Journal of Sustainable City, 5 (3), 2022

Journal of Sustainable City

Journal Hopepage: www.jscity.ir

Research Paper

An Analysis of the Future of Public Transport Systems in the Framework of Environmental Sustainability the Case Study of Tehran Metropolitan

Tahmineh, Alizadeh [a], Jalal, Azimi Amoli [a*], Sadroddin, Motevalli [a], Rahim, Sarvar [b]

[a]. *Department of Geography, Noor Branch, Islamic Azad University, Noor, Iran*

[a]. *Department of Geography, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran*

A R T I C L E I N F O

Keywords:
Public Transportation,
Environmental Sustainability,
Futurism,
Tehran Metropolis.

Received:
7 July 2022
Received in revised form:
5 October 2022
Accepted:
8 November 2022
pp.71-88

A B S T R A C T

As previous studies have shown, despite the breadth and variety of criteria explaining sustainability, the factors affecting its realization are generally neglected and especially in the field of public transportation systems and future studies, there are theoretical gaps. Therefore, in the present study, the future of the public transportation system of Tehran metropolis was explained and modeled as a study sample for the year 2031. The data used included environmental survey variables and interviews with experts. To analyze the data, the structural analysis method based on Micmac software and the scenario analysis method with Scenario Wizard software were used. The results showed that the public transportation system of Tehran metropolis is a very vulnerable and fragile system and due to the high interaction of the system factors, with the smallest change in the key drivers, other variables of the system also undergo serious changes and make it more and more distant from the stability components. they say Based on the identification of eight key drivers and three predetermined factors, a total of 11 scenarios were identified, including two improbable scenarios, three incompatible scenarios, one scenario with a weak probability of occurrence, two scenarios with a medium probability of occurrence, and three scenarios with a strong probability of occurrence. Finally, it was concluded that in the next 10 years, Tehran will face a more individualistic and aging social structure, a fragile environmental structure with high pollution and possibly an unstable economic structure. Such a city needs a type of public transportation system that can meet the demands of all groups and citizens at a low cost and is accessible with inclusive features.

Citation: Alizadeh, T., Azimi Amoli, J., Motevalli., S., & Sarvar, R. (2022). An Analysis of the Future of Public Transport Systems in the Framework of Environmental Sustainability the Case Study of Tehran Metropolitan. *Journal of Sustainable City, 5* (3), 71-88.

http://doi.org/10.22034/JSC.2021.315992.1579

*. Corresponding author (Email: Ja_azimi46@yahoo.com)

Copyright © 2022 The Authors. Published by Iranian Geography and Urban Planning Association. This is an open access article under the CC BY license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Extended Abstract

Introduction

Regardless of the sociological factors and the social and behavioural contexts encouraging the use of private cars in Tehran, it seems that the lack of a vision based on the future and as a result, the lack of a coherent and efficient plan to guide and improve the public transportation system of the metropolis of Tehran towards the element of sustainability, Among the inefficiencies of the management and policy-making system of Tehran city. The lack of a future-based perspective has caused transformational measures to be implemented in the city's public transportation system in a phased manner, and with the change of management periods, including the change of mayors and Islamic councils, these policies have also been changed or forgotten. It can be said that the planning and policy-making system of urban development in the country's metropolises, including in the metropolis of Tehran, not only has not considered the future-based approach in its planning, including in the field of transportation but its planning is based on the traditional idea of "know, analyze, plan". which is based on recognizing the problems of the current situation of a phenomenon and presenting a plan and program based on the same problems of the current situation. This method is now obsolete.

Based on all the topics raised, the current research seeks to answer the following two questions:

1) "Sustainability" of public transportation systems of Tehran metropolis in the future of 20 years is affected by what drivers?

2) Based on the most important drivers affecting the future of Tehran's public transportation systems, what realistic scenarios can be proposed and implemented for the next 20 years?

Methodology

The method used in this research is foresight based on scenario analysis. In this way, based on the most likely images and future perspectives of the system, possible scenarios for the future of the city's public transportation are presented. The data used are obtained from sources such as the theoretical literature of the subject and previous research, and interviews with experts. The interviewees included 14 specialists and university professors who are experts in the field of urban transportation. Experts were identified by a targeted snowball method. To analyze the data, the structural analysis method with the cross effects matrix technique was used in Mic Mac software and the scenario analysis method was used in Scenario Wizard software. Simultaneously with this questionnaire, another questionnaire was distributed to evaluate the importance and certainty of drivers in the range of 1 to 10. Based on the results of these two questionnaires, the drivers were monitored and screened and the key drivers were determined. These key drivers were evaluated in the form of several scenarios and the possible states of each driver were determined in three favourable, static and critical states. Finally, strong, compatible and probable scenarios were identified.

Results and discussion

Based on the results, the drivers of public transportation in Tehran include 8 influential variables, 7 effective variables, 21 two-way variables and 5 less important variables. The dispersion of the variables on the diagonal axis of the Mik-Mak diagram shows that the system in question is unstable and fragile. In such a system, due to the dominance of two-way drives that have high effectiveness and effectiveness at the same time, with the smallest change in a variable, the whole system is disrupted. As seen in Figure 4, 11 propellants had high effectiveness and 16 propellants had high effectiveness. It can be said that the future of the public transportation system of the Tehran metropolis depends on these few drivers. To what extent do Tehran's governing bodies and urban management accept environmental standards and regulate the quality of public transportation services with these standards, to what extent do they support clean energy, and on the other hand, how are their relations with

transportation equipment manufacturing companies and also To what extent international sanctions can be effective will determine the future of public transportation in Tehran.

Conclusion

By identifying the most important drivers related to the future of Tehran's public transportation system, the present study showed that the factors and drivers affecting this system have a high interaction, which results in the creation of a fragile and vulnerable system with a high influence of political and economic developments and trends. Is. The stability of this system depends on a series of factors and trends outside the system.

Based on the obtained results, the most important driving forces shaping the future of the public transportation system in Tehran, such as the amount of budget allocation and credits to the public transportation system, how to manage travel demand, the amount of acceptance of private cars by citizens, the number of pollutant emissions, the amount of application of environmental standards, the amount Acceptance and development of new technologies, the effectiveness of international sanctions and the presence or absence of a coherent and purposeful vision in the body of urban management.

Based on the results obtained from the analysis of the future scenarios of this system, it can be said that due to the critical nature of most of the possible situations in each of the key drivers, there is no bright future for public transportation in Tehran. Because the probability of favourable scenarios is very low. In addition, in the next 10 years, Tehran will face a more individualistic and ageing social structure, a fragile environmental structure with high pollution, and possibly an unstable economic structure. Such a city needs a type of public transportation system that can meet the demands of all groups and citizens at a low cost and is accessible with the characteristic of inclusiveness and ubiquity.

Funding

There is no funding support.

Authors' Contribution

All of the authors approved thecontent of the manuscript and agreed on all aspects of the work.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We are grateful to all the scientific consultants of this paper.

مجلـــه شـــــهر پـــایدار
Journal Hopepage: www.jscity.ir

مقاله پژوهشی

تحلیلی بر آینده سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی در چارچوب پایداری زیست‌محیطی مطالعه موردی: کلان‌شهر تهران *

تهمینه علیزاده– گروه جغرافیا، واحد نور، دانشگاه آزاد اسلامی، نور، ایران
جلال عظیمی آملی [1]– گروه جغرافیا، واحد نور، دانشگاه آزاد اسلامی، نور، ایران
صدرالدین متولی– گروه جغرافیا، واحد نور، دانشگاه آزاد اسلامی، نور، ایران
رحیم سرور– گروه جغرافیا، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

اطلاعات مقاله

واژگان کلیدی:
حمل‌ونقل عمومی، پایداری زیست‌محیطی، آینده‌نگاری، کلان‌شهر تهران.

تاریخ دریافت:
۱۴۰۱/۰۴/۱۶
تاریخ بازنگری:
۱۴۰۱/۰۷/۱۳
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۱/۰۸/۱۷
صص. ۸۸-۷۱

چکیده

همان‌طور که مطالعات پیشین نشان داده‌اند، علیرغم گستردگی و تنوع معیارهای تبیین‌کننده پایداری، عوامل موثر بر تحقق آن به‌طورکلی مغفول مانده و به‌ویژه در زمینه سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی و مطالعات آینده دارای خلاءهای نظری می‌باشد. لذا در مطالعه حاضر آینده سیستم حمل‌ونقل عمومی کلان‌شهر تهران به‌عنوان نمونه مطالعاتی برای سال ۱۴۱۰ تبیین و مدل‌سازی شد. داده‌های مورداستفاده شامل متغیرهای پویش محیطی و مصاحبه با خبرگان بود. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از روش تحلیل ساختاری بر پایه نرم‌افزار میک‌مک و روش تحلیل سناریو با نرم‌افزار سناریو ویزارد استفاده شد. نتایج نشان داد که سیستم حمل‌ونقل عمومی کلان‌شهر تهران یک سیستم بسیار آسیب‌پذیر و شکننده است و به دلیل برهمکنش بالای عوامل سیستم، با کوچک‌ترین تغییر در پیشران‌های کلیدی، سایر متغیرهای سیستم نیز دستخوش تغییراتی جدی می‌شوند و آن را هر چه بیشتر از مؤلفه‌های پایداری دور می‌نمایند. بر اساس شناسایی هشت پیشران کلیدی و سه عامل از پیش معیّن، درمجموع ۱۱ سناریو شناسایی شد که شامل دو سناریوی غیرمحتمل، سه سناریوی ناسازگار، یک سناریو با احتمال وقوع ضعیف، دو سناریو با احتمال وقوع متوسط و سه سناریو با احتمال وقوع قوی است. درنهایت این نتیجه به دست آمد که تهران در ۱۰ سال آینده با یک ساختار اجتماعی فردگراتر و سالخورده‌تر، ساختار زیست‌محیطی شکننده با آلایندگی بالا و احتمالاً ساختار اقتصادی بی‌ثبات مواجه خواهد بود. چنین شهری نیاز به‌نوعی از سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی دارد که ضمن برآورده ساختن مطالبات تمامی گروه‌ها و شهروندان، با هزینه‌ای کم و با ویژگی همه‌شمولی و فراگیر بودن قابل‌دسترس باشد.

