

Study of the Relationships between the Components of the Urban Transportation System Evaluation Model Based on Sustainable Development Indicators (Case Study: Tehran Metropolitan Area)*

Original Article

Mohammad Hossein Norouzi¹, Mohammad Javad Kameli^{2**}, Shahriar Afandizadeh³, Jamshid Salehi Sadaghiani⁴

1- Ph.D candidate Department of Public Administration, Faculty of Economics and Management, Science and Research Branch of Islamic Azad University, Tehran, Iran

2- Associate Professor, Department of Public Administration, Amin University of Police Sciences, Tehran, Iran

3- Professor, department of transportation, faculty of civil engineering, Iran university of science and technology, Tehran, Iran

4- Professor, Faculty of Management and Accounting, Allameh Tabatabaie University, Tehran, Iran

ARTICLE INFO

Article History

Received: 2023-08-30

Accepted: 2023-12-07

Keywords

Evaluation Model

Metropolitan Complex

Mixed Approach

Sustainable Development Indicators

Urban Transportation System

Evaluation

ABSTRACT

Introduction

One of the important issues that can determine the status of a city and make changes in the quality indicators of its space is the urban transportation system. Roads and transportation systems are important elements in every city that shape the overall structure of the city. Today, with the ever-increasing population growth and development caused by cars, transportation and traffic is one of the problems of cities, especially in metropolitan areas that consist of a mother city and several satellite cities and towns, this problem is greater, because a significant population They live in satellite cities and because of their employment in the mother city, they travel to it every day, and in the absence of a reliable and planned transportation system, they increase the problems of the mother city. As long as city and metropolitan area programs and transportation system plans are prepared with the car-oriented approach, it will not be possible to achieve a sustainable transportation system. Therefore, a system for evaluating the urban transportation system based on the principles of sustainability and sustainable development implies the improvement of economic, social, and environmental indicators of cities. The present study was carried out as a part of more comprehensive research to provide an evaluation model of the urban transportation system based on sustainable development indicators in the metropolitan area of Tehran, and it seeks to examine the independence or dependency of the components of the model.

Materials and Methods

The current research can be considered applied-developmental in terms of its purpose, and in terms of the method and period of data collection, it can be considered survey-cross-sectional research that was conducted with a mixed approach. For this purpose, in the qualitative section, by searching the databases, 43 articles were identified in related fields between 2000 and 2023, and finally, 41 articles were selected in a targeted way and entered the analysis stage. To identify the relationships between the components of the evaluation model of the urban transportation system in the metropolitan area of Tehran based on sustainable development indicators, structural-interpretive modeling was used. The participants of this section were 28 experts in the fields of urban planning, transportation, economy, social sciences, and environment active in Tehran municipality, who were selected in a non-probability, purposeful way and with a snowball pattern. In the next step, the validation of the designed model was done with the method of structural equation modeling and the

* This article is taken from the first author's Ph.D. thesis entitled "Urban Transportation System Evaluation Model Based on Sustainable Development Indicators (Case Study: Tehran Metropolitan Area)" which was conducted at the Islamic Azad University, Science and Research unit.

** Corresponding author: p.h.d.kameli@gmail.com

partial least squares technique. The statistical population of the quantitative part includes specialists in the aforementioned fields who work in the metropolitan area of Tehran, and the sample size is 530 people. Library studies and questionnaires were considered as data collection tools, which were validated using construct validity, convergent validity, and divergent validity methods. Validation was performed in the qualitative section using the CASP model. The reviewed articles in the qualitative section were evaluated based on the ten criteria of this model and the articles with a score above 25 were selected. The validity of the questionnaire was measured through content validity (opinions from experts) and its validity was confirmed. Also, in a preliminary study, the total Cronbach's alpha of the questionnaire was calculated as 0.856. After distributing the questionnaire to the selected sample, the validity of the questionnaire was checked using three methods construct validity (external model), convergent validity (AVE), and divergent validity. is greater than 0.5. Composite reliability (CR) and Cronbach's alpha coefficient of each factor were determined to calculate reliability. The combined reliability and Cronbach's alpha of all dimensions of the model should be greater than 0.7. Meta-composite analysis was used to identify the underlying categories of the research and provide the initial model. Validation of the designed model was done by the partial least squares method. Data analysis of the qualitative phase of the research was done with Maxqda software and related to the quantitative phase with Smart PLS software.

Findings

From the review and analysis of the articles, several 166 indicators were obtained, then the indicators that had the same meaning or were repeated in different forms and expressions were removed, and finally, with the category and classification of the final indicators, 9 components (main category) and 53 indicators (subcategory) were obtained. The findings of the research showed that the components of the model are not independent of each other and the components of pollutant production, consumption resources, energy consumption, justice and access, direct and indirect costs in the sector of independent structures, and the components of economic well-being, travel safety, health and human health, environmental compatibility are in the dependent structures section and the relationship is such that the set of direct and indirect costs and justice and access affect energy consumption. Consuming sources and production of pollutants interact and lead to environmental compatibility. Finally, economic prosperity can be achieved through travel health and safety. Also, in the model validation section, the GOF index was obtained as 0.616, which is greater than 0.36. The RMS_theta index was 0.102, which is less than 0.12. The

SRMR index was also calculated as 0.050, which is less than 0.08, so the fit of the model is favorable.

Conclusion

The results of the research showed that direct and indirect costs and justice and access affect energy consumption. In the results of Hirai and Kamim's study (2022), the effectiveness of the justice component is also mentioned, and from this point of view, it is consistent with the results of the present study. The comprehensive view is important because it defines the boundaries in which all the departments should work collectively. This perspective also calls for greater attention to quality of life and includes equity analysis to include the distributive effects of transportation between regions and countries over time. On the other hand, the transportation-oriented perspective is also important because of considers the specific goals of the sector that guide the development of transportation policies and programs. In addition, it should be acknowledged that some decisions will be made with a more appropriate and relevant transportation perspective. It was also shown that the consumption of resources and pollutant production have mutual effects and lead to environmental compatibility. In the results of the studies of Patterson et al. (2021) and Mohammadpour et al. Some of the key environmental outputs (or pollutants and waste) include hazardous waste from vehicle scrapping, noise emissions, local air pollution, and climate change. Although significant progress has been made in the proportion of recyclable vehicle waste at the end of a vehicle's life, it is estimated that about 25% of a vehicle remains unrecyclable, and much of this can be considered hazardous. Also, noise pollution caused by traffic can disrupt sleep patterns, affect cognitive function, and aggravate some cardiovascular problems. Since noise pollution is related to the number of ongoing activities and the noise intensity of those activities, it is not surprising that it is mainly an urban problem.

Finally, the results of the research showed that it is possible to achieve economic well-being through travel health and safety. This importance has been confirmed in the results of Marzi et al.'s study (1401). In addition to significant economic benefits, the transportation system also creates economic costs. Road traffic accidents and air quality both lead to loss of life or decrease in quality of life, which has direct costs for the economy in terms of lost productivity and less well-being of citizens. Also, providing the transportation system and subsidies for passengers has costs for the government that must be financed through taxes or fare collection. Therefore, the implementation of the model presented in the current research, by reducing the marginal costs, helps to increase the economic well-being of the country.

COPYRIGHTS

©2022 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.



HOW TO CITE THIS ARTICLE

Norouzi M.H. Kameli M.J. Salehi Sadaghiani J. Afandizadeh Sh. Study of the Relationships between the Components of the Urban Transportation System Evaluation Model Based on Sustainable Development Indicators (Case Study: Tehran Metropolitan Area). *Urban Economics and Planning* Vol 4(3):188-210. [In Persian]

DOI: [10.22034/UEP.2023.413831.1399](https://doi.org/10.22034/UEP.2023.413831.1399)



بررسی روابط مؤلفه‌های مدل ارزیابی سیستم حمل و نقل شهری بر اساس شاخص‌های توسعه پایدار (مورد مطالعه: منطقه کلان‌شهری تهران)*

مقاله پژوهشی

محمدحسین نوروزی^۱؛ محمدجواد کاملی^{۲*}؛ شهریار افندی‌زاده^۳؛ جمشید صالحی صدقیانی^۴

- ۱- دانشجوی دکتری، گروه مدیریت دولتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
 ۲- دانشیار، گروه مدیریت دولتی، دانشگاه علوم انتظامی امین، تهران، ایران
 ۳- استاد، گروه حمل و نقل، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران
 ۴- استاد، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

چکیده

مقدمه

یکی از مسائل مهمی که می‌تواند تعیین‌کننده وضعیت یک شهر باشد و در شاخص‌های کیفیت فضای آن تغییراتی ایجاد کند، سیستم حمل و نقل شهری است. راه‌ها و سیستم حمل و نقل از عناصر مهم موجود در هر شهر هستند که ساختار کلی شهر را شکل می‌دهند. امروزه با رشد روزافزون جمعیت و توسعه ناشی از اتومبیل، حمل و نقل و ترافیک یکی از مشکلات شهرها است و به‌ویژه در مناطق کلان‌شهری که متشکل از یک شهر مادر و تعدادی شهر و شهرک اقماری است، این مشکل بیشتر است، چرا که جمعیت قابل توجهی در شهرهای اقماری سکونت گزیده و به واسطه اشتغال در شهر مادر، تردد هرروزه به آن دارند و در صورت نبود یک سیستم حمل و نقل مطمئن و برنامه‌ریزی شده، مشکلات شهر مادر را افزایش می‌دهند. تا زمانی که برنامه‌های شهری و مناطق کلان‌شهری و طرح‌های سیستم حمل و نقل مبتنی بر رفت و آمد خودروها تهیه شوند، دستیابی به سیستم حمل و نقل پایدار ممکن نخواهد بود. لذا نظامی برای ارزیابی سیستم حمل و نقل شهری مبتنی بر اصول پایداری و توسعه پایدار، متضمن بهبود شاخص‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی شهرهاست. مطالعه حاضر به عنوان بخشی از پژوهشی جامع‌تر که با هدف ارائه مدل ارزیابی سیستم حمل و نقل شهری بر اساس شاخص‌های توسعه پایدار در منطقه کلان‌شهری تهران صورت پذیرفته، انجام شده است و به دنبال آن است تا به بررسی استقلال یا وابستگی مؤلفه‌های مدل بپردازد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر را می‌توان از نظر هدف کاربردی- توسعه‌ای و از منظر روش و دوره زمانی گردآوری داده‌ها، پژوهشی پیمایشی- مقطعی محسوب کرد که با رویکرد آمیخته انجام شد. به این منظور، در بخش کیفی با جست‌وجو در پایگاه‌های اطلاعاتی، در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۳، تعداد ۴۳ مقاله در زمینه‌های مرتبط شناسایی شد و در نهایت، ۴۱ مقاله به روش هدفمند انتخاب و وارد مرحله تحلیل شدند. برای شناسایی روابط بین مؤلفه‌های مدل ارزیابی سیستم حمل و نقل شهری در منطقه کلان‌شهری تهران بر اساس شاخص‌های توسعه پایدار، از مدل‌سازی ساختاری- تفسیری بهره برده شد که مشارکت‌کنندگان این بخش ۲۸ نفر از خبرگان حوزه‌های شهرسازی، حمل و نقل، اقتصاد، علوم اجتماعی و محیط زیست فعال در شهرداری تهران بوده است که به روش غیراحتمالی هدفمند و با الگوی گلوله برفی انتخاب شدند. در مرحله بعد اعتبارسنجی مدل طراحی شده با روش مدل‌سازی معادلات ساختاری و با تکنیک حداقل مربعات جزئی صورت گرفت. جامعه آماری بخش کمی شامل متخصصان حوزه‌های یادشده است که در منطقه کلان‌شهری تهران فعالیت می‌کنند و حجم نمونه ۵۳۰

اطلاعات مقاله

تاریخ‌های مقاله

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۰۸
 تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۱۶

کلمات کلیدی

ارزیابی سیستم حمل و نقل شهری
 رویکرد آمیخته
 شاخص‌های توسعه پایدار
 مدل ارزیابی
 مجموعه کلان‌شهری

* این مقاله برگرفته از رساله دکتری نویسنده نخست با عنوان «مدل ارزیابی سیستم حمل و نقل شهری بر اساس شاخص‌های توسعه پایدار (مورد مطالعه: منطقه کلان‌شهری تهران)» به راهنمایی دکتر محمدجواد کاملی و مشاوره دکتر شهریار افندی‌زاده و دکتر جمشید صالحی صدقیانی در دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران است.
 ** نویسنده مسئول: p.h.d.kameli@gmail.com

نیز به تأثیرگذاری مؤلفه عدالت اشاره شده و از این منظر با نتایج پژوهش حاضر هماهنگ است. دیدگاه جامع به آن دلیل مهم است که مرزهایی را تعریف می‌کند که در آن همه بخش‌ها باید به صورت جمعی فعالیت کنند. این دیدگاه همچنین به توجه بیشتر به کیفیت زندگی دعوت می‌کند و تجزیه و تحلیل عدالت را در برمی‌گیرد تا تأثیرات توزیعی حمل و نقل بین مناطق و کشورها را طی زمان شامل شود. در مقابل، دیدگاه حمل و نقل محور هم به دلیل در نظر داشتن اهداف خاص بخشی که تدوین سیاست‌ها و برنامه‌های حمل و نقل را هدایت می‌کند، مهم است. ضمن اینکه باید اذعان داشت که برخی از تصمیمات با دیدگاه حمل و نقل محور مناسب‌تر و مرتبط‌تر اتخاذ خواهند شد.

همچنین، نشان داده شد منابع مصرفی و تولید آلاینده‌ها اثر متقابل دارد و به سازگاری زیست محیطی منجر می‌شود. در نتایج مطالعات پترسون و همکاران (۲۰۲۱) و محمدپور و همکاران (۱۴۰۱) نیز به مؤلفه حداقل رسانی تولید آلاینده‌ها اشاره شده و از این منظر با نتایج پژوهش حاضر سازگاری دارد. برخی از خروجی‌های کلیدی زیست محیطی (یا آلاینده و پسماند) شامل پسماندهای خطرناک ناشی از اسقاط وسایل نقلیه، انتشار سروصدا، آلودگی هوای محلی و تغییرات آب‌وهوایی است. با اینکه پیشرفت قابل توجهی در نسبت پسماندهای قابل بازیافت وسیله نقلیه در پایان عمر خودروها انجام شده است، تخمین زده می‌شود که حدود ۲۵ درصد از یک وسیله نقلیه غیرقابل بازیافت باقی بماند و بسیاری از این موارد می‌توانند خطرناک تلقی شوند. همچنین، آلودگی صوتی ناشی از ترافیک می‌تواند آلودگی صوتی را مختل کند، بر عملکرد شناختی تأثیر بگذارد و برخی از مشکلات قلبی-عروقی را تشدید کند. از آنجا که آلودگی صوتی به میزان فعالیت‌های در حال انجام و شدت سروصدا آن فعالیت‌ها مربوط می‌شود، تعجب‌آور نیست که عمدتاً یک مشکل شهری است.

در نهایت دستاوردهای پژوهش نشان داد از طریق بهداشت و ایمنی سفر دستیابی به رفاه اقتصادی میسر می‌شود. این مهم در نتایج مطالعه مرزی و همکاران (۱۴۰۱) مورد تأیید قرار گرفته است. سیستم حمل و نقل علاوه بر منافع اقتصادی قابل توجه، هزینه‌های اقتصادی نیز ایجاد می‌کند. حوادث رانندگی جاده‌ای و کیفیت هوا هر دو منجر به از دست دادن زندگی یا کاهش کیفیت زندگی می‌شود که از نظر بهره‌وری از دست رفته و رفاه کمتر شهروندان، هزینه‌های مستقیم برای اقتصاد دارد. همچنین، فراهم کردن سیستم حمل و نقل و یارانه‌های مربوط به مسافران برای دولت هزینه‌هایی دارد که باید از طریق مالیات یا دریافت کرایه تأمین شوند. لذا پیاده‌سازی مدل ارائه شده در پژوهش حاضر، با کاهش هزینه‌های حاشیه‌ای، به افزایش رفاه اقتصادی در کشور کمک شایانی می‌کند.

نفر است. مطالعات کتابخانه‌ای و پرسشنامه به عنوان ابزار گردآوری داده‌ها در نظر گرفته شد که با روش روایی سازه، روایی همگرا و روایی واگرا اعتبارسنجی شد. اعتبارسنجی در بخش کیفی با استفاده از الگوی CASP انجام شد. مقاله‌های مورد بررسی در بخش کیفی براساس ده معیار این الگو ارزیابی شد و مقالات با امتیاز بالای ۲۵ انتخاب شد. اعتبار پرسشنامه از طریق روایی محتوا (نظرخواهی از خبرگان) سنجیده شد که اعتبار آن مورد تأیید قرار گرفت. همچنین در یک مطالعه مقدماتی، آلفای کرونباخ کلی پرسشنامه برابر ۰/۸۵۶ محاسبه شد. بعد از توزیع پرسشنامه در نمونه منتخب، بررسی روایی پرسشنامه با بهره‌گیری از سه روش روایی سازه (مدل بیرونی)، روایی همگرا (AVE) و روایی واگرا صورت پذیرفت که بر اساس منابع، مقدار روایی همگرا (AVE) برای همه متغیرها لازم است از ۰/۵ بزرگ‌تر باشد. پایایی ترکیبی (CR) و ضریب آلفای کرونباخ هر یک از عوامل برای محاسبه پایایی تعیین شده است. میزان پایایی ترکیبی و آلفای کرونباخ همه ابعاد مدل باید از ۰/۷ بزرگ‌تر باشد. برای شناسایی مقوله‌های زیربنایی تحقیق و ارائه مدل اولیه از تحلیل فراترکیب استفاده شد. اعتبارسنجی مدل طراحی شده با روش حداقل مربعات جزئی صورت گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌های فاز کیفی پژوهش با نرم‌افزار Maxqda و مرتبط با فاز کمی با نرم‌افزار Smart PLS انجام شد.

