

Abridged Paper

Original Research Paper

The Role of Risk Management in the Performance of Public Transportation Construction Projects for Enhancing the Quality of Access to Urban Public Spaces: A Case Study of Karaj City*

Ehsan Alvani¹, Seyed Amir Hossein Hashemi^{2**}, Reza Farokhzad³

1- Department of Civil Engineering, Qa .c., Islamic Azad University, Qazvin, Iran

2- Department of Civil Engineering, Qa .c., Islamic Azad University, Qazvin, Iran

3- Department of Civil Engineering, Qa .c., Islamic Azad University, Qazvin, Iran

Highlights

- Urban public transport projects face numerous technical, financial, and environmental–regulatory risks that affect their performance.
- Financial risks have the greatest negative effect on the performance of public transport construction projects in the city of Karaj, and the main challenges include resource constraints, tendering costs, and inaccurate cost estimation.
- The performance of public transport projects plays a key mediating role in the relationship between risks and the quality of access to public spaces.
- Improving the performance of the public transport network, especially the urban bus network, has a very strong impact on enhancing the quality of access to public spaces.
- Effective management of project risks can indirectly but significantly improve the quality of citizens' access to urban public spaces.

Abstract

The results indicate that financial risks have the greatest negative impact on the performance of public transport projects, and factors related to financial constraints, bidding costs, and inaccurate cost estimation are considered the main challenges. Technical risks also have a significant negative effect on project performance, but their intensity is lower than that of financial risks. The findings further showed that the performance of public transport projects has a positive and very strong effect on the quality of access to public spaces, with the performance of the urban bus network having the highest influence. Moreover, it was revealed that the three categories of risks cannot directly explain the quality of access, but through reducing project performance, they exert an indirect yet fully significant effect on it. These results indicate that the performance of public transport projects is a critical mediating link in the relationship between risks and access quality, and effective risk management can play a decisive role in improving citizens' access to public spaces.

Article Info

Received 14/12/2025
Revised 11/02/2026
Accepted 25/02/2026
Available Online 21/06/2026

Keywords

Risk management
public transport infrastructure projects
quality of access to public spaces
structural equation modeling
Karaj city

© [2026] by the author(s).

Citation of the article

Alvani, E., Hashemi, S. A. H., & Farokhzad, R. (2026). The Role of Risk Management in the Performance of Public Transportation Construction Projects for Enhancing the Quality of Access to Urban Public Spaces: A Case Study of Karaj City. *Iranian Urban Design Studies*, 3(1), 59–82.

** Author Corresponding: Email: sa.hashemi1360@iaua.ac.ir

* This article is extracted from the doctoral dissertation of the author, Ehsan Alvani, titled "Risk management in urban construction projects with regard to HSE and green productivity framework in order to achieve sustainable development," supervised by Seyed Amir Hossein Hashemi and advised by Reza Farokhzad, at Islamic Azad University, Qazvin branch.



Introduction: Rapid urbanization over recent decades has intensified pressure on cities, making the need for a systematic and evidence-based focus on urban construction projects more evident than ever. Such projects including road networks, service infrastructure, public spaces, and, in particular, public transport systems play a decisive role in residents' quality of life, the functional efficiency of urban structure, and the formation and reinforcement of public-space identity. In practice, the quality of these interventions influences not only physical connectivity but also everyday experiences of inclusion, comfort, and usability in public environments.

Among different types of urban construction projects, public transport projects occupy a special position because they are directly related to mobility, the efficiency of the road network, and citizens' access to public spaces. Public transport performance can shape how easily residents reach parks, plazas, civic facilities, and service centers, thereby affecting the practical value and social vitality of public spaces. Numerous studies have shown that improved public transport performance is associated with higher accessibility quality of public spaces, primarily by reducing travel time, expanding spatial coverage, and supporting more equitable access opportunities. On the other hand, research has also indicated that the success of public transport projects is strongly influenced by the early identification and effective management of potential risks, as risks can disrupt schedules, increase costs, reduce implementation quality, and ultimately undermine intended accessibility outcomes.

To date, existing studies have largely addressed either the relationship between public transport projects and accessibility quality, or the relationship between risk identification and the performance of public transport projects. However, no study has investigated how different categories of risks collectively shape the accessibility quality of public spaces through the development and performance of public transport systems. Accordingly, the aim of the present study is to identify the types of risks associated with public transport projects in improving the accessibility quality of urban public spaces. For this purpose, the city of Karaj was selected as the case study. Due to its rapid population growth and proximity to Tehran, the development of sustainable transport in this city is of particular importance, and understanding risk–performance–access linkages can provide practical implications for urban project delivery. Therefore, the present research seeks to examine the following hypotheses:

Identifying technical risks has a significant effect on the accessibility quality of urban spaces through the performance of public transport projects.

Identifying financial risks has a significant effect on the accessibility quality of urban spaces through the performance of public transport projects.

Identifying environmental and regulatory risks has a significant effect on improving the performance of public transport projects.

The performance of public transport projects (metro, BRT, and express bus) has a significant effect on the accessibility quality of urban spaces.

Materials and Methods: The aim of the study is to identify the types of risks associated with public transport projects in improving the quality of access to urban public spaces. The present research simultaneously examines the effects of technical, environmental and legal, and financial risks on the quality of public spaces through the performance of transport projects. Accordingly, structural equation modeling (SEM) using SmartPLS software is employed in this study. This method is suitable for prediction-oriented models and exploratory studies involving latent variables. The research variables and indicators were extracted through theoretical studies. Technical, financial, and environmental and legal risks were identified as independent variables. The performance of public transport projects was also considered as the mediating variable. The quality of access to public spaces was identified as the dependent variable. Based on the conceptual model of this research and the number of structural paths related to the mediating variables, the required sample size was estimated at 59 participants; however, to ensure greater reliability, the questionnaire was administered to 70 participants. Accordingly, a structured questionnaire was designed and distributed among qualified experts in the Karaj Municipality who had direct knowledge of or participation in active construction projects.



Findings: The structural equation modeling (SEM) results support both the main and sub-hypotheses of the study. Specifically, the analysis indicates that technical risks and financial risks exert statistically significant effects on the quality of access to urban public spaces through the performance of public transport projects. This suggests that higher levels of technical and financial risk are associated with changes in project performance, which in turn translate into changes in access quality. Environmental-regulatory risks also demonstrate a statistically significant effect on improving the performance of public transport projects, indicating that this category of risk is meaningfully linked to project performance within the proposed model. Moreover, the performance of public transport projects covering the metro, BRT, and express bus systems was found to have a statistically significant effect on the quality of access to urban spaces, underscoring the central role of project performance in shaping accessibility outcomes. With respect to mediation, the findings show that public transport project risks influence the quality of access only indirectly, operating through the mediating mechanism of project performance. In other words, none of the three risk categories directly explains variations in access quality; instead, their impacts are fully and significantly transmitted via public transport project performance. This confirms the critical mediating role of project performance in transferring risk-related effects to accessibility outcomes and highlights project performance as the key pathway through which risk exposure ultimately affects the quality of access to urban public spaces.

Discussion and Conclusion: The present study showed that financial risks including difficulty in assessing private-sector creditworthiness, municipal financial constraints, high tendering costs, inaccurate estimation of operating costs, and incorrect forecasting of project performance indicators have the greatest negative effect on the performance of public transport projects in Karaj. An increase in these risks directly leads to slower progress, reduced execution quality, and greater delays in project commissioning, and this finding is consistent with previous studies (Gad et al., 2022; Joshi et al., 2022; Qi et al., 2025; Zou et al., 2007). In Karaj, the high dependence of projects on central government and municipal budgets, severe economic fluctuations, liquidity constraints, and structural delays in credit allocation have made the effect of financial risks more pronounced than that of other types of risks. In contrast, technical risks including equipment failure, system complexity, design errors, and inadequate maintenance have a smaller yet still significant negative effect on project performance, which may be attributable to the gradual implementation of projects and the use of relatively familiar and less complex technologies (Liu et al., 2021; Erdoğan & Kayam, 2024; Qi et al., 2025; Flyvbjerg, 2014). It was also found that the performance of public transport projects has a positive and very strong effect on improving the quality of access to public spaces, and among these, the performance of the urban bus system shows the greatest effect (Pineda & Lira, 2019; Foth et al., 2013). In addition, permeability is most affected by the performance of public transport projects, and improved network performance facilitates spatial continuity and access to public spaces (Guo et al., 2020; Curtis & Scheurer, 2017). Finally, the results of the indirect paths showed that risks in public transport projects do not directly explain the quality of access to public spaces; however, through project performance they produce a fully significant and strong effect. Therefore, project performance is the key mediating link in the relationship between risks and the quality of access.

Declarations

Conflict of Interest

The authors declare that there are no conflicts of interest related to this research.

Funding

This research did not receive any grant or financial support from public or private funding organizations for the conduct of the study.

Ethical Approval

This study did not involve clinical experiments on humans or animals and did not use any sensitive or medical data.

Informed Consent

All participants in this study provided their informed consent in written form.

Authors' Contributions

Conceptualization and study design: Ehsan Alvani, Seyed Amirhossein Hashemi, Reza Farrokhzad; Data collection: Ehsan Alvani; Data analysis: Ehsan Alvani; Original draft preparation: Ehsan Alvani; Review and editing of the manuscript: Ehsan Alvani, Seyed Amirhossein Hashemi, Reza Farrokhzad; Final approval: All authors approved the final version of the manuscript.

Acknowledgments

The authors have no acknowledgments to report.

References

- Akintoye, A. S., & MacLeod, M. J. (1997). Risk analysis and management in construction. *International journal of project management*, 15(1), 31-38. [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(96\)00035-X](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(96)00035-X)
- Aladağ H, Işık Z (2019), «Design and construction risks in BOT type mega transportation projects». *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. 26 No. 10 pp. 2223–2242, doi: <https://doi.org/10.1108/ECAM-08-2018-0351>
- Anciaes, P., & Jones, P. (2020). Transport policy for liveability–Valuing the impacts on movement, place, and society. *Transportation research part A: policy and practice*, 132, 157-173.
- Chowdhury, S., Ceder, A. A., & Schwalger, B. (2015). The effects of travel time and cost savings on commuters' decision to travel on public transport routes involving transfers. *Journal of Transport Geography*, 43, 151-159. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2015.01.009>
- Curtis, C., & Scheurer, J. (2017). Performance measures for public transport accessibility: Learning from international practice. *Journal of Transport and Land Use*, 10(1), 93–118. <http://www.jstor.org/stable/26211723>
- Erdoğan, M., & Kaya, İ. (2020). A systematic approach to evaluate risks and failures of public transport systems with a real case study for bus rapid system in Istanbul. *Sustainable cities and society*, 53, 101951. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101951>
- Fan, J., Mehmood, S., Hussain, I., Nazir, S., & Basit, A. (2023). Transport infrastructure environmental performance: the role of stakeholders, technological integration, government policies and lean supply chain management. *Frontiers in Environmental Science*, 11, 1322466. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1322466>
- Flyvbjerg, B. (2014). What you should know about megaprojects and why: An overview. *Project management journal*, 45(2), 6-19. <https://doi.org/10.1002/pmj.21409>
- Foth, N., Manaugh, K., & El-Geneidy, A. M. (2013). Towards equitable transit: examining transit accessibility and social need in Toronto, Canada, 1996–2006. *Journal of transport geography*, 29, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.12.008>
- Gad, N. A., Abdel-Monem, M., El-Dash, K., & Abdel-Hamid, M. (2022). Modeling financial risk contributes to construction projects; case study of expansion food industries. *HBRC Journal*, 18(1), 85-106. <https://doi.org/10.1080/16874048.2022.2086779>
- Griffin, G. P., & Sener, I. N. (2016). Public transit equity analysis at metropolitan and local scales: A focus on nine large cities in the US. *Journal of Public Transportation*, 19(4), 126–143. <https://doi.org/10.5038/2375-0901.19.4.8>
- Guo, Z., Luo, K., Yan, Z., Hu, A., Wang, C., Mao, Y., & Niu, S. (2024). Assessment of the street space quality in the metro station areas at different spatial scales and its impact on the urban vitality. *Frontiers of Architectural Research*, 13(6), 1270-1287. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2024.06.006>
- Ingvardson, J. B., & Nielsen, O. A. (2018). Effects of new bus and rail rapid transit systems—an international review.