استناد: علیزاده، تهمینه؛ عظیمی آملی، جلال؛ متولی، صدرالدین و سرور، رحیم. (۱۴۰۱). تحلیلی بر آینده سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی در چارچوب پایداری زیست‌محیطی مطالعه موردی: کلان‌شهر تهران. *مجله شهر پایدار*، ۵ (۳)، ۸۸-۷۱.

http://doi.org/10.22034/JSC.2021.315992.1579

* . این مقاله برگرفته از رساله دکتری خانم تهمینه علیزاده در رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری به راهنمایی نویسنده دوم و سوم و مشاوره نویسنده چهارم در دانشکده علوم انسانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد نور می‌باشد.

۱ . نویسنده مسئول
Email: Ja_azimi46@yahoo.com

مقدمه

ضرورت گذار از الگوهای حمل‌ونقل شخصی به‌سوی سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی تاکنون به‌خوبی در مطالعات موجود بررسی و تبیین شده است (Haitao et al, 2019; Smith, 2019; Mitropoulos & Prevedouros, 2016). یکی از دلایل این تغییر و گذار، صرف‌نظر از مزایای اقتصادی و اجتماعی حمل‌ونقل عمومی، وجود پایداری زیست‌محیطی بیشتر در سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی است که با شاخص‌هایی مانند آلایندگی کمتر، ترافیک کمتر، ذخیره انرژی بیشتر، ایجاد مزیت‌های محیطی بالاتر و افزودن تحرک بیشتر در فضاهای شهری، قابل‌شناسایی هستند. این فاکتورها درنهایت منجر به ایجاد شهرهایی پایدار و زیست‌پذیر می‌گردند (Haitao et al, 2019: 171).

بااین‌حال، علیرغم تلاش سیاست‌گذاران بخش حمل‌ونقل در بسیاری از شهرهای جهان که با تجارب بسیار موفقی در پایدار نمودن سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی همراه بوده است، الگوی فعلی حمل‌ونقل عمومی در بسیاری از شهرهای جهان از جمله در شهر تهران، به ناکارآمدی در جابجایی مسافر و بار، هزینه‌های بالا، ازدحام، آلودگی هوا، تلفات جاده‌ای، مصرف بالای انرژی و افزایش گازهای گلخانه‌ای منجر می‌شود (Searle et al, 2014: 440; Bruce, 2012: 23) و پیامدهای منفی آن، در آسیب‌پذیرترین گروه‌های جمعیتی یعنی کودکان، افراد سالخورده، گروه‌های کم‌توان و کم‌درآمد تشدید می‌گردد (Hidalgo & Huizenga, 2013: 67). درواقع، ناپایداری زیست‌محیطی در وهله اول به ناپایداری اجتماعی و در ادامه، به ناپایداری اقتصادی منجر می‌شود.

به گواهی پژوهش‌های موجود، مهم‌ترین مشکل و مسئله موجود در بخش حمل‌ونقل و ترافیک کلان‌شهر تهران، فقدان یک سیستم منسجم حمل‌ونقل پایدار و همگانی است (محمدپور و همکاران، ۱۳۹۵؛ منظور و صفاکیش، ۱۳۹۰). محققان بسیاری در این نکته متفق‌القول‌اند که راهکار نهایی برون‌رفت از معضلات ترافیکی موجود در کلان‌شهری مانند تهران، توجه به حمل‌ونقل عمومی از نوع «پایدار» آن است (علی‌محمدی و همکاران، ۱۴۰۰: ۱۷۱؛ مرجانی و همکاران، ۱۳۹۹: ۲؛ محمدپور و همکاران، ۱۳۹۵). بااین‌حال، چنین ایده‌هایی در کلان‌شهری مثل تهران کمتر عملی شده است (شفیعی و همکاران، ۱۳۹۴: ۲۴۷–۲۴۸). صرف‌نظر از عوامل جامعه‌شناختی و بسترهای اجتماعی و رفتاری مشوق استفاده از خودروهای شخصی در تهران، به نظر می‌رسد نبود یک چشم‌انداز مبتنی بر آینده و به‌تبع آن، فقدان یک برنامه منسجم و کارآمد برای هدایت و بهبود سیستم حمل‌ونقل عمومی کلان‌شهر تهران به‌سوی عنصر پایداری، از جمله ناکارآمدی‌های نظام مدیریت و سیاست‌گذاری شهر تهران بوده است. نبود نگاه مبتنی بر آینده باعث شده است تا اقدامات تحول‌آفرین در سیستم حمل‌ونقل عمومی شهر به‌صورت مقطعی به اجرا درآیند که با تغییر دوره‌های مدیریتی از جمله تغییر شهرداران و شوراهای اسلامی، این سیاست‌ها نیز تغییریافته و یا به فراموشی سپرده‌شده‌اند. درواقع می‌توان گفت نظام برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری توسعه شهری در کلان‌شهرهای کشور از جمله در کلان‌شهر تهران، نه‌تنها رویکرد مبتنی بر آینده را در برنامه‌ریزی‌هایش از جمله در حوزه حمل‌ونقل در نظر نگرفته است، بلکه برنامه‌ریزی‌هایش را بر اساس ایده سنتی «شناخت، تحلیل، طرح» که بر اساس شناخت مسائل وضع موجود یک پدیده و ارائه طرح و برنامه بر اساس همان مسائل وضع موجود قرار دارد، انجام می‌دهد که این روش نیز هم‌اکنون منسوخ است.

همچنین نگاهی به پژوهش‌های موجود در حوزه حمل‌ونقل پایدار با رویکرد آینده‌نگاری، نشان‌دهنده نکات درخور توجهی است. کِدِر[1] (۲۰۲۰) ضمن تحلیل ناکارآمدی‌های استفاده از اتومبیل شخصی در دوران آینده، نشان می‌دهد که راه‌حل‌های آینده سیستم حمل‌ونقل شهری باید مبتنی بر روش‌های حمل‌ونقل عمومی سبز باشد. فرقی نمی‌کند که

1. Ceder

گزینه‌های حمل‌ونقل شامل مترو یا اتوبوس، ریل سبک، تراموا، خدمات اشتراکی مسافربری، تاکسی معمولی، حمل‌ونقل سریع شخصی یا هر روش حمل‌ونقل عمومی دیگر باشد. مهم این است که تمامی این گزینه‌ها مبتنی بر الگوی حمل‌ونقل سبز باشند. لو و دو–ورله[1] (۲۰۱۶) معتقدند در شهرهای آینده، دولت‌ها بایستی از تعهد صِرف به کاهش انتشار کربن در بازه‌های زمانی یک سال تا یک سال فراتر بروند و در عوض یک رویکرد چرخه زندگی را در هدایت شهرهای آینده اتخاذ کنند. همچنین تنوع‌بخشی به گزینه‌های حمل‌ونقل و تقویت زیرساخت‌های شهری در بخش‌های غیر از حمل‌ونقل، پیش‌شرط اصلی تحقق حمل‌ونقل سبز در شهرهای آینده است. دووی و وودکوک[2] (۲۰۱۴) نشان دادند که برای سازگار نمودن شهرهای آینده با حمل‌ونقل سبز، بایستی راهکارهای طراحی شهری مدنظر قرار گیرند.

در بین پژوهش‌های داخل کشور نیز چند مطالعه، درخور توجه است. فتحی و همکاران (۱۳۹۷) سه عامل «تحریم‌های اقتصادی»، «تورم» و «سیاست‌های پولی و مالی» را به‌عنوان پیشران‌های شکل‌دهنده بر آینده حمل‌ونقل ریلی ایران می‌دانند. عزتی‌آراسته‌پور و همکاران (۱۳۹۷) «میزان حمایت دولت از بخش خصوصی» و «ارزش‌های جامعه» را به‌عنوان مهم‌ترین نیروهای پیشران در آینده حمل‌ونقل شهر همدان می‌دانند. صباغی آبکوه (۱۳۹۶) با تمرکز بر گزینه کریدورهای ریلی، آینده حمل‌ونقل شهر مشهد را در قالب سه سناریوی TOD، TAD و TED دیده است. عبادی‌نیا و همکاران (۱۳۹۵) دریافتند که «کاهش و حذف خودروهای فرسوده»، بهترین سناریویی است که می‌تواند بر حمل‌ونقل کم‌کربن شهر مشهد در آینده اثرگذار باشد. محمدپور و همکاران (۱۳۹۵) نشان دادند که اخذ عوارض متغیر و تصاعدی از خودروهای شخصی بر اساس سه متغیر «نوع خودرو»، «عمر خودرو» و «میزان مسافت پیموده شده»، می‌تواند منجر به کاهش استفاده از وسایل نقلیه شخصی و افزایش مطلوبیت حمل‌ونقل عمومی به‌عنوان گزینه جایگزین شود. منظور و صفاکیش (۱۳۹۰) نیز به این نتیجه رسیدند که اعمال سیاست‌های فن‌آوری محور تأثیر بسزایی در تغییر سهم بازار حمل‌ونقل، به سمت فناوری‌های پاک و کاهش انتشار آلاینده‌ها در شهر تهران خواهد داشت. به‌طوری‌که با ورود فناوری‌های جدید، بیش از هفتاد درصد سهم بازار به خودروهای سازگار با محیط‌زیست اختصاص خواهد یافت.

