Vol. 6, No. 11, Autumn & Winter 2024-25

Shahid Beheshti University

Sustainable Development of Geographical Environment

Journal homepage: https://egsdejournal.sbu.ac.ir

SDGE

Components of Environmental Sustainability of Cities and the Human-Centered Transportation Approach (Case Study: Tabriz Metropolis)

Davod Mohammadpour, Ali Panahi*, Hasan Ahmadzadeh

Department of Geography and Urban Planning, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.

ARTICLE INFO

Keywords:

- Sustainability
- Environment
- Human-Oriented transportation
- Tabriz

Research Article

Received: 07/01/2025
Accepted: 15/04/2025

ABSTRACT

The growth of urban populations, the increase in cars and the resulting traffic have caused negative impacts on the environment, health, and safety of citizens. In order to face these challenges, it is essential to benefit from sustainable transportation options, and emphasizing human-centeredness is one of the most important approaches to this transportation. The present study aims to identify the factors affecting the environmental sustainability of Tabriz metropolis based on human-centered transportation planning. The research method is mixed (quantitative-qualitative) with an applied purpose and an analytical and exploratory nature, which to analyze the data have been used the partial least squares model in Smart-PLS software. The research findings show that despite the emphasis on human-centered transportation planning in Tabriz metropolis and the construction of sidewalks and the development of bus rapid transit and metro lines, functional separation between different organizations, determinism, incoherence between transportation and land use plans, lack of sufficient budget allocation, inadequate supervision of the implementation of transportation plans, fundamental shortcomings in laws and regulations, and weak awareness among citizens are major obstacles. The results show that the greatest impact in realizing human-centered transportation is related to the components of emphasizing an integrated and systemic approach in transportation management and planning, comprehensive content of transportation plans, coordination of transportation and land use plans, design and implementation of a comprehensive fleet management system, and development of walking and cycling paths in the city, for which the structural model value was calculated as 0.792, 0.751, 0.744, 0.735, and 0.730, respectively.

Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY). license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Citation: Mohammadpour, D., Panahi, A., & Ahmadzadeh, H. (2024). Components of Environmental Sustainability of Cities and the Human-Centered Transportation Approach (Case Study: Tabriz Metropolis). *Sustainable Development of Geographical Environment*. Vol. 6, No. 11, (173-190).
https://doi.org/10.48308/sdge.2025.238275.1230

* Corresponding Author's Email: panahin@iaut.ac.ir

Vol. 6, No. 11, Autumn & Winter 2024-25

Shahid Beheshti University

Sustainable Development of Geographical Environment

Journal homepage: https://egsdejournal.sbu.ac.ir

SDGE

Extended Abstract

Background and purpose

Considering the increase in air pollution and its negative effects on the environment and citizens, and the necessity of benefiting from sustainable transportation patterns, the present study was written with the aim of identifying the factors influencing the formation of a human-centered transportation pattern and achieving environmental sustainability in Tabriz metropolis. In general, it can be said that the current transportation system of Tabriz metropolis suffers from major limitations such as insufficient public transportation share, high share of private car use, increasing number of business trips, and low attention to walking or cycling, which has resulted in complications such as traffic congestion, lack of parking spaces, increased pollution, decreased level of citizen mobility, increased fuel consumption, and energy waste and the failure to employ proper human-centered transportation methods and the lack of appropriate definition and culture in this field have doubled its undesirable effects.

Methodology

The research method in the present study is mixed (a combination of quantitative-qualitative methods) with an applied purpose and an analytical and exploratory nature. In this regard, first, using the documentary method and interviews with managers and elites in the field of transportation, the components affecting environmental sustainability based on the development of human-centered transportation were identified, and then the impact of each component was examined through questioning the sample size and the partial least squares model in the Smart-pls software.

Findings and discussion

The research findings show that despite the emphasis on human-centered transportation planning in Tabriz metropolis and the construction of sidewalks and the development of bus and metro lines, functional divisions among different organizations, determinism, inconsistency between transportation and land use plans, lack of sufficient budget allocation, inadequate supervision of the implementation of transportation plans, and fundamental shortcomings in laws and regulations and awareness among citizens are among the major weaknesses. The results also show that the greatest impact in achieving human-centered transportation is related to the components of emphasizing an integrated and systemic approach in transportation management and planning, comprehensive content of transportation plans, coordinating transportation and land use plans, designing and implementing a comprehensive fleet management system, and developing walking and cycling paths at different levels of the city, for which the structural model value was calculated as 0.792, 0.751, 0.744, 0.735, and 0.730, respectively.

Conclusion

Planning for the environmental sustainability of cities based on a human-centered transportation model is one of the necessities of contemporary cities, especially in developing countries. In Tabriz metropolis, considering the increasing rate of motor vehicle use and the increase in environmental pollution, especially air pollution, and the consequent threat to the physical and mental health of citizens, the use of human-centered transportation is an inevitable necessity. In Tabriz metropolis, the use of human-centered transportation approaches such as the metro, express buses, and sidewalks has increased in recent years. However, the physical and demographic expansion of the city and the increasing number of cars and the resulting environmental impacts have made it necessary to manage and plan human-centered transportation with a purposeful and flexible perspective. Ultimately, it can be said that achieving environmental sustainability in Tabriz metropolis based on human-centered transportation planning is a result of various dimensions, the most important of which are integrated and systematic transportation management and planning, benefiting from comprehensive and coherent plans coordinated with land use planning, relativism, developing infrastructure such as walking and cycling, upgrading and equipping express buses and metros, making public transportation smart and using clean fuel in them, emphasizing transportation technology, formulating appropriate laws, and raising awareness and culture among citizens.

Keywords: Sustainability, Environment, Human-Oriented Transportation, Tabriz.

توسعه پایدار محیط جغرافیایی
Journal homepage: https://egsdejournal.sbu.ac.ir
SDGE
Shahid Beheshti University

مؤلفه‌های پایداری محیط‌زیست شهرها و رویکرد حمل‌ونقل انسان‌محور (مطالعه موردی: کلان‌شهر تبریز)

داود محمدپور ، علی پناهی [*]، حسن احمدزاده

گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

اطلاعات مقاله

واژه‌های کلیدی:
- پایداری
- محیط‌زیست
- حمل‌ونقل انسان‌محور
- تبریز

مقاله: پژوهشی
(مستخرج از رساله دکترا)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۱/۲۶

چکیده

رشد جمعیت شهرها، افزایش خودرو و ترافیک ناشی از آن، تأثیرات منفی بر محیط‌زیست، سلامت و ایمنی شهروندان دارند. در مواجهه با این چالش‌ها، بهره‌مندی از گزینه‌های حمل‌ونقل پایدار ضروری و تأکید بر انسان یکی از مهمترین رویکردهای این حمل‌ونقل است. پژوهش حاضر با هدف شناسایی مؤلفه‌های اثرگذار بر پایداری زیست‌محیطی کلان‌شهر تبریز بر مبنای برنامه‌ریزی حمل‌ونقل انسان‌محور انجام شده است. روش تحقیق آن آمیخته (کمی-کیفی) با هدف کاربردی و ماهیت تحلیلی و اکتشافی است که در راستای تجزیه و تحلیل اطلاعات از مدل حداقل مربعات جزئی در نرم‌افزار Smart-pls استفاده شده است. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که باوجود تأکید بر برنامه‌ریزی حمل‌ونقل انسان‌محور در کلان‌شهر تبریز و احداث پیاده‌راه‌ها و توسعه خطوط اتوبوس‌های تندرو و مترو، جدایی عملکردی بین ارگان‌های مختلف، قطعیت‌گرایی، ناهماهنگی بین طرح‌های حمل‌ونقل و کاربری زمین، عدم اختصاص بودجه کافی، نظارت نامناسب بر اجرای طرح‌های حمل‌ونقل و کاستی‌های اساسی در قوانین و مقررات و ضعف آگاهی‌بخشی شهروندان، از موانع عمده است. همچنین بیشترین اثرگذاری در تحقق حمل‌ونقل انسان‌محور مربوط به مؤلفه‌های تأکید بر رویکرد یکپارچه و سیستمی در مدیریت و برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، جامعیت محتوایی طرح‌های حمل‌ونقل، هماهنگ‌سازی طرح‌های حمل‌ونقل و کاربری زمین، طراحی و پیاده‌سازی سیستم جامع مدیریت ناوگان و توسعه مسیرهای پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری در سطح شهر است که ارزش مدل ساختاری برای آنها به ترتیب ۰/۷۹۲، ۰/۷۵۱، ۰/۷۴۴، ۰/۷۳۵ و ۰/۷۳۰ محاسبه شده است.

Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY). license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

استناد: محمدپور، د.؛ پناهی، ع. و احمدزاده، ح. (١٤٠٤). مؤلفه‌های پایدارسازی محیط‌زیستی شهرها و رویکرد حمل‌ونقل انسان‌محور (مطالعه موردی: کلان‌شهر تبریز). *توسعه پایدار محیط جغرافیایی*، دوره ٦، شماره ١١، (١٩٠-١٧٣).
https://doi.org/10.48308/sdge.2025.238275.1230

* رایانامه نویسنده مسئول: (panahin@iaut.ac.ir)

مقدمه

آلودگی هوا، یک تهدید جدی برای سلامت عمومی و یک چالش زیست‌محیطی مهم برای پایداری شهرهای سراسر جهان، به‌ویژه در کشورهای درحال توسعه است (Abas, et al, 2019) و میزان انتشار دی‌اکسید کربن (CO_2) یک نگرانی عمده در پایداری محیط‌زیست محسوب می‌شود. در این بین، افزایش سریع وسایل نقلیه موتوری، سیستم‌های حمل‌ونقل ناکارآمد و استفاده‌ی محدود از سیستم‌های کنترل انتشار، وسایل نقلیه موتوری را به بزرگترین منبع آلودگی هوا در شهرهای در شهرهای کشورهای درحال توسعه تبدیل کرده است (Fattah and Morshed, 2021). تقریباً همه گزینه‌های حمل‌ونقل، آلاینده‌های خاصی مانند مونوکسید کربن (CO)، دی‌اکسید گوگرد (SO_2)، اکسید نیتریک (NO) و ذرات معلق (PM) منتشر می‌کنند، اگرچه فراوانی نسبی آلاینده‌ها بسته به شرایط سوخت و احتراق متفاوت است (Gallet, et .al, 2018) بنابراین، نگرانی‌های فزاینده در مورد پایداری انرژی و محیط‌زیست (Muñoz-Villamizar, et al, 2020)، اخیراً منجر به افزایش علاقه عموم به استفاده از حمل‌ونقل پاک‌تر و مؤثرتر شده است (Holmberg and Erdemir, 2019)یکی از مهمترین الگوهای حمل‌ونقل که به پایداری زیست‌محیطی اهمیت فراوانی قائل است، حمل‌ونقل انسان‌محور[1] است (Raza, et al, 2019) . حمل‌ونقل انسان‌محور، پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری را به‌عنوان راهی برای گنجاندن فعالیت بدنی در سبک زندگی روزمره توصیه کرده (Sahlqvist, et al, 2012) و استفاده از این الگوهای جابه‌جایی را به جای وسایل نقلیه شخصی، عاملی مهم در تحقق پایداری زیست‌محیطی شهرها عنوان می‌کند (Warburton and Bredin, 2017).همچنین در حمل‌ونقل انسان‌محور تأکید بر حمل‌ونقل عمومی از اساسی‌ترین راهبردها است(Cavill, et al, 2019; .Goodman, et al, 2014)

با توجه به افزایش آلودگی هوا و اثرات منفی ناشی از آن بر محیط‌زیست و شهروندان و ضرورت بهره‌مندی از الگوهای حمل‌ونقل پایدار، پژوهش حاضر با هدف شناسایی عوامل تأثیرگذار بر شکل‌گیری الگوی حمل‌ونقل انسان‌محور و تحقق پایداری زیست‌محیطی در کلان‌شهر تبریز نگارش شده است.

به‌طور کلی می‌توان گفت که در سیستم حمل‌ونقل کنونی کلان‌شهر تبریز سهم بالای استفاده از خودروهای شخصی و کاهش استفاده از حمل‌ونقل عمومی، افزایش روزافزون سفرهای کاری و توجه پایین به جابه‌جایی به‌صورت پیاده یا استفاده از دوچرخه‌سواری از چالش‌های اساسی است که این عوامل عوارضی همچون ازدحام ترافیکی، مصرف فزاینده سوخت و هدررفت انرژی، افزایش آلودگی، کمبود توقفگاه و کاهش میزان تحرک شهروندان را به دنبال داشته است. همچنین عدم به‌کارگیری شیوه‌های درست حمل‌ونقل انسان‌محور و نبود تعریف و فرهنگ‌سازی مناسب در این زمینه، اثرات نامطلوب آن را دوچندان کرده است. بنابراین به دلیل گستردگی و پیچیدگی این مسائل ضرورت جامع‌نگری و تحلیل سیستم حمل‌ونقل و بهره‌مندی از رویکردهای انسان‌محور به‌منظور حل پایدار مسائل ضروری است. در این راستا پاسخگویی به سؤال زیر اساس کار پژوهش حاضر است: مهمترین مؤلفه‌های اثرگذار بر پایداری زیست‌محیطی کلان‌شهر تبریز مبتنی بر برنامه‌ریزی حمل‌ونقل انسان‌محور کدامند؟

مبانی نظری و پیشینه

مبانی نظری

حمل‌ونقل انسان‌محور ترکیبی از توسعه‌ی پیاده‌محور (POD)[2] و توسعه‌ی مبتنی بر حمل‌ونقل همگانی (TOD)[3] می‌باشد و همگی زیرمجموعه توسعه‌ی پایدار هستند (Cai, et al, 2023). در نگاه اول ایجاد ارتباط بین این دو موضوع قدری مبهم است ولی با توجه به اینکه بسیاری از فعالیت‌های روزانه یک شهروند، نیازهای او و عوامل مؤثر بر سطح کیفی زندگی او نظیر عوامل زیست‌محیطی، عوامل اجتماعی، عوامل اقتصادی و ... با حضور شهروند در محیط شهر صورت می‌پذیرد و در بستر شهر است، می‌توان ادعا نمود که اجرای این راهکارها، به‌عنوان بخشی از کالبد و محیط شهر

می‌تواند به رشد و توسعه پایدار شهر کمک کند. بنابراین نیل به مؤلفه‌های عمومی پایداری (زیست‌محیطی، اجتماعی، حمل‌ونقل و اقتصادی) از مهم‌ترین دغدغه‌های مدیران شهری است و حمل‌ونقل انسان‌محور گزینه‌ای است که دست‌یابی به این ابعاد پایداری به‌ویژه زیست‌محیطی را فراهم می‌سازد. بدین منظور اولویت قرار دادن گزینه‌های حمل‌ونقل عمومی همچون اتوبوس‌ها، بی آر تی[۴] ، تراموا و مترو و ارتقاء پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری از طریق گسترش پیاده‌راه‌ها و خطوط دوچرخه‌سواری الزامی است (Carse, et al, 2013).

الف) توسعه پیاده‌محور: شبکه جامع رفت‌وآمد پیاده‌روها که با نیازهای تمامی شهروندان و افراد آسیب‌پذیر (معلولین) سازگار باشد، باید طوری ساخته شود که گذرگاه‌های عابر پیاده و شبکه حمل‌ونقل همگانی را بهم پیوند دهد. شبکه عبور عابر پیاده بایستی به‌صورت شبکه‌ای طراحی شوند تا با اتصال مناسب به شبکه جاده‌ها استفاده مستقیم عابران را با وسایل نقلیه میسر سازند. همچنین پیاده‌روها و گذرگاه‌های عابر پیاده بایستی بین نقاط اصلی منطقه شهری، شبکه‌ای برای رفت‌وآمد عابران پیاده به‌وجود آورند. باید توجه مخصوص به خرج داد تا شبکه عابر پیاده و دوچرخه به بهترین نحو به وسایل حمل‌ونقل عمومی همچون پایانه‌های اتوبوس یا راه‌آهن، ایستگاه‌های اتوبوس، پارکینگ‌های اتومبیل یا ... متصل شود. بنابراین با درنظرگیری ابعاد مختلف می‌توان گفت که شاخص‌های حمل‌ونقل انسان‌محور شامل پیاده‌روی، دوچرخه‌سواری و حمل‌ونقل همگانی است (Arliani, et al, 2024).

ب) توسعه مبتنی بر حمل‌ونقل همگانی: یک مجموعه اصلاحات شهری است که باعث می‌شود مترو یا هر سیستم حمل‌ونقل عمومیِ یک شهر، با راندمان بیشتری به‌کار آید. TOD خیابان‌های شهر را از خودرو پس می‌گیرد و به عابران پیاده و دوچرخه‌سوارها تحویل می‌دهد. به زبان آنچه که امروز مصطلح است، شهر را انسان‌محور می‌کند. TOD با اصلاحاتِ بدون هزینه‌اش، نشاط و سرزندگی را به محلات شهر بازمی‌گرداند، جامعه محلی را تقویت می‌کند و اقتصاد شهری را رونق می‌بخشد (Brand, et al, 2014; Cai, et al, 2023).

همچنین بررسی ادبیات نظری نشان می‌دهد که در راستای حمل‌ونقل انسان‌محور دیدگاه‌های مختلفی ارائه شده است. رحمانو همکاران (۲۰۲۲)، معتقدند این رویکرد با تغییر روش‌های حمل‌ونقل کیفیت زندگی ساکنان شهری را افزایش می‌دهد (Rahman, et al, 2022). بر مبنای دیدگاه حمل‌ونقل انسان‌محور علاوه بر صرفه‌جویی در وقت و هزینه‌ی مردم، منجر به بهبود وضعیت سلامت جسمی و روحی آنها، فراهم شدن فرصت‌های اقتصادی بیشتر، تقویت روابط اجتماعی، بهبود ایمنی و کاهش ازدحام ترافیک در سطح شبکه و همچنین کاهش آلودگی و درنتیجه حفاظت از محیط‌زیست می‌شود (Bhatnagar, et al, 2022). حمل‌ونقل انسان‌محور استراتژی اصلی برای اهداف گسترده جامعه و زندگی پایدار عنوان شده که مبتنی بر ترکیب کاربری‌ها، پیوستگی دسترسی و بهره‌مندی از پیاده‌راه‌ها و مسیرهای دوچرخه‌سواری است (Renne and Listokin, 2021). همچنین حمل‌ونقل انسان‌محور به‌عنوان سیستم حمل‌ونقل طراحی‌شده برای عموم مردم و یک زندگی زیبا و پایدار است (Litman, 2015). برخی حمل‌ونقل انسان‌محور را رویکرد اصلی برای حفاظت از محیط‌زیست شهری عنوان کرده‌اند (Parizi and Kazeminiya, 2015). رویکرد انسان‌محور در حمل‌ونقل با تخصیص اولویت اول به مردم و جوامع انسانی (بیشتر از خودروها و خیابان‌ها)، سعی در توسعه شهرها براساس حمل‌ونقل پایدار و درنهایت بهبود کیفیت زندگی انسان‌ها دارد (Tibbalds, 2012). امروزه هدف از برنامه‌ریزی حمل‌ونقل در جهان رسیدن به یک مدل حمل‌ونقل پایدار و انسان‌محور است که می‌تواند فضای شهری آرام، ایمن و امن را برای هر شهروند تأمین کند (Hallo and Manning, 2009). حمل‌ونقل انسان‌محور بر ایده پایداری است که بر اهمیت دنبال کردن یک محیط بهتر و توجه به بهبود و رفاه عموم مردم، به‌عنوان هدف نهایی تأکید می‌کند (Hsu, 2003). همچنین بر اساس دیدگاه برخی دیگر، حمل‌ونقل انسان‌محور، انسان را مرکز توجه قرار می‌دهد و برآن است تا شهر، برای زندگی و تردد ایمن و پاک، برای تمام افراد جامعه (معلولین، سالمندان، کودکان و سایراقشار جامعه) مناسب باشد (Ortuzar and Willumsen, 2001). می توان دیدگاههای مربوط به موضوع «حمل‌ونقل انسان‌محور مهمترین الگوی حمل‌ونقل پایدار» بر موارد ذیل تاکید داشته اند: مدیریت و برنامه‌ریزی یکپارچه و سیستمی حمل‌ونقل -Al)

