Human Geography Research Quarterly

Online ISSN: 2423-7736

Journal Homepage: jphgr.ut.ac.ir

Evaluation of urban transportation system in crisis with using TRANSCAD Case Study: City of Isfahan

Shiva Sartiak [1], AmirMasoud Rahimi [2] ✉, Mojgan Zaeimdar [3], Seyed Ali Jozia [4], Hamid Reza Khaledi [5]

1. *Department of Environmental Management, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran*
Email: shiva.sartiak@yahoo.com
2 *Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Zanjan, Zanjan, Iran*
Email: amrahimi@znu.ac.ir
3. *Department of Environmental Management, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran*
Email: jzaeimdar@yahoo.com
4. *Department of Environmental Management, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran*
Email: sajozi@yahoo.com
5. *Department of Genetics, Faculty of Engineering, Yadegar Emam Branch, Islamic Azad University, Shahr Rey, Iran*
Email: k_khaledi2000@yahoo.com

Article Info

Article type:
Research Article

Article History:
Received:
1 June 2021
Received in revised form:
13 July 2022
Accepted:
23 July 2022

Keywords:
Evaluation of transport system,
Crisis,
Urban Transportation,
Scenario,
TransCAD software

ABSTRACT

Urban transportation system is one of the most important and sensitive infrastructures of urban development which requires special attention for development and operation. Urban transportation is considered as one of the biggest infrastructural challenges facing metropolises. The present study aims at evaluation of the urban transportation system using TransCAD software in the urban road networks from the perspective of crisis management at the time of evacuation. The proposed method was investigated on 15 exit roads of Isfahan transportation network. The required information such as data of Isfahan transportation network has been collected using comprehensive transportation studies in Isfahan. In this study, first, the shortest routes between origins and destinations were calculated using TransCAD software and origin-destination matrices were created based on 30% of people who intend to leave the city at times of crisis. The exits were then removed from the network and the allocation process was performed using TransCAD. The results show that, using a 30% matrix compared to the baseline scenario, the Exit No. 3657 (Na'ien Road) has the longest time spent in the entire transportation network in one hour. Also the exit roads were ranked in terms of the total length of arcs in "above capacity" and "twice the capacity" groups and it was found that the Exit No. 4639 (Zob Ahan Freeway) is in the first place. Finally, the scenarios were ranked based on the cost of facilities and traffic services in million Rials per hour (30% matrix), and the Exit No. 4639 (Zob Ahan Freeway) ranked first and Exit No. 2003 (Zeinabieh Boulevard (Habibabad Road)) ranked las.

Cite this article: Sartiak, Sh., Rahimi, A. M., Zaeimdar, M., Jozi, S. A., & Khaledi, H. R. (2023). Evaluation of urban transportation system in crisis with using TRANSCAD Case Study: City of Isfahan. *Human Geography Research Quarterly, 55* (3), 47-66.
http://doi.org/10.22059/JHGR.2022.324644.1008311

© The Author(s).
Publisher: University of Tehran Press
DOI: 10.22059/JHGR.2022.324644.1008311

Extended Abstract

Introduction

The urban transportation system is one of the most important and sensitive infrastructures of urban development, which requires special attention for its development and exploitation. Urban transportation is known as one of the biggest infrastructural challenges facing big cities. During the occurrence of incidents such as floods, storms, tsunamis, terrorist operations, the role of the road network in traffic, transportation and relief will be much more prominent and vital than in normal conditions. As a result of these incidents, the transportation infrastructures suffer fundamental problems, in the provision of service or total failure, their vulnerability analysis is very important. The vulnerability of the transportation network includes terrorist attacks and natural disasters, which reduce the service level of the transportation network. All these events are considered unusual events, which happen in the transportation network with different possibilities, and the consequences of their occurrence are also different.

Accidents, from the point of view of vulnerability in the transportation system, are those events that cause disruption in traffic. These events can be natural, sudden, and unpredictable, such as severe adverse weather or terrorist activities, all of which affect network performance. The common feature of all these incidents is that they all cause negative effects on the service of the road network. In other words, an incident is an event, which directly or indirectly causes a significant decrease in the service of an arc/route/road in the network. The purpose of this study is to evaluate the urban transportation system using Transcode software in the urban road network from the point of view of crisis management during evacuation.

Methodology

The current research is descriptive and analytical in terms of its methodology and in terms of purpose, it is practical-developmental. In this research, based on the modeling of the transportation network in Transcode specialized software, a method for prioritizing the role of roads in the urban road network during evacuation is proposed. For this reason, the travel time of the entire network has been used as a measure to determine the efficiency and effectiveness of the transportation network. Considering 16 scenarios, the demand matrix was obtained for the discharge conditions of Isfahan's transportation network, using the gravity model, with one limitation. Then, traffic allocation was done using Transcode software, and according to the mentioned process, the designated routes; respectively removed from the network and the allocation process was done. 30% of the city's population is considered to determine the number of people who travel out of the city every hour. According to the population and housing statistics of 2016, the average household population in urban areas is about 3.5 people.

In this research, first, the shortest routes between origins and destinations were calculated using TransCAD software, and origin-destination matrices were created based on 30% of people who intend to leave the city during the crisis. Then the outputs were removed from the network, respectively, and the traffic allocation process was done using software; In order to perform traffic allocation, limited software’s are used, and in this study, TransCAD 4.5 software was used, which is one of the most updated and famous specialized software’s for transportation engineering. To perform traffic allocation, using TransCAD software, it is necessary to introduce the road network, the origin-destination demand matrix, and then the performance function to the software, and after that, the software performs the allocation operation, and the outputs, it includes the balance flow of each arc in each direction, the travel time of each arc in each direction, the ratio of volume to capacity of each arc and etc.

In order to implement this process, first the passages and their intersection points are called in the software environment; Then, the transportation network and its characteristics will be defined; At this

stage, the centers of the traffic areas, the status of inactive or blocked roads, the status of circulations at the crossing points of the roads, etc. will be determined. In the next step, the construction of the source-destination matrix will be done at the time of the crisis, in which the population parameters of the districts, the distance of each district to the exit destinations of the city, and the number of people who will be sent to the exit points every hour will be done., is used.

After this stage, it comes to the traffic allocation process, in which, using the travel time-volume functions, which are built based on the characteristics of the roads, people's trips will be allocated through different routes from their origins to their destinations found, and the traffic volume of each passage will be determined.

Results and discussion

The allocation results showed that exit 3657 (Nain Road) has the most time spent in the entire transportation network, in one hour, and using a 30% matrix, compared to the base scenario. Also, the outlets were ranked in terms of the total length of the arcs, with a volume exceeding the capacity, and twice the capacity, and it was determined that the outlet 4639 (Azadrah Zob Ahan) is in the first place. The scenarios were ranked based on the cost of traffic facilities and services, in millions of Rials per hour (30% matrix), and it was found that scenario 4639 (Zob Ahan Freeway) ranked first, and scenario 2003 (Zainbiye Boulevard (Habib Abad Road)) ranked last.

Conclusion

This study showed that, when a crisis occurs, there is access to transportation for the residents of Isfahan metropolis, which in order of time spent, the Nain road exit scenario shows the most time spent compared to other scenarios, and the residents of the city can use outputs that have less time spent than other outputs in the network. Finally, suitable solutions for use in the field of urban transportation were presented; these solutions include:

- Preventing the blocking of standard and safe exits, to evacuate the population and timely arrival of relief forces, in times of crisis.
- It is possible to use a similar method to identify parallel routes in order to provide relief services or evacuate the population in the city of Isfahan.
- Considering the appropriate emergency evacuation route for crowded places, such as subway stations, passenger terminals, uneven intersections, underground tunnels, etc.
- Determining and equipping emergency evacuation routes, as well as alternative routes, for routes that are likely to be damaged, for the rapid evacuation of the city population, and its different areas, with logical methods, and testing it by conducting appropriate maneuvers to educate citizens.
- Informing, educating the public and conducting appropriate maneuvers to train citizens for emergencies with a relatively realistic simulation of specific threats.

Funding

There is no funding support.

Authors' Contribution

All of the authors approved the content 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.

فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای انسانی

شاپا الکترونیکی: 2423-7736

Journal Homepage: jphgr.ut.ac.ir

ارزیابی سیستم حمل‌ونقل شهری در مواقع بحران با استفاده از نرم‌افزار ترنسکد
مطالعه موردی: شهر اصفهان

شیوا سرتیاک [۱]، امیر مسعود رحیمی [۲]، مژگان زعیم دار [۳]، سید علی جوزی [۴]، حمیدرضا خالدی [۵]

۱- گروه مدیریت محیط‌زیست، دانشکده علوم و فنون دریایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. رایانامه: shiva.sartiak@yahoo.com

۲- نویسنده مسئول، گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران. رایانامه: amrahimi@znu.ac.ir

۳- گروه مدیریت محیط‌زیست، دانشکده فنی و مهندسی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. رایانامه: jzaeimdar@yahoo.com

۴- گروه مدیریت محیط‌زیست، دانشکده فنی و مهندسی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. رایانامه: sajozi@yahoo.com

۵- گروه ژنتیک، دانشکده فنی و مهندسی، واحد یادگار امام (ره)، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرری، ایران. رایانامه: k_khaledi2000@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۰/۰۳/۱۱
تاریخ بازنگری:
۱۴۰۱/۰۴/۲۲
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۱/۰۵/۰۱

واژگان کلیدی:
ارزیابی سیستم حمل‌ونقل،
بحران،
حمل‌ونقل شهری،
سناریو،
نرم‌افزار ترنسکد.

چکیده

سیستم حمل‌ونقل شهری یکی از مهم‌ترین و حساس‌ترین زیرساخت‌های توسعه شهری است که توجه ویژه‌ای جهت توسعه و بهره‌برداری از آن لازم است. حمل‌ونقل شهری به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های زیرساختی پیش روی کلان‌شهرها شناخته‌شده است. هدف از این مطالعه ارزیابی سیستم حمل‌ونقل شهری با استفاده از نرم‌افزار ترنسکد در شبکه معابر شهری از منظر مدیریت بحران در زمان تخلیه است. روش پیشنهادی بر روی ۱۵ خروجی شبکه حمل‌ونقل شهر اصفهان موردبررسی قرار گرفت. اطلاعات موردنیاز نظیر شبکه حمل‌ونقل با استفاده از داده‌های مطالعات جامع حمل‌ونقل شهر اصفهان جمع‌آوری‌شده است. در این پژوهش ابتدا کوتاه‌ترین مسیرها بین مبادی و مقاصد با استفاده از نرم‌افزار TRANSCAD محاسبه شد و ماتریس‌های مبدأ- مقصد بر اساس ۳۰ درصد از افرادی که قصد خروج از شهر در زمان بحران را دارند؛ ساخته شد. سپس خروجی‌ها به ترتیب از شبکه حذف‌شده و فرایند تخصیص ترافیک با استفاده از نرم‌افزار صورت گرفت؛ نتایج تخصیص نشان داد که خروجی ۳۶۵۷ (جاده نائین) بیش‌ترین زمان صرف شده در کل شبکه حمل‌ونقل در یک ساعت و با استفاده از ماتریس ۳۰ درصدی در مقایسه با سناریوی پایه را دارد، همچنین خروجی‌ها ازلحاظ مجموع طول کمان‌ها با حجم بیش از ظرفیت و دو برابر ظرفیت رتبه‌بندی شدند و مشخص شد که خروجی ۴۶۳۹ (آزادراه ذوب‌آهن) در رتبه اول قرار دارد. درنهایت سناریوها بر اساس هزینه تسهیلات و خدمات ترافیکی برحسب میلیون ریال بر ساعت (ماترس ۳۰ درصدی) رتبه‌بندی شدند و مشخص شد سناریو ۴۶۳۹ (آزادراه ذوب‌آهن) در رتبه اول و سناریو ۲۰۰۳ (بلوار زینبیه (جاده حبیب‌آباد)) در رتبه آخر قرار گرفت.