بر اساس کلیه مباحث مطرح‌شده، پژوهش حاضر در پی پاسخ دادن به دو سؤال زیر است:

۱) «پایداری» سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی کلان‌شهر تهران در آینده ۲۰ ساله، متأثر از چه پیشران‌هایی است؟

۲) بر اساس مهم‌ترین پیشران‌های اثرگذار بر آینده سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی شهر تهران، چه سناریوهای واقع‌گرایانه‌ای برای ۲۰ سال آینده قابل‌طرح و اجرا است؟

مبانی نظری

حمل‌ونقل پایدار مجموعه‌ای از سیاست‌ها و دستورالعمل‌های یکپارچه، پویا، پیوسته و دربردارنده اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی است که توزیع عادلانه زیرساخت‌های حمل‌ونقل جهت رفع نیازهای جامعه و نسل‌های آتی را به همراه دارد (استادی جعفری و رصافی، ۱۳۹۲: ۲۸۲). ازآنجاکه بخش قابل‌توجهی از جابجایی مسافران در شهرهای جهان توسط حمل‌ونقل عمومی صورت می‌گیرد (Haitao et al, 2019: 171)، لذا شاخص‌هایی مانند مصرف انرژی، تولید دی‌اکسید کربن، تخریب زمین، تولید پسماند، ایمنی ترافیک و غیره در ارتباط با این نوع حمل‌ونقل معنی پیدا می‌کنند (Schiller & Kenworthy, 2017).

هم‌اکنون بسیاری از مطالعات موجود، افزایش سالانه مالکیت خودروهای شخصی را تهدیدی برای محیط‌زیست انسان

1. Loo & du Verle
2. Dovey & Woodcock

می‌دانند (Aldenius et al, 2022; Suzianti et al, 2022; Bamberg et al, 2011). بنابراین از دیدگاه زیست‌محیطی رایج‌ترین دلیل برای توسعه سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی پایدار، کاهش استفاده از اتومبیل و ازدحام ترافیک می‌باشد، که درنتیجه منجر به بهبود کیفیت محیط می‌گردد (Yaliniz et al, 2011: 889). دلایل زیست‌محیطی دیگری نیز برای توجیه استفاده از حمل‌ونقل عمومی وجود دارد. برای نمونه، استفاده از گزینه‌های حمل‌ونقل عمومی، یکی از روش‌های دستیابی به فرم‌های شهری فشرده می‌باشد که مجدداً خود به پایداری حمل‌ونقل عمومی می‌انجامد. به‌طوری‌که فرم‌های شهری فشرده که از طریق حمل‌ونقل عمومی به‌دست‌آمده باشد می‌تواند مصرف انرژی را تا ۷۳ درصد کمتر از فرم‌های پراکنده که با اتومبیل شخصی ایجادشده است، کاهش دهد (لطفی و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۱۹). متقابلاً هوشمند سازی سیستم‌های حمل‌ونقل یکی از راه‌های ایجاد پایداری در این سیستم است که هم‌اکنون در شهرهای ایران با چالش‌هایی نظیر عدم هماهنگی بین بخشی در مدیریت ترافیک، فقدان داده‌های مکانی یکپارچه، غیرواقعی و دست‌نیافتنی بودن مدل‌های حمل‌ونقل هوشمند و فقدان زیرساخت‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری همراه است (توانایی مروی و همکاران، ۱۴۰۱: ۵۳).

همان‌طور که در شکل ۱ ملاحظه می‌شود، پائولسون[1] (۲۰۱۸) ویژگی‌های یک سیستم حمل‌ونقل عمومی پایدار را شامل مواردی از قبیل کارایی و اثربخشی، مطلوبیت زیست‌محیطی، بهبود دسترسی، فراگیر بودن (همه‌شمولی)، رقابتی بودن (در ارتباط با سایر روش‌های حمل‌ونقل)، کیفیت، هماهنگی و ثبات می‌بینند که این ویژگی‌ها موجب برتری این سیستم بر دیگر روش‌های حمل‌ونقل می‌شود.

شکل ۱. برخی از مهم‌ترین اصول حمل‌ونقل عمومی پایدار
منبع (Paulsson, 2018: 424)

روش پژوهش

روش مورداستفاده در پژوهش حاضر، آینده‌نگاری مبتنی بر تحلیل سناریو می‌باشد. در این شیوه بر مبنای محتمل‌ترین تصاویر و چشم‌اندازهای آینده سیستم، سناریوهای محتمل برای آینده حمل‌ونقل عمومی شهر ارائه می‌گردد. داده‌های مورداستفاده از منابعی مانند ادبیات نظری موضوع و پژوهش‌های پیشین، مصاحبه با خبرگان به‌دست‌آمده است. مصاحبه‌شوندگان شامل ۱۴ نفر از متخصصان و اساتید دانشگاه بودند که در زمینه حمل‌ونقل شهری صاحب‌نظر هستند.

1. Paulsson

شناسایی خبرگان با روش هدفمند از نوع گلوله برفی صورت گرفت. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از روش تحلیل ساختاری با تکنیک ماتریس اثرات متقاطع در نرم‌افزار میک مک و روش تحلیل سناریو در نرم‌افزار سناریو ویزارد استفاده گردید.

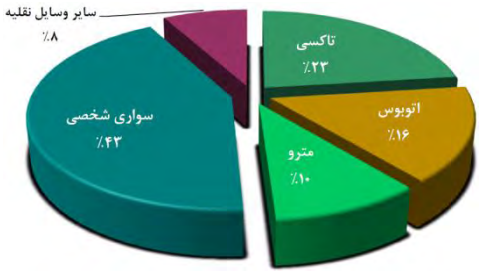
فرایند کار به این صورت بود که ابتدا با مرور ادبیات نظری موضوع، عوامل موثر بر حمل‌ونقل عمومی کلان‌شهر تهران شناسایی‌شده و یک لیست اولیه از پیشران‌ها استخراج گردید. سپس، این لیست توسط متخصصین در معرض قضاوت قرار گرفت. نتیجه این مرحله، تهیه فهرست نهایی پیشران‌ها بود که در قالب یک پرسشنامه اثرات متقاطع در بین متخصصین توزیع گردید. در این روش، میزان اثرگذاری عوامل مندرج در سطرها بر عوامل واقع در ستون‌ها در طیف عددی صفر تا ۳ انجام می‌شود که عدد صفر نشان‌دهنده عدم اثرگذاری و عدد ۳ نشان‌دهنده بیشترین اثرگذاری است. برای ساخت ماتریس نهایی جهت ورود به نرم‌افزار میک‌مک، مُد نمرات مدنظر قرار گرفت (اصغرپور، ۱۳۹۶). هم‌زمان با این پرسشنامه، یک پرسشنامه دیگر برای ارزیابی میزان اهمیت و قطعیت پیشران‌ها در طیف ۱ تا ۱۰ توزیع شد. بر اساس نتایج این دو پرسشنامه، اقدام به پایش و غربال پیشران‌ها شده و پیشران‌های کلیدی تعیین گردید. این پیشران‌های کلیدی در قالب چندین سناریو مورد ارزیابی قرار گرفت و وضعیت‌های محتمل هر پیشران در سه حالت مطلوب، ایستا و بحرانی مشخص شد. درنهایت، سناریوهای قوی، سازگار و محتمل شناسایی شدند.

محدوده موردمطالعه

نگاهی به چشم‌انداز ۱۴۰۴ تهران از منظر حمل‌ونقل عمومی پایدار

مقیاس مکانی مطالعه حاضر، منطقه کلان‌شهری تهران است که شامل شهر تهران و حوزه نفوذ پیرامونی آن می‌باشد. شهر تهران همانند بسیاری از کلان‌شهرهای دنیا چند سالی است که اقدام به تدوین سند چشم‌انداز برای دوره‌های زمانی میان‌مدت (۵ تا ۱۰ ساله) می‌کند. آخرین سند چشم‌انداز تهران برای افق ۱۴۰۴ تهیه‌شده است. در چشم‌انداز تهران ۱۴۰۴ در محور حمل‌ونقل، تهران شهری است با حمل‌ونقل روان و با سامانه جامعه حمل‌ونقل با محوریت حمل‌ونقل عمومی قابل‌اعتماد، در دسترس، ایمن، سریع و ارزان که شهروندانش به‌رغم دارا بودن خودروی شخصی، با طیب خاطر از آن استفاده می‌کنند. این سامانه حمل‌ونقل با برقراری ارتباطات اثربخش در سطح مجموعه شهری، ملی و فراملی چشم‌انداز جهان شهر تهران را به‌خوبی پشتیبانی می‌کند (شهرداری تهران، ۱۳۸۶: ۲).

آمارهای موجود از وضعیت حمل‌ونقل شهر تهران، نشان‌دهنده چند چالش اساسی در سیستم حمل‌ونقل عمومی این شهر است. مهم‌ترین مسئله، تسلط بی‌چون‌وچرای وسایل حمل‌ونقل شخصی در تهران است. علیرغم تنوع‌بخشی به گزینه‌های حمل‌ونقل عمومی در سال‌های اخیر و افزایش تعداد اتوبوس‌ها و واگن‌های مترو و همچنین افزایش تعداد ایستگاه‌های اتوبوس و مترو، آمارها همچنان نشان‌دهنده سهم بالای حمل‌ونقل شخصی از کل سفرهای درون‌شهری تهران است که بین ۵۰ تا ۶۰ درصد می‌باشد (آمارنامه شهرداری تهران، ۱۳۹۶: ۸۲). همچنین در سال ۱۳۹۷، تعداد سفرهای روزانه درون‌شهری در شهر تهران برابر با ۱۹,۱ میلیون سفر بوده است. در این سفرها، ۵۵ درصد از زمان اختصاص داده‌شده به سفر، صرف انتظار برای رسیدن وسیله نقلیه گردیده و یا در ترافیک به هدر می‌رود (آمارنامه شهرداری تهران، ۱۳۹۷: ۵۶).



شکل ۲. سهم انواع روش‌های حمل‌ونقل در سفرهای درون‌شهری تهران
منبع: (سالنامه آماری شهر تهران، ۱۳۹۶: ۸۲)

مسئله دیگر، فرسودگی ناوگان حمل‌ونقل عمومی است. به‌طوری‌که برای نمونه، متوسط عمر ناوگان اتوبوس‌رانی شهر تهران در سال‌های ۹۴، ۹۵، ۹۶ و ۹۷ در اتوبوس‌های بخش دولتی به ترتیب برابر با ۶,۵، ۶,۴، ۷ و ۷,۳ و در اتوبوس‌های بخش خصوصی برابر با ۸,۴، ۹,۵، ۹,۹ و ۱۰,۹۵ بوده است (آمارنامه شهرداری تهران، ۱۳۹۷: ۵۷). این آمارها به‌وضوح نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری برای نوسازی ناوگان حمل‌ونقل عمومی به‌ویژه در بخش خصوصی روند کاهشی داشته است که خود ناشی از عوامل متعدد همچون شوک‌های اقتصادی و تحریم‌های بین‌المللی بوده است.

