



## ORIGINAL RESEARCH PAPER

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

Farzad Zarbakhsh<sup>(1)\*</sup> , Asghar Jahazi<sup>(2)</sup> , Keivan Shirafkan<sup>(3)</sup> 

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

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

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

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

Publisher: Iran University of Art

| ARTICLE INFO                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | ABSTRACT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Received:04/01/2025<br/>Revised:03/02/2025<br/>Accepted:18/02/2023<br/>PP. 30-51</p> <p><b>Keywords:</b><br/>Urban Sustainability,<br/>Green Transportation,<br/>Historical Fabric, Tabriz<br/>City.</p> <div data-bbox="276 1155 446 1333"> </div> <p>Use your device to scan and<br/>read the article online</p> | <p><b>Introduction:</b></p> <p>In recent years, pressures stemming from vehicular traffic expansion, environmental quality degradation, and infrastructure decay have intensified the need for sustainable transport patterns in historic cities. In Tabriz, this issue is particularly pronounced in District 8, which encompasses a significant portion of the historic fabric. As the ancient core of the city and home to assets such as the Tabriz Historic Bazaar Complex, historic alleys, and valuable urban spaces, this area possesses high physical and functional sensitivity. However, in recent years, it has faced challenges including severe traffic congestion, uncontrolled vehicle entry, narrow alley widths, infrastructure deterioration, public space shortages, and declining environmental quality. The network of narrow, fine-grained streets, which previously accommodated pedestrian movement and local activities, is now under pressure from vehicular flows, leading to reduced safety, increased pollution, and diminished spatial experience quality. Despite these challenges, features such as land use diversity, appropriate activity density, human-scale spaces, and relative network connectivity create significant potential for developing green transport patterns. This potential can foster walkability, expand bicycle lanes, reduce car dependency, and improve access to public transport. However, recent interventions have primarily focused on physical organization or traffic management, with less emphasis on green transport as a driver for historic fabric sustainability. Consequently, it remains unclear how green transport development affects the various dimensions of sustainability in this fabric and which physical, functional, and environmental elements play the most significant roles. The lack of an analytical and empirical framework explaining the structural and measurable relationships between green transport and sustainability indices has led to uncertainty in managerial decision-making, leaving much of the district's potential for sustainable mobility underutilized.</p> <p><b>The Purpose of the Research:</b> Therefore, the main research question is: What impact does the development of green transport have on the sustainability of Tabriz's historic fabric, particularly in District 8?</p> <p><b>Methodology:</b></p> <p>This study employs a practical approach with a descriptive-analytical design. The primary objective is to elucidate the causal relationships between factors influencing green transport and their impact on the sustainability of Tabriz's historic fabric using Structural Equation Modeling (SEM). This method was chosen due to the multidimensional nature of the model, the presence of latent constructs, and the necessity to examine simultaneous direct and indirect relationships among variables. The statistical population includes experts in urban planning, transportation, environment, urban economics, and historic fabric management in Tabriz. Sampling was conducted purposively using the snowball method. Given the model comprises 5 latent variables and 23 observable indicators, the</p> |

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

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

**Highlight**

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

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

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



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

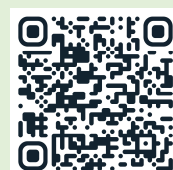
فرزاد زربخش<sup>(۱)</sup>، اصغر جهازی<sup>(۲)</sup>، کیوان شیرافکن<sup>(۳)</sup>

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

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

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

ناشر: دانشگاه هنر ایران

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



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

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

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

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



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

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

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



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

## ۲- مبانی نظری

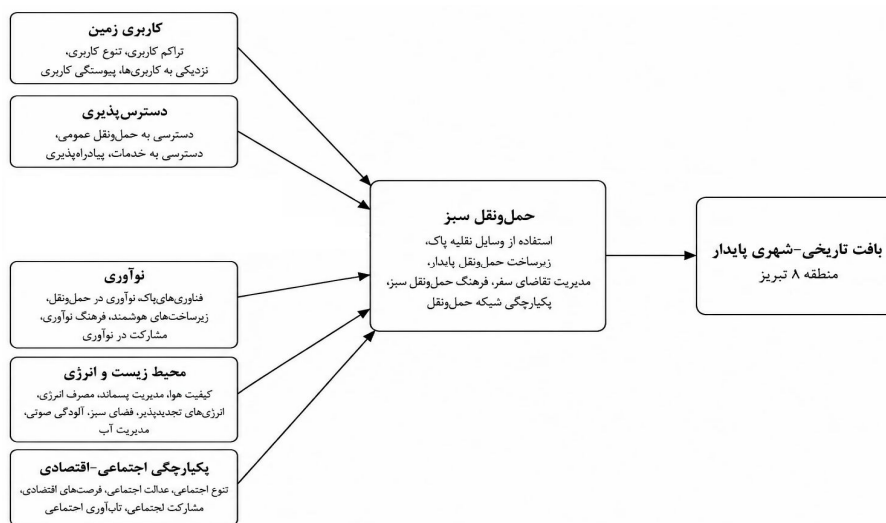
پایداری شهری در دهه های اخیر به عنوان چارچوبی نظری و راهبردی برای مواجهه با چالش های پیچیده شهرها مطرح شده است. این مفهوم با عبور از نگاه صرفاً کالبدی یا زیست محیطی، اکنون یک رویکرد جامع محسوب می شود که تلاش دارد میان نیازهای توسعه شهری و حفاظت از منابع نسل های آینده تعادل ایجاد کند. در ادبیات معاصر،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