استناد: سرتیاک، شیوا؛ رحیمی، امیر مسعود؛ زعیم دار، مژگان؛ جوزی، سید علی و خالدی، حمیدرضا. (۱۴۰۲). ارزیابی سیستم حمل‌ونقل شهری در مواقع بحران با استفاده از نرم‌افزار ترنسکد مطالعه موردی: شهر اصفهان. *فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای انسانی، ۵۵* (۳)، ۶۶-۴۷.
http://doi.org/10.22059/JHGR.2022.324644.1008311

© نویسندگان

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران
DOI: 10.22059/JHGR.2022.324644.1008311

مقدمه

راه‌های ارتباطی و اجزای تشکیل‌دهنده آن‌ها بخش مهمی از زیرساخت‌های حساس و مهم کشور محسوب می‌شوند چراکه نه‌تنها خود زیرساخت اهمیت اقتصادی و کالبدی و همچنین عملکردی دارد؛ بلکه وظیفه ایجاد ارتباط بین دیگر زیرساخت‌ها را نیز به خود اختصاص داده است. در هنگام بروز حوادثی از جمله سیل، طوفان، سونامی و عملیات تروریستی نقش شبکه معابر در تردد، جابه‌جایی و امدادرسانی بسیار پررنگ‌تر و حیاتی‌تر از شرایط عادی خواهد بود. ازآنجاکه در اثر وقوع این حوادث، زیرساخت‌های حمل‌ونقل دچار مشکل اساسی در ارائه خدمت یا شکست کلی در سرویس‌دهی می‌شوند، تحلیل آسیب‌پذیری آن‌ها اهمیت فراوانی دارد. آسیب‌پذیری شبکه حمل‌ونقل شامل حملات تروریستی و بلایای طبیعی است که سطح خدمات شبکه حمل‌ونقل را کاهش می‌دهد. تمام این حوادث، حوادث غیرمعمول تلقی می‌شوند که در شبکه حمل‌ونقل با احتمالات مختلف اتفاق می‌افتد و عواقب ناشی از رخداد آن‌ها نیز متفاوت است. وجه مشترک تمام این حوادث این است که همه آن‌ها باعث ایجاد تأثیرات منفی در سرویس‌دهی شبکه راه‌ها می‌شوند. به بیانی دیگر، حادثه یک اتفاق است که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم باعث کاهش قابل‌توجهی در سرویس‌دهی کمان/ مسیر/ جاده در شبکه می‌شود.

واردن در تئوری پنج حلقه‌ای خود زیرساخت‌های مواصلاتی و حمل‌ونقل را در حکم سلسله اعصاب بدن انسان دانسته و تعارض به آن را گزینه‌ای جهت فلج کردن کشور هدف عنوان می‌کند (نیکخواه، ۱۳۹۶، ۲۱).

علی عسکری و همکاران (۲۰۱۸)، مقاله‌ای تحت عنوان تجزیه‌وتحلیل شبکه شهری و آسیب‌شناسی در بافت مرکزی کلان‌شهر مشهد از دیدگاه پدافند غیرعامل به چاپ رساندند. بررسی آن‌ها حاکی از وجود شبکه شهری ناکارآمد و سطح آسیب‌پذیری بالای منطقه موردمطالعه ازنظر پدافند غیرعامل است.

قسیم و همکاران (۲۰۱۸)، پژوهشی تحت عنوان تجزیه‌وتحلیل ترنسکد و تکنیک‌های GIS برای ارزیابی شبکه حمل‌ونقل در شهر نصیریه عراق، انجام دادند. در این پژوهش پیشنهاد شد که جاده‌های جدید برای تغییر مسیرهای سفرهای خارجی– خارجی و همچنین پل‌های جدید برای خلاص شدن از ازدحام ظاهرشده در مرکز شهر اضافه گردد.

مرکز تحقیقات راه‌های آمریکا در یکی از مجموعه راهنماهای خود که بانام NCHRP منتشر می‌شود، به بررسی استفاده از حمل‌ونقل برای تخلیه اضطراری در تمام بخش‌ها می‌پردازد. در گزارش ۷۴۰ از این مجموعه که توسط ویکتوریا آریو و همکاران (۲۰۱۳) تهیه‌شده، محققین سعی دارند تا با ارائه برنامه و الگویی سازمان‌یافته، روند صحیح تخلیه اضطراری را مشخص و مقررات لازم مربوط به هر مورد را تدوین نمایند.

ناصری (۲۰۱۴)، پژوهشی تحت عنوان استراتژی‌های مدیریت بحران در حمل‌ونقل شهری در شبکه گذرگاه‌های شهر تبریز انجام داده و معتقد است مدیریت بحران از مؤثرترین راه‌حل‌های مدیریت ترافیک بر مبنای تکنولوژی اطلاعات و بخشی از مدیریت استراتژیک است و بدون تردید نیازمند یک رویکرد سیستماتیک مبتنی بر برنامه‌ریزی دقیق، حساسیت مدیریتی و آمادگی سازمانی است.

پل (۲۰۰۷)، مدلی را برای تخلیه اضطراری پیشنهاد داده و معتقد است برای حالت‌های مختلف تخلیه می‌توان از آن استفاده کرد. او عواملی که بر تصمیم‌گیری افراد مبنی بر تخلیه تأثیر می‌گذارد را توصیف می‌کند و نشان می‌دهد، این عوامل چگونه بر انتخاب افراد در ارتباط با اینکه تخلیه کنند یا نه مقصدشان کجا باشد و چه مسیری را انتخاب کنند، اثر می‌گذارند. او برای پیش‌بینی میزان مشارکت افراد در تخلیه، زمان حرکت و انتخاب مقصد از مدل‌های تقاضای سفر دینامیک استفاده کرده است. مدل او تمام حالت‌های مختلف تخلیه شامل تخلیه توصیه‌شده تا اجباری را در برمی‌گیرد. در مدل او حادثه قبل از اینکه افراد تصمیم به تخلیه بگیرند یا در حین تخلیه اتفاق می‌افتد و این امر باعث درخطر انداختن

تخلیه کنندگان می‌شود. او مدل خود را برای یک آتش‌سوزی در اتریش بکار برده است و برنامه‌های مدل پیشنهادی، در نرم‌افزار متلب[1] نوشته‌شده است (رحیمی، ۱۳۹۸،۱۳).

آرکات و همکاران (۱۳۹۴)، مقاله‌ای تحت عنوان مکان‌یابی و مسیریابی تسهیلات اورژانسی با فرض احتمال خرابی مسیرهای ارتباطی در زمان بحران به چاپ رساندند. در این تحقیق، مسئله مکان‌یابی و مسیریابی تسهیلات اضطراری با در نظر گرفتن احتمال خرابی مسیرهای ارتباطی و ازدحام تسهیلات اورژانسی در زمان وقوع بحران بررسی می‌گردد؛ بدین منظور، یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی دو هدفه برای انتخاب مکان استقرار تسهیلات، تخصیص تسهیلات به مصدومان و تعیین مسیرهای ارتباطی ارائه می‌شود.

حوادث ازنقطه‌نظر آسیب‌پذیری در سیستم حمل‌ونقل؛ آن دسته از اتفاقاتی هستند که باعث ایجاد اختلال در ترافیک می‌شوند. این حوادث می‌توانند طبیعی، ناگهانی و غیرقابل‌پیش‌بینی مانند آب‌وهوای شدیداً نامطلوب و یا فعالیت‌های تروریستی باشند که همه آن‌ها بر عملکرد شبکه تأثیر می‌گذارند. ازآنجایی‌که سیستم حمل‌ونقل شهری اصفهان سیستمی پویا و در حال رشد است و همچنین با توجه به جمعیت زیاد شهر و اهمیت شهر در مرکز کشور (چه به لحاظ موقعیت جغرافیایی و چه به لحاظ موقعیت استراتژیکی)؛ بایستی توجه داشت که در صورت وقوع تهدیداتی در شهر، این سیستم حمل‌ونقلی شهری است که می‌تواند تبعات و آسیب‌های ناشی از تهدیدات را به‌شدت کاهش دهد، البته درصورتی‌که توانایی و مشخصات یک سیستم برنامه‌ریزی‌شده برای زمان بحران را داشته باشد (محمدی،۱۳۹۶، ۴). وقوع تهدید و بحران بر روی سیستم‌های حمل‌ونقلی در سطوح درون‌شهری و برون‌شهری سابقه زیادی دارد؛ بنابراین تدوین الگویی جهت مدیریت و کنترل جریان ترافیکی شهرها امری حیاتی و مهم محسوب می‌گردد تا بتواند سیستم را در مواقع بحرانی به ساماندهی قابل قبولی برساند. درصورتی‌که این الگوها تعیین، تدوین و عملیاتی نشده باشند، وقوع بحران می‌تواند کارکرد سیستم را با مشکلات ویژه‌ای روبرو نماید و عملیات امداد و نجات و یا تخلیه جمعیت را در صورت نیاز با چالش‌های عدیده‌ای روبرو نماید.

مبانی نظری

بحران‌ها جزء ویژگی‌های زندگی بشر در قرن حاضر محسوب شده‌اند و هرروز شاهد افزایش تعداد، شدت و گسترش بحران‌های طبیعی، انسان‌ساخت و امنیتی هستیم. همراه با پیچیدگی روزافزون جوامع انسانی، آسیب‌پذیری‌ها نیز افزایش‌یافته و در ترکیب با بلایا، مصائب طبیعی و سوانح فناوری مدرن و نوظهور، بحران‌هایی را شکل می‌دهند که گاه کنترل آن‌ها از دست دولت‌ها و مدیران خارج‌شده و هزینه‌ها و خسارت‌های بی‌سابقه‌ای را برجا می‌گذارند. بحران‌های طبیعی شامل طوفان، سونامی، سیل، زلزله و آتش‌سوزی و خطرات انسان‌ساز شامل انفجار مواد خطرناک، خرابی نیروگاه‌های هسته‌ای یا تجهیزات شیمیایی و حملات تروریستی است (Muhammad et al, 2021). از مهم‌ترین اثرات مخرب بحران به شبکه حمل‌ونقل جاده‌ای می‌توان اشاره کرد که موجب می‌گردد شریان‌های حیاتی در شبکه تخریب گردد. قطع این شریان‌های حیاتی زمان سفر در شبکه را بسیار طولانی می‌کند و حمل‌ونقل کالا و مسافر را با تأخیر زیادی مواجه می‌نماید. برخی از اجزا در شبکه حمل‌ونقل جاده‌ای از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشند که قطع آن‌ها در اثر بروز بحران زمان سفر و هزینه سوخت و دیگر عوامل را در شبکه به میزان قابل‌توجهی افزایش می‌دهد (زینعلی و همکاران، ۱۳۹۲، ۷۹۴).