یافته‌ها

فرایند تحلیل داده‌ها با این سؤال شروع شد که چه عواملی بر آینده سیستم حمل‌ونقل عمومی کلان‌شهر تهران اثرگذارند؟ برای پاسخ به این سؤال، بر اساس آنچه از ادبیات نظری موضوع استخراج‌شده بود، چک‌لیستی از عوامل مهم شناسایی و در اختیار خبرگان قرار داده شد. در فرایند پایش پیشران‌ها، بر اساس رویکرد واقع‌گرایی انتقادی عمل شد. بدین معنی که پیشران‌های دور از واقعیت، ذهنی و خیالی که امکان تحقق آن‌ها به‌طور معقول و عقلانی وجود ندارد، از لیست پیشران‌ها حذف گردید. سپس بر اساس امتیازدهی اولیه بر این عوامل و مطابقت مجدد با ادبیات نظری، درمجموع ۵۲ پیشران اثرگذار بر آینده حمل‌ونقل عمومی کلان‌شهر تهران شناسایی و در پنج حوزه اصلی طبقه‌بندی گردید. از بین این ۵۲ پیشران، مجدداً ۱۱ پیشران به دلیل تشابه با سایر پیشران‌ها و یا فقدان روایی مناسب، بنا به پیشنهاد خبرگان از لیست پیشران‌های مدل حذف شدند. درنتیجه ۴۱ پیشران باقیمانده وارد مدل تحلیل ساختاری گردید (جدول ۱).

جدول ۱. فهرست پیشران‌های شناسایی‌شده بر اساس تکنیک پویش محیطی و مصاحبه با خبرگان

حوزه‌ها	فهرست پیشران‌های شناسایی‌شده	تصمیم‌گیری نهایی در مورد حذف یا ابقاء پیشران
اجتماعی	روند رشد جمعیت در شهر تهران (رشد طبیعی و مهاجرت)	✓
	روند مهاجرت به شهر تهران	حذف به دلیل همپوشانی با پیشران رشد جمعیت
	روند سالخوردگی جمعیت در شهر تهران	✓
	میزان تقاضای سفر درون‌شهری از سوی شهروندان	✓
	کیفیت مدیریت تقاضای سفر از سوی نهادهای مرتبط	✓
	تغییر الگوهای رفتار سفر شهروندان	✓
	میزان فردگرایی و استقبال شهروندان از خودروی شخصی	✓
	تغییر در ارزش‌های جامعه	حذف به دلیل ابهام در محتوای پیشران
	سفرهای روزانه پاندولی بین تهران و شهرهای اطراف	حذف به دلیل همپوشانی با

		پیشران رشد جمعیت
	میزان پذیرش اجتماعی سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی	✓
	فرهنگ‌سازی و آموزش‌های زیست‌محیطی	✓
اقتصادی	میزان ثبات اقتصادی کشور	✓
	میزان تخصیص بودجه و اعتبارات به بخش حمل‌ونقل عمومی	✓
	میزان سرمایه‌گذاری دولت در بخش حمل‌ونقل عمومی	حذف به دلیل هم‌پوشانی با پیشران بودجه
	جهت‌گیری‌ها و اولویت‌های سرمایه‌گذاری دولت در بخش حمل‌ونقل	✓
	روند خصوصی‌سازی صنعت حمل‌ونقل	حذف به دلیل ابهام و کلی بودن
	الگوها و شیوه‌های تأمین منابع مالی	حذف به دلیل همپوشانی با پیشران سرمایه‌گذاری
	میزان حمایت دولت از تنوع‌بخشی به گزینه‌های حمل‌ونقل	✓
	روند تولید خودرو در کشور	✓
	هزینه استفاده از گزینه‌های مختلف حمل‌ونقل برای شهروندان	✓
	توزیع درآمدی و سطح رفاه شهروندان	حذف به دلیل همپوشانی با پیشران هزینه
زیست‌محیطی	روند انتشار آلاینده‌ها در شهر تهران	✓
	روند افزایش خشک‌سالی و گرمای جهانی	✓
	روند تخریب محیط‌زیست توسط سیستم حمل‌ونقل	✓
	میزان تمایل مدیریت شهری تهران به استفاده از انرژی‌های پاک	✓
	الگوی غالب توسعه شهری (متراکم، پراکنده، هوشمند، ...)	✓
	روند ساخت‌وسازهای شهری	حذف به دلیل ابهام و کلی بودن
	سیاست‌ها و خط‌مشی‌های کاربری زمین	حذف به دلیل ابهام و کلی بودن
	میزان استقبال و حمایت دولت از ابتکارات زیست‌محیطی	✓
	میزان حمایت از سوخت‌های فسیلی	✓
	روند مصرف سوخت‌های فسیلی	حذف به دلیل مشابهت با پیشران سوخت فسیلی
	نوسانات قیمت سوخت	✓
	روند نوسازی ناوگان حمل‌ونقل	✓
	روند ایجاد زیرساخت‌های جدید حمل‌ونقل	حذف به دلیل مشابهت با پیشران نوسازی ناوگان
	روند ایجاد مشاغل سبز در بخش حمل‌ونقل	✓
	روند پذیرش و به‌کارگیری استانداردهای زیست‌محیطی در بخش حمل‌ونقل	✓
	مکانیزم‌های کنترل و نظارت بر عملکرد زیست‌محیطی سیستم‌های حمل‌ونقل	✓
	روند سیاست‌گذاری عوارض و مالیات‌های زیست‌محیطی	✓
	وضعیت مکان گزینی و استقرار صنایع آلاینده	✓
سیاسی نهادی	میزان ثبات سیاسی کشور	✓
	درجه اثرگذاری تحریم‌های بین‌المللی بر توسعه زیرساخت‌های حمل‌ونقل پایدار	✓
	اجماع نظر در مؤلفه‌های پایداری در دیدگاه تصمیم گیران بخش حمل‌ونقل	✓
	وجود چشم‌انداز منسجم و هدفمند در بدنه مدیریت شهری برای رسیدن به حمل‌ونقل عمومی پایدار	✓
	تفرق یا یکپارچگی نهادهای تصمیم‌گیرنده در حوزه حمل‌ونقل	✓
	کارایی و اثربخشی قوانین حمایت‌کننده از حمل‌ونقل عمومی پایدار	✓

	کیفیت روابط با شرکت‌های تولیدکننده تجهیزات حمل‌ونقل	✓
فناوری	میزان توسعه و پذیرش فناوری‌های جدید حمل‌ونقلی	✓
	میزان همگرایی بین انواع فناوری‌های مرتبط با حمل‌ونقل	✓
	میزان هوشمند سازی سیستم‌های حمل‌ونقل شهری	✓
	مقرون‌به‌صرفه بودن قیمت فناوری‌های جدید در بخش حمل‌ونقل عمومی	✓
	میزان پیشرفت در تجهیزات ترافیکی کنترل و کاهش آلودگی هوا	✓
	وضعیت کمی و کیفی نیروی انسانی متخصص در بخش حمل‌ونقل	✓

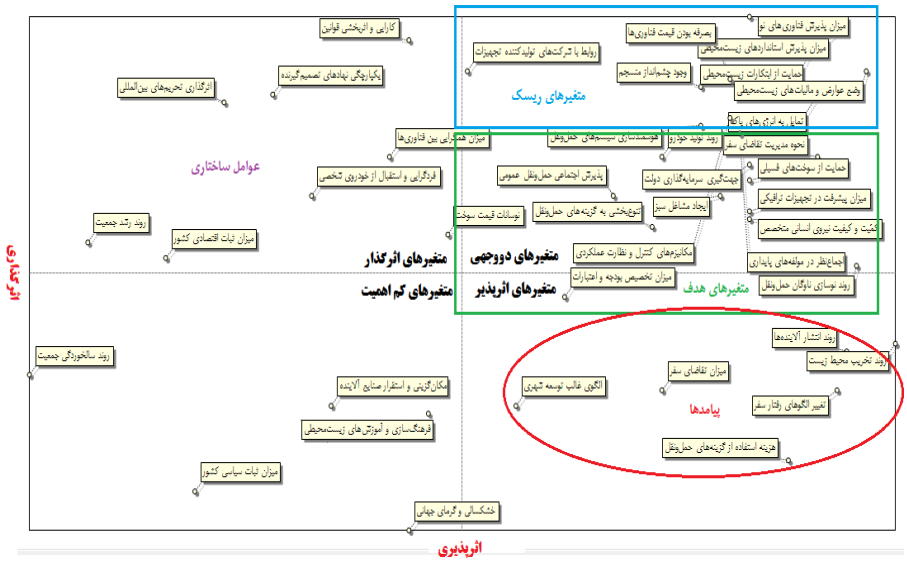
در مدل اثرات متقاطع، میزان اثرگذاری هر یک از عوامل سطرها بر ستون‌ها توسط خبرگان بین صفر تا ۳ ارزش‌گذاری شد. مطابق جدول ۲ درجه پرشدگی ماتریس برابر با ۷۶ درصد است. با توجه به بالا بودن فراوانی نمرات ۳ و ۲ نسبت به نمرات ۱ می‌توان گفت که عوامل موردبررسی در کل دارای حالت اثرگذاری–اثرپذیری زیاد بودند. تعداد چرخش داده‌ها به پیشنهاد نرم‌افزار، دو بار در نظر گرفته شد که با این کار، ماتریس از مطلوبیت ۱۰۰ درصدی برخوردار گردید.