یافته‌ها

از بررسی و تحلیل مقالات، تعداد ۱۶۶ عدد شاخص به دست آمد که در ادامه شاخص‌هایی که هم‌معنا بوده و یا به شکل‌ها و عبارتهای متفاوت تکرار شده بودند، حذف شدند و در نهایت، با مقوله و دسته‌بندی شاخص‌های نهایی، ۹ مؤلفه (مقوله اصلی) و ۵۳ شاخص (مقوله فرعی) حاصل شد. یافته‌های پژوهش نشان داد مؤلفه‌های مدل نسبت به هم مستقل نیستند و مؤلفه‌های تولید آلاینده‌ها، منابع مصرفی، مصرف انرژی، عدالت و دسترسی، هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم در بخش سازه‌های مستقل و مؤلفه‌های رفاه اقتصادی، ایمنی سفر، بهداشت و سلامت انسانی، سازگاری زیست محیطی در بخش سازه‌های وابسته قرار دارند و ارتباط به صورتی است که مجموعه هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم و عدالت و دسترسی بر مصرف انرژی تأثیر می‌گذارد. منابع مصرفی و تولید آلاینده‌ها بر هم اثر گذاشته و در مجموع به سازگاری زیست محیطی منجر می‌شود. در نهایت از طریق بهداشت و ایمنی سفر دستیابی به رفاه اقتصادی میسر می‌شود. همچنین در بخش اعتبارسنجی مدل، شاخص GOF برابر ۰/۶۱۶ به دست آمد که از ۰/۳۶ بزرگ‌تر است. شاخص RMS_theta میزان ۰/۱۰۲ به دست آمد که از ۰/۱۲ کمتر است. شاخص SRMR نیز ۰/۰۵۰ محاسبه شد که از ۰/۰۸ کمتر است، بنابراین برازش مدل مطلوب است.

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش نشان داد هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم و عدالت و دسترسی بر مصرف انرژی تأثیر می‌گذارد. در نتایج مطالعه هیرای و کامیم (۲۰۲۲)

مقدمه

از یک طرف و تقاضای زیاد برای تردد با وسایل نقلیه شخصی به دلیل عدم تکاپوی سیستم حمل و نقل عمومی شهرها و همچنین، اتخاذ سیاست نادرست در تولید و عرضه وسایل نقلیه از طرف دیگر و مسائل متعدد دیگری ایجاد شده است. براساس آمار ارائه شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست کشور و نیز شرکت کنترل کیفیت هوای شهر تهران، سهم منابع متحرک (وسایل نقلیه) در تولید آلاینده‌ها (به‌ویژه آلاینده‌های هوا) حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد کل آلودگی است. از این رو، به کار گرفتن سامانه‌ها و روش‌های جدید حمل و نقل شهری در شهرهایی که با ترافیک و آلودگی شدید روبرو هستند، جایگاه ویژه و بااهمیتی دارد. از جمله مهم‌ترین راهکارهایی که کارشناسان و صاحب‌نظران برای کمک به حفظ محیط زیست و کاهش آلودگی صوتی، بصری و کاهش ترافیک، برای رهایی از این معضلات گریبان‌گیر مطرح می‌کنند، کاهش تعداد سفرهای درون‌شهری با استفاده از وسایل نقلیه شخصی و افزایش استفاده از سیستم حمل و نقل عمومی و توسعه فرهنگ پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری در شهرها است [۱۱].

مطالب یادشده فقط معطوف به شهرهای بزرگ و مرزهای سیاسی آن‌هاست، در حالی که رشد جمعیتی و حوزه تأثیرگذاری این شهرها از جمله تهران، منحصر به این مرزهای سیاسی نیست و این شهرها علاوه بر آنکه در محدوده خود، توسعه خارق‌العاده‌ای داشته، گسترش فضایی آن‌ها به خارج از محدوده و مقر طبیعی رسیده و زمین‌های دور و نزدیک را تحت الشعاع قرار داده و چندین جامعه انسانی متکی یا وابسته ایجاد شده است. به بیان دیگر، به جای یک نقطه شهری با خصوصیات ویژه شهرهای ایرانی و اسلامی، یک منطقه کلان‌شهری با مجموعه‌ای از شهرک‌های وابسته و پیوسته به شهر تهران به وجود آمده است. در عمل در چندین دهه اخیر در اطراف تهران، مجموعه‌ای کلان‌شهری شکل گرفته است که شهرهایی از جمله کرج و شهرها و شهرک‌های اطراف آن، اسلامشهر، رباط کریم، شهر قدس، ورامین، پاکدشت، قیامدشت و شهرهای جدید پردیس، پرند و حتی هشتگرد در ذیل این مجموعه کلان‌شهری قرار گرفته‌اند [۹].

بدیهی است که افزایش جمعیت چندین برابری شهر تهران طی چند دهه محدود، حاصل رشد طبیعی نیست و سهم عمده‌ای از آن به دلیل مهاجرت از سایر نقاط کشور به این شهر اتفاق افتاده است و پذیرش مهاجران جدید این شهر را به صورت قطب متمرکز جمعیتی در آورده است و همین امر استان تهران را با جذب بیش از ۲۰ درصد جمعیت مهاجر کشور، به عنوان مهاجرپذیرترین استان کشور معرفی کرده است [۱۰]. این موضوع ناشی از تفاوت میزان توسعه‌یافتگی شهر تهران با سایر مناطق کشور است. این حجم از مهاجرت، نشان‌دهنده عدم توازن توسعه این کلان‌شهر با شهرهای کوچک و روستاهای کشور است، عوارض اجتماعی فراوانی را به دنبال داشته است [۱۱]. این عوامل نشان می‌دهد اگرچه تهران شهر توسعه‌یافته‌ای در ایران محسوب می‌شود، بعد توسعه اجتماعی به‌درستی اتفاق نیفتاده و توسعه منطقه کلان‌شهری تهران، توسعه‌ای پایدار نیست. درضمن، مهاجرت اثر منفی بر همگرایی اقتصادی دارد و باعث کاهش آن در بین استان‌های ایران می‌شود. به بیان دیگر، وقتی مهاجران به استان‌های برخوردار وارد می‌شوند، زمینه‌ساز افزایش نرخ رشد درآمد در این استان‌ها می‌شود که این اتفاق به معنای افزایش واگرایی و شکاف اقتصادی بین استان‌های مختلف کشور است [۱۲]؛ یعنی رشد جمعیت منطقه کلان‌شهری تهران از طریق مهاجرت، بحث پایداری توسعه در سطح ملی را نیز تحت الشعاع خود قرار می‌دهد.

با این توضیحات، مشخص است که این زمینه وجود داشته است که شهر جدید و شهرهای کوچک و متوسط در حوزه نفوذ یک کلان‌شهر مادر به یک شهر خوابگاهی تبدیل شود که روزانه تعداد زیادی سفر به قصد رفت و برگشت به محل کار را تولید می‌کند. این سفرها به دلیل فاصله مکانی بین شهر جدید و مادر شهر، موجب افزایش یافتن هزینه‌ها و اتلاف زمان ساکنان این شهرها خواهد شد. درخور یادآوری است که به علت فقدان یک سیستم حمل و نقل همگانی دارای کارایی بین مادرشهر و شهر جدید، زندگی در شهرهای جدید با نقش خوابگاهی نیاز به مالکیت وسیله نقلیه شخصی خواهد

افزایش وابستگی شهروندان به خودروی شخصی یکی از چالش‌های حیاتی عصر ما است، به طوری که خودروی شخصی یکی از عوامل مهم در انتشار گاز دی‌اکسید کربن است که تأثیر مخربی بر محیط زیست می‌گذارد. همچنین، مسائل حمل و نقل و ترافیک از دیگر معضلات بزرگ جوامع انسانی به‌ویژه در شهرهای بزرگ است. با این وجود آن چنان که باید در کانون توجه قرار ندارد و حتی زمانی که برای حل مشکلات و تبعات ناشی از آن، استفاده از سیستم‌های حمل و نقل شهری و عمومی پیشنهاد می‌شود، راهکارهای اجرایی بیشتر ناقص و تک‌بعدی است [۴]. بخش حمل و نقل اثرات گسترده‌ای بر جامعه دارد، بنابراین ارتباط حیاتی این بخش با توسعه پایدار موضوعیت دوچندانی دارد. مطابق آمار، این بخش به‌تنهایی ۲۵ درصد آلودگی دی‌اکسید کربن جهان را دربرمی‌گیرد و سهم آلاینده‌های حمل و نقل در تولید گازهای گلخانه‌ای در ایران حدود ۱/۸ است که از میزان متداول جهانی بالاتر است. بنابراین، بخش حمل و نقل شهری در مفهوم پایداری و توسعه پایدار نقش ویژه‌ای ایفا می‌کند و به نظر می‌رسد باید تمهیدات ویژه‌ای برای آن در نظر گرفته شود [۵].

پیامدها و آثار منفی و زیان‌بار حمل و نقل در سال‌های اخیر توجه مدیران شهری را به خود معطوف ساخته و موضوع حمل و نقل پایدار به یک مسئله کانونی تبدیل شده است. سیستم‌های جابه‌جایی پایدار شهری یکی از رویکردهای جدیدی است که علاوه بر مسئله حمل و نقل بر ابعاد گوناگون زندگی تأثیر می‌گذارد و سلامت و آسایش عمومی را نیز بهبود می‌بخشد [۶]. بر این اساس، بخش حمل و نقل شهری به‌ویژه در کلان‌شهرها از جایگاه بسیار مهمی برخوردار است. هنگامی که ناوگان حمل و نقل عمومی شهری از روانی و کارایی لازم برخوردار باشد، شهروندان به استفاده از این بخش برای جابه‌جایی‌های درون‌شهری روی می‌آورند که یکی از پیامدهای مستقیم آن کاهش ترافیک ناشی از خودروهای شخصی است و سرعت دسترسی را افزایش می‌دهد [۷]. حمل و نقل پایدار تأثیر شگرفی بر ارتقای کیفیت محیطی فضاهای شهری دارد. این رویکرد آلودگی صوتی، تصادف‌ها، خطرات سلامت، هزینه‌های رفاه، ازدحام و اتلاف زمان، مصرف سوخت و هزینه‌های انرژی را کاهش می‌دهد. از سوی دیگر، امنیت جاده‌ای، کیفیت هوا، سرمایه‌گذاری عمومی، اشتغال محلی و سلامت عمومی را افزایش می‌دهد [۸].

یکی از آلاینده‌های مهم در کلان‌شهرهای ایران مانند تهران که بیش از دو دهه است جزء آلوده‌ترین شهرهای دنیا تلقی می‌شود، مربوط به حمل و نقل شهری است. تغییر رویکرد حمل و نقل و نهادینه‌سازی نظام حمل و نقل شهری با به‌کارگیری منابع انرژی پاک از ضرورت‌های غیرقابل کتمان است. مشکل اصلی کشور در این حوزه آن است که تمام شهرهای بزرگ کشور وسایل نقلیه شخصی اولویت اول شهروندان است. در راستای حل این مسئله باید به سیستم حمل و نقل شهری پایدار روی آورده شود [۹]. دسترسی به توسعه شهری در حمل و نقل نیازمند شناسایی اثرات متقابل حمل و نقل با بخش‌های محیط زیستی، اجتماعی و اقتصادی شهر است، چرا که تأثیرات این بخش‌ها بر یکدیگر، چگونگی جهت‌گیری و رهیافت به سوی توسعه شهری را مشخص می‌کنند. با این توصیف، مهم‌ترین هدف توسعه شهری را می‌توان به‌بهبود شرایط اشتغال و زیست جمعیت ساکن در قالب اقشار، طبقات و گروه‌های گوناگون اجتماعی و اقتصادی و حفاظت از حقوق شهروندان، ترغیب به توسعه پایدار اقتصادی و اجتماعی و پاسداشت محیط کالبدی دانست. شهرها باید به گونه‌ای از منظر حمل و نقل عمومی توسعه یابند که جای نگرانی و ترس برای شهر و مردم شهر باقی نماند و اقبال عمومی جامعه به استفاده از ناوگان شهری برای تردد، بهبود یابد [۱۰].

مشکل ترافیک و حمل و نقل شهری علاوه بر هدررفت وقت شهروندان سبب ایجاد مشکلات زیست‌محیطی و از سوی دیگر، سبب تحمیل شدن بار سنگین اقتصادی بر دوش جامعه و دولت شده است. این مشکلات به دلیل عدم توجه اصولی به زیرساخت‌های شهری و برنامه‌ریزی حمل و نقل و همچنین، نبود برنامه‌ریزی و اجرای صحیح در تعیین کاربری زمین و توسعه شهری نادرست

داشت [۱۳].

خواهد شد و شبکه ارتباطی میان سازه‌ها ترسیم می‌شود. در بخش کمی نیز الگوی اولیه اعتبارسنجی می‌شود و مورد برآزش قرار خواهد گرفت. در پایان نیز نتیجه‌گیری، بحث و پیشنهادها کاربردی در راستای ارزیابی حمل‌ونقل پایدار شهری به مدیران و مسئولان منطقه کلان‌شهری تهران ارائه خواهد شد.

■ مبانی نظری تحقیق

سیستم حمل‌ونقل شهری یکی از مسائل مهمی است که می‌تواند برای وضعیت کلان‌شهرها تعیین‌کننده باشد و در شاخص‌های کیفیت فضای آن تغییراتی ایجاد کند. راه‌ها و سیستم حمل‌ونقل از عناصر مهم موجود در هر شهر هستند که ساختار کلی شهر را شکل می‌دهند. امروزه با رشد روزافزون جمعیت و توسعه ناشی از اتومبیل، حمل‌ونقل و ترافیک یکی از مشکلات شهرها است و تا زمانی که برنامه‌های شهری و طرح‌های سیستم حمل‌ونقل مبتنی بر رفت و آمد خودروها تهیه شوند، دستیابی به سیستم حمل‌ونقل پایدار ممکن نخواهد بود [۱۵]. از دغدغه‌های مهم جامعه انسانی در کلان‌شهرها، افزایش بی‌رویه جمعیت آن‌ها و سرازیر شدن مهاجران به صورت روزافزون و افزایش سرانه مالکیت وسایل نقلیه در کنار محدودیت منابع موجود است. طبیعی است که رشد مالکیت خودرو، سرعتی بالاتر از میزان تخصیص فضا به معابر و پارکینگ سازه‌ها و احداث آن‌ها دارد. این عدم توازن، منجر به بروز مسائل ترافیکی شده است که معضلات نشئت‌گرفته از سیستم حمل‌ونقل را بیشتر کرده و لزوم تغییر رویکرد سیاست‌گذاری در حمل‌ونقل شهری را در کلان‌شهرها بیش از پیش نمایان کرده است [۱۶]. مدیران کلان‌شهرها می‌کوشند با توسعه و بهبود بخش حمل‌ونقل عمومی، شهروندان را به استفاده بیشتر از این سیستم برای تردد تشویق کنند. با گسترش اثربخش و تقویت زیرساخت‌های حمل‌ونقل شهری می‌توان انتظار داشت که استفاده از خودروهای شخصی برای جابه‌جایی درون‌شهری کاهش یابد و در نتیجه، هم بار ترافیکی کاهش یابد و هم سلامت عمومی بهبود یابد [۱۷].

آلودگی هوای کلان‌شهر تهران یکی از چالش‌های عمده مدیریت شهری است. بنا بر گزارش شرکت کنترل کیفیت هوای تهران در ۹ ماهه اول سال ۲۰۲۳ کلان‌شهر تهران فقط به مدت ۹ روز دارای هوای پاک بوده است. استفاده از داده‌های ماهواره‌ای، داده‌های شهرداری تهران و مطالعه مناطق ۲۲ گانه کلان‌شهر تهران به صورت مکانی-زمانی نشان می‌دهد با توجه به کاربری مختلط اراضی در کنار رشد لجام‌گسیخته این شهر، ترافیک و آلودگی از مرز بحرانی نیز عبور خواهد کرد و باید مسئله حمل‌ونقل پایدار در دستور کار مدیران شهری تهران قرار گیرد [۱۸]. شهر و منطقه کلان‌شهری تهران به شدت از مشکلات ناشی از حمل‌ونقل رنج می‌برد و ازدحام ترافیک و شرایط نامناسب تردد تقریباً در تمام معابر اصلی و راه‌های ورودی این شهر قابل مشاهده است. ترافیک و آلودگی شدید تهران نیازمند بازنگری در وضعیت کنونی حمل‌ونقل است و باید از سیستم‌هایی استفاده شود که با سرعت بیشتر و هزینه کمتر، مصرف سوخت‌های فسیلی را کاهش دهد و انرژی‌های پاک و تجدیدپذیر را جایگزین کند. به دیگر سخن، باید به سوی روش‌های دوست‌دار محیط زیست در حمل‌ونقل حرکت شود [۱۶]. حمل‌ونقل و ترافیک یکی از معضلات بزرگ کلان‌شهر تهران است، اما نبود یک الگوی مناسب برای مسئله حمل‌ونقل در این شهر یک خلأ کلیدی است. حتی زمانی که برای حل مشکلات این شهر پیشنهادهایی ارائه می‌شود، این راهکارهای اجرایی اغلب ناقص و تک‌بعدی است و باید مدیران شهر تهران در این زمینه، اندیشه‌سازي داشته باشند [۱].

