ASPI | Afarand Scholarly Publishing Institute; Turkey
ISSN: 2538-4384; Geographical Researches. 2023;38(2):121-132. 10.58209/geores.38.2.121

Eco-friendly Public Transportation Scenarios of Tehran Metropolitan in 2031 Horizon

ARTICLE INFO

Article Type
Original Research

Authors
Alizadeh T.[1] *MSc*
Azimi Amoli J.[1*] *PhD*
Motevalli S.[1] *PhD*
Sarvar R.[2] *PhD*

How to cite this article
Alizadeh T, Azimi Amoli J, Motevalli S, Sarvar R. Eco-friendly Public Transportation Scenarios of Tehran Metropolitan in 2031 Horizon. Geographical Researches. 2023;38(2): 121-132.

[1]Department of Geography and Urban Plannin, Faculty of Humanities, Noor Branch, Islamic Azad University, Noor, Iran
[2]Department of Geography and Urban Plannin, Faculty of Literature, Science and Research Branch, Humanities and Social Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran

***Correspondence**
Address: Department of Geography and Urban Plannin, Faculty of Humanities, Noor Branch, Islamic Azad University, Chamestan- Noor Street, Noor, Iran. Postal Code: 4641859557
Phone: +98 (912) 3717933
Fax: +98 (11) 44516621
ja_azimi46@yahoo.com

Article History
Received: February 16, 2023
Accepted: April 14, 2023
ePublished: April 30, 2023

ABSTRACT

Aims Transitioning from private transportation into public transportation, provides environmental sustainability, as well as, economic and social benefits. However, this type of sustainability in the Tehran metropolis has been less studied from a future perspective. In fact, as an interdisciplinary knowledge, future studies provide a tool to assess sustainability in public transportation systems. Therefore, the present study has evaluated the future state of the public transportation system of Tehran's metropolis from the viewpoint of compatibility with the environment.

Methodology This is a "survey" carried out based on the experts' opinion and through the "explanatory-evaluation" path. The study is done in 2021 in order to propose possible scenarios for 2031. 12 qualified experts in "future studies" and "transportation and urban traffic", who were selected in a targeted manner, participated in this study. Data analysis was done using "theme analysis", "mean comparison" and "scenario" methods.

Findings 8 out of 41 drives affecting the future of the public transportation system in Tehran were identified as the key drivers. Then, 11 scenarios were obtained after defining three favorable, static and critical states for each of the key drivers, in which 6 scenarios were more probable and more credible in the Tehran metropolis. However, scenario number 2, which is the continuation of the current situation, was recognized as the most likely scenario for the next 10 years in Tehran.

Conclusion Achievement of the environmental sustainability in the future of the public transportation system of the Tehran metropolis is dependent on investment and financing the development of new technologies and environmental standards. Accurate planning and policy-making are of great importance in the achievement of this goal at the level of the metropolitan area.

Keywords Future Studies; Public Transportation; Scenario Planning; Uncertainty; Tehran

CITATION LINKS

[Acheampong RA, et al; 2021] Can autonomous vehicles enable sustainable mobility ...; [Addanki SCh, Venkataraman H; 2017] Greening the economy: A review of urban ...; [Ajza Shokouhi M, et al; 2015] Investigating the role of urban railway ...; [Alaedini P, Fayezi E; 2012] Enhancing urban sustainability through ... ; [Aldenius M, et al; 2021] A The role of environmental requirements ...; [Amer M, et al; 2013] A review of scenario ...; [Azizi Fard A, et al; 2020] An analysis of the role of government ... ; [Azizyan GH, et al; 2022] Presenting the optimal model of Tehran ...; [Bala BK, et al; 2017] System dynamics: Modelling ...; [Ceder A; 2021] Urban mobility and public ...; [Chang Zh; 2014] Financing new metros-The Beijing ...; [Derrible S; 2016] Complexity in future cities: The rise ...; [Dorsser CV, et al; 2018] Improving the link between the futures ...; [Ebadinia F, et al; 2017] Evaluation of low-carbon transport scenarios in Mashhad ...; [Ezzati Arasteh Pour F, et al; 2018] The achievement of sustainable transport ...; [Gutiérrez A, et al; 2020] COVID-19 and urban public ...; [Habibian M, Kermanshah M; 2015] Contribution of travel-related variables ...; [Haghighat Naeini GH, et al; 2022] Pathology of urban regeneration ...; [Hounsell N, et al; 2015] Enhancing park and ride with access ...; [Javadian R, Ferasat H; 2017] Examining the relation of social support ...; [Kaisy Ch, Chaaban FB; 2013] Transitioning to the green economy ...; [Lempert R; 2013] Scenarios that illuminate vulnerabilities ... [Li X, Preston J; 2015] Assessing the financial and social ...; [Loo B, du Verle F; 2017] Transit-oriented development in future ...; [Manoj M, Verma A; 2013] Activity based travel demand models ...; [Mansourian H, et al; 2019] The analysis of the effective ...; [Manzoor D, Safakish MK; 2011] Impact of environmental and ...; [Martelli A; 2014] Models of scenario building and ...; [Milojević P, Inayatullah S; 2015] Narrative ...; [Mohammadpour S, et al; 2016] Study and propose a model for ...; [Paulsson A; 2018] Making the sustainable more sustainable ...; [Searle G, et al; 2014] Positive and negative factors for transit ...; [Smith P; 2019] Exploring public transport sustainability ...; [Suzianti A, et al; 2022] Designing a sustainable digital ...; [Sy K, et al; 2020] Socioeconomic disparities in subway ...; [Talkhabi H, et al; 2019] The effect of urban sprawl ...; [Tehran Municipality ICT Organization; 2018] Statistical yearbook of Tehran ...; [Weimer JW; 2006] Cross-impact balances: A system-theoretical ...

Copyright© 2023, the Authors | Publishing Rights, ASPI. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms.

سناریوهای حمل‌ونقل عمومی سازگار با محیط زیست کلانشهر تهران در افق ۱۴۱۰

تهمینه علیزاده MSc
گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده علوم انسانی، واحد نور، دانشگاه آزاد اسلامی، نور، ایران
جلال عظیمی آملی* PhD
گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده علوم انسانی، واحد نور، دانشگاه آزاد اسلامی، نور، ایران
صدرالدین متولّی PhD
گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده علوم انسانی، واحد نور، دانشگاه آزاد اسلامی، نور، ایران
رحیم سرور PhD
گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده علوم انسانی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

چکیده

اهداف: گذار از الگوهای حمل‌ونقل شخصی به حمل‌ونقل عمومی نه تنها مزایای اقتصادی و اجتماعی به همراه داشته، بلکه موجب پایداری زیست‌محیطی در سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی نیز می‌شود. اما، این نوع پایداری در کلانشهر تهران تاکنون کمتر با نگاه به آینده مطالعه شده است. در واقع آینده‌پژوهی به عنوان یک دانش میان‌رشته‌ای، ابزارهایی را برای حصول پایداری در سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی فراهم می‌کند. از همین رو، مطالعه حاضر به ارزیابی وضعیت آینده سیستم حمل‌ونقل عمومی کلانشهر تهران از منظر سازگاری با محیط زیست پرداخته است.

روش‌شناسی: این مطالعه پیمایشی با روش کیفی-کمّی در سال ۱۴۰۰ و برای افق زمانی سال ۱۴۱۰ انجام شد. ۱۲ نفر خبره دارای صلاحیت در موضوعات «آینده پژوهی» و «حمل‌ونقل و ترافیک شهری» که به شیوه هدفمند انتخاب شده بودند در این پژوهش همکاری داشتند. تحلیل داده‌ها با استفاده از روش‌های «تحلیل مضمون»، «مقایسه میانگین» و «سناریونگاری» انجام شد.

یافته‌ها: در مجموع ۸ مورد از ۴۱ پیشران موثر بر آینده سیستم حمل‌ونقل عمومی کلانشهر تهران به عنوان پیشران‌های کلیدی شناسایی شدند. در ادامه، با تعریف سه وضعیت مطلوب، ایستا و بحرانی برای هر یک از پیشران‌های کلیدی، ۱۱ سناریو به‌دست آمد که از بین آنها، ٦ سناریو احتمال وقوع بیشتر و باورپذیری بالاتری برای کلانشهر تهران داشت. با این حال، سناریوی شماره ۲ که ادامه روند فعلی سیستم بود، محتمل‌ترین سناریو برای ۱۰ سال آینده شهر تهران تشخیص داده شد.

نتیجه‌گیری: فرآیند تحقق پایداری زیست‌محیطی در آینده سیستم حمل‌ونقل عمومی کلانشهر تهران منوط به سرمایه‌گذاری و تأمین مالی برای توسعه فنّاوری‌ها و استانداردهای زیست‌محیطی نوین است که موفقیت تمامی این اقدامات در گرو چشم‌اندازسازی و سیاست‌گذاری دقیق در سطح منطقه کلانشهری است.

کلیدواژگان: آینده‌پژوهی، حمل‌ونقل عمومی، برنامه‌ریزی سناریو، عدم قطعیت، تهران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۱/۲۵

*نویسنده مسئول: ja_azimi46@yahoo.com

مقدمه

امروزه دیگر نمی‌توان بدون توجه به آلودگی‌ها، ضایعات و خطرات زیست‌محیطی تداوم بهره‌برداری‌های اقتصادی را تضمین کرد [Smith, 2019]. این موضوع در تمامی سیستم‌های ساخت بشر از جمله سیستم‌های حمل‌ونقل شهری نیز صدق می‌کند. مطالعات انجام‌شده در مورد سیستم‌های حمل‌ونقل شهری، دیدگاه‌های متنوع اقتصادی، اجتماعی، زیست‌محیطی، مدیریتی و سیاسی-نهادی را در برمی‌گیرند. آنچه که به محتوای این پژوهش مربوط می‌شود، دیدگاه زیست‌محیطی در سیستم‌های حمل‌ونقل شهری است. در دیدگاه زیست‌محیطی، موفقیت سیستم‌های حمل‌ونقل از طریق میزان اثرات زیست‌محیطی آنها سنجیده می‌شود [Li & Preston, 2015; Searle *et al.*, 2014]، لذا مفهوم «پایداری» حمل‌ونقل در این دیدگاه مطرح می‌شود که به معنای عدم آسیب‌رساندن به محیط طبیعی و انسان‌ساخت و همچنین تضمین مصرف منابع به گونه‌ای است که نیازهای نسل آینده از همین منابع را به خطر نیندازد [Paulsson, 2018]. چنین سیستم حمل‌ونقلی، خود ضمن داشتن کمترین اثرات مخرب زیست‌محیطی، در بهبود و کیفیت محیط زیست نیز فعال و پیشرو است [Smith, 2019].