جدول ۲. نتایج اولیه تحلیل ماتریس اثرات متقاطع

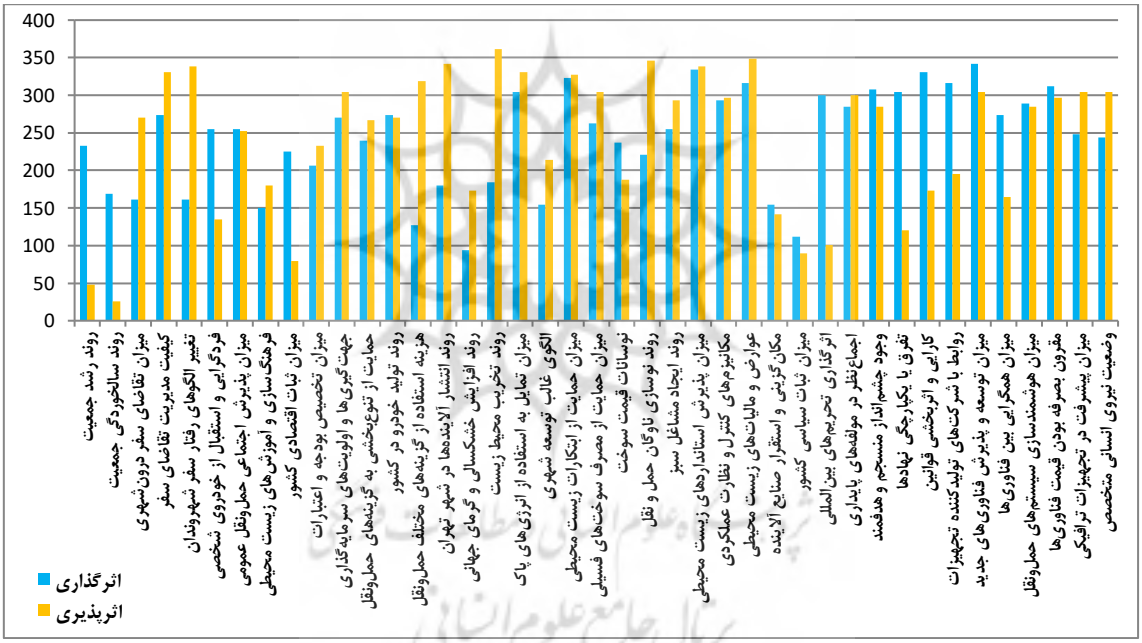
ابعاد ماتریس	تعداد تکرار	تعداد صفرها	تعداد نمرات ۱	تعداد نمرات ۲	تعداد نمرات ۳	تعداد نمرات P	جمع	درجه پرشدگی
۴۱ × ۴۱	۴	۳۸۹	۳۷۳	۴۷۲	۴۴۷	۰	۱۲۹۲	۷۶,۸۵

بر اساس نتایج مندرج در شکل ۳، پیشران‌های حمل‌ونقل عمومی شهر تهران شامل ۸ متغیر اثرگذار، ۷ متغیر اثرپذیر، ۲۱ متغیر دووجهی و ۵ متغیر کم‌اهمیت است. پراکندگی متغیرها در محور قطری نمودار میک مک نشان می‌دهد که سیستم موردنظر، یک سیستم ناپایدار و شکننده می‌باشد. در چنین سیستمی به دلیل تسلط پیشران‌های دووجهی که هم‌زمان دارای اثرگذاری و اثرپذیری بالا می‌باشند، با کوچک‌ترین تغییر در یک متغیر، کل سیستم دچار اختلال می‌شود.

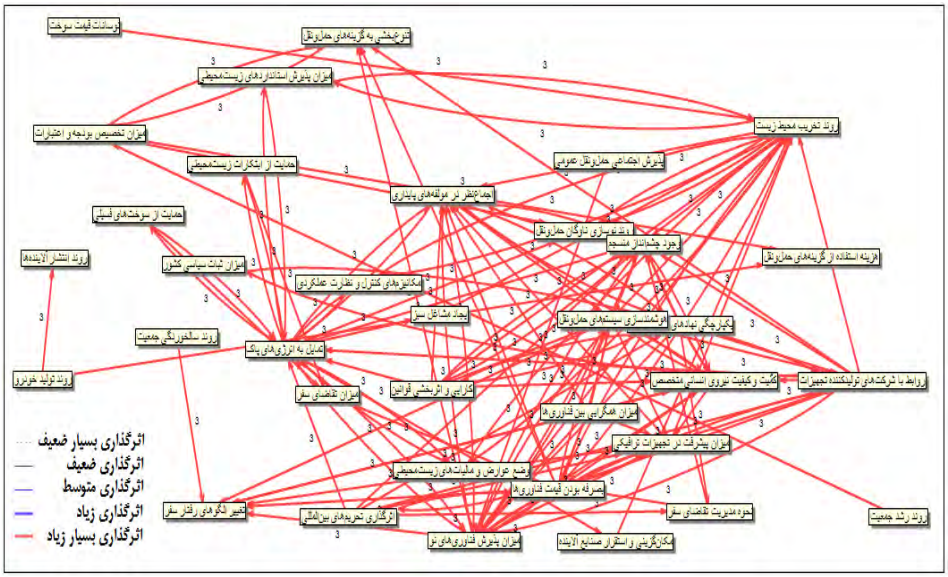
چنانکه در شکل ۴ ملاحظه می‌شود، ۱۱ پیشران دارای اثرگذاری بالا و ۱۶ پیشران دارای اثرپذیری بالا بودند. درواقع می‌توان گفت آینده سیستم حمل‌ونقل عمومی کلان‌شهر تهران وابسته به همین چند پیشران است. اینکه نهادهای حاکمیتی و مدیریت شهری تهران به چه میزان استانداردهای زیست‌محیطی را پذیرا باشند و کیفیت خدمات حمل‌ونقل عمومی را با این استانداردها تنظیم نمایند، تا چه حد از انرژی‌های پاک حمایت نمایند و از سوی دیگر، روابطشان با شرکت‌های تولیدکننده تجهیزات حمل‌ونقلی چگونه باشد و همچنین تحریم‌های بین‌المللی تا چه حد بتوانند اثرگذار باشند، آینده حمل‌ونقل عمومی را در شهر تهران رقم خواهد زد.



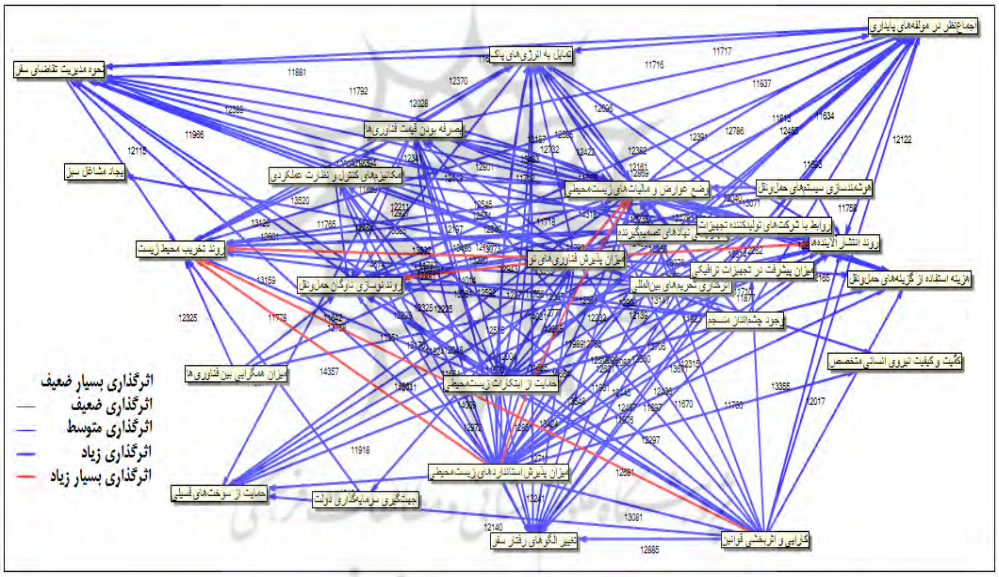
شکل ۳. نقشه روابط مستقیم بین متغیرهای مدل



شکل ٤. نمرات اثرگذاری و اثرپذیری متغیرها



شکل ۵. بیشترین روابط مستقیم بین متغیرها (در سطح ۱۰ درصد)



شکل ٦. بیشترین روابط غیرمستقیم بین متغیرها (در سطح ۱۰ درصد)

سناریوهای آینده حمل‌ونقل عمومی کلان‌شهر تهران

برای تدوین سناریوهای سیستم حمل‌ونقل عمومی کلان‌شهر تهران، دو معیار اهمیت و قطعیت پیشران‌ها ملاک عمل قرار گرفت. بدین‌صورت که با استفاده از یک منطق وزن دهی و با مبنا قرار دادن سه شرط زیر، سبد سناریوها شکل گرفت:

- ❖ شرط اهمیت: انتخاب پیشران‌های با نمره اهمیت بیشتر از ۷
- ❖ شرط قطعیت: انتخاب پیشران‌های با نمره قطعیت بیشتر از ۷
- ❖ شرط عدم قطعیت: انتخاب پیشران‌های با نمره قطعیت کمتر از ۵

منطق گزینش پیشران‌ها این بود که هر پیشران حداقل باید دو شرط از سه شرط فوق را داشته باشد تا بتواند وارد محیط سناریو شود. بر این اساس، ۸ پیشران کلیدی شناسایی شد که شامل پنج مورد عدم قطعیت بحرانی و سه عامل

قطعی بودند. همچنین سه عامل از پیش معین نیز در تمامی سناریوها وجود دارند.