- Transport Reviews*, 38(1), 96-116. 10.1080/01441647.2017.1301594
- Joshi, K., Harper, C. M., Killingsworth, J., & Chen, S. (2022). Investigating Financial Risks Associated with Public–Private Partnerships for Transportation Project Delivery. In *Construction Research Congress 2022* (pp. 139-148).
 - Liu, Z., & Yu, Z. (2025). Transport equity assessment based on accessibility disparities in terms of multi-job opportunities across Beijing. *Scientific Reports*, 15, 30878. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-15399-6>
 - Liu, Z., Jiao, Y., Li, A., & Liu, X. (2021). Risk Assessment of Urban Rail Transit PPP Project Construction Based on Bayesian Network. *Sustainability*, 13(20), 11507. <https://doi.org/10.3390/su132011507>
 - Mahadevia, D., Mukhopadhyay, C., Lathia, S., & Gounder, K. (2023). The role of urban transport in delivering Sustainable Development Goal 11: Learning from two Indian cities. *Heliyon*, 9(9), e19453. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19453>
 - Mallqui, Y. Y. C., & Pojani, D. (2017). Barriers to successful Bus Rapid Transit expansion: Developed cities versus developing megacities. *Case studies on transport policy*, 5(2), 254-266.
 - Miguel, I., Mendonça, J., Olivé, J., Sánchez-Martínez, G., & Cats, O. (2025). Assessing time savings as bus rapid transit is introduced in Barcelona: A bus network design approach. *Public Transport*, 17, 611–634. <https://doi.org/10.1007/s12469-024-00391-6>
 - Mobasher Kazemi, F., & Hosseinali, F. (2022). Multi-modal agent-based path finding in public transportation system. *Quarterly Journal of Transportation Engineering*, 13(3), 1783–1796. <https://doi.org/10.22119/jte.2021.262810.2505> (in persian)
 - Norouzi, A. (2014). Evaluation the Efficiency and Peple Satisfication of Bus Rapid Transportation System in Isfahan megalopolice. *Spatial Planning*, 4(1), 143-168. (in persian)
 - O'Connor, D., & Caulfield, B. (2018). Level of service and the transit neighbourhood-Observations from Dublin city and suburbs. *Research in transportation economics*, 69, 59-67. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2018.07.014>
 - Peimani, N., & Kamalipour, H. (2020). Access and Forms of Urbanity in Public Space: Transit Urban Design Beyond the Global North. *Sustainability*, 12(8), 3495. <https://doi.org/10.3390/su12083495>
 - Pineda, C., & Lira, B. M. (2019). Travel Time Savings Perception and Well-Being through Public Transport Projects: The Case of Metro de Santiago. *Urban Science*, 3(1), 35. <https://doi.org/10.3390/urbansci3010035>
 - Qi, X., Huang, X., & Zhu, W. (2025). Evaluation for the operational risk factors of public transportation process based on entropy weighted-DEMATEL method. *PLoS One*, 20(5), e0323417. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0323417>
 - Ricciardi, A. M., Xia, J. C., & Currie, G. (2015). Exploring public transport equity between separate disadvantaged cohorts: A case study in Perth, Australia. *Journal of transport geography*, 43, 111-122. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2015.01.011>
 - Roos, E. C., Souza, J. S. D., & Kliemann Neto, F. J. (2024). Project risks and regulation in transport infrastructure: A study in Brazilian agencies concessions planning process. *Transportation research interdisciplinary perspectives* [recurso eletrônico].[Oxford]. Vol. 23 (Jan. 2024), art. 101031, p. 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2024.101031>
 - Rossetti, S., Tiboni, M., Vetturi, D., Zazzi, M., & Caselli, B. (2020). Measuring pedestrian accessibility to public transport in urban areas: A GIS-based discretisation approach. *European Transport/Trasporti Europei*, (76).
 - Shahivandi A, Safari Foroushani S. (2019). Modeling the Role of Public Transport System in the Presence of Disabled Persons in Urban Spaces (Case Study: Isfahan City); 9 :49-49
 - URL: <http://jdisabilstud.org/article-1-882-fa.html> (in persian)
 - Shen, J., Ren, X., Wu, H., & Feng, Z. (2024). The Relationship between the Construction of Transportation Infrastructure and the Development of New Urbanization. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 13(6), 194. <https://doi.org/10.3390/ijgi13060194>
 - Shi, F. (2021). Research on accessibility and equity of urban transport based on multisource big data. *Journal of Advanced Transportation*, 2021(1), 1103331. <https://doi.org/10.1155/2021/1103331>
 - Sivakumaran, K., Li, Y., Cassidy, M., & Madanat, S. (2014). Access and the choice of transit technology. *Transport*



- tation Research Part A: Policy and Practice, 59, 204-221. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2013.09.006>
- Stojanovski, T. (2020). Urban design and public transportation – public spaces, visual proximity and Transit-Oriented Development (TOD). *Journal of Urban Design*, 25(1), 134–154.
 - Thamhain, Hans. (2013). “Managing Risks in Complex Projects.” *Project management journal* 44(2): 20–35.
 - Tuvikene, T., Sgibnev, W., Kębłowski, W., & Finch, J. (2023). Public transport as public space: Introduction. *Urban Studies*, 60(15), 2963-2978. <https://doi.org/10.1177/00420980231203106> (Original work published 2023)
 - White, P. (2019). The influence of regulatory environments on public transport service provision: A British case study. *Research in Transportation Business & Management*, 32, 100389. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2019.100389>
 - Xiang, P., Zhang, Q., Jiang, Q., & Liu, Z. (2022). Operational risk allocation in urban rail transit public–private partnership projects. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 900322. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.900322>
 - Xu, K., Wang, H., Wang, Z., & Mei, K. (2024). Distribution justice and regional equity of urban public transport Services: Evidence from China. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 126, 104033. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2023.104033>
 - Zou, P. X., Zhang, G., & Wang, J. (2007). Understanding the key risks in construction projects in China. *International journal of project management*, 25(6), 601-614. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2007.03.001>

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:

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

بخش فارسی: به منظور 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.

COPYRIGHTS

© [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/>





نقش مدیریت ریسک در عملکرد پروژه‌های عمرانی حمل‌ونقل عمومی برای ارتقای کیفیت دسترسی به فضاهای عمومی شهری؛ مطالعه موردی: شهر کرج *

احسان علوانی^۱، سید امیرحسین هاشمی^{۲*}، رضا فرخ زاد^۳

۱- گروه مهندسی عمران، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران

۲- گروه مهندسی عمران، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران.

۳- گروه مهندسی عمران، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران.

نکات شاخص

- پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی شهری با ریسک‌های فنی، مالی و محیطی مقرراتی متعددی مواجهند که بر عملکرد آن‌ها اثرگذار است.
- ریسک‌های مالی بیشترین اثر منفی را بر عملکرد پروژه‌های عمرانی حمل‌ونقل عمومی در شهر کرج دارند. چالش‌های اصلی شامل محدودیت منابع، هزینه‌های مناقصه و برآورد نادرست هزینه است.
- عملکرد پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی نقش میانجی کلیدی در ارتباط میان ریسک‌ها و کیفیت دسترسی به فضاهای عمومی ایفا می‌کند.
- بهبود عملکرد شبکه حمل‌ونقل عمومی، به‌ویژه شبکه اتوبوس شهری، تأثیر بسیار قوی بر ارتقای کیفیت دسترسی فضاهای عمومی دارد.
- مدیریت مؤثر ریسک‌های پروژه می‌تواند به‌طور غیرمستقیم اما معنادار، کیفیت دسترسی شهروندان به فضاهای عمومی شهری را بهبود بخشد.

مشخصات مقاله

چکیده

تاریخ ارسال
۱۴۰۴/۰۹/۲۳
تاریخ بازنگری
۱۴۰۴/۱۱/۲۲
تاریخ پذیرش
۱۴۰۴/۱۲/۰۶
تاریخ انتشار آنلاین
۱۴۰۵/۰۳/۳۱

واژگان کلیدی

مدیریت ریسک
پروژه‌های عمرانی حمل‌ونقل عمومی
کیفیت دسترسی فضاهای عمومی
معادلات ساختاری
شهر کرج

رشد سریع شهرنشینی در دهه‌های اخیر، اهمیت پروژه‌های عمرانی حمل‌ونقل عمومی را در ارتقای کیفیت دسترسی به فضاهای عمومی شهری برجسته کرده است. بااین‌حال، این پروژه‌ها به‌طور مداوم با انواع ریسک‌های فنی، مالی و محیطی مقرراتی مواجهند که می‌توانند عملکرد آن‌ها را تحت تأثیر قرار دهند و در نهایت از کیفیت دسترسی شهروندان به فضاهای عمومی بکاهند. هدف این پژوهش، تحلیل تأثیر ریسک‌های پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی بر کیفیت دسترسی به فضاهای عمومی با نقش میانجی عملکرد این پروژه‌ها در شهر کرج است. روش پژوهش از نوع کاربردی و مبتنی بر مدل‌سازی معادلات ساختاری (SEM) با رویکرد واریانس‌محور و نرم‌افزار SmartPLS است. داده‌ها از طریق پرسش‌نامه‌ای ساختاریافته گردآوری و میان ۷۰ نفر از مدیران پروژه، کارشناسان و نمایندگان پیمانکاران فعال در حوزه پروژه‌های عمرانی و حمل‌ونقل عمومی شهرداری کرج توزیع شده است. نتایج نشان می‌دهد ریسک‌های مالی بیشترین اثر منفی را بر عملکرد پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی دارند و عوامل مرتبط با محدودیت‌های مالی، هزینه‌های مناقصه و برآورد نادرست هزینه‌ها، اصلی‌ترین چالش‌ها محسوب می‌شوند. ریسک‌های فنی نیز اثر منفی معناداری بر عملکرد پروژه‌ها دارند؛ اما شدت آن کمتر از ریسک‌های مالی است. همچنین یافته‌ها نشان از این دارد که عملکرد پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی تأثیر مثبت و بسیار قوی بر کیفیت دسترسی فضاهای عمومی دارد و در این میان، عملکرد شبکه اتوبوس شهری بیشترین اثرگذاری را داراست. از سوی دیگر، مشخص شد که ریسک‌های سه‌گانه به‌صورت مستقیم توان تبیین کیفیت دسترسی را ندارند؛ اما از طریق کاهش عملکرد پروژه‌ها، اثرگذاری غیرمستقیم و کاملاً معناداری بر آن دارند. این نتایج نشان می‌دهد عملکرد پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی حلقه واسطه حیاتی در رابطه میان ریسک‌ها و کیفیت دسترسی است و مدیریت مؤثر ریسک‌ها می‌تواند نقش تعیین‌کننده‌ای در بهبود دسترسی شهروندان به فضاهای عمومی ایفا کند.

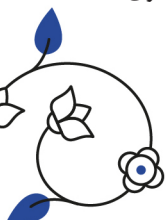
© [2026] نویسنده(گان).

نحوه ارجاع دهی به این مقاله

علوانی، احسان، هاشمی، سید امیرحسین، و فرخ زاد، رضا. (۱۴۰۵). نقش مدیریت ریسک در عملکرد پروژه‌های عمرانی حمل‌ونقل عمومی برای ارتقای کیفیت دسترسی به فضاهای عمومی شهری؛ مطالعه موردی: شهر کرج. نشریه علمی مطالعات طراحی شهری ایران، ۳(۱)، ۵۹-۸۲.

** آدرس پستی نویسنده مسئول: sa.hashemi1360@iau.ac.ir

* این مقاله مستخرج از رساله دکتری نویسنده اول احسان علوانی با عنوان «مدیریت ریسک در پروژه‌های عمرانی شهری، با توجه به HSE و چارچوب بهره‌وری سبز در راستای رسیدن به توسعه پایدار» به راهنمایی نویسنده دوم سید امیرحسین هاشمی و مشاوره نویسنده سوم رضا فرخ زاد در دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین می‌باشد.





Original Research Paper

The Role of Risk Management in the Performance of Public Transportation Construction Projects for Enhancing the Quality of Access to Urban Public Spaces: A Case Study of Karaj City*

Ehsan Alvani¹ , Seyed Amir Hossein Hashemi^{2**} , Reza Farokhzad³ 

1- Department of Civil Engineering, Qa .c., Islamic Azad University, Qazvin, Iran

2- Department of Civil Engineering, Qa .c., Islamic Azad University, Qazvin, Iran

3- Department of Civil Engineering, Qa .c., Islamic Azad University, Qazvin, Iran

Highlights

- Urban public transport projects face numerous technical, financial, and environmental-regulatory risks that affect their performance.
- Financial risks have the greatest negative effect on the performance of public transport construction projects in the city of Karaj, and the main challenges include resource constraints, tendering costs, and inaccurate cost estimation.
- The performance of public transport projects plays a key mediating role in the relationship between risks and the quality of access to public spaces.
- Improving the performance of the public transport network, especially the urban bus network, has a very strong impact on enhancing the quality of access to public spaces.
- Effective management of project risks can indirectly but significantly improve the quality of citizens' access to urban public spaces.

Abstract

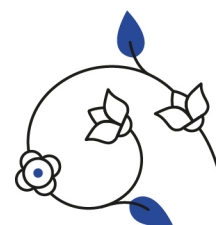
The results indicate that financial risks have the greatest negative impact on the performance of public transport projects, and factors related to financial constraints, bidding costs, and inaccurate cost estimation are considered the main challenges. Technical risks also have a significant negative effect on project performance, but their intensity is lower than that of financial risks. The findings further showed that the performance of public transport projects has a positive and very strong effect on the quality of access to public spaces, with the performance of the urban bus network having the highest influence. Moreover, it was revealed that the three categories of risks cannot directly explain the quality of access, but through reducing project performance, they exert an indirect yet fully significant effect on it. These results indicate that the performance of public transport projects is a critical mediating link in the relationship between risks and access quality, and effective risk management can play a decisive role in improving citizens' access to public spaces.

Article Info

Received 14/12/2025
Revised 11/02/2026
Accepted 25/02/2026
Available Online 21/06/2026

Keywords

Risk management
public transport infrastructure
projects
quality of access to public
spaces
structural equation modeling
Karaj city



© [2026] by the author(s).

Citation of the article

Alvani, E., Hashemi, S. A. H., & Farokhzad, R. (2026). The Role of Risk Management in the Performance of Public Transportation Construction Projects for Enhancing the Quality of Access to Urban Public Spaces: A Case Study of Karaj City. *Iranian Urban Design Studies*, 3(1), 59–82.

** Author Corresponding: Email: sa.hashemi1360@iau.ac.ir

* This article is extracted from the doctoral dissertation of the author, Ehsan Alvani, titled "Risk management in urban construction projects with regard to HSE and green productivity framework in order to achieve sustainable development," supervised by Seyed Amir Hossein Hashemi and advised by Reza Farokhzad, at Islamic Azad University, Qazvin branch.

مقدمه

رشد شتابان شهرنشینی در دهه‌های اخیر، ضرورت توجه نظام‌مند به پروژه‌های عمرانی شهری را بیش از گذشته نمایان ساخته است. چنین پروژه‌هایی ازجمله شبکه‌های معابر، زیرساخت‌های خدماتی، فضاهای عمومی و به‌ویژه سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی، نقش تعیین‌کننده‌ای در کیفیت زندگی ساکنان، کارایی ساختار شهری و شکل‌گیری هویت فضاهای عمومی دارند (Mahadevia et al., 2023; Shen et al., 2023). در میان انواع پروژه‌های عمرانی، پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی جایگاهی ویژه‌ای دارند؛ زیرا رابطه مستقیم با گردش‌پذیری، کارایی شبکه‌های معابر و دسترسی شهروندان به فضاهای عمومی دارند. سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی همچون مترو، خطوط اتوبوس تندرو (BRT) و خطوط اتوبوس‌رانی، از منظر برنامه‌ریزی شهری به عنوان محرک‌های اصلی «بهبود کیفیت دسترسی» شناخته می‌شوند (O'Connor & Caulfield, 2018; Sivakumaran et al., 2014; نوروزی، ۱۳۹۳).

