلید رفتار شخصیت‌ها را فراهم می‌کند	ارتقای کیفیت تصمیم‌گیری و ارزیابی شرایط محیطی پیش از اجرا



شکل ۱. دستاوردهای بررسی‌شده در مبانی نظری

روش‌شناسی و محدودهٔ مطالعه

این پژوهش از نوع کاربردی است و با هدف نتایج عملی در طراحی شهری تعاملی، توصیفی‌تحلیلی، با درنظرگیری جنبه‌های نظری و میدانی صورت گرفته است. گردآوری داده‌های نظری از طریق مطالعات اسنادی به دست آمده است. منابع کتابخانه‌ای و الکترونیکی مرتبط با فضاهای

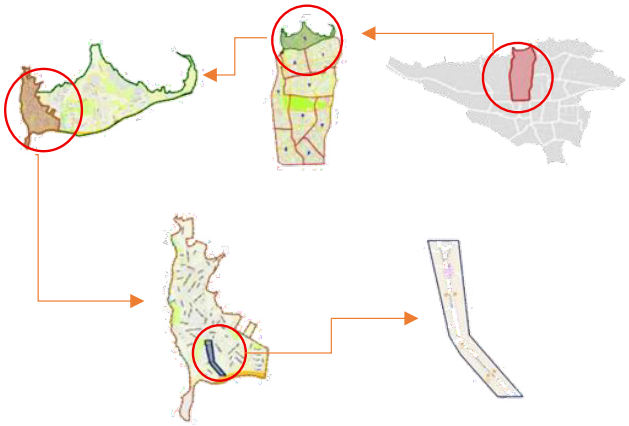
تعاملی، کیفیت ادراکات محیطی و واقعیت مجازی بررسی شده‌اند.

- مطالعات میدانی: در بخش میدانی پژوهش، داده‌ها از طریق تکمیل ۴۰ پرسش‌نامهٔ نیمه‌ساختاریافته و مصاحبه با کاربران فضا گردآوری شد. این مرحله از پژوهش با هدف ارزیابی میزان توانایی کاربران در استفاده از تکنولوژی و تشخیص ترجیحات ذهنی، ادراک و میزان مشارکت و تمایلات آن‌ها جمع‌آوری شد.
- تحلیل داده‌ها: نتایج حاصل از مصاحبه و پرسش‌نامهٔ بازتکمیل‌شده توسط کاربران فضا با استفاده از نرم‌افزار SPSS برای استخراج الگوهای توصیفی و هم‌بستگی مرتبط با ادراک محیطی و از منظر کیفی (تحلیل تماتیک مصاحبه‌ها با تمرکز بر ادراکات عمیق کاربران با فضای شهری) جمع‌آوری شده است.
- مرحلهٔ طراحی و ابزارها: در فاز طراحی پژوهش، پس از تدقیق شاخص‌های طراحی تعاملی، برای مدل‌سازی و شبیه‌سازی سه‌بعدی فضای تعاملی نیاز به نرم‌افزار مدل‌سازی برای ایجاد محیط‌های واقعیت مجازی تعاملی وجود داشت تا بتواند امکان آزمون اولیهٔ طرح‌های شهری را فراهم کند. با توجه به قابلیت‌ها و توان زیاد نرم‌افزار Blender برای ساخت انیمیشن بر پایهٔ حرکت دوربین ناظر اول‌شخص طراحی شد که متناسب با الگوهای حرکتی انسانی و با درنظرگیری عناصر طراحی شهری (فضاهای جمعی، مکان‌های مکث، نورپردازی، المان‌های نمایشی و سایر) در محیط اجرا شد.

نمودار ۱. فرایند طراحی تعاملی فضاهای شهری با استفاده از واقعیت مجازی

محدودهٔ مورد مطالعه

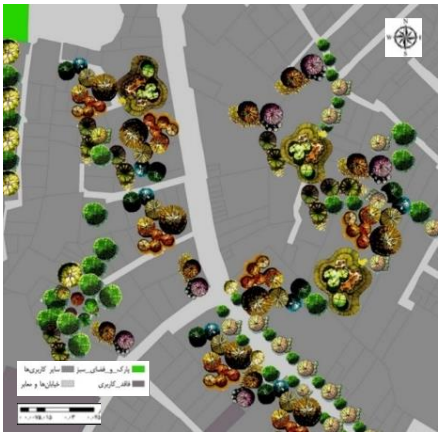
محلهٔ فرحزادی یکی از مناطق خوش‌آب‌وهوای تهران و جاذب گردشگران زیادی در طول سال است که در روزهای تعطیل و پایان هفته بسیار شلوغ بوده و گروه‌های مختلف و متنوع سنی و جنسی در این محدوده حاضر می‌شوند. این محله که واقع در ناحیهٔ ۹، منطقهٔ ۲ شهرداری تهران بوده و دارای چندین خیابان اصلی و مهم است که یکی از آن‌ها را می‌توان خیابان فرحزادی بوده (شکل ۲) و بر مبنای مطالعات میدانی انجام‌شده، این خیابان با دسترسی محدوده به کوچه‌هایی با بافت ارگانیک در قسمت شمالی آن، مشکلاتی از قبیل وجود مشکل ترافیک و ازدحام وسایل نقلیه وجود دارد و فضاهای مطلوبی را برای تردد عابران پیاده جهت بهره‌برداری از فضا ایجاد نمی‌کند.



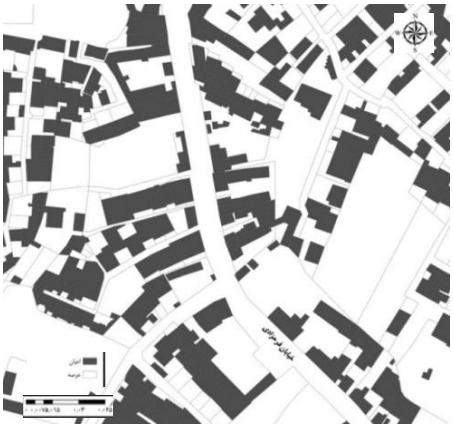
شکل ۲. معرفی موقعیت محدودهٔ مطالعه (شهر، منطقه، ناحیه، محله و خیابان)

جهت شیب خیابان فرحزادی، محلهٔ فرحزاد از جنوب به شمال از سمت شمال شرقی به شمال غربی با درصد شیب ۱ تا ۲درصد است. در باب مخاطرات طبیعی که محله را مورد تهدید قرار داده می‌توان، گسل شمالی و عرض ۱۰۰۰ متری از گسل‌های اصلی به لرزش ۸ ریشتری ارزیابی کرد و از خطر بروز سیلاب، فرسایش، زمین‌لغزش را با توجه به قرارگیری رودرهٔ فرحزاد در قسمت شمالی محله نمی‌توان چشم‌پوشی کرد. مهم‌ترین منبع آب سطحی فرحزاد، حوضهٔ آبخیز فرحزاد با وسعتی معادل ۸/۳۵ کیلومترمربع یکی از حوضه‌های شمالی کلان شهر تهران بوده که در دامنهٔ جنوبی البرز و در شمال غرب شهر تهران بوده است.