(Thawadi, et al, 2020)، کیفیت وسایل حمل‌ونقل (Fattah and Morshed, 2021)، توسعه‌ی زیرساخت‌ها و فناوری (Park, et al, 2022)، و افزایش آگاهی اجتماعی و فرهنگ‌سازی (Rahman, et al, 2022).

پیشینه

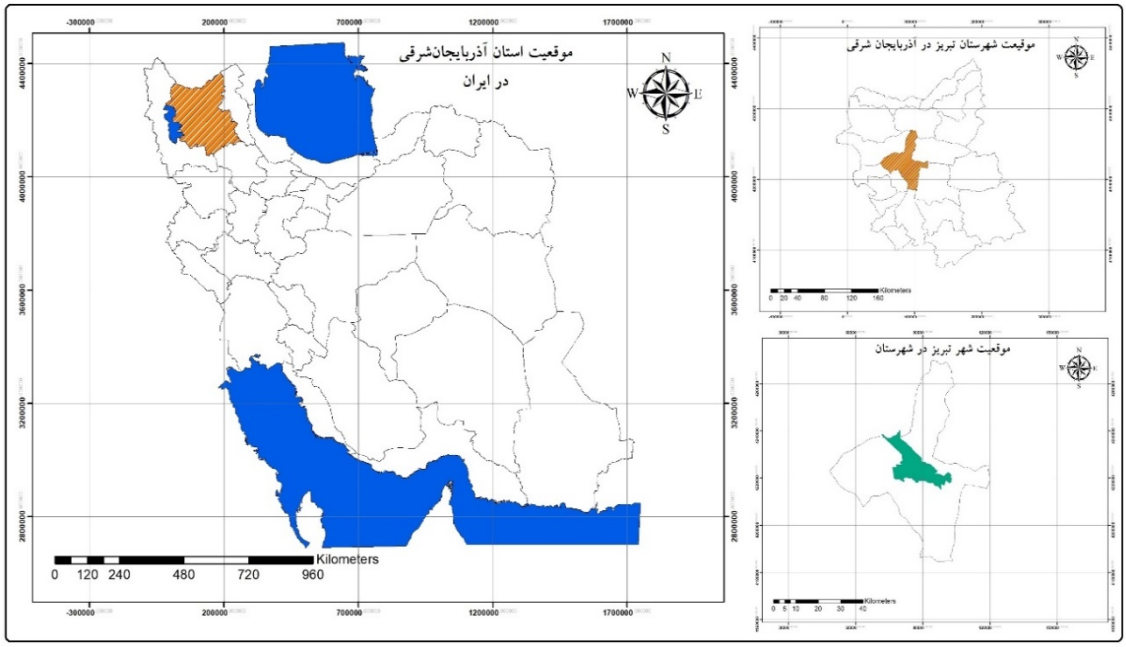
در پژوهشی با عنوان رویکردهای حمل‌ونقل شهری پایدار: چشم‌انداز ارزیابی چرخه زندگی از شیوه‌های حمل‌ونقل مسافر در قطر برای مدل‌سازی و کمی‌سازی تأثیرات محیط‌زیستی این نتایج به‌دست آمده است که حمل‌ونقل مترو در زمینه توجه به تأثیرات مهم محیط‌زیستی در بخش حمل‌ونقل، ازجمله گرم شدن کره زمین، ذرات معلق هوا و درنهایت سلامتی انسان بسیار مهم است (Al-Thawadi, et al, 2020). در پژوهشی دیگر با عنوان ارزیابی و اولویت‌بندی پروژه‌های حمل‌ونقل شهری با رویکرد توسعه انسان‌محور در کلان‌شهر تهران چنین نتیجه گرفته شده است که به ترتیب بزرگراه شهید بابایی، بزرگراه مدرس و بزرگراه امام علی دارای اولویت برتری نسبت به سایر پروژه‌ها می‌باشند. همچنین پایانه نوبنیاد از اولویت برتری نسبت به سایر گزینه‌ها برخوردار است (Shahbazi, et al, 2021). در پژوهشی با عنوان توسعه پایدار حمل‌ونقل شهری بر اساس تجزیه و تحلیل هم‌افزا در شهر گوانگژو چین این نتایج گرفته شده است که اقدامات کنترلی برای تنظیم شیوه‌های حمل‌ونقل و تنظیم خودروهای شخصی می‌تواند موجب هم‌افزایی و مقرون‌به‌صرفه بودن میزان کاهش انتشار CO_2 و آلاینده‌های هوا شود (Jiao, et al, 2021). در پژوهشی با تأکید بر زیرساخت‌های جدید پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری با بهره‌مندی از معیارهای طبیعی در بریتانیا این نتایج حاصل شده است که بهره‌مندی از الگوهای دوستدار محیط‌زیست (همچون درختان و فضای سبز) موجب افزایش استفاده از الگوهای انسان‌محور حمل‌ونقل یعنی پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری شده است (Le Gouais, et al, 2021). در پژوهشی دیگر تحت عنوان ارزیابی مدیریت پایدار حمل‌ونقل درون‌شهری با رویکرد پایداری محیط‌زیست در منطقه ۱۲ کلان‌شهر تهران چنین نتیجه گرفته شده است که متغیر مدیریت پایدار حمل‌ونقل درون‌شهری دارای سطح پایدار، متغیر اقتصادی دارای سطح نیمه‌پایدار، متغیر اجتماعی دارای سطح نیمه‌پایدار، متغیر محیطی-بوم‌شناختی دارای سطح ناپایدار و درنهایت متغیر کالبدی-عملکردی دارای سطح نیمه‌پایدار ا است. بنابراین نتایج حاکی از آن است مدیریت پایدار حمل‌ونقل درون‌شهری در مؤلفه‌های اقتصادی و کالبدی-عملکردی در راستای پایداری محیط‌زیست شهری بوده و در مؤلفه‌های اجتماعی و محیطی-بوم‌شناختی در راستای پایداری محیط‌زیست شهری نبوده است (Babaei, et al, 2022). در پژوهشی با تأکید بر ارزیابی اثرات زیست‌محیطی توسعه سیستم حمل‌ونقل عمومی برقی در شهر تهران نیز چنین نتیجه گرفته شده است که گزینه اجرای سیستم حمل‌ونقل برقی با سرمایه‌گذاری بخش خصوصی و اعطای تسهیلات دولتی، استفاده از سیستم حمل‌ونقل برقی در هسته مرکزی شهر، تبدیل بی‌آرتی‌ها به برقی و گزینه‌ی عدم اجرا به ترتیب بالاترین اولویت را در بین روش‌های توسعه‌ی سیستم حمل‌ونقل عمومی برقی شهر تهران داشته‌اند (Moteasaddi Zarandi, et al, 2022). همچنین در پژوهشی تحت عنوان به سمت زیرساخت‌های شهری انسان‌محور: متن‌کاوی برای داده‌های رسانه‌های اجتماعی برای شناسایی درک عمومی از سیاست COVID-19 در مراکز حمل‌ونقل این نتایج به‌دست آمده است که تأکید بر رویکردهای پیاده‌محوری و دوچرخه‌سواری با درنظرگیری بهداشت عمومی و فاصله اجتماعی مناسب ضروری است (Park, et al, 2022).

بررسی پیشینه پژوهشی نشان می‌دهد در راستای حمل‌ونقل انسان‌محور و پایداری زیست‌محیطی مطالعات متعددی انجام گرفته است، با این حال بررسی تلفیقی این دو مفهوم خلأ پژوهش‌های گذشته و نوآوری پژوهش حاضر می‌باشد. به عبارتی در این پژوهش مؤلفه‌های پایدارسازی زیست‌محیطی شهرها مبتنی بر توسعه حمل‌ونقل انسان‌محور مورد بررسی و شناسایی قرار گرفته‌اند.