1. Matlab

مطالعات مربوط به تخلیه اضطراری در سال‌های اخیر به‌خصوص پس از حمله ۱۱ سپتامبر اهمیت خاصی یافته و تمرکز قابل‌توجهی روی تخلیه درون‌شهری قرارگرفته است. هدف اصلی تخلیه، انتقال مردم به خارج از محدوده در معرض خطر با حداکثر سرعت ممکن جهت کاهش تلفات است (Veronica et al, 2021; Gobbin et al,2021). لذا کاهش زمان تخلیه از محدوده خطر می‌تواند نقش حیاتی در کمینه کردن آثار منفی بحران‌ها داشته باشد (ممدوحی و همکاران، ۱۴۰۱، ۱۳۶).

از مهم‌ترین فعالیت‌های اساسی بعد از وقوع بحران‌ها امدادرسانی به اقشار آسیب‌دیده و فراهم کردن محیط ایمن برای افراد در معرض آسیب است. این کار با ارسال نیروهای امدادی به محل‌های آسیب‌دیده و یا انتقال افراد در معرض خطر به مکان ایمن و دور از کانون بحران است. در این میان شبکه راه‌ها یکی از اصلی‌ترین زیرساخت‌هایی است که در موقع بحران نقشی اساسی بازی می‌کند. یک شبکه حمل‌ونقل مطمئن در مواقع بحران می‌تواند کمکی اساسی برای نیروهای امدادی برای کمک به مناطق آسیب‌دیده باشد و یا انتقال افراد به نقاط ایمن را به سهولت امکان‌پذیر نماید و همچنین با ایجاد بستری مناسب و ایمن برای افراد سالم زمینه انتقال و جابه‌جایی افراد به محل‌های امن و تعیین‌شده را فراهم آورد.

ازآنجاکه مسیرهای خروجی شبکه حمل‌ونقل، به هنگام وقوع شرایط اضطراری؛ برای تخلیه اضطراری دارای ظرفیت کافی نیست و اقدام افزایش ظرفیت از طریق ایجاد زیرساخت جدید بسیار هزینه‌بَر است، لذا استفاده بهینه از ظرفیت موجود توصیه می‌شود. به‌منظور بهینه‌سازی فرآیند تخلیه از سیاست‌های مدیریتی مختلف نظیر تغییر جهت خیابان‌ها، تعیین مسیرهای بهینه تخلیه، فازبندی تخلیه، تغییر زمان‌بندی چراغ‌های راهنمایی، اطلاع‌رسانی از طریق تابلوهای پیام متغیر، تأمین ناوگان حمل‌ونقل همگانی (Gao et al, 2019) برای افراد فاقد وسیله نقلیه شخصی و نیز حضور پلیس استفاده می‌شود (Hartama et al,2021).

برای بحران تعریف‌های گوناگونی ارائه‌شده است. به‌طورکلی بحران را به‌صورت زیر می‌توان تعریف نمود (ناطقی الهی، ۱۳۷۹): بحران حادثه‌ای است که به‌طور طبیعی و یا توسط بشر به‌طور ناگهانی و یا به‌صورت فزاینده به وجود آید و سختی و مشقتی را به جامعه انسانی تحمیل نماید که جهت برطرف کردن آن نیاز به اقدامات اساسی و فوق‌العاده است.

سازمان ملل هم تعریف زیر را برای بحران ارائه کرده است (عبداللهی،۱۳۸۲):

بحران، ازکارافتادن عملکرد یک جامعه به علت از دست رفتن گسترده انسان‌ها، مواد و محیط‌زیست است که در آن توانایی بهره‌برداری و اداره منافع در آن جامعه کاملاً کاهش می‌یابد.

در شهرها همیشه تهدیدهایی برای امنیت و سلامت شهروندان وجود دارد که آن‌ها را می‌توان به دو بخش عمدی و غیرعمدی تقسیم نمود. جنگ‌ها و حملات تروریستی ازجمله موارد عمدی می‌باشند. شیوع بیماری‌های خاص، زلزله، سیل و سایر بلایای طبیعی در دسته غیرعمدی طبقه‌بندی می‌شوند. در هنگام بروز بحران می‌بایست اقدامات اضطراری برای کنترل و کاهش صدمات به زیرساخت‌های شهری و شهروندان صورت گیرد. مدیریت بحران عبارت است از فرآیندهای برنامه‌ریزی دستگاه‌های اجرایی و عمومی که با مشاهده، تجزیه‌وتحلیل بحران‌ها به‌صورت یکپارچه، جامع و هماهنگ با استفاده از ابزارهای موجود تلاش می‌کند از بحران‌ها پیشگیری نماید یا در صورت وقوع آن‌ها در جهت کاهش آثار، ایجاد آمادگی لازم، مقابله، امدادرسانی سریع و بهبود اوضاع تا رسیدن به وضعیت عادی و بازسازی تلاش کند؛ بنابراین مدیریت بحران همواره نیازمند نوعی آگاهی سازمان‌یافته است که نتیجه فرآیند مدیریت اطلاعات و تبدیل داده‌های اولیه به دانش است. مدیریت بحران شامل وظایفی نظیر برنامه‌ریزی برای پیشگیری و کاهش اثرات حادثه و آمادگی برای مقابله با آن، جلب مشارکت مردم، سازمان‌دهی، رهبری فعالیت‌ها و درنهایت نظارت و کنترل بر فعالیت‌های مدیریت بحران است

(شاکری و همکاران،۱۳۹۸،۲).

نقش شبکه‌های ارتباطی در امدادرسانی:

ازنظر شهرسازی، راه‌ها و شبکه‌های ارتباطی مهم‌ترین و حساس‌ترین فضای عمومی یک شهر را تشکیل می‌دهند، زیرا علاوه بر این‌که درصد زیادی از اراضی شهری را به خود اختصاص می‌دهند، عنصر شکل‌دهنده شهر و محل اتصال فضاها و عناصر شهری هستند. شبکه معابر و عناصر وابسته به آن از دیدگاه شهرسازی یکی از کاربری‌های عمده هستند که تأثیرگذار بر کاربری‌های دیگر و از طرفی تأثیرپذیر از آن‌ها هستند. ازاین‌رو طبقه‌بندی شبکه معابر درون‌شهری، زیرساخت طرح‌های تفصیلی است و هنگام تهیه طرح تفصیلی این رده‌بندی تا جای ممکن باید رعایت گردد (کامران و همکاران، ۱۳۹۱، ۸).

برنامه‌ریزی حمل‌ونقل شهری:

فرآیندی است که منجر به تصمیم‌گیری در مورد برنامه‌ها و سیاست‌های حمل‌ونقل می‌گردد. هدف این فرآیند تهیه اطلاعات لازم برای تصمیم‌گیری در این مورد است که سیستم حمل‌ونقل چه موقع و در کجا و به چه شکل بهبود یابد. در این فرآیند ابتدا صورت‌مسئله و قلمروی آن شناسایی می‌شود، سپس اهداف و محدودیت‌هایی که به‌وسیله سیستم حمل‌ونقل بایستی برآورده شود؛ شناسایی می‌شود. در مرحله بعد آمار لازم درباره سیستم حمل‌ونقل جمع‌آوری می‌شود و متغیرهای موردنظر بررسی می‌شوند. سپس گزینه‌های موجود ارزیابی‌شده و بین آن‌ها تصمیم‌گیری می‌شود و تغییرات موردنظر در سیستم اعمال خواهد شد (حقانی، شاه‌حسینی، ۱۳۹۴).

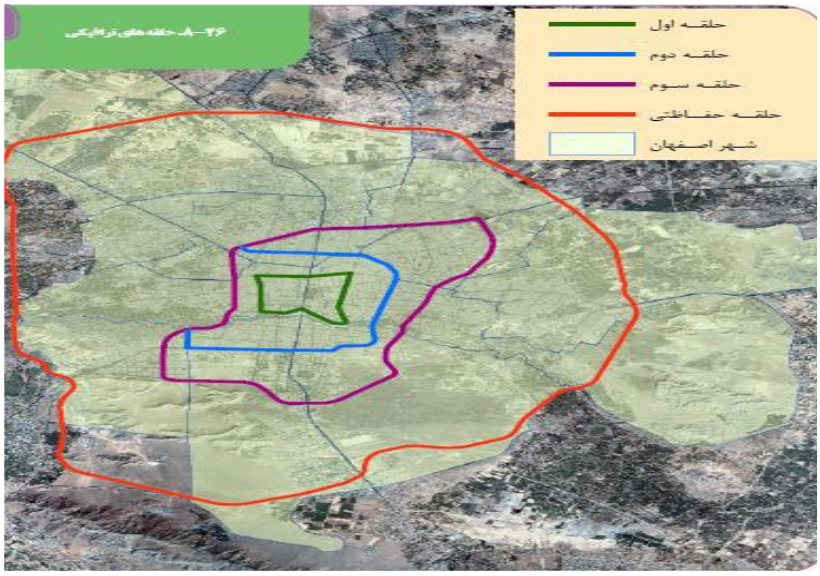
ساختار دسترسی و حلقه‌های ترافیکی کلان‌شهر اصفهان

یکی از ضروری‌ترین نیازهای شهر اصفهان، بهبود سیستم حمل‌ونقل و کاستن از حجم حرکت‌های ترافیکی درون‌شهری است. بر این اساس، در سطح شهر اصفهان سه حلقه ترافیکی به‌عنوان مسیرهای عبوری اصلی طراحی‌شده و حلقه چهارم در حال آماده‌سازی است. حلقه اول در محدوده مرکزی شهر به طول ۱۲/۵ کیلومتر، حلقه دوم در محدوده میانی شهر به طول ۲۴/۵ کیلومتر شامل خیابان‌های شریانی اصلی و حلقه سوم به طول ۴۶ کیلومتر به‌صورت بزرگراه در نظر گرفته‌شده است. حلقه سوم شامل بزرگراه‌های شهید خرازی در غرب، میرزا کوچک خان و شهیدان حبیب‌اللهی، شهید میثمی در جنوب غرب، شهید اقارب پرست و شهدای صفه در جنوب، شهید همت و بخشی از بزرگراه شهید کشوری در جنوب شرق، شهید صیاد شیرازی و شهید آقا بابایی در شرق و شهید چمران و شهید ردانی پور در شمال است. حلقه چهارم با طول حدود ۷۸ کیلومتر و ۲۰ تقاطع غیره مسطح به‌عنوان بیرونی‌ترین مسیر حرکت نسبت به مرکز شهر در نظر گرفته‌شده است. شکل (۱) حلقه‌های ترافیکی شهر اصفهان را نشان می‌دهد.

روش پژوهش

پژوهش حاضر، ازنظر روش توصیفی و تحلیلی و ازنظر هدف کاربردی- توسعه‌ای است. در این تحقیق بر اساس مدل‌سازی شبکه حمل‌ونقل در نرم‌افزار تخصصی ترنسکد، روشی برای اولویت‌بندی نقش راه‌ها در شبکه معابر شهری در زمان تخلیه پیشنهادشده است. به همین سبب از زمان سفر کل شبکه به‌عنوان معیاری برای تعیین بهره‌وری و کارایی شبکه حمل‌ونقل استفاده‌شده است. با در نظر گرفتن ۱۶ سناریو؛ ماتریس تقاضا برای شرایط تخلیه شبکه حمل‌ونقل

اصفهان با استفاده از مدل جاذبه با یک محدودیت به دست آمد. سپس با استفاده از نرم‌افزار ترنسکد تخصیص ترافیک انجام گرفت و مطابق روند ذکرشده، مسیرهای تعیین‌شده؛ به ترتیب از شبکه حذف‌شده و فرایند تخصیص صورت گرفت. جهت تعیین جمعیتی که در هر ساعت سفر خروج از شهر را انجام می‌دهند، ۳۰ درصد از جمعیت شهر در نظر گرفته می‌شود. در این پژوهش با توجه به اطلاعات آمارگیری نفوس و مسکن سال ۹۵ متوسط جمعیت خانوار در مناطق شهری حدوداً ۳/۵ نفر است (سرشماری عمومی نفوس و مسکن،۱۳۹۵).