داده‌های حاصل از مطالعات شناخت تحلیلی نشانگر تلفیق مطلوب پوشش گیاهی با معابر و خیابان فرحزادی است (شکل ۳)؛ اما در بخش زمین‌های بایر حجم این تلفیق کاهش یافته است. آمار جمعیتی سال ۱۳۹۵، گویای جمعیت ۱۳۴۶۱ نفر برای این محله بوده که ۶۹۳۴ نفر تعداد را مردان و ۶۵۲۷ نفر شامل زنان است. هرم جنسی‌سنی سال ۱۳۹۵ محلهٔ فرحزاد نشان می‌دهد که رده‌سنی ۲۰ تا ۳۹ سال، اکثریت اعضای هرم سنی را تشکیل داده و حضور گروه‌هایی با سنین بالاتر و پایین‌تر در این محله کم‌تر بوده؛ ضمن اینکه میانگین افراد باسواد در این محله ۷۶درصد و قریب ۹۲درصد مردان شاغل و ۷۰درصد زنان شاغل هستند. طی ۱۰ سال اخیر تحولات اندکی در بخش کالبدی وجود داشته و ساخت‌وساز زیادی در این محدوده انجام نشده است. بیشترین تغییرات براساس طرح تفصیلی منطقهٔ ۲ شهرداری تهران، از سال ۱۳۳۲ تا ۱۳۸۱ اتفاق افتاده است (مهندسان مشاور معمار و شهرساز سراوند، ۱۳۸۴). توزیع ارتفاعی ساختمان‌های محدوده نشان می‌دهد تیپ ساختمان‌هایی با ارتفاع ۳ متر غالب و برخی از آن‌ها ۶ و ۹ متر هستند؛ لذا در جمع‌بندی مطالعات، طبقات ساختمانی محدودهٔ مطالعه از ۱ تا ۳ طبقه در نظر گرفته شده است. بیشتر زمین‌های خیابان فرحزادی ساخته‌شده و بخش‌هایی چون زمین‌های بایر و باغات خالی از بنا و ساختمان هستند (شکل ۳ تا ۶).

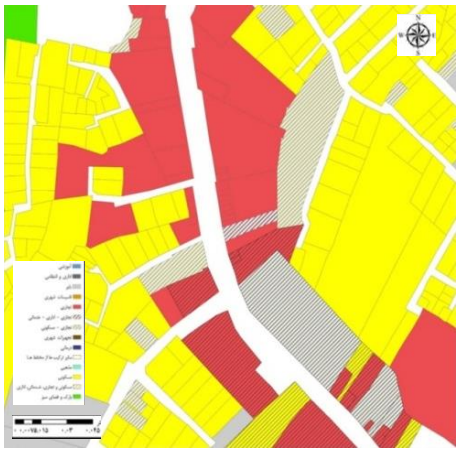


شکل ۳. نقشهٔ پوشش گیاهی و فضاهای عمومی خیابان فرحزادی



شکل ۴. نقشهٔ عرصه و اعیان خیابان فرحزادی

شکل ۵. نقشهٔ سلسله‌مراتب دسترسی و پارکینگ خیابان فرحزادی



شکل ۶. نقشهٔ کاربری زمین خیابان فرحزادی

تردد وسایل نقلیه‌ای و خودرو در اطراف خیابان فرحزادی به‌سختی انجام می‌شود و بزرگراه یادگار امام در قسمت جنوبی محله مهم‌ترین محوری است که به این خیابان متصل است. خیابان فرحزاد، دارای یک پارکینگ شبانه‌روزی بوده و خودروها بیشتر در حاشیهٔ خیابان فرحزادی

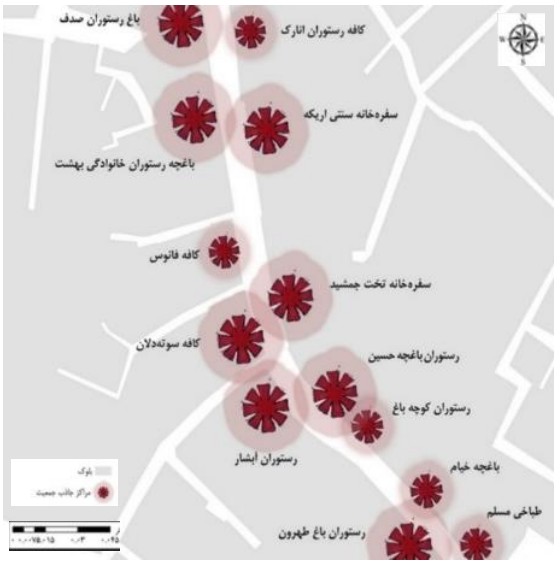
متوقف شده و گاهی برای مدتی طولانی در روز و شب پارک در این محدوده استقرار می‌یابند؛ همچنین بیشتر گردشگران خودروهای خود را به داخل باغ‌رستوران هدایت و پارک می‌کنند (شکل ۷ و ۸).

شکل ۷ و ۸. نمایی از تداخل وسایل نقلیه در مسیرهای ویژهٔ تردد پیاده

یافته‌ها و تحلیل

تحلیل ویژگی‌های فیزیکی، فرهنگی و اجتماعی خیابان فرحزادی تهران با هدف سنجش ادراکات کاربران و کیفیت تجربهٔ شهری براساس یافته‌های بخش‌های نظری و میدانی، تحلیل شبکهٔ ارتباطی، کاربری‌ها و منابع بصری‌حسی در مقیاس خیابان انجام شده است.