جدول ۳. ارزیابی پیشران‌ها جهت ورود به سناریو نگاری

نوع پیشران	عنوان پیشران	میانگین اثرگذاری	میانگین اثرپذیری	میانگین اهمیت	میانگین قطعیت	نتیجه ارزیابی
اثرگذار	روند رشد جمعیت	۲۳۳	۴۸	۵,۱۲	۶,۲۹	حذف
کم‌اهمیت	روند سالخوردگی جمعیت	۱۶۹	۲۶	۵,۷۱	۷,۵۳	عوامل از پیش معین
اثرپذیر	میزان تقاضای سفر درون‌شهری	۱۶۱	۲۷۰	۶,۴۷	۶,۶۵	حذف
دووجهی	کیفیت مدیریت تقاضای سفر	۲۷۴	۳۳۱	۷,۳۵	۳,۹۴	✓ (اهمیت بالا- قطعیت پایین)
اثرپذیر	تغییر الگوهای رفتار سفر	۱۶۱	۳۳۸	۵,۸۲	۶,۴۷	حذف
اثرگذار	فردگرایی	۲۵۵	۱۳۵	۷,۱۸	۷,۱۲	✓ (اهمیت بالا- قطعیت بالا)
دووجهی	میزان پذیرش اجتماعی	۲۵۵	۲۵۲	۶,۵۹	۵,۴۱	حذف
کم‌اهمیت	فرهنگ‌سازی و آموزش	۱۵۰	۱۸۰	۶,۱۲	۴,۷۶	حذف
اثرگذار	میزان ثبات اقتصادی	۲۲۵	۷۹	۶,۵۳	۴,۴۱	حذف
اثرپذیر	میزان تخصیص بودجه و اعتبارات	۲۰۶	۲۳۳	۷,۶۵	۴,۳۵	✓ (اهمیت بالا- قطعیت پایین)
دووجهی	اولویت‌های سرمایه‌گذاری	۲۷۰	۳۰۴	۶,۶۵	۵,۱۸	حذف
دووجهی	تنوع‌بخشی به گزینه‌های حمل‌ونقل	۲۴۰	۲۶۷	۵,۶۵	۵,۲۹	حذف
دووجهی	روند تولید خودرو در کشور	۲۷۴	۲۷۰	۵,۲۹	۶,۷۱	حذف
اثرپذیر	هزینه استفاده از حمل‌ونقل	۱۲۷	۳۱۹	۶,۱۲	۷,۸۸	عوامل از پیش معین
اثرپذیر	روند انتشار آلاینده‌ها در شهر تهران	۱۸۰	۳۴۲	۷,۳۵	۷,۵۹	✓ (اهمیت بالا- قطعیت بالا)
کم‌اهمیت	افزایش خشک‌سالی و گرمای جهانی	۹۴	۱۷۳	۵,۵۹	۶	حذف
اثرپذیر	روند تخریب محیط‌زیست	۱۸۴	۳۶۱	۵,۶۵	۷,۱۲	عوامل از پیش معین
دووجهی	میزان تمایل به انرژی‌های پاک	۳۰۴	۳۳۱	۶,۱۸	۵,۸۲	حذف
اثرپذیر	الگوی غالب توسعه شهری	۱۵۴	۲۱۴	۴,۸۸	۴,۶۵	حذف
دووجهی	استقبال از ابتکارات زیست‌محیطی	۳۲۳	۳۲۷	۶	۵,۱۸	حذف
دووجهی	حمایت از سوخت‌های فسیلی	۲۶۳	۳۰۴	۶,۲۹	۶,۳۵	حذف
اثرگذار	نوسانات قیمت سوخت	۲۳۷	۱۸۸	۶,۰۶	۵,۷۶	حذف
دووجهی	روند نوسازی ناوگان حمل‌ونقل	۲۲۱	۳۴۶	۶,۵۳	۵,۳۵	حذف
دووجهی	روند ایجاد مشاغل سبز	۲۵۵	۲۹۳	۵,۱۲	۵,۱۸	حذف
دووجهی	پذیرش استانداردهای زیست‌محیطی	۳۳۴	۳۳۸	۷,۷۱	۴,۸۸	✓ (اهمیت بالا- قطعیت پایین)
دووجهی	کنترل و نظارت عملکردی	۲۹۳	۲۹۷	۶,۱۸	۴,۱۲	حذف
دووجهی	عوارض و مالیات‌های زیست‌محیطی	۳۱۶	۳۴۹	۶,۷۱	۵,۳۵	حذف
کم‌اهمیت	مکان گزینی و استقرار صنایع آلاینده	۱۵۴	۱۴۲	۵,۸۸	۵,۱۸	حذف
کم‌اهمیت	میزان ثبات سیاسی کشور	۱۱۲	۹۰	۶,۲۴	۵,۴۱	حذف
اثرگذار	درجه اثرگذاری تحریم‌های بین‌المللی	۳۰۰	۱۰۱	۷,۵۹	۷,۱۸	✓ (اهمیت بالا- قطعیت بالا)
دووجهی	اجماع نظر در مؤلفه‌های پایداری	۲۸۵	۳۰۰	۵,۴۷	۵,۱۲	حذف
دووجهی	وجود چشم‌انداز منسجم و هدفمند	۳۰۸	۲۸۵	۷,۱۸	۳,۴۱	✓ (اهمیت بالا- قطعیت پایین)
اثرگذار	تفرق یا یکپارچگی نهادها	۳۰۴	۱۲۰	۵,۹۴	۵,۲۹	حذف
اثرگذار	کارایی و اثربخشی قوانین	۳۳۱	۱۷۳	۶,۰۶	۵,۴۷	حذف

دووجهی	روابط با شرکت‌های تولیدکننده	۳۱۶	۱۹۵	۶,۲۹	۵,۲۴	حذف
دووجهی	میزان پذیرش فناوری‌های جدید	۳۴۲	۳۰۴	۷,۴۱	۴,۸۲	✓ (اهمیت بالا- قطعیت پایین)
اثرگذار	میزان همگرایی بین فناوری‌ها	۲۷۴	۱۶۵	۶,۵۹	۵	حذف
دووجهی	میزان هوشمند سازی	۲۸۹	۲۸۵	۵,۳۵	۴,۷۱	حذف
دووجهی	مقرون‌به‌صرفه بودن قیمت فناوری‌ها	۳۱۲	۲۹۷	۶,۴۱	۵,۷۶	حذف
دووجهی	میزان پیشرفت در تجهیزات ترافیکی	۲۴۸	۳۰۴	۶,۵۳	۵,۸۸	حذف
دووجهی	وضعیت نیروی انسانی متخصص	۲۴۴	۳۰۴	۵,۷۱	۵,۵۹	حذف

مطابق شکل ۷ برای هر یک از عدم قطعیت‌های بحرانی، یک وضعیت مطلوب، یک وضعیت ایستا و یک وضعیت بحرانی در نظر گرفته شد. درواقع ۲۴ وضعیت محتمل برای ۸ پیشران طراحی گردید. به‌این‌ترتیب پرسشنامه‌ای در قالب یک ماتریس متقاطع ۲۴*۲۴ تهیه شد و در اختیار متخصصان قرار گرفت. خبرگان با طرح این سؤال که "اگر هر یک از وضعیت‌های ۲۴ گانه اتفاق بیفتد چه تأثیری بر وقوع و یا عدم وقوع سایر وضعیت‌ها خواهد داشت؟" بر اساس وزن دهی بین ۳ تا ۳- به تکمیل پرسشنامه پرداختند.

شکل ۷. ساختار سناریوهای توسعه حمل‌ونقل عمومی کلان‌شهر تهران بر اساس وضعیت‌های محتمل

نتایج به‌دست‌آمده از نرم‌افزار سناریو ویزارد درمجموع ۱۱ سناریوی باورکردنی و ۴۸۱ سناریوی ضعیف وجود داشت که سناریوهای ضعیف از روند تحلیل حذف شدند. با توجه به قرابت سناریوها، می‌توان آن‌ها را به سه گروه تقسیم کرد که هر گروه شامل چند سناریو با ویژگی‌های مشترک و تفاوت‌های اندک در یک یا چند وضعیت می‌باشند:

- سناریوی مطلوب (سناریوی: ۱)
- سناریوهای ایستا (شامل سناریوهای: ۳، ۴، ۶، ۷، ۸، ۱۰)
- سناریوهای بحرانی (شامل سناریوهای: ۲، ۵، ۹ و ۱۱)

سناریوی اول به دلیل خوش‌بینانه بودن بیش‌ازحد و سناریوی یازدهم به دلیل بدبینانه بودن بیش‌ازحد از روند تحلیل کنار گذاشته شد. سناریوی دوم، سوم و چهارم به ترتیب بیشترین احتمال وقوع را دارند. سناریوی هشتم ایده‌آل‌تر از سناریوهای قبلی است. اما احتمال وقوع آن ضعیف بوده و تنها به‌شرط سیاست‌گذاری صحیح احتمال وقوع دارد. سناریوهای نهم و دهم نیز احتمال وقوع متوسط دارند. سناریوهای پنجم، ششم و هفتم به دلیل ناسازگاری درونی، فاقد اعتبار می‌باشند.

شکل ۸. نمونه‌ای از ریخت‌شناسی سناریوها در نرم‌افزار سناریو ویزارد

جدول ٤. وضعیت سناریوها بر حسب میزان مطلوبیت و احتمال وقوع آن‌ها

سناریو/ پیشران	تخصیص بودجه و اعتبارات	مدیریت تقاضای سفر	استقبال شهروندان از خودروی شخصی	انتشار آلاینده‌ها	استانداردهای زیست‌محیطی	اثرگذاری تحریم‌های بین‌المللی	چشم‌انداز منسجم و هدفمند مدیریت شهری	پذیرش و توسعه فناوری‌های جدید	رتبه سناریو بر حسب امتیاز نهایی آن	احتمال وقوع سناریو
اول	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	۲۴	غیرمحتمل
دوم	بحرانی	ایستا	بحرانی	بحرانی	ایستا	بحرانی	ایستا	مطلوب	۸	احتمال قوی
سوم	بحرانی	ایستا	ایستا	بحرانی	ایستا	ایستا	ایستا	مطلوب	۶	احتمال قوی
چهارم	بحرانی	ایستا	ایستا	ایستا	ایستا	ایستا	ایستا	مطلوب	۴	احتمال قوی
پنجم	مطلوب	ایستا	بحرانی	بحرانی	ایستا	بحرانی	بحرانی	مطلوب	۲	ناسازگار
ششم	مطلوب	ایستا	ایستا	بحرانی	ایستا	بحرانی	بحرانی	مطلوب	۲	ناسازگار

هفتم	مطلوب	ایستا	ایستا	ایستا	بحرانی	ایستا	بحرانی	مطلوب	۰	ناسازگار
هشتم	مطلوب	ایستا	ایستا	ایستا	ایستا	ایستا	بحرانی	مطلوب	۲-	احتمال ضعیف
نهم	مطلوب	ایستا	ایستا	بحرانی	ایستا	بحرانی	بحرانی	ایستا	۴-	احتمال متوسط
دهم	مطلوب	ایستا	ایستا	ایستا	ایستا	بحرانی	بحرانی	ایستا	۶-	احتمال متوسط
یازدهم	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	ایستا	ایستا	بحرانی	۱۶-	غیرمحتمل

تشریح داستان و روایی سناریوها

ازآنجاکه سناریوی دوم، سوم و چهارم محتمل‌ترین سناریوها در آینده ۱۰ ساله شهر تهران هستند، لذا در این بخش به بررسی داستان این سناریوها پرداخته می‌شود.