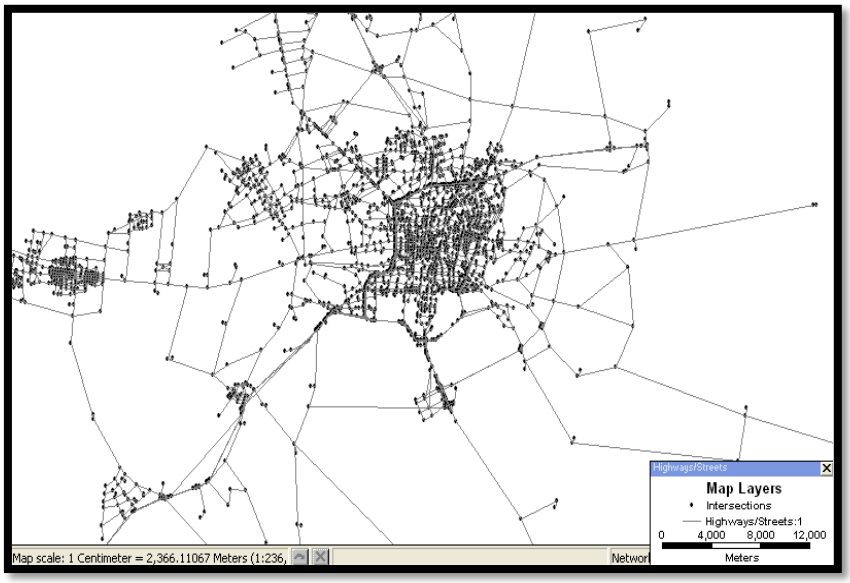


شکل ۱. حلقه‌های ترافیکی شهر اصفهان، منبع: (محمدی، ۱۳۹۶)

نرم‌افزار ترنسکد

این نرم‌افزار یک نرم‌افزار حاوی اطلاعات جغرافیایی کامل است که به‌منظور برنامه‌ریزی، مدیریت و تحلیل شرایط سیستم‌های حمل‌ونقل و تسهیلات آن به کار می‌رود. ترنسکد یک نرم‌افزار مدل‌سازی تقاضای سفر انعطاف‌پذیر و قدرتمند است (wong, 2007). این نرم‌افزار می‌تواند با بسیاری از نرم‌افزارهای دیگر حمل‌ونقلی و ترافیکی و نرم‌افزارهای گرافیکی ارتباط برقرار کند. به‌منظور انجام تخصیص ترافیک نرم‌افزارهای محدودی مورداستفاده قرار می‌گیرند که در این مطالعه از نرم‌افزار TransCAD4.5 که جزء بروزترین و مشهورترین نرم‌افزارهای تخصصی مهندسی حمل‌ونقل است، استفاده‌شده است. برای انجام تخصیص ترافیک با استفاده از نرم‌افزار ترنسکد لازم است که شبکه معابر، ماتریس تقاضای مبدأ- مقصد و سپس تابع عملکرد به نرم‌افزار معرفی شود و پس‌ازآن نرم‌افزار عمل تخصیص را انجام می‌دهد و خروجی‌های آن شامل جریان تعادلی هر کمان در هر جهت، زمان سفر هر کمان در هر جهت، نسبت حجم به ظرفیت هر کمان و ... است.

شبکه‌های حمل‌ونقل معمولاً دارای دولایه هستند: یکی لایه گره‌ها و دیگری لایه کمان‌ها. لایه گره‌ها شامل تقاطع‌ها و مراکز نواحی ترافیکی (به‌عنوان تولیدکننده و جذب‌کننده عمده سفرها) و لایه کمان‌ها شامل مسیرهای عبور دهنده جریان ترافیکی بین گره‌ها هستند. شبکه حمل‌ونقل شهر اصفهان نیز مطابق آنچه ذکر شد شامل دولایه است و شمای کلی این شبکه در شکل (۲) مشاهده می‌شود.



شکل ۲. شمای کلی شبکه حمل‌ونقل شهر اصفهان

از مجموع گره‌های موجود در شبکه، گره‌های ۱ تا ۱۸۵ و ۱۸۷ و ۱۹۰ و ۱۹۱ مربوط به مراکز نواحی ترافیکی شهر اصفهان هستند؛ بنابراین این نقاط به‌عنوان مبادی سفرهای خروج از شهر هنگام وقوع بحران در نظر گرفته‌شده‌اند. مقاصد این سفرها خروجی‌های ۱۵ گانه شهر هستند که در زیر به‌صورت فهرست‌وار ارائه می‌شوند:

در سمت شمال، آزادراه معلم (جاده گز) با شماره گره ۱۶۶۶، بلوار آزادگان (جاده خورزوق) با شماره گره ۴۴۲۰، جاده اصفهان– دولت‌آباد با شماره گره ۲۰۰۲ و بلوار زینبیه (جاده حبیب‌آباد) با شماره گره ۲۰۰۳ در شبکه حمل‌ونقل معرفی می‌شود.

در سمت شرق، بزرگراه فرودگاه با شماره گره ۳۶۳۳، جاده قهجاورستان با شماره گره ۳۶۵۱، جاده نائین با شماره گره ۳۶۵۷ و جاده ورزنه (امتداد روشن دشت) با شماره گره ۳۶۹۶ در شبکه حمل‌ونقل معرفی می‌شود.

در سمت جنوب، جاده آبشار با شماره گره ۳۶۸۴، جاده بهارستان با شماره گره ۳۷۰۸، تقاطع جاده کمربندی غرب با شهر ابریشم با شماره گره ۶۴۷۰، آزادراه ذوب‌آهن با شماره گره ۴۶۳۹ در شبکه حمل‌ونقل معرفی می‌شود.

در سمت غرب، جاده نجف‌آباد (بلوار آتشگاه) با شماره گره ۳۸۹۶، بزرگراه دانشگاه صنعتی اصفهان با شماره گره ۳۸۳۵ و بزرگراه آزادگان (جاده شاهین‌شهر) با شماره گره ۱۶۵۳ در شبکه حمل‌ونقل معرفی می‌شود. این خروجی‌ها در شکل ۳ نمایش داده‌شده‌اند.

شکل ۳. شمای کلی شبکه حمل‌ونقل شهر اصفهان و خروجی‌های ۱۵ گانه بیان‌شده

منبع: (معاونت حمل‌ونقل و ترافیک شهر اصفهان، ۱۳۹۴).

معرفی توابع زمان سفر- حجم مورداستفاده

به‌منظور تعیین عملکرد شبکه حمل‌ونقل تحت تقاضای اعمال‌شده روی آن لازم است از توابعی استفاده شود تا این ارتباط میان عرضه و تقاضا در شبکه مشخص گردد. یکی از پرکاربردترین توابع عملکردی که در منابع مورداستفاده قرارگرفته رابطه (۱) است که در این مطالعه نیز به‌عنوان تابع زمان سفر- حجم استفاده‌شده است. شکل عمومی تابع عملکردی (زمان سفر – حجم) که در این مطالعه برای برآورد زمان سفر وسیله نقلیه همسنگ سواری در کمان‌های شبکه مورداستفاده قرارگرفته مطابق رابطه (۱) است که در مطالعات جامع حمل‌ونقل شهر اصفهان، با روش رگرسیون برای معابر مختلف شهر اصفهان به‌دست‌آمده است (رهگذر و همکاران، ۱۳۹۷، ۵۷).

رابطه ۱) $$t(V) = t_0\left[1 + 0.15(\frac{V}{Q})^4\right]$$

که در آن،

$t(V)$ = متوسط زمان سفر برای طی یک کیلومتر از طول راه (برحسب دقیقه)،

t_0 = متوسط زمان سفر آزاد برای طی یک کیلومتر از طول راه (برحسب دقیقه)،

V = حجم جریان ترافیک (برحسب وسیله نقلیه همسنگ سواری در ساعت برای یک متر عرض عبور)،

Q = ظرفیت عملی (برحسب وسیله نقلیه همسنگ سواری در ساعت برای یک متر عرض عبور).

جدول ۱. مقادیر پارامترهای t_0 و Q و کد تابع زمان سفر – تأخیر هر کمان در شبکه اصفهان

کد نوع کمان	مشخصات کمان	پارامترهای تابع زمان سفر حجم	
		زمان سفر آزاد (t0)	ظرفیت عملی (Q)
۱	دسترسی	۱/۵۰	۱۰۰
۲	جمع کننده	۱/۳۳	۱۶۵
۳	شریانی درجه ۲ (تجاری دوطرفه، یک‌طرفه یا خط ویژه در جهت مقابل، یا یک‌طرفه با دو طرف پارکینگ)	۱/۲۰	۱۸۰
۳	شریانی درجه ۲ (غیرتجاری)	۱/۲۰	۱۹۰
۳	شریانی درجه ۲ (تجاری یک‌طرفه با پارکینگ در یک‌طرف)	۱/۱۰	۲۱۰
۴	شریانی درجه ۱ (بلوار با عرض کم یا میانه کم)	۱/۰	۲۱۰
۴	شریانی درجه ۱ (بلوار با عرض زیاد)	۱/۰	۲۵۰
۵	تند راه شهری	۰/۷۵	۳۷۰
۶	آزادراه شهری	۰/۷۵	۳۷۰
۱۱	جاده فرعی (برون‌شهری)	۱/۰۰	۱۵۰
۱۲	جاده اصلی ۲ خطه (برون‌شهری)	۰/۸۶	۲۰۰
۱۳	جاده اصلی چند خطه جدا نشده (برون‌شهری)	۰/۸۶	۲۵۰
۱۴	تند راه برون‌شهری	۰/۷۵	۳۷۰
۱۵	آزادراه (برون‌شهری)	۰/۷۵	۳۷۰
۱۰	خیابان خاکی	۳/۰۰	۱۰۰
۷	رمپ	۱/۵۰	۱۵۰
۸۸	ریل	–	–
۹۸	پیاده	–	–
۹۹	اتصال به مرکز ناحیه	۲/۰۰	–

ماتریس مبدأ- مقصد

ازآنجایی‌که اطلاعاتی درگذشته مبنی بر چگونگی و حجم سفرهای انجام‌شده در شهر اصفهان در دست نیست، جهت تحلیل و بررسی عملکرد شبکه حمل‌ونقل هنگام بحران لازم است با استفاده از روشی ماتریس مبدأ- مقصد تخمین زده شود تا اجرای فرآیند تخصیص ترافیک امکان‌پذیر باشد. بنابراین مبدأ سفرها، ناحیه ترافیکی ۱ تا ۱۸۵، ۱۸۷، ۱۸۹، ۱۹۰ و ۱۹۱ که در شهر اصفهان است در نظر گرفته می‌شوند و مقاصد این سفرها خروجی‌های ۱۵ گانه شهر هستند که جمعیت مستقر در این نواحی باید از شهر تخلیه شوند؛ لذا با بررسی و مطالعه منابع این نتیجه حاصل گشت که استفاده از روش توزیع سفر مدل جاذبه با یک محدودیت می‌تواند مناسب‌ترین گزینه باشد (رهگذر و همکاران،۱۳۹۷).