بیشتر کاربری‌های اطراف خیابان فرحزادی براساس نقشه، تجاری و متعلق به باغ‌رستوران‌ها و کافی‌شاپ‌هاست که در طول هفته، به‌خصوص در اواخر آن، می‌توان افزایش حضور گروه‌های خانوادگی و همچنین حضور جوانان به‌شکل گروه‌های دانشجویی در کافی‌شاپ‌ها و باغ‌رستوران‌های محلهٔ فرحزاد و خیابان فرحزادی مشاهده کرد. کاربری‌های دیگر مانند کاربری مختلط تجاری و مسکونی، همچنین کاربری خدماتی در این محدوده به‌تعداد زیادی به چشم می‌خورد و غلبهٔ کاربری‌های مسکونی در قطعات کوچک، متوسط و بزرگ را نمی‌توان نادیده گرفت. یافته‌های حاصل از مصاحبه‌ها و برداشت‌های میدانی در زمان‌های مختلف نشان می‌دهد مراکز ثقل جمعیتی محلهٔ فرحزاد و خیابان فرحزادی در دو بخش کاربری‌های تجاری، مذهبی تقسیم‌شده که نمونه‌ای از فضاهای جاذب جمعیت شامل طباخی مسلم، رستوران باغ طهرون، باغچهٔ خیام، رستوران آبشار، باغ حسین و در نقاط شمال آن می‌توان به کافی‌شاپ‌های موجود، چون کافهٔ فانوس، کافهٔ رستوران انارک و باغ‌رستوران خانوادگی بهشت هستند (شکل ۹). همچنین حضور حسینیه و مسجد در شمال میدان سبب خلق دیگر قرارگاه‌های رفتاری در محله شده است.



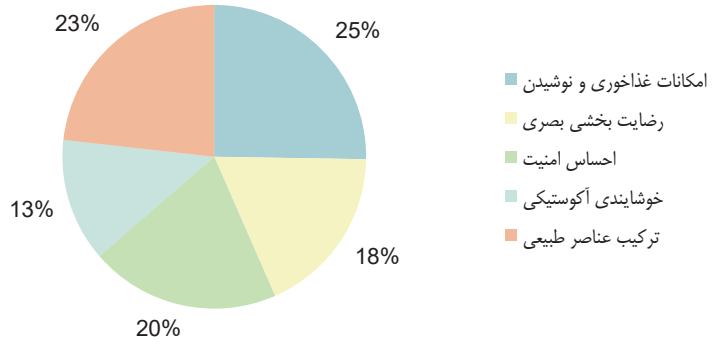
شکل ۹. نقشهٔ مراکز ثقل و جاذب جمعیت

با درنظرگیری اطلاعات حاصل از مصاحبه و پرسش‌نامه‌های تکمیلی، مهم‌ترین محورهای شکل‌گیری تجمعات محور امامزاده داوود و مجاورت‌های آن در شمال محله و محور فرحزادی و هم‌جواری‌های آن از جنوب است. یافته‌های حاصل از مصاحبه با ساکنان و شاغلان در محله، بیانگر تفاوت قرارگاه‌های رفتاری براساس ساعات شبانه‌روز است (جدول ۳).

بیش از ۷۰درصد مصاحبه‌شوندگان به‌واسطهٔ شغل فروشندگی هفته‌ای دوبار در این محله حاضر می‌شوند و بیشتر آن‌ها به‌ندرت از فضاهای باز جمعی بهره برده و حضور شهروندان در قالب گروه‌هایی با جمعیت بالا و اکثراً با دوستان و خانواده و عمدتاً به‌علت بهره‌مندی از عناصر طبیعی و امکانات غذا و وابسته به آن در خیابان فرحزادی در جریان است (نمودار ۲).

جدول ۳. قرارگاه‌های رفتاری و فضای جمعی محله، وابسته به زمان

فضای جمعی	در طول روز	در طول شب
سفره‌خانه‌ها و قهوه‌خانه‌ها	*	*
جلوی مغازه‌ها و کافه‌های روباز	*	*
خیابان فرحزادی	*	*
قسمت جنوبی خیابان فرحزادی	*	*
جلوی رستوران‌ها	*	
پارک	*	
حوالی مسجد	*	
کافی‌شاپ‌ها	*	
قسمت جنوبی خیابان نزدیک میدان		*
کنار مغازه‌های بزرگ		*
رستوران		*
باغ‌رستوران‌ها		*
باغ‌ها		*



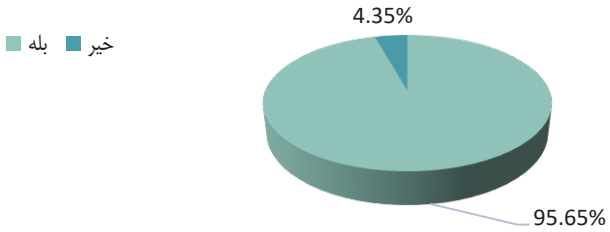
نمودار ۲. ویژگی‌های جاذب جمعیت در فضاهای باز جمعی و عمومی محلهٔ فرحزاد و خیابان فرحزادی

قریب ۷۵درصد جامعهٔ پژوهش از حضور در خیابان‌ها و پاتوق‌های تشکیل‌شده حس مطلوبی داشته و سطح رضایتمندی آن‌ها متوسط تا زیاد ارزیابی شده است. امنیت محدوده به‌واسطهٔ اینکه در ساعاتی از شبانه‌روز، به‌ویژه از ساعت ۲۲ تا پاسی از شب، حضور زنان و کودکان در این محله کم‌رنگ‌تر از ساعات دیگر بوده و عملکرد نیروی انتظامی در سطح محله، مناسب در نظر گرفته شده است. در این بین بیشترین جرائم را می‌توان دزدی و دعواهای خیابانی و مزاحمت مطرح کرد. مهم‌ترین فضاها با امنیت کم از نظر شهروندان محله، درهٔ فرحزاد و بخش شمالی محله، به‌ویژه معابری با عرض کم بیان شده که برخی از مصاحبه‌شوندگان بی‌توجهی مدیریت شهری در مقیاس محله را مسبب به وجود آمدن چنین فضاهایی می‌دانند.