پژوهش‌های بسیاری نشان داده عملکرد حمل‌ونقل عمومی به بهبود کیفیت دسترسی فضاهای عمومی منجر شده است (Peimani & Kamalipour, 2020; Stojanovski, 2020; Tuvikene et al., 2023; ۲۰۲۳؛ شاهپوندی و همکاران، ۱۳۹۸). به‌طور مثال، برخی مطالعات به ارتباط میان سیستم حمل‌ونقل عمومی و کیفیت فضاهای شهری تحت‌تأثیر آن در بعد نفوذپذیری پرداخته‌اند (Rossetti et al., 2020; Guo et al., 2024; Peimani & Kamalipour, 2020). برخی مطالعات نشان داده‌اند انواع پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی ارتباط مستقیمی با زمان سفر دارد (Anciaes & Jones, 2020; Ingvardson & Nielsen, 2018؛ کاظمی و حسینعلی، ۱۴۰۱). بدین ترتیب بهبود کیفیت حمل‌ونقل عمومی می‌تواند زمان رسیدن به برخی فضاها ازجمله فضاهای عمومی شاخص را بهبود ببخشد. برخی مطالعات نیز به تأثیر مثبت حمل‌ونقل عمومی بر کیفیت عدالت دسترسی اشاره داشته‌اند (Griffin and Sener, 2019; Shi, 2021; Xu et al., 2024). این امر کمک می‌کند شکاف دسترسی میان گروه‌های درآمدی مختلف به فضاهای عمومی کاهش یابد. بدین ترتیب، افزایش نفوذپذیری، کاهش زمان سفر و عدالت دسترسی به افزایش کیفیت دسترسی فضاهای عمومی منجر می‌شود.

از سوی دیگر مطالعات نشان داده موفقیت پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی تحت‌تأثیر شناسایی ریسک‌های احتمالی آن‌هاست (Liu et al., 2021; Xiang et al., 2022; Roos et al., 2024). به‌طور مثال لیو^۱ و همکاران نشان داد که ریسک‌های فنی ازجمله نقص تجهیزات، خطاهای طراحی و پیچیدگی سیستم‌های ریلی، تأثیر مستقیم بر عملکرد، هزینه و موفقیت پروژه‌های حمل‌ونقل ریلی دارند (۲۰۲۱). ارداگون و کایا^۲ نیز بر این باورند در پروژه‌های BRT، ریسک فنی (خرابی تجهیزات و ضعف نگهداری) عاملی است که می‌تواند عملکرد سیستم و پایداری پروژه را تحت‌تأثیر قرار دهد (۲۰۲۴). بنابراین مدیریت ریسک در شناسایی انواع ریسک‌ها برای بهبود کیفیت پروژه‌های عمرانی حمل‌ونقل بسیار مهم و ضروری است.

با توجه به توضیحات داده‌شده می‌توان گفت تاکنون مطالعات صورت‌گرفته تنها به ارتباط پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی و کیفیت دسترسی پرداخته‌اند (Peimani & Kamalipour, 2020; Stojanovski, 2020; Tuvikene et al., 2023; Rossetti et al., 2020; Guo et al., 2024). برخی هم به ارتباط شناسایی ریسک و پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی توجه کرده‌اند (Liu et al., 2021; Xiang et al., 2022; Roos et al., 2024). تا امروز مطالعه‌ای به بررسی نقش انواع ریسک بر کیفیت دسترسی فضاهای عمومی از طریق توسعه حمل‌ونقل عمومی نپرداخته است.

با توجه به توضیحات بیان‌شده، هدف پژوهش حاضر شناسایی انواع ریسک‌های مرتبط با پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی در ارتقای کیفیت دسترسی فضاهای عمومی شهری است. بدین منظور، شهر کرج به عنوان نمونه موردی انتخاب شده است. این شهر به دلیل افزایش جمعیت، هم‌جواری با شهر تهران و توسعه حمل‌ونقل پایدار آن اهمیت زیادی دارد. در این راستا، پژوهش حاضر سعی در بررسی فرضیات زیر دارد:

- شناسایی ریسک‌های فنی تأثیر معناداری بر کیفیت دسترسی فضاهای شهری از طریق عملکرد پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی دارد.
- شناسایی ریسک‌های مالی تأثیر معناداری بر کیفیت دسترسی فضاهای شهری از طریق عملکرد پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی دارد.
- شناسایی ریسک‌های محیطی و مقرراتی تأثیر معناداری بر بهبود عملکرد پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی دارد.
- عملکرد پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی (مترو، بی‌آرتی و اتوبوس) تأثیر معناداری بر کیفیت دسترسی فضاهای شهری دارد.



مبانی نظری

تأثیر حمل و نقل عمومی بر کیفیت دسترسی فضاهای عمومی شهری

در نظریه‌ها و ادبیات مطالعات شهری، «دسترسی» یکی از مؤلفه‌های بنیادین در سنجش کیفیت فضاهای عمومی شهری تلقی می‌شود. دسترسی به طور کلی به معنای قابلیت شهروندان برای دستیابی به فعالیت‌ها، خدمات و فضاهای شهری با حداقل هزینه زمانی/مکانی، حداقل ریسک و با سطحی مناسب از عدالت توزیعی است. از این منظر، حمل و نقل عمومی به عنوان یکی از ارکان توسعه شهری پایدار، نه تنها کارکرد جابه‌جایی را بر عهده دارد؛ بلکه به مثابه سازوکاری ساختاری در بازتولید الگوهای دسترسی عمل می‌کند و می‌تواند کیفیت دسترسی به فضاهای عمومی را از طریق تغییر در سازمان فضایی و شبکه حرکت ارتقا دهد. برای تبیین نظری رابطه میان پروژه‌های حمل و نقل عمومی و کیفیت دسترسی به فضاهای عمومی شهری، می‌توان سه بعد مفهومی اصلی را برجسته ساخت: نفوذپذیری، کاهش زمان یا هزینه دسترسی و عدالت فضایی. این ابعاد به صورت توأمان نشان می‌دهند که حمل و نقل عمومی چگونه از سطح «زیرساخت حرکت» فراتر رفته و به کیفیت فضایی و تجربه زیستی در فضاهای عمومی شکل می‌دهد. در ادامه به تشریح هریک پرداخته می‌شود.

نفوذپذیری: در چهارچوب نظری دسترسی، «نفوذپذیری» ناظر بر آن است که ساختار فیزیکی و عملکردی شبکه شهری شامل شبکه خیابان‌ها، مسیرهای پیاده، ایستگاه‌ها و ارتباطات درون سیستمی حمل و نقل تا چه اندازه امکان حرکت مستقیم، متنوع و قابل فهم را برای کاربران فراهم می‌کند. نفوذپذیری زمانی ارتقا می‌یابد که شبکه حرکت بتواند مسیرهای متعدد و کوتاه، انتخاب‌پذیری زیاد و اتصال مناسب میان گره‌ها و مقاصد شهری ایجاد کند؛ به گونه‌ای که فضای عمومی نه به صورت جزیره‌های منفصل، بلکه به عنوان بخشی از یک شبکه قابل دسترسی تجربه شود. در این راستا، یافته‌های پیمانی و کم‌پلور نشان می‌دهد ترکیب هم‌زمان CAPS بالا (حوزه دسترسی به فضاهای عمومی) و AI بالا (رابطه‌های قابل دسترسی) می‌تواند به افزایش سرزندگی خیابانی در مجاورت ایستگاه‌ها منجر شود؛ به ویژه زمانی که ورودی‌های متعدد ایستگاه و تنوع کاربری‌ها نیز وجود داشته باشد. همچنین تأکید می‌شود که وجود فضاهای عمومی باز مانند پارک در نزدیکی گره‌های حمل و نقل، به خودی خود الزاماً به تقویت زندگی خیابانی نمی‌انجامد؛ مگر آنکه عناصر جذب‌کننده و کارکردهای فعال در پیرامون ایستگاه حضور داشته باشند (۲۰۲۰). در نتیجه، می‌توان استنباط کرد که اثر حمل و نقل عمومی بر نفوذپذیری، صرفاً تابع «وجود زیرساخت» نیست؛ بلکه به کیفیت رابطه‌های دسترسی، نحوه اتصال ایستگاه به بافت پیرامونی و زمینه کارکردی اطراف آن وابسته است. از سوی دیگر، توسعه شبکه‌های ریلی و مترو می‌تواند از طریق افزایش پیوستگی شبکه و ارتقای اتصال مسیرها، نفوذپذیری فضایی را تقویت کند. در همین ارتباط، گزارش شده است که توسعه شبکه مترو موجب افزایش یکپارچگی فضا، افزایش اتصال مسیرها و امکان انتخاب مسیرهای متعدد می‌شود (Guo et al., 2020). بنابراین می‌توان بیان کرد که حمل و نقل عمومی مبتنی بر مترو، با بازآرایی الگوی اتصال‌ها و کاهش گسست‌های فضایی، ساختار محلات و نقاط مختلف شهر را قابل نفوذتر و دسترس‌پذیرتر می‌سازد و از این طریق کیفیت فضاهای عمومی را ارتقا می‌دهد. برخی پژوهش‌ها بر نقش سیاست‌گذاری و طراحی سیستم حمل و نقل عمومی در ارتقای کیفیت شهری تأکید کرده‌اند. به طور خاص، بیان شده است که سیاست‌گذاری شهری به تدریج دریافت‌اند «سیستم‌های حمل و نقل عمومی» هرگاه با هدف افزایش سطح دسترسی طراحی شوند، می‌توانند کیفیت شهری را بهبود دهند؛ از جمله از مسیر افزایش دسترسی به خدمات، فضاها و نقاط شهری مختلف. نتایج حاکی از آن است که گسترش شبکه مترو و خطوط ریلی و نیز یکپارچگی میان مدهای مختلف، سبب ارتقای دسترسی‌پذیری، گسترش دامنه فعالیت شهروندان و توزیع یکنواخت‌تر سفرهای همگانی در شهر می‌شود (Curtis & Scheurer, 2017). بر این مبنا، نفوذپذیری به عنوان سازوکار کلیدی، حلقه واسط میان سرمایه‌گذاری حمل و نقل عمومی و کیفیت دسترسی به فضاهای عمومی شهری است؛ به این معنا که حمل و نقل عمومی نه صرفاً ابزار جابه‌جایی، بلکه مؤلفه‌ای ساختاری برای کوتاه‌سازی مسیرهای پیاده، افزایش گزینه‌های حرکتی و ارتقای کیفیت دسترسی به فضاهای عمومی محسوب می‌شود.

کاهش زمان سفر: کاهش زمان سفر یکی از مؤلفه‌های اصلی «دسترسی» در فضاهای عمومی شهری است؛ زیرا سرعت رسیدن به خدمات، ایستگاه‌ها، فضاهای عمومی و مراکز فعالیت، هم بر انتخاب مقصد اثر می‌گذارد و هم بر میزان حضور و تداوم استفاده شهروندان از فضاهای عمومی. سیستم‌های حمل و نقل همگانی مانند مترو، BRT و اتوبوس شهری با استقرار ایستگاه‌های نزدیک، فرکانس بالاتر، کاهش زمان انتظار و ایجاد اتصال کارآمد میان مسیرها، زمان سفر را کاهش می‌دهند و در نتیجه کیفیت دسترسی را ارتقا می‌بخشند. شواهد تجربی نشان می‌دهد راه‌اندازی خطوط ریلی می‌تواند به کاهش معنادار زمان سفر منجر شود. در مطالعه‌ای درباره راه‌اندازی خط مترو در سانتیاگو/شیلی، زمان سفرها پس از بهره‌برداری خط جدید به طور میانگین ۱۴٪ کاهش یافته است (Pineda & Lira, 2019). با کاهش هزینه زمانی جابه‌جایی، دامنه انتخاب مقصد افزایش می‌یابد و استفاده از فضاهای عمومی نیز تقویت می‌شود؛ زیرا کاربران با زمان کمتر می‌توانند به مقاصد بیشتری دسترسی



داشته باشند. همچنین چودهای^۳ و همکاران (۲۰۱۵) نشان داده‌اند کاهش زمان سفر و هزینه در شبکه حمل‌ونقل عمومی، تمایل کاربران به استفاده از حمل‌ونقل عمومی را افزایش می‌دهد. افزایش استفاده از حمل‌ونقل عمومی به معنای دسترسی پذیری بیشتر است و این به صورت غیرمستقیم حضور شهروندان در فضاهای عمومی و کیفیت تجربه این فضاها را بهبود می‌دهد. این رابطه در سامانه‌های تندرو نیز مشاهده شده است. در مطالعه‌ای دربارهٔ احداث خطوط BRT در منطقه متروپولیتی بارسلونا، زمان متوسط سفر ۸ دقیقه کاهش یافته که حدود ۱۵٪ نسبت به وضعیت قبل است (Miguel et al., 2025). کوتاه‌شدن زمان سفر از طریق BRT، دسترسی به فضاهای عمومی را تسهیل می‌کند و با افزایش امکان حضور مداوم شهروندان، به ارتقای کیفیت فضاهای عمومی شهری کمک می‌رساند.

عدالت دسترسی: عدالت دسترسی به توزیع منصفانه فرصت‌های دسترسی میان گروه‌های مختلف جمعیتی از نظر اقتصادی، مکانی و اجتماعی اشاره دارد. در این معنا، کیفیت دسترسی زمانی مطلوب‌تر است که گروه‌های کم‌درآمد، ساکنان مناطق حاشیه‌ای، سالمندان و افراد فاقد خودرو نیز بتوانند با هزینه و زمان قابل قبول به خدمات، مراکز فعالیت و فضاهای عمومی شهری دسترسی داشته باشند. حمل‌ونقل عمومی در صورتی که به درستی سامان‌دهی و تقویت شود، می‌تواند شکاف‌های دسترسی را کاهش دهد و نابرابری فضایی را تعدیل کند. در تأیید این موضوع، نشان داده شده است که بهبود اتوبوس و مترو در تورنتو موجب افزایش عدالت دسترسی، کاهش نابرابری فضایی و بهبود دسترسی گروه‌های محروم می‌شود (Foth et al., 2013). همچنین ریکاردی^۴ و همکاران گزارش کرده‌اند که با بهبود حمل‌ونقل عمومی، گروه‌های کم‌درآمد، سالمندان و افراد فاقد خودرو دسترسی بیشتری به مقصدهای شهری پیدا می‌کنند (۲۰۱۵). در مطالعه دیگری نیز بیان شده در شهرهایی که تقویت حمل‌ونقل عمومی به سمت مناطق کم‌دستیابی و حاشیه‌ای هدایت شده است، اختلافات دسترسی میان گروه‌های کم‌تحصیل یا کم‌درآمد و گروه‌های باتحصیلات یا درآمد بالا کاهش یافته است (Liu and Yu, 2025). براین اساس، توسعه شبکه‌های اتوبوس، مترو و BRT می‌تواند با افزایش دسترسی گروه‌های کم‌برخوردار و کاهش شکاف‌های مکانی و اجتماعی، عدالت دسترسی را ارتقا دهد. این بهبود بر کیفیت فضاهای عمومی نیز اثرگذار است؛ زیرا با فراهم شدن فرصت حضور برابر برای گروه‌های مختلف، فضاهای عمومی فراگیرتر می‌شود و زمینه‌ساز زندگی و استفاده گسترده‌تر از آن‌ها تقویت می‌شود.