از بین روش‌های مختلف حمل‌ونقل شهری که در دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرند، حمل‌ونقل عمومی یکی از سازگارترین و پایدارترین آنها به لحاظ زیست‌محیطی است [Addanki & Venkataraman, 2017]. یک سیستم حمل‌ونقل عمومی سازگار با محیط زیست با ویژگی‌هایی از قبیل کارآیی و اثربخشی، مطلوبیت زیست‌محیطی، بهبود دسترسی، فراگیربودن (همه‌شمولی)، رقابتی بودن (در ارتباط با سایر روش‌های حمل‌ونقل)، کیفیت، هماهنگی و ثبات شناخته می‌شود [Paulsson, 2018]. این ویژگی‌ها موجب برتری این سیستم بر دیگر روش‌های حمل‌ونقل می‌شود. با این حال، مطالعات متعدد نشان می‌دهد که جوامع جهان سوم و در حال توسعه، پذیرای سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی سازگار با محیط زیست نیستند [Derrible, 2016; Chang, 2014].

عوامل متعددی در این عدم پذیرش موثر است. اما صرف نظر از دلایل اقتصادی و مدیریتی این مسأله، به نظر می‌رسد یکی از مهمترین دلایل آن، عدم آینده‌نگری در بین مدیران و تصمیم‌گیران این سیستم‌ها باشد [Ceder, 2021]. نبود چشم‌انداز مبتنی بر آینده باعث می‌شود تا برنامه کارآمد و منسجمی برای هدایت سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی به سوی پایداری زیست‌محیطی وجود نداشته باشد [Acheampong *et al.*, 2021]. نتیجه این مسأله، آن است که تمامی برنامه‌ها و سیاست‌های تحول‌آفرین در این سیستم‌ها به صورت مقطعی و گذرا به اجرا درمی‌آیند.

در سال‌های اخیر آینده‌پژوهی به عنوان یک دانش میان‌رشته‌ای، روش‌ها و ابزارهایی را فراهم نموده است تا برنامه‌ریزان بتوانند درکی سیستمی از پدیده‌های تحت مدیریت خود کسب نموده و از این طریق، سیستم مورد نظر را ارتقا بخشند [Milojević & Inayatullah, 2015]. به طور کلی کارکردهای آینده‌پژوهی در برنامه‌ریزی را می‌توان در دو حوزه پیشگیری نسبت به آینده و گسترش افق دید مدیران شرح داد [Dorsser, 2016]. سناریوسازی کلیدی‌ترین روش آینده‌پژوهی است که می‌تواند

آینده‌های محتملی را که برای سازمان‌ها و سیستم‌های اجتماعی تصور می‌شود، مدل‌سازی کند [Martelli, 2014]. در واقع برنامه‌ریزی سناریو، رویکردی به منظور کشف آینده‌های ممکن و وابسته به درک امروز است که برای کشف آنچه ممکن است در آینده رخ دهد، انجام می‌شود [Bala *et al.*, 2017]. این تکنیک به دلیل پیچیدگی و کارآیی آن در شناسایی عدم قطعیت‌ها، به عنوان ابزاری ارزشمند به سازمان‌ها کمک می‌کند تا با تصویرسازی انواع وضعیت‌های پیش رو در آینده، انعطاف و نوآوری بیشتری از خود نشان دهند [Amer & Jetter, 2013].

نگاهی به پژوهش‌های حوزه حمل‌ونقل پایدار با رویکرد آینده‌نگاری، نشان‌دهنده نکات درخور توجهی است [Ceder, 2020]. این پژوهش‌ها ضمن تحلیل ناکارآمدی‌های خودروی شخصی در آینده، نشان می‌دهند که سیستم حمل‌ونقل شهری باید مبتنی بر روش‌های حمل‌ونقل عمومی سبز در آینده باشد. دولت‌ها در شهرهای آینده بایستی از تعهد صِرف به کاهش انتشار کربن در بازه‌های زمانی یک‌ساله، فراتر بروند و در عوض رویکرد چرخه زندگی را در هدایت شهرها اتخاذ کنند [Loo & du Verle, 2017]. همچنین تنوع‌بخشی به گزینه‌های حمل‌ونقل و تقویت زیرساخت‌های شهری در بخش‌های غیر از حمل‌ونقل، پیش‌شرط اصلی تحقّق حمل‌ونقل سازگار با محیط زیست در شهرهای آینده است. مطالعات ظهور بیماری‌های فراگیر و پاندمی‌هایی همچون کووید-۱۹ را از مهمترین چالش‌های حمل‌ونقل عمومی از جنبه پایداری زیست‌محیطی می‌دانند [Gutiérrez *et al.*, 2020; Sy *et al.*, 2020]. در پژوهش‌های داخل کشور نیز *عزیزیان و همکاران* نشان دادند که سوخت گاز فشرده به عنوان به‌صرفه‌ترین، سازگارترین، ارزان‌ترین، پاک‌ترین و در دسترس‌ترین نوع سوخت برای بومی‌سازی آن در حمل‌ونقل شهری تهران است [Azizyan *et al.*, 2022]. «میزان حمایت دولت از بخش خصوصی» و «ارزش‌های جامعه» به عنوان مهم‌ترین نیروهای پیشران در آینده حمل‌ونقل شهر همدان معرفی شده‌اند [Ezzati Arasteh pour *et al.*, 2018]. مطالعه *عبادی‌نیا و همکاران* نشان می‌دهد که کاهش و حذف خودروهای فرسوده، بهترین سناریوی حمل‌ونقل کم‌کربن در شهر مشهد است [Ebadinia *et al.*, 2017]. بر اساس مطالعه *محمدپور و همکاران*، اخذ عوارض تصاعدی از خودروهای شخصی بر اساس سه متغیر «نوع خودرو»، «عمر خودرو» و «میزان مسافت پیموده‌شده»، می‌تواند منجر به کاهش استفاده از وسایل نقلیه شخصی و افزایش مطلوبیت حمل‌ونقل عمومی شود[Mohammadpour *et al.*, 2016]. اعمال سیاست‌های فنّاوری‌محور نیز در تغییر سهم بازار حمل‌ونقل، به سمت فنّاوری‌های پاک و کاهش انتشار آلاینده‌ها در شهر تهران موثر است [Manzoor & Safakish, 2011].

بر اساس مباحث فوق، در این مطالعه سناریوهای آینده حمل‌ونقل عمومی شهر تهران با رویکرد زیست‌محیطی مد نظر قرار گرفته است. هم اکنون معضلات مربوط به حمل‌ونقل عمومی، یکی از مهمترین مسایل کلانشهر تهران است و با بسیاری از مشکلات این شهر ارتباط مستقیم دارد. تهران در تسلط بی‌چون و چرای وسایل حمل‌ونقل شخصی است و آلودگی هوا و ترافیک به طور مستقیم تحت تأثیر این مسأله قرار دارند [Mohammadpour *et al.*, 2016; Manzoor & Safakish, 2011]. برای نمونه، از بین ۱۹ میلیون سفر درون شهری در سال ۱۳۹۶، ۷۰% سفرها با خودروی شخصی و تاکسی انجام شده و تنها ۱۰% با حمل‌ونقل عمومی صورت گرفته است [Talkhabi *et al.*, 2019; Tehran Municipality, 2018]. از طرفی، ناوگان حمل‌ونقل عمومی شهر تهران فرسوده است. طبق آمارهای موجود، متوسط عمر ناوگان اتوبوسرانی شهر تهران در سال‌های ۱۳۹۴، ۱۳۹۵، ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در اتوبوس‌های بخش دولتی به ترتیب برابر با ۶/۵، ۶/۴، ۷ و ۷/۳ سال و در اتوبوس‌های بخش خصوصی برابر با ۸/۴، ۹/۵، ۹/۹ و ۱۰/۹ سال بوده است [Tehran Municipality, 2018]. این آمارها نشان می‌دهد که ناوگان حمل‌ونقل عمومی تهران به دلیل عدم سرمایه‌گذاری و نوسازی، روزبه‌روز فرسوده‌تر می‌شود و اثرات مخرب زیست‌محیطی بیشتری بر شهر تهران خواهد داشت.

از آنجا که، تاکنون سیستم حمل‌ونقل عمومی به عنوان حلقه واسط مشکلات شهر تهران، کمتر مورد توجه قرار گرفته و مهم‌تر اینکه رویکرد آینده‌مبنا در برنامه‌ریزی این سیستم مغفول واقع شده است، هدف مطالعه حاضر، ارزیابی آینده سیستم حمل‌ونقل عمومی کلانشهر تهران از نظر سازگاری با محیط زیست در افق سال ۱۴۱۰ بود.

روش‌شناسی

این مطالعه پیمایشی کیفی-کمّی با مدل سناریوسازی هنجاری [Lempert, 2013; Martelli, 2013] در سال ۱۴۰۰ در کلانشهر تهران انجام شد. تهران، همانند بسیاری از کلانشهرهای دنیا در سال‌های اخیر اقدام به تدوین سند چشم‌انداز برای دوره‌های میان مدت (۵ تا ۱۰ ساله) نموده که آخرین سند چشم‌انداز تهران برای افق ۱۴۰۴ تهیه شده است. در این مطالعه افق ۱۴۱۰ مد نظر قرار گرفته است.