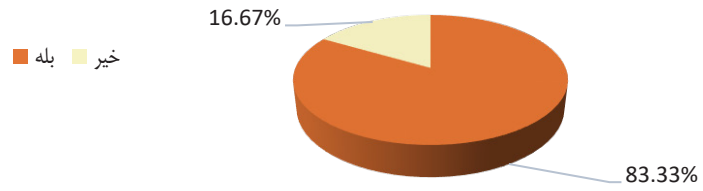
جامعهٔ محلی فرحزاد متأثر از مهاجرت اقوام مختلف، ازجمله افغانستانی‌ها، کردها و فارس‌ها همچنان هویت یک جامعهٔ محلی را حفظ کرده است. در قسمت‌های شمالی محله، حضور تبعهٔ افغان و سکونت آن‌ها غالب است. سطح تحصیلات افراد به‌ترتیب دیپلم، سیکل و لیسانس مطرح شده است که بر همین اساس استفاده از فناوری اطلاعاتی ارتباطی، ازجمله تلفن هوشمند در این فضای شهری، متوسط به‌سمت زیاد در نظر گرفته شده است. همچنین استفاده از این فناوری مربوط به گروه سنی ۲۰ سال به بالاست. اکثر شهروندان با فناوری‌های وابسته به تلفن هوشمند آشنا هستند.

تعداد زیادی از شهروندان محلهٔ فرحزاد تجربهٔ استفاده از فناوری واقعیت مجازی را برای شناخت اماکن تفریحی و گردشگری در محله نداشته و حتی نمونه‌هایی از تغییرات در این محله را به‌وسیلهٔ این فناوری رویت نکرده‌اند؛ اما متمایل به شناخت و بهره‌گیری از این فناوری در فضای شهری خیابان

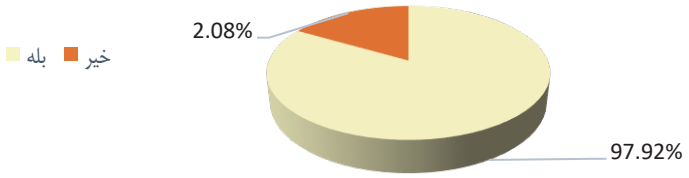
فرحزادی برای آن‌ها بوده‌اند تا بتوانند این فعالیت‌ها را در بستر انیمیشن واقعیت مجازی و تور مجازی تجربه کنند. استفاده از تکنولوژی واقعیت مجازی باعث تشویق به حضور بیشتر شهروندان در محله می‌شود و علاقه به استفاده از این تکنولوژی را برای آن‌ها ارتقا می‌یابد. بهره‌گیری از تکنولوژی انیمیشن واقعیت مجازی سطح سرزندگی و ادراک زیست‌محیطی شهروندان در محلهٔ فرحزاد و خیابان فرحزادی را ارتقا می‌دهد و مسبب این شده است تا گردشگران، شهروندان و حتی ساکنین محله ادراک بهتری از ارتباط فضاهای تعاملی با شبکهٔ حمل‌ونقل محله داشته باشند. وجود سرگرمی‌های جمعی چه به‌صورت کامپیوتری و چه به‌شکل سنتی باعث افزایش حس رضایت شهروندان از محلهٔ فرحزاد و خیابان فرحزادی می‌شود؛ چراکه بسیاری از آن‌ها انجام این فعالیت را در فضاهای عمومی تجربه کرده‌اند (نمودارهای ۳ تا ۵). بافت فعلی سایت پذیرای قشر جوان (شاغلان و گردشگران) است؛ اما این پژوهش با هدف رفع کمبود فضاهای مختص به گروه کودکان و نوجوانان شکل گرفته است.



نمودار ۳. نمایش ارتباط فضای عمومی با سیستم حمل‌ونقل محدوده به‌وسیلهٔ انیمیشن



نمودار ۴. ارتقای سطح سرزندگی محله به‌وسیلهٔ تکنولوژی واقعیت مجازی



نمودار ۵. ادراک پوشش گیاهی و ویژگی‌های زیست‌محیطی محله توسط واقعیت مجازی

درمجموع یافته‌ها و تحلیل‌های پدیدارشناسانه[۱۰] حاصل از تجربهٔ زیسته در فضاهای عمومی محلهٔ فرحزاد و همچنین تحلیل‌های تماتیک نشان می‌دهد:

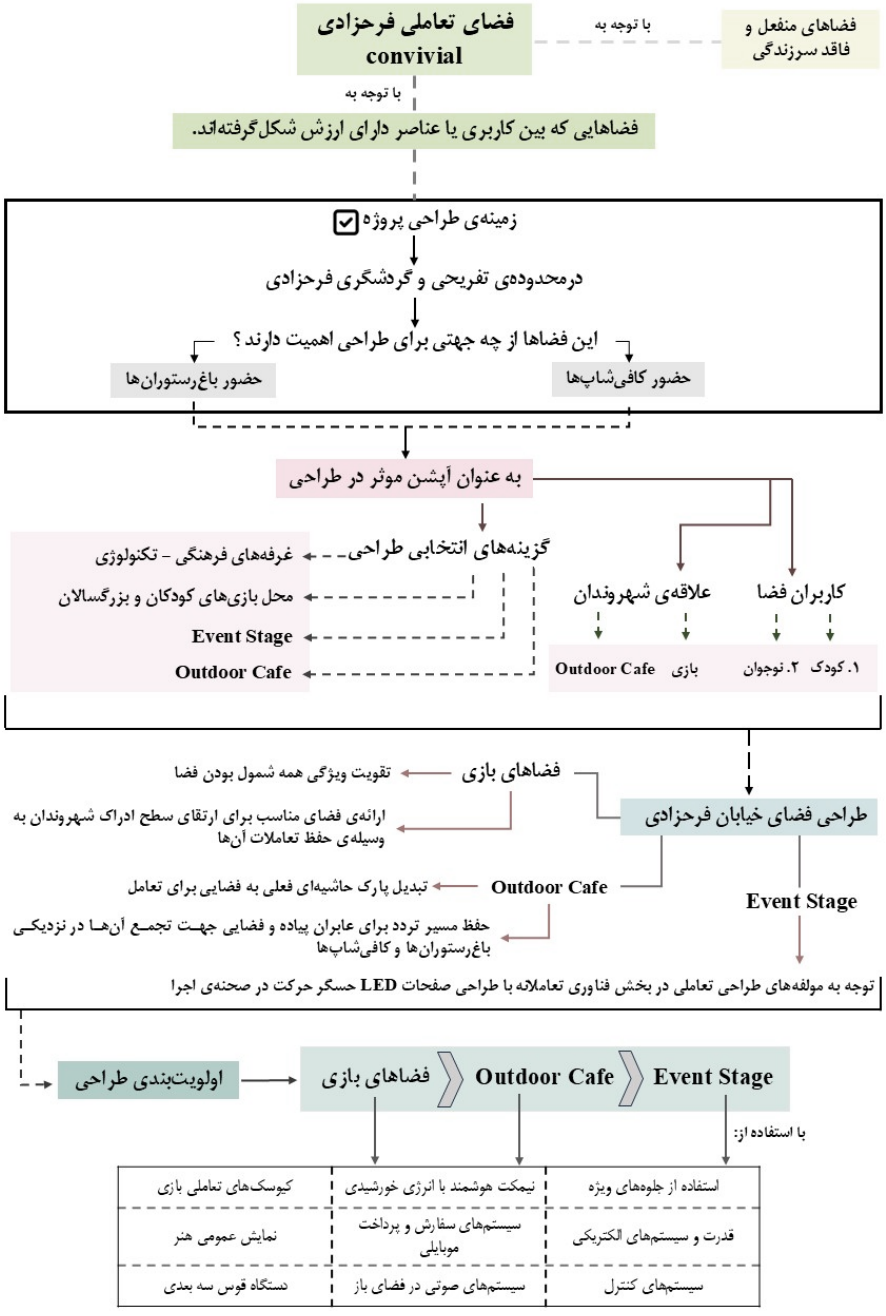
- شهروندان و گردشگران محلهٔ فرحزاد، به‌ویژه در فضاهای باز جمعی مانند رستوران‌ها و کافی‌شاپ‌ها احساس تعلق و راحتی زیادی دارند. این فضاها به‌عنوان مکان‌هایی برای تعاملات اجتماعی و استراحت تعریف می‌شوند.
- نگرانی‌های امنیتی: در ساعات شب، حضور زنان و کودکان به‌دلیل نگرانی‌های امنیتی کاهش می‌یابد. برخی مناطق مانند درهٔ فرحزاد و معابر کم‌عرض باعث ایجاد احساس ناامنی در ذهن شهروندان می‌شود.
- تأثیر واقعیت مجازی: استفاده از واقعیت مجازی باعث تقویت حس سرزندگی و آگاهی محیطی در میان شهروندان و گردشگران می‌شود. این فناوری به افراد این امکان را می‌دهد که تجربهٔ بیشتری از فضاهای شهری و جاذبه‌های گردشگری داشته باشند و حس تعلق به مکان خود را تقویت کنند.
- حس تعلق به فضا: اکثریت شهروندان و گردشگران اظهار کردند که فضاهای عمومی محلهٔ فرحزاد، به‌ویژه در نواحی با طراحی مناسب، مانند پارک‌ها، رستوران‌ها و کافی‌شاپ‌ها، احساس تعلق و راحتی را افزایش می‌دهند.
- نگرانی‌های امنیتی: نگرانی‌های امنیتی در شب باعث کاهش حضور گروه‌های مختلف اجتماعی در محله می‌شود؛ به‌ویژه در معابر باریک و مناطق با

دید کم، این تم به نیاز به طراحی فضاهای امن و پاتوق‌های جمعی برای افزایش حس امنیت اشاره دارد.

- تأثیر واقعیت مجازی: واقعیت مجازی به‌عنوان ابزاری نوین برای ارتقای ادراکات محیطی و حس تعلق به فضا مطرح شده است. استفاده از واقعیت مجازی برای تجربهٔ فضاهای شهری و آشنایی با جاذبه‌های گردشگری باعث افزایش سرزندگی شهری و مشارکت شهروندان در فضاهای جمعی شده است.

بحث و جمع‌بندی

طراحی فضای تعاملی براساس یافته‌های حاصل از پرسش‌نامهٔ ساختاریافته و با توجه به تحلیلی بر چالش‌ها و نقاط ضعف و قوت در محله و خیابان فرحزادی، آنچه درنهایت برای طراحی فضاهای تعاملی با تمرکز بر ارتقای کیفی ادراکات محیطی به کمک واقعیت مجازی اهمیت دارد، در نظرگیری فعالیت‌ها و طرح‌های برگرفته از تعامل به کمک واقعیت مجازی است.

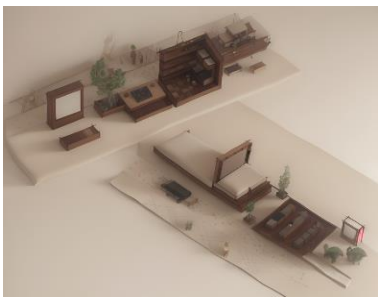


شکل ۱۰. فرایند طراحی فضای تعاملی در خیابان فرحزادی

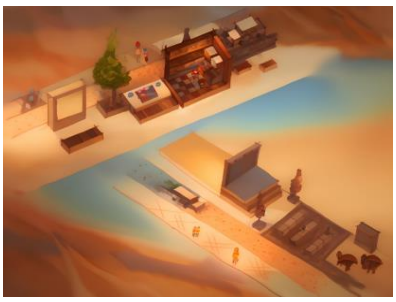
ایـن رویـکرد یکپارچه، ضمن تلفیق مطالعات نظری و میدانی، امکان سنجش دقیق ادراکات کاربران و بهبود کیفیت تجربهٔ شهری را از طریق فناوری واقعیت مجازی فراهم می‌کند. به‌این‌ترتیب در گام اول چهارچوب طراحی تعاملی با استفاده از ادبیات نظری، فرایند و یافته‌های پژوهش تهیه شد. سپس در این مرحله طرح‌های تعاملی و نمونه‌های فعالیت‌ها براساس چهارچوب طراحی فضای تعاملی خیابان فرحزادی در شکل ۱۰ ارائه شده است.

با استفاده از نرم‌افزار Blender، مدلی سه‌بعدی از فضای شهری ایجاد و عناصر تعاملی (نظیر المان‌های کنترلی، وسایل واقعیت مجازی و ساختارهای حسی) در آن پیاده‌سازی شده است. هدف از این طراحی، فراهم آوردن بستری برای سنجش و ارتقای ادراک محیطی کاربران از طریق تجربهٔ تعاملی در محیط شهری مجازی است. با ارزیابی وضع موجود، در گام بعد آترناتیو طراحی، با درنظرگیری نمونهٔ فعالیت‌ها و طرح‌های تعاملی براساس چهارچوب طراحی فضای تعاملی خیابان فرحزادی ارائه شده است. ویژگی بارز این مدل‌سازی، استفاده از هوش مصنوعی برای خلق گزینه‌های (آلترناتیوهای) سه‌بعدی متنوع است تا از میان آن‌ها، فرم بهینه انتخاب شود و بعد از آن در بستر نرم‌افزار بلندر به‌صورت انیمیشن نمایان می‌شود.