پیشینه مرتبط با مدیریت ریسک در پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی شهری

مدیریت ریسک در ساخت‌وساز فرایند شناسایی، ارزیابی و کنترل ریسک‌ها، به‌منظور به حداقل رساندن تأثیر آن‌ها بر عملکرد پروژه است (Akintoye & MacLeod, 1997). اهمیت مدیریت ریسک در پروژه‌های عمرانی، به‌طور ویژه در پژوهش‌های مربوط به زیرساخت‌ها و ساخت‌وساز آشکار شده است. پروژه‌های عمرانی دارای ویژگی‌هایی چون مقیاس بزرگ، ماهیت پیچیده، ذی‌نفعان متعدد، وابستگی‌های فنی، محدودیت‌های زمانی و مالی و حساسیت به شرایط محیطی هستند (Flyvbjerg, 2014). این عوامل باعث می‌شوند چنین پروژه‌هایی به‌شدت در معرض ریسک‌های فنی، مالی، سازمانی و محیطی قرار گیرند. به همین دلیل، پژوهشگران تأکید می‌کنند که نبود نظام مدیریت ریسک مؤثر می‌تواند به افزایش هزینه‌ها، تأخیرهای قابل توجه، کاهش کیفیت ساخت و حتی شکست کامل پروژه منجر شود (Zou et al., 2007).

به همین منظور شناسایی انواع مختلف ریسک‌ها در مرحله اول بسیار حایز اهمیت است. در این راستا، لیو و همکاران^۵ در مطالعاتشان بر پروژه‌های ریلی شهری (مترو)^۶ که ترکیبی از مدل مشارکت عمومی خصوصی بود، تحقیق کرده‌اند. در این زمینه آن‌ها به ارزیابی کیفیت ساخت، پیشرفت یا زمان‌بندی، هزینه‌ساخت، ایمنی، قرارداد و تعهدات فنی در ارزیابی ریسک فنی مربوط به پروژه‌های ریلی شهری چین پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد مشکلاتی مانند ضعف هماهنگی ذی‌نفعان، نبود استانداردسازی کنترل هزینه، ابهام در تقسیم مسئولیت‌های ایمنی و دوگانگی نقش‌های دولت و سرمایه‌گذار خصوصی از مهم‌ترین عوامل اختلال در اجرای پروژه‌ها هستند (۲۰۲۱).

در پژوهش دیگری با شناسایی و اعتبارسنجی ریسک‌های مرتبط با پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی نشان داده شد که سه ریسک کلیدی بیشترین اثر را بر عملکرد پروژه دارند: حوادث شغلی، ضعف یکپارچگی میان طراحی و ساخت و تغییرات گسترده در طراحی (Aladağ and Işık, 2019). مطالعه اردگان و کایا^۷ یک رویکرد نظام‌مند برای ارزیابی ریسک‌ها و خرابی‌های سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی که مربوط به ریسک‌های فنی پروژه است، ارائه می‌دهد و آن را بر سیستم اتوبوس تندرو استانبول (BRT) به صورت موردی پیاده‌سازی می‌کند. پژوهش تأکید می‌کند که خرابی‌ها در سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی می‌توانند پیامدهای جدی برای ایمنی مسافران، دارایی‌ها و پایداری شهری داشته باشند؛ بنابراین تحلیل دقیق آن‌ها و برنامه‌ریزی نگره‌داری، برای قابلیت اطمینان سیستم ضروری است (۲۰۲۰). کیو و همکاران^۸ نیز با هدف شناسایی و ارزیابی ریسک‌های عملیاتی در حمل‌ونقل عمومی، ۱۸ عامل ریسک را بررسی کردند. نتایج نشان داد مدیریت مؤثر ریسک در حمل‌ونقل عمومی نیازمند رویکردی چندبعدی است: کنترل ریسک‌های علی (سرمایه‌گذاری، فناوری، تست‌های ایمنی، مقررات) و بهبود ریسک‌های پیامدی (برنامه‌ریزی، آموزش کارکنان، مهارت عملیاتی، نظارت و سیاست‌گذاری). یافته‌های آن‌ها تأکید می‌کنند که ارتقای



فرهنگ ایمنی، پایداری مالی و اعمال قوانین منسجم می‌تواند عدم قطعیت و مخاطرات ایمنی در عملیات حمل‌ونقل عمومی را کاهش دهد (۲۰۲۵). بدین ترتیب، آن‌ها به تأثیر مستقیم ریسک‌های فنی، مالی و محیطی در پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی اشاره داشتند. مطالعه وایت^۱ رابطه میان محیط‌های مقرراتی و عملکرد خدمات حمل‌ونقل عمومی را در بریتانیا بررسی کرده است. او نشان داد که تغییرات مقرراتی، به‌ویژه خدمات اتوبوس‌رانی و خصوصی‌سازی شبکه ریلی (مترو) آثار متفاوت و حتی متناقضی بر تقاضا و کیفیت خدمات داشته‌اند. در حالی که مقررات زدایی اتوبوس‌ها موجب کاهش شدید استفاده از آن‌ها شد، خصوصی‌سازی سیستم ریلی به دو برابر شدن تقاضای سفر منجر شد. پژوهش او تأکید می‌کند که ساختارهای نظارتی و کیفیت مدیریت اعم از مدیریت دولتی و مدیریت اپراتورها در تنظیم عرضه خدمات، هماهنگی خطوط، یکپارچگی شبکه و کیفیت داده‌ها نقش کلیدی دارند. بدین ترتیب نتیجه می‌گیرد که بهبود خدمات حمل‌ونقل عمومی نیازمند چهارچوب‌های نظارتی منسجم، سیستم‌های داده‌ای دقیق و سیاست‌گذاری هماهنگ است؛ زیرا محیط مقرراتی می‌تواند عامل تسهیل‌کننده یا محدودکننده کیفیت و کارایی حمل‌ونقل عمومی باشد (۲۰۱۹). مطالعه فن و همکاران^۲ نشان می‌دهد سه مؤلفه اصلی نقش ذی‌نفعان، ادغام فناوری و سیاست‌ها و مقررات دولتی تأثیر تعیین‌کننده‌ای بر پیامدهای زیست محیطی پروژه‌های حمل‌ونقل دارند (۲۰۲۳).

برخی مطالعات نیز به اهمیت ریسک‌های مالی در عملکرد پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی اشاره داشتند. به‌طور مثال مطالعه جوشی و همکاران^۳ با هدف شناسایی ریسک‌های مالی در پروژه‌های حمل‌ونقل مبتنی بر مشارکت عمومی خصوصی (PPP) انجام شده است و نشان می‌دهد ریسک‌هایی مانند ساختار مالی نامناسب، دشواری ارزیابی اعتبار بخش خصوصی، هزینه‌های بالای فرایند مناقصه، برآورد نادرست هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری، ریسک هزینه‌های تجدید سرمایه، پیش‌بینی غلط شاخص‌های عملکرد، پایدار نبودن جریان درآمد در دوره امتیاز، دخالت دولت در برآورد هزینه‌ها و سازوکارهای ناکارآمد تقسیم ریسک درآمد از مهم‌ترین چالش‌های مالی در حمل‌ونقل هستند (۲۰۲۲). در مطالعه مشابه دیگری نشان داده شد که مدیریت ریسک‌های مالی شامل ریسک‌های مدیریت مالی، ریسک‌های تأمین مالی و سرمایه‌گذاری و ریسک‌های عملیاتی مالی در پروژه‌های عمرانی، به‌ویژه در شرایط بی‌ثباتی سیاسی و اقتصادی، نقشی تعیین‌کننده در موفقیت پروژه دارد (Gad et al., 2022).

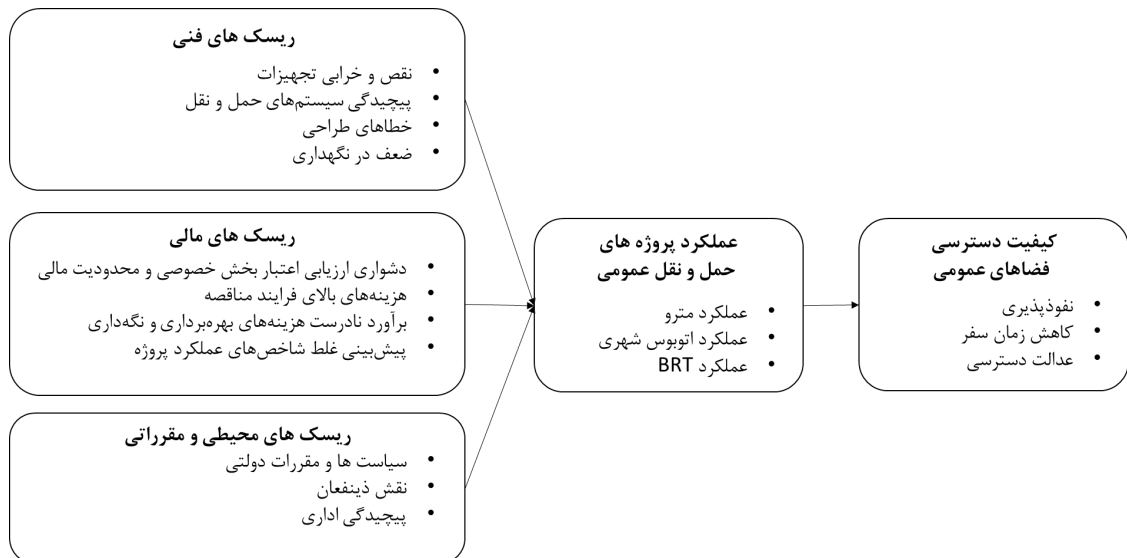
بدین ترتیب، جدول ۱ نشان می‌دهد که در سطح نظری، «دانش طراحی شهری» می‌تواند از طریق توجه به کانون‌های اصلی مدیریت ریسک در پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی (فنی، مالی و محیطی مقرراتی) زمینه بهبود کیفیت اجرای پروژه و کیفیت خدمات‌رسانی زیرساخت‌های حمل‌ونقل (مترو، اتوبوس شهری و BRT) را فراهم کند و درنهایت، به ارتقای ابعاد کیفیت دسترسی به فضاهای عمومی شهری (نفوذپذیری، کاهش زمان سفر و عدالت دسترسی) منجر شود.

جدول شماره ۱، چهارچوب مفهومی پیوند دانش طراحی شهری و مدیریت ریسک پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی
در ارتقای کیفیت دسترسی فضاهای عمومی

مؤلفه‌های دانش طراحی شهری مرتبط با دسترسی	کانون توجه در مدیریت ریسک پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی	ریسک‌ها و شاخص‌های متناظر در پژوهش	نقش مورد انتظار در کیفیت اجرای پروژه و خدمت‌رسانی حمل‌ونقل عمومی	پیامد نظری بر کیفیت دسترسی فضاهای عمومی
طراحی فنی و کالبدی شبکه و ایستگاه‌ها (هماهنگی طرح با شرایط کالبدی شهر، قابلیت اجرا، استانداردهای فنی)	کنترل عدم قطعیت‌های فنی در طراحی/ساخت/ بهره‌برداری	ریسک‌های فنی: نقص و خرابی تجهیزات، پیچیدگی سیستم، خطاهای طراحی، ضعف نگهداری	کاهش خرابی‌ها و توقف‌ها، افزایش قابلیت اطمینان زیرساخت، کاهش دوباره‌کاری و اصلاحات پس از اجرا	تقویت نفوذپذیری از طریق بهبود اتصال و پیوستگی شبکه؛ کاهش اختلالات مؤثر بر زمان سفر
طراحی مبتنی بر زمان سفر و سطح خدمت (فرکانس، پوشش، قابلیت اطمینان، کاهش زمان انتظار)	کاهش ریسک‌های ناشی از کمبود منابع و خطا در برآوردهای هزینه‌ای که به افت سطح خدمت منجر می‌شود	ریسک‌های مالی: محدودیت مالی/ اعتبارسنجی بخش خصوصی، هزینه‌های مناقصه، برآورد نادرست هزینه بهره‌برداری و نگهداشت پیش‌بینی غلط شاخص‌های عملکرد	کاهش تأخیرهای مالی، پیشگیری از افت کیفیت اجرا، پایداری در نگهداشت و تداوم ارائه خدمت	کاهش زمان سفر و بهبود دسترسی روزمره به فضاهای عمومی؛ کاهش نابرابری ناشی از افت خدمت در مناطق کم‌برخوردار (عدالت دسترسی)

مؤلفه‌های دانش طراحی شهری مرتبط با دسترسی	کانون توجه در مدیریت ریسک پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی	ریسک‌ها و شاخص‌های متناظر در پژوهش	نقش مورد انتظار در کیفیت اجرای پروژه و خدمت‌رسانی حمل‌ونقل عمومی	پیامد نظری بر کیفیت دسترسی فضاهای عمومی
حکمرانی طراحی شهری و هماهنگی نهادی (هم‌راستایی ضوابط، مجوزها، و ذی‌نفعان در پروژه‌های شهری)	مدیریت ریسک‌های مقرراتی و بین‌سازمانی که موجب توقف، تغییرات دیر هنگام و کندی اجرا می‌شود	ریسک‌های محیطی و مقرراتی سیاست‌ها و مقررات دولتی، نقش ذی‌نفعان، پیچیدگی اداری	تسهیل تصمیم‌گیری و صدور مجوز، کاهش توقف‌های اداری، افزایش انسجام اجرایی و کاهش تغییرات دیر هنگام	بهبود اتصال شبکه حمل‌ونقل به فضاهای عمومی در زمان مناسب؛ تقویت عدالت دسترسی از طریق کاهش شکاف خدمات بین محلات
طراحی شبکه خدمات حمل‌ونقل شهری (نقش خطوط اتوبوس/مترو/BRT در ساختار شهر)	تمرکز بر بهبود کیفیت عملکرد زیرساخت‌ها در خدمت‌رسانی به فضاهای عمومی	عملکرد پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی: عملکرد مترو، عملکرد اتوبوس شهری، عملکرد BRT	ارتقای کارایی، پوشش و قابلیت اطمینان خدمت در هر زیرساخت	ارتقای هم‌زمان ابعاد دسترسی: نفوذپذیری، کاهش زمان سفر، عدالت دسترسی
طراحی دسترسی فضاهای عمومی	هم‌افزایی طراحی شهری با عملکرد شبکه حمل‌ونقل برای دسترسی مؤثر	کیفیت دسترسی فضاهای عمومی: نفوذپذیری، کاهش زمان سفر، عدالت دسترسی	-	شاخص‌های نهایی کیفیت دسترسی فضاهای عمومی شهری

با توجه به توضیحات ارائه‌شده در بخش مبانی نظری و پیشینه تحقیق و همچنین با توجه به جدول ۱ می‌توان گفت مدیریت ریسک در شناسایی ریسک‌های فنی، مالی و محیطی و قانونی؛ ازجمله عوامل مهم و تأثیرگذار بر بهبود عملکرد پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی است. از سوی دیگر، عملکرد پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی بر کیفیت دسترسی فضاهای عمومی تأثیرگذار است. بدین ترتیب، شکل ۱ مدل مفهومی پژوهش حاضر را نشان می‌دهد.