مشارکت‌کنندگان در تحقیق ۱۲ خبره دارای صلاحیت در حیطه‌های «آینده‌پژوهی»، «برنامه‌ریزی حمل‌ونقل و ترافیک شهری»، «محیط زیست شهری» و «برنامه‌ریزی توسعه منطقه‌ای» بودند که به شیوه هدفمند انتخاب شدند (جدول ۱).

این پژوهش بر اساس یک مرحله کیفی و دو مرحله کمّی به صورت زیر پیاده‌سازی شد:

مرحله ۱ (کیفی): پس از تعیین خبرگان، یک مصاحبه با ۵ سوال «پاسخ‌باز» از ایشان به عمل آمد (۱- همانطور که مستحضر هستید، امروزه مباحث فراوانی در زمینه سیستم‌های حمل‌ونقل پایدار بین صاحب‌نظران این حوزه، مدیران و سیاست‌گذاران بخش حمل‌ونقل در سطح جهان و همچنین در کشور جریان دارد. اما هر چه بیشتر در مورد موضوع «پایداری» حمل‌ونقل صحبت می‌شود، ظاهرا کمتر

منتج به نتیجه می‌شود و حداقل در کلانشهری مثل تهران علیرغم اقدامات درخور توجه مدیریت شهری در سال‌های اخیر، همچنان سیستم حمل‌ونقل این شهر از عنصر پایداری فاصله دارد. بنابراین به عنوان نخستین سوال بفرمایید به نظر شما هم‌اکنون چه چالش‌ها و مشکلاتی در خصوص پایدارشدن سیستم حمل‌ونقل شهری تهران وجود دارد؟ در این خصوص به مشکلات و چالش‌های سیستم‌های حمل‌ونقل کشور نیز اشاره بفرمایید؛ ۲- از بین ابعاد مختلف پایداری حمل‌ونقل اعم از ابعاد اقتصادی، اجتماعی، زیست‌محیطی و زیرساختی، نقش کدام یک را در آینده حمل‌ونقل شهر تهران موثرتر می‌دانید؟ (چه به لحاظ نقش مثبت و چه به لحاظ نقش منفی؛ ۳- نقش دولت و نهادهای برنامه‌ریزی و نهادهای مدیریت شهری را در حل مسایل فعلی و آینده سیستم حمل‌ونقل شهر تهران چگونه می بینید؟؛

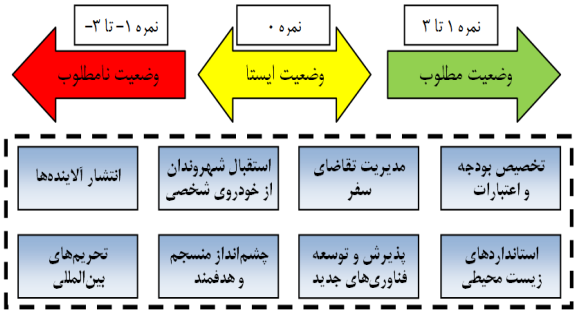
۴- آیا تاکنون از بین گزینه‌های متنوع حمل‌ونقل پایدار، ایده‌ای در تهران مطرح شده است که بتواند در ۱۰ سال آینده، به عنوان یکی از گزینه‌های حمل‌ونقل پایدار در شهر تهران به اجرا درآید؟؛ ۵- آینده سیستم حمل‌ونقل شهر تهران را در افق ۱۴۱۰ چگونه می‌بینید و چه چشم‌اندازی از آینده این سیستم متصور هستید؟) و با روش «تحلیل مضمون» تحلیل و پیشران‌های مرتبط با آینده حمل‌ونقل عمومی کلانشهر تهران استخراج شد.

جدول ۱) مشخصات خبرگان مشارکت‌کننده در پژوهش

جایگاه	جنسیت	حوزه تخصصی
عضو هیأت علمی دانشگاه علامه طباطبایی	مرد	برنامه‌ریزی حمل‌ونقل و ترافیک شهری
عضو هیأت علمی دانشگاه تهران	مرد	برنامه‌ریزی حمل‌ونقل و ترافیک شهری
عضو هیأت علمی دانشگاه تهران	مرد	برنامه‌ریزی فضایی و توسعه منطقه‌ای
عضو هیأت علمی دانشگاه شهید بهشتی	مرد	محیط زیست شهری
فارغ‌التحصیل دکترای دانشگاه شهید بهشتی	مرد	آینده‌پژوهی و توسعه شهری
عضو هیأت علمی دانشگاه تربیت مدرس	مرد	برنامه‌ریزی منطقه‌ای
عضو هیأت علمی دانشگاه تربیت مدرس	مرد	محیط زیست شهری
عضو هیأت علمی دانشگاه گیلان	مرد	آینده‌پژوهی و برنامه‌ریزی منطقه‌ای
عضو هیأت علمی دانشگاه گیلان	مرد	آینده‌پژوهی و توسعه شهری
عضو هیأت علمی دانشگاه گیلان	زن	برنامه‌ریزی حمل‌ونقل و ترافیک شهری
فارغ‌التحصیل دکترای جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه تهران	زن	محیط زیست شهری
عضو هیأت علمی دانشگاه علم و صنعت	مرد	برنامه‌ریزی حمل‌ونقل و ترافیک شهری

مرحله ۲ (کمّی): در گام دوم، برای تقلیل پیشران‌ها به چند پیشران مهم و کلیدی، یک پرسش‌نامه با ۴۱ سوال و طیف ۹گزینه‌ای برای ارزیابی میزان اهمیت و قطعیت پیشران‌ها توزیع شد و نتایج آن با روش «مقایسه میانگین» تحلیل شد. در نتیجه، پیشران‌هایی که دارای «اهمیت خیلی بالا»، «قطعیت خیلی بالا» و «قطعیت خیلی پایین» بودند برای ورود به محیط سناریو انتخاب شدند.

مرحله ۳ (کمّی): در این مرحله، برای هر یک از پیشران‌های منتخب، سه وضعیت محتمل در ۱۰ سال آینده شامل وضعیت مطلوب، ایستا و بحرانی در نظر گرفته شد و بر اساس این سه وضعیت، پرسش‌نامه سناریو با ۲۴ سوال طراحی شد. روایی سوالات با استفاده از روش نسبت محتوایی (شاخص CVR) توسط ٦ تن از خبرگان مورد تأیید قرار گرفت [Weimer, 2006]. منطق این پرسش‌نامه چنین بود که اگر هر یک از وضعیت‌های مطلوب، ایستا و بحرانی برای هر پیشران اتفاق بیفتد، سایر پیشران‌ها در چه وضعیتی قرار خواهند گرفت. وضعیت مطلوب به این معنا است که پیشران موردنظر، در ۱۰ سال آینده به سمت بهبود و پایداری حرکت خواهد کرد. وضعیت ایستا به معنای آن است که نماگرهای آن پیشران تغییر چندانی نخواهد نمود و وضعیت نامطلوب نیز به این معنی است که پیشران مد نظر، دچار زوال می‌شود. پاسخ‌های قیدشده در این پرسش‌نامه، شامل طیف عددی مابین ۳ و ۳- بود که عدد ۳ به معنی بیشترین افزایش و ۳- به معنی بیشترین کاهش بود (شکل ۱). نتایج این پرسش‌نامه در نرم‌افزار Scenario Wizard 4.31 تحلیل شد.



شکل ۱) نمایش انواع وضعیت‌های محتمل برای پیشران‌های کلیدی

پس از طراحی وضعیت‌ها و تهیه ماتریس متقاطع ۲٤*۲٤، از خبرگان پرسیده شد که اگر هر یک از وضعیت‌های ۲٤گانه در ۱۰ سال آینده در کلانشهر تهران اتفاق بیفتد چه تأثیری بر وقوع یا عدم وقوع سایر وضعیت‌ها خواهد داشت؟ با استفاده از میانگین پاسخ‌های مشارکت‌کنندگان به هر یک از وضعیت‌های محتمل، ٤۹۲ سناریو به‌دست آمد که سناریوهای ضعیف از روند تحلیل کنار گذاشته شد. برای بررسی بافت سناریوها و چگونگی ارتباط پیشران‌ها با هر یک از سناریوها و مشخص‌کردن نحوه درهمکنش عوامل و فاکتورهـای

مختلف در بستر داستان هر سناریو، تصویرسازی سناریو انجام شد.

یافته‌ها

مقولات اصلی و فرعی برآمده از مصاحبه‌ها، در مجموع نشان‌دهنده ۴۱ پیشران مرتبط با سیستم حمل‌ونقل عمومی در کلانشهر تهران بود. از بین ۴۱ پیشران شناسایی‌شده، ۸ پیشران کلیدی که نمره اهمیت بیشتر از ۷ و نمره قطعیت بیشتر از ۷ یا کمتر از ۵ داشتند، شناسایی شدند (جدول ۲).