«پایداری» در کاربرد تازه آن نخستین بار به وسیله باربارا وارد (Barbara Ward) و رنه دوبو (Rene Dubos) به سال ۱۹۷۲ در کتابی با عنوان «تنها یک زمین (Only One Earth)» مطرح شد و پس از آن، به سال ۱۹۷۳ در مؤسسه جهانی محیط زیست و توسعه (IIED) مفهوم‌سازی و معرفی شد. در این مفهوم جدید پایداری براساس ابعاد اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی بازتعریف شد [۱۹]. «پایداری فرایندی است که مردم، سیاست‌گذاران،

با این توضیحات به نظر می‌رسد که یکی از راه‌های کنترل و اصلاح وضعیت شکل‌گرفته در این مجموعه کلان‌شهری، استفاده از راهکارهای مدیریت عرضه و تقاضای سفر در این مجموعه است [۱۴]. اما باید توجه داشت که سیاست‌گذاری این حیطة باید به نحوی باشد که نخست موجب محدودیت بیش از حد نیروی کار شاغل در تهران (و ساکن در شهر اقماری) نشود و دوم جاذبه برای مهاجرت بیشتر به این منطقه و افزایش جمعیت و مشکلات ناشی از آن را به دنبال نداشته باشد. به بیان دیگر، در بررسی راهکارهای مرتبط با سیستم حمل‌ونقل باید به وجه پایداری توسعه در این منطقه کلان‌شهری نیز توجه کرد.

توسعه پایدار و شاخص‌های مرتبط با آن، هرگز نیهای را (که از نظر کارشناسان دارای توجیه فنی باشد) از سه بعد اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌دهد و کمک می‌کند که راهکارهایی شناسایی و برگزیده شوند که در عین بهبود سیستم حمل‌ونقل مجموعه مورد نظر، با پایداری توسعه در منطقه هماهنگ باشد. محققان مختلفی برای شهرهای مختلف و از دیدگاه‌های مختلفی موضوع توسعه پایدار شهرها و شاخص‌های قابل استفاده در سنجش و ارزیابی آن را مورد واکاوی قرار داده‌اند و در این بین، مسئله حمل‌ونقل نیز مورد توجه قرار گرفته است، ولی لازم است این واکاوی و مذاقه در خصوص مجموعه کلان‌شهری تهران نیز صورت پذیرد تا شاخص‌های توسعه پایدار متناسب با سیستم حمل‌ونقل این مجموعه کلان‌شهری استخراج شود و به شکلی کارآمد در اختیار قرار گیرد.

در مجموع، می‌توان گفت که توسعه حمل‌ونقل شهری براساس معیارها و موازین پایداری راهکاری مناسب و البته، گریزناپذیر برای حل مسائل و مشکلات جابه‌جایی درون‌شهری است. در این راستا کوشش‌هایی نیز هم در سطح دانشگاهی و هم در سطح مدیریت شهری در کشور صورت پذیرفته است. در مطالعات پیشین بیشتر بر اهمیت مسئله حمل‌ونقل پایدار شهری تأکید شده و بیشتر جنبهٔ مروری و توصیه‌ای بر مقالات حاکم بوده است. در مقاله‌های کاربردی موجود نیز از منظر گوناگونی به مسئله حمل‌ونقل پایدار شهری پرداخته شده و کوشش کرده‌اند تا جنبه‌های گوناگون این شیوه را در دستیابی به اهداف توسعه پایدار شهری و بهبود شاخص‌های کیفیت زندگی آحاد جامعه معرفی کنند. هم‌افزایی نظری و سهم پژوهش حاضر آن است که با نگاهی کلان، دستاوردهای پژوهشی گذشته را به صورتی یکپارچه درآورد و الگوی جامع ارائه دهد، چرا که وجود شکاف پژوهشی اصلی در این حوزه، نبود مدلی فراگیر برای ارزیابی سیستم حمل‌ونقل شهری است که با رویکردی علمی و آکادمیک بتواند به عنوان ابزاری کاربردی در اختیار مدیران شهری باشد. برای کاهش مشکلات مطرح‌شده، کوشش بر آن است تا مدلی برای ارزیابی سیستم حمل‌ونقل کلان‌شهر تهران با در نظر گرفتن شاخص‌های توسعه پایدار طراحی شود. بنابراین، پژوهش جامع به این پرسش اساسی پاسخ می‌دهد که مدل ارزیابی سیستم حمل‌ونقل شهری بر اساس شاخص‌های توسعه پایدار در کلان‌شهر تهران کدام است؟ در این مسیر لازم است ابتدا مؤلفه‌ها و شاخص‌های مدل را به عنوان سازه‌های زیربنایی مدل شناسایی کرد که این کار با استعانت از مطالعات پیشین و رویکرد فراترکیب، انجام خواهد شد و پس از آن، باید در خصوص استقلال یا وابستگی متغیرهای شناسایی‌شده به‌ویژه در سطح مؤلفه‌ها که مقوله‌های اصلی محسوب می‌شوند به جمع‌بندی رسید. فرضیه مطرح‌شده بر این است که مؤلفه‌ها نمی‌توانند مستقل از هم باشند و تعدادی از آن‌ها با سایر مؤلفه‌ها دارای اندرکنش و رابطه هستند و وابسته محسوب می‌شوند. بر این اساس، سؤال اصلی مقاله حاضر این است که چه رابطه‌ای بین مؤلفه‌های مدل ارزیابی سیستم حمل‌ونقل شهری بر اساس شاخص‌های توسعه پایدار وجود دارد؟ برای این منظور در ادامه، پیشینه پژوهش و مبانی نظری ارزیابی حمل‌ونقل پایدار شهری ارائه خواهد شد. سپس مواد و روش‌های پژوهش حاضر بحث خواهد شد. پس از ارائه یافته‌های تحلیل فراترکیب و معرفی مؤلفه‌ها و شاخص‌های مدل مورد اشاره، نسبت به پاسخ‌گویی به سؤال این مطالعه اقدام

است [۲۹]. شهرها که مهم‌ترین سکونت‌گاه‌های بشری هستند، جایگاه با اهمیتی جهت تحقق توسعه پایدارند.

با رشد روزافزون جمعیت و همچنین به دلیل نبود درآمد پایدار و مطمئن در شهرها، شهرهای بزرگ و کلان‌شهرها با مشکلات مهاجرت از شهرهای کوچک روبه‌رو شده است. مشکلات ترافیکی ناشی از این افزایش جمعیت در کلان‌شهرها منجر به ایجاد شهرهای جدید در اطراف کلان‌شهرها شده است. هدف اصلی ایجاد این شهرهای جدید، کاهش تمرکز جمعیت در کلان‌شهرها بوده است، ولی به دلیل رشد مهاجرت به این شهرها و قرار گرفتن مقصد اغلب سفرهای ساکنان این شهرهای جدید (به‌ویژه سفرهای شغلی) در کلان‌شهرها، مشکلات عدیده ترافیکی در ورودی شهرهای اصلی ایجاد شده است. کلان‌شهر تهران نیز با توجه به چنین سیاست‌هایی و با توجه به جذابیت تهران به عنوان مرکز اقتصادی کشور با مشکلات فراوانی در ورودی شهرها روبه‌رو شده است، این در حالی است که هنوز جمعیت شهرهای جدید به جمعیت افق طرح نرسیده است. از این‌رو، توجه به این موضوع هم از دید کوتاه‌مدت و هم از دید بلندمدت ضروری به نظر می‌رسد [۱۴].

ایجاد و توسعه شهرک‌های اقماری در کلان‌شهرهای کشورهای در حال توسعه همواره یکی از راه‌های مطرح با هدف تأمین مسکن متقاضیان، جلوگیری از رشد بی‌رویه پایتخت‌ها و مراکز استان‌ها و کنترل قیمت مسکن بوده است. در شهر تهران نیز در دهه‌های گذشته شهرها و شهرک‌های اقماری بسیاری ساخته شده و برخی زیرساخت‌های لازم برای استقرار جمعیت در آن‌ها فراهم شده است. اکنون با شکل‌گیری و رشد جمعیتی این نقاط، چگونگی دسترسی ساکنان آن به شهر مادر به یکی از دغدغه‌های مدیریت کلان‌شهرها تبدیل شده است [۹].

توزیع دقیق و بهبود یافته شهرها در عرصه سرزمین و برخورد کردن آن‌ها از خدمات متناسب با نقش و سلسله‌مراتب عملکردی آن‌ها، علاوه بر افزایش دسترسی ساکنان، می‌تواند ایشان را از سفرهای درون‌شهری زیاد و طولانی بی‌نیاز کند. با ترکیب کردن سیاست‌ها، برنامه‌ریزی شهری و برنامه‌ریزی حمل‌ونقل می‌توان ضمن نگهداشت کیفیت محیط شهری، دسترسی متناسبی برای شهروندان فراهم کرد. لذا پایداری حمل‌ونقل باید به عنوان ابزار دستیابی به توسعه پایدار در شهرها مطرح شود. شبکه حمل‌ونقل در ساختار اجتماعی، اقتصادی و حتی سیاسی و نظامی جوامع امروز به حدی اهمیت دارد که کارشناسان آن را زیربنای توسعه پایدار هر جامعه معرفی می‌کنند. بنابراین، دستیابی به مفهوم حمل‌ونقل پایدار مستلزم شناخت و ارزیابی اثرات متقابل حمل‌ونقل با هر یک از وجوه چنگانه توسعه پایدار اعم از وجوه اقتصادی، نهادی، فنی، اجتماعی، زیست‌محیطی و عملیاتی است. بنابراین در ادامه این مقاله، مدل ارزیابی سیستم حمل‌ونقل شهری بر اساس شاخص‌های توسعه پایدار که با بهره‌گیری از ادبیات پژوهش و مبانی نظری موجود طراحی شده است، ارائه می‌شود.

■ مواد و روش‌ها

این مطالعه از منظر هدف یک پژوهش کاربردی-توسعه‌ای است که هدف آن توسعه مدلی برای ارزیابی سیستم حمل‌ونقل شهری بر اساس شاخص‌های توسعه پایدار است. از نظر شیوه گردآوری داده‌ها یک پژوهش پیمایشی-مقطعی بوده و روش تحلیل آن یک روش پژوهش آمیخته است که با بهره‌گیری از روش‌های کیفی-کمی انجام شده است.

در اولین مرحله پژوهش، با استفاده از روش فراترکیب مقوله‌های ارزیابی سیستم حمل‌ونقل شهری پایدار شناسایی شد. فراترکیب یکی از روش‌های فرامطالعه است که به ارزیابی سایر پژوهش‌های انجام‌شده می‌پردازد و از این منظر با عنوان ارزشیابی ارزشیابی‌ها از آن یاد می‌شود. فراترکیب برای یکپارچه کردن مطالعه متعدد برای ایجاد یافته‌های جامع و تفسیری انجام می‌شود [۳۰]. به طور کلی، روش فراترکیب یکی از انواع مطالعه کیفی است که اطلاعات یافته‌های استخراج‌شده از دیگر مطالعات در زمینه موضوع مورد نظر را مورد استفاده قرار می‌دهد. محقق در روش فراترکیب، داده‌های ثانویه

سازمان‌ها، منابع طبیعی و محیط زیست را درگیر می‌کند و تغییرات در رفتار، گرایش‌ها، مدل‌های مصرف، عادت‌های خرید و چگونگی درک و ارزش‌گذاری محیط زیست از سوی جامعه را شامل می‌شود [۲۰]. جنبش پایداری خیلی زود مفاهیم گوناگون زندگی اجتماعی و سازمانی از جمله مدیریت شهری و تبع آن، حمل‌ونقل شهری را نیز در بر گرفت. حمل‌ونقل شهری پایدار به عنوان مدیریت نظام‌مند جابه‌جایی شهروندان در سراسر شهر و مکان‌ها و معابر شهری با در نظر گرفتن سه بعد اقتصادی، اجتماعی و محیطی تعریف می‌شود [۲۱].

سازمان توسعه و همکاری‌های اقتصادی (OECD) در سال ۱۹۹۴ حمل‌ونقل پایدار را چنین تعریف کرد: «سیستم حمل‌ونقلی که سلامت عمومی را به مخاطره نمی‌اندازد و جابه‌جایی‌ها، نیازمند سازگاری با استفاده از منابع تجدیدپذیر بوده است». به دیگر سخن، حمل‌ونقل پایدار عبارت از سیاست‌ها و زیرساخت‌هایی برای توسعه اقتصادی، نگهداشت محیط زیست و برابری اجتماعی با هدف بهینه‌سازی سامانه حمل‌ونقلی به منظور دستیابی به هدف‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی بدون مخاطره انداختن نسل‌های آینده حمل‌ونقل پایدار است [۲۲]. بنابراین، حمل‌ونقل پایدار شیوه‌ای از حمل‌ونقل است که موجب کاهش آلودگی هوا، گازهای خطرناک و سایر آلاینده‌ها شود و از سوی دیگر، سبب اقبال به حمل‌ونقل همگانی، دوچرخه‌سواری، پیاده‌روی و فناوری‌های نوین همچون خودروی برقی، هلیکوپتر و دوگانه‌سوز شود [۲۳]. برنامه‌ریزی حمل‌ونقل پایدار، هدف کاهش عوارض سوء حمل‌ونقل را در حوزه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی و هماهنگی در توسعه حمل‌ونقل با دیگر بخش‌های جامعه و منابع دنبال می‌کند. توسعه پایدار و حمل‌ونقل پایدار دارای پیوندهای مشترک بوده و دارای اهداف مشترک هستند [۲۴].

تعاریف گوناگون پیرامون حمل‌ونقل پایدار براساس سه محور اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی ارائه شده است. حمل‌ونقل پایدار رویکرد نظام‌مندی است که در مصرف سوخت، ایمنی، تراکم ترافیک، آلاینده‌ها و دستیابی به هدف‌های اجتماعی و رفاهی به صورت چندسطحی عمل کرده و در تمامی این موارد هدف‌های پایداری را تأمین می‌کند و منافع نسل آینده را به مخاطره نمی‌اندازد [۲۵]. براساس یک تعریف دیگر، حمل‌ونقل پایدار رویکردی است که بازتاب‌ها و هزینه‌های محیطی-اجتماعی را منعکس می‌کند، برای ظرفیت قابل تحمل احترام قائل است و بین نیازهای جابه‌جایی و ایمنی و نیازهای دسترسی، کیفیت محیطی و سرزندگی توازن برقرار می‌کند [۲۶]. در مجموع، سیستم و فعالیت حمل‌ونقل باید هر سه بعد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی را پوشش دهد:

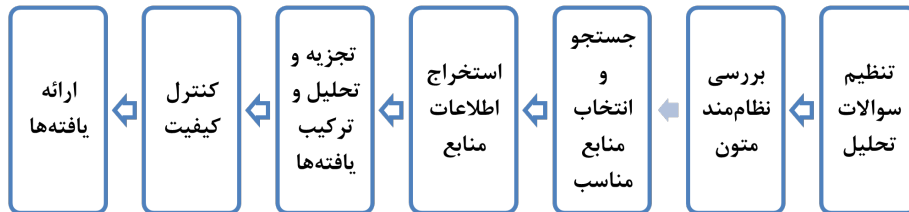
پایداری اقتصادی: منابع به شیوه‌ای اثربخش استفاده شوند و از سرمایه‌ها درست نگهداری شود. رشد مطلوب اقتصادی، پشتیبانی از اقتصاد پویا و افزایش کارایی حمل‌ونقل از جمله شاخص‌های اقتصادی هستند.

پایداری زیست‌محیطی: تأثیرات خارجی سیستم حمل‌ونقل در فاز انجام تصمیم‌گیری برای توسعه آینده باید در کانون توجه قرار گیرد. محدود کردن عوارض زیست‌محیطی و همچنین، بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر و مواد قابل بازیافت و کاهش استفاده از زمین از جمله شاخص‌های زیست‌محیطی هستند.

پایداری اجتماعی: تمامی قشرهای گوناگون جامعه باید از مزایای حمل‌ونقل مناسب برخوردار باشند. بهبود کیفیت زندگی برای گروه‌ها و نسل‌های مختلف، تأمین دسترسی عادلانه برای مردم و کالاهایشان، از جمله شاخص‌های پایداری اجتماعی هستند [۲۷].

