Iran Occupational Health

Iran Occupational Health. 2021 (01 Aug);18: 16

Original Article

http://ioh.iums.ac.ir

Identification and Prioritization of Pedestrian Safety Criteria in Inter-City Roads of Hamadan Based on Multi Criteria Decision Making Using the Fuzzy Topsis Method

Ali Moradi, Occupational Health and Safety Research Center, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.

Maryam Najafi, Trauma Research Center, Kashan University of Medical Sciences, Kashan, Iran.

Salahdien Zeini, Crashes Office, Tehran's Traffic Police, Tehran, Iran.

Maziyar Moradi, Qorveh Health Center, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran.

Khaled Rahmani, (*Corresponding author), Assistant Professor of Epidemiology, Liver and Digestive Research Center, Research Institute for Health Development, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran. khaledrahmani111@yahoo.com

Abstract

Background and aims: Studying and prioritizing the criteria to improve the safety of pedestrian traffic can help planners and decision makers to create a safe environment for pedestrians. This study was designed and carried out to identify and prioritize the safety criteria of pedestrian's thoroughfares of Hamadan province based on multi-criteria decision making by the fuzzy TOPSIS method.

Methods: In this study, a logical and systematic process was done using the fuzzy TOPSIS method, to develop an optimal model under each of the selected criteria. The study was carried out during 2018-2019. To determine the risk factors related to the modeling, first the indicators were determined by the panel of experts, from an extensive list of functional indicators. Then, SMART criteria of weighting proportion and weighing indicators were used to rank the i indicators among the identified indicators related to the pedestrian safety.

Results: A total of 50 people, with a mean and standard age deviation of 42.68 and 8.03 years, participated in this study. The fuzzy analysis showed that the most important key criteria for promoting pedestrian safety according to the opinions of the study participants were creating uneven crossings at intersections, creating safe paths around schools, restricting pedestrian access to highways, creating controlled crossings in high-risk areas and education and promotion of the traffic culture in the community through mass media, respectively.

Conclusion: This study revealed that the necessary and important criteria for improving the safety of pedestrians include various aspects of human, environmental, and vehicle factors.

Conflicts of interest: None

Funding: None

Keywords

Fuzzy TOPSIS method

Index

Safety

Pedestrians

Received: 2019/10/27

Accepted : 2021/01/13

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-06-14]

[DOI: 10.52547/ioh.18.1.232]

EXTENDED ABSTRACT

INTRODUCTION

Various studies have been conducted in the field of pedestrian safety in Iran and the world. Moeini et al. proposed two main goals of temporal and spatial separation (horizontal or vertical), to reduce pedestrian accidents. Ahadi and Naderi, provided some suggestions to improve the safety of pedestrians, including complete separation of sidewalks and pedestrian crossings from the roadways , removal of obstacles on sidewalks, correct location of stairs and pedestrian underpasses, designing pedestrian crossings in commercial areas, proper use of pedestrian traffic lights, lanes, and installation of appropriate signs (1). Amjadian et al. provided a safe model for pedestrians, and proposed some interventions to promote the safety of pedestrians, including: 1) reforming and updating the rules and definitions of pedestrian regulations, 2) prosecution of individuals and organizations responsible for disruption of traffic, safety and comfort of the pedestrians, 3) modification of pedestrian route designs, 4) modification of pedestrian network and urban spaces, and 5) physical development of cities, concerning the needs of pedestrians (2). Moradi et al. showed that accidents resulting in the death of pedestrians in Tehran, were significantly higher in men, pedestrians standing next to roadways, reckless pedestrians, and drivers with class 1. driver's license (3).

Castro et al. by analyzing video contents, developed an abstract model that allowed the search for the risk of future collisions between objects. The model that was designed and presented, could predict the real-time traffic accidents in which a car went to overtake a pedestrian (4).