با استفاده از نرم‌افزار Blender، مدلی سه‌بعدی از فضای شهری ایجاد و عناصر تعاملی (نظیر المان‌های کنترلی، وسایل واقعیت مجازی و ساختارهای حسی) در آن پیاده‌سازی شده است. هدف از این طراحی، فراهم آوردن بستری برای سنجش و ارتقای ادراک محیطی کاربران از طریق تجربهٔ تعاملی در محیط شهری مجازی است. بنابراین با طراحی مناسب معابر از بروز پارک حاشیه‌ای و مشکل تردد شهروندان جلوگیری می‌شود و جذابیت این محیط برای همهٔ گروه‌های سنی و جنسی ارتقا می‌یابد. نتایج برگرفته از این طراحی، فضایی تعاملی برای همگان است؛ اما با توجه به مغفول ماندن فضای مورد نیاز برای گروه سنی کودکان و نوجوانان کوشش شده تا به رفع نیازهای تعاملی این گروه در طراحی بیشتر تأکید و توجه شود. در تصاویری از هوش مصنوعی (شکل ۱۱ و ۱۲)، دو نمونه رندر از اسکیس طراحی‌شدهٔ اولیهٔ طرح در قالب رندرهای technicolor6 و vizcom generalتهیه شده است.

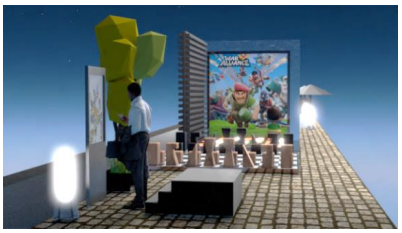


شکل ۱۱. رندر technicolor6 فضای تعاملی



شکل ۱۲. رندر vizcom generalفضای تعاملی

مهم‌ترین بخش طراحی، به طراحی انیمیشن واقعیت مجازی در محیط نرم‌افزار اختصاص دارد. در اشکال ۱۳ تا ۱۷ رندر عکس با فرمت jpg از برخی سکانس‌های انیمیشن قابل‌مشاهده است.

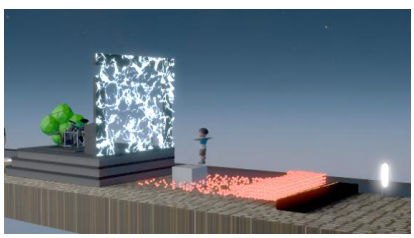


شکل ۱۳. کیوسک تعاملی، شطرنج زنده و دیوار تعاملی

شکل ۱۴. نیمکت هوشمند، کافهٔ روباز در فضای تعاملی نمایشگر بازی‌های کامپیوتری

شکل ۱۵. قرارگیری صفحه‌نمایش در مجاورت کافه‌های روباز در فضای تعاملی

شکل ۱۶. فضای نشستن برای تماشای استیج و صفحه‌نمایش متحرک



شکل ۱۷. زمین متحرک در فضای تعاملی

پاسخ به سؤالات پژوهش: در پاسخ به سؤال اصلی پژوهش که «چگونه می‌توان از طراحی فضاهای‌تعاملی مجهز به فناوری واقعیت مجازی در جهت ارتقای کیفی ادراکات محیطی شهروندان بهره برد؟». نحوه تاثیر فعالیت های فناورانه واقعیت مجازی بر ارتقای کیفیت ادراک محیطی مشخص شده است (جدول ۴).

جدول ۴. ارزیابی پروژه و نوع طراحی براساس اهداف

نمونه‌هایی از فعالیت‌های تعاملی با استفاده از واقعیت مجازی	نمونه‌های طراحی فضای تعاملی براساس فناوری	کیفیت‌ادراک‌محیطی			
		معنایی ادراکی	عملکردی فعالیتی	زیبایی شناسی فرمی	محیط زیستی
–آموزش و هدایت به‌سمت فعالیت‌های تعاملی بر مبنای فناوری واقعیت مجازی –ادغام با عناصر زنده با شناسایی فضاهای سبز و جریان آب در محدوده –تولید محتوا به‌منظور ایجاد محیطی جذاب برای همهٔ گروه‌های سنی –ایجاد سرگرمی در قالب انیمیشن –تقویت زمینهٔ هنر دیجیتال با توجه به قرارگیری مبلمان و المان‌های خلاق و هوشمند در فضای شهری –شبیه‌سازی به جهت ارائهٔ سناریوی تصویری از فعالیت‌های تعاملی	کیوسک‌های تعاملی	*	*	*	*
	نمایش عمومی هنر با پتانسیل ایجاد سرگرمی برای کودکان	*	*	*	*
	دیوار تعاملی نمایشگر بازی‌های کامپیوتری در فضاهای محصورشدهٔ خلق‌شده در خیابان	*	*	*	
	طراحی شطرنج زنده در صحنه	*	*		
	نیمکت هوشمند با انرژی خورشیدی	*	*		*
	سیستم‌های سفارش و پرداخت موبایلی	*	*		
	صفحه‌نمایش در فضای باز	*	*	*	
	سیستم‌های صوتی در فضای باز	*	*		
	استفاده از جلوه‌های ویژه در دیوار ویدئویی LED صحنهٔ نمایش در بخش Backdrop و دکور صحنه	*	*	*	
	سیستم‌های کنترل برای اجرا در صحنه	*	*		
	برق و اتصال مناسب برحسب قرارگیری تجهیزات در صحنهٔ اجرا		*		

در پاسخ به سؤالات تفصیلی پژوهش «مؤلفه‌های کلیدی تأثیرگذار بر ادراکات محیطی شهروندان در فضاهای تعاملی کدام‌اند؟» مهم‌ترین مؤلفه‌های مؤثر براساس مقیاس انسانی، شخصیت و برجستگی فضا، احساس امنیت (نترسیدن)، خرد اقلیم خوشایند، رضایت‌بخشی بصری، ترکیب عناصر طبیعی، خوشایندی آکوستیکی، در دسترس بودن امکانات خوردن و آشامیدن تعیین شده است.