جدول ۲) پیشران‌های شناسایی‌شده از مصاحبه

ابعاد	پیشران‌ها	اهمیت	قطعیت	نتیجه ارزیابی
اجتماعی	روند رشد جمعیت در شهر تهران (رشد طبیعی و مهاجرت)	۵/۱۲	۶/۲۹	حذف
	روند سال‌خوردگی جمعیت در شهر تهران	۵/۷۱	۷/۵۳	حذف
	میزان تقاضای سفر درون‌شهری از سوی شهروندان	۶/۴۷	۶/۶۵	حذف
	کیفیت مدیریت تقاضای سفر از سوی نهادهای مرتبط	۷/۳۵	۳/۹۴	(اهمیت بالا-قطعیت پایین)
	تغییر الگوهای رفتار سفر شهروندان	۵/۸۲	۶/۴۷	حذف
	میزان فردگرایی و استقبال شهروندان از خودروی شخصی	۷/۱۸	۷/۱۲	(اهمیت بالا-قطعیت بالا)
	میزان پذیرش اجتماعی سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی	۶/۵۹	۵/۴۱	حذف
	فرهنگ‌سازی و آموزش‌های زیست‌محیطی	۶/۱۲	۴/۷۶	حذف
اقتصادی	میزان ثبات اقتصادی کشور	۶/۵۳	۴/۴۱	حذف
	میزان تخصیص بودجه و اعتبارات به بخش حمل‌ونقل عمومی	۷/۶۵	۴/۳۵	(اهمیت بالا-قطعیت پایین)
	جهت‌گیری‌ها و اولویت‌های سرمایه‌گذاری دولت در بخش حمل‌ونقل	۶/۶۵	۵/۱۸	حذف
	میزان حمایت دولت از تنوع‌بخشی به گزینه‌های حمل‌ونقل	۵/۶۵	۵/۲۹	حذف
	روند تولید خودرو در کشور	۵/۲۹	۶/۷۱	حذف
	هزینه استفاده از گزینه‌های مختلف حمل‌ونقل برای شهروندان	۶/۱۲	۷/۸۸	حذف
زیست محیطی	روند انتشار آلاینده‌ها در شهر تهران	۷/۳۵	۷/۵۹	(اهمیت بالا-قطعیت بالا)
	روند افزایش خشکسالی و گرمای جهانی	۵/۵۹	۶	حذف
	روند تخریب محیط زیست توسط سیستم حمل‌ونقل	۵/۶۵	۷/۱۲	حذف
	میزان تمایل مدیریت شهری تهران به استفاده از انرژی‌های پاک	۶/۱۸	۵/۸۲	حذف
	الگوی غالب توسعه شهری (متراکم، پراکنده، هوشمند و غیره)	۴/۸۸	۴/۶۵	حذف
	میزان استقبال و حمایت دولت از ابتکارات زیست‌محیطی	۶	۵/۱۸	حذف
	میزان حمایت از سوخت‌های فسیلی	۶/۲۹	۶/۳۵	حذف
	نوسانات قیمت سوخت	۶/۰۶	۵/۷۶	حذف
	روند نوسازی ناوگان حمل‌ونقل	۶/۵۳	۵/۳۵	حذف
	روند ایجاد مشاغل سبز در بخش حمل‌ونقل	۵/۱۲	۵/۱۸	حذف
	روند پذیرش و به کارگیری استانداردهای زیست‌محیطی در بخش حمل‌ونقل	۷/۷۱	۴/۸۸	(اهمیت بالا-قطعیت پایین)
	مکانیزم‌های کنترل و نظارت بر عملکرد زیست‌محیطی سیستم‌های حمل‌ونقل	۶/۱۸	۴/۱۲	حذف
	روند سیاست‌گذاری عوارض و مالیات‌های زیست‌محیطی	۶/۷۱	۵/۳۵	حذف
	وضعیت مکان‌گزینی و استقرار صنایع آلاینده	۵/۸۸	۵/۱۸	حذف
سیاسی	میزان ثبات سیاسی کشور	۶/۲۴	۵/۴۱	حذف
نهادی	درجه اثرگذاری تحریم‌های بین‌المللی بر توسعه زیرساخت‌های حمل‌ونقل پایدار	۷/۵۹	۷/۱۸	(اهمیت بالا-قطعیت بالا)
	اجماع نظر در مولفه‌های پایداری در دیدگاه تصمیم‌گیران بخش حمل‌ونقل	۵/۴۷	۵/۱۲	حذف
	وجود چشم‌انداز منسجم و هدفمند در بدنه مدیریت شهری	۷/۱۸	۳/۴۱	(اهمیت بالا-قطعیت پایین)
	تفرق یا یکپارچگی نهادهای تصمیم‌گیرنده در حوزه حمل‌ونقل	۵/۹۴	۵/۲۹	حذف
	کارایی و اثربخشی قوانین حمایت‌کننده از حمل‌ونقل عمومی پایدار	۶/۰۶	۵/۴۷	حذف
	کیفیت روابط با شرکت‌های تولیدکننده تجهیزات حمل‌ونقل	۶/۲۹	۵/۲۴	حذف
فنّاوری	میزان توسعه و پذیرش فنّاوری‌های جدید حمل‌ونقلی	۷/۴۱	۴/۸۲	(اهمیت بالا-قطعیت پایین)
	میزان همگرایی بین انواع فنّاوری‌های مرتبط با حمل‌ونقل	۶/۵۹	۵	حذف
	میزان هوشمندسازی سیستم‌های حمل‌ونقل شهری	۵/۳۵	۴/۷۱	حذف
	مقرون به صرفه‌بودن قیمت فنّاوری‌های جدید در بخش حمل‌ونقل عمومی	۶/۴۱	۵/۷۶	حذف
	میزان پیشرفت در تجهیزات ترافیکی کنترل و کاهش آلودگی هوا	۶/۵۳	۵/۸۸	حذف
	وضعیت کمّی و کیفی نیروی انسانی متخصص در بخش حمل‌ونقل	۵/۷۱	۵/۵۹	حذف

بر اساس پاسخ متخصصین به وضعیت‌های محتمل حاصل از خروجی نرم‌افزار سناریو ویزارد، ٤٩٢ سناریوی محتمل برای افق ١٤١٠ حمل‌ونقل کلانشهر تهران قابل تصور بود (جدول ۳).

از این سناریوها، ۱۱ مورد قوی بود که نتایج بررسی آنها حاکی از غلبه تعداد وضعیت‌های نامطلوب بر وضعیت‌های مطلوب بود (جدول ٤).

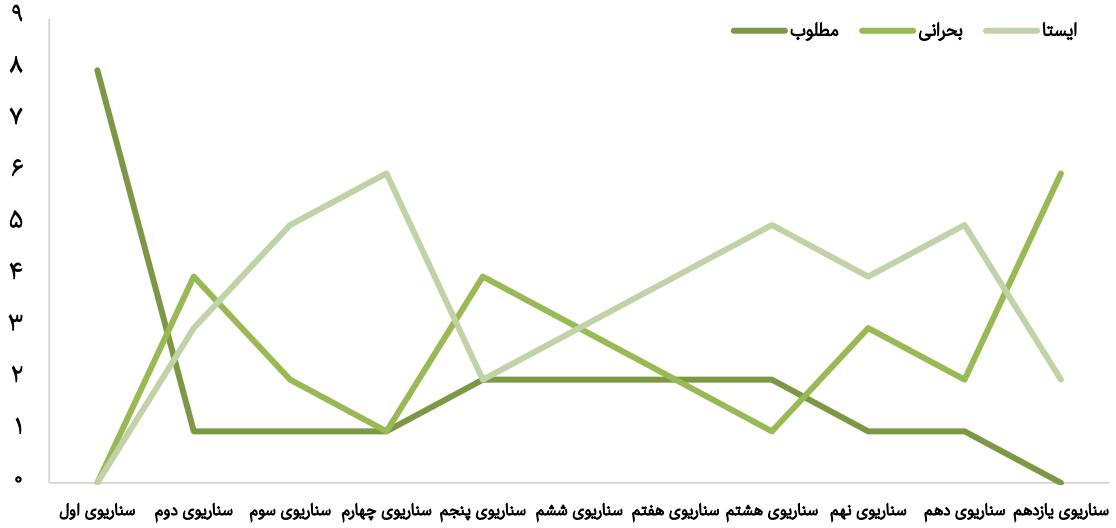
جدول ۳) میانگین پاسخ متخصصین به وضعیت‌های محتمل بر اساس خروجی نرم‌افزار سناریو ویزارد