Ricardo et al. (2012), based on data collected from driving simulation tests, presented a comparative analysis of random utility models and fuzzy logic models, to demonstrate the safe distance acceptance behavior at intersections, where priority was given. The proposed models included variables of driving patterns, as well as variables used in the safe distance acceptance studies. A comparison of these two types of models, done by the Receiver Operating Characteristic (ROC) curve analysis, showed that the fuzzy models could be considered as an alternative to using the random utility models (5). Nurnadia and Lazim, ranked the causes of traffic accidents using the fuzzy TOPSIS model. They concluded that this model could provide a very useful tool for researchers to prioritize items in different contexts using multivariate decision criteria (6). Al-Hadidi et al. designed a vehicle safety system using fuzzy methods, which could help to reduce the traffic accidents. This system enabled drivers to more quickly identify situations of increased risk of traffic accidents, and to take precautionary measures more quickly (7). Awasthi et al. evaluated the service quality of urban transportation systems in Canada, using the fuzzy TOPSIS models (8). In view of the increasing public awareness of the complexity of the road safety phenomenon, Bao et al. decided to evaluate detailed aspects of traffic accidents and the cause of their occurrence, within more in-depth studies, using mathematical and statistical models, in addition to descriptive items such as accident incidence and prevalence. They provided an appropriate model with the support of an intelligent system for evaluating road safety performance, in order to conduct case studies in European countries (9).

According to studies, pedestrians account for a significant proportion of deaths from traffic accidents (10-13). Therefore, evaluating and prioritizing the criteria for improving the safety of pedestrians, can help planners and decision makers in creating a safe environment for pedestrians. Thus, this study was designed and conducted to identify and prioritize pedestrian safety criteria in urban areas of Hamadan province, based on multi-criteria decision making by fuzzy TOPSIS method.

METHODOLOGY

The present study was a cross-sectional (descriptive-analytical) research conducted in 2018 in Hamadan province, Iran. The target population was all senior experts, specialists, and researchers of traffic accidents in Hamadan province. Participants of the study, included senior experts, specialists, and researchers of traffic accidents, who worked in academic and research centers, such as epidemiologists working in the field of traffic accidents or traffic police centers, especially in centers related to accidents, with more than 5 years of work experience. The sample size was calculated based on Fuzzy TOPSIS (Technique of Order Preference by Similarity to Ideal Solution) and MCDM (Multiple-Criteria Decision-Making) instructions (14).

Since based on these methods, the desired criteria is prioritized based on the opinions of the panel of experts, the maximum sample size of 35 samples is required. To increase the precision of the study, and considering the non-response cases, 50 samples were included in the study. The ratio of the selected experts from three fields of university professors, administrators and senior experts, was considered equal.

In order to achieve pedestrian safety criteria, using a set of criteria developed with the help of traffic police research centers and previous studies such as Al-Hadidi et al., a list of human, environmental, and vehicle criteria was prepared first. Undoubtedly, there are many criteria for the evaluation of the factors improving the safety of pedestrians in the traffic and transportation sectors, but some of them play a much

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-06-14]

[DOI: 10.52547/ioh.18.1.232]

Table 1: Proximity coefficients and rank of key pedestrian safety criteria

Intervention	The sum of the distances from the negative ideal	The sum of the distances from the positive ideal	CC_i	Rank
Creating non-level crossings at intersections	4.0124	1.0369	0.1955	1
Creating safe routes around schools	4.0885	0.9661	0.1930	2
Restriction of pedestrian access to highways	4.0652	0.9907	0.1927	3
Creating controlled crossings in high-risk areas	4.1335	0.9229	0.1920	4
Educating and promoting traffic culture in the community through mass media	4.2538	0.8046	0.1878	5
Considering the safety of pedestrians in the design of cars	4.2838	0.7794	0.1864	6
Educating and promoting traffic culture in the schools	4.2698	0.7922	0.1861	7
Increasing the width of crosswalks	4.2272	0.8265	0.1816	8
Traffic calming	4.2034	0.8584	0.1813	9
Dismantling worn-out and old cars	4.2116	0.8476	0.1735	10
Removing obstacles of vision on the roads	4.1725	0.8864	0.1727	11
Proper design of car and sidewalk passages	4.1532	0.9037	0.1713	12
Temporal separation of car and sidewalk passages	4.1432	0.9136	0.1708	13
Upgrading road safety infrastructure for pedestrians	4.1382	0.9127	0.1708	14
Designing safe passages for the elderly and children	4.2229	0.8379	0.1688	15
Increasing the capacity of pedestrian crossings in the main centers of work and activity	4.4365	0.6218	0.1653	16
Marking the passages for pedestrians	4.2164	0.8423	0.1639	17
Creating a culture of walking	4.1296	0.9271	0.1638	18
Educating and promoting traffic culture in the community through non-governmental organizations	4.0566	0.9994	0.1603	19
Educating drivers on how to respect the rights of pedestrians	4.2432	0.8115	0.1599	20
Standardization of street lighting	4.2008	0.8616	0.1597	21
Channelization of intersections	4.2474	0.5134	0.1577	22
Periodic assessment of pedestrian safety in metropolitan areas	4.3728	0.7728	0.1572	23
Use of colorful clothes for public service agents and workers	4.1807	0.8787	0.1566	24
Proper design of car headlights and mirrors to reduce pedestrian accidents	4.1826	0.8800	0.1557	25
Installation of pedestrian lights	4.3470	0.7113	0.1537	26
Establish intermittent rest sites for elderly pedestrians	4.2299	0.8274	0.1537	27
Creating a supportive atmosphere so that people have the opportunity to receive most of the special services and facilities during walking	4.0907	0.9687	0.1513	28
Establishment of proper communication and networks of sidewalks	4.1406	0.9159	0.1509	29
Considering the safety tips in electric bus stations	4.1981	0.8582	0.1492	30
Physical separation of car and sidewalk	4.2663	0.7891	0.1466	31
Increasing the number of police officers on busy roads	4.0311	1.0241	0.1462	32
Improving car safety	4.2145	0.5454	0.1441	33
Intensifying the punishment of drivers who use alcohol and drugs	4.0640	0.9925	0.1430	34
Quantitative and qualitative improvement of the driving school programs	4.0363	1.0207	0.1308	35
Promoting driving culture	4.0300	1.0257	0.1131	36