بنابراین، با در نظر گرفتن مفاهیم گوناگون حمل‌ونقل شهری و تبیین چارچوب مفهومی پایداری حمل‌ونقل در ایران، می‌توان توسعه پایدار و بر اساس آن، حمل‌ونقل پایدار را تلاشی برای متوازن کردن کیفیت‌های محیطی، اجتماعی و اقتصادی در زمان فعلی و آینده دانست [۲۸]. البته با در نظر داشتن یک رویکرد تطبیقی، دستیابی به حمل‌ونقل پایدار در کشورهای مختلف نیازمند توجه به خصوصیات ویژه هر کشور و تفاوت‌های موجود بین مناطق مختلف

مربوطه به نتایج حاصل از سایر مطالعات را برای پاسخ دادن به سؤال مطالعه خود با هم ترکیب کرده و نتیجه‌های جدیدی حاصل می‌کند [۳۱]. برای دستیابی به هدف پژوهش از روش فراترکیب، مطابق شکل ۱ از الگوی سندلوسکی و باروسو [۳۲] استفاده شد.



شکل ۱. الگوی هفت مرحله‌ای فراترکیب [۳۲]

تنظیم سوالات تحلیل: گام اول در روش فراترکیب، تنظیم پرسش‌هاست. چهار پارامتر چه چیزی، چه کسی، چه زمانی و چگونه، مواردی هستند که پرسش‌ها عموماً براساس آن‌ها تنظیم می‌شوند. در گروه‌بندی و تحلیل مطابق جدول ۱، ابعاد مختلف ارزیابی سیستم حمل‌ونقل شهری پایدار در کلان‌شهر تهران مورد سؤال قرار گرفته است.

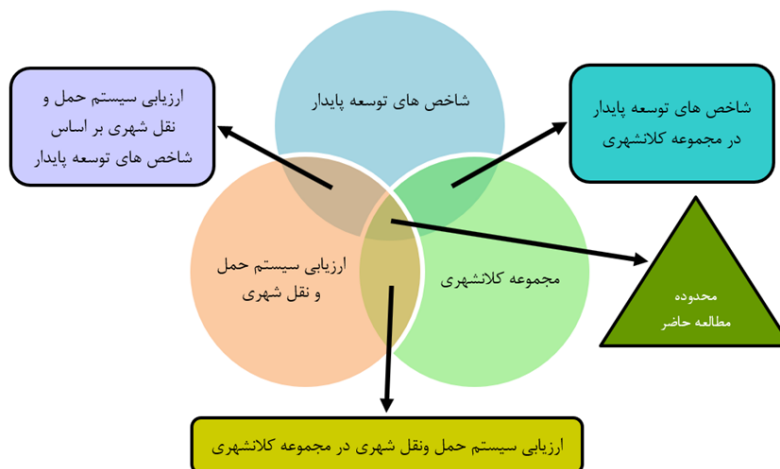
جدول ۱. پرسش‌های مورد استفاده در فرایند تحلیل

| پرسش تحلیل | پارامتر |
|--|---------------------|
| مقوله‌های اساسی و زیربنایی مدل ارزیابی سیستم حمل‌ونقل شهری بر اساس شاخص‌های توسعه پایدار کدام‌اند؟ | چه چیزی (What) |
| چه افرادی در ارائه مدل ارزیابی سیستم حمل‌ونقل شهری بر اساس شاخص‌های توسعه پایدار نقش آفرین هستند؟ | چه کسی (Who) |
| آیا تولید و انتشار آثار بین سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۲ شمسی و ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۳ میلادی انجام شده است؟ | محدوده زمانی (When) |
| مقوله‌های مدل ارزیابی سیستم حمل‌ونقل شهری بر اساس شاخص‌های توسعه پایدار چگونه با یکدیگر مرتبط می‌شوند؟ | چگونه (How) |

شاخص‌های آن؛ دوم، موضوع سیستم حمل‌ونقل شهری و مدل‌های ارزیابی آن و سوم، موضوع مجموعه‌های کلان‌شهری و به صورت ویژه مجموعه کلان‌شهری تهران و شهرهای اقماری آن. جست‌وجو در خصوص این سه موضوع، تعداد بسیار زیاد و طیف وسیعی از مطالعات و پژوهش‌ها را فراور قرار می‌دهد که بررسی دقیق همه آن‌ها نه امکان‌پذیر است و نه هدفمند خواهد بود. برای افزایش هدفمندی بررسی‌ها از تقاطع دویه‌دوی این موضوعات استفاده شد و مطالعات و پژوهش‌های مرتبط شناسایی و بررسی شد.

بررسی نظام‌مند متون: در دومین گام برای جمع‌آوری داده‌های تحقیق از داده‌های ثانویه به نام اسناد و مدارک گذشته استفاده شده است. این اسناد و مدارک، تمام تحقیقات مرتبط با زمینه ارزیابی سیستم حمل‌ونقل شهری و شاخص‌های توسعه پایدار در منطقه‌های کلان‌شهری را شامل شده است که در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۳ منتشر شده‌اند.

موضوع پژوهش حاضر نقطه اشتراک سه موضوع اساسی است که بر مبنای آن می‌تواند با مطالعات گذشته ارتباط برقرار کند: اول، موضوع توسعه پایدار و



شکل ۲. تعیین حیطه‌های قابل مطالعه در ارتباط با موضوع مطالعه حاضر

قرار گرفت و از نتایج مطالعات معتبر آن دو نهاد استفاده شد. در نتیجه این جست‌وجو که با وارد کردن کلیدواژه‌های مرتبط با ارزیابی سیستم حمل‌ونقل شهری پایدار در فیلد عنوان همراه بود، در مجموع ۴۳ پژوهش یافت و مورد تأیید اولیه واقع شد.

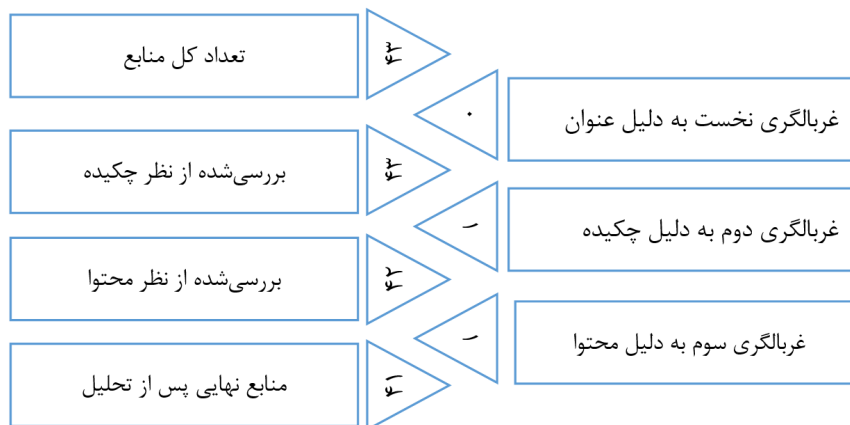
در این تحقیق، شش پایگاه اطلاعاتی مورد جست‌وجو قرار گرفته که به این شرح است: دو پایگاه داده غیر ایرانی مد نظر قرار گرفته که Scopus و Proquest بوده‌اند و دو پایگاه داده ایرانی SID و Magiran به منظور شناسایی و گردآوری مطالعات مختلف مورد جست‌وجو قرار گرفت و علاوه بر آن، پایگاه اطلاعات تحقیقات شهرداری تهران و وزارت راه و شهرسازی نیز مورد بررسی

جدول ۲. مفاهیم و عبارتهای کلیدی مورد استفاده در جست‌وجوی متون

| معادل انگلیسی | مفاهیم کلیدی |
|---|-----------------------------|
| Evaluation of urban transportation system | ارزیابی سیستم حمل‌ونقل شهری |
| Urban transportation system | سیستم حمل‌ونقل شهری |
| Sustainable Development | توسعه پایدار |
| Metropolitan area | مجموعه کلان شهری |

مقاله‌هایی که مجموع امتیازهای آن‌ها ۲۱ و بالاتر شده به لحاظ کیفی تأیید و باقی مقالات حذف شده است. فرایند بازبینی و انتخاب در این پژوهش به صورت خلاصه در شکل ۳ نشان داده شده است:

جست‌وجو و انتخاب متون مناسب: در گام سوم از روش CASP استفاده شده و با در نظر گرفتن ۱۰ شرط کیفی، کلیه مقالات از لحاظ کیفی ارزیابی شد. هر یک از مقالات در مواجهه با هر شرط، امتیازی بین ۱ تا ۵ گرفته و آن دسته از



شکل ۳. فرایند بازبینی و انتخاب

۱۶ مورد پژوهش انگلیسی) مورد باز بررسی و تحلیل قرار گرفت که مشخصات آن‌ها در جدول ۳ ارائه شده است.

در نهایت پس از انجام چهار مرحله پالایش، از میان ۴۳ مطالعه، پس از بررسی همه آن‌ها و مد نظر قرار دادن معیارهای خروجی از منظر معیار محتوا و یا عدم دسترسی، نتیجه‌های مستخرج از ۴۱ مطالعه (شامل ۲۵ مورد پژوهش فارسی و

جدول ۳. مشخصات پژوهش‌های وارد شده به فرایند بازبررسی و تحلیل فراترکیب

| ردیف | عنوان | نویسنده/نویسندگان | قالب | سال انتشار |
|------|---|---|-------|------------|
| ۱ | قابلیت زیست‌پذیری شهرها در راستای پایداری اجتماعی شهری (مورد مطالعه: کلان‌شهر مشهد) | صادقی، علی؛ شاکرمی، کیان؛ حیدری نثار، مینا | مقاله | ۱۴۰۱ |
| ۲ | ارزیابی وضعیت حمل‌ونقل شهری | عابدی، کریم | مقاله | ۱۴۰۱ |
| ۳ | ارزیابی وضعیت توسعه پایدار حمل‌ونقل شهری | ستاری نیا، سینا؛ دهقان، پانیده؛ آسرائی، فاطمه | مقاله | ۱۴۰۱ |
| ۴ | بررسی جایگاه حمل‌ونقل در توسعه اقتصادی پایدار شهری | داوود حمیدی، محمد | مقاله | ۱۴۰۰ |
| ۵ | نقش حمل‌ونقل در توسعه پایدار | جهانی پور سگزآبادی، علیرضا؛ معیری، مهدی | مقاله | ۱۴۰۰ |

| ردیف | عنوان | نویسنده/نویسندگان | قالب | سال انتشار |
|------|---|---|------------|------------|
| ۶ | تحلیل و ارزیابی حمل و نقل شهری در راستای دستیابی به سیاست‌های راهبردی توسعه پایدار | شیشه‌گر، مجتبی | مقاله | ۱۴۰۰ |
| ۷ | ارزیابی شاخص‌های حمل و نقل پایدار شهری (نمونه مورد مطالعه: شهر شیراز) | حیدری، محمد | مقاله | ۱۴۰۰ |
| ۸ | حمل و نقل و توسعه پایدار | ساریخانی، شادی | مقاله | ۱۳۹۹ |
| ۹ | بررسی سیاست‌های کلان حمل و نقل عمومی در شهر تهران | شیرازی، حسین | مقاله | ۱۳۹۹ |
| ۱۰ | حمل و نقل پایدار شهری | فتاحی، معصومه | مقاله | ۱۳۹۹ |
| ۱۱ | تحلیل و رتبه‌بندی سطوح مناطق شهری بر اساس مؤلفه‌ها و شاخص‌های ناپایداری محیط زیست شهری با استفاده از مدل تلفیقی saw و آنتروپی شانون مطالعه موردی: شهرستان‌های استان البرز | عمادالدین، سمیه؛ آریان کیا، مصطفی؛ باددست، بنفشه | مقاله | ۱۳۹۸ |
| ۱۲ | تحلیل عوامل مؤثر در وضعیت محیط زیست انسانی شهر تهران براساس مدل DPSIR | شاهی، الهام؛ زبردست، لعبت؛ صالحی، اسماعیل؛ صالحی، رضا | مقاله | ۱۳۹۷ |
| ۱۳ | تدوین راهکارهای مدیریت تأثیرات سفرهای شهرهای اقماری بر شهر تهران مبتنی بر اخذ عوارض و تبیین الزامات و شیوه‌های آن | مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران | طرح پژوهشی | ۱۳۹۷ |
| ۱۴ | طرح ساماندهی حمل و نقل منطقه شهری تهران- کرج | مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی وزارت راه و شهرسازی | طرح پژوهشی | ۱۳۹۷ |
| ۱۵ | امکان‌سنجی احداث و بهره‌برداری سامانه اتوبوس تندرو در مسیر تهران کرج | سازمان حمل و نقل و ترافیک تهران | طرح پژوهشی | ۱۳۹۷ |
| ۱۶ | ارتباط ریلی شهرک‌های اقماری با کلان‌شهرهای مادر: بایدها و نبایدها | مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران | طرح پژوهشی | ۱۳۹۶ |
| ۱۷ | ارزیابی و تحلیل شاخص‌های حمل و نقل پایدار شهری | سجادی، مسعود؛ تقوایی، مسعود | مقاله | ۱۳۹۵ |
| ۱۸ | ارزیابی و تحلیل مؤلفه‌های زیست‌پذیری کلان‌شهر تهران | موسوی نور، سیدعلی؛ وارثی، حمیدرضا؛ محمدی، جمال | مقاله | ۱۳۹۵ |
| ۱۹ | بررسی توسعه پایدار شهری و تأثیر آن بر رشد اقتصادی و اجتماعی شهرها | عزیزیان، محمد صادق؛ غربی، فرید؛ کریمی‌نژاد، آرش؛ شانوازلو، تیمور | مقاله | ۱۳۹۴ |
| ۲۰ | بررسی و ارزیابی حمل و نقل شهری بر توسعه پایدار شهری | رسولی، سیدحسن؛ قرنجیک، عبدالرشید؛ قرنجیک، عبدالغفار | مقاله | ۱۳۹۴ |
| ۲۱ | بررسی شاخص‌های توسعه پایدار در برنامه‌ریزی حمل و نقل | احدی، محمدرضا؛ ضرغامی، سعید؛ آقامحمدی، آرزو | مقاله | ۱۳۹۳ |
| ۲۲ | قابلیت زیست‌پذیری شهرها در راستای توسعه پایدار شهری؛ مورد مطالعه: کلان‌شهر تهران | ساسان‌پور، فرزانه؛ تولایی، سیمین؛ جعفری اسدآبادی، حمزه | مقاله | ۱۳۹۳ |
| ۲۳ | تعیین تراکم توسعه پایدار با رویکرد ظرفیت تحمل زیست‌محیطی در منطقه ۹ شهرداری مشهد (با تأکید بر ظرفیت برد راه‌ها) | رهنما، محمدرحیم؛ قلی‌زاده سرابی، شهرزاد | مقاله | ۱۳۹۳ |
| ۲۴ | چالش‌های مدیریتی توسعه سیستم حمل و نقل پایدار شهر تهران | فتوحی، ندا | پایان‌نامه | ۱۳۹۱ |
| ۲۵ | ارزیابی پایداری زیست‌محیطی در نواحی شهری با استفاده از فن تصمیم‌گیری چند معیاره تخصیص خطی (مطالعه موردی: شهر بندر ترکمن) | حسین‌زاده، سید رضا؛ خسروی بیگی، رضا؛ مصطفی ایستگلدی، مصطفی؛ شمس‌الدینی، رضا | مقاله | ۱۳۹۰ |
| ۲۶ | Comprehensive evaluation model of the urban low-carbon passenger transportation structure based on DPSIR | Li, X., Zhan, J., Lv, T., Wang, S., & Pan, F | مقاله | ۲۰۲۳ |
| ۲۷ | Can smart cities bring happiness to promote sustainable development? Contexts and clues of subjective well-being and urban livability. | Chen, C. W. | مقاله | ۲۰۲۳ |
| ۲۸ | Evaluation of the Barriers to the Use of Sustainable Transportation Systems in City Logistics With an Integrated Grey DEMATEL-ANP Approach | Durmaz, N., & Budak, A. | مقاله | ۲۰۲۳ |

| ردیف | عنوان | نویسنده/نویسندگان | قالب | سال انتشار |
|------|---|--|-------|------------|
| ۲۹ | Urban transportation networks resilience: indicators, disturbances, and assessment methods | Serdar, M. Z., Koç, M., & Al-Ghamdi, S. G. | مقاله | ۲۰۲۲ |
| ۳۰ | A decision support system for assessing and prioritizing sustainable urban transportation in Metaverse | Deveci, M., Mishra, A. R., Gokasar, I., Rani, P., Pamucar, D., & Ozcan, E. | مقاله | ۲۰۲۲ |
| ۳۱ | Exploring the resilience assessment framework of urban road network for sustainable cities | Liu, Z., Chen, H., Liu, E., & Hu, W. | مقاله | ۲۰۲۲ |
| ۳۲ | Evaluating performance of public transport networks by using public transport criteria matrix analytic hierarchy process models—Case study of Stonnington, Bayswater, and Cockburn public transport network | Lin, G., Wang, S., Lin, C., Bu, L., & Xu, H. | مقاله | ۲۰۲۱ |
| ۳۳ | Ensuring sustainable development of urban public transport: A case study of the trolleybus system in Gdynia and Sopot (Poland) | Wolek, M., Wolanski, M., Bartłomiejczyk, M., Wyszomirski, O., Grzelec, K., & Hebel, K. | مقاله | ۲۰۲۱ |
| ۳۴ | Sustainability assessment of public transport, part I—A multi-criteria assessment method to compare different bus technologies | Ammenberg, J., & Dahlgren, S. | مقاله | ۲۰۲۱ |
| ۳۵ | Sustainable mobility scale: A contribution for sustainability assessment systems in urban mobility | Bebber, S., Libardi, B., Moschen, S. D. A., da Silva, M. B. C., Fachinelli, A. C., & Nogueira, M. L. | مقاله | ۲۰۲۱ |
| ۳۶ | Sustainable development path research on urban transportation based on synergistic and cost-effective analysis: A case of Guangzhou | Jiao, J., Huang, Y., Liao, C., & Zhao, D. | مقاله | ۲۰۲۱ |
| ۳۷ | System dynamics analysis of the relationship between transit metropolis construction and sustainable development of urban transportation—case study of Nanchang City, China | Xue, Y., Cheng, L., Wang, K., An, J., & Guan, H. | مقاله | ۲۰۲۰ |
| ۳۸ | Sustainable development of urban rail transit networks: A vulnerability perspective. | Shi, J., Wen, S., Zhao, X., & Wu, G. | مقاله | ۲۰۱۹ |
| ۳۹ | A method for the evaluation of urban freight transport models as a tool for improving the delivery of sustainable urban transport policy | Kaszubowski, D. | مقاله | ۲۰۱۹ |
| ۴۰ | Sustainable transportation | Gudmundsson, H., Hall, R. P., Marsden, G., & Zietsman, J. | کتاب | ۲۰۱۶ |
| ۴۱ | Modeling sustainable transportation systems | Yevdokimov, Y., & Mao, H. | مقاله | ۲۰۰۲ |

شناسه‌ها در مفهومی مشابه تعریف شدند؛ آن‌گاه مفاهیم مشابه در مقوله‌های تبیین‌گر دسته‌بندی شد تا به این ترتیب محورهای تبیین‌کننده شاخص‌های ارزیابی سیستم حمل‌ونقل شهری پایدار در قالب مقوله‌های اصلی و فرعی پژوهش شناسایی شود.