در پاسخ سؤال «قابلیت‌های فناوری واقعیت مجازی در طراحی فضاهای تعاملی شهری چیست؟» در این پژوهش کاربرد فناوری واقعیت مجازی در بخش طراحی فضاهای تعاملی و در مدل‌سازی این فضاهای طراحی‌شده است که طراح را به ابزاری توانمند برای تجزیه‌وتحلیل و بازطراحی عناصر موجود در فضا مجهز می‌کند و به‌وسیلهٔ این فرایند، توان توسعهٔ برنامه‌های فعلی برای مشارکت عمومی در این فضا را فراهم می‌سازد. همچنین روش‌هایی برای دریافت واکنش و بازخورد شهروندان در تعامل با محیط و فناوری‌های مجازی توسعه می‌دهد. تجسم، عملکردهای ناوبری، کارکردهای ارتباطی و مشارکتی، عملکردهای شبیه‌سازی، کارکردهای تحلیلی، عملکردهای دست‌کاری از مهم‌ترین کاربردهای فناوری واقعیت مجازی در فضاهای تعاملی به شمار می‌آیند.

پاسخ به سؤال تفصیلی سوم: «فرایند بهینهٔ طراحی فضای تعاملی در خیابان فرحزادی با استفاده از فناوری واقعیت مجازی چگونه است؟» نیز در بخش جمع‌بندی (شکل ۱۰) و ارائهٔ طرح (شکل ۱۱ تا ۱۷) پاسخ داده شده است؛ ضمن اینکه این فرایند باید براساس ایجاد حس تعامل و غوطه‌ور شدن در مخاطب باشد، بر همین اساس آنچه باعث اتصال ارتباط بین انسان، محیط و فناوری خواهد شد، بر مبنای مؤلفه‌های حاصل طراحی تعاملی چون نمایش‌های بصری، اشیای فیزیکی یا فضا، زمان و رفتار است که بر مبنای داده‌های هندسی، سینماتیک، دینامیک و صدا و دستورات در این محیط قابلیت اجرا دارد.

بیانیه‌ها

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ تضاد منافعی مرتبط با این پژوهش وجود ندارد.

مشارکت مالی

این پژوهش از هیچ منبع مالی اعطایی سازمان‌های دولتی یا خصوصی برای پیشبرد تحقیق استفاده نکرده است.

رضایت آگاهانه

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

مشارکت نویسندگان

ایده‌پردازی و طراحی مطالعه: بین دو نویسنده مشترک بوده است؛ گردآوری و مدیریت داده‌ها: برعهدهٔ نویسندهٔ دوم (فاطمه رحیمی) بوده است؛ تحلیل و تفسیر داده‌ها: به‌صورت مشترک با محوریت و راهنمایی استاد راهنما (لیلا کوکبی) انجام شده است؛ تصویرسازی و طراحی و مدل‌سازی در نرم‌افزار: مشترک و با محوریت نویسندهٔ دوم (فاطمه رحیمی)، تحت راهنمایی نویسندهٔ اول (لیلا کوکبی) صورت گرفته است؛ نگارش پیش نویس اولیه: توسط استاد راهنما، نویسندهٔ اول (لیلا کوکبی) انجام شده است؛ بازبینی و اصلاح مقاله: نویسندهٔ اول (لیلا کوکبی) با همکاری نویسندهٔ دوم (فاطمه رحیمی) انجام داده است؛ مدیریت پروژهٔ: نویسندهٔ اول (لیلا کوکبی) بوده است؛ اعتبار سنجی و تایید نهایی: تمام نویسندگان نسخهٔ نهایی مقاله را مطالعه و تأیید کرده‌اند.

تشکر و قدردانی

ایـــن پایان‌نامه و مقالهٔ مستخرج از آن، با بهره از امکانات و تجهیزات آزمایشگاه آوامنظر (منظرصوتی در محیط‌های شهری) در دانشگاه هنر ایران انجام شده است

پی‌نوشت

1. Convivial
2. Interactive Urban Spaces
3. Flexibility
4. Equity
5. Usefulness
6. Interactive urban spaces
7. Human–Building Interaction
8. Human Computer Interaction
9. Virtual Reality
10. Phenomenological Analysis

منابع

- تمجید، علیرضا. (۱۳۹۶). *فناوری واقعیت مجازی، کاربردها و الزامات حقوقی آن*. مطالعات ارتباطات و فناوری‌های نوین. ۴-۵.
- خلیقی، نینا. پورجعفر، محمدرضا. (۱۴۰۱). *بررسی نظری مفهوم دلپذیری در مقیاس مطالعات فضای شهری با کمک روش تحلیل محتوا (نمونهٔ منتخب: مطالعات بازهٔ زمانی ۲۰۲۰تا۱۹۹۸)*. دانش شهرسازی ۶(۱)، صص ۱۳۸-۱۲۰.
- شفتو، هنری. (۱۴۰۰). *طراحی فضاهای شهری تعاملی ایجاد فضاهای عمومی مؤثر*، ترجمه: علی وزیری، تهران: طحان‌گستر.
- طهماسبی، ارسلان.، علیزاده، هوشمند.، و اصلانی، پرویز. (۱۳۹۷). *مطالعهٔ مؤلفه‌های شکل‌دهندهٔ کیفیت معنایی‌ادراکی محیط، مورد مطالعاتی: محلهٔ قطارچیان سنندج*. معماری و شهرسازی آرمان‌شهر، ۲۵، ۱۱۱-۱۲۴.
- فقیه‌الاسلام، مرضیه و کشمیری، هادی. (۱۳۹۹). *ارزیابی عوامل مؤثر بر ادراک محیط در فضاهای فرهنگی (مطالعهٔ مورد: سازمان اسناد و کتابخانهٔ ملی شیراز)*. *معماری و شهرسازی پایدار*، ۸(۲)، ۲۰۰-۱۸۷.
- فلاح، شهرناز و فلاح، شهرزاد. (۱۳۹۴). *فرایند ادراک محیط براساس نظریهٔ قابلیت‌های محیطی*. دستاوردهای نوین در عمران، معماری، محیط‌زیست و مدیریت شهری، ۴۰.
- کوکبی،لیلا. برمایه ور، بهنود. (۱۳۹۹). *سایبرپارک‌ها: رابطی میان مردم، کاری‌ها و فناوری*، انتشارات جهاد دانشگاهی.
- محمدی، محمود، عظیمی، مریم، مقدم، حامد، و رفیعیان، مجتبی. (۱۳۹۱). *فضاهای عمومی شهری، تحقق تعاملات اجتماعی در بافت‌های تاریخی (نمونهٔ موردی: شهرقدیم لار)*. مرمت و معماری ایران (مرمت آثار و بافت‌های تاریخی فرهنگی)، ۲(۴)، ۱۵-۲۸.
- مهندسین مشاور معمار و شهرساز سراوند. (۱۳۸۴). *تهیهٔ الگوی توسعه و طرح تفصیلی منطقه*. نهاد مشترک مسئول تهیهٔ طرح‌های جامع و تفصیلی شهر تهران، وزارت مسکن و شهرسازی ـ شهرداری تهران، تهران.
- کوکبی، لیلا و برمایه بر، بهنود. (۱۴۰۰). ارزیابی کاربرد فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات توسط ذی‌اثران در راستای ایجاد سایبرپارک‌های تخصصی در محیط درون شهری، مطالعات ساختار و کارکرد شهری، دوره هشتم، شماره ۲۸، صص ۱۹۴-۱۶۳.
- Alavi, H. S., Churchill, E. F., Wiberg, M., Lalanne, D., Dalsgaard, P., Fatah Gen Schieck, A., & Rogers, Y. (2019). Introduction to human-building interaction (HBI): Interfacing HCI with architecture and urban design. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction, 26*(2), Article 6.