more important role in improving the pedestrian safety. According to the experts opinion, effective criteria were selected from an extensive list of relevant criteria. After the review of relevant literatures in this field, SMART criteria were selected for the criteria ranking. Finally, 36 out of 46 relevant and initially developed criteria were selected as the key criteria by experts.

After finalizing the questionnaire, 50 participants in the study provided their answers for each criterion. Answers were analyzed in a Likert scale, including very low, low, medium low, medium, medium high, high, and very high.

In fact, the fuzzy TOPSIS technique is used to rank and compare different options,select the best one and determine the distances between the options. According to this method, the best option is the closest to the ideal solution, and the farthest from the non-ideal solution. The ideal solution, is the one that has the most benefits and the least costs. The fuzzy TOPSIS technique in our study was performed in seven steps. First, the weight of the problem criteria

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-06-14]

[DOI: 10.52547/ioh.18.1.232]

was determined. After collecting the experts' answers in the form of verbal expressions, the answers became a scale that could be analyzed, because it is impossible to perform mathematical operations on qualitative expressive variables.

In the second step, a decision matrix was formed to determine the importance of each criterion. For this purpose, it is necessary to firstly determine the appropriate fuzzy scale for the measurement of each criterion. In this study, the fuzzy scales used by Wang and Elhang were employed (15). In the third step, each of the fuzzy numbers obtained for the importance of each criterion, was multiplied by the corresponding element of the decision matrix (the importance of each criterion), and the weighted decision matrix was calculated as follows:

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m\times n}, i = 1,2,...,m; j = 1,2,...,n$$
$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{a}_{ij} \otimes \tilde{w}_j$$

In the fourth step, the decision tables obtained from the average opinions of the people and weighted, were normalized, and the normalized decision matrix was obtained, assuming that the normalized fuzzy matrix is denoted by $\tilde{R}$:

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m\times n}, i = 1,2,...,m; j = 1,2,...,n$$

This matrix is obtained from the following formulas, in which B and C indicate the positive and negative criteria of the problem, respectively:

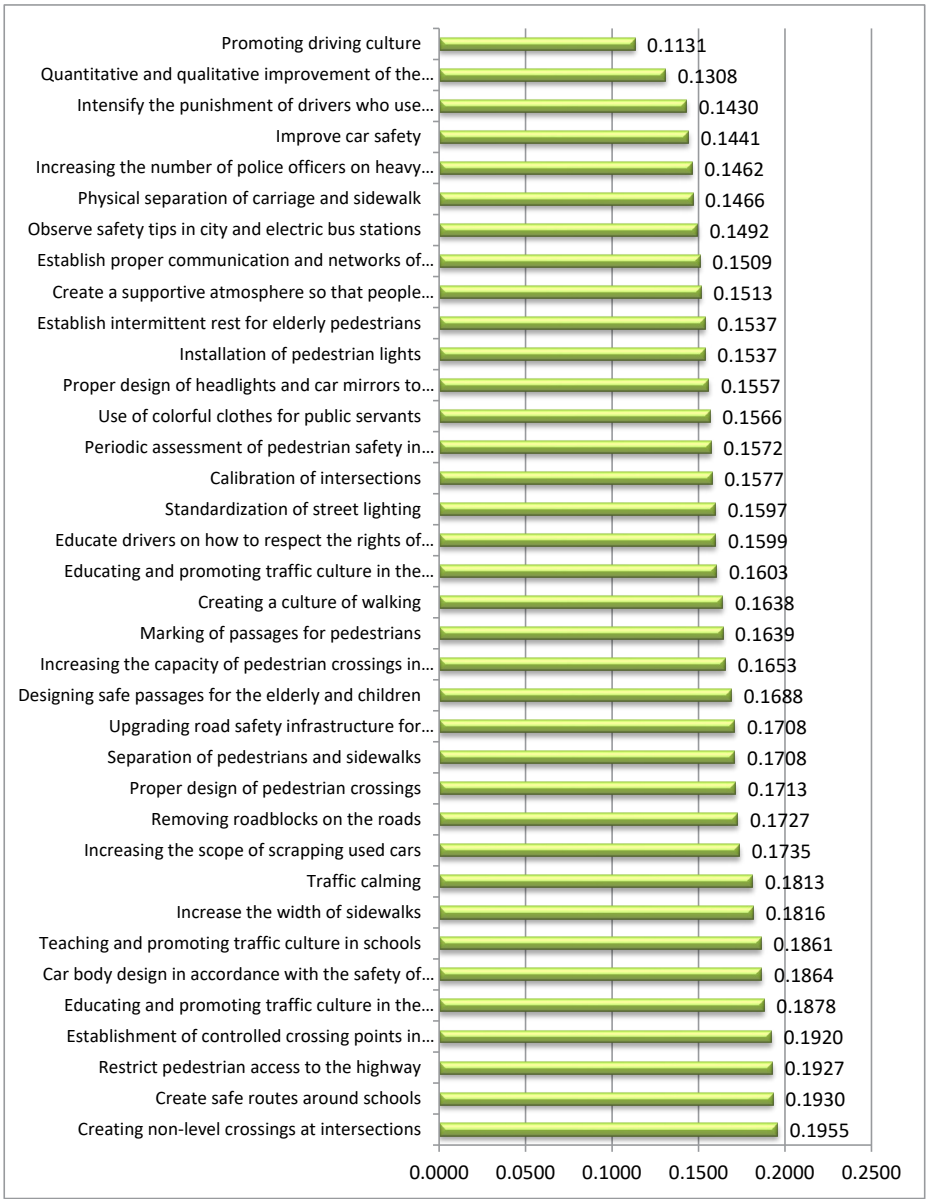


Figure1: Comparison of the key pedestrian safety criteria, according to proximity coefficient criteria

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-06-14]

[DOI: 10.52547/ioh.18.1.232]

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c^{+}_{j}}, \frac{b_{ij}}{c^{+}_{j}}, \frac{c_{ij}}{c^{+}_{j}} \right) \quad c^{+}_{j} = \max_{i} c_{ij} \quad j \in B$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{j}^{-}}{c_{ij}}, \frac{a_{j}^{-}}{b_{ij}}, \frac{a_{j}^{-}}{a_{ij}} \right) \quad a_{j}^{-} = \min_{i} a_{ij} \quad j \in C$$

It is noteworthy that all the criteria used in the present study had a positive aspect, and the result of normalizing the rhythmic decision matrix, was a triangular fuzzy matrix with positive numbers.

In the fifth step, the positive ideal response and the fuzzy negative ideal response were determined.

RESULT

A total of 50 individuals participated in this study. Forty-six (92%), were male and 4 (8%), were female. The mean and standard age deviation of the participants, were 42.68 and 8.03 years, respectively. The mean and standard deviation of the participants' work experience, were 21.24 and 8.94 years, respectively.

Table (1), shows the distance from the positive and negative ideals and the proximity coefficients and rankings of the key pedestrian safety criteria. As shown in Table (1), based on the fuzzy analysis, the criteria for creating non-level crossings at intersections, creating safe paths around schools, restricting pedestrian access to highways, creating controlled crossings in high-risk areas, educating and promoting traffic culture in the community through mass media, ranked the first to the fifth, respectively. Figure (1) compares the key safety measures of the pedestrians, according to the criterion of proximity.

CONCLUSIONS

The fuzzy analysis, showed that some criteria such as creating non-level crossings at intersections, creating safe routes around schools, restriction of pedestrian access to highways, creating controlled crossings in high-risk areas, and educating and promoting traffic culture in the community through mass media, with a