کنترل کیفیت تحلیل: منظور از اعتبار در پژوهش کیفی، مفاهیمی نظیر دفاع‌پذیری، باورپذیری، تصدیق‌پذیری و بازتاب‌پذیری نتایج پژوهش صورت گرفته است. یکی از شاخص‌هایی که برای سنجش اعتبار (پایایی) پژوهش کیفی به کار گرفته می‌شود، ارزیابی دو یا چند سند از نظر ارجاع به یک شاخص مشخص و خاص است. نرم‌افزار MAXQDA از چنین قابلیت‌های برخوردار است و ماهیت صفر و یکی کدها امکان استفاده از شاخص کاپا را فراهم می‌کند. برای ارزیابی کردن پایایی فراترکیب، یک سند انتخاب و در اختیار یکی از خبرگان قرار داده شد. پس از ارزیابی، ضریب کاپا برابر با مقدار ۰/۶۱۱ محاسبه شد که ضریب کاپای بالای ۰/۶ مطلوب است [۳۲]. با این توضیحات مقدار به‌دست‌آمده، حکم به پایایی نتایج پژوهش می‌دهد.

استخراج اطلاعات پژوهش: در چهارمین گام، داده‌های پژوهش‌ها در قالب یک جدول دسته‌بندی شد. این جدول دربرگیرنده این اطلاعات است: اطلاعات شناسنامه‌ای پژوهش: عنوان، نام و نام خانوادگی پدیدآورندگان و سال انتشار. اطلاعات روشی کلیدی: روش و هدف پژوهش. اطلاعات یافته‌های اصلی: نتایج و یافته‌های پژوهش.

تجزیه و تحلیل یافته‌های کیفی: در گام پنجم، پژوهشگر طی تجزیه و تحلیل، به جست‌وجوی موضوعاتی که در میان مطالعه‌های تأییدشده در فرایند فراترکیب پدیدار شده است، می‌پردازد. این کار تحت عنوان «بررسی موضوعی» شناخته شده است. به محض شناسایی و مشخص شدن موضوع‌ها، بررسی‌کننده، اقدام به شکل‌دهی یک طبقه‌بندی می‌کند و موضوع‌های مشابه و مربوط را در یک طبقه‌بندی قرار می‌دهد که بتواند آن را به بهترین شکل توصیف کند. موضوعات چارچوب اساسی و پایه ایجاد توضیحات، الگوها و نظریه‌ها یا فرضیات را شکل می‌دهد. در این پژوهش، ابتدا کلیه عواملی را که از مطالعه‌ها استخراج شد، به عنوان شناسه در نظر گرفته و بعد با معنای هر یک از آن‌ها مد نظر قرار گرفته و

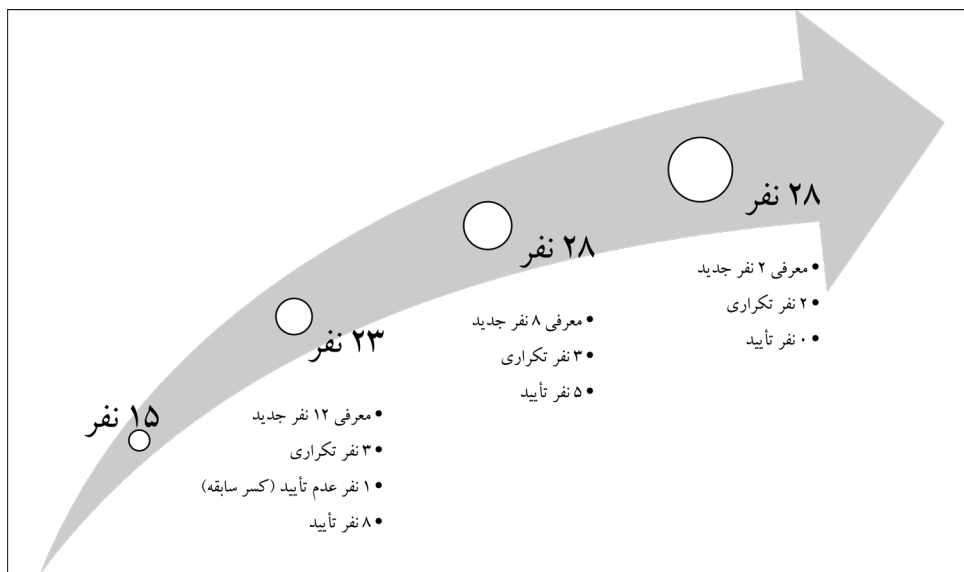
ساختاری-تفسیری بین ۵ تا ۲۵ نفر مناسب است. برای نمونه‌گیری در تکنیک ISM ابتدا باید مشخصات خبرگان را تعیین کرد و برای نمونه‌گیری معمولاً از روش‌های نمونه‌گیری غیراحتمالی مانند نمونه‌گیری هدفمند استفاده می‌شود [۳۴]. جامعه کلی مشارکت‌کنندگان در بخش کیفی این پژوهش شامل خبرگان فعال در شهرداری تهران است که با دو شرط داشتن مدرک تحصیلی حداقل کارشناسی ارشد و سابقه کار حداقل ۱۵ سال در شهرداری تهران شناسایی شدند. برای انتخاب خبرگان و استفاده از مشارکت ایشان، از روش‌های غیراحتمالی و هدفمند با الگوریتم گلوله برفی استفاده شده است.

روش انتخاب خبرگان به این صورت بود که ابتدا بر اساس معیارهای مشخص شده، ۱۵ نفر خبره در زمینه‌های مرتبط شامل برنامه‌ریزی شهری/شهرسازی، برنامه‌ریزی حمل‌ونقل/راه و ترابری، علوم اجتماعی، اقتصاد و محیط زیست (هر زمینه ۳ نفر) انتخاب شدند و ضمن پرسشگری از ایشان، در خصوص معرفی افراد خبره دیگر نیز نظرخواهی شد و پس از تأیید نفرات جدید (از لحاظ تکراری نبودن و احراز شرایط تعیین شده برای خبره) پرسشگری از ایشان هم انجام شده و دوباره از نفرات جدید هم خواسته شده است که افرادی را معرفی کنند. این فرایند تا زمان عدم معرفی فرد صاحب شرایط جدید ادامه پیدا کرده است که در مجموع، ۲۸ نفر خبره مورد پرسشگری قرار گرفتند. فرایند انتخاب خبرگان در شکل ۴ قابل مشاهده است.

ارائه گزارش و یافته‌های پژوهش: در هفتمین گام از پیاده‌سازی روش فراترکیب، یافته‌هایی که در مراحل قبل حاصل شده است، ارائه می‌شود و در ادامه آن به شناسایی شاخص‌هایی که پژوهش به دنبال دستیابی به آن بوده است، پرداخته می‌شود.

در این مرحله، شاخص‌های قابل استفاده در مدل ارزیابی سیستم حمل‌ونقل و شهری بر اساس شاخص‌های توسعه پایدار که برابر با ۵۳ شاخص بود، مشخص شدند و بر اساس طبقه‌بندی موضوعی آن‌ها، ذیل ۹ مؤلفه دسته‌بندی شدند (جدول ۴). برای آنکه بتوان مدل نهایی را تدوین و ارائه کرد، لازم است نسبت به تعیین وزن مؤلفه‌ها و شاخصه‌ها مباردت ورزید و همین امر مستلزم مشخص کردن وضعیت مؤلفه‌ها از نظر استقلال و وابستگی به یکدیگر است تا امکان انتخاب روش مناسب تعیین وزن فراهم شود. این کار با بهره‌گیری از روش مدل‌سازی ساختاری-تفسیری انجام شده است.

مدل‌سازی ساختاری-تفسیری، روشی است که برای به وجود آوردن و درک ارتباطات میان شاخص‌های یک سیستم پیچیده به کار می‌رود. به بیان دیگر، ISM کمک می‌کند که بتواند روابط درونی شاخص‌ها، تشخیص داده شود و همچنین عناصر یک سیستم، اولویت‌بندی و سطح‌بندی شود که همین امر، کمک شایانی به اجرای بهتر مدل طراحی شده به مدیران می‌کند [۳۳]. این کار با بهره‌گیری از مشارکت جمعی از خبرگان که در فرایندی مشخص شناسایی می‌شوند، انجام می‌گیرد. تعداد مشارکت‌کنندگان در روش مدل‌سازی



شکل ۴. فرایند انتخاب خبرگان با الگوی گلوله برفی

صفر، جایگزین علائم A و O می‌شود. ماتریس که با این روش به وجود می‌آید، به عنوان ماتریس دستیابی اولیه نامیده می‌شود و درایه‌های واقع روی قطر اصلی آن برابر یک قرار داده می‌شود.

ج- سازگار کردن ماتریس دستیابی: پس از به دست آوردن ماتریس اولیه دستیابی، لازم است اقدام به برقراری سازگاری درونی آن کرد. برای این کار، روش‌های متفاوتی پیشنهاد شده، ولی برای مطمئن بودن ضروری است که روابط ثانویه کنترل شود. یعنی اگر رابطه به این صورت باشد که عامل A سبب ایجاد عامل B شود و عامل B منجر به عامل C شود، حتماً باید عامل A منتج به عامل C هم بشود.

د- تعیین روابط و سطح‌بندی شاخص‌ها: برای تعیین کردن روابط و سطح‌بندی کردن مؤلفه‌ها، لازم است اقدام به استخراج مجموعه خروجی‌ها و مجموعه ورودی‌های مرتبط با هر مؤلفه از ماتریس دریافتی کرد. مجموعه خروجی‌ها

انجام این مدل‌سازی طی چهار گام به شرح زیر انجام می‌شود:

الف- ماتریس ساختاری خودتاملی (SSIM⁽³⁾): ابعاد ماتریس خودتاملی ساختاری، به تعداد مؤلفه‌ها است و با تعیین رابطه دوجه‌دوی آن‌ها با استفاده از نمادهایی انجام می‌شود. این ماتریس، از مؤلفه‌های مدل پژوهش و مقایسه کردن آن‌ها با استفاده از چهار حالت که بیان‌کننده روابط مفهومی است و با نمادهای A، O، V و X نمایش داده می‌شوند، تشکیل شده است. این ماتریس توسط خبرگانی که در فرایند پیش‌گفته شناسایی و انتخاب شده‌اند، تکمیل می‌شود [۳۳].

ب- ماتریس دستیابی (Reachability Matrix): ماتریس دستیابی با تبدیل کردن ماتریس ساختاری خودتاملی به یک ماتریس که دو ارزشی بوده و فقط شامل صفر و یک است، ایجاد می‌شود. برای ایجاد ماتریس دستیابی در همه سطرهای ماتریس خودتاملی عدد یک، جایگزین علائم X و V و عدد

در این پژوهش، اندازه اثر در سطح متوسط و برابر با مقدار 0.15 ، توان آزمون برابر با 0.85 و سطح اطمینان نیز 95 درصد در نظر گرفته شده که مقدار خطای متناظر آن 0.05 بوده است و بر همین اساس، با کمک نرم‌افزار G^*Power حداقل تعداد برابر با 156 نمونه محاسبه شده است.

در نهایت طبق برآورد محافظه کارانه بر اساس تعداد متغیرهای مشاهده‌پذیر، تعداد 530 پرسشنامه در اختیار متخصصان شناسایی شده قرار گرفت و مدل سازی بر اساس اطلاعات حاصل از این پرسشنامه‌های تکمیل شده توسط این تعداد نمونه به انجام رسید.

ابزارهای اصلی مورد استفاده برای گردآوری داده‌های پژوهش، اسناد کتابخانه‌ای و پرسشنامه بوده است که پرسشنامه این تحقیق تشکیل شده از 9 سازه اصلی و 53 گویه که از طیف لیکرت 5 درجه برای سنجش استفاده شده 4 پرسش عمومی نیز در نظر گرفته شده است.

اعتبارسنجی در بخش کیفی با استفاده از الگوی $CASP^{iv}$ انجام شد. مقاله‌های مورد بررسی در بخش کیفی بر اساس 10 معیار این الگوارزیابی شد و مقالات با امتیاز بالای 25 انتخاب شد. اعتبار پرسشنامه از طریق روایی محتوا (نظرخواهی از خبرگان) سنجیده شد که اعتبار آن مورد تأیید قرار گرفت.

همچنین در یک مطالعه مقدماتی، آلفای کرونباخ کلی پرسشنامه برابر 0.856 محاسبه شد. بعد از توزیع پرسشنامه در نمونه منتخب، بررسی روایی پرسشنامه با بهره‌گیری از 3 روش روایی سازه (مدل بیرونی)، روایی همگرا (AVE) و روایی واگرا صورت پذیرفت که بر اساس منابع، مقدار روایی همگرا (AVE) برای همه متغیرها لازم است از 0.5 بزرگ‌تر باشد. پایایی ترکیبی (CR) و ضریب آلفای کرونباخ هر یک از عوامل برای محاسبه پایایی تعیین شده است.

میزان پایایی ترکیبی و آلفای کرونباخ همه ابعاد مدل باید از 0.7 بزرگ‌تر باشد [25]. نتایج مربوط به هر یک از شاخص‌ها در برازش بیرونی مدل ارائه شده است.

شناسایی مقوله‌های زیربنایی تحقیق و ارائه مدل اولیه با استفاده از تحلیل کیفی فراترکیب انجام شد. برای اعتبارسنجی مدل طراحی شده، روش حداقل مربعات جزئی مورد توجه قرار گرفت. داده‌ها با نرم‌افزار Maxqda در فاز کیفی و با نرم‌افزار Smart PLS در فاز کمی تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها

همان‌طور که بیان شد، برای انجام بخش کیفی پژوهش، از روش فراترکیب بهره برده شده است و هفت مرحله آن طی شده است. در این فرایند، پس از جست‌وجو در پایگاه‌های اطلاعاتی، در بازه زمانی 2000 تا 2023 ، تعداد 43 مقاله در زمینه پژوهش یافت شد و در نهایت، 41 مقاله به روش هدفمند انتخاب و وارد مرحله تحلیل شدند. این 41 مقاله مورد بررسی قرار گرفته و با کدگذاری متون و شناسایی گزاره‌های معنادار، شاخص‌های مختلف مورد اشاره در این پژوهش‌ها، شناسایی شده‌اند.