رابطه ۲) $$T_{ij} = \frac{\beta_i . POP}{\alpha_i} \times \frac{e^{-d_{ij}}}{\sum_i e^{-d_{ij}}}$$

رابطه ۳) $$\sum_i T_{ij} = O_i$$

که در آن Tij تعداد سفر تولیدشده از ناحیه i به ناحیه j، Oi تولید سفر در ناحیه i، dij کوتاه‌ترین مسافت بین مبدأ- مقصد، αi متوسط جمعیت خانوار به‌عنوان ضریب سرنشین، βi درصد جمعیت ناحیه i که قصد تخلیه دارند و POP جمعیت در ناحیه i است.

رابطه (۲) بیان می‌کند که تعداد تقاضای سفر از ناحیه i به ناحیه j تابعی از میزان تولید سفر در ناحیه i (شامل جمعیت ناحیه، متوسط تعداد خانوار در ناحیه و ضریبی از جمعیت که در هر ناحیه در هر ساعت تصمیم به تخلیه می‌گیرند) و تقسیم نسبت تابع‌نمایی قرینه کوتاه‌ترین مسافت طی شده بین مبدأ- مقصد موردنظر به مجموع تابع‌نمایی قرینه

کوتاه‌ترین مسافت طی شده بین این مبدأ و تمامی مقاصد در دسترس به‌عنوان تابع هزینه سفر از ناحیه i به j است. رابطه (۳) مربوط به محدودیت مدل توزیع سفر جاذبه است که بیان می‌کند، مجموع تعداد تقاضای سفر از هر ناحیه به نواحی دیگر برابر تولید سفر ناحیه است.

جهت تعیین جمعیتی که در هر ساعت سفر خروج از شهر را انجام می‌دهند، درصدی از جمعیت شهر در نظر گرفته می‌شود. در این پژوهش مقادیر ۰٫۳ از جمعیت هر ناحیه در نظر گرفته‌شده است. با توجه به اطلاعات آمارگیری نفوس و مسکن سال ۹۵ متوسط جمعیت خانوار در مناطق شهری حدود ۳/۵ نفر است. درنتیجه αi در رابطه (۲)، برابر ۳/۵ است. جمعیت در هر ناحیه هم با استفاده از اطلاعات آمارگیری نفوس و مسکن به‌دست‌آمده است و در جدول (۲) نمونه‌ای از جمعیت ناحیه ترافیکی نشان داده‌شده است؛ بنابراین در مرحله اول بایستی کوتاه‌ترین مسیرها بین مبادی و مقاصد با استفاده از نرم‌افزار TransCAD محاسبه‌شده و مطابق روابط بالا ماتریس‌های مبدأ- مقصد ساخته‌شده است.

جدول ۲. جمعیت نواحی ترافیکی شهر اصفهان

جمعیت	ناحیه ترافیکی	جمعیت	ناحیه ترافیکی	جمعیت	ناحیه ترافیکی	جمعیت	ناحیه ترافیکی
۳۸۳۱	۲۵	۲۰۶۹	۱۷	۳۱۱۶	۹	۱۶۷	۱
۱۱۸۸۳	۲۶	۷۳۳۷	۱۸	۳۵۶۲	۱۰	۴۴	۲
۶۷۴۷	۲۷	۴۶۷۶	۱۹	۲۵۹۹	۱۱	۹۳۷	۳
۳۴۶۶	۲۸	۶۴۹۴	۲۰	۶۴۱	۱۲	۶۰۸	۴
۳۲۲۴	۲۹	۷۹۲۳	۲۱	۳۲۱۲	۱۳	۲۵۴۰	۵
۴۲۴۵	۳۰	۸۷۵۱	۲۲	۵۱۷۸	۱۴	۱۲۷۲	۶
۳۰۴۵	۳۱	۵۷۷۵	۲۳	۶۹۴۰	۱۵	۱۹۱۸	۷
۶۵۱۵	۳۲	۶۶۲۲	۲۴	۴۴۲۴	۱۶	۳۶۸۱	۸

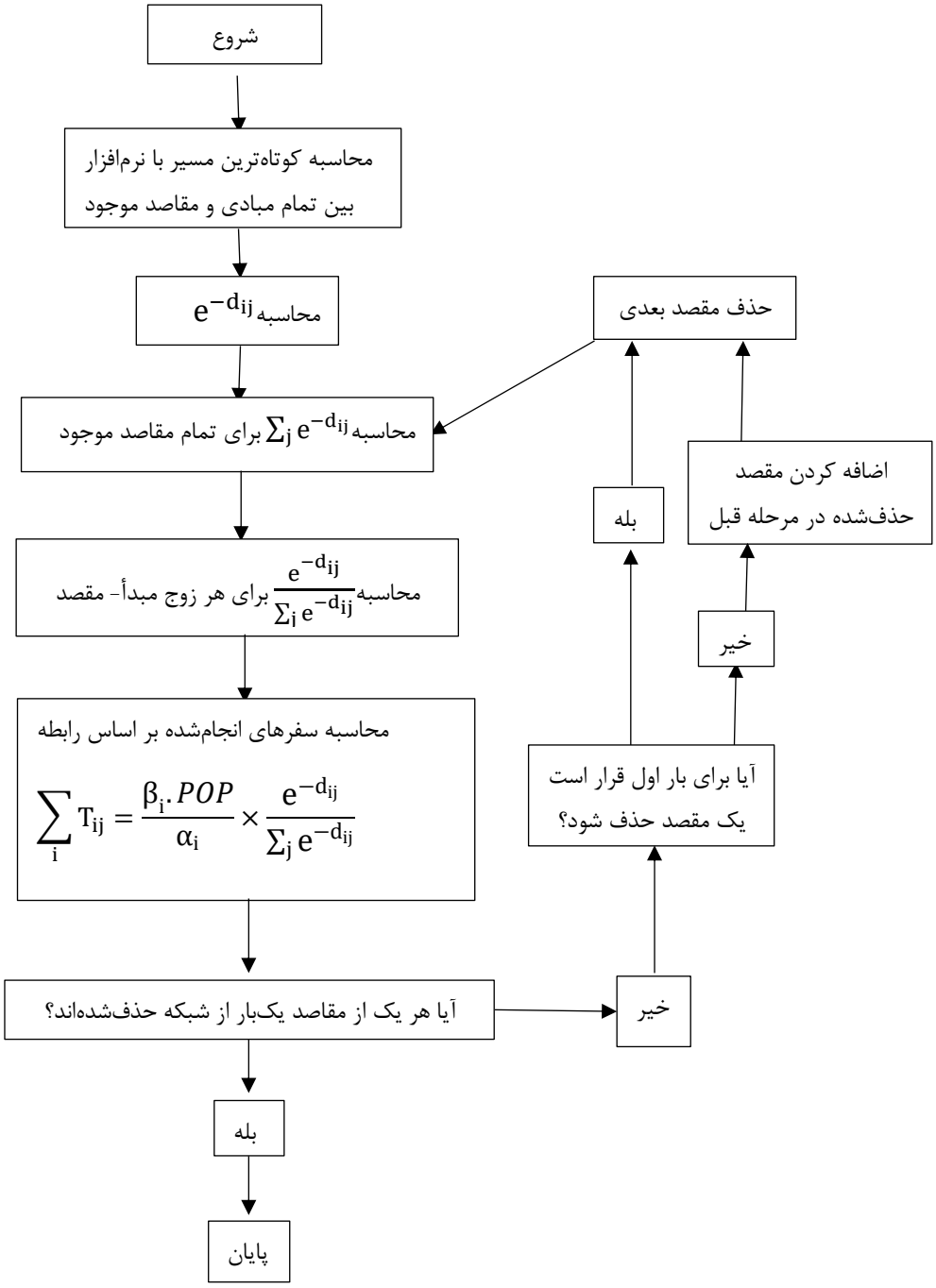
منبع: (معاونت حمل‌ونقل و ترافیک شهر اصفهان، ۱۳۹۴)

مسدود شدن خروجی‌ها

هنگام وقوع بحران براثر پیشامدهای احتمالی ممکن است هر یک از مسیرهای خروجی مفروض دچار مشکل شوند و در این صورت توانایی خدمت‌رسانی به مردم را ندارند. مسدود شدن هر یک از این مسیرها می‌تواند اثرات متفاوتی در شبکه حمل‌ونقل ایجاد نماید؛ برای تعیین میزان اثرگذاری حذف هر یک از این مسیرها روی شبکه ماتریس‌های مبدأ- مقصد باید بازسازی شوند. روش بازسازی این ماتریس‌ها در شکل (۴) نشان داده‌شده است. جدول (۳) نمونه محاسبات ماتریس مبدأ-مقصد را نشان می‌دهد.

یافته‌ها

در این پژوهش سعی شده است ابتدا میزان اهمیت و تأثیرگذاری هر یک از خروجی‌های مفروض در شهر اصفهان با استفاده از نتایج به‌دست‌آمده از فرآیند تخصیص ترافیک بررسی شود؛ بدین منظور در هر سناریو یکی از خروجی‌ها ازنظر عملکردی از شبکه حذف‌شده و اجرای فرآیند صورت گرفته است. این سناریوها به‌اختصار به نام همان خروجی که از شبکه حذف‌شده نام‌گذاری شده‌اند. در جدول (۴) نامی که ازاین‌پس قرار است به‌اختصار به هر یک از سناریوها اطلاق شود، مشاهده می‌شود.



شکل ٤. مراحل انجام کار مدل‌سازی پیشنهادی

جدول ۳. نمونه محاسبات ماتریس مبدأ–مقصد

Origin	destination	Distance (m)	$e^{-d_{ij}}$	$\sum_j e^{-d_{ij}}$	$\frac{e^{-d_{ij}}}{\sum_j e^{-d_{ij}}}$	POP
۱	۱۶۵۳	۲۲۷۰۵	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۴۱	۰/۰۰۰۰۰۳	۱۶۷
۱	۱۶۶۶	۱۹۲۰۶	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰		۰/۰۰۰۱۱۰	
۱	۲۰۰۲	۱۲۳۹۳	۰/۰۰۰۰۰۴۱۶		۰/۱۰۱۱۰۰	
۱	۲۰۰۳	۱۳۰۴۲	۰/۰۰۰۰۰۲۱۷		۰/۰۵۲۷۷۹	
۱	۳۶۳۳	۱۸۰۳۷	۰/۰۰۰۰۰۰۰۱		۰/۰۰۰۳۵۶	
۱	۳۶۵۱	۱۷۷۹۹	۰/۰۰۰۰۰۰۰۲		۰/۰۰۰۴۵۲	
۱	۳۶۵۷	۱۲۰۴۱	۰/۰۰۰۰۰۵۹۰		۰/۱۴۳۴۶۸	
۱	۳۶۸۴	۱۲۹۱۴	۰/۰۰۰۰۰۲۴۷		۰/۰۶۰۱۰۶	
۱	۳۶۹۶	۲۰۴۳۴	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰		۰/۰۰۰۰۳۳	
۱	۳۷۰۸	۱۸۴۰۱	۰/۰۰۰۰۰۰۰۱		۰/۰۰۰۲۴۸	

در این مطالعه ۱۵ سناریو معرفی‌شده است که به تفکیک به آن اشاره می‌شود: سناریو ۱ الی ۱۵ در جدول (۴) به تفکیک عنوان‌شده است و سناریویی که به‌عنوان سناریو پایه نام‌گذاری شده است، به این معنی است که هیچ تغییری روی شبکه انجام‌نشده است.