مولفه		A			B			C			D			E			F			G			H		
		۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳
A- تخصیص بودجه و اعتبارات	۱- افزایش تخصیص بودجه و اعتبارات				۲	۰	-۲	-۱	۱	۲	-۱	-۱	۲	۲	۱	-۲	-۱	-۱	۱	۱	-۱	۰	۳	۱	-۳
	۲- ادامه روند فعلی				۱	۱	۲	۲	۳	-۲	۲	۲	-۲	۱	۰	-۲	۱	۱	۰	۰	۱	۱	-۲	۱	۲
	۳- کاهش تخصیص بودجه و اعتبارات				-۲	۲	۳	۳	۲	-۳	۳	۲	-۳	-۳	۱	۳	۲	۱	۰	-۱	۱	۲	-۳	-۲	-۳
B- مدیریت تقاضای سفر	۱- مدیریت مطلوب تقاضای سفر	-۱	۱	۱				-۲	-۱	۲	-۱	-۱	۲	۱	۰	۰	-۱	-۱	۲	۱	۰	۰	۱	۰	-۱
	۲- ادامه روند فعلی	۰	۰	۰				۱	۲	-۱	۱	۱	-۱	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	۳- مدیریت نامطلوب تقاضای سفر	۱	۰	-۱				۳	۳	-۲	۲	۲	-۱	۰	۰	-۱	۲	۱	-۲	-۱	۰	۰	-۱	۰	۱
C- استقبال شهروندان از خودروی شخصی	۱- افزایش استقبال شهروندان از خودروی شخصی	-۱	۱	۱	۲	۱	-۲				۳	۱	-۲	۲	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۲	۰	-۱
	۲- ادامه روند فعلی	-۱	۰	۱	-۲	۱	-۱				۲	۲	-۲	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۰
	۳- کاهش استقبال شهروندان از خودروی شخصی	۲	۱	-۲	-۳	-۱	۱				-۳	-۱	۲	۱	۰	-۱	۲	۱	-۱	۱	۰	۰	-۱	۰	۰
D- انتشار آلاینده‌ها	۱- افزایش انتشار آلاینده‌ها	۲	-۱	-۱	-۱	۱	۱	۳	۳	-۲				۱	۱	۰	۱	۱	۰	۲	۱	۰	۲	۱	۰
	۲- ادامه روند فعلی	۲	۱	-۱	-۱	۱	۱	۲	۲	-۱				۱	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۰
	۳- کاهش انتشار آلاینده‌ها	-۱	۱	۲	۲	۰	-۱	۱	۱	۰				۰	-۱	-۱	-۱	-۱	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰
E- استانداردهای زیست‌محیطی	۱- بهبود استانداردهای زیست‌محیطی	۲	۱	-۱	۳	۱	-۲	۲	۲	۱	-۳	-۳	۲				-۱	-۱	۲	۱	-۱	-۲	۳	-۱	-۳
	۲- ادامه روند فعلی	۱	۰	۰	۱	۱	-۱	۲	۱	۰	۳	۲	-۱				۱	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۱	-۱
	۳- عدم بهبود استانداردهای زیست‌محیطی	۱	۱	-۱	-۲	۱	۲	۱	۱	۰	۳	۳	-۲				۲	۲	۰	۰	۰	۰	-۱	۰	۲
F- اثرگذاری تحریم‌های بین‌المللی	۱- افزایش اثرگذاری تحریم‌های بین‌المللی	-۳	-۲	۳	-۲	۱	۲	-۱	-۱	۱	۲	۲	-۲	-۲	۱	۳				-۳	۱	۲	-۳	-۲	۲
	۲- ادامه روند فعلی	-۲	-۲	۳	-۲	۱	۲	-۱	-۱	۱	۲	۲	-۱	-۱	۱	۲				-۲	۱	۱	-۱	-۲	۱
	۳- کاهش اثرگذاری تحریم‌های بین‌المللی	۲	۱	-۳	۲	-۱	-۲	۲	۲	۰	-۱	-۱	۱	۳	-۱	-۱				۲	-۱	-۱	۲	-۱	-۲
G- چشم‌انداز منسجم و هدفمند در بدنه مدیریت شهری	۱- وجود چشم‌انداز منسجم و هدفمند در بدنه مدیریت شهری	۳	-۲	-۳	۳	-۳	-۳	-۲	-۲	۲	-۳	-۲	۳	۳	-۲	-۳	۲	-۲	-۲				۳	۲	-۳
	۲- ادامه روند فعلی	-۲	۲	۳	۳	-۲	۳	۲	۲	۰	۲	۲	-۲	-۱	۱	۲	۳	۳	-۲				۲	۱	-۱
	۳- عدم وجود چشم‌انداز منسجم و هدفمند در بدنه مدیریت شهری	-۲	۳	۳	۳	-۲	۳	۳	۲	-۳	۳	۲	-۲	-۳	۳	۳	۳	۳	-۳				-۱	۰	۱
H- توسعه و پذیرش فنّاوری‌های جدید	۱- افزایش توسعه و پذیرش فنّاوری‌های جدید	۱	۱	-۱	۳	۳	-۳	۲	۲	۰	-۳	-۱	۲	۳	۲	-۲	-۱	-۱	۲	۱	۱	۰			
	۲- ادامه روند فعلی	۰	۰	۰	۱	۱	-۱	۱	۱	۰	-۱	۱	۰	۱	۱	۱	۲	۳	۱	۰	۰	۰			
	۳- کاهش توسعه و پذیرش فنّاوری‌های جدید	-۱	-۱	۲	-۲	-۲	۳	۱	۰	۰	۲	۱	۰	-۳	-۲	۳	۳	۳	۰	-۱	۰	۱			

جدول ۴) سبد سناریوها به تفکیک وضعیت هر یک از عوامل پیشران

دسته‌بندی کلی	سناریو	تخصیص بودجه و اعتبارات	مدیریت تقاضای سفر	استقبال از خودروی شخصی	انتشار آلاینده‌ها	استانداردهای زیست‌محیطی	اثرگذاری تحریم‌های بین‌المللی	چشم‌انداز منسجم و هدفمند در بدنه مدیریت شهری	پذیرش و توسعه فنّاوری‌های جدید
مطلوب	اول	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب
ایستا	سوم	بحرانی	ایستا	ایستا	بحرانی	ایستا	ایستا	ایستا	مطلوب
	چهارم	بحرانی	ایستا	ایستا	ایستا	ایستا	ایستا	ایستا	مطلوب
	ششم	مطلوب	ایستا	ایستا	بحرانی	ایستا	بحرانی	بحرانی	مطلوب
	هفتم	مطلوب	ایستا	ایستا	ایستا	ایستا	بحرانی	بحرانی	مطلوب
	هشتم	مطلوب	ایستا	ایستا	ایستا	ایستا	ایستا	بحرانی	مطلوب
	دهم	مطلوب	ایستا	ایستا	ایستا	ایستا	بحرانی	بحرانی	ایستا
بحرانی	دوم	بحرانی	ایستا	بحرانی	بحرانی	ایستا	بحرانی	ایستا	مطلوب
	پنجم	مطلوب	ایستا	بحرانی	بحرانی	ایستا	بحرانی	بحرانی	مطلوب
	نهم	مطلوب	ایستا	ایستا	بحرانی	ایستا	بحرانی	بحرانی	ایستا
	یازدهم	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	ایستا	ایستا	بحرانی

از مجموع ۸۸ وضعیت حاکم بر صفحه سناریو، ۲۸ وضعیت (۳۱/۸۱%) در حالت بحرانی، ۳۹ وضعیت (٤٤/۳۱%) در حالت ایستا و ۲۱ وضعیت (۲۳/۸٦%) در حالت مطلوب بودند (شکل ۲). به جز سناریوی اول که ایده‌آل بود، سناریوهای هشتم، چهارم و هفتم به ترتیب سناریوهای مطلوبی بودند. از نظر احتمال وقوع نیز سناریوی اول و یازدهم به دلیل خوش‌بینانه‌بودن و بدبینانه‌بودن بیش از حد قابلیت اعتنا نداشتند. سناریوهای پنجم، ششم و هفتم نیز به دلیل ناسازگاری درونی، فاقد اعتبار بودند. اما سناریوی دوم، سوم و چهارم به‌ترتیب بیشترین احتمال وقوع را داشتند و سناریوی هشتم ایده‌آل‌تر از این سه سناریو بود اما احتمال وقوع آن ضعیف بوده و تنها به شرط برنامه‌ریزی صحیح، احتمال وقوع داشت. سناریوهای نهم و دهم نیز احتمال وقوع متوسط داشتند (جدول ۵).



شکل ۲) نسبت وضعیت‌های توسعه حمل‌ونقل عمومی کلانشهر تهران به تفکیک هر سناریو

جدول ۵) رتبه‌بندی سناریوها بر اساس امتیاز نهایی و احتمال وقوع آنها در کلانشهر تهران

سناریو	رتبه سناریو بر حسب میزان مطلوبیت آن	احتمال وقوع سناریو در ۱۰ سال آینده
سناریوی اول	۲۴	غیرمحتمل (بسیار خوش‌بینانه)
سناریوی هشتم	۸	احتمال ضعیف (احتمال وقوع به شرط برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری صحیح)
سناریوی چهارم	٦	احتمال قوی
سناریوی هفتم	۴	ناسازگار-غیرقابل اعتنا
سناریوی سوم	۲	احتمال قوی
سناریوی دهم	۲	احتمال متوسط
سناریوی ششم	۰	ناسازگار-غیرقابل اعتنا
سناریوی نهم	-۲	احتمال متوسط
سناریوی پنجم	-٤	ناسازگار-غیرقابل اعتنا
سناریوی دوم	-٦	محتمل‌ترین سناریو
سناریوی یازدهم	-١٦	غیرمحتمل (بسیار بدبینانه)

برای تصویرسازی، با توجه به قرابت و نزدیکی آنها، سناریوها به سه گروه اصلی تقسیم شدند:

- سناریوی مطلوب (شماره ۱)
- سناریوهای ایستا (شماره ۳، ٤، ٦، ۷، ۸، ۱۰)
- سناریوهای بحرانی (شماره ۲، ۵، ۹ و ۱۱)

تصویرسازی سناریو مطلوب: یک سیستم پایدار و سازگار با محیط زیست

سناریوی اول: سناریوی اول نشان‌دهنده یک سیستم حمل‌ونقل عمومی پیشرفته و سازگار با محیط زیست است. علی‌رغم اینکه با توجه به وضعیت کنونی، تحقّق این سناریو در ۱۰ سال آینده تقریباً غیرممکن به نظر می‌رسد، اما توجه به این سناریو حاوی نکاتی برای برنامه‌ریزان است. چنین سناریویی نشان‌دهنده پویایی و حرکت دائمی به سمت پایداری در حمل‌ونقل عمومی بوده که سیستم حاکم بر بسیاری از کشورهای دنیا است. در واقع آنچه بیش از توسعه‌یافتگی شاخص‌های کمّی و عددی در این سناریو اهمیت دارد، توانایی سیستم برای مقابله با وضعیت‌های چالش‌برانگیز یا توانایی بازیابی خود پس از بحران‌ها است. از همین رو، علی‌رغم محتمل‌نبودن تحقّق این سناریو، برنامه‌ریزان حمل‌ونقل و ترافیک شهر تهران بایستی ویژگی «پایداری» این سناریو را در سناریوهای دیگر پیاده نمایند.