دربگیرنده خود مؤلفه و آن گروه از مؤلفه‌هایی است که از آن مؤلفه تأثیر می‌پذیرند. متقابلاً مجموعه ورودی‌ها دربرگیرنده خود مؤلفه و آن گروه از مؤلفه‌هایی است که بر آن مؤلفه تأثیر می‌گذارند. سپس، مجموعه روابط دوطرفه مؤلفه‌ها که برابر اشتراک دو مجموعه پیش گفته است، مشخص می‌شود. بعد از آنکه مجموعه‌های ورودی و خروجی و مشترک برای هر مؤلفه شناسایی شد و روابط دوطرفه یا یک‌طرفه هر زوج از مؤلفه‌ها معین شد، ارتباط بین هر زوج مؤلفه را با یک کمان دارای جهت مشخص و ترسیم می‌کنیم. جهت کمان رابطه موجود بین دو مؤلفه را نشان می‌دهد و در صورتی که بین دو شاخص رابطه‌ای وجود نداشته باشد، بدیهی است که کمانی هم ترسیم نمی‌شود [33].

مرحله بعدی تحقیق، مرحله کمی است. جامعه آماری بخش کمی شامل متخصصان فعال در دستگاه‌های اجرایی منطقه کلان‌شهری تهران است. به دلیل اینکه بتوان میاری برای ارزیابی میزان تخصص افرادی که مورد پرسشگری واقع می‌شوند در نظر گرفت، شروط زیر مورد نظر قرار گرفت:

۱- داشتن مدرک تحصیلی حداقل کارشناسی ارشد در یکی از رشته‌های مرتبط با حوزه‌های شهرسازی، حمل‌ونقل، اقتصاد، علوم اجتماعی و محیط زیست.

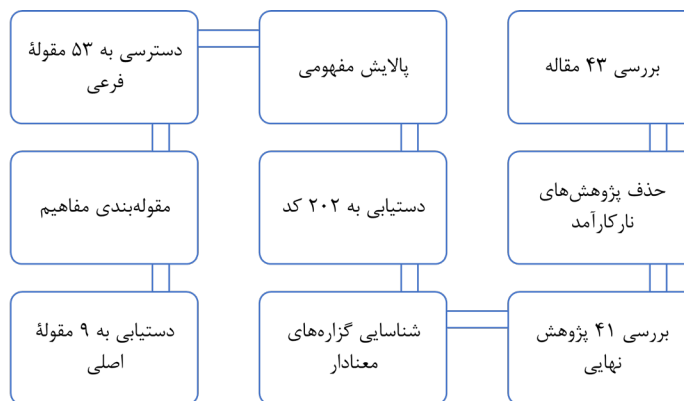
۲- داشتن حداقل ۵ سال سابقه کار در یکی از دستگاه‌های اجرایی محدوده منطقه کلان‌شهری تهران شامل شهرداری تهران (به عنوان شهر مادر در منطقه کلان‌شهری)، استانداری تهران، وزارت کشور، استانداری البرز، شهرداری‌های کرج، شهریار، اسلامشهر، شهر قدس و شرکت‌های توسعه شهرهای جدید پرنه، پردیس و هشتگرد.

طبق اطلاعات اخذشده از این دستگاه‌های اجرایی تعداد متخصصان حائز شرایط بیش از 13 هزار نفر است. تعداد نمونه آماری مورد نیاز از سه روش تعیین شد:

الف-استناد به حداقل نمونه لازم: حداقل تعداد نمونه لازم برای مدل سازی معادلات ساختاری در منابع مختلف 200 یا 300 نمونه توصیه شده است [34].

ب- محاسبه براساس تعداد متغیرهای مشاهده‌پذیر: در تحلیل رگرسیون چندمتغیری نسبت تعداد نمونه (مشاهدات) به متغیرهای مستقل نباید از 5 کمتر باشد. در غیر این صورت، نتایج حاصل از معادله رگرسیون چندان تعمیم‌پذیر نخواهد بود. نسبت محافظه کارانه‌تر 10 مشاهده به ازای هر متغیر مستقل نیز پیشنهاد شده است [34]. با این حساب که در این پژوهش تعداد متغیرهای مستقل، 53 عدد است، تعداد نمونه مورد نیاز بین 265 تا 530 نمونه قابل در نظر گرفتن خواهد بود.

ج- روش نمایی گاما (Gamma-exponential Methods): برای تعیین حداقل حجم نمونه، در مدل‌های معادلات ساختاری استفاده از روش نمایی گاما پیشنهاد شده است که در آن، بر تعداد متغیرهای پنهان و مشاهده‌پذیر، توان آزمون (Desired Statistical Power Level) و اندازه اثر (Effect size) نیز مورد توجه قرار می‌گیرد [34].



شکل ۵. الگوریتم خروجی کنترل کیفیت شاخص‌های پژوهش

از بررسی و تحلیل مقالات یادشده، تعداد ۱۶۶ عدد شاخص به دست آمد که در ادامه شاخص‌هایی که هم‌معنا بوده و یا به شکل‌ها و عبارات‌های متفاوت تکرار شده بودند، حذف شدند و در نهایت، با مقوله و دسته‌بندی شاخص‌های

نهایی، ۹ مقوله اصلی و ۵۳ شناسه (مقوله فرعی) حاصل شد. در این مرحله از کدگذاری، مقوله‌های اصلی و فرعی پژوهش به شرح جدول ۴ مشخص شدند.

جدول ۴. مقوله‌های ارزیابی سیستم حمل و نقل شهری پایدار

| مقوله‌های اصلی | مقوله‌های فرعی | تعداد منابع مرتبط |
|------------------------------|---|-------------------|
| عدالت و دسترسی | تعداد کل سفرهای به مقصد کلان شهر مادر | ۲ |
| | سهام حمل و نقل همگانی از شیوه‌های سفر موتوری | ۳ |
| | سهام جمعیت دارای دسترسی مقبول به حمل و نقل همگانی | ۴ |
| | کیفیت دسترسی و خدمات حمل و نقل عمومی برای توان‌یابان | ۵ |
| | سهولت استفاده از سیستم‌های حمل و نقل | ۲ |
| | سهام سفرهای دوچرخه و پیاده در سفرهای روزانه شهروندان | ۳ |
| | اصلاح سامانه حمل و نقل همگانی کلان شهرها و حومه | ۴ |
| | کاهش ترافیک‌های سنگین و شلوغی شهرها | ۷ |
| | تأمین امکانات فیزیکی و تجهیزات حمل و نقل | ۴ |
| | نرخ تلفات تصادف‌های درون شهری بر ۱۰۰ هزار نفر | ۳ |
| ایمنی سفر | تعداد تلفات تصادف‌های درون شهری | ۴ |
| | نرخ مجروحان تصادف‌های درون شهری بر ۱۰۰ هزار نفر | ۲ |
| | تعداد مجروحان تصادف‌های درون شهری | ۲ |
| | سهام تخلفات تخطی از سرعت مجاز در راه‌های شهری (درصد) | ۲ |
| | سهام تخلفات تخطی از سرعت مجاز در راه‌های برون شهری (درصد) | ۲ |
| | تردد دقیق و ایمن با بالاترین فناوری ممکن | ۴ |
| | سرانه مصرف سوخت روزانه (بنزین و CNG) | ۴ |
| مصرف انرژی | سهام منابع تجدیدپذیر در حمل و نقل | ۴ |
| | میزان مصرف حامل‌های انرژی (بنزین و گازوئیل) | ۶ |
| | میزان مصرف حامل‌های انرژی (CNG) | ۲ |
| | میانگین زمان سفر در کلان شهر مادر | ۴ |
| هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم | میانگین زمان سفر در شبکه بین شهری | ۲ |
| | میزان پیمایش وسایل نقلیه شخصی در شبکه (وسیله-کیلومتر) | ۲ |
| | متوسط سرعت سفر وسایل نقلیه شخصی در شبکه | ۲ |
| | متوسط سرعت سفر وسایل نقلیه همگانی در شبکه | ۲ |
| | درصدی از شبکه در حالت کند و بحرانی | ۵ |
| | هزینه‌های احداث زیرساخت | ۵ |
| | هزینه‌های تأمین ناوگان | ۳ |
| | هزینه‌های نگهداشت زیرساخت | ۲ |
| | هزینه‌های نگهداشت ناوگان | ۳ |
| | پویایی سیستم حمل و نقل | ۲ |
| | جلوگیری از اتلاف زمان شهروندان از حمل و نقل غیر کارآمد شهری | ۵ |

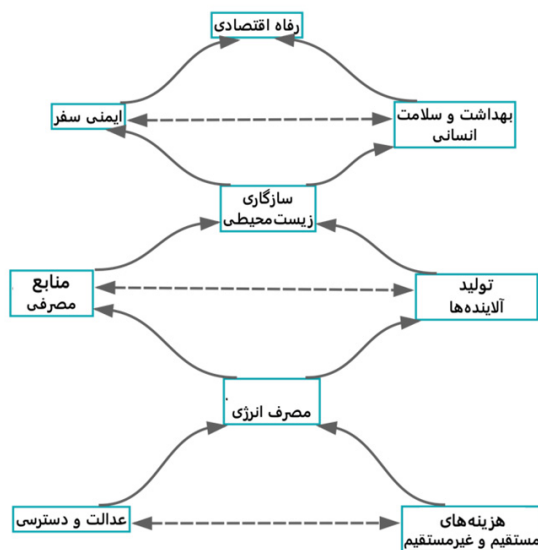
| تعداد منابع مرتبط | مقوله‌های فرعی | مقوله‌های اصلی |
|-------------------|---|-----------------------|
| ۴ | افزایش سرمایه عمومی | رفاه اقتصادی |
| ۷ | بهره‌وری اقتصادی | |
| ۲ | کاهش مالیات | |
| ۲ | قیمت‌گذاری کارآمد | |
| ۶ | بهبود سطح رفاه عمومی و زندگی شهری | |
| ۲ | صرفه‌جویی ارزی و ریالی ناشی از کاهش مصرف سوخت | |
| ۴ | کاهش تغییرات اقلیمی | سازگاری زیست‌محیطی |
| ۴ | کاهش آلودگی هوا | |
| ۲ | کاهش آلودگی صوتی | |
| ۲ | کاهش آلودگی آب | |
| ۳ | حفظ محیط زیست برای نسل‌های آتی | |
| ۲ | کاهش تصادف‌ها و صدمات جسمی | بهداشت و سلامت انسانی |
| ۲ | افزایش حمل‌ونقل انسان محور | |
| ۲ | افزایش تحرکات فیزیکی | |
| ۵ | تولید آلاینده‌های مؤثر بر تغییرات اقلیمی (CO ₂) از سیستم حمل‌ونقل | تولید آلاینده‌ها |
| ۲ | تولید آلاینده‌های متعارف هوا (PM _{۱۰} , SO _x , NO _x , ...) از سیستم حمل‌ونقل | |
| ۲ | تولید آلاینده‌های آب (سرانه ضایعات مایع وسایل نقلیه) | |
| ۳ | نسبت جمعیت در معرض سطوح بالای آلاینده صوتی | |
| ۲ | تعداد روزهای ناسالم، بسیار ناسالم و خطرناک در سال | |
| ۲ | زمین تصرف‌شده (با تغییر کاربری) برای احداث پروژه در خارج کلان‌شهر مادر | |
| ۲ | زمین تصرف‌شده (با تغییر کاربری) برای احداث پروژه در کلان‌شهر مادر | منابع مصرفی |

بر مبنای توضیحات ارائه‌شده، با طی مراحل فوق شاخص‌ها و مؤلفه‌های مربوط به هر یک از ابعاد مدل ارزیابی سیستم حمل‌ونقل شهری منطقه کلان‌شهری شناسایی شده‌اند و به عنوان جمع‌بندی مقطعی کار، می‌توان مدلی مفهومی ارزیابی سیستم حمل‌ونقل شهری منطقه کلان‌شهری بر اساس شاخص‌های توسعه پایدار را در قالب شکل ۶ نشان داد.



شکل ۶. مدل مفهومی ارزیابی سیستم حمل و نقل شهری منطقه کلان شهری بر اساس شاخص های توسعه پایدار

مدل ساختاری تفسیری تبیین کننده رابطه بین مؤلفه های مدل ارزیابی سیستم حمل و نقل شهری در شکل ۷ نمایش داده شده است.



شکل ۷. مدل ارزیابی سیستم حمل و نقل شهری پایدار

آلاینده‌ها بر یکدیگر اثر متقابل می‌گذارند و به سازگاری زیست‌محیطی منجر می‌شود. در نهایت از طریق بهداشت و ایمنی سفر دستیابی به رفاه اقتصادی میسر می‌شود.

روابط متقابل و تأثیرگذاری بین سازه‌ها، در مدل (ISM) به‌وضوح نشان داده می‌شود و چون ارتباط سازه‌های سطوح مختلف به‌خوبی مشخص شده است، زمینه‌ساز درک بهتر فضای تصمیم‌گیری توسط مدیران می‌شود. برای مشخص کردن سازه‌های کلیدی قدرت نفوذ و وابستگی سازه‌ها، ماتریس دسترسی نهایی تشکیل می‌شود. نمودار قدرت-وابستگی برای سازه‌های پژوهش در شکل ۸ نشان داده شده است.

براساس نتایج محاسبه‌های انجام‌شده توالی سازه‌ها در این پژوهش به صورت زیر است:

رفاه اقتصادی در سطح نخست قرار دارد.

ایمنی سفر و بهداشت و سلامت انسانی در سطح ۲ قرار دارند.

سازگاری زیست‌محیطی در سطح ۳ قرار دارد.

تولید آلاینده‌ها و منابع مصرفی در سطح ۴ قرار دارند.

مصرف انرژی در سطح ۵ قرار دارد.

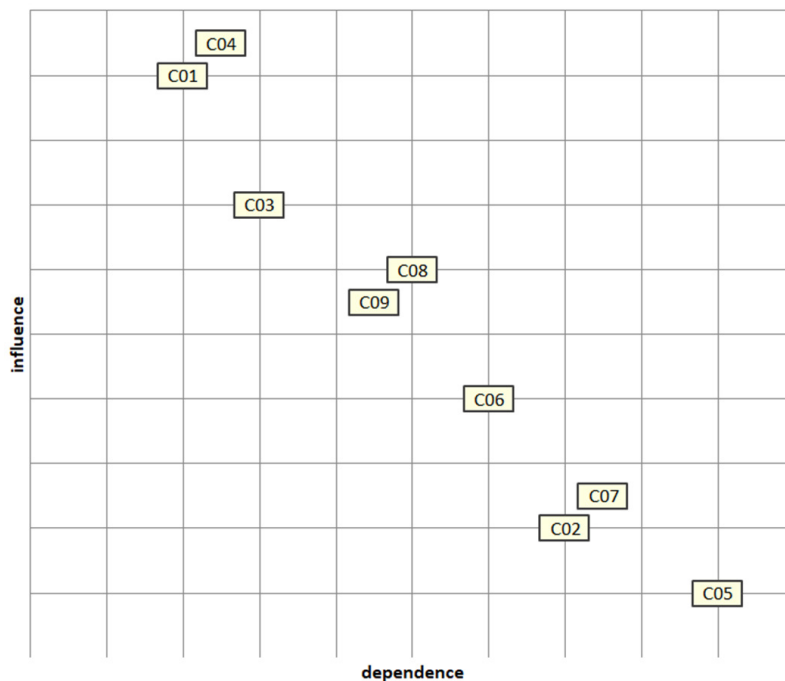
عدالت و دسترسی و هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم در سطح ۶ قرار دارند.