جدول ٤. معرفی سناریوها

نام مختصر	توضیح
پایه	در این سناریو هیچ تغییری روی شبکه انجام‌نشده است
۴۶۳۹	در این سناریو خروجی آزادراه ذوب‌آهن حذف‌شده است
۱۶۶۶	در این سناریو خروجی آزادراه معلم (جاده گز) حذف‌شده است
۲۰۰۲	در این سناریو خروجی جاده اصفهان– دولت‌آباد حذف‌شده است
۳۶۵۷	در این سناریو خروجی جاده نائین حذف‌شده است
۳۸۳۵	در این سناریو خروجی بزرگراه دانشگاه صنعتی اصفهان حذف‌شده است
۳۶۸۴	در این سناریو خروجی جاده آبشار حذف‌شده است
۳۶۳۳	در این سناریو خروجی بزرگراه فرودگاه حذف‌شده است
۳۷۰۸	در این سناریو خروجی جاده بهارستان حذف‌شده است
۳۸۹۶	در این سناریو خروجی جاده نجف‌آباد (بلوار آتشگاه) حذف‌شده است
۳۶۵۱	در این سناریو خروجی جاده قهجاورستان حذف‌شده است
۳۶۹۶	در این سناریو خروجی جاده ورزنه (امتداد روشن دشت) حذف‌شده است
۶۴۷۰	در این سناریو خروجی تقاطع جاده کمربندی غرب با شهر ابریشم حذف‌شده است
۱۶۵۳	در این سناریو خروجی بزرگراه آزادگان (جاده شاهین‌شهر) حذف‌شده است
۴۴۲۰	در این سناریو خروجی بلوار آزادگان (جاده خورزوق) حذف‌شده است
۲۰۰۳	در این سناریو خروجی بلوار زینبیه (جاده حبیب‌آباد) حذف‌شده است

به‌عنوان‌مثال در شکل (۵) مسدود شدن خروجی ۴۶۳۹ (آزادراه ذوب‌آهن)، سناریو شماره ۱ را در شبکه حمل‌ونقل کلان‌شهر اصفهان را نشان می‌دهد.

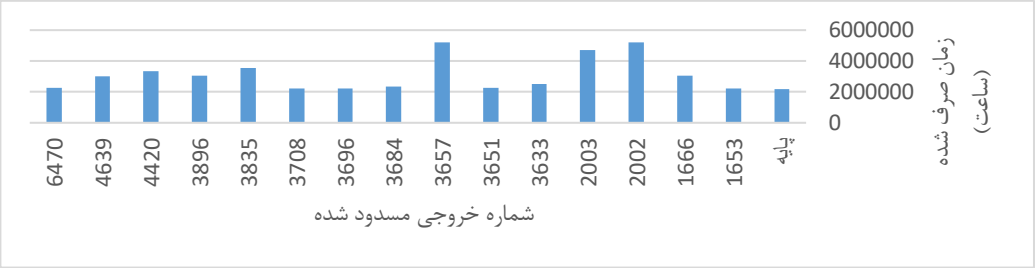
شکل ۵. مسدود شدن خروجی ۴۶۳۹ (آزادراه ذوب‌آهن)

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از اجرای فرآیند تخصیص هنگام مسدود شدن هر یک از خروجی‌ها بر اساس ماتریس ۳۰ درصدی، زمان صرف شده در کل شبکه حمل‌ونقل در یک ساعت در مقایسه با سناریوی پایه به شرح شکل ۶ به‌دست‌آمده است. بر این اساس میزان تأثیرگذاری هر یک از خروجی‌های شهر بر پارامتر زمان صرف شده در شبکه حمل‌ونقل به‌صورت زیر خواهد بود. این در حالی است که در سناریوی پایه میزان زمان صرف شده برابر با 2190654 ساعت در هر ساعت است (جدول ۵).

جدول ۵. رتبه‌بندی خروجی‌ها بر اساس میزان تأثیرگذاری حذف هر خروجی روی زمان صرف شده خروج از شهر (ماتریس ۳۰٪)

رتبه	شماره خروجی	زمان صرف شده (ساعت)	درصد تغییر نسبت به وضعیت پایه	رتبه	شماره خروجی	زمان صرف شده (ساعت)	درصد تغییر نسبت به وضعیت پایه
۱	۳۶۵۷	۵۲۱۶۴۰۵	۱۲/۱۳۸	۹	۳۶۳۳	۲۵۰۰۷۷۴	۱۶/۱۴
۲	۲۰۰۲	۵۱۸۶۷۹۲	۷۷/۱۳۶	۱۰	۳۶۸۴	۲۳۶۴۴۶۱	۹۳/۷
۳	۲۰۰۳	۴۷۲۲۶۷۹	۵۸/۱۱۵	۱۱	۳۶۵۱	۲۲۷۵۹۶۶	۸۹/۳
۴	۳۸۳۵	۳۵۵۶۶۴۷	۳۶/۶۲	۱۲	۶۴۷۰	۲۲۵۵۷۳۴	۹۷/۲
۵	۴۴۲۰	۳۳۲۲۱۰۲	۶۵/۵۱	۱۳	۳۷۰۸	۲۲۱۴۴۴۴	۰۹/۱
۶	۱۶۶۶	۳۰۵۷۶۹۴	۵۸/۳۹	۱۴	۱۶۵۳	۲۲۱۲۳۷۵	۹۹/۰
۷	۳۸۹۶	۳۰۵۳۸۸۹	۴۱/۳۹	۱۵	۳۶۹۶	۲۲۰۳۱۹۲	۵۷/۰
۸	۴۶۳۹	۳۰۰۸۳۶۴	۳۳/۳۷	۱۶	پایه	۲۱۹۰۶۵۴	–

در رتبه‌بندی خروجی‌ها بر اساس میزان تأثیرگذاری حذف هر خروجی روی زمان صرف شده برای خروج از شهر سناریو شماره ۴ (جاده نائین) در رتبه اول و سناریو پایه در رتبه آخر قرار گرفت.



شکل ۶. زمان صرف شده در کل شبکه حمل‌ونقل بر اساس ماتریس ۳۰ درصدی براثر مسدود شدن خروجی‌ها

شکل ۷. کل زمان صرف شده در شبکه و در سناریو ۳۶۵۷ (جاده نائین) را نشان می‌دهد

یکی از معیارهایی که می‌تواند نشان‌دهنده میزان تأثیر حذف هر یک از خروجی‌های شهر باشد، فشار حجم ترافیک بر روی کمان‌ها (معابر) شبکه است که می‌توان با استفاده از پارامتر v/c به معنای حجم تقسیم‌بر ظرفیت برای هر کمان اندازه گرفت؛ بر این اساس مجموع طول کمان‌هایی که در آن‌ها حجم بیش از ظرفیت است به‌عنوان معیاری برای مقایسه سناریوها می‌تواند در نظر گرفته شود. در جدول (۶) این مقدار برای تمام سناریوها مشاهده می‌شود. در رتبه‌بندی خروجی‌ها بر اساس مجموع طول کمان‌ها دارای حجم بیش از ظرفیت سناریو ۴۶۳۹ (آزادراه ذوب‌آهن) در رتبه اول و سناریو ۲۰۰۳ (خروجی بلوار زینبیه (جاده حبیب‌آباد)) در رتبه آخر قرار گرفت.

جدول ۶. رتبه‌بندی خروجی‌ها بر اساس مجموع طول کمان‌ها دارای حجم بیش از ظرفیت (ماتریس ۳۰٪)

رتبه	شماره خروجی	مجموع طول کمان‌ها با حجم بیش از ظرفیت (متر)	درصد تغییر نسبت به وضعیت پایه	رتبه	شماره خروجی	مجموع طول کمان‌ها با حجم بیش از ظرفیت (متر)	درصد تغییر نسبت به وضعیت پایه
۱	۴۶۳۹	۸۸۷۷۸۱	۵۵/۲۷	۹	۳۷۰۸	۷۰۰۸۴۰	۷۰/۰
۲	۱۶۶۶	۷۹۴۰۲۵	۰۸/۱۴	۱۰	۳۶۵۱	۶۹۶۵۹۸	۰۹/۰
۳	۲۰۰۲	۷۵۲۲۰۵	۰۸/۸	۱۱	پایه	۶۹۶۰۰۰	–
۴	۳۸۳۵	۷۴۹۴۸۴	۶۸/۷	۱۲	۳۶۸۴	۶۹۰۹۸۲	-۷۲/۰
۵	۳۶۵۷	۷۲۵۷۱۶	۲۷/۴	۱۳	۳۶۹۶	۶۸۳۵۱۴	-۷۹/۱
۶	۶۴۷۰	۷۱۲۰۲۷	۳۰/۲	۱۴	۱۶۵۳	۶۷۷۸۸۹	-۶۰/۲
۷	۳۶۳۳	۷۱۱۲۴۰	۱۹/۲	۱۵	۳۸۹۶	۶۶۳۵۷۹	-۶۶/۴
۸	۴۴۲۰	۷۰۶۷۷۰	۵۵/۱	۱۶	۲۰۰۳	۶۵۵۶۸۱	-۷۹/۵

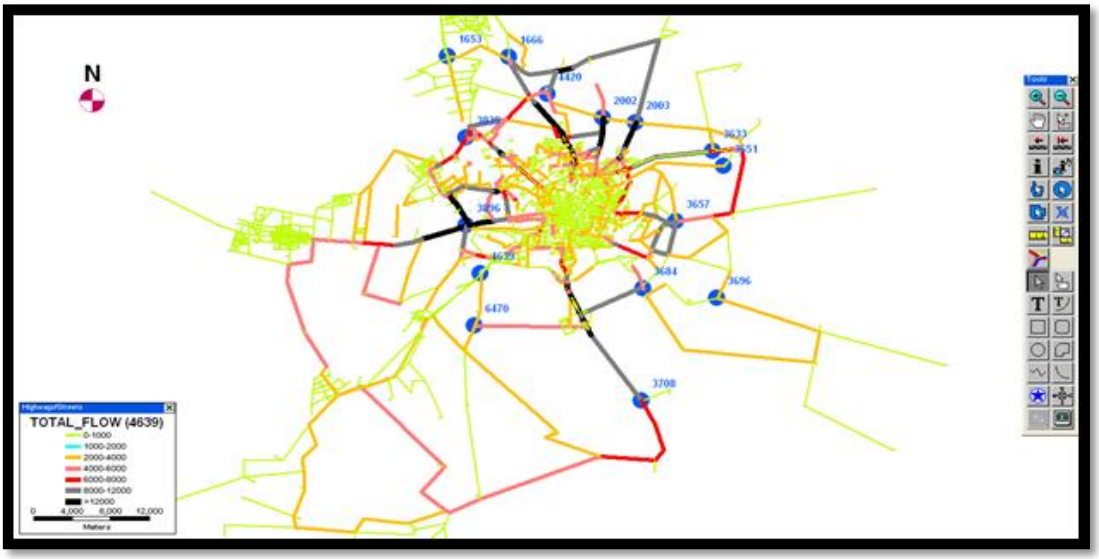
شاخص خدمات ترافیکی نشانگر هزینه‌های لجستیکی و جاری در حمل‌ونقل مانند راهنمایی و رانندگی، معاونت

حمل‌ونقل و ترافیک و غیره است که با اعمال سناریوهای مختلف در شبکه متغیر خواهد بود. سیاست‌های ایجاد تغییر در بخش عرضه یا در بخش مدیریت تقاضای شبکه حمل‌ونقل همواره باعث تغییراتی در حجم ترافیک بخش‌های متفاوت شبکه خواهد شد. این مسئله سبب می‌شود بخش‌های دیگر شبکه بیشتر در معرض آسیب‌دیدگی قرار گیرند؛ لذا شاخص تسهیلات نشانگر تأثیر اعمال سیاست‌های مختلف حمل‌ونقل نقلی در سایر قسمت‌های شبکه است. لازم به ذکر است که تردد انواع مختلف وسایل نقلیه تأثیر متفاوتی در این زمینه‌دارند (خشایی پور و همکاران،۱۳۹۰).