تصویرسازی سناریوهای ایستا: روند تغییرات کند و حفظ وضع موجود

سناریوی سوم و چهارم: سناریوی سوم و چهارم شباهت زیادی با یکدیگر داشتند. تنها تفاوت آنها، بالابودن آلایندگی در سناریوی سوم نسبت به سناریوی چهارم بود. از این رو هر دو سناریو یکجا تحلیل می‌شود. در این دو سناریو، میزان تخصیص بودجه به بخش حمل‌ونقل عمومی رضایت‌بخش نخواهد بود و بنابراین، پیشران‌های دیگر را هم دچار رکود خواهد کرد. بدون تأمین بودجه، امکان نوسازی زیرساخت‌های حمل‌ونقل عمومی فراهم نبوده و ناوگان حمل‌ونقل بیشتر دچار افت کیفیت و فرسودگی خواهد شد. به دلیل اینکه مسایل مالی و بودجه‌ای نقش اساسی در توسعه سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی دارند، لذا در این دو سناریو، یکی از مهمترین پیش‌شرط‌های حمل‌ونقل عمومی پایدار، غایب است. تنها نقطه قوت این دو سناریو، توسعه فنّاوری‌های 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

گرفته؛ اثرگذاری تحریم‌های بین‌المللی به مدد تأمین فنّاوری‌های جدید از کشورهای دیگر مانند چین و روسیه که روابط مناسبی با کشور دارند تا حدی خنثی شده و استانداردهای زیست‌محیطی به دلیل به‌روزشدن تکنولوژی دستگاه‌ها و تجهیزات، تا حدودی ارتقاء خواهد یافت. همچنین این فنّاوری‌ها به کاهش آلاینده‌ها در سناریوی چهارم کمک خواهند کرد. اما در سناریوی سوم همچنان میزان آلایندگی بالا خواهد بود.

سناریوی ششم و هفتم: سناریوی ششم دچار ناسازگاری درونی بود. زیرا، ماهیت پیش‌فرض‌های حاکم بر این سناریو با هم ناسازگار بودند و اگر قائل به اثر علّی وضعیت‌های مختلف پیشران‌ها بر یکدیگر باشیم، بیشتر به این ناسازگاری پی می‌بریم. در این سناریو، بالابودن تخصیص اعتبارات به حمل‌ونقل عمومی و همچنین توسعه مطلوب فنّاوری‌های زیست‌محیطی باید قاعدتاً اثر منطقی مثبتی بر سایر متغیرها داشته باشد. در حالی که وضعیت آلاینده‌ها در این سناریو بحرانی خواهد بود و علی‌رغم توسعه فنّاوری‌های زیست‌محیطی، استانداردهای آن کمکی به پایداری حمل‌ونقل عمومی نخواهند کنند. علاوه بر این، فقدان چشم‌انداز سیاست‌گذارانه و تبعات تحریم‌های اقتصادی منجر به افت کیفیت تجهیزات و زیرساخت‌ها خواهد شد. سناریوی هفتم نیز شباهت زیادی به سناریوی ششم داشت و درجاتی از ناسازگاری بین تخصیص بودجه و پیامدهای آن اعم از کاهش آلایندگی را داشت. از طرفی هر دو سناریو جزو سناریوهای شناور محسوب می‌شدند که ممکن بود با کوچکترین تغییری در متغیّرهای اصلی تبدیل به سناریوهای بحرانی شوند. در واقع این دو سناریو، بدترین سناریوها در گروه سناریوهای ایستا بودند و احتمال وقوع آنها برای تهران دور از ذهن نبود. اما، به دلیل ناسازگاری در وضعیت پیشران‌هایشان، قابل اعتنا نبوده و می‌توان به جای آنها سناریوهای سوم، چهارم، هشتم و دهم را مبنای برنامه‌ریزی قرار داد.

سناریوی هشتم و دهم: سناریوی هشتم مطلوب‌ترین سناریو در گروه سناریوهای ایستا بود که می‌توانست به شرط برنامه‌ریزی دقیق و حساب‌شده احتمال وقوع برای تهران داشته باشد. با این حال، لازمه تحقّق این سناریو، تخصیص بودجه و اعتبارات بالا همراه با توسعه فنّاوری‌های جدید زیست‌محیطی در بخش حمل‌ونقل عمومی است. به همراه این دو استراتژی، می‌بایست کلیه متغیرهای مزاحم تحت کنترل درآمده و در حوزه شش پیشران دیگر حداقل پیشرفت تدریجی اما مداوم ایجاد شود که این کار نیز دشوار خواهد بود. اما نکته اینجاست که اقدامات فوق تنها در صورت وجود چشم‌اندازی منسجم و هدفمند امکان‌پذیر خواهند بود. حال آنکه دقیقاً نقطه ضعف این سناریو، نبودن چشم‌انداز برای آینده است لذا، می‌توان از این منظر، سناریوی هشتم را نیز غیرقابل اعتنا دانست. در سناریوی دهم نیز به دلیل فقدان چشم‌انداز، اثر تحریم‌ها بسیار زیاد بوده و باعث می‌شود استانداردهای زیست‌محیطی و پذیرش فنّاوری‌های جدید در وضعیت راکد قرار گیرند. در چنین وضعیتی، بودجه و اعتبارات تزریق‌شده به بخش حمل‌ونقل عمومی تنها صرف مدیریت تقاضای سفر، کاهش اثرات آلاینده‌ها و جذب مسافران خودروهای شخصی به سمت حمل‌ونقل عمومی خواهد شد. ولی به دلیل آماده‌نبودن زیرساخت‌ها، انجام این کار با توفیق همراه نخواهد شد و بنابراین سناریوی دهم، برای مدیریت شهری تهران بسیار هزینه‌زا و انرژی‌بر خواهد بود.

تصویرسازی سناریوهای بحرانی: یک سیستم ناکارآمد و رو به افول

سناریوی دوم و پنجم: سناریوی دوم و پنجم جزو سناریوهای بحرانی بودند که در پنج وضعیت با یکدیگر اشتراک داشتند. در این دو 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 خواهد رسید. با این حال، تفاوت‌های اساسی بین این دو سناریو وجود داشت. اولاً سناریوی پنجم یک سناریوی ناسازگار بود. زیرا بالابودن تخصیص بودجه و توسعه فنّاوری‌های نوین در تعارض با رکود استانداردهای زیست‌محیطی، انتشار شدید آلاینده‌ها و ضعف مدیریت تقاضای سفر خواهد بود. یعنی با افزایش بودجه و توسعه فنّاوری‌های زیست‌محیطی، انتظار می‌رود که آلایندگی کم شود و استانداردهای زیست‌محیطی ارتقا یابد که در سناریوی پنجم چنین نشد. به همین دلیل سناریوی پنجم می‌تواند از روند تحلیل کنار گذاشته شود. اما سناریوی دوم بدیل مناسبی برای سناریوی پنجم و بسیار قابل اعتماد بود و به دلیل احتمال وقوع بالای آن در تهران، می‌توان روی این سناریو برنامه‌ریزی کرد.

با مقایسه چندین‌باره سناریوهای یازده‌گانه و با نظرخواهی مجدد از خبرگان و مدیران حمل‌ونقل عمومی شهر تهران، این نتیجه به‌دست آمد که سناریوی دوم محتمل‌ترین سناریو برای آینده کلانشهر تهران در ۱۰ سال آینده است. دلایل زیادی برای این ادعا وجود داشت، از جمله اینکه روابط درونی بین متغیرهای این سناریو بیش از سایر سناریوها دارای همبستگی بودند. این سناریو آینه‌ای از وضع موجود حمل‌ونقل عمومی کشور بود. در واقع می‌توان گفت وضعیت کنونی حمل‌ونقل عمومی کلانشهر تهران تا حد زیادی منطبق بر همین سناریو است. وجود تحریم‌های فلج‌کننده، فقدان چشم‌انداز مدیریتی، ضعف در مدیریت تقاضای سفر، ضعف شدید در بودجه حمل‌ونقل عمومی، استقبال زیاد از خودروی شخصی، انتشار شدید آلاینده‌ها و ناتوانی در به کارگیری استانداردهای زیست‌محیطی از جمله ویژگی‌های این سناریو بود که هم اکنون نیز بر شهر تهران حاکم است. به همین دلیل می‌توان سناریوی دوم را ایستاترین سناریو در بین سناریوهای یازده‌گانه قلمداد کرد که به معنای رکود کامل و ادامه جزء به جزء وضعیت کنونی در ۱۰ سال آینده است.

سناریوی نهم: در سناریوی نهم کلیه متغیرها به استثنای متغیر بودجه، دارای حالت‌های ایستا یا بحرانی بودند و تنها نقطه قوت این سناریو، وجود بودجه‌های کلان در بخش حمل‌ونقل عمومی بود که البته در نبود چشم‌انداز هدفمند، بعید است که استفاده مناسبی از

این بودجه‌ها به عمل آید. با این حال در این سناریو نیز مانند سناریوی دهم، بودجه حمل‌ونقل عمومی صرف کنترل و نگهداری سایر عناصر سیستم خواهد شد. این سناریو شدیداً تحت تأثیر تحریم‌ها قرار داشته و موجب کاهش روابط با کشورهای تولید کننده تجهیزات حمل‌ونقل و صاحبان فنّاوری‌های زیست‌محیطی خواهد شد. بنابراین سناریوی نهم یک سناریوی ضدفنّاوری بود. در این سناریو علی‌رغم صرف بودجه مناسب، به دلیل پایین‌بودن فنّاوری زیست‌محیطی و اثرگذاری تحریم‌ها که مستقیماً به فرسودگی زیرساخت‌های حمل‌ونقل عمومی منجر می‌شود، مدیران شهر تهران موفقیّتی در مدیریت تقاضای سفر و کاهش استفاده شهروندان از خودروی شخصی به‌دست نخواهند آورد.

سناریوی یازدهم: سناریوی یازدهم، یک سناریوی کاملا بحرانی بود که در واقع ادامه و تشدید وضعیت موجود در سیستم‌های شدیداً ناپایدار است. در این سناریو سیستم با گذشت زمان و عدم بهبود در شاخص‌های کلیدی خود، به سمت زوال و فروپاشی حرکت می‌کند. با وقوع چنین سناریویی، فرصتی برای ارتقای سیستم وجود نخواهد داشت و بازیابی سیستم نیازمند زمان طولانی خواهد بود. علی‌رغم اینکه وقوع چنین سناریویی در تهران دور از ذهن نیست، اما به دلیل ثبات نسبی در زیرساخت‌های حمل‌ونقل و همچنین برخی پیش‌فرض‌ها مانند وجود ثبات سیاسی، عدم احتمال وقوع جنگ و عدم فروپاشی اقتصادی، این سناریوی بدبینانه قابلیت اعتنا نداشت.