براساس مدل ترسیم‌شده مشخص است هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم و عدالت و دسترسی بر مصرف انرژی تأثیر می‌گذارند. منابع مصرفی و تولید

جدول ۵. قدرت نفوذ و میزان وابستگی سازه‌های مدل

| سطح | قدرت نفوذ | میزان وابستگی | متغیرهای پژوهش |
|-----|-----------|---------------|-----------------------------------|
| 6 | 9 | 2 | عدالت و دسترسی (C1) |
| 2 | 2 | 7 | ایمنی سفر (C2) |
| 5 | 7 | 3 | مصرف انرژی (C3) |
| 6 | 9 | 2 | هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم (C4) |
| 1 | 1 | 9 | رفاه اقتصادی (C5) |
| 3 | 4 | 6 | سازگاری زیست‌محیطی (C6) |
| 2 | 2 | 7 | بهداشت و سلامت انسانی (C7) |
| 4 | 6 | 5 | تولید آلاینده‌ها (C8) |
| 4 | 6 | 5 | منابع مصرفی (C9) |

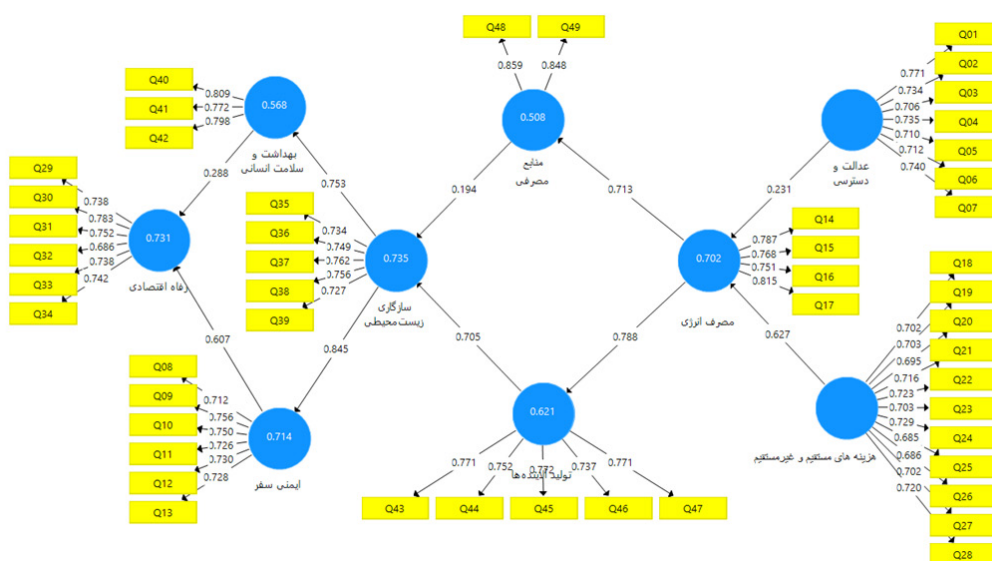
Displacement map: direct/indirect



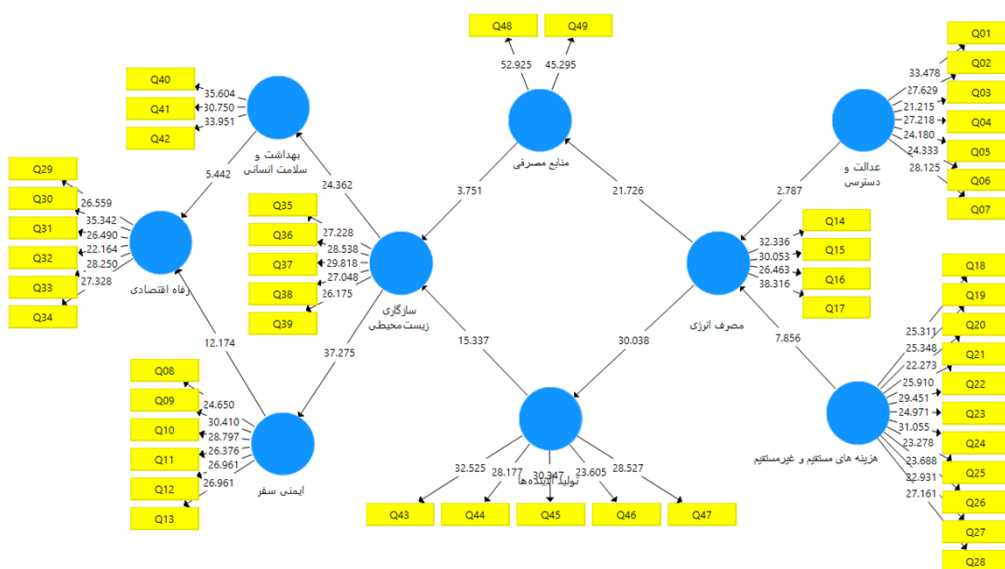
شکل ۸. نمودار قدرت نفوذ و میزان وابستگی

می توان دستگاه مختصاتی را بر مبنای قدرت وابستگی و نفوذ سازه‌ها، تعریف کرد و آن دستگاه را به چهار ناحیه مساوی تقسیم کرد. در تحلیل قدرت نفوذ و وابستگی، سازه‌ها متناظر با ناحیه‌ای که در دستگاه مختصات قرار می‌گیرند، به چهار گروه خودمختار، وابسته، پیوندی (ابط) و مستقل تقسیم می‌شوند. در پژوهش حاضر، بعضی از سازه‌ها در زیرگروه مستقل (محرک) واقع شدند که طبق تعریف، قدرت نفوذ این سازه‌ها زیاد و وابستگی آن‌ها کم است. دسته بعدی سازه‌های پژوهش، سازه‌های وابسته هستند که می‌توان آن‌ها را نتایج فرایند سایر سازه‌ها دانست و کمتر زمینه‌سازی برای سازه‌های دیگر می‌کنند. براساس نمودار قدرت نفوذ و وابستگی سازه‌های تولید آلاینده‌ها (C8)، منابع

مصرفی (C9)، مصرف انرژی (C3)، عدالت و دسترسی (C1)، هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم (C4) قدرت نفوذ زیادی دارند و متقابلاً تأثیرپذیری آن‌ها کم است و در بخش سازه‌های مستقل قرار گرفتند. سازه‌های رفاه اقتصادی (C5)، ایمنی سفر (C2)، بهداشت و سلامت انسانی (C7)، سازگاری زیست‌محیطی (C6) از وابستگی زیادی دارند، اما نفوذ آن‌ها اندک است، لذا در بخش سازه‌های وابسته قرار دارند. هیچ سازه‌ای نیز در ربع اول یعنی ناحیه خودمختار و ربع سوم یعنی ناحیه پیوندی قرار نگرفت. برای اعتبارسنجی مدل از روش مدل‌سازی معادلات ساختاری و تکنیک حداقل مربعات جزئی (PLS) بهره برده شده و انجام کار با نرم‌افزار Smart PLS صورت گرفته است. نتایج ارزیابی مدل ارزیابی سیستم حمل‌ونقل شهری پایدار در کلان‌شهر تهران در شکل‌های ۹ و ۱۰ نمایش داده شده است.



شکل ۹. اعتبارسنجی مدل ارزیابی سیستم حمل‌ونقل شهری پایدار



شکل ۱۰. معناداری مدل ارزیابی سیستم حمل‌ونقل شهری پایدار

بخش بیرونی مدل (مدل اندازه‌گیری) نشان‌دهنده رابطه متغیرهای قابل مشاهده مدل با متغیرهای پنهان آن است. میزان رابطه سؤال‌ها با سازه‌های اصلی به وسیله بار عاملی نشان داده می‌شود. بارهای عاملی در تمامی موارد از ۰/۶ بیشتر است و آماره t نیز در تمامی موارد بزرگ‌تر از ۱/۹۶ است. بنابراین، بخش اندازه‌گیری مدل از اعتبار مناسبی برخوردار است. برای اطمینان بیشتر از بخش بیرونی مدل، روایی و پایایی سازه‌ها نیز بررسی شده است.

جدول ۶. روایی و پایایی سازه‌های پژوهش (اعتبار بخش اندازه‌گیری مدل)

| سازه‌های اصلی | آلفای کرونباخ | پایایی ترکیبی (CR) | ضریب رو (Rho) | AVE |
|------------------------------|---------------|--------------------|---------------|-------|
| ایمنی سفر | ۰/۸۲۹ | ۰/۸۲۹ | ۰/۸۷۵ | ۰/۵۳۹ |
| بهداشت و سلامت انسانی | ۰/۷۰۶ | ۰/۷۰۶ | ۰/۸۳۶ | ۰/۶۲۹ |
| تولید آلاینده‌ها | ۰/۸۱۸ | ۰/۸۱۹ | ۰/۸۷۳ | ۰/۵۷۹ |
| رفاه اقتصادی | ۰/۸۳۵ | ۰/۸۳۴ | ۰/۸۷۹ | ۰/۵۴۸ |
| سازگاری زیست‌محیطی | ۰/۸۰۱ | ۰/۸۰۱ | ۰/۸۶۲ | ۰/۵۵۶ |
| مصرف انرژی | ۰/۷۸۶ | ۰/۷۸۶ | ۰/۸۶۲ | ۰/۶۰۹ |
| عدالت و دسترسی | ۰/۸۵۴ | ۰/۸۵۴ | ۰/۸۸۹ | ۰/۵۳۳ |
| منابع مصرفی | ۰/۷۲۶ | ۰/۷۲۶ | ۰/۸۴۳ | ۰/۷۲۸ |
| هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم | ۰/۸۹۹ | ۰/۹۰۰ | ۰/۹۱۶ | ۰/۵۰۳ |

پس از حصول اطمینان از سنجش سازه‌ها، روابط میان سازه‌های اصلی (بخش درونی یا ساختاری مدل) مورد ارزیابی قرار گرفته است. خلاصه نتایج بخش ساختاری مدل (روابط متغیرهای مدل) در جدول ۷ ارائه شده است:

جدول ۷. خلاصه نتایج بخش ساختاری مدل (روابط سازه‌های اصلی)

| رابطه | ضریب تأثیر | آماره t | معناداری | نتیجه |
|---|------------|-----------|----------|-------|
| ایمنی سفر \leftarrow رفاه اقتصادی | ۰/۶۰۷ | ۱۲.۱۷۴ | ۰/۰۰۰ | تایید |
| بهداشت و سلامت انسانی \leftarrow رفاه اقتصادی | ۰/۲۸۸ | ۵.۴۴۲ | ۰/۰۰۰ | تایید |
| تولید آلاینده‌ها \leftarrow سازگاری زیست‌محیطی | ۰/۷۰۵ | ۱۵.۳۳۷ | ۰/۰۰۰ | تایید |
| سازگاری زیست‌محیطی \leftarrow ایمنی سفر | ۰/۸۴۵ | ۳۷.۲۷۵ | ۰/۰۰۰ | تایید |
| سازگاری زیست‌محیطی \leftarrow بهداشت و سلامت انسانی | ۰/۷۵۳ | ۲۴.۳۶۲ | ۰/۰۰۰ | تایید |
| مصرف انرژی \leftarrow تولید آلاینده‌ها | ۰/۷۸۸ | ۳۰.۰۲۸ | ۰/۰۰۰ | تایید |
| مصرف انرژی \leftarrow منابع مصرفی | ۰/۷۱۳ | ۲۱.۷۲۶ | ۰/۰۰۰ | تایید |
| عدالت و دسترسی \leftarrow مصرف انرژی | ۰/۲۳۱ | ۲.۷۸۷ | ۰/۰۰۶ | تایید |
| منابع مصرفی \leftarrow سازگاری زیست‌محیطی | ۰/۱۹۴ | ۳.۷۵۱ | ۰/۰۰۰ | تایید |
| هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم \leftarrow مصرف انرژی | ۰/۶۳۷ | ۷.۸۵۶ | ۰/۰۰۰ | تایید |

برای سنجش قدرت پیش‌بینی مدل از ضریب تعیین (R^2) و شاخص ارتباط پیش‌بین (Q^2) استفاده شد. ضریب تعیین (R^2) معیاری است که میزان روشن بودن متغیرهای وابسته مدل را بیان می‌کند. بنابراین هرچه مقدار آن بیشتر باشد، بهتر در نظر گرفته می‌شود. به عنوان مثال، سه مقدار ۰/۱۹، ۰/۳۳ و ۰/۶۷ به ترتیب برآزش ضعیف، متوسط و قوی را نشان می‌دهند [۳۶]. شاخص ارتباط پیش‌بین (Q^2) یا شاخص استون-گیزر (Stone-Geisser) چنانچه مثبت باشد، مطلوب است.

جدول ۸. خلاصه نتایج قدرت پیش بینی مدل

| شاخص Q^2 | ضریب تعیین تعدیل شده | ضریب تعیین | سازه‌های اصلی |
|------------|----------------------|------------|-----------------------|
| ۰/۳۶۰ | ۰/۷۱۳ | ۰/۷۱۴ | ایمنی سفر |
| ۰/۳۳۹ | ۰/۵۶۶ | ۰/۵۶۸ | بهداشت و سلامت انسانی |
| ۰/۳۳۸ | ۰/۶۲۰ | ۰/۶۲۱ | تولید آلاینده‌ها |
| ۰/۳۷۳ | ۰/۷۳۰ | ۰/۷۳۱ | رفاه اقتصادی |
| ۰/۳۸۴ | ۰/۷۳۴ | ۰/۷۳۵ | سازگاری زیست محیطی |
| ۰/۴۰۱ | ۰/۷۰۱ | ۰/۷۰۲ | مصرف انرژی |
| ۰/۳۵۶ | ۰/۵۰۷ | ۰/۵۰۸ | منابع مصرفی |

مربوط می‌شود، تعجب‌آور نیست که عمدتاً یک مشکل شهری است. در نهایت، دستاوردهای پژوهش نشان داد از طریق بهداشت و ایمنی سفر دستیابی به رفاه اقتصادی میسر می‌شود. این مهم در نتایج مطالعه مرزی و همکاران [۱۵] مورد تأیید قرار گرفته است. سیستم حمل و نقل علاوه بر منافع اقتصادی قابل توجه، هزینه‌های اقتصادی نیز ایجاد می‌کند. حوادث رانندگی جاده‌ای و کیفیت هوا هر دو منجر به از دست دادن زندگی یا کاهش کیفیت زندگی می‌شود که از نظر بهره‌وری از دست رفته و رفاه کمتر شهروندان، هزینه‌های مستقیم برای اقتصاد دارد. همچنین، فراهم کردن سیستم حمل و نقل و یارانه‌های مربوط به مسافران برای دولت هزینه‌هایی دارد که باید از طریق مالیات یا دریافت کرایه تأمین شوند. لذا پیاده‌سازی مدل ارائه شده در پژوهش حاضر، با کاهش هزینه‌های حاشیه‌ای، به افزایش رفاه اقتصادی در کشور کمک شایانی می‌کند.

بر اساس نتایج به دست آمده، پیشنهادهای کاربردی زیر ارائه می‌شود:

- در خصوص عدالت و دسترسی پیشنهاد می‌شود ضمن برآورد تعداد کل سفرهای به مقصد کلان شهر مادر و سهم حمل و نقل همگانی از شیوه‌های سفر موتوری، به ارزیابی سیستم حمل و نقل شهری پرداخته شود. در این راستا، سهم جمعیت دارای دسترسی مقبول به حمل و نقل همگانی در کل منطقه کلان شهری و کیفیت دسترسی و خدمات حمل و نقل عمومی برای توان‌یابان این منطقه حائز اهمیت است. همچنین، سهولت استفاده از سیستم‌های حمل و نقل و افزایش سهم سفرهای دوچرخه و پیاده در سفرهای روزانه شهروندان نیز در ارزیابی سیستم حمل و نقل شهری اثرگذار است. البته این مورد عمدتاً در پاره سفرهای ابتدایی و انتهایی که در شهر اقماری و شهر مادر انجام می‌شود اهمیت می‌یابد و در پاره سفر میانی به دلیل بین شهری بودن سفر چندان اهمیتی ندارد. مدیران ذی‌ربط می‌توانند با اصلاح سامانه حمل و نقل همگانی کلان شهرها و حومه و تأمین امکانات فیزیکی و تجهیزات حمل و نقل، به کاهش ترافیک‌های سنگین و شلوغی شهرها کمک کنند.

- در خصوص ایمنی سفر پیشنهاد می‌شود، با برآورد نرخ تلفات تصادفات در منطقه کلان شهری بر ۱۰۰ هزار نفر و تعداد تلفات تصادفات منطقه کلان شهری به ارزیابی صحیح و دقیق سیستم حمل و نقل شهری پرداخته شود. در این راستا، برآورد نرخ مجروحان تصادفات منطقه کلان شهری بر ۱۰۰ هزار نفر و تعداد مجروحان تصادفات نیز حائز اهمیت است. همچنین، استقرار سیستم‌های نظارت بر تردد دقیق و ایمن با بالاترین فناوری ممکن، به کاهش تخلفات تخطی از سرعت مجاز در راه‌های شهری و در راه‌های برون شهری در منطقه کلان شهری کمک می‌کند.

- در خصوص صرفه‌جویی در مصرف انرژی پیشنهاد می‌شود، با توجه به سرانه مصرف سوخت روزانه (بنزین و CNG) و سهم منابع تجدیدپذیر در حمل و نقل، به کاهش استفاده از مصرف حامل‌های عمده انرژی در بخش حمل و نقل (بنزین و گازوئیل) و مصرف سایر حامل‌های انرژی این زمینه (CNG) پرداخته

برای ارزیابی برآزش مدل از شاخص GOF و RMS و $SRMR$ استفاده می‌شود. برای شاخص GOF سه مقدار $۰/۲۵$ ، $۰/۳۶$ و $۰/۳۶$ به ترتیب به عنوان مقادیر ضعیف، متوسط و قوی معرفی شده‌اند. برای شاخص RMS_theta مقادیر زیر $۰/۱۲$ نشانه تناسب مدل است، در حالی که مقادیر بالاتر نشان‌دهنده عدم تناسب است. شاخص $SRMR$ نیز بهتر است زیر $۰/۱$ و خیلی سخت‌گیرانه کمتر از $۰/۰۸$ باشد [۲۵]. در این مطالعه شاخص GOF برابر $۰/۶۱۶$ به دست آمد که از $۰/۳۶$ بزرگ‌تر است. شاخص RMS_theta میزان $۰/۱۰۲$ به دست آمد که از $۰/۱۲$ کمتر است. شاخص $SRMR$ نیز $۰/۰۵۰$ محاسبه شد که از $۰/۰۸$ کمتر است، بنابراین برآزش مدل مطلوب است.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف پژوهش حاضر، بررسی روابط بین مؤلفه‌های مدل ارزیابی سیستم حمل و نقل شهری بر اساس شاخص‌های توسعه پایدار بوده است. طبق نتایج به دست آمده مشخص شد که هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم و عدالت و دسترسی بر مصرف انرژی تأثیر می‌گذارند. در نتایج مطالعه هیروی و کامیم [۲۰] نیز به تأثیرگذاری مؤلفه عدالت اشاره شده و از این منظر با نتایج پژوهش حاضر هماهنگ است. دیدگاه جامع به آن دلیل مهم است که مرزهایی را تعریف می‌کند که در آن همه بخش‌ها باید به صورت جمعی فعالیت کنند. این دیدگاه همچنین به توجه بیشتر به کیفیت زندگی دعوت می‌کند و تجزیه و تحلیل عدالت در برمی‌گیرد تا تأثیرات توزیعی حمل و نقل بین مناطق و کشورها را طی زمان شامل شود. در مقابل، دیدگاه حمل و نقل محور هم به دلیل در نظر داشتن اهداف خاص بخشی که تدوین سیاست‌ها و برنامه‌های حمل و نقل را هدایت می‌کند، مهم است. ضمن اینکه باید اذعان داشت که برخی از تصمیمات با دیدگاه حمل و نقل محور مناسب‌تر و مرتبط‌تر اتخاذ خواهند شد.