- Bouchlaghem, D., & Kim, J. I. (2022). Virtual reality in the built environment. In B. Wang et al. (Eds.), *The digital transformation of the built environment*. Springer, Cham.
- Choi, J. H., & Blevis, E. (2010). HCI & sustainable food culture: A design framework for engagement. In *Proceedings of NordiCHI 2010* (pp. 112–121).
- Çolpa, Z. M., Şenbil, E. Y., & Çelik, A. (2016). Convivial urban spaces: The case of Sakarya Street, Ankara (Turkey). In *Proceedings of the 7th International Conference on Urban Planning and Spatial Development* (pp. 1284–1288).
- Di Mascio, D., Clarke, R., & others. (2016). Urban HCI: (Re)adapting the city together. In *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems.*
- Faghiholeslam, M., & Kashmiri, H. (2020). Evaluation of factors affecting environmental perception in cultural spaces (Case study: National Library and Archives Organization of Shiraz). Sustainable Architecture and Urban Design, 8(2), 187–200. [in persian].
- Fallah, S., & Fallah, S. (2015). The process of environmental perception based on the theory of environmental affordances. New Achievements in Civil Engineering, Architecture, Environment, and Urban Management, 4.
- Ganji, F., & Rishbeth, C. (2020). Conviviality by design: The socio-spatial qualities of spaces of intercultural urban encounters. *Urban Design International, 25*(3), 215–234.
- Gehl, J. (2013). *Cities for people*. Island Press.
- Hasenfratz, D., Saukh, O., Sturzenegger, S., & Thiele, L. (2015). Participatory air pollution monitoring using smartphones. *Mobile Sensing*, 1–5.
- Hosseini, A., & Kowkabi, L. (2023). Measuring the Soundscape Quality in Urban Spaces: A Case Study of Historic Urban Area. *Sustainability*, *15*(5), 4255. https://doi.org/10.3390/su15054255
- Khalighi, N., & Pourjafar, M. R. (2022). A theoretical investigation of the concept of pleasantness at the scale of urban space studies using content analysis (Selected studies: 1998–2020). Danesh-e Shahrsaazi (Urban Knowledge), 6(1), 120–138. [in persian].
- Kim, J., & Kim, S. (2019). Finding the optimal D/H ratio for an enclosed urban square: Testing an urban design principle using immersive virtual reality simulation techniques. *International Journal of Environmental Research and Public Health.*
- Kowkabi, L., & Barmayehvar, B. (2020). Cyberparks: An interface between people, activities, and technology. Tehran: Academic Center for Education, Culture and Research (ACECR) Press. [in persian].
- Kowkabi, L., & Barmayehvar, B. (2021). Evaluating the application of information and communication technologies by stakeholders toward the creation of specialized cyberparks in inner-city environments. Urban Structure and Function Studies, 8(28), 163–194. [in persian].
- Llobera, J., & Charbonnier, C. (2022). Physics-based character animation for virtual reality.
- Mohammadi, M., Azimi, M., Moghaddam, H., & Rafieian, M. (2012). Urban public spaces and the realization of social interactions in historical contexts (Case study: Old city of Lar). Iranian Journal of Restoration and Architecture (Restoration of Historical and Cultural Heritage), 2(4), 15–28. [in persian].
- Pham, V. H., Wagenfeld, M., & Bernhaupt, R. (2025). Virtual reality for urban walkability assessment. *arXiv preprint arXiv:2504.14580*.
- Portman, M., et al. (2024). Evaluating a new framework for the participatory co-design of urban spaces using virtual reality. *Cities, 123*, 103561.
- Rodriguez, M. B., & Simon, M. (2015). Conceptualizing conviviality in urban landscapes. *Athens Journal of Architecture, 1*(4), 311–326.
- Saravand Architects and Urban Planners Consulting Engineers. (2005). Preparation of the development framework and detailed plan of the district. Joint Organization for Preparation of Comprehensive and Detailed Plans of Tehran, Ministry of Housing and Urban Development & Tehran Municipality, Tehran. [in persian].
- Shaftoe, H. (2021). Convivial urban spaces: Creating effective public places (A. Vaziri, Trans.). Tehran: Tahan Gostar. [in persian].
- Shedid, M., & Hefnawy, N. (2021). An approach to convivial urban spaces: A comparison between users' and experts' perception of convivial urban spaces. *Journal of Engineering and Applied Science, 68*, 18.
- Song, D. (2023). Two-dimensional animation film vision innovation based on VR technology and Markov chain model. *Soft Computing, 27*, Article 8751.
- Tahmasebi, A., Alizadeh, H., & Aslani, P. (2018). A study of the components shaping the semantic–perceptual quality of the environment: Case study of Ghatarechian Neighborhood, Sanandaj. Armanshahr Architecture & Urban Development, 25, 111–124. [in persian].
- Tamjid, A. (2018). Virtual reality technology: Applications and its legal requirements. Journal of Communication Studies and New Technologies, 4–5. [in persian].
- tehran.ir
- Valverde, R. (2011). *Principles of human-computer interaction design*. Concordia University.
- Wang, X., & Dawood, N. (2023). Virtual reality for urban walkability assessment. *arXiv preprint arXiv:2504.14580*.
- Yan, Y., Li, D., Qin, K., Kong, Y., Wu, X., & Liu, Q. (2024). Sustainable urbanism and architectural design: An interdisciplinary exploration. *SHS Web of Conferences, 192*, 01015.