بحث

نتایج در راستای دو محور مقاله یعنی "پیش‌بینی وضعیت سیستم حمل‌ونقل عمومی کلانشهر تهران از نظر پایداری زیست‌محیطی در سال ۱۴۱۰" و "چگونگی ایجاد یک سیستم حمل‌ونقل عمومی سازگار با محیط زیست در کلانشهر تهران" قابل بحث است. در خصوص محور اول، نتایج نشان داد حمل‌ونقل عمومی شهر تهران دارای شاخصه‌های پایداری از قبیل کارآیی، اثربخشی، سازگاری با محیط زیست و تنوع نبوده و تنها مزیت آن، ارزانی نسبی برای اقشار کم‌درآمد است. این نتایج با تحقیقات متعدد دیگری که در کلانشهر تهران انجام شده‌اند مطابقت دارد [Manzoor & Safakish, 2011; Mohammadpour *et al.*, 2016; Talkhabi *et al.*, 2019]. همچنین، نتایج نشان داد حمل‌ونقل عمومی تهران در حال از دست‌دادن سهم خود از سفرهای روزانه به نفع حمل‌ونقل شخصی است. به طوری که مطابق آمارهای شهرداری تهران، از سال ۱۳۹۲ سالانه حدود ۱۵۰ میلیون سفر از حمل‌ونقل عمومی از دست رفته و به حمل‌ونقل شخصی اضافه شده است [Tehran Municipality, 2018]. این نتیجه در مطالعات دیگر تأیید شده است [Habibian & Kermanshah, 2016; Javadian & Ferasat, 2017; Alaedini & Fayezi, 2012]. البته این مسأله مختص به ایران و تهران نیست؛ بلکه تهدیدی برای تمامی شهرهای دنیا است. چنانکه مطالعه *مانوژ و ورما* حکایت از کاهش ۱۴درصدی سهم حمل‌ونقل عمومی به نفع خودروهای شخصی تا سال ۲۰۳۰ داشته است[Manoj & Verma, 2013]. از طرفی، سناریوهای به‌دست‌آمده برای سال ۱۴۱۰ اغلب دارای وضعیت‌های ایستا یا بحرانی بودند. این بدان معنی است که در بهترین حالت، آینده سیستم حمل‌ونقل عمومی تهران مشابه وضعیت کنونی یا اندکی بهتر از وضع فعلی خواهد بود که به هیچ‌وجه سازگار با محیط زیست نیست.

در خصوص محور دوم مبنی بر چگونگی ایجاد سیستم حمل‌ونقل عمومی سازگار با محیط زیست در شهر تهران، دو نوع استراتژی اصلی و یک استراتژی ترکیبی بر اساس سناریوهای شناسایی شده و با توجه به پیشران‌های کلیدی، ارائه شد. استراتژی اول با محوریت فنّاوری بود که به معنای تغییر در فنّاوری‌های زیست‌محیطی حمل‌ونقل عمومی مانند تغییر در نوع سوخت، هوشمندسازی (ITS)، استفاده از انرژی‌های پاک و غیره بود. استراتژی دوم، توسعه زیرساخت‌ها و نوسازی ناوگان است که مستقیماً با وضعیت بودجه بخش حمل‌ونقل عمومی مرتبط بود. علاوه بر این، برخی استراتژی‌های ترکیبی نیز وجود داشتند که به‌شرط سیاست‌گذاری صحیح، می‌توانستند به‌کار گرفته شوند، مانند تغییر در الگوهای رفتاری استفاده‌کنندگان، مدیریت تقاضای سفر و جذب استفاده کنندگان از خودروی شخصی به سمت حمل‌ونقل عمومی با به کارگیری انواع مالیات‌ها و تعیین برخی محدودیت‌های تردد. در مطالعات موجود، به بخشی از این استراتژی‌ها پرداخته شده است. برای نمونه *سیدر* در مطالعه‌ای نشان داده است که چشم‌اندازسازی مدیران بخش حمل‌ونقل برای دستیابی به حمل‌ونقل سبز و هوشمند، نقش بسزایی در پایداری زیست‌محیطی آن داشته است [Ceder, 2021]. در همین راستا پژوهش‌ها نشان داده‌اند که استفاده از فنّاوری‌های هوشمند برای مدیریت شبکه‌های اتوبوسرانی شهری، منجر به افزایش ۳۰ الی ۵۰درصدی بازدهی سیستم اتوبوسرانی و کاهش تأخیر در رسیدن اتوبوس شده است [Suzianti *et al.*, 2022]. مطالعه *منظور و صفاکیش* نیز نشان داده است که با ورود فنّاوری‌های پاک با هزینه چرخه عمر کمتر نسبت به فنّاوری‌های مرسوم، بیش از ۷۰% سهم بازار به خودروهای دارای این فنّاوری اختصاص یافته که نتیجه آن، کاهش آلاینده‌ها به مرور زمان در کلانشهر تهران بوده است [Manzoor & Safakish, 2011].

با این حال، به کارگیری فنّاوری‌های نوین و روش‌های حمل‌ونقل سبز نیازمند الزاماتی بوده است که بایستی توسط مدیران بخش حمل‌ونقل شهر تهران با آینده‌نگری پیاده‌سازی شود. به ویژه اینکه به کارگیری این الزامات در کلانشهرها و مناطق بزرگ ضروری‌تر از مناطق کوچک بوده است [Aldenius *et al.*, 2022]. طبق ادعای *حقیقت نایینی و همکاران* زیرساخت‌های حمل‌ونقلی کلانشهر تهران آمادگی اجرای طرح‌های نوین سازگار با محیط زیست را نداشته است [Haghighat Naeini *et al.*, 2022]. ساختار کالبدی محله‌ها به ویژه در بخش مرکزی شهر به‌شدت فرسوده بوده [Azizi Fard *et al.*, 2020; Mansourian *et al.*, 2019] و شبکه معابر آن،

کشش حجم ترافیک را ندارد. نکته دیگر این است که صرف نظر از فراهم‌شدن الزامات فوق، اجرای استراتژی‌های حمل‌ونقل پاک، نیازمند بودجه و اعتبارات کلان بود. بحران‌ها و شوک‌های مالی، همواره سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی را تهدید کرده‌اند، لذا پایدارسازی این سیستم در گرو استفاده از روش‌های نوین تأمین مالی برای توسعه زیرساخت‌ها بوده است [Chang, 2014]. مطالعه انجام‌شده در شهر مشهد نشان داد پایداری زیست‌محیطی حمل‌ونقل عمومی این شهر با توسعه شبکه مترو به‌دست می‌آید که این اقدام مستلزم تخصیص بودجه و اعتبارات کلان است [Ajza Shokouhi *et al.*, 2015].

بنابراین در وضعیت کنونی و با توجه به محدودیت‌های بودجه‌ای، تحریم‌های بین‌المللی و فرسودگی بیش از ۶۰% ناوگان حمل‌ونقل عمومی تهران [Tehran Municipality, 2018] به نظر می‌رسید به کارگیری استراتژی‌های ترکیبی، گزینه سریع‌تر و کم‌ریسک‌تری باشد. این استراتژی‌ها به طور کلی دارای اثرات انقباضی و محدودکننده بر حمل‌ونقل شخصی و وسایل نقلیه آلاینده بودند. در این زمینه راهکارهایی چون ایجاد پارک‌سوار، قیمت‌گذاری پارکینگ و قیمت‌گذاری تردد در بخش‌های شلوغ را در راستای کاهش تقاضای سفر با خودروی شخصی پیشنهاد شده‌اند [Hounsell *et al.*, 2015].

وضع انواع مالیات‌های زیست‌محیطی از دیگر راهکارهای موثر بود. به عنوان مثال، مالیات بر سوخت به عنوان هزینه زیست‌محیطی آلایندگی، دو مزیت عمده دارد که یکی قیمت پایین آن برای استفاده‌کننده و دیگری درآمد بالای آن برای مدیریت شهری است [Kaisy & Chaaban, 2013].

همچنین مالیات بر سوخت در مقایسه با مالیات بر وسیله نقلیه دارای یک مزیت عمده است و آن اینکه میزان این مالیات با افزایش استفاده از وسیله نقلیه تغییر نمی‌کند. حال آنکه میزان کرایه‌های حمل‌ونقل عمومی به طور مستقیم با میزان استفاده تغییر می‌کند. بنابراین، اگر وضع مالیات بر اتومبیل‌های شخصی متناسب با میزان استفاده آنها نباشد، هزینه استفاده از خودروی شخصی برای سفرهای کوتاه در مقایسه با حمل‌ونقل عمومی ارزان‌تر می‌شود. این هم نکته مهمی است که باید در بخش مالیات‌های زیست‌محیطی مورد توجه مدیران قرار گیرد.

در نهایت با جمع‌بندی نتایج، برخی راهکارها برای سازگارنمودن حمل‌ونقل عمومی تهران با الزامات زیست‌محیطی پیشنهاد می‌شود:

- حذف مالیات ارزش افزوده در قراردادهای مشارکتی برای تشویق سرمایه‌گذاران خارجی به سرمایه‌گذاری در حمل‌ونقل سبز؛
- توسعه سیستم‌های یکپارچه غیرموتوری یا سبک‌تر در معابر شریانی درجه ۲، کوچه‌ها و خیابان‌های فرعی؛
- محاسبه هزینه‌های زیست‌محیطی حمل‌ونقل در سیستم‌های حسابرسی دولتی و اقدام برای کاهش آنها؛
- کاهش یارانه سوخت‌های فسیلی و استفاده از مابه‌تفاوت آن برای نوسازی ناوگان حمل‌ونقل عمومی؛
- کاهش تعرفه‌های واردات ناوگان حمل‌ونقل عمومی برای تسریع در نوسازی ناوگان؛
- تغییر تدریجی نوع سوخت، در بازه زمانی ۱۰ ساله، از سوخت‌های دیزلی و بنزینی به سوخت‌های پاک؛
- اختصاص بخشی از مالیات‌ها و عوارض سالانه شهرداری به تولید بیوسوخت‌های سلولوزی و اتانول؛
- جایگزینی سالانه ۵% از ناوگان فرسوده اتوبوسرانی با ناوگان جدید
- افزایش سالانه ۵% به ظرفیت ناوگان مترو و اتوبوسرانی و استخدام نیروی انسانی و راننده؛
- اسقاط و از رده خارج‌کردن سالانه ۵% از خودروهای فرسوده در سازمان‌های دولتی؛
- تبدیل سالانه ۲% الی ۵% اتوبوس‌های درون‌شهری به اتوبوس‌های هیبریدی با توجه به امکانات بودجه‌ای؛
- تعمیر و بازسازی واگن‌های معیوب و تعویض تدریجی آنها تا سال ۱۴۱۰؛
- اجرای سیاست واردات خودروی دست دوم برای تعویض ناوگان حمل‌ونقل در شرایط کمبود بودجه و اعتبار (برای مثال خودروهای ۵ سال کارکرده در اروپا شرایط مناسبی از نظر آلایندگی دارند).