همچنین، نشان داده شد منابع مصرفی و تولید آلاینده‌ها اثر متقابل داشته و به سازگاری زیست محیطی منجر می‌شود. در نتایج مطالعات پترسون و همکاران [۲۴] و محمدپور و همکاران [۱] نیز به مؤلفه حداقل‌رسانی تولید آلاینده‌ها اشاره شده و از این منظر با نتایج پژوهش حاضر سازگاری دارد. برخی از خروجی‌های کلیدی زیست محیطی (با آلاینده و پسماند) شامل پسماندهای خطرناک ناشی از اسقاط وسایل نقلیه، انتشار سروصدا، آلودگی هوای محلی و تغییرات آب‌وهوایی است. با اینکه پیشرفت قابل توجهی در نسبت پسماندهای قابل بازیافت وسیله نقلیه در پایان عمر خودروها انجام شده است، تخمین زده می‌شود که حدود ۲۵ درصد از یک وسیله نقلیه غیرقابل بازیافت باقی بماند و بسیاری از این موارد می‌توانند خطرناک تلقی شوند. همچنین، آلودگی صوتی ناشی از ترافیک می‌تواند الگوی خواب را مختل کند، بر عملکرد شناختی تأثیر بگذارد و برخی از مشکلات قلبی عروقی را تشدید کند. از آنجا که آلودگی صوتی به میزان فعالیت‌های در حال انجام و شدت سروصدای آن فعالیت‌ها

تولید آلاینده‌ها نیز مؤثر است. تولید آلاینده‌های مؤثر بر تغییرات اقلیمی از سیستم حمل‌ونقل، تولید آلاینده‌های متعارف هوا، تولید آلاینده‌های آب (سرانه ضایعات مایع وسایل نقلیه) و از همه مهم‌تر، نسبت جمعیت در معرض سطوح بالای آلاینده صوتی در تعداد روزهای ناسالم، بسیار ناسالم و خطرناک در سال سبب ایجاد بیماری و مرگ‌ومیر روزانه می‌شود. لذا با کاهش تولید آلاینده‌ها به کمک ارزیابی سیستم حمل‌ونقل شهری، موارد یادشده کاهش یافته و به تبع آن، سلامتی و طول عمر ساکنان منطقه کلان‌شهری نیز تضمین می‌شود.

در نهایت و با پیاده‌سازی استراتژی‌های یادشده، دستیابی به رفاه اقتصادی و پیامدهایی نظیر افزایش سرمایه عمومی، بهره‌وری اقتصادی، کاهش مالیات، قیمت‌گذاری کارآمد، بهبود سطح رفاه عمومی و زندگی شهری و صرفه‌جویی ارزی و ریالی ناشی از کاهش مصرف سوخت، در منطقه کلان‌شهری دور از انتظار نخواهد بود.

■ مشارکت نویسندگان

محمدحسین نوروزی (پژوهشگر اصلی ۴۵ درصد)، محمدجواد کاملی (۲۵ درصد)، شهریار افندی‌زاده (۱۵ درصد)، جمشید صالحی صدقیانی (۱۵ درصد)

■ تشکر و قدردانی

این پژوهش منافع تجاری برای نویسنده نداشته و در قبال ارائه اثر خود وجهی دریافت نشده و مقاله حامی مادی و معنوی نداشته است.

■ تعارض منافع

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

■ یادداشت

- i International Institute for Environment and Development
- ii Organization for Economic Co-operation and Development
- iii Structural Self-Interaction Matrix
- iv Critical Appraisal Skills Program

شود. عرضه حمل‌ونقل می‌تواند با بهسازی دارایی‌های موجود (به عنوان مثال، برقی کردن یک خط ریلی موجود)، بازسازی دارایی‌های موجود (مثلاً تجدید روسازی معبر)، سرمایه‌گذاری در دارایی‌های جدید (به عنوان مثال، تعریض معبر یا ایجاد راه جدید)، حذف یا تخصیص مجدد دارایی‌های موجود (به عنوان مثال، پیاده‌راه کردن یا ایجاد خطوط ویژه اتوبوسرانی در فضای معبر موجود)، استفاده بهتر از زیرساخت‌های موجود (مثلاً ارائه اطلاعات برخط پارکینگ) و تغییر قیمت‌ها (به عنوان مثال، دریافت هزینه ازدحام یا دریافت عوارض در خطوط پرسرشتین از وسایل کم‌سرشتین) تغییر یابد. البته در دسترس قرار گرفتن ظرفیت‌های جدید یا بهبود یافته حمل‌ونقل در منطقه کلان‌شهری بر اثر چنین تغییراتی در عرضه، ممکن است منجر به تغییر تقاضا نیز بشود.

- درخصوص هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم پیشنهاد می‌شود با توجه به اینکه سیستم حمل‌ونقل شهری یکی از مهم‌ترین و حساس‌ترین زیرساخت‌های توسعه منطقه کلان‌شهری است که توجه ویژه‌ای برای توسعه و بهره‌برداری از آن لازم است و حمل‌ونقل شهری به عنوان یکی از چالش‌های بزرگ زیرساختی پیش روی مناطق کلان‌شهری شناخته شده است، ضمن برآورد میانگین زمان سفر در کلان‌شهر مادر و میانگین زمان سفر در شبکه بین شهری نسبت به کاهش هزینه‌های مربوط به زمان ساخت و بهره‌برداری اقدامات لازم انجام پذیرد.

در این راستا، میزان پیمایش وسایل نقلیه شخصی در شبکه (وسيله-کیلومتر)، متوسط سرعت سفر وسایل نقلیه شخصی در شبکه، متوسط سرعت سفر وسایل نقلیه همگانی در شبکه و درصدی از شبکه در حالت کند و بحرانی نیز تأثیرگذارند. با سرمایه‌گذاری در بخش احداث زیرساخت و تأمین ناوگان، می‌توان سایر هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم ناشی از سیستم حمل‌ونقل را کاهش داد. همچنین، تأمین هزینه‌های نگهداشت زیرساخت و هزینه‌های نگهداشت ناوگان نیز منجر به پویایی سیستم حمل‌ونقل شده و این مهم در جلوگیری از اتلاف زمان شهروندان از حمل‌ونقل غیرکارآمد شهری اثرگذار است.

- درخصوص سازگاری زیست‌محیطی می‌توان اذعان داشت، ارزیابی سیستم حمل‌ونقل منطقه کلان‌شهری در کاهش تغییرات اقلیمی و کاهش آلودگی هوا (از طریق کاهش تولید آلاینده‌های مرتبط با منابع متحرک)، کاهش آلودگی صوتی، کاهش آلودگی آب و البته حفظ محیط زیست برای نسل‌های آتی اثرگذار است. همچنین، درخصوص بهداشت و سلامت انسانی نیز می‌توان به پیامدهایی نظیر کاهش تصادفات و صدمات جسمی، افزایش حمل‌ونقل انسان‌محور و افزایش تحرکات فیزیکی اشاره کرد.

- علاوه بر موارد یادشده، ارزیابی سیستم حمل‌ونقل شهری در حداقل‌رسانی

- [1] Mohammadpour, Saber; Hamidi, Arman; Faridifeshdami, great; Roshan, Mitra. (2023). Investigating the effect of citizens' mental attitudes on the amount of public transportation use. *Geography and Development of Urban Space*, 10 (20), 45-65. <https://doi.org/10.22067/jgusd.2022.71448.1072> [In Persian]
- [2] Haiderpur, Afshin; Jabri, Robabe. (2021). sustainable transportation in Iran; Measurement and analysis of related indicators. *Urban Economics and Planning*, 2(4), 247-264. <https://doi.org/10.22034/UE.2022.02.04.01> [In Persian]
- [3] Diana, M., Esfandabadi, Z. S., & Zanetti, M. C. (2022). Carsharing services in sustainable urban transport: An inclusive science map of the field. *Journal of Cleaner Production*, 357, 969-981. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131981>
- [4] Hepburn, C., Qi, Y., Stern, N., Ward, B., Xie, C., & Zenghelis, D. (2021). Towards carbon neutrality and China's 14th Five-Year Plan: Clean energy transition, sustainable urban development, and investment priorities. *Environmental Science and Ecotechnology*, 8, 120-130. <https://doi.org/10.1016/j.ese.2021.100130>
- [5] Nikitas, A., Chatziioannou, I., Tzouras, P. G., Bakogiannis, E., Alvarez-Icaza, & Rexfelt, O. (2023). Ranking sustainable urban mobility indicators and their matching transport policies to support liveable city Futures: A MICMAC approach. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 18, 773-788. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2023.100788>
- [6] Azizian, Ghulam; Rizvani, Ali Asghar; Rajabi, Azita. (2022). Presenting the optimal model of urban transportation in Tehran with an emphasis on localized clean energies. *Geography and Regional Planning*, 12(46), 284-312. <https://www.doi.org/10.22034/jgeoq.2022.138286> [In Persian]
- [7] Yousefnejad, Massoud; Pouratacash, Mehssa; Siddiqui, Ali. (2022). Measuring citizens' satisfaction with public transportation management. *Geography and Human Relations*, 5(1), 175-195. <https://dori.net/dor/20.1001.1.26453851.1401.5.2.11.2> [In Persian]
- [8] Bakhshishanjdari, Reza; Daryabari, Seyed Jamaluddin. (2020). Investigating the smartness of urban transportation systems in line with the sustainable development of cities. *Urban Economics and Management*, 8 (32), 31-46. <http://dori.net/dor/20.1001.1.23452.870.1399.8.32.3.0> [In Persian]
- [9] Tehran Urban Research & Planning Center. (2018). Rail connection of satellite towns with mother metropolises: dos and don'ts. [In Persian]
- [10] Mansourian, Fatemeh and Khazaei, Saeed and Shariat Panahi, Seyed Payman and Mushfaq, Mahmoud. (2015). Factors affecting the increase in the population of metropolises from the point of view of experts: case study, Tehran city. *Quarterly journal of interdisciplinary studies in humanities*. Volume 8, Number 1. <http://dx.doi.org/10.7508/isih.2016.29.002> [In Persian]
- [11] Jomepour, Mahmoud and Talebian, Neda. (2018). A comparative study of the effect of the metropolis of Tehran on the marginalization of the suburbs (the case study of the cities of Shahrivar and Lavasan). *Local development (rural-urban)*. Volume 10, Number 1. <https://doi.org/10.22059/jrd.2018.68407> [In Persian]
- [12] Rahmani, Teimur and Hassanzadeh, Ebrahim. (2012). The effect of immigration on economic growth and regional integration in Iran. *Economic Modeling Research Quarterly*. Number 5. <https://dori.net/dor/20.1001.1.22286454.1390.2.5.5.4> [In Persian]
- [13] Hatami-Nejad, Hossein and Zamani, Zahra and Haji-Nejad, Sadegh and Judri, Mohammad. (2013). Pathology of new cities in Iran. *Sepehr* Volume 22, Number 88. <https://dori.net/dor/20.1001.1.25883860.1392.22.88.2.5> [In Persian]
- [14] Tehran Urban Research & Planning Center. (2018). Compilation of strategies for managing the effects of satellite cities trips on Tehran city based on collecting tolls and explaining its requirements and methods. Tehran: Tehran Center for Studies and Planning. [In Persian]
- [15] Marzi, Rojin; The territory, Sayde Sepideh; Abbaspour, Golshan. (2022). Evaluation of Kermanshah urban train project based on sustainable urban transportation system. *Urban and Regional Policy*, 1(2), 66-84; <https://sanad.iau.ir/fa/Article/725278?FullText=FullText> [In Persian].
- [16] Parsaeian, Atefe. (2022). Measuring the impact of the urban transportation system on improving the environmental quality of urban spaces. *Urban Futures*, 2(1), 79-95. <https://doi.org/10.30495/uf.2022.1957081.1039he> [In Persian]
- [17] Mishra, A. R., Rani, P., Cavallaro, F., Hezam, I. M., & Lakshmi, J. (2023). An integrated intuitionistic fuzzy closeness coefficient-based OCRA method for sustainable urban transportation options selection. *Axioms*, 12(2), 144. <https://doi.org/10.3390/axioms12020144>
- [18] Naderan, Ali; Ghahramanlou, Amir; Safarzadeh, Mahmoud, & Javanshir, Hassan. (2022). Mechanism of influence of urban form and land use on transportation and air pollution of Tehran metropolis. *Bagh Nazar*, 19(109), 35-46. <https://doi.org/10.22034/bagh.2022.323127.5086> [In Persian]
- [19] Satterthwaite, D. (2006). Barbara ward and the origins of sustainable development (pp. 1-76). London, UK: International Institute for Environment and Development (IIED). <https://www.iied.org/sites/default/files/pdfs/migrate/11500IIED.pdf>
- [20] Hirai, T., & Comim, F. (2022). Measuring the sustainable development goals: A poset analysis. *Ecological Indicators*, 145, 589-605. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109605>
- [21] Gatta, V., Marcucci, E., Nigro, M., & Serafini, S. (2019). Sustainable urban freight transport adopting public transport-based crowdshipping for B2C deliveries. *European Transport Research Review*, 11(1), 1-14. <https://doi.org/10.1186/s12544-019-0352-x>
- [22] Goldman, T., & Gorham, R. (2006). Sustainable urban transport: Four innovative directions. *Technology in society*, 28(1-2), 261-273. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2005.10.007>
- [23] Diao, M. (2019). Towards sustainable urban transport in Singapore: Policy instruments and mobility trends. *Transport policy*, 81, 320-330. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.05.005>
- [24] Pettersson, F., Stjernborg, V., & Curtis, C. (2021). Critical challenges in implementing sustainable transport policy in Stockholm and Gothenburg. *Cities*, 113, 143-153. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103153>
- [25] Shao, Y., Wang, C., Berres, A., Yoshioka, J., Cook, A., & Xu, H. (2022). Computer vision-enabled smart traffic monitoring for sustainable transportation management. In *International Conference on Transportation and Development*, 20 (1), 34-45. <https://doi.org/10.1061/9780784484319.004>
- [26] Pamucar, D., Deveci, M., Gokasar, I., Tavana, M., & Köppen, M. (2022). A metaverse assessment model for sustainable transportation using ordinal priority approach and Aczel-Alsina norms. *Technological Forecasting and Social Change*, 182, 761-778.

<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121778>

- [27] Eskandarithani, Mohammad; Moradi, Mahmoud; Moradi, Afsane. (2019). Investigating the factors affecting sustainable urban transportation based on the studied green economy theory. *Research and urban planning*, 10 (37), 13-24. <https://sid.ir/paper/220326/fa> [In Persian]
- [28] Marjani, Teimor; Pourabdi, Mohammad Reza; Saidi, Leila; Alireza, Mino. (2018). Presenting a sustainable technology evaluation model in Tehran's urban transportation field. *Urban Economics and Management*, 6 (22), 1-18. <http://dorl.net/dor/20.1001.1.23452870.1397.6.22.2.5> [In Persian]
- [29] Beck, C. T. (2002). A meta-synthesis of qualitative research. *MCN: The American Journal of Maternal/Child Nursing*, 27(4), 214-221. <http://dx.doi.org/10.1097/00005721-200207000-00004>
- [30] Zimmer, L. (2006). Qualitative meta-synthesis: a question of dialoguing with texts. *Journal of Advanced Nursing*, 53(3), 311-318. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2006.03721.x>
- [31] Finegold-Kant, Debra. (2021). *A Guide to Qualitative Metasynthesis*. Translated by Nima Eskandari. Tehran: Hime. [In Persian]
- [32] Sandelowski, M., & Barroso, J. (2006). *Handbook for synthesizing qualitative research*. springer publishing company.
- [33] Azar, Adel (2018). *Operations research: Concepts and applications of linear programming*. Organization for Studying and Compiling Humanities Books of Universities. [In Persian]
- [34] Habibi, Arash; Afridi, Sanam (2022). *Multi-indicator decision-making*, Tehran: Naron Publications. [In Persian]
- [35] Habibi, Arash; Kolahi, Bahareh (2022). *Structural equation modeling and factor analysis*. Tehran: Academic Center for Education, Culture, and Research (ACECR), second edition. [In Persian]
- [36] Habibi, Arash; Jalalnia, Rahela. (2023). *partial least squares*. Tehran: Narun. [In Persian]
- [37] Chin, W. W. (1998). The partial least squares approach to structural equation modeling. *Modern methods for business research*, 295(2), 295-33.