روش‌شناسی

محدوده مورد مطالعه

تبریز بزرگترین شهر شمال غرب ایران و مرکز استان آذربایجان شرقی است. این شهر با مساحتی به وسعت ۱۹۰۰۰ هکتار، دارای ۱۷۷۳۰۳۳ نفر جمعیت بوده است. طی سالیان گذشته کلان‌شهر تبریز رشد فیزیکی و جمعیتی را شاهد بوده و مساحت و جمعیت این شهر از ۱۱۷۰ هکتار و ۲۸۹۹۹۶ نفر در سال ۱۳۳۵ به ۱۹۰۰۰ هکتار و ۱۷۷۳۰۳۳ نفر در سال ۱۳۹۵ رسیده است. در این فاصله زمانی ۶۰ساله توسعه فیزیکی شهر ۱۶ برابر و جمعیت آن ۶ برابر دارای رشد بوده است (Master plan of Tabriz, 2016). همچنین بررسی داده‌های ترافیکی کلان‌شهر تبریز نشان می‌دهد که سهم حمل‌ونقل عمومی از سفرهای درون‌شهری در سال ۱۴۰۲، ۴۳ درصد بوده است. متوسط زمان سفر با وسایل حمل‌ونقل عمومی برای هر کیلومتر ۳:۱۵ دقیقه محاسبه شده است. متوسط مسافت طی شده در یک سفر درون شهری نیز ۵ کیلومتر می‌باشد (Transportation Network Management and Engineering Organization of Tabriz Municipality, 2024).



نقشه ۱: موقعیت جغرافیایی کلان‌شهر تبریز

(منبع: یافته های پژوهش، ۱۴۰۳).

روش‌ها

روش تحقیق در پژوهش حاضر از نظر نوع آمیخته، از نظر هدف کاربردی و از نظر ماهیت اکتشافی می‌باشد. در این پژوهش ابتدا با بررسی متون و ادبیات نظری و همچنین مصاحبه با اندیشمندان حوزه حمل‌ونقل، مؤلفه‌های تأثیرگذار بر پایداری زیست‌محیطی با تأکید بر رویکرد توسعه حمل‌ونقل انسان‌محور شناسایی و سپس از طریق پرسشگری از حجم نمونه و بهره‌مندی از معادلات ساختاری در نرم‌افزار Smart-PLS مبتنی بر حداقل مربعات جزئی، به بررسی اثرگذاری هرکدام از مؤلفه‌ها پرداخته شده است.

قابل ذکر است که جامعه آماری تحقیق شامل مدیران، مسئولان و نخبگان دانشگاهی بوده که با توجه به مشخص نبودن تعداد جامعه آماری، برای تعیین حجم نمونه از روش کوهن[۵] استفاده شده است.

فرمول کوهن:

$$n = (z^2 \times s^2)/ d^2$$

در این فرمول Z یک مقدار ثابت است که به فاصله اطمینان و سطح خطا (α) بستگی دارد. با توجه به تعیین فاصله اطمینان ۹۵ درصد بنابراین d برابر ۰/۰۵ و Z برابر با ۱/۹۶ می‌باشد. S نیز واریانس نمونه اولیه می‌باشد که با پرسشگری از ۲۰ نمونه اولیه از حجم نمونه به‌دست می‌آید. بر مبنای محاسبات صورت گرفته واریانس نمونه اولیه ۰/۲۵۵ به‌دست آمده و با جاگذاری در فرمول زیر، حجم نمونه ۱۰۰ نفر برآورد شده و روش دسترسی به این حجم نمونه بر مبنای روش نمونه‌گیری گلوله‌برفی بوده است.

$$n= (3/8416 \times 0/0650) \div 0/0025= 100$$

همچنین مؤلفه‌های مورد بررسی در این تحقیق به شرح جدول ۱ بوده که پرسشنامه آن بر اساس طیف ۵ مقیاسی لیکرت تدوین شده است.

جدول ۱: مؤلفه‌های تأثیرگذار بر پایداری زیست‌محیطی مبتنی بر توسعه‌ی حمل‌ونقل انسان‌محور

مؤلفه‌ها	گویه‌ها	منابع
مدیریت و برنامه‌ریزی حمل‌ونقل TMP	تحقق رویکرد یکپارچه و سیستمی در مدیریت و برنامه‌ریزی حمل‌ونقل TMP1، جامعیت محتوایی طرح‌های حمل‌ونقل (اقتصادی، اجتماعی، زیست‌محیط و کالبدی) TMP2، تأکید بر فرآیندمحوری در برنامه‌ریزی حمل‌ونقل (عدم تأکید بر نتایج مقطعی) TMP3، تأکید بر ترجیحات شهروندان و محیط‌زیست TMP4، هماهنگ‌سازی طرح‌های حمل‌ونقل و کاربری زمین TMP5.	Al-Thawadi et al, 2020
توسعه کالبدی و زیرساخت‌ها PID	توسعه مسیرهای پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری در سطوح مختلف شهر PID1، توسعه پیاده‌راه‌ها و تراموا در بخش مرکزی و سایر مناطق پرتراکم شهر PID2، توسعه خطوط اتوبوس‌های تندرو و مترو PID3، شبکه‌بندی فضاهای عمومی و پیوستگی مناسب بین فضاهای مختلف PID4، تأکید بر زیبایی و منظرسازی پیاده‌راه‌ها PID5، مجهز نمودن ایستگاه‌های اتوبوس و مترو PID6، نظارت مناسب و امنیت مسیرهای پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری PID7، تعبیه ایستگاه‌های مناسب دوچرخه با تعداد کافی PID8.	Cai et al, 2023; Park et al, 2022
وسایل حمل‌ونقل MT	استفاده از تعداد مناسب وسایل نقلیه عمومی و زمان‌بندی مناسب عبور آنها MT1، مجهز بودن وسایل حمل‌ونقل عمومی به تهویه و سیستم گرامایشی و سرمایشی مناسب MT2، هزینه مناسب حمل‌ونقل همگانی و پرداخت آسان و هوشمند آن MT3، استفاده از وسایل حمل‌ونقل همگانی با سوخت پاک (برق و گاز) MT4.	Fattah and Morshed, 2021
فناوری حمل‌ونقل TT	طراحی و راه‌اندازی سیستم اطلاع‌رسانی مسافر در داخل اتوبوس TT1، طراحی و پیاده‌سازی سیستم جامع مدیریت ناوگان TT2، سیستم تخصیص اولویت حرکت به ناوگان حمل‌ونقل عمومی در تقاطعات هوشمند TT3، سرمایه‌گذاری در وسایل نقلیه‌ی عمومی هوشمند TT4.	Park et al, 2022
اجتماعی و فرهنگی SC	فرهنگ‌سازی کاهش استفاده از وسایل نقلیه شخصی SC1، افزایش آگاهی‌های زیست‌محیطی ناشی از حمل‌ونقل انسان‌محور SC2، تدوین قوانین الزام‌آور در راستای کاهش استفاده از وسایل نقلیه شخصی (در مناطق پرتراکم و شلوغ شهر) SC3.	Rahman et al, 2020

(منبع: مطالعات اسنادی پژوهش، ۱۴۰۳).

یافته‌ها

بررسی وضعیت موجود حمل‌ونقل انسان‌محور در کلان‌شهر تبریز

بررسی وضعیت کالبدی و زیرساخت‌های حمل‌ونقل انسان‌محور در کلان‌شهر تبریز نتایج زیر را نشان می‌دهد:

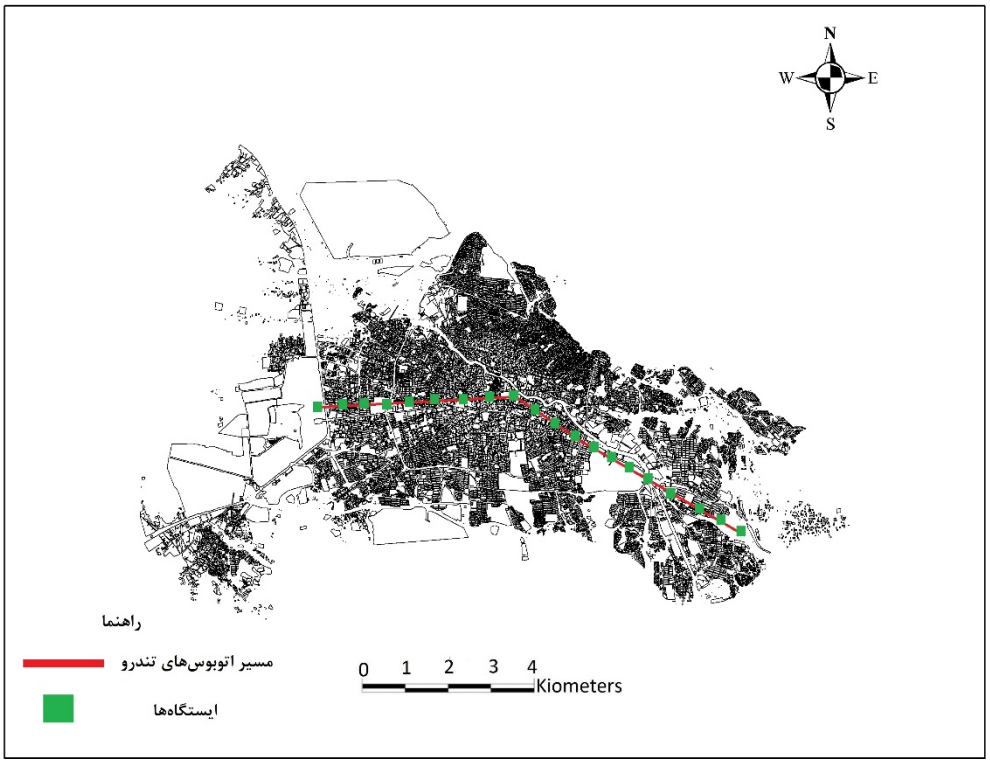
دوچرخه‌سواری: در سالیان گذشته دو ایستگاه دوچرخه‌سواری در محله خاقانی تبریز و در خیابان امام خمینی (میدان ساعت) واقع شده بود، اما در حال حاضر نه‌تنها ایستگاه‌های دوچرخه‌سواری سطح مرکزی شهر تبریز تعطیل شده بلکه وضعیت نابسامان برجامانده از راه‌های مخصوص نیز باعث شده تا کسانی که به‌صورت حرفه‌ای دوچرخه‌سواری می‌کنند، خطرات احتمالی را به جان خریده و از بین خطوط خیابان یعنی ماشین‌های درحال حرکت عبور کنند.