سناریوی دوم: سناریوی دوم جزو سناریوهای بحرانی است. در این سناریو، مدیریت تقاضای سفر بهبود نمی‌یابد و استقبال شهروندان از خودروی شخصی روزبه‌روز بیشتر می‌شود. به دلیل عدم پیشرفت در استانداردهای زیست‌محیطی و اثرگذاری شدید تحریم‌های بین‌المللی بر نوسازی تجهیزات و ناوگان حمل‌ونقل، و همچنین تسلط خودروی شخصی بر شهر تهران، انتشار آلاینده‌ها نیز به بالاترین حد خود می‌رسد. با مقایسه چندین‌باره بین سناریوهای ۱۱ گانه و با نظرخواهی مجدد از خبرگان و مدیران حمل‌ونقل عمومی شهر تهران، این نتیجه به دست آمد که سناریوی دوم محتمل‌ترین سناریو برای آینده کلان‌شهر تهران در ۱۰ سال آینده است. دلایل زیادی برای این ادعا وجود دارد. از جمله اینکه روابط درونی بین متغیرهای این سناریو بیش از سایر سناریوها دارای همبستگی با یکدیگر هستند. پیشران‌هایی که اهمیت بالاتری دارند، در این سناریو حالت بحرانی به خود گرفته‌اند. این سناریو بهترین آیینه از وضعیت موجود حمل‌ونقل عمومی کشور است. درواقع می‌توان گفت هم‌اکنون وضعیت حمل‌ونقل عمومی کلان‌شهر تهران دقیقاً منطبق بر همین سناریو می‌باشد. وجود تحریم‌های فلج‌کننده، نبود چشم‌انداز مدیریتی، ضعف در مدیریت تقاضای سفر، ضعف شدید در بودجه حمل‌ونقل عمومی، استقبال زیاد از خودروی شخصی، انتشار شدید آلاینده‌ها و ناتوانی در به‌کارگیری استانداردهای زیست‌محیطی دنیا از جمله ویژگی‌های این سناریو است. به همین دلیل می‌توان سناریوی دوم را ایستاترین سناریو در بین سناریوهای ۱۱ گانه قلمداد کرد که به معنای رکود کامل و ادامه جز به‌جز وضعیت کنونی در ۱۰ سال آینده می‌باشد.

سناریوی سوم و چهارم: سناریوی سوم و چهارم جزو سناریوهای ایستا می‌باشند که شباهت زیادی به یکدیگر دارند. تنها تفاوت آن‌ها، بالا بودن آلایندگی در سناریوی سوم نسبت به سناریوی چهارم است. در این دو سناریو، میزان بودجه تخصیص داده‌شده به بخش حمل‌ونقل عمومی رضایت‌بخش نیست و بنابراین، پیشران‌های دیگر را دچار رکود می‌کند. با عدم تأمین بودجه، زیرساخت‌های حمل‌ونقل عمومی نوسازی نمی‌شود و ناوگان حمل‌ونقل بیشتر دچار افت کیفیت و فرسودگی می‌گردد. به دلیل اینکه بر اساس اظهارات خبرگان و همچنین شواهد موجود در ادبیات نظری، مسائل مالی و بودجه‌ای نقش اساسی در توسعه سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی دارد، لذا در این دو سناریو یکی از مهم‌ترین پیش‌شرط‌های حمل‌ونقل عمومی پایدار، غایب می‌باشد.

تنها نقطه قوت این دو سناریو، توسعه فناوری‌های جدید حمل‌ونقلی است که به بهبود پیشران‌های دیگر منجر خواهد شد. از جمله اینکه مدیریت تقاضای سفر در یک حالت بهبود تدریجی ضعیف اما پیوسته قرار می‌گیرد؛ اثرگذاری تحریم‌های بین‌المللی به مدد تأمین فناوری‌های جدید از کشورهای دیگر مانند چین و روسیه که دارای روابط مناسبی با کشور هستند خنثی می‌شود و استانداردهای زیست‌محیطی به دلیل به‌روز شدن فنّاورانه دستگاه‌ها و تجهیزات، تا حدودی ارتقا می‌یابد. همچنین این فناوری‌ها تا حدی به کاهش آلاینده‌ها در سناریوی چهارم کمک می‌کند. اما در سناریوی سوم

همچنان میزان آلایندگی تهران بالا خواهد بود. اما همان‌طور که گفته شد، به دلیل عدم توان دولت و مدیریت شهری از تأمین بودجه مناسب برای توسعه حمل‌ونقل عمومی و همچنین به دلیل نداشتن چشم‌انداز استراتژیک برای برون‌رفت از این وضعیت، یک دوره ۱۰ ساله تقریباً راکد ولی بی‌خطر را در کلان‌شهر تهران شاهد خواهیم بود.

نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر با شناسایی مهم‌ترین پیشران‌های مرتبط با آینده سیستم حمل‌ونقل عمومی شهر تهران، نشان داد که عوامل و پیشران‌های موثر بر این سیستم دارای برهمکنش بالایی هستند که نتیجه آن، ایجاد یک سیستم شکننده و آسیب‌پذیر با تأثیرپذیری بسیار زیاد از تحولات و روندهای سیاسی و اقتصادی است. درواقع پایداری این سیستم وابسته به یک سری از عوامل و روندهای خارج از سیستم می‌باشد.

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، مهم‌ترین پیشران‌های شکل‌دهنده آینده سیستم حمل‌ونقل عمومی شهر تهران، مواردی از قبیل میزان تخصیص بودجه و اعتبارات به سیستم حمل‌ونقل عمومی، نحوه مدیریت تقاضای سفر، میزان استقبال شهروندان از خودروی شخصی، میزان انتشار آلاینده‌ها، میزان به‌کارگیری استانداردهای زیست‌محیطی، میزان پذیرش و توسعه فناوری‌های جدید، میزان اثرگذاری تحریم‌های بین‌المللی و وجود یا فقدان چشم‌انداز منسجم و هدفمند در بدنه مدیریت شهری است.

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از تحلیل سناریوهای آینده این سیستم، می‌توان گفت به دلیل بحرانی بودن اکثر وضعیت‌های محتمل در هر یک از پیشران‌های کلیدی، آینده روشنی پیش روی حمل‌ونقل عمومی کلان‌شهر تهران نیست. زیرا احتمال وقوع سناریوهای مطلوب، بسیار پایین می‌باشد. علاوه بر این، تهران در ۱۰ سال آینده با یک ساختار اجتماعی فردگراتر و سالخورده‌تر، ساختار زیست‌محیطی شکننده با آلایندگی بالا و احتمالاً ساختار اقتصادی بی‌ثبات مواجه خواهد بود. چنین شهری نیاز به‌نوعی از سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی دارد که ضمن برآورده ساختن مطالبات تمامی گروه‌ها و شهروندان، با هزینه‌ای کم و با ویژگی همه‌شمولی و فراگیر بودن قابل‌دسترس باشد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

تقدیر و تشکر

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

منابع

۱) استادی جعفری، مهدی؛ و رصافی، امیرعباس (۱۳۹۲). ارزیابی سیاست‌های توسعه پایدار در بخش حمل‌ونقل شهری با استفاده از مدل‌های سیستم پویایی؛ مطالعه موردی: شهر مشهد. دو فصلنامه مدیریت شهری، دوره ۱۱، شماره ۳۱، صص. ۲۹۴-۲۸۱

۲) اصغرپور، محمدجواد (۱۳۹۶). تصمیم‌گیری گروهی و نظریه بازی‌ها با نگرش تحقیق در عملیات. چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران

۳) توانایی مروی، لاله؛ بهزادفر، مصطفی؛ و مفیدی شمیرانی، سید مجید (۱۴۰۱). واکاوی چالش‌های پیش روی تحقق‌پذیری شهر هوشمند مطالعه موردی: شهر مشهد. شهر پایدار، دوره ۵، شماره ۱، صص. ۵۸-۴۵

۴) شفیعی، سید مجتبی، و خاکی، علی منصور (۱۳۹۴)، ارزیابی سناریوهای حمل‌ونقل کم‌کربن شهر مشهد با استفاده از

رویکرد جاپای بوم‌شناختی، پژوهشنامه حمل‌ونقل، دوره ۱۲، شماره ۳، صص. ۲۶۰-۲۴۷.

۵) شهرداری تهران (۱۳۸۶). طرح جامع حمل‌ونقل و ترافیک شهر تهران. معاونت و سازمان حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران.

۶) شهرداری تهران (۱۳۹۶). سالنامه آماری شهر تهران. سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران.

۷) شهرداری تهران (۱۳۹۷). سالنامه آماری شهر تهران. سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران.

۸) صباغی آبکوه، شیرین (۱۳۹۶). آینده‌پژوهی توسعه کلان‌شهر مشهد با رویکرد توسعه کریدوری و حمل‌ونقل محور (مطالعه موردی: کریدورهای ریلی). رساله دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، به راهنمایی محمدرحیم رهنما، دانشگاه فردوسی مشهد.