شکل شماره ۱. مدل مفهومی پژوهش

روش‌شناسی و محدوده مطالعه

همان‌گونه که پیش‌تر بیان شد، هدف پژوهش شناسایی انواع ریسک‌های مرتبط با پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی در ارتقای کیفیت دسترسی فضاهای عمومی شهری است. اغلب پژوهش‌های گذشته عمدتاً به بررسی رابطه مستقیم میان مدیریت ریسک در شناسایی انواع ریسک‌های مالی، فنی و محیطی مقرراتی بر ارتقای عملکرد پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی (Liu et al., 2021; Xiang et al., 2022) و عملکرد پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی بر بهبود کیفیت دسترسی فضاهای عمومی شهری (Roos et al., 2024; Erdoğan & Kaya, 2024) و عملکرد پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی بر بهبود کیفیت دسترسی فضاهای عمومی شهری (Peimani & Kamalipour, 2020; Stojanovski, 2020; Tuvikene et al., 2023; Rossetti et al., 2020; Guo et al., 2024) تمرکز



داشته‌اند. پژوهش حاضر به صورت هم‌زمان اثر ریسک‌های فنی، محیطی و قانونی و مالی را بر کیفیت فضاهای عمومی از طریق عملکرد پروژه‌های حمل‌ونقل بررسی می‌کند.

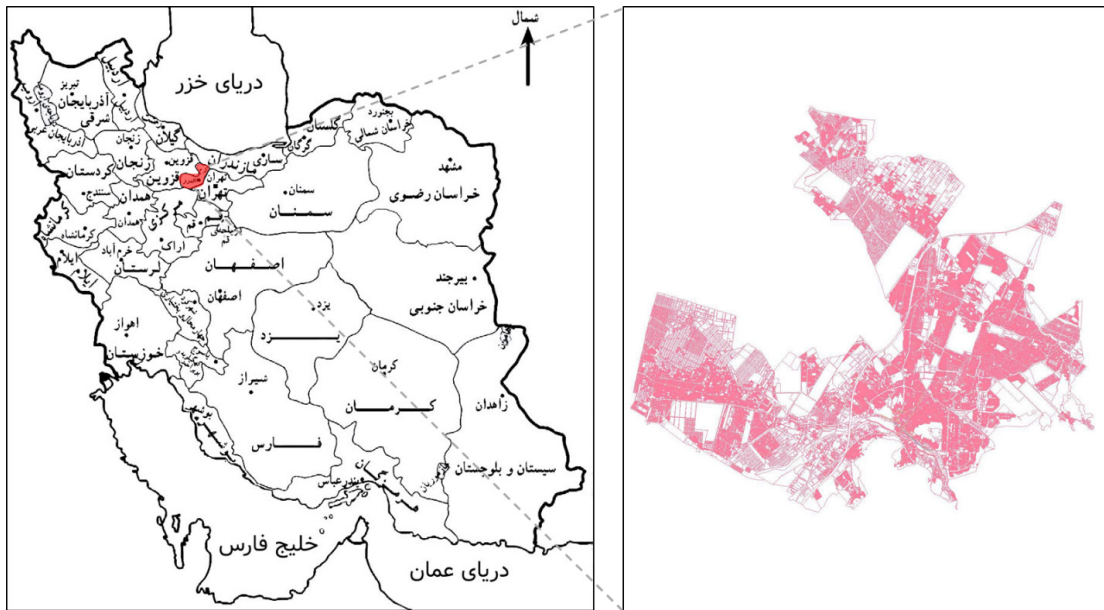
براین‌اساس در این پژوهش از روش معادلات ساختاری (SEM) با بهره‌گیری از نرم‌افزار Smart PLS استفاده می‌شود. این روش برای مدل‌های پیش‌بینی‌محور و مطالعات اکتشافی شامل متغیرهای نهفته مناسب است. در این راستا، متغیرها و شاخص‌های پژوهش از طریق مطالعات نظری استخراج شد که در جدول دو نشان داده شده است.

جدول شماره ۲. متغیرها و شاخص‌های پژوهش

متغیر	شناسه	شاخص‌ها	شناسه	منبع
ریسک‌های فنی ^{۱۳}	TR	نقص و خرابی تجهیزات	TR1	Liu et al., 2021; Erdoğan & Kayam, 2024; Qi et al., 2025; Flyvbjerg, 2014
		پیچیدگی سیستم‌های حمل‌ونقل	TR2	
		خطاهای طراحی	TR3	
		ضعف در نگهداری	TR4	
ریسک‌های مالی ^{۱۳}	FR	دشواری ارزیابی اعتبار بخش خصوصی و محدودیت مالی	FR1	Gad et al., 2022; Joshi et al., 2022; Qi et al., 2025; Zou et al., 2007
		هزینه‌های بالای فرایند مناقصه	FR2	
		برآورد نادرست هزینه‌های بهره‌برداری و نگاه‌داری	FR3	
		پیش‌بینی غلط شاخص‌های عملکرد پروژه	FR4	
ریسک‌های محیطی و مقرراتی ^{۱۴}	ERR	سیاست‌ها و مقررات دولتی	ERR1	Thamhain 2013; White, 2019; Fan et al., 2023
		نقش ذینفعان	ERR2	
		پیچیدگی اداری	ERR3	
کیفیت دسترسی فضاهای عمومی ^{۱۵}	PPTP	نفوذپذیری	PPTP1	Guo et al., 2020; Curtis & Scheurer, 2017; Peimani & Kamalipour, 2020
		کاهش زمان سفر	PPTP2	Pineda & Lira, 2019; Chowdhury et al., 2015; Miguel et al., 2025
		عدالت دسترسی	PPTP3	Foth et al., 2013; Ricciardi, 2015; Liu and Yu, 2025
عملکرد پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی ^{۱۶}	PoPTP	عملکرد مترو	PoPTP1	O'Connor & Caulfield, 2018;
		عملکرد اتوبوس شهری	PoPTP2	Sivakumaran et al., 2014; Guo et al., 2020
		عملکرد BRT	PoPTP3	نوروزی، ۱۳۹۳

براساس مدل مفهومی (شکل ۱) و جدول ۲، ریسک‌های فنی، مالی و محیطی و قانونی به عنوان متغیرهای مستقل شناسایی شد. عملکرد پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی به عنوان متغیر میانجی در نظر گرفته شد. کیفیت دسترسی فضاهای عمومی نیز به عنوان متغیر وابسته شناسایی گردید. نمونه مطالعه شهر کرج واقع در استان البرز است (شکل ۲). کرج به عنوان یکی از کلان‌شهرهای مهم ایران، در دهه‌های اخیر رشد قابل توجهی در فعالیت‌های عمرانی شهری تجربه کرده است. کرج طی سال‌های اخیر با رشد سریع جمعیت، توسعه کالبدی و فشار روزافزون بر شبکه حمل‌ونقل عمومی مواجه بوده است. این شهر در دهه گذشته مجموعه‌ای از پروژه‌های عمرانی حمل‌ونقل عمومی را تجربه کرده که شامل توسعه خطوط مترو، بهسازی و گسترش خطوط اتوبوس شهری و اجرای سامانه‌های BRT بوده است. در چنین بستری، عملکرد پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی مستقیماً بر کیفیت دسترسی به فضاهای عمومی اثر می‌گذارد و اهمیت تحلیل این رابطه را دوچندان می‌کند.





شکل شماره ۲. محدوده مطالعه

شهرداری کرج به عنوان نهاد اصلی تصمیم گیر، مجری و ناظر پروژه‌های عمرانی، بهترین منبع داده و مناسب‌ترین جامعه آماری برای شناسایی ریسک‌ها و ارزیابی عملکرد پروژه‌هاست. کارشناسان و مدیران این سازمان بیشترین مواجهه را با فرایندهای طراحی، اجرا، تأمین مالی و مدیریت ریسک پروژه‌های حمل و نقل دارند. براین اساس، جامعه آماری پژوهش شامل کارشناسان، مدیران پروژه و کارکنان درگیر در پروژه‌های عمرانی و حمل و نقل عمومی در شهرداری کرج است. این افراد به دلیل شناخت مستقیم از چالش‌های فنی، مالی و محیطی پروژه‌ها، معتبرترین پاسخ‌دهندگان برای ارزیابی متغیرهای مدل پژوهش محسوب می‌شوند.

با توجه به تخصصی بودن موضوع و ضرورت انتخاب پاسخ‌دهندگان دارای تجربه و آگاهی مستقیم از پروژه‌های حمل و نقل عمومی، در این پژوهش از روش نمونه‌گیری غیرتصادفی هدفمند (قضاوتی) استفاده شد. به این معنا که پرسش‌نامه‌ها صرفاً در اختیار افرادی قرار گرفت که در شهرداری کرج در حوزه‌های مرتبط با پروژه‌های حمل و نقل عمومی فعالیت داشتند و در یکی از مراحل طراحی، اجرا، نظارت، تأمین مالی یا مدیریت ریسک پروژه‌ها نقش یا مشارکت مستقیم داشتند. معیار ورود به نمونه شامل داشتن مسئولیت یا تجربه مرتبط با پروژه‌های حمل و نقل عمومی شهری و آشنایی کافی با چالش‌های فنی، مالی و محیطی پروژه‌ها بود.

برای تعیین حداقل حجم نمونه مورد نیاز، دستورالعمل‌های ارائه شده توسط Marcoulides و Saunders (2006) به کار گرفته شد. توصیه‌های آن‌ها براساس بیشترین تعداد بیکان‌های ورودی به یک متغیر نهفته در مدل معادلات ساختاری است و معیار قابل اعتمادی برای کفایت حجم نمونه در تحلیل‌های PLS-SEM ارائه می‌دهد. براساس مدل مفهومی این پژوهش و تعداد مسیرهای ساختاری مرتبط با متغیرهای میانجی، حجم نمونه لازم ۵۹ نفر برآورد شد که برای اطمینان بیشتر پرسش‌نامه به ۷۰ نفر داده شد. بنابراین، پرسش‌نامه‌ای ساختاریافته طراحی و در میان کارشناسان واجد شرایط در شهرداری کرج که آگاهی مستقیم یا مشارکت در پروژه‌های عمرانی فعال داشتند، توزیع شد (جدول ۳).

جدول شماره ۳. ویژگی‌های جمعیت‌شناختی پاسخ‌دهندگان

متغیر	طبقه‌بندی	تعداد	درصد
جنسیت	مرد	۴۸	۶۸٫۶٪
	زن	۲۲	۳۱٫۴٪
تحصیلات	کارشناسی	۲۸	۴۰٪
	کارشناسی ارشد	۳۱	۴۴٫۳٪
	دکتری	۱۱	۱۵٫۱۷٪

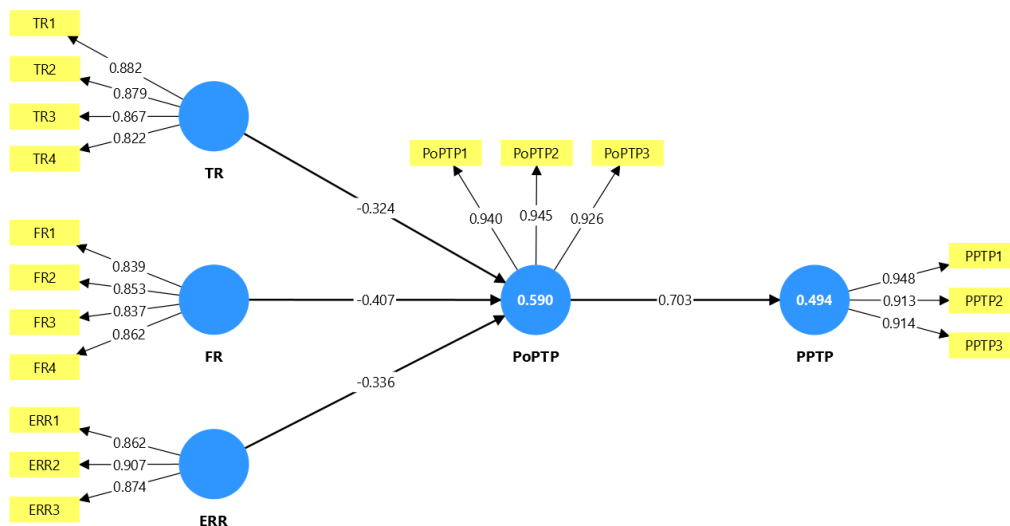


متغیر	طبقه بندی	تعداد	درصد
موقعیت شغلی	مدیر پروژه	۱۴	۲۰٪
	نماینده پیمانکار	۱۱	۱۵٫۷٪
	کارشناس/کادر فنی	۴۵	۶۴٫۳٪
سابقه کار	۵-۰ سال	۱۲	۱۷٫۱٪
	۶-۱۰ سال	۲۴	۳۴٫۳٪
	۱۱-۱۵ سال	۲۰	۲۸٫۶٪
	بیش از ۱۵ سال	۱۴	۲۰٪

یافته‌ها

مدل‌یابی معادلات ساختاری (*SEM*) با رویکرد حداقل مربعات جزئی (*PLS*) در دو مرحله اصلی انجام می‌شود: ارزیابی مدل اندازه‌گیری (مدل بیرونی) و ارزیابی مدل ساختاری (مدل درونی). مدل اندازه‌گیری و پایایی و روایی سازه‌های پژوهش و شاخص‌های مربوط به آن‌ها را ارزیابی می‌کند؛ درحالی‌که مدل ساختاری برای بررسی فرضیه‌ها و روابط علی میان متغیرهای نهفته به کار می‌رود.