پیاده‌راها: در سال‌های اخیر پیاده‌راه‌های متعددی در کلان‌شهر تبریز احداث شده است. پیاده‌راه "تربیت"، پیاده‌راه

"استادشهریار" و به تازگی پیاده‌راه "ارک" چند نمونه موفق پیاده‌راه‌سازی در کشور هستند، موفق از آن جهت که شهروندان تبریزی و گردشگران از اینکه باید در این خیابان‌ها قدم بزنند و خرید و فروش کنند گله‌ای ندارند و بازارگردی را همراه با پیاده‌روی در این محدوده‌ها پذیرفته‌اند. همچنین عدم تردد وسایل نقلیه موتوری به این پیاده‌راه‌ها سرزندگی و زیست‌پذیری آنها را افزایش داده است.

خطوط اتوبوس‌های تندرو: اولین خط اتوبوس‌های تندرو تبریز از میدان راه‌آهن تا میدان بسیج و در سه فاز راه‌اندازی گردیده است.

- **فاز اول: میدان راه‌آهن تا میدان بسیج و بالعکس.**
- **فاز دوم: میدان راه‌آهن تا چهارراه آبرسان و بالعکس.**
- **فاز سوم: میدان ساعت تا چهار راه‌آبرسان و بالعکس.**



نقشه ۲: وضعیت قرارگیری مسیر و ایستگاه‌های اتوبوس‌های تندرو شهر تبریز

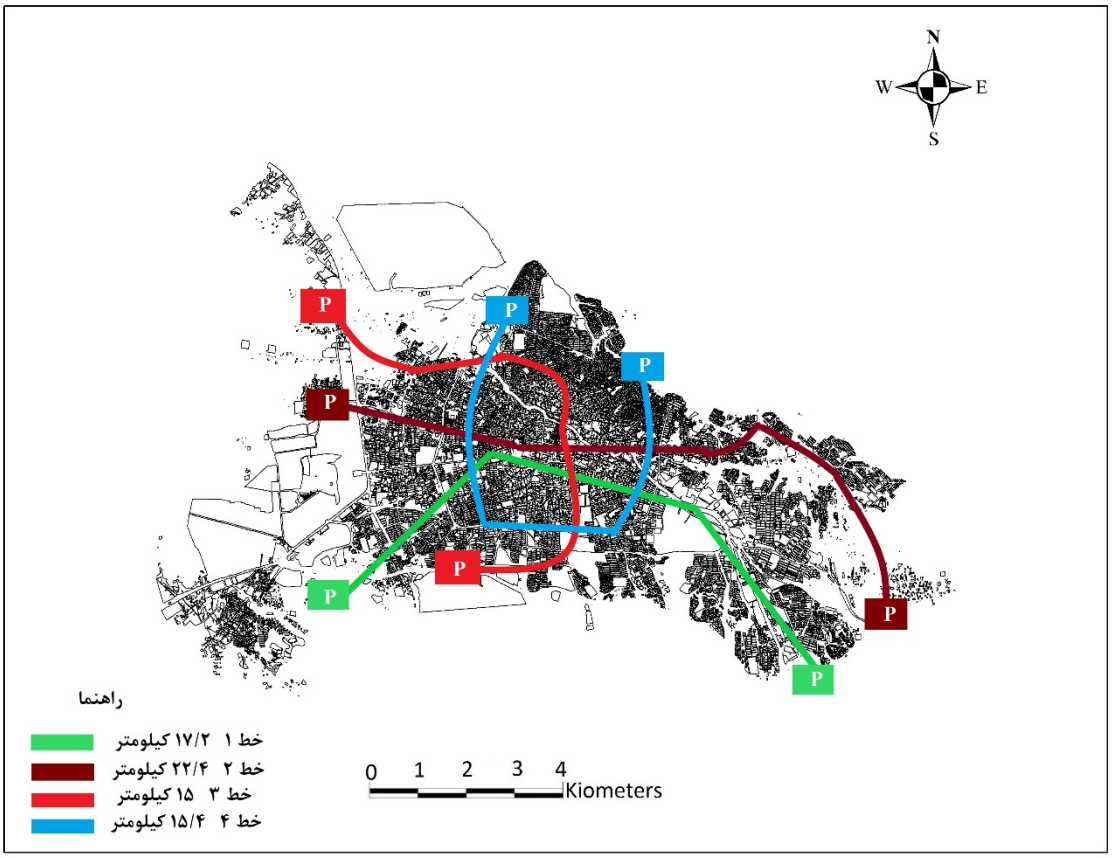
(منبع: یافته های پژوهش، ۱۴۰۳).

مترو: در سال ۱۳۸۰ مطالعات امکان‌سنجی خطوط قطار شهری تبریز آغاز گشت و عملیات اجرایی ساخت خط یک مترو تبریز در سال هشتاد و یک شمسی اجرا شد. پنج سال بعد یعنی در سال ۱۳۸۵ نیز برنامه عملیاتی طراحی، ساخت و اجرای سایر خطوط مترو تبریز که شامل چهار مسیر بود، آغاز گردید. اکنون تبریز دارای ۵ خط مترو است و یک خط برون‌شهری از تبریز به شهرک سهند هم دارد که بیست کیلومتر طول دارد.

مترو تبریز، دارای ۵ خط یا ۵ لاین بوده که هم‌اکنون تنها خط ۱ آن اجرایی و درحال بهره‌برداری است. جزییات کلی آن به شرح زیر است:

- **خط ۱ مترو تبریز به رنگ سبز و دارای طولی به میزان ۱۷/۲ کیلومتر است.**
- **خط ۲ مترو تبریز به رنگ قهوه‌ای و دارای طولی به میزان ۲۲/٤ کیلومتر است.**

- **خط ۳ مترو تبریز به رنگ قرمزی و دارای طولی به میزان ۱۵ کیلومتر است.**
- **خط ٤ مترو تبریز به رنگ آبی و دارای طولی به میزان ۱۵/٤ کیلومتر است.**



نقشه ۳: خطوط مترو تبریز

(منبع: یافته های پژوهش، ۱۴۰۳).

بررسی وضعیت برنامه‌ریزی و مدیریت حمل‌ونقل انسان‌محور در کلان‌شهر تبریز نتایج نیز نشان می‌دهد که تفرق‌های تصمیم‌سازی و عملکردی در بین ارگان‌های مختلف درگیر در برنامه‌ریزی و مدیریت حمل‌ونقل، عدم نسبیت‌گرایی، نبود هماهنگی بین طرح‌های حمل‌ونقل و کاربری زمین، عدم اختصاص بودجه، نبود نظارت بر اجرای طرح‌های حمل‌ونقل و همچنین کاستی‌های اساسی در قوانین و مقررات و افزایش آگاهی‌های شهروندان از ضعف‌های عمده است.

شناسایی مؤلفه‌های اثرگذار بر پایداری زیست‌محیطی کلان‌شهر تبریز مبتنی بر برنامه‌ریزی حمل‌ونقل انسان‌محور

الف) آزمون مدل‌های اندازه‌گیری (پایایی و روایی): در مدل حداقل مربعات جزئی (PLS) برای آزمون پایایی از روش‌های ضریب آلفای کرونباخ و ضریب ترکیبی استفاده می‌شود. حداقل مقدار این ضرایب بایستی ۰/۷ باشد. مقدار ضرایب آلفای کرونباخ و ترکیبی بر مبنای جدول شماره ۲ برای تمامی مؤلفه‌ها بالاتر از ۰/۷ به‌دست آمده و نشانگر پایایی مدل‌های اندازه‌گیری است.

جدول ۲: نتایج آزمون پایایی مؤلفه‌ها در مدل PLS

مؤلفه‌ها	ضریب ترکیبی	آلفای کرونباخ
TMP	۰/۷۳	۰/۷۶
PID	۰/۷۶	۰/۸۰
MT	۰/۷۱	۰/۷۶
TT	۰/۷۸	۰/۸۲
SC	۰/۷۷	۰/۷۹

(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۳).

یکی دیگر از آزمون‌های ارزیابی پایایی بار عاملی بوده و ارزش قابل قبول آن مقدار حداقلی ۰/۷ است. بر مبنای جدول شماره ۳ مقدار بار عاملی تمام مؤلفه‌ها بالاتر از ۰/۷ به‌دست آمده است.