جهت محاسبه هزینه‌های تسهیلاتی و ترافیکی مقادیر ارائه‌شده در مقاله اشاره‌شده بر اساس نرخ تورم برای سال ۹۸ رشد داده‌شده و در کیلومتر پیموده شده در هر کمان ضرب شده است و مقادیر این هزینه‌ها در جدول (۸) نشان داده‌شده است.

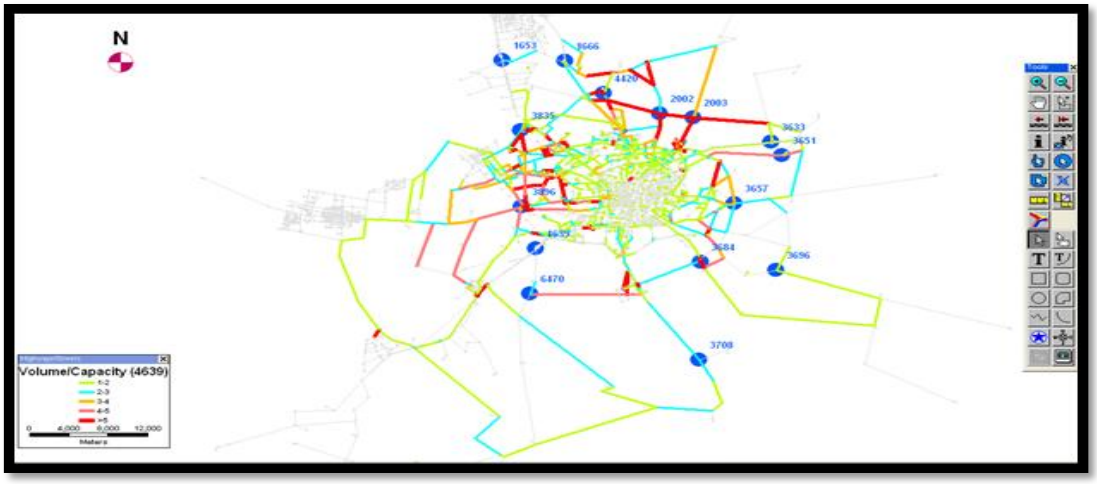
جدول ۷. رتبه‌بندی خروجی‌ها بر اساس مجموع طول کمان‌ها دارای حجم بیش از ۲ برابر ظرفیت (ماتریس ۳۰ درصدی)

رتبه	شماره خروجی	مجموع طول کمان‌ها با حجم بیش از ۲ برابر ظرفیت (متر)	درصد تغییر نسبت به وضعیت پایه	رتبه	شماره خروجی	مجموع طول کمان‌ها با حجم بیش از ۲ برابر ظرفیت (متر)	درصد تغییر نسبت به وضعیت پایه
۱	۴۶۳۹	۴۵۴۵۴۰	۸۶/۳۷	۹	پایه	۳۲۹۷۰۰	–
۲	۱۶۶۶	۴۱۱۶۴۰	۸۵/۲۴	۱۰	۳۸۹۶	۳۲۶۵۷۰	-۹۵/۰
۳	۳۶۵۷	۳۵۸۸۸۰	۸۵/۸	۱۱	۱۶۵۳	۳۲۶۵۰۰	-۹۷/۰
۴	۳۸۳۵	۳۵۴۸۴۰	۶۳/۷	۱۲	۴۴۲۰	۳۲۶۱۱۰	-۰۹/۱
۵	۳۶۹۶	۳۴۷۹۳۰	۵۳/۵	۱۳	۳۶۸۴	۳۲۲۴۰۰	-۲۱/۲
۶	۲۰۰۲	۳۴۷۲۲۰	۳۱/۵	۱۴	۳۶۵۱	۳۱۸۳۸۰	-۴۳/۳
۷	۳۶۳۳	۳۳۹۲۴۰	۸۹/۲	۱۵	۲۰۰۳	۳۱۳۴۳۰	-۹۳/۴
۸	۳۷۰۸	۳۳۳۶۷۰	۲۰/۱	۱۶	۶۴۷۰	۲۹۷۰۹۰	-۸۹/۹



شکل ۸. مجموع طول کمان‌ها دارای حجم بیش از ظرفیت سناریو ۴۶۳۹ (آزادراه ذوب‌آهن) را نشان می‌دهد

در رتبه‌بندی خروجی‌ها بر اساس مجموع طول کمان‌ها دارای حجم بیش از ۲ برابر ظرفیت سناریو ۴۶۳۹ (آزادراه ذوب‌آهن) در رتبه اول و سناریو ۶۴۷۰ (جاده کمربندی غرب با شهر ابریشم) در رتبه آخر قرار گرفت (جدول ۷).



شکل ۹. مجموع طول کمان‌های دارای حجم بیش از ۲ برابر ظرفیت سناریو ۴۶۳۹ (آزادراه ذوب‌آهن) را در ماتریس ۳۰ درصدی را نشان می‌دهد

جدول ۸. رتبه‌بندی سناریوها بر اساس هزینه تسهیلات و خدمات ترافیکی برحسب میلیون ریال بر ساعت (ماتریس ۳۰ درصدی)

رتبه	سناریو	هزینه تسهیلات (میلیون ریال/ ساعت)	هزینه خدمات ترافیکی (میلیون ریال/ ساعت)	رتبه	سناریو	هزینه تسهیلات (میلیون ریال/ ساعت)	هزینه خدمات ترافیکی (میلیون ریال/ ساعت)
۱	۴۶۳۹	۶۶/۲۰۳۳	۷۲/۱۹۷	۹	۳۸۹۶	۱۴۹۸/۰۱	۱۴۵/۶۴
۲	۱۶۶۶	۱۷۴۰/۷۹	۱۶۹/۲۴	۱۰	پایه	۱۴۸۴/۱۱	۱۴۴/۲۹
۳	۲۰۰۲	۱۶۴۶ /۵۰	۰۷/۱۶۰	۱۱	۳۶۵۱	۱۴۷۴/۱۳	۱۴۳/۳۲
۴	۳۶۵۷	۱۶۱۳/۳۱	۱۵۶/۸۵	۱۲	۳۶۹۶	۸۵/۱۴۷۱	۰۹/۱۴۳
۵	۳۸۳۵	۱۵۸۳/۶۲	۱۵۳/۹۶	۱۳	۶۴۷۰	۱۴۶۹/۸۴	۱۴۲/۹۰
۶	۳۶۸۴	۱۵۴۴/۱۵	۱۵۰/۱۲	۱۴	۱۶۵۳	۱۴۵۳/۰۷	۱۴۱/۲۷
۷	۳۶۳۳	۱۵۲۱/۰۹	۱۴۷/۸۸	۱۵	۴۴۲۰	۱۴۲۸/۱۹	۱۳۸/۸۵
۸	۳۷۰۸	۱۵۰۳/۳۰	۱۴۶/۱۵	۱۶	۲۰۰۳	۱۳۸۱/۸۴	۱۳۴/۳۴

در رتبه‌بندی سناریوها بر اساس هزینه تسهیلات و خدمات ترافیکی سناریو ۴۶۳۹ در رتبه اول و سناریو ۲۰۰۳ در رتبه آخر قرار گرفت.

نتیجه‌گیری

موضوع تأمین امنیت با توجه به ماهیت راهبردی حوزه حمل‌ونقل و کاربردهای متنوع این حوزه همواره به‌عنوان یکی از اولویت‌های اساسی آن محسوب می‌گردد.

در این تحقیق؛ ماتریس تقاضا بر اساس ۳۰ درصد جمعیت هر ناحیه، با استفاده از مدل توزیع سفر جاذبه با یک محدودیت ساخته شد. مسیرهای ۱۵ گانه شهر اصفهان با لحاظ کوتاه‌ترین فاصله از مبدأ – مقصد با استفاده از نرم‌افزار TransCAD مشخص گردید؛ سپس این اطلاعات جهت انجام تخصیص در نرم‌افزار پیاده‌سازی شدند. مطابق روند ذکرشده، خروجی‌ها به ترتیب از شبکه حذف‌شده و عملیات تخصیص صورت گرفت. نتایج تخصیص نشان داد که بر اساس میزان تأثیرگذاری حذف هر خروجی روی زمان صرف شده برای خروج از شهر در ماتریس ۳۰ درصدی، خروجی ۳۶۵۷ (جاده نائین) در رتبه

اول قرار گرفت. بر اساس مجموع طول کمان‌های دارای حجم بیش از ظرفیت و دو برابر ظرفیت در ماتریس ۳۰ درصدی خروجی ۴۶۳۹ (آزادراه ذوب‌آهن) در رتبه اول قرار گرفت. در رتبه‌بندی سناریوها بر اساس هزینه تسهیلات و خدمات ترافیکی برحسب میلیون ریال بر ساعت (ماتریس ۳۰ درصدی) خروجی ۴۶۳۹ (آزادراه ذوب‌آهن)، در رتبه اول و سناریو ۲۰۰۳(بلوار زینبیه (جاده حبیب‌آباد)) رتبه آخر را به دست آورد. نتایج این مطالعه نشان داد که در هنگام بروز بحران، دسترسی حمل‌ونقل برای ساکنان کلان‌شهر اصفهان وجود دارد که به ترتیب زمان صرف شده، در شکل شماره (۶) نشان داده‌شده است و ساکنین شهر می‌توانند از خروجی‌هایی که دارای زمان صرف شده کمتری نسبت به بقیه خروجی‌ها در شبکه هستند استفاده نمایند.

پیشنهاد راهکارهای مناسب برای استفاده در حوزه حمل‌ونقل شهری

– جلوگیری از مسدود شدن خروجی‌های استاندارد و امن برای تخلیه جمعیت و رسیدن به‌موقع نیروهای امدادی در مواقع بحران.

– می‌توان با روشی مشابه به شناسایی مسیرهای موازی جهت انجام خدمات امدادی و یا تخلیه جمعیتی در شهر اصفهان و دیگر شهرهای کشور دست‌یافت.

– در نظر گرفتن مسیر تخلیه اضطراری مناسب برای محل‌های پرازدحام همچون ایستگاه‌های مترو، پایانه‌های مسافربری، تقاطع‌های غیره مسطح، تونل‌های زیرزمینی و...