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





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



### تصویر ۱- مدل مفهومی پژوهش

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

### ۳- روش پژوهش

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

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

**جدول ۱- عوامل، شاخص‌ها و زیرشاخص‌های توسعه حمل‌ونقل سبز**

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

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



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

## جدول ۲- تحلیل پایایی بر اساس ضریب آلفای کرونباخ

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

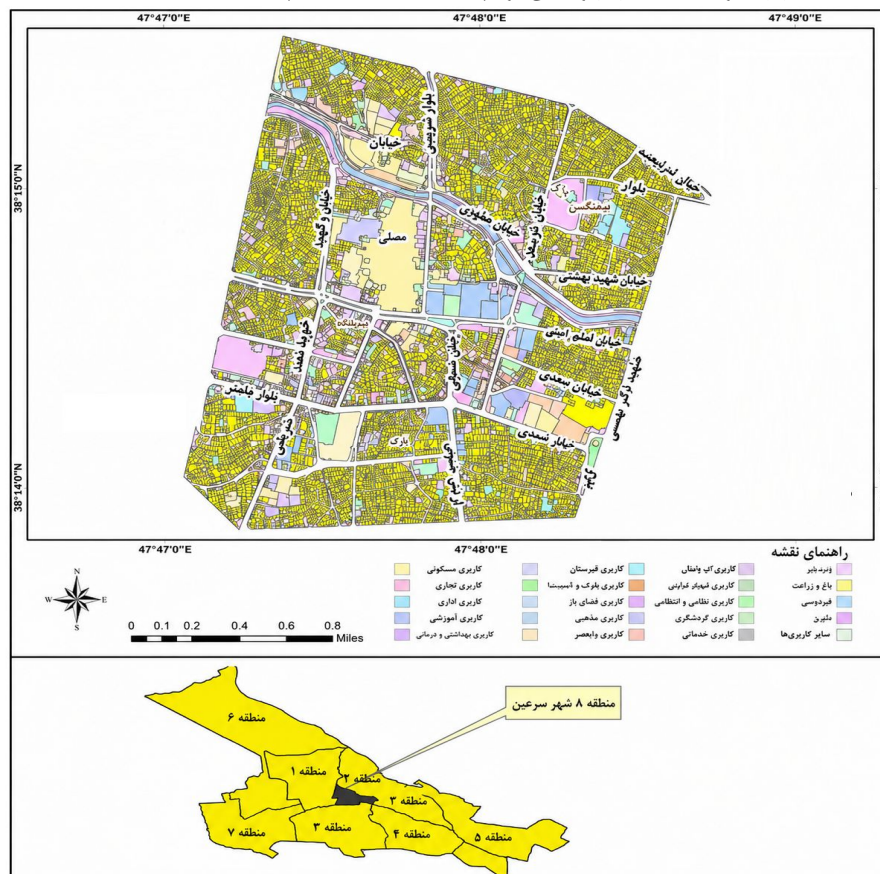
## جدول ۳- ویژگی‌های متخصصان مشارکت کننده در ارزیابی شاخص‌ها