جدول ۳: آزمون پایایی مدل‌های اندازه‌گیری (بار عاملی)

مؤلفه‌ها	بار عاملی	مؤلفه‌ها	بار عاملی	مؤلفه‌ها	بار عاملی
PID	۰/۷۸	TMP	۰/۷۳	MT	۰/۷۷
PID1	۰/۷۹	TMP1	۰/۷۳	MT1	۰/۷۲
PID2	۰/۷۴	TMP2	۰/۷۶	MT2	۰/۸۳
PID3	۰/۷۸	TMP3	۰/۷۲	MT3	۰/۸۰
PID4	۰/۸۱	TMP4	۰/۷۵	MT4	۰/۷۹
PID5	۰/۸۲	TMP5	۰/۷۱	TT	۰/۸۱
PID6	۰/۸۴	SC	۰/۷۶	TT1	۰/۸۴
PID7	۰/۷۲	SC1	۰/۷۴	TT2	۰/۷۹
PID8	۰/۷۶	SC2	۰/۸۰	TT3	۰/۸۱
		SC3	۰/۷۸	TT4	۰/۷۷

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۳).

در مدل حداقل مربعات جزئی برای بررسی روایی مؤلفه‌ها از روایی همگرایی و افتراقی استفاده می‌شود. در روایی همگرایی متوسط واریانس استخراج‌شده و جذر آن استفاده می‌گردد که مقدار حداقلی آن ۰/۵ است. بر مبنای نتایج به‌دست آمده در جدول شماره ۴، روایی همگرایی برای تمامی مؤلفه‌ها بالاتر از ۰/۵ به‌دست آمده است.

جدول ٤: بررسی روایی همگرایی مؤلفه‌ها بر مبنای متوسط واریانس استخراج‌شده و جذر آن

مؤلفه‌ها	AEV	جذر AEV
TMP	۰/۷۴	۰/۸۶
PID	۰/۶۵	۰/۸۰
MT	۰/۷۲	۰/۸۵
TT	۰/۷۰	۰/۸۳
SC	۰/۵۹	۰/۷۶

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۳).

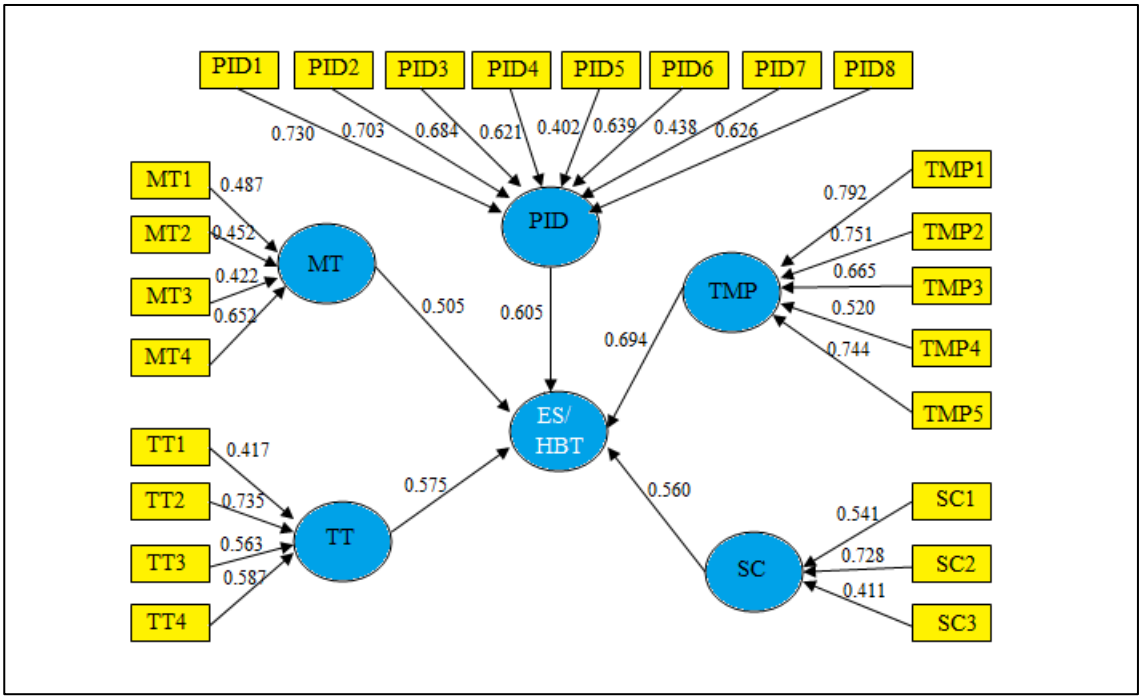
بررسی روایی افتراقی نیز بر اساس میزان همبستگی مؤلفه‌ها با یکدیگر انجام می‌گیرد. در این راستا، بایستی همبستگی مؤلفه‌ها با یکدیگر بیشتر از همبستگی با سایر مؤلفه‌ها از یک‌سو و بالاتر از مقدار حداقلی ۰/۷ باشد. با توجه به نتایج به‌دست آمده روایی افتراقی قابل قبول است.

جدول ۵: بررسی روایی افتراقی بر مبنای ماتریس همبستگی

مؤلفه‌ها	TMP	PID	MT	TT	SC
TMP	۰/۸۳				
PID	۰/۲۲	۰/۸۵			
MT	۰/۴۷	۰/۳۱	۰/۸۲		
TT	۰/۳۴	۰/۴۴	۰/۱۶	۰/۷۸	
SC	۰/۲۰	۰/۲۹	۰/۳۲	۰/۰۹	۰/۷۵

(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۳).

ب) آزمون مدل ساختاری: در مدل حداقل مربعات جزئی برای آزمون مدل ساختاری از ضرایب استانداردشده اثرگذاری و ضرایب معنی‌داری استفاده می‌شود. در شکل شماره ۱ به ضرایب استانداردشده هرکدام از مؤلفه‌ها پرداخته شده است.



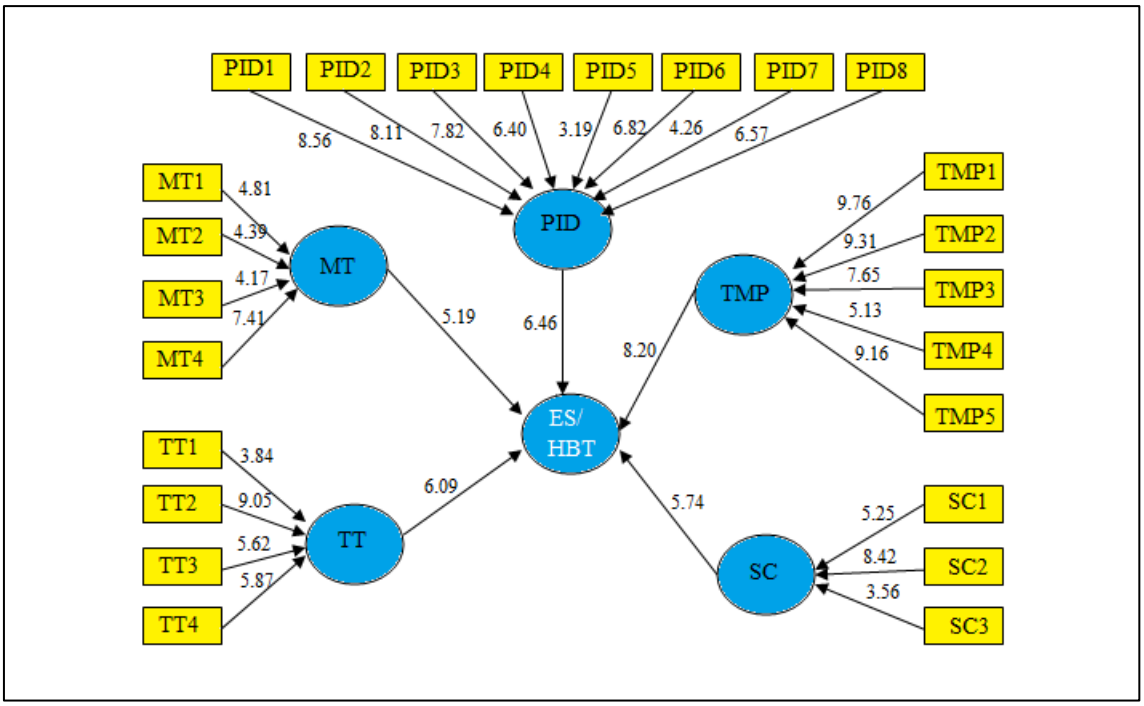
شکل ۱: ضرایب استانداردشده مؤلفه‌ها

(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۳).

نتایج حاصل از ضرایب استانداردشده نشان می‌دهد که بیشترین اثرگذاری در بین مؤلفه‌های مورد بررسی در راستای پایداری زیست‌محیطی کلان‌شهر تبریز مبتنی بر برنامه‌ریزی حمل‌ونقل انسان‌محور مربوط به مدیریت و برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، توسعه‌ی کالبدی و زیرساخت‌ها، فناوری حمل‌ونقل، اجتماعی و فرهنگی و وسایل حمل‌ونقل است. در بین مؤلفه‌های فرعی (گویه‌ها) نیز بیشترین اثرگذاری مربوط به مؤلفه‌های تحقق رویکرد یکپارچه و سیستمی در مدیریت و برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، جامعیت محتوایی طرح‌های حمل‌ونقل (اقتصادی، اجتماعی، زیست‌محیط و

کالبدی)، هماهنگ‌سازی طرح‌های حمل‌ونقل و کاربری زمین، طراحی و پیاده‌سازی سیستم جامع مدیریت ناوگان و توسعه‌ی مسیرهای پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری در سطوح مختلف شهر است که ارزش مدل ساختاری برای آنها به ترتیب ۰/۷۹۲، ۰/۷۵۱، ۰/۷۴۴، ۰/۷۳۵ و ۰/۷۳۰ محاسبه شده است.