– تعیین و تجهیز مسیرهای تخلیه اضطراری و همچنین مسیرهای جایگزین برای مسیرهایی که احتمال آسیب برای آن‌ها وجود دارد برای تخلیه سریع جمعیت شهر و مناطق مختلف آن با روش‌های منطقی و آزمایش آن با انجام مانورهای مناسب جهت آموزش شهروندان.

– اطلاع‌رسانی، آموزش همگانی و انجام مانورهای مناسب جهت آموزش شهروندان برای مواقع ضروری با شبیه‌سازی نسبتاً واقعی تهدیدات خاص.

تقدیر و تشکر

با توجه به اینکه پژوهش فوق مستخرج از رساله دکتری در رشته مدیریت محیط‌زیست در دانشکده علوم و فنون دریایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال است، لذا بدین‌وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه سپاس‌گزاری و تقدیر می‌گردد.

منابع

آرکات، جمال؛ زمانی، شکوفه و قدس، پرک. (۱۳۹۴). *مکان‌یابی و مسیریابی تسهیلات اورژانسی با فرض احتمال خرابی مسیرهای ارتباطی در زمان بحران. دو فصلنامه علمی و پژوهشی مدیریت بحران*، ۴(۲)، ۱۰۶-۹۵.

حقانی، میلاد و شاه‌حسینی، زهرا. (۱۳۹۴). *برنامه‌ریزی حمل‌ونقل و مهندسی ترافیک*. چاپ دوم، تهران: نشر کتاب آوا.

خشایی، مرتضی؛ عابدینی، مهدی و بابایی، شروین (۱۳۹۰). *تعیین هزینه سیستمی سفر با هر یک از مودهای حمل‌ونقل شهر تهران*، دوازدهمین کنفرانس بین‌المللی حمل‌ونقل و ترافیک.

رحیمی، ش. (۱۳۹۴). *اولویت‌بندی پل‌های حیاتی شبکه معابر شهری ازلحاظ آسیب‌پذیری در ترافیک زمان عادی و تخلیه در زمان بحران (مطالعه موردی: شبکه شهر اصفهان)*. (پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان). استاد راهنما: محمدعلی رهگذر.

رهگذر، محمدعلی؛ حق‌شناس، حسین و رحیمی، شیرین. (۱۳۹۷). *اولویت‌بندی نقش پل‌ها در شبکه معابر شهری از منظر مدیریت بحران در زمان تخلیه مطالعه موردی: شبکه شهر اصفهان*، دو فصلنامه علمی و پژوهشی مدیریت بحران، ۷ (۱۶)، ۶۳-۵۱.

شاکری، عباس؛ مشیری، بهزاد و قرائی گرکانی، حسین. *(۱۳۹۸). استفاده از سیستم حمل‌ونقل هوشمند به‌منظور تخلیه اضطراری شهرها بر مبنای نظریه ترکیب اطلاعات، ششمین کنگره ملی عمران، معماری و توسعه شهری، تهران.*

کامران، حسن؛ مرادی، مرتضی و حسینی امینی، حسن. *(۱۳۹۱). ارزیابی بافت قدیم شهرها مبتنی بر اصول پدافند غیرعامل. نشریه مطالعات مدیریت شهری، ۴(۱۲)، ۱-۱۳.*

عبداللهی، مجید (۱۳۸۲). *مدیریت بحران در نواحی شهری، زلزله و سیل*. سازمان شهرداری‌های کشور.

محمدی، س. (۱۳۹۶). *ارائه الگوی پدافند غیرعامل در مدیریت ترافیک شهری (مطالعه موردی: شهر اصفهان)*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی مالک اشتر. استاد راهنما: دکتر حبیب‌الله سهامی، مجتمع دانشگاهی آمایش و پدافند غیرعامل.

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری. (۱۳۹۵). *مرکز ملی آمار ایران، سرشماری نفوس و مسکن.*

معاونت حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری اصفهان. (۱۳۹۴-۱۳۹۱). *مجموعه گزارش‌های مطالعات جامع حمل‌ونقل شهر اصفهان*، مشاور دانشگاه صنعتی اصفهان و دانشگاه اصفهان.

ممدوحی، امیررضا؛ شریعتی، مهدی؛ ناظمی، محسن و عباسی، محمدحسین. (۱۴۰۱). *مدل‌سازی پویای برخی سیاست‌های مدیریتی در تخلیه اضطراری. فصلنامه علمی و پژوهشنامه حمل‌ونقل*، ۱۹(۲)، ۱۴۸-۱۳۵.

میرزینلی یزدی، سیدحسن؛ ابراهیمیان، سیدمحمد و عنایتی نوآبادی، ایمان. (۱۳۹۲). *مسیریابی بهینه وسایل نقلیه در شبکه حمل‌ونقل برون‌شهری در شرایط بحران با استفاده از نرم‌افزار TRANSCAD (مطالعه موردی: استان خراسان رضوی)*، پنجمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت جامع بحران‌های طبیعی، ۸۱۰-۷۹۳.

ناطقی الهی، فریبرز. (۱۳۷۹). *مدیریت بحران زمین‌لرزه در ابر شهرها با رویکرد به برنامه مدیریت بحران زلزله شهر تهران*، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله.

نیکخواه، ع. (۱۳۹۶). *آسیب‌شناسی ساختار شبکه راه‌های ارتباطی بر اساس اصول پدافند غیرعامل (مطالعه موردی: شبکه راه‌های استان گلستان)*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته عمران، مهندسی برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، دانشگاه شمال. استاد راهنما: دکتر امید تی تی دژ.

References

Gao, X., Nayeem, M. K., & Hezam, I. M. (2019). "A robust two-stage transit-based evacuation model for large-scale disaster response", Measurement, 145, pp.713-723.

Gobbin, A., Khosravi, R., & Bardenhagen, A. (2021). "Emergency evacuation simulation of commercial aircraft", SN Applied Sciences, 3(4), pp.1-13.

Hartama, D., Mawengkang, H., Zarlis, M., & Sembiring, R. W. (2021). "Model of emergence evacuation route planning with contra flow and zone scheduling in disaster evacuation", Computer Science and Information Technologies, 2(1), pp.1- 10.

Muhammad, A. De Risi, R. De Luca, F. Mori, N. Yasuda, T., & Goda, K. (2021). "Are current tsunami evacuation approaches safe enough? Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, pp.759-779.

Naseri, A., & Naseri, M. (2014). Strategies of Crisis Management in Urban Transportation. Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology, 7(13).Pp. 2693-2700. DOI:10.19026/rjaset.7.587.

National Cooperative Highway Research Program. (2013). A Transportation Guide for All-Hazards Emergency Evacuation. TRANSPORTATION RESEARCH BOARD. NCHRP:Report 740

Nazeran, R., Rafati Sokhango, N., Nasiri Kalat, A., Ostad-Ali-AskariK.* Eslamian, S., Singh, V., & Dalezios, N. (2018). Urban Network Analysis and Pathology in Central Texture of

Mashhad Metropolis from a Passive Defense Point of View, Case Study of Mashhad Municipality. Mashhad. Iran. International Journal of Constructive Research in Civil Engineering, 4(1). Pp. 44-48. DOI: http://dx.doi.org/10.20431/2454-8693.0401005.

Pel A. J., & Bliemer M.C. (2007). Evacuation Plan Evaluation: Assessment of Vehicular Evacuation Schemes by means of an Analytical Dynamic Traffic Model. Institute of Transport and Logistics Studies.

Qasim, Z., Ziboon, A., & Falih, KH. (2018). TransCad analysis and GIS techniques to evaluate transportation network in Nasiriyah city, MATEC Web of Conferences 162, 03029. Doi. Org/10.1051/matecconf/201816203029.

Veronica,Y., Rau, M. I., & Arif, C. (2021). "Range, capacity, and closest evacuation route analysis to tsunami evacuation shelter in Pandeglang Regency Banten Indonesia", In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 622(1), pp. 20-42, IOP Publishing.

Wong, K. (2007). Transportation Planning, Travel Demand Modeling Forecast Model Conversion from TransCAD to Cube Voyager, Plan, Build, and Manage Transportation Infrastructures in China Congress 2007 (ISSTP), 30-42.

Arkat, J., Zamani, sh., & Qods, p. (2015). Location-routing for emergency facilities considering destruction probabilities for communication paths in crises, Two Quarterly Journal of Crisis Management,4(2), Pp.106-95. [in Persian].

Haghani, M., & shahoseini, Z. (2015). transportation planning and traffic Engineering Publisher: Ava Book. [in Persian].

Khashaee,M., Abedini, M., & Babaee, SH. (2001). Determining the system cost of travel with each of the modes of transportation in Tehran International Conference on traffic transportation Engineering. [in Persian].

Rahimi, SH. (2015). Prioritization of vital bridges of urban roads network in terms of vulnerability in normal time traffic and evacuation in times of crisis (Case study: Isfahan city network), Supervised by Dr. Rahghozar, Isfahan University Of Technology. [in Persian] .

Rahgozar,* M.A., Haghshenas, H., & Rahimi, SH. (2018). Prioritization of bridges in urban transportation networks during an evacuation in crisis Case study: the city of Isfahan transportation network. Two Quarterly Journal of Crisis Management. Vol.7, No. 16. Pp. 51-63. [in Persian].

Shakery, A., Moshiri, B., & Qaraei Garkani, H. (2019). Using intelligent transportation system for emergency evacuation of cities based on information theory, 6th National Congress of Civil Engineering, Architecture and Urban Development, Tehran. [in Persian].

Kamran, H., Moradi, M., & Hosseini amini, H. (2012). Analysis of Old Urban Texture Based on Passive Defence. Quarterly Urban management studies. 4(12), Pp. 1-13. [in Persian].

Abdollahi, M. (2003). Crisis management in urban areas (earthquake and flood) Organization of Municipalities of the country. [in Persian].

Mohammadi, S. (2018). Presenting of passive defense pattern in urban traffic management Case study: Isfahan city, Supervised by Dr. Habibollah Sahami, Master of Malek-Ashtar University of Technology. Passive Defense University Complex. [in Persian].

Statistical Center of Iran General Census of Population and Housing. (2016). Statistical Center of Iran General Census of Population and Housing. [in Persian].

comprehensive transportation studies of Isfahan, Deputy of Transportation and Traffic of Isfahan Municipality. 2011-2014. [in Persian].

Mamdoohi,A., Shariati, M., Nazemi, M., & Abbasi, M. (2022). Dynamic Modeling of Management Policies for Emergency Evacuation. Transportation Research Journal, 19(71), Pp. 135-148. [in Persian]. Doi: 10.22034/tri.2021.281767.2895

Mirzinali Yazdi, S.H., Ebrahimian, S.M., & Enayatti nuabadi, E. (2015). Optimal routing of vehicles in the suburban transportation network in crisis situations using TRANSCAD software (Case study of Khorasan Razavi province). Fifth International Conference on Comprehensive Natural Disaster Management. Pp.793-810. [in Persian].

Nateghi Elahi, F. (1999). Earthquake crisis management of metropolitan cities with an approach to Tehran earthquake crisis management program, International Institute of Earthquake Engineering and Seismology. [in Persian].

Nikkhah, A. (2017). Analysis the damage of communication network structure by considering passive defense Principles (case study Golestan province road network). Master of Civil Engineering Transportation major, Supervisor: Dr.O. Titidezh, Faculty of Engineering, North University. [in Persian].