۹) عبادی‌نیا، فهیمه؛ اجزاء شکوهی، محمد؛ رهنما، محمدرحیم؛ و خوارزمی، امید علی (۱۳۹۵). ارزیابی سناریوهای حمل‌ونقل کم‌کربن شهر مشهد با استفاده از رویکرد جاپای بوم‌شناختی. فصلنامه جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره ۱۹، صص ۱۲۹- ۱۱۵

۱۰) عزتی آراسته‌پور، فائزه؛ سهرابی، روح‌الله؛ صمدی، عباس؛ و رهبر، امیرحسین (۱۳۹۷). دستیابی به آینده حمل‌ونقل پایدار با استفاده از برنامه‌ریزی سناریو (مطالعه موردی: حمل‌ونقل درون‌شهری همدان). پژوهشنامه حمل‌ونقل، دوره ۱۵، شماره ۳، صص. ۲۲۲-۲۰۵

۱۱) علی‌محمدی، اکرم؛ متولی، صدرالدین؛ و رجبی، آزیتا (۱۴۰۰). الگوی مدیریت راهبردی تاب‌آوری شبکه حمل‌ونقل درون‌شهری در منطقه یک شهر تهران. فصلنامه جغرافیا و برنامه‌ریزی، دوره ۲۵، شماره ۷۷، صص. ۱۸۴-۱۷۱

۱۲) فتحی، محمدرضا؛ ملکی، محمدحسن؛ و مقدم، حسین (۱۳۹۷). آینده‌پژوهی سرمایه‌گذاری و تأمین مالی در صنعت حمل‌ونقل ریلی ایران (بخش ماشین‌آلات و تجهیزات). فصلنامه آینده‌پژوهی مدیریت، دوره ۲۹، شماره ۱۱۳، صص. ۵۳-۳۳

۱۳) لطفی، صدیقه؛ نیک پور، عامر؛ و سلیمانی، محمد (۱۳۹۸). بررسی تأثیر فرم شهر بر میزان مصرف انرژی در بخش مسکونی مطالعه موردی: شهر همدان. فصلنامه شهر پایدار، دوره ۲، شماره ۱، صص. ۱۲۲-۱۰۹

۱۴) محمدپور، صابر؛ صرافی، مظفر؛ و توکلی‌نیا، جمیله (۱۳۹۵). تحلیلی بر مدیریت تقاضای سفر در راستای حمل‌ونقل پایدار شهری (موردپژوهی: کلان‌شهر تهران). فصلنامه برنامه‌ریزی منطقه‌ای، سال ۶، شماره پیاپی ۲۱، صص. ۱۱۵-۱۰۳

۱۵) مرجانی، تیمور؛ پورعابدی، محمدرضا؛ سعیدی، لیلا؛ و مینو، علیرضا (۱۳۹۹). ارائه مدل ارزیابی تکنولوژی پایدار در حوزه حمل‌ونقل شهری تهران. فصلنامه اقتصاد و مدیریت شهری، دوره ۶، شماره ۲، صص. ۱۸-۱

۱۶) منظور، داود؛ و صفاکیش، محمدکاظم (۱۳۹۰). اثرات سیاست‌های زیست‌محیطی و اقتصادی بر رفتار حمل‌ونقل شهری با رویکرد قیاسی- استقرایی: مطالعه موردی شهر تهران. فصلنامه تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی، دوره ۱، شماره ۴، صص. ۱۸۷-۱۷۱

References

1) Aldenius, Malin; Tsaxiri, Panagiota; Lidestam, Helene (2022). The role of environmental requirements in Swedish public procurement of bus transports, International Journal of Sustainable Transportation, Vol.16, No.5, pp. 391-405
2) Alimohammadi, A., Motevalli, S., & Rajabi, A. (2020). The model of strategic management of the resilience of the intra-city transportation network in one district of

Tehran. Geography and Planning Quarterly, Vol.25, No.77, pp. 171-184 [In Persian].
3) Asgharpour, M.J. (2017). Group decision making and game theory with an operations research perspective. First edition, Tehran University Press [In Persian].
4) Bamberg, S., Fujii, S., Friman, M., & Gärling, T. (2011). Behavior Theory and Soft Transport Policy Measures, Transport Policy, Vol.18, No.1, pp. 228-235
5) Bruce, Ch. (2012). Transit oriented development in China: Designing a new transit oriented neighborhood in next new town, Nanging, based on Hong Kong case studies, Blekinge Institute of Technology & Nanjing Forestry University Nanjing, China
6) Ceder, A. (Avi) (2020). Urban mobility and public transport: future perspectives and review, International Journal of Urban Sciences, Vol.25, No.4, pp.455-479.
7) Dovey, K., & Woodcock, L. (2014). Intensifying Melbourne: Transit-Oriented Urban Design for Resilient Urban Futures, Report on the Australian Research Council Linkage Project, Melbourne School of Design, The University of Melbourne
8) Dovey, K., & Woodcock, L. (2014). Intensifying Melbourne: Transit-Oriented Urban Design for Resilient Urban Futures, Report on the Australian Research Council Linkage Project, Melbourne School of Design, The University of Melbourne
9) Ebadinia, F., Ajza Shokohi, M., Rahnama, M.R., & Kharazmi, O.A. (2015). Evaluation of low-carbon transportation scenarios in Mashhad city using ecological footprinting approach. Quarterly Journal of Geography and Environmental Hazards, Vol.19, No.1, pp. 115-129 [In Persian].
10) Ezzati Arastepour, F., Sohrabi, R., Samadi, A., & Rahbar, A.H. (2017). Achieving the future of sustainable transportation using scenario planning (case study: Hamadan intra-city transportation). Research Journal of Transportation, Vol.15, No.3, pp. 222-205 [In Persian].
11) Fathi, M., Maleki, M.H., & Moghadam, H. (2017). Future research of investment and financing in Iran's rail transport industry (machinery and equipment sector). Future Management Research Quarterly, Vol.29, No.11, pp. 33-53 [In Persian].
12) Haitao, H., Yang, K., Liang, H., Menendez, M., & Guler, S.I. (2019). Providing public transport priority in the perimeter of urban networks: A bimodal strategy, Transportation Research Part C: Emerging Technologies, Vol.107, No.1, pp. 171-192
13) Hidalgo, D; & Huizenga, C. (2013). Implementation of sustainable urban transport in Latin America, Research in Transportation Economics, Vol.40, No.1, pp. 66-77.
14) Loo, B., & du Verle, F. (2016). Transit-oriented development in future cities: towards a two-level sustainable mobility strategy, International Journal of Urban Sciences, Vol.21, No.1, pp. 54-67
15) Lotfi, S., Nikpour, A., & Soleimani, M. (2018). Investigating the effect of city form on the amount of energy consumption in the residential sector, a case study: Hamadan city. Sustainable City Quarterly, Vol.2, No.1, pp. 122-109 [In Persian].
16) Manzoor, D., & Safakish, M.K. (2010). The effects of environmental and economic policies on urban transportation behavior with an inductive-inductive approach: a case study of Tehran. Economic Modeling Research Quarterly, Vol.1, No.4, pp. 171-187 [In Persian].
17) Marjani, T., Pourabdi, M.R., Saeidi, L., & Mino, A. (2019). Presenting the evaluation model of sustainable technology in the field of urban transportation in Tehran. Economic and Urban Management Quarterly, Vol.6, No.2, pp. 1-18 [In Persian].
18) Mitropoulos, L.K., & Prevedouros, P.D. (2016). Incorporating sustainability assessment in transportation planning: an urban transportation vehiclebased approach, Transportation Planning and Technology, Vol.39, No.5, pp. 439-463
19) Mohammadpour, S., Sarafi, M., & Tavakolinia, J. (2015). An analysis of travel demand

management in the direction of sustainable urban transportation (case study: Tehran metropolis). Regional Planning Quarterly, Vol.6, No.21, pp. 115-103 [In Persian].
20) Ostadi Jafari, M., & Rassafi, A.A. (2012). Evaluation of sustainable development policies in the urban transportation sector using dynamic system models; Case study: Mashhad city. Bi-quarterly journal of urban management, Vol.11, No.31, pp. 294-281 [In Persian].
21) Sabbaghi Abkoh, Sh. (2016). Future study of the development of Mashhad metropolis with a corridor development and transportation-oriented approach (case study: rail corridors). Doctoral dissertation in geography and urban planning, under the guidance of Mohammad Rahim Rahnama, Ferdowsi University of Mashhad [In Persian].
22) Schiller, P.L. & Kenworthy, J.R. (2017). An Introduction to Sustainable Transportation: Policy, Planning and Implementation, Earthscan, London
23) Searle, G., Darchen, S., & Huston, S. (2014). Positive and Negative Factors for Transit Oriented Development: Case Studies from Brisbane, Melbourne and Sydney, Urban Policy and Research, Vol.32, No.4, pp. 437-457
24) Shafiei, S.M., & Khaki, A.M. (2014), evaluation of low-carbon transportation scenarios in Mashhad city using the ecological footprinting approach, Journal of Transportation Research, Vol.12, No.3, pp. 260-247 In Persian].
25) Smith, Ph. (2019). Exploring public transport sustainability with neutrosophic logic, Transportation Planning and Technology, Vol.42, No.3, pp. 257-273
26) Suzianti, A., Sabrina, Gh., Ardi, R., & Fathia, S.N. (2022). Designing a sustainable digital control room for public transport: a comprehensive human performance measurement model, Production & Manufacturing Research, Vol.10, No.1, pp. 160-175
27) Tavanaei Marvi, L., Behzadfar, M., & Mofidi Shemirani, S.M. (2022). Analyzing the challenges facing the realization of a smart city, a case study: Mashhad city. Sustainable City, Vol.5, No.1, pp. 58-45 [In Persian].
28) Tehran Municipality (2007). Transportation and traffic master plan of Tehran city. Deputy and Transport and Traffic Organization of Tehran Municipality [In Persian].
29) Tehran Municipality (2016). Statistical yearbook of Tehran city. Information and Communication Technology Organization of Tehran Municipality [In Persian].
30) Tehran Municipality (2017). Statistical yearbook of Tehran city. Information and Communication Technology Organization of Tehran Municipality [In Persian].
31) Yaliniz, P., Bilgic, S., Vitosoglu, Y., & Turan, C. (2011). Evaluation of urban public transportation efficiency in Kutahya, Turkey, Procedia Social and Behavioral Sciences, Vol.20, No.1, pp. 885-895