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

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

### ۳-۱- محدوده‌ی مورد مطالعه

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



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

#### ۴- تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

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

##### جدول ۴- آمار توصیفی عوامل و شاخص‌های اصلی پژوهش

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

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

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

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



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

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

#### ۴-۱- تحلیل عاملی اکتشافی

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

#### جدول ۶- شاخص کفایت نمونه‌گیری و آزمون بارتلت

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

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



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

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

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

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

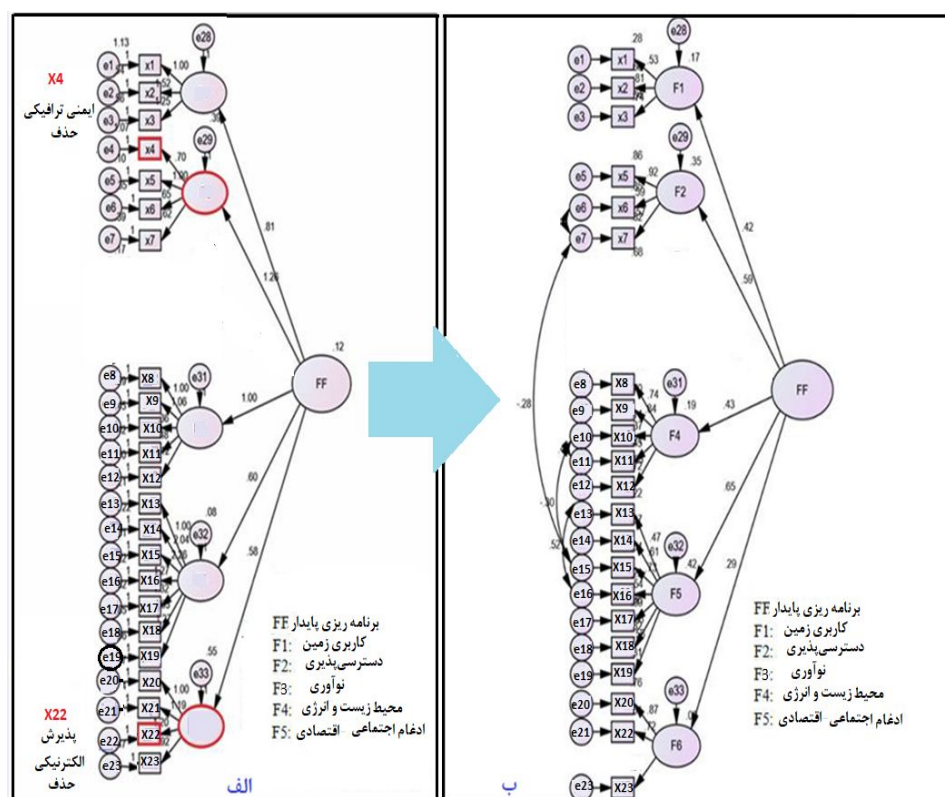
#### جدول ۸- تحلیل برازش مدل پیش از اصلاح و پس از اصلاح به همراه تأیید نهایی

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



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

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



تصویر ۳- حالت ساختاری پایه قبل/بعد از اصلاح

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



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

#### ۴-۲- تأثیر عوامل در پایداری شهری

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

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

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

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

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

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

#### ۴-۳- تأثیر شاخص‌های فرعی بر عوامل پایداری شهری

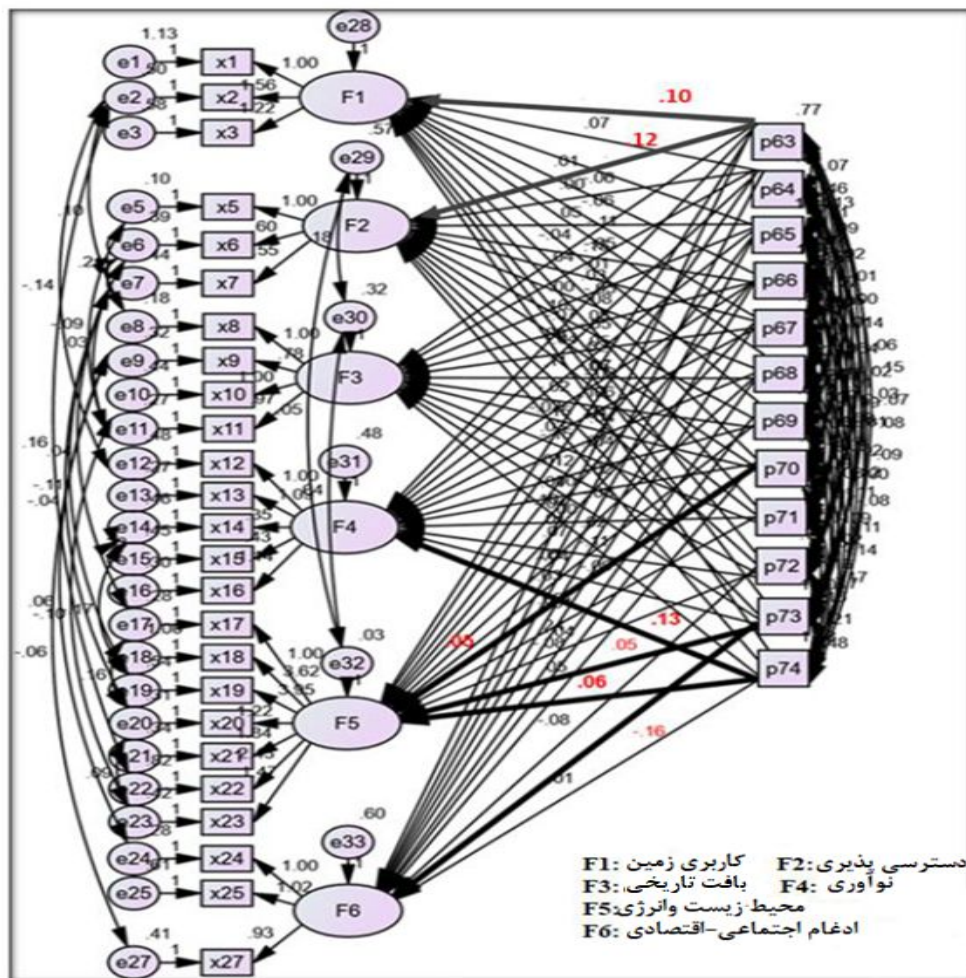
به‌منظور شناسایی نقش مؤلفه‌های طراحی شهری در تحقق پایداری شهری، تأثیر شاخص‌های فرعی استخراج‌شده بر عوامل اصلی پایداری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از تحلیل ساختاری نشان می‌دهد که هر یک از این شاخص‌ها به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم بر ابعاد مختلف پایداری شهری اثرگذار بوده و می‌توانند در ارتقای کیفیت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