شکل شماره ۲ نیز روابط معنی‌دار را مورد بررسی قرار داده است. بدین منظور برای معنی‌دار روابط بایستی آماره‌ی به‌دست‌آمده بالاتر از ۱/۹۶ (سطح اطمینان ۹۵ درصد) یا ۲/۵۸ (سطح اطمینان ۹۵ درصد) باشد.



شکل ۲: آزمون مدل ساختاری

(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۳).

مقدار آماره در جهت بررسی روابط معنی‌دار اثرگذاری مؤلفه‌های مورد بررسی بر متغیر پایداری زیست‌محیطی با تأکید بر برنامه‌ریزی حمل‌ونقل انسان‌محور نشان می‌دهد که همه‌ی ۲۴ مؤلفه‌ی مستقل در سطح اطمینان ۹۹ درصد و ارزش آماره‌ی بالاتر از ۲/۵۸ اثرگذاری معنی‌دار بر متغیر وابسته داشته‌اند.

در جدول ۶ به نتایج نهایی از آزمون مدل ساختاری پرداخته شده است.

جدول ٦: آزمون مدل ساختاری (ضرایب مسیر استانداردشده، انحراف معیار، مقادیر تی)

مسیر	ضرایب مسیر	انحراف معیار	آماره‌ی تی	نتایج آزمون
TMP >>>> ES/HBT	۰/۶۹۴	۰/۰۲۳	۸/۲۲	تأیید
PID >>>> ES/HBT	۰/۶۰۵	۰/۰۳۷	۶/۴۶	تأیید
MT >>>> ES/HBT	۰/۵۰۵	۰/۰۴۲	۵/۱۹	تأیید
TT >>>> ES/HBT	۰/۵۷۵	۰/۰۲۵	۶/۰۹	تأیید
SC >>>> ES/HBT	۰/۵۶۰	۰/۰۲۸	۵/۷۴	تأیید

(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۳).

ج) آزمون کیفیت مدل‌های اندازه‌گیری و ساختاری: به‌منظور آزمون کیفیت همزمان مدل‌های اندازه‌گیری و ساختاری در مدل حداقل مربعات جزئی از روش 1-SSE/SSO استفاده می‌شود که نتایج آن بایستی مثبت باشد. بر مبنای نتایج کیفیت مدل‌های اندازه‌گیری و ساختاری و در کل کیفیت مدل در حد بالایی قابل‌قبول بوده است.

جدول ۷: آزمون کیفیت مدل‌های اندازه‌گیری و ساختاری بر مبنای روش 1-SSE/SSO

مؤلفه‌ها	1-SSE/SSO
TMP	۰/۳۲
PID	۰/۱۴
MT	۰/۲۰
TT	۰/۱۹
SC	۰/۰۹

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۳)

د) مدل کلی آزمون ساختاری با رویکرد حداقل مربعات جزئی: در این قسمت به بررسی برازش مدل یا نیکویی برازش بر مبنای فرمول زیر پرداخته شده است.

$$\text{GOF} = \sqrt{\overline{communality} \times \overline{R^2}}$$

ارزش مناسب و قابل قبول این مدل بین صفر و یک بوده و مقدار ۰/۰۱ ضعیف، مقدار ۰/۲۵ متوسط، ۰/۳۶ قوی و بالاتر از ۰/۳۶ بسیار قوی برای GOF یا نیکویی برازش می‌باشد. بر مبنای مدب متوسط مقادیر اشتراکی این مدل ۰/۷۵ و میانگین R^2 برابر با ۰/۳۵ است، نهایتاً شاخص GOF این مدل مقدار ۰/۵۱ به دست آمده است که از مطلوبیت کلی مدل حکایت دارد.

بحث و نتیجه‌گیری

شهروندان یکی از بخش‌های اصلی شهر انسان‌محور را تشکیل می‌دهد؛ چراکه لازم‌ترین و ضروری‌ترین سیستم آمدوشد شهری برای زندگی امروزی در شهرها، پیاده‌روی، دوچرخه‌سواری و نهایتاً استفاده از سیستم حمل‌ونقل همگانی و انسان‌محور است. این موضوع علاوه بر موارد ذکر شده، موجب پایداری محیط‌زیست شهرها می‌شود. بنابراین برنامه‌ریزی پایداری زیست‌محیطی شهرها بر مبنای الگوی حمل‌ونقل انسان‌محور یکی از ضرورت‌های شهرهای معاصر به‌ویژه در کشورهای درحال توسعه می‌باشد. در کلان‌شهر تبریز نیز با توجه به نرخ فزاینده استفاده از وسایل نقلیه موتوری و افزایش آلودگی‌های زیست‌محیطی به‌ویژه آلودگی هوا و به تبع آن تهدید سلامت جسمی و روحی شهروندان، کاربست حمل‌ونقل انسان‌محور ضرورتی اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. در کلان‌شهر تبریز طی سالیان اخیر بهره‌مندی از رویکردهای حمل‌ونقل انسان‌محور همچون مترو، اتوبوس‌های تندرو و پیاده‌راه‌ها افزایش یافته، با این حال گسترش فیزیکی و جمعیتی شهر و افزایش روزافزون خودروها و اثرات زیست‌محیطی ناشی از آن، مدیریت و برنامه‌ریزی حمل‌ونقل انسان‌محور را با دیدگاهی هدفمند و انعطاف‌پذیر ضروری ساخته است. در این راستا بر مبنای نتایج و مؤلفه‌های مورد بررسی، کاربست راهکارهای زیر به‌منظور برنامه‌ریزی حمل‌ونقل انسان‌محور در کلان‌شهر تبریز و تحقق پایداری زیست‌محیطی ارائه می‌گردد:

الف) مدیریت و برنامه‌ریزی حمل‌ونقل

مدیریت و برنامه‌ریزی حمل‌ونقل تبریز با تفرق‌های عملکردی بسیاری در درون سازمان و همچنین با سایر سازمان‌های شهری مواجه می‌باشد و عدم انسجام در ابعاد مختلف قابل مشاهده است. بنابراین اجرای طرح‌های حمل‌ونقل با جامعیت محتوایی در ابعاد مختلف (اقتصادی، اجتماعی، زیست‌محیطی و کالبدی)، تحقق رویکرد یکپارچه و سیستمی در مدیریت و برنامه‌ریزی حمل‌ونقل و هماهنگ‌سازی طرح‌های حمل‌ونقل و کاربری زمین الزامی می‌باشد.

ب) توسعه کالبدی و زیرساخت‌ها

در این بعد عدم توسعه مسیرهای پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری و همچنین گسترش خطوط اتوبوس‌های تندرو قابل مشاهده است. بنابراین بایستی با شبکه‌بندی فضاهای عمومی و پیوستگی مناسب بین فضاهای مختلف قابلیت پیاده‌روی معابر افزایش یابد. همچنین با ارتقاء سرزندگی و نظارت مناسب به امنیت این مسیرها و میزان استفاده از آن‌ها افزود. از طرفی گسترش مسیرهای دوچرخه‌سواری و اتوبوس‌های تندرو به‌ویژه در محور شمالی و جنوبی نیز مدنظر قرار گیرد.

ج) وسایل حمل‌ونقل

وسایل حمل‌ونقل عمومی از منظر هوشمندی و سوخت مورد استفاده در شرایط نامناسب قرار دارند. بنابراین هوشمندسازی حمل‌ونقل عمومی و بهره‌مندی از سوخت پاک در آنها بایستی مدنظر قرار گیرد.

د) فناوری حمل‌ونقل

از منظر فناوری حمل‌ونقل عمومی در برخی تقاطع‌ها شاهد اولویت با ناوگان حمل‌ونقل عمومی نمی‌باشیم. همچنین سیستم جامع برای مدیریت حمل‌ونقل عمومی قابل مشاهده نیست. بنابراین طراحی و پیاده‌سازی سیستم جامع مدیریت ناوگان با تأکید بر اولویت حرکت به ناوگان حمل‌ونقل عمومی در تقاطعات هوشمند و سرمایه‌گذاری در ابزار و تجهیزات هوشمند بایستی در برنامه‌های حمل‌ونقل و ترافیک شهر مدنظر قرار گیرد.

و) اجتماعی و فرهنگی

در کلان‌شهر تبریز علی‌رغم آلودگی هوا و اعلام رسانه‌های مختلف برای استفاده از حمل‌ونقل عمومی، کاربرد خودروهای شخصی و ترافیک شهری بسیار است. بنابراین تدوین قوانین الزام‌آور در راستای تغییر این الگو (در مناطق پرتراکم و شلوغ شهر) ضروری است.