براین اساس، شکل ۳ بارهای عاملی گویه‌های اندازه‌گیری را نشان می‌دهد. همان‌گونه که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، تمامی بارهای عاملی از آستانه پیشنهادی ۰٫۴۰ فراتر هستند که نشان می‌دهد شاخص‌ها سطح قابل قبولی از هم‌گرایی و نمایندگی سازه مربوطه را دارا هستند. بنابراین هیچ‌یک از شاخص‌ها از مدل حذف نشدند و مدل اندازه‌گیری برای تحلیل‌های بعدی از سطح مناسبی از پایایی شاخص‌ها برخوردار است.



شکل شماره ۳. بارهای عاملی، ضرایب مسیر روابط و مقادیر R^2 موجود در مدل خروجی SmartPLS

برای ارزیابی روایی سازه در مدل اندازه‌گیری، فروئل و لاکر (۱۹۸۱) سه معیار کلیدی را پیشنهاد کرده‌اند:
 ۱. پایایی شاخص‌ها^{۱۸}: هر شاخص باید بار عاملی معنادار و ترجیحاً بزرگ‌تر از ۰٫۶۰ داشته باشد تا تأیید کند که گویه به‌طور مناسب سازه نهفته مربوطه را بازنمایی می‌کند (Hair et al., 2022).

۲. پایایی ترکیبی^{۱۸}: این شاخص نسبت مجموع بارهای عاملی به توان دو به مجموع بارهای عاملی به توان دو به علاوه واریانس خطاست. پایایی ترکیبی به‌عنوان جایگزینی برتر برای آلفای کرونباخ شناخته می‌شود و باید بیشتر از ۰٫۷۰ باشد تا ثبات درونی مناسب سازه را نشان دهد. این شاخص میزان انسجام درونی سازه‌ها را بازتاب می‌دهد.

۳. میانگین واریانس استخراج‌شده^{۱۹} AVE: نشان‌دهنده نسبت واریانس شاخص‌هاست که توسط سازه نهفته تبیین می‌شود. مقدار حداقلی ۰٫۵۰ مورد نیاز است و مقادیر بالاتر از این آستانه بیانگر روایی هم‌گرایی مطلوب است (Fornell & Larcker, 1981).



همان‌گونه که در جدول ۴ نشان داده شده، مقادیر مربوط به آلفای کرونباخ، پایایی ترکیبی، شاخص AVE و شاخص rho-A برای تمامی سازه‌ها محاسبه شده است. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که سازه‌ها از روایی هم‌گرا و ثبات درونی مناسب برخوردارند.

جدول شماره ۴. نتایج روایی و پایایی پرسش‌نامه براساس خروجی SmartPLS

شناسه	توضیحات	آلفای کرونباخ	rho-A	CR	AVE
TR	ریسک فنی	۰,۸۸۶	۰,۸۹۷	۰,۹۲۱	۰,۷۴۴
FR	ریسک مالی	۰,۸۷۰	۰,۸۷۳	۰,۹۱۱	۰,۷۱۹
ERR	ریسک محیطی و مقرراتی	۰,۸۵۷	۰,۸۷۶	۰,۹۱۳	۰,۷۷۶
PoPTP	عملکرد پروژه	۰,۹۳۱	۰,۹۳۲	۰,۹۵۶	۰,۸۷۸
PPTP	دسترسی فضاهای عمومی	۰,۹۱۶	۰,۹۱۸	۰,۹۴۷	۰,۸۵۶

جدول ۵ ضرایب هم‌بستگی میان سازه‌ها را همراه با شاخص روایی تشخیصی ارائه می‌کند. مقادیر قطری این ماتریس متناظر با ریشه دوم میانگین واریانس استخراج‌شده (AVE) برای هر سازه هستند. برای تأیید روایی تشخیصی، مقدار AVE هر سازه باید بزرگ‌تر از تمامی ضرایب هم‌بستگی آن سازه با سایر سازه‌ها باشد (Fornell & Larcker, 1981). همان‌گونه که در جدول مشاهده می‌شود، مقادیر قطری بیشترین مقادیر را تشکیل می‌دهند که نشان می‌دهد سازه‌های پژوهش از روایی تشخیصی مناسب برخوردارند.

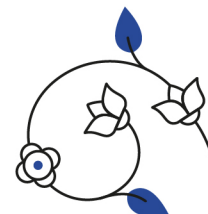
جدول شماره ۵. نتایج روایی تشخیصی (آزمون فروئل-لارکر)

	ERR	FR	PPTP	PoPTP	TR
ERR	۰,۸۸۱				
FR	۰,۳۴۲	۰,۸۴۸			
PPTP	۰,۵۲۱	۰,۴۰۸	۰,۹۲۵		
PoPTP	۰,۵۷۴	۰,۶۷۰	۰,۷۶۱	۰,۹۳۷	
TR	۰,۲۲۰	۰,۳۵۳	۰,۵۲۹	۰,۵۶۰	۰,۸۶۳

نتایج تحلیل هم‌بستگی نشان داد که متغیرهای مورد بررسی دارای روابط معنادار و مناسب با یکدیگر هستند. به‌طور مشخص، ضرایب هم‌بستگی میان سازه‌ها کمتر از ریشه دوم میانگین واریانس استخراج‌شده ($\sqrt{AVE}$) بودند که این موضوع نشان‌دهنده روایی تشخیصی کافی و متمایز بودن سازه‌ها از یکدیگر است. این یافته‌ها تأیید می‌کنند که هر سازه به‌طور مستقل از سازه‌های دیگر عمل می‌کند و شاخص‌های اندازه‌گیری هر سازه توانایی لازم برای تمایزگذاری را دارد.

همچنین شکل ۲ ضرایب استاندارد شده رگرسیونی را نشان می‌دهد. این ضرایب بزرگی اثر متغیر مستقل بر متغیر وابسته را بیان می‌کنند و در بازه ۱- تا ۱+ قرار دارند. هرچه مقدار ضریب به ۱+ نزدیک‌تر باشد، اثر مستقیم و قوی‌تر است؛ هرچه به ۱- نزدیک‌تر شود، اثر قوی اما معکوس خواهد بود و هرچه مقدار آن به صفر نزدیک شود، اثر ضعیف‌تر و کم‌اهمیت‌تر است. براین اساس، شکل ۲ مسیرها و ضرایب متناظر با آن‌ها را نمایش می‌دهد.

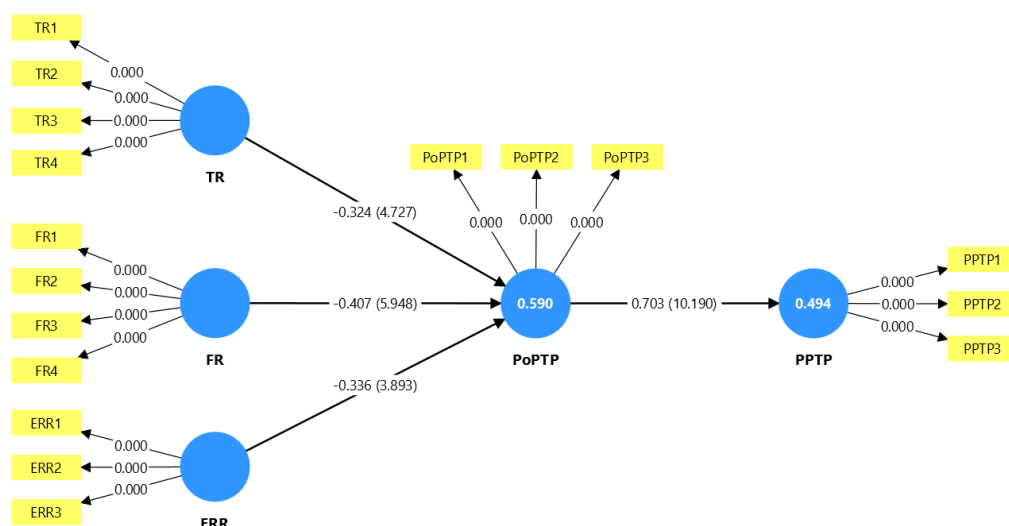
برای ارزیابی برازش کلی مدل، از شاخص باقی‌مانده استاندارد شده میانگین مربعات (SRMR) استفاده می‌شود. شاخص SRMR به‌عنوان اختلاف میان هم‌بستگی‌های مشاهده شده و ماتریس هم‌بستگی ضمنی مدل تعریف می‌شود. اگر مقدار SRMR کمتر از ۰,۱۰ باشد، نشان‌دهنده برازش مطلوب مدل است. برخی پژوهشگران آستانه سخت‌گیرانه‌تری برابر با ۰,۰۸ پیشنهاد کرده‌اند؛ بدین معنا که مقدار شاخص باید کمتر از ۰,۰۸ باشد (Hu and Bentler, ۱۹۹۸). هنزلر و همکاران نیز شاخص SRMR را معیار مناسبی برای مدل‌یابی معادلات ساختاری با رویکرد PLS معرفی کرده‌اند که قادر است از خطای مشخص سازی مدل جلوگیری کند (Henseler et al., ۲۰۱۴). براساس جدول ۶، مقدار شاخص SRMR در بازه قابل قبول قرار دارد که نشان‌دهنده برازش مناسب مدل است.



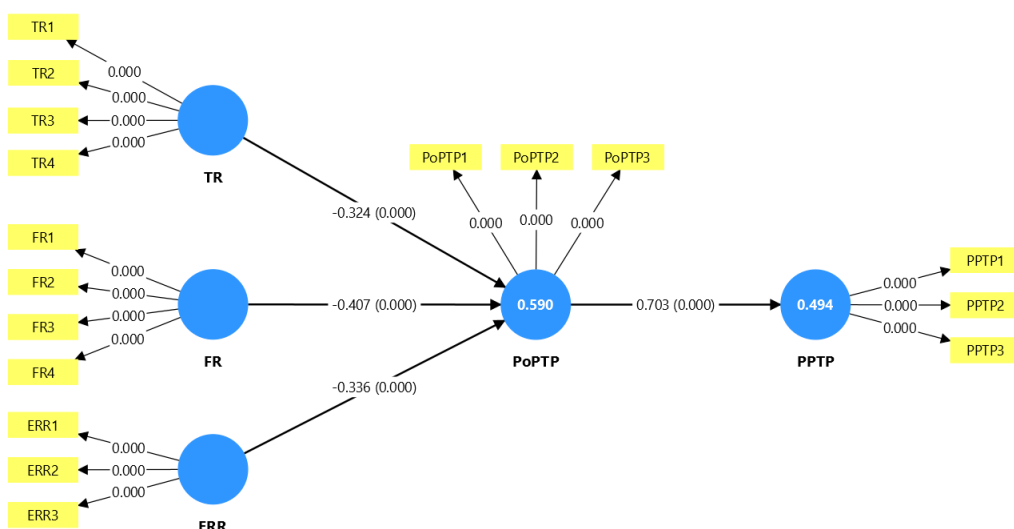
جدول شماره ۶. شاخص‌های برازش پژوهش

شاخص برازش	معیار	نتیجه
SRMR	> 0.08	۰.۰۷۲

شکل‌های ۴ و ۵ و همچنین جدول ۷، نتایج آزمون فرضیه‌های پژوهش را ارائه می‌کنند. براساس معیارهای آماری، یک فرضیه زمانی تأیید می‌شود که مقدار t بزرگ‌تر از ۱.۹۶ باشد؛ در این حالت، فرضیه با سطح اطمینان ۹۵ درصد (سطح خطای ۵ درصد) قابل پذیرش است. علاوه بر این، برای ارزیابی فرضیه‌ها از مقدار p نیز استفاده می‌شود: اگر مقدار p کمتر از ۰.۰۵ باشد، فرضیه مربوطه تأیید می‌شود؛ اما اگر مقدار آن بزرگ‌تر از ۰.۰۵ باشد، فرضیه رد خواهد شد.



شکل شماره ۴. ضرایب مسیر و مقادیر T خروجی SMART PLS



شکل شماره ۵. ضرایب مسیر و مقادیر p خروجی SMART PLS

جدول شماره ۷، نتایج آزمون فرضیه‌های اصلی پژوهش

فرضیه	ضریب مسیر	p-value	T-value	نتیجه فرضیه
TR → PoPTP	-۰٫۳۲۴	۰٫۰۰۰	۴٫۷۲۷	معنادار
FR → PoPTP	-۰٫۴۰۷	۰٫۰۰۰	۵٫۹۴۸	معنادار
ERR → PoPTP	-۰٫۳۳۶	۰٫۰۰۰	۳٫۸۹۳	معنادار
PoPTP → PTPP	۰٫۷۰۳	۰٫۰۰۰	۱۰٫۱۹۰	معنادار

مطابق جدول ۸ و شکل ۶ نتایج فرضیه‌های فرعی پژوهش ارائه شده است.