#### جدول ۱۰- شاخص‌های فرعی مؤثر بر عوامل پایداری شهری

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

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

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



تصویر ۴- رابطه‌ی شاخص‌های ثانویه و پایداری شهری

## ۵- بحث

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

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

## ۶- نتیجه‌گیری

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

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

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



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

#### پی‌نوشت

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

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

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

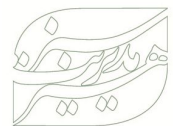
**اعلام عدم تعارض منافع:** نویسندگان اعلام می‌دارند که در انجام این پژوهش هیچ‌گونه تعارض منافی برای ایشان وجود نداشته است.

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

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

#### منابع

- آروین، محمود، پوراحمد، احمد، زیاری، کرامت‌اله. زنگنه شهرکی، سعید (۱۴۰۱). شناسایی و اولویت‌بندی محرک‌های بهره‌گیری از شهر فشرده (مطالعه‌ی موردی: شهر اهواز). *مطالعات جغرافیایی مناطق خشک*، ۱۲(۴۵)، ۵۷-۳۶. [https://jargs.hsu.ac.ir/article\\_161548.html](https://jargs.hsu.ac.ir/article_161548.html)
- اصغری‌زاده، عزت‌اله، جعفر نژاد، احمد، زندیه، مصطفی. جویبار، سبحان (۱۳۹۶). تبیین الگوی مدل‌سازی ترافیک در مسائل مسیریابی خودرو مبتنی بر پارادایم حمل و نقل سبز (مورد مطالعه: شرکت زمزم). *مدیریت صنعتی*، ۹(۲)، ۲۴۴-۲۰۱۷. <https://doi.org/10.22059/imj.2017.228099.1007197>
- براری، معصومه، رضویان، دکتر محمدتقی. توکلی‌نیا، جمیله (۱۳۹۶). ارزیابی جای پای اکولوژیکی برای دستیابی به حمل و نقل سبز شهری با معرفی استراتژی ASI مورد شناسی: شهر ساری. *جغرافیا و آمایش شهری منطقه‌ای*، ۷(۲۲)، ۴۰-۲۱. <https://doi.org/10.22111/gaij.2017.2994>
- جباری زاده‌گان، علیرضا، پورزرگر، محمدرضا، نوروز برازجانی، ویدا (۱۴۰۱). بررسی زیرساخت‌ها و راهکارهای مؤثر در تصویرگیری و توسعه حمل‌ونقل سبز شهری. *مطالعات توسعه پایدار شهری و منطقه‌ای*، ۳(۲)، ۱۶۸-۱۵۶. [https://www.srds.ir/article\\_156244.html](https://www.srds.ir/article_156244.html)
- زیاری، کرامت‌الله. همقدم، نوشا (۱۴۰۰). واکاوی سطح پایداری در تئوری توسعه و برنامه‌ریزی محلات (مورد مطالعه: محلات منطقه سه شهر گرگان). *جغرافیا و برنامه‌ریزی*، ۲۵(۷۶)، ۱۵۸-۱۴۱. <https://doi.org/10.22034/gp.2021.41057.2669>



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



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