نتیجه‌گیری

آینده حمل‌ونقل عمومی کلانشهر تهران با مفروضات منطقی کنونی، آینده‌ای بحرانی یا حداقل ایستا خواهد بود؛ بر اساس ارزیابی پیشران‌های کلیدی در قالب سناریوهای یازده‌گانه در مجموع می‌توان گفت فرآیند تحقّق پایداری زیست‌محیطی در آینده سیستم حمل‌ونقل عمومی کلانشهر تهران منوط به سرمایه‌گذاری و تأمین مالی برای توسعه فنّاوری‌ها و استانداردهای زیست‌محیطی نوین است که موفقیت تمامی این اقدامات نیز در گرو چشم‌اندازسازی و سیاست‌گذاری دقیق در سطح منطقه کلانشهری است.

تشکر و قدردانی: موردی از سوی نویسندگان اعلام نشده است.
تأییدیه اخلاقی: موردی از سوی نویسندگان اعلام نشده است.
تعارض منافع: تعارض منافع ندارد.
سهم نویسندگان: تهمینه علیزاده (نویسنده اول)، پژوهشگر اصلی/نگارنده مقدمه/نگارنده بحث (۵۰%)؛ جلال عظیمی آملی (نویسنده دوم)، پژوهشگر کمکی/نگارنده مقدمه (۲۰%)؛ صدرالدین متولی (نویسنده سوم)، پژوهشگر کمکی/روش‌شناس (۲۰%)؛ رحیم سرور (نویسنده چهارم)، پژوهشگر کمکی/نگارنده مقدمه/تحلیلگر آماری (۱۰%)
منابع مالی: این مقاله برگرفته از بخشی از رساله دکتری نویسنده اول با عنوان «تدوین سناریوهای توسعه حمل‌ونقل عمومی با تأکید بر ابعاد زیست‌محیطی در افق ۱۴۱۰ (مورد مطالعه: کلانشهر تهران)» به راهنمایی نویسنده دوم و سوم و مشاوره نویسنده چهارم، در دانشکده علوم انسانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد نور در سال ۱۴۰۱ است و هزینه‌های پژوهش توسط نویسندگان پرداخت شده است.

منابع

- Acheampong RA, Cugurullo F, Gueriau M, Dusparic I (2021). Can autonomous vehicles enable sustainable mobility in future cities? Insights and policy challenges from user preferences over different urban transport options. Cities. 112:1-32.
- Addanki SCh, Venkataraman H (2017). Greening the economy: A review of urban sustainability measures for developing new cities. Sustainable Cities and Society. 32:1-8.
- Ajza Shokouhi M, Mafi E, Ebadinia F (2015). Investigating the role of urban railway in ecological and economic perspectives of transportation in Mashhad. Geography and Urban Space Development. 1(2):117-128. [Persian]
- Alaedini P, Fayezi E (2012). Enhancing urban sustainability through alternative transport initiatives: An interim evaluation of bike-sharing pilot project initiative in Tehran. Journal of Urban Studies. 1(1):77-90. [Persian]
- Aldenius M, Tsaxiri P, Lidestam H (2021). The role of environmental requirements in Swedish public procurement of bus transports. International Journal of Sustainable Transportation. 16(5):391-405.
- Amer M, Daim TU, Jetter A (2013). A review of scenario planning. Futures. 46:23-40.
- Azizi Fard A, Ebraahimzadeh I, Rafieian M (2020). An analysis of the role of government policies and market proximity on functional changes and decline of urban neighborhoods (Case study: Siroos Neighborhood of Tehran). Urban Social Geography. 7(2):139-159. [Persian]
- Azizyan GH, Rezvani AA, Rajabi A (2022). Presenting the optimal model of Tehran urban transportation with emphasis on localized clean energy. Quarterly of Geography and Regional Planning. 12(2):284-312. [Persian]
- Bala BK, Arshad FM, Noh KM (2017). System dynamics: Modelling and simulation. 1st Edition. Singapore: Springer.
- Ceder A (2021). Urban mobility and public transport: Future perspectives and review. International Journal of Urban Sciences. 25(4):455-479.
- Chang Zh (2014). Financing new metros-The Beijing metro financing sustainability study. Transport Policy. 32:148-155.
- Derrible S (2016). Complexity in future cities: The rise of networked infrastructure. International Journal of Urban Sciences. 21(1):68-86.
- Dorsser CV, Walker WE, Taneja P, Marchau V (2018). Improving the link between the futures field and policymaking. Futures. 104:75-84.
- Ebadinia F, Ajza Shokouhi M, Rahnama MR, Kharazmi O (2017). Evaluation of low-carbon transport scenarios in Mashhad using ecological footprint approach. Journal of Geography and Environmental Hazards. 5(3):115-129. [Persian]
- Ezzati Arasteh Pour F, Sohrabi R, Samadi A, Rahbar AH (2018). The achievement of sustainable transport future using scenario planning (Case study: Urban transportation of Hamedan). Journal of Transportation Research. 15(3):205-222. [Persian]
- Gutiérrez A, Miravet D, Domènech A (2020). COVID-19 and urban public transport services: Emerging challenges and research agenda. Cities & Health. 5(1):177-180.
- Habibian M, Kermanshah M (2015). Contribution of travel-related variables to car commuters' mode change. Journal of Transportation Engineering. 7(1):13-30.
- Haghighat Naeini GH, Farahani H, Fanaei S (2022). Pathology of urban regeneration programs in terms of mental health: The experts' perspective. Geographical Researches. 37(3):327-337. [Persian]
- Hounsell N, Shrestha B, Piao J (2015). Enhancing park and ride with access control: A case study of Southampton. Transport Policy. 18(1):194-203.
- Javadian R, Ferasat H (2017). Examining the relation of social support and security with users' social trust in public transportation. Journal of Social Order Quarterly. 22:189-212. [Persian]
- Kaisy Ch, Chaaban FB (2013). Transitioning to the green economy: The Arab transport sector policy BRIEF. International Journal of Sustainable Development and Planning. 8(3):305-320.
- Lempert R (2013). Scenarios that illuminate vulnerabilities and robust responses. Climatic Change. 117(1):627-646.
- Li X, Preston J (2015). Assessing the financial and social costs of public transport in differing operating environments and with endogenous demand. Transportation Planning and Technology. 38(1):28-43.
- Loo B, du Verle F (2017). Transit-oriented development in future cities: Towards a two-level sustainable mobility strategy. International Journal of Urban Sciences. 21(1):54-67.
- Manoj M, Verma A (2013). Activity based travel demand models as a tool for evaluating sustainable transportation policies. Research in Transportation Economics. 38(1):45-66.
- Mansourian H, Pourahmad A, Ashouri H (2019). The analysis of the effective factors on urban blight in District 3, Region 12, Tehran City. Geography and Environmental Sustainability. 9(2):1-14. [Persian]
- Manzoor D, Safakish MK (2011). Impact of environmental and economic policies on urban traffic behavior using hybrid top-down bottom-up approach: Case of Tehran. The Journal of Economic Modeling Research. 2(4):171-187. [Persian]
- Martelli A (2014). Models of scenario building and planning: Facing uncertainty and complexity. 1st Edition. London: Palgrave Macmillian.
- Milojević P, Inayatullah S (2015). Narrative foresight. Futures. 73(1):151-162.
- Mohammadpour S, Saraffi M, Tavakolinia J (2016). Study and propose a model for travel demand management in order to achieve urban sustainable transport (Case study: Tehran). Journal of Regional Planning. 6(21):103-116. [Persian]
- Paulsson A (2018). Making the sustainable more sustainable: Public transport and the collaborative spaces of policy translation. Journal of Environmental Policy and Planning. 20(4):419-433.
- 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. 32(4):437-457.
- Smith P (2019). Exploring public transport sustainability with neutrosophic logic. Transportation Planning and Technology. 42(3):257-273.
- Suzianti A, Sabrina Gh, Ardi R, Fathia SN (2022). Designing a sustainable digital control room for public transport: A comprehensive human performance

region. Journal of Applied Researches in Geographical Sciences. 19(52):77-97 [Persian]
- Tehran Municipality ICT Organization (2018). Statistical yearbook of Tehran Municipality 2017. 1st Edition. Tehran: Tehran Municipality ICT Organization. [Persian]
- Weimer JW (2006). Cross-impact balances: A system-theoretical approach to cross-impact analysis. Technological Forecasting and Social Change. 73(4):334-361.
measurement model. Production & Manufacturing Research. 10(1):160-175.
- Sy K, Martinez ME, Rader B, White LF (2020). Socioeconomic disparities in subway use and COVID-19 outcomes in New York City. American Journal of Epidemiology. 190(7):1234-1242.
- Talkhabi H, Soleimani M, Saeednia A, Zanganeh A (2019). The effect of urban sprawl in emerging of transportation flows and urban air pollution in Tehran metropolitan