همچنین بررسی تطبیقی پژوهش حاضر با پیشینه مطالعاتی نشان می‌دهد که مسائل زیست‌محیطی و تأکید بر حمل‌ونقل انسان‌محور در پژوهش‌های مختلفی مورد ارزیابی قرار گرفته است. در این بین، موضوعات مورد بررسی بیشتر در دو حوزه ارزیابی سطح پایداری ناشی از حمل‌ونقل انسان‌محور (بابائی و همکاران، ۲۰۲۲؛ لی گوآیس و همکاران، ۲۰۲۱؛ جیائو و همکاران، ۲۰۲۱) و ارزیابی زیرساخت‌های حمل‌ونقل انسان‌محور (متصدی زرندی و همکاران ۲۰۲۲؛ آل‌توادی و همکاران؛ ۲۰۲۰؛ پارک و همکاران، ۲۰۲۲) بوده‌اند. در این راستا، پژوهش حاضر با دیدگاهی سیستمی و ارزیابی مؤلفه‌های مختلف مدیریتی، زیرساخت‌ها، فناوری، اجتماعی و وسایل نقلیه عمومی به‌دنبال دست‌یابی به نتایج جامع در تحقق حمل‌ونقل انسان‌محور و پایداری زیست‌محیطی بوده است. به عبارتی پژوهش حاضر با تأکید بر پارادایم ترکیبی و بهره‌مندی از دیدگاه‌های مختلف به‌دنبال برنامه‌ریزی حمل‌ونقل انسان‌محور با بهره‌مندی

از ابعاد مختلفی است که مهمترین آنها عبارتند از مدیریت و برنامه‌ریزی یکپارچه و سیستمی حمل‌ونقل، بهره‌منـدی از طرح‌های جامع و منسجم و هماهنگ با برنامه‌ریزی کاربری زمین، نسبیت‌گرایی، توسعه زیرساخت‌ها همچون پیـاده‌روی و دوچرخه‌سواری، ارتقاء اتوبوس‌های تندرو و مترو و مجهز نمود آنها، هوشمندسازی حمل‌ونقل عمومی و بهـره‌منـدی از سوخت پاک در آن‌ها، تأکید بر فناوری حمل‌ونقل، تدوین قوانین مناسب و آگاهی‌بخشی و فرهنگ‌سازی بین شـهروندان است.

سپاسگزاری

از همه کسانی که در این تحقیق نگارندگان را یاری کرده‌اند تشکر و قدردانی می‌شود.

پی نوشت

1. Human-Centered Transportation
2. Pedestrian-oriented development
3. Transit Oriented Development
4. BRT
5. Cohen

حامی مالی: بنا به اظهار نویسنده مسئول، این مقاله حامی مالی نداشته است.

سهم نویسندگان در پژوهش: همه نویسندگان، در بخش‌های نگارش و تنظیم مقاله حاضر نقش و سهم برابر دارند.

تضاد منافع: نویسنده (نویسندگان) اعلام می‌دارند که هیچ تضاد منافعی در رابطه با نویسندگی و یا انتشـار ایـن مقالـه ندارند.

References

Abas, A.P., Yong, J., Mahlia, T.M.I., and Hannan, M., 2019. Techno-economic analysis and environmental impact of electric vehicle. IEEE Access, 7, 98565-98578. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2929530.

Al-Thawadi, F.E., Weldu, W.Y., and Al-Ghamdi, S.G., 2020. Sustainable Urban Transportation Approaches: Life-Cycle Assessment Perspective of Passenger Transport Modes in Qatar. Transportation Research, 48, 2056-2062. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.08.265.

Arliani, V., Sjafruddin, A., Santoso, I., and Winarso, H., 2024. Impact of internal accessibility on value creation in transit oriented development (TOD) area. Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, 25, 1-12. https://doi.org/10.1016/j.trip.2024.101106.

Babaei, Z., Lahijanian, A., and Shojaei, M., 2022. Evaluation of sustainable management of urban transportation with environmental sustainability approach (Case study: district 12 of Tehran metropolis). Journal of Natural Environment, 75(3), 477-486. https://doi.org/10.22059/jne.2022.328651.2295. **(In Persian)**

Bhatnagar, S., Jain, D., and Sachdeva, K., 2022. Effect of transit-oriented development on air quality in neighbourhoods of Delhi. World Development Sustainability, 1, 100015. https://doi.org/10.1016/j.wds.2022.100015.

Brand, C., Goodman, A., and Ogilvie, D., 2014. Evaluating the impacts of new walking and cycling infrastructure on carbon dioxide emissions from motorized travel: a controlled longitudinal study. Applied Energy, 128, 284–295. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2014.04.072.

Cai, M., Acolin, A., Moudon, A.V., and Shen, Q., 2023. Developing a multi-criteria prioritization tool to catalyze TOD on publicly owned land areas. Cities, 143, 1-13. https://doi.org/10.1016/j.cities.2023.104606.

Carse, A., Goodman, A., Mackett, R.L., Panter, J., and Ogilvie, D., 2013. The factors influencing car use in a cycle-friendly city: the case of Cambridge. Journal of Transport Geography, 28, 67–74. https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.10.013.

Cavill, N., Davis, A., Cope, A., and Corner, D., 2019. Active Travel and Physical Activity Evidence Review. Sport England.

Fattah, A., and Morshed, S.R., 2021. Assessing the sustainability of transportation system in a developing city through estimating CO2 emissions and bio-capacity for vehicular activities. Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, 10, 100361. https://doi.org/10.1016/j.trip.2021.100361.

Gallet, M., Massier, T., and Hamacher, T., 2018. Estimation of the energy demand of electric buses based on real-world data for large-scale public transport networks. Applied Energy, 230, 344-356. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.08.086.

Goodman, A., Sahlqvist, S., and Ogilvie, D., 2014. New walking and cycling routes and increased physical activity: one-and 2-Year findings from the UK I Connect study. American Journal of Public Health, 104, 38–46. https://doi.org/10.2105/AJPH.2014.302059.

Hallo, J.C., and Manning, R.E., 2009. Transportation and recreation: A case study of visitors driving for pleasure at Acadia National Park. Journal of Transport Geography, 17(6), 491-499. https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2008.10.001.

Holmberg, K., and Erdemir, A., 2019. The impact of tribology on energy use and CO2 emission globally and in combustion engine and electric cars. Tribology International, 135, 389-396. https://doi.org/10.1016/j.triboint.2019.03.024.

Hsu, T.P., 2003. Development Concept of Human Oriented Traffic and Greenly Traffic. Urban Traffic, 18(3), 41-52.

Jiao, J., Huang, Y. and Liao, C., and Zhao, D., 2021. Sustainable development path research on urban transportation based on synergistic and cost-effective analysis: A case of Guangzhou. Sustainable Cities and Society, 71, 1-13. https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102950.

Le Gouais, A., Panter, J.R., Cope, A., Powell, J.E., Bird, E.L., Woodcock, J., Ogilvie, D., and Foley, L., 2021. A natural experimental study of new walking and cycling infrastructure across the United Kingdom: The Connect 2 program. Journal of Transport & Health, 20, 1-23. https://doi.org/10.1016/j.jth.2020.100968.

Litman, T., 2015. Evaluating public transit benefits and costs. Victoria Transport Policy Institute, Canada.

Master plan of Tabriz. 2016. Consulting Engineers of Role of Environment, Ministry of Roads and Urban Development, General Department of Roads and Urban Development of East Azerbaijan Province, approved on 2016/11/14. **(In Persian)**

Motesaddi Zarandi, S., Nasiri, R., and Ahmadi, M., 2022. Environmental Impact Assessment of Electric Public Transportation System Development in Tehran city. Journal of Research in Environmental Health, 8(30), 193-210. https://doi.org/10.22038/jreh.2022.63008.1474. **(In Persian)**

Muñoz-Villamizar, A., Santos, J., Montoya-Torres, J.R., and Velázquez-Martínez, J.C., 2020. Measuring environmental performance of urban freight transport systems: A case study. Sustainable Cities and Society, 52, 101844. https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101844.

Ortuzar, J.D.D., and Willumsen, L.G., 2001. Modeling Transport. John Wiley & Sons, Ltd. 3rd Edition.

Parizi, S. M., and Kazeminiya, A., 2015. Evaluation of Human-Oriented Transport in City Hall Transportation Projects Approach to Sustainable Case Study of the Kerman City Hall. Journal of Building Construction and Planning Research, 3(03), 149. https://doi.org/10.4236/jbcpr.2015.33015.

Park, J.Y., Mistur, E., Kim, D., Mo, Y., and Hoefer, R., 2022. Toward human-centric urban infrastructure: Text mining for social media data to identify the public perception of COVID-19 policy in transportation hubs. Sustainable Cities and Society, 76, 1-17. https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103524.

Rahman, M.H., Ashik, F.R., and Mouli, M.J., 2022. Investigating spatial accessibility to urban facility outcome of transit-oriented development in Dhaka. Transport. Transportation Research Interdisciplinary Perspectives. 14, 100607. https://doi.org/10.1016/j.trip.2022.100607.

Raza, S.A., Shah, N., and Sharif A., 2019. Time frequency relationship between energy consumption, economic growth and environmental degradation in the United States: Evidence from transportation sector. Energy, 73, 706-720. https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.01.077.

Renne, J.L., and Listokin, D., 2021. Transit-oriented development and historic preservation across the United States: A geospatial analysis. Transport. Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, 10, 100373. https://doi.org/10.1016/j.trip.2021.100373.

Sahlqvist, S., Song, Y., and Ogilvie, D., 2012. Is active travel associated with greater physical activity? The contribution of commuting and non-commuting active travel to total physical activity in adults. Preventive Medicine, 55, 206–211. https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2012.06.028.

Shahbazi, M., Fathi, M.R., and Jesri, N., 2021. Evaluation and Prioritization Projects to Urban Transport by Develop Human-Centered Approach based on Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS. Journal of Geography & Regional Planning, 11(42), 661-677. https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.22286462.1400.11.2.34.4. **(In Persian)**

Tabriz Municipality Transportation Network Management and Engineering Organization. 2024. Studies of the comprehensive urban and suburban transportation plan of Tabriz. **(In Persian)**

Tibbalds, F., (Ed.). 2012. Making people-friendly towns: Improving the public environment in towns and cities. Taylor & Francis.

Warburton, D.E.R., and Bredin, S. S. D., 2017. Health benefits of physical activity: a systematic review of current systematic reviews. Current Opinion in Cardiology. 32, 541–556. https://doi.org/10.1097/HCO.0000000000000437.