جدول ۸، نتایج آزمون فرضیه‌های فرعی پژوهش

فرضیه	ضریب مسیر	p-value	T-value	نتیجه فرضیه
TR → PoPTP → PTPP	-۰٫۲۲۷	۰٫۰۰۰	۴٫۳۵۹	معنادار
ERR → PoPTP → PTPP	-۰٫۲۳۶	۰٫۰۰۰	۳٫۵۸۰	معنادار
FR → PoPTP → PTPP	-۰٫۲۸۶	۰٫۰۰۰	۴٫۸۲۸	معنادار

	Original sample (O)	Sample mean (M)	Standard deviation (STDEV)	T statistics (O/STDEV)	P values
TR -> PoPTP -> PTPP	-0.227	-0.230	0.052	4.359	0.000
ERR -> PoPTP -> PTPP	-0.236	-0.233	0.066	3.580	0.000
FR -> PoPTP -> PTPP	-0.286	-0.286	0.059	4.828	0.000

شکل شماره ۶. ضریب معناداری فرضیه‌های فرعی، خروجی SMART PLS

برای تعیین نوع میانجی‌گری، اثر مستقیم متغیرهای ریسک فنی، مالی و محیطی و مقرراتی بر دسترسی فضاهای عمومی بررسی شد که معنادار نبود: مقدار T-value به ترتیب برای مسیرهای FR، TR و ERR به PTPP برابر ۰٫۱۷۸، ۰٫۰۸۸ و ۰٫۱۵۷- بود. بنابراین، نوع میانجی‌گری کامل شناسایی شده است. به این معنا که ریسک‌های پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی به صورت مستقیم توان توضیح‌دهی تغییرات کیفیت دسترسی فضاهای عمومی را ندارند؛ اما از مسیر عملکرد پروژه‌ها اثرگذاری کامل و معناداری بر کیفیت دسترسی دارند. درواقع، تمام تأثیر ریسک‌ها بر کیفیت دسترسی، از طریق متغیر میانجی عملکرد پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی منتقل می‌شود و این متغیر نقش کلیدی در انتقال اثرات ریسک‌ها ایفا می‌کند.

بحث و نتیجه‌گیری

رشد شتابان شهرنشینی ضرورت توجه به پروژه‌های عمرانی، به‌ویژه پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی را دوچندان کرده است. عملکرد پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی بر بهبود کیفیت دسترسی فضاهای عمومی تأثیر زیادی دارد. از سوی دیگر، عملکرد مطلوب این پروژه‌ها خود تحت تأثیر مجموعه‌ای از ریسک‌های فنی، مالی و محیطی قانونی قرار می‌گیرد. یافته‌های پژوهش حاضر که بر پایه تحلیل معادلات ساختاری و با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده از مدیران پروژه، نمایندگان پیمانکار و کارشناسان شهرداری کرج به دست آمده است، ابعاد این روابط را روشن می‌سازد. در این راستا، پژوهش حاضر نشان داد ریسک‌های مالی شامل دشواری ارزیابی اعتبار بخش خصوصی، محدودیت‌های مالی شهرداری، هزینه‌های بالای مناقصه، برآورد نادرست هزینه‌های بهره‌برداری و پیش‌بینی غلط شاخص‌های عملکرد پروژه، بیشترین اثر منفی را بر عملکرد پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی در کرج دارد. افزایش این ریسک‌ها مستقیماً باعث کندی پیشرفت، کاهش کیفیت اجرا و افزایش تأخیر در بهره‌برداری پروژه‌ها می‌شود. این یافته با مطالعات پیشین همسوست (Gad et al., 2022; Joshi et al., 2022; Qi et al., 2025; Zou et al., 2007). به‌طور مثال، Gad و همکاران (۲۰۲۲) نشان دادند در شرایط اقتصادی بی‌ثبات، ریسک‌های مالی می‌توانند عامل اصلی شکست یا تأخیر پروژه‌های حمل‌ونقل شهری باشند. در شهر کرج، وابستگی زیاد پروژه‌ها به بودجه‌های دولتی و شهرداری، نوسانات شدید اقتصادی،



محدودیت‌های نقدینگی و تأخیرهای ساختاری در تخصیص اعتبارات سبب شده است اثر ریسک‌های مالی بر عملکرد پروژه‌ها پررنگ‌تر از سایر انواع ریسک باشد. از این رو طبیعی است که وزن ریسک‌های مالی از ریسک‌های فنی و محیطی بیشتر نمایان شود. در مقابل، نتایج نشان داد ریسک‌های فنی شامل نقص تجهیزات، پیچیدگی سیستم‌ها، خطاهای طراحی و ضعف نگهداری، در مقایسه با ریسک‌های مالی و محیطی قانونی، اثر منفی کمتر، اما همچنان معناداری بر عملکرد پروژه‌ها دارند. این نتیجه در سطح کلی با پژوهش‌هایی که بر نقش خطاهای طراحی، پیچیدگی سیستم و نقص تجهیزات در تضعیف عملکرد پروژه‌های ریلی یا حمل‌ونقل تأکید کرده‌اند همسوست (Liu et al., 2021; Erdoğan & Kayam, 2024; Qi et al., 2025; Flyvbjerg, 2014). با این حال، نسبت اثر کمتر ریسک‌های فنی در کرج می‌تواند با این واقعیت توضیح داده شود که بخشی از پروژه‌ها «تدریجی» اجرا شده و در برخی زیرسامانه‌ها، به ویژه اتوبوس شهری، فناوری و عملیات نسبتاً آشناست. در مقابل، در پروژه‌های ریلی یا پروژه‌های با فناوری پیچیده‌تر در برخی کشورها، ریسک‌های فنی می‌تواند سهم بیشتری از تضعیف عملکرد داشته باشد؛ زیرا نیازمند هماهنگی‌های فنی سیستمی و استانداردهای سخت‌گیرانه‌تر است (Liu et al., 2021). پس می‌توان گفت تفاوت وزن ریسک‌های فنی در کرج نسبت به برخی مطالعات جهانی، بیشتر یک تفاوت زمینه‌ای و وابسته به سطح پیچیدگی فنی و ساختار بهره‌برداری است.

در بخش دیگر نتایج، مشخص شد عملکرد پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی تأثیر مثبت و بسیار قوی بر بهبود کیفیت دسترسی به فضاهای عمومی دارد. مطالعات مربوط به توسعه شبکه‌های ریلی نشان داده‌اند که افزایش اتصال شبکه و یکپارچگی فضایی، نفوذپذیری و امکان انتخاب مسیر را تقویت می‌کند (Guo et al., 2020). همچنین یکپارچگی مدها و توسعه شبکه ریلی می‌تواند دامنه فعالیت شهروندان و دسترسی‌پذیری را افزایش دهد (Curtis & Scheurer, 2017). با وجود این، یافته این پژوهش که «اتوبوس شهری» در کرج بیشترین نقش را در ارتقای دسترسی دارد، می‌تواند در مقایسه با برخی شهرهای دارای شبکه مترو که اثر مترو غالب است، متفاوت تفسیر شود. در کرج، گستردگی شبکه اتوبوس، انعطاف‌پذیری مسیرها، هزینه توسعه پایین‌تر و امکان پوشش دهی سریع‌تر محلات، سبب شده است اثر ادراک‌شده اتوبوس بر دسترسی به فضاهای عمومی از مترو و BRT بالاتر باشد؛ در حالی که در شهرهایی با پوشش بالای مترو و فرکانس بالا، انتظار می‌رود وزن اثر مترو بر کاهش زمان سفر و دسترسی‌پذیری برجسته‌تر باشد (Pineda & Lira, 2019).

همچنین مشخص شد که نفوذپذیری بیشترین میزان تأثیر را از عملکرد پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی دارد. در کرج، با توجه به اینکه برخی از محلات با گسست‌های کالبدی، تراکم ساختمانی، شیب‌بندی ناهموار و خیابان‌های کم‌عرض مواجهند، عملکرد بهتر شبکه حمل‌ونقل عمومی مستقیماً موجب افزایش پیوستگی فضایی و نفوذپذیری شبکه شهری شده و دسترسی شهروندان به فضاهای عمومی (پارک‌ها، میدان‌ها و مراکز خدماتی) را تسهیل می‌کند. این نتیجه با مطالعات Guo et al. (2020) و Curtis & Scheurer (2017) هم‌راستا است. در عین حال، یافته‌های پیمانی و کمالپور (۲۰۲۰) نشان می‌دهد که افزایش دسترسی در مجاورت ایستگاه‌ها لزوماً به سرزندگی و کیفیت تجربه شهری منجر نمی‌شود؛ مگر اینکه «عناصر جذب‌کننده» و «تنوع کاربری» پیرامون ایستگاه وجود داشته باشد. این نکته شرطی زمینه‌ای برای تفسیر نتایج کرج است؛ یعنی اگرچه عملکرد حمل‌ونقل نفوذپذیری شبکه را افزایش می‌دهد، اما تحقق کامل پیامدهای کیفی در فضاهای عمومی می‌تواند به کیفیت طراحی پیرامونی، کاربری زمین و طراحی شهری وابسته باشد. نتیجه حاضر نشان می‌دهد سیاست‌های مکمل شهری برای بهره‌برداری از مزایای نفوذپذیری ضروری است.

براین اساس، هر چهار فرضیه پژوهش تأیید می‌شود:

- شناسایی ریسک‌های فنی تأثیر معناداری بر کیفیت دسترسی فضاهای شهری از طریق عملکرد پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی دارد.
- شناسایی ریسک‌های مالی تأثیر معناداری بر کیفیت دسترسی فضاهای شهری از طریق عملکرد پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی دارد.
- شناسایی ریسک‌های محیطی و مقرراتی تأثیر معناداری بر بهبود عملکرد پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی دارد.
- عملکرد پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی (مترو و بی‌آرتی و اتوبوس) تأثیر معناداری بر کیفیت دسترسی فضاهای شهری دارد.

از سوی دیگر، نتایج مسیرهای غیرمستقیم نشان داد ریسک‌های پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی به صورت مستقیم توان تبیین کیفیت دسترسی به فضاهای عمومی را ندارند؛ اما از طریق عملکرد پروژه‌ها، اثرگذاری کاملاً معنادار و قوی ایجاد می‌کنند. این یعنی هرگونه افزایش در ریسک‌های فنی، مالی یا محیطی مقرراتی ابتدا باعث تضعیف عملکرد سیستم حمل‌ونقل می‌شود و این تضعیف عملکرد است که در نهایت کیفیت دسترسی فضاهای عمومی را کاهش می‌دهد. به بیان دیگر، عملکرد پروژه‌ها حلقه واسط و کلیدی درباره میان ریسک‌ها و کیفیت دسترسی است. نهایتاً با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر، پیشنهادهای کاربردی (جدول ۹) در قالب «هدف راهبردی سیاست طراحی شهری» ارائه می‌شود:

جدول شماره ۹. پیشنهادهای کاربردی برای ارتقای کیفیت دسترسی فضاهای عمومی شهری مبتنی بر مدیریت ریسک پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی

هدف	راهبرد	سیاست‌های طراحی شهری/اجرایی
کاهش اثر ریسک‌های مالی و ارتقای عملکرد پروژه‌ها	تقویت نظام تأمین مالی و مدیریت بودجه پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی	(۱) استقرار نظام بودجه‌ریزی مرحله‌ای و مبتنی بر پیشرفت برای کاهش توقف‌های مالی؛ (۲) به‌روزرسانی نظام برآورد هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداشت و جلوگیری از کم‌برآوردی؛ (۳) بازطراحی فرایند مناقصه برای کاهش هزینه و زمان مناقصه و افزایش رقابت‌پذیری؛ (۴) تعریف شاخص‌های عملکرد قابل‌سنجش و واقع‌بینانه برای جلوگیری از پیش‌بینی غلط؛ (۵) تدوین سازوکارهای ارزیابی اعتبار و ظرفیت مالی بخش خصوصی در قراردادهای مشارکتی
کاهش ریسک‌های فنی و افزایش قابلیت اطمینان شبکه	ارتقای کیفیت طراحی، ساخت و نگهداشت زیرساخت‌ها	(۱) الزام کنترل کیفیت طراحی و کاهش خطاهای طراحی از طریق بازبینی‌های مرحله‌ای و ممیزی فنی؛ (۲) استانداردسازی نگهداشت پیشگیرانه برای کاهش خرابی تجهیزات؛ (۳) ساده‌سازی کردن اجزای سیستم برای مدیریت پیچیدگی سیستم و کاهش وابستگی‌های بحرانی؛ (۴) تعریف شاخص‌های «قابلیت اطمینان بهره‌برداری» جهت اثرگذاری مستقیم بر کاهش زمان سفر و پایداری دسترسی.
کاهش ریسک‌های محیطی مقرراتی و تسریع اجرا	بهبود حکمرانی پروژه و یکپارچگی نهادی	(۱) شفاف‌سازی و تثبیت چهارچوب مقرراتی/دستورالعمل‌های اجرایی برای کاهش توقف‌های ناشی از تفسیرهای متناقض؛ (۲) ایجاد سازوکار هماهنگی ذی‌نفعان (کمیته مشترک شهرداری-اپراتور-پیمانکار) جهت کاهش تعارض و بهبود تصمیم‌گیری
ارتقای سریع دسترسی	تقویت شبکه اتوبوس شهری به عنوان مؤثرترین اهرم بهبود دسترسی	(۱) افزایش پوشش محله‌ای و بازچینش خطوط برای اتصال مستقیم‌تر به فضاهای عمومی (پارک‌ها، میدان‌ها، مراکز خدماتی)؛ (۲) کاهش زمان انتظار با افزایش ناوگان و بهینه‌سازی زمان بندی؛ (۳) ارتقای کیفیت ایستگاه‌ها و دسترسی‌پذیری آن‌ها (ایمنی، سایه، روشنایی، دسترسی سالمندان) برای تقویت استفاده و عدالت دسترسی.
ارتقای نفوذپذیری به عنوان متأثرترین بعد دسترسی	طراحی مداخلات کالبدی فضایی پیرامون شبکه حمل‌ونقل	(۱) افزایش پیوستگی شبکه پیاده و حذف گسست‌های کالبدی بین ایستگاه‌ها و فضاهای عمومی (مسیرهای کوتاه، ایمن و مستقیم)؛ (۲) مکان‌یابی ایستگاه‌های جدید/توقفگاه‌های میانی نزدیک فضاهای عمومی پرتدد؛ (۳) اصلاح هندسه معابر، گذرهای عرضی و دسترسی‌های محلی برای افزایش گزینه‌های مسیر و کوتاه‌سازی مسافت پیاده؛ (۴) تقویت هم‌پیوندی حمل‌ونقل عمومی با مسیر دوچرخه و پیاده‌راه‌ها در پیرامون فضاهای عمومی.
تقویت عدالت دسترسی و کاهش شکاف محلات	اولویت‌بخشی به محلات کم‌برخوردار در سرمایه‌گذاری و خدمات	(۱) تعریف معیار «کم‌برخوردار» دسترسی و تخصیص اولویت توسعه خطوط اتوبوس/BRT به محلات با دسترسی محدود؛ (۲) بازتوزیع خدمات و بهبود فرکانس در ساعات اوج برای گروه‌های وابسته به حمل‌ونقل عمومی؛ (۳) سیاست‌های قیمت‌گذاری/تخفیف هدفمند برای گروه‌های کم‌برخوردار (در صورت امکان نهادی)؛ (۴) اتصال برنامه توسعه فضاهای عمومی با برنامه توسعه شبکه حمل‌ونقل (هم‌مکانی پروژه‌های فضای عمومی و ایستگاه‌ها).

در این پژوهش، با وجود معناداری نتایج، دو محدودیت اصلی وجود دارد که در تفسیر یافته‌ها باید مدنظر قرار گیرد. نخست، داده‌ها صرفاً از خبرگان و عوامل اجرایی (کارشناسان و مدیران شهرداری و افراد مرتبط با پروژه‌ها) گردآوری شده و دیدگاه شهروندان و کاربران حمل‌ونقل عمومی در سنجش کیفیت دسترسی فضاهای عمومی وارد مدل نشده است؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آتی با رویکرد چندذی‌نفعی، ارزیابی شهروندان را نیز در کنار دیدگاه خبرگان لحاظ کنند. دوم، مطالعه حاضر به صورت موردی در شهر کرج انجام شده و ویژگی‌های مقیاس، ساختار فضایی و سطح توسعه شبکه حمل‌ونقل این شهر می‌تواند بر شدت و الگوی روابط اثرگذار باشد؛ از این رو پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده، نتایج در شهرهای با مقیاس و ساختار متفاوت تکرار شود یا در قالب مطالعات مقایسه‌ای بین‌شهری آزمون شود تا قابلیت تعمیم مدل تقویت گردد.



بیانیه‌ها

تعارض منافع: نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ تضاد منافی 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.

موافقت اخلاقی: این پژوهش شامل آزمایش‌های بالینی روی انسان‌ها یا حیوانات نبوده و از داده‌های حساس یا پزشکی استفاده نکرده است.

رضایت آگاهانه: تمام شرکت‌کنندگان در این پژوهش رضایت آگاهانه خود را به صورت کتبی اعلام کرده‌اند.

مشارکت نویسندگان: ایده‌پردازی و طراحی مطالعه: احسان علوانی، سید امیرحسین هاشمی، رضا فرخ‌زاد؛ گردآوری داده‌ها: احسان علوانی؛ تجزیه و تحلیل داده‌ها: احسان علوانی؛ نگارش نسخه اولیه: احسان علوانی؛ بازبینی و اصلاح مقاله: احسان علوانی، سید امیرحسین هاشمی، رضا فرخ‌زاد؛ تأیید نهایی: تمام نویسندگان نسخه نهایی مقاله را تأیید کرده‌اند.

تشکر و قدردانی: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

پی نوشت

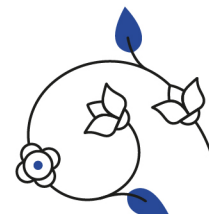
- 1- Liu
- 2- Erdoğan & Kaya
- 3- Chowdhury
- 4- Ricciardi
- 5- Liu et al
- 6- Urban Rail Transit
- 7- Erdoğan & Kaya
- 8- Qi et al
- 9- White
- 10- Fan et al
- 11- Joshi et al
- 12- Technical Risks
- 13- Financial Risks
- 14- Environmental and Regulatory Risks
- 15- Public Space Accessibility Quality
- 16- Performance of Public Transportation Projects
- 17- Indicator Reliability
- 18- Composite Reliability: CR
- 19- Average Variance Extracted



منابع

- شاهپوندی، احمد، و صفری فروشانی، شیرین. (۱۳۹۸). مدل‌سازی نقش سیستم حمل‌ونقل عمومی در میزان حضور افراد دارای ناتوانی در فضاهای شهری (مطالعه موردی: شهر اصفهان). مطالعات ناتوانی، ۹(۱)، ۰-۰. <https://sid.ir/paper/967878/fa-۰>.
- کاظمی، مبشر. حسینعلی، فرهاد. (۱۴۰۱). مسیریابی چندساختی مبتنی بر عامل در سیستم حمل‌ونقل عمومی. فصلنامه مهندسی حمل‌ونقل. دوره ۱۳، شماره ۳. ص ۱۷۹۳-۱۷۹۶.
- نوروزی، اصغر. (۱۳۹۳). ارزیابی عملکرد و سنجش میزان رضایتمندی از سیستم اتوبوسرانی سریع‌السير (BRT) در کلان‌شهر اصفهان. برنامه‌ریزی فضایی، ۴(۱)، ۱۶۸-۱۴۳.
- Akintoye, A. S., & MacLeod, M. J. (1997). Risk analysis and management in construction. *International journal of project management*, 15(1), 31-38. [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(96\)00035-X](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(96)00035-X)
- Aladağ H, Işık Z (2019), "Design and construction risks in BOT type mega transportation projects". *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. 26 No. 10 pp. 2223-2242, doi: <https://doi.org/10.1108/ECAM-08-2018-0351>
- Anciaes, P., & Jones, P. (2020). Transport policy for liveability—Valuing the impacts on movement, place, and society. *Transportation research part A: policy and practice*, 132, 157-173.

- Chowdhury, S., Ceder, A. A., & Schwalger, B. (2015). The effects of travel time and cost savings on commuters' decision to travel on public transport routes involving transfers. *Journal of Transport Geography*, 43, 151-159. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2015.01.009>
- Curtis, C., & Scheurer, J. (2017). Performance measures for public transport accessibility: Learning from international practice. *Journal of Transport and Land Use*, 10(1), 93-118. <http://www.jstor.org/stable/26211723>
- Erdoğan, M., & Kaya, İ. (2020). A systematic approach to evaluate risks and failures of public transport systems with a real case study for bus rapid system in Istanbul. *Sustainable cities and society*, 53, 101951. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101951>
- Fan, J., Mehmood, S., Hussain, I., Nazir, S., & Basit, A. (2023). Transport infrastructure environmental performance: the role of stakeholders, technological integration, government policies and lean supply chain management. *Frontiers in Environmental Science*, 11, 1322466. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1322466>
- Flyvbjerg, B. (2014). What you should know about megaprojects and why: An overview. *Project management journal*, 45(2), 6-19. <https://doi.org/10.1002/pm.21409>
- Foth, N., Manaugh, K., & El-Geneidy, A. M. (2013). Towards equitable transit: examining transit accessibility and social need in Toronto, Canada, 1996-2006. *Journal of transport geography*, 29, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.12.008>
- Gad, N. A., Abdel-Monem, M., El-Dash, K., & Abdel-Hamid, M. (2022). Modeling financial risk contributes to construction projects; case study of expansion food industries. *HBRC Journal*, 18(1), 85-106. <https://doi.org/10.1080/16874048.2022.2086779>
- Griffin, G. P., & Sener, I. N. (2016). Public transit equity analysis at metropolitan and local scales: A focus on nine large cities in the US. *Journal of Public Transportation*, 19(4), 126-143. <https://doi.org/10.5038/2375-0901.19.4.8>
- Guo, Z., Luo, K., Yan, Z., Hu, A., Wang, C., Mao, Y., & Niu, S. (2024). Assessment of the street space quality in the metro station areas at different spatial scales and its impact on the urban vitality. *Frontiers of Architectural Research*, 13(6), 1270-1287. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2024.06.006>
- Ingvarsson, J. B., & Nielsen, O. A. (2018). Effects of new bus and rail rapid transit systems—an international review. *Transport Reviews*, 38(1), 96-116. [10.1080/01441647.2017.1301594](https://doi.org/10.1080/01441647.2017.1301594)
- Joshi, K., Harper, C. M., Killingsworth, J., & Chen, S. (2022). Investigating Financial Risks Associated with Public-Private Partnerships for Transportation Project Delivery. In *Construction Research Congress 2022* (pp. 139-148).
- Liu, Z., & Yu, Z. (2025). Transport equity assessment based on accessibility disparities in terms of multi-job opportunities across Beijing. *Scientific Reports*, 15, 30878. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-15399-6>
- Liu, Z., Jiao, Y., Li, A., & Liu, X. (2021). Risk Assessment of Urban Rail Transit PPP Project Construction Based on Bayesian Network. *Sustainability*, 13(20), 11507. <https://doi.org/10.3390/su132011507>
- Mahadevia, D., Mukhopadhyay, C., Lathia, S., & Gounder, K. (2023). The role of urban transport in delivering Sustainable Development Goal 11: Learning from two Indian cities. *Heliyon*, 9(9), e19453. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19453>
- Mallqui, Y. Y. C., & Pojani, D. (2017). Barriers to successful Bus Rapid Transit expansion: Developed cities versus developing megacities. *Case studies on transport policy*, 5(2), 254-266.
- Miguel, I., Mendonça, J., Olivé, J., Sánchez-Martínez, G., & Cats, O. (2025). Assessing time savings as bus rapid transit is introduced in Barcelona: A bus network design approach. *Public Transport*, 17, 611-634. <https://doi.org/10.1007/s12469-024-00391-6>
- Mobasher Kazemi, F., & Hosseinali, F. (2022). Multi-modal agent-based path finding in public transportation system. *Quarterly Journal of Transportation Engineering*, 13(3), 1783-1796. <https://doi.org/10.22119/jte.2021.262810.2505> (in persian)
- Norouzi, A. (2014). Evaluation the Efficiency and People Satisfaction of Bus Rapid Transportation System in Isfahan megalopolis. *Spatial Planning*, 4(1), 143-168. (in persian)
- O'Connor, D., & Caulfield, B. (2018). Level of service and the transit neighbourhood-Observations from Dublin city



- and suburbs. *Research in transportation economics*, 69, 59-67. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2018.07.014>
- Peimani, N., & Kamalipour, H. (2020). Access and Forms of Urbanity in Public Space: Transit Urban Design Beyond the Global North. *Sustainability*, 12(8), 3495. <https://doi.org/10.3390/su12083495>
 - Pineda, C., & Lira, B. M. (2019). Travel Time Savings Perception and Well-Being through Public Transport Projects: The Case of Metro de Santiago. *Urban Science*, 3(1), 35. <https://doi.org/10.3390/urbansci3010035>
 - Qi, X., Huang, X., & Zhu, W. (2025). Evaluation for the operational risk factors of public transportation process based on entropy weighted-DEMATEL method. *PLoS One*, 20(5), e0323417. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0323417>
 - Ricciardi, A. M., Xia, J. C., & Currie, G. (2015). Exploring public transport equity between separate disadvantaged cohorts: A case study in Perth, Australia. *Journal of transport geography*, 43, 111-122. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2015.01.011>
 - Roos, E. C., Souza, J. S. D., & Kliemann Neto, F. J. (2024). Project risks and regulation in transport infrastructure: A study in Brazilian agencies concessions planning process. *Transportation research interdisciplinary perspectives* [recurso eletrônico]. [Oxford]. Vol. 23 (Jan. 2024), art. 101031, p. 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2024.101031>
 - Rossetti, S., Tiboni, M., Vetturi, D., Zazzi, M., & Caselli, B. (2020). Measuring pedestrian accessibility to public transport in urban areas: A GIS-based discretisation approach. *European Transport/Trasporti Europei*, (76).
 - Shahivandi A, Safari Foroushani S. (2019). Modeling the Role of Public Transport System in the Presence of Disabled Persons in Urban Spaces (Case Study: Isfahan City); 9 :49-49
 - URL: <http://jdisabilstud.org/article-1-882-fa.html> (in persian)
 - Shen, J., Ren, X., Wu, H., & Feng, Z. (2024). The Relationship between the Construction of Transportation Infrastructure and the Development of New Urbanization. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 13(6), 194. <https://doi.org/10.3390/ijgi13060194>
 - Shi, F. (2021). Research on accessibility and equity of urban transport based on multisource big data. *Journal of Advanced Transportation*, 2021(1), 1103331. <https://doi.org/10.1155/2021/1103331>
 - Sivakumaran, K., Li, Y., Cassidy, M., & Madanat, S. (2014). Access and the choice of transit technology. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 59, 204-221. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2013.09.006>
 - Stojanovski, T. (2020). Urban design and public transportation – public spaces, visual proximity and Transit-Oriented Development (TOD). *Journal of Urban Design*, 25(1), 134–154.
 - Thamhain, Hans. (2013). "Managing Risks in Complex Projects." *Project management journal* 44(2): 20–35.
 - Tuvikene, T., Sgibnev, W., Kęłowski, W., & Finch, J. (2023). Public transport as public space: Introduction. *Urban Studies*, 60(15), 2963-2978. <https://doi.org/10.1177/00420980231203106> (Original work published 2023)
 - White, P. (2019). The influence of regulatory environments on public transport service provision: A British case study. *Research in Transportation Business & Management*, 32, 100389. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2019.100389>
 - Xiang, P., Zhang, Q., Jiang, Q., & Liu, Z. (2022). Operational risk allocation in urban rail transit public-private partnership projects. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 900322. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.900322>
 - Xu, K., Wang, H., Wang, Z., & Mei, K. (2024). Distribution justice and regional equity of urban public transport Services: Evidence from China. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 126, 104033. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2023.104033>
 - Zou, P. X., Zhang, G., & Wang, J. (2007). Understanding the key risks in construction projects in China. *International journal of project management*, 25(6), 601-614. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2007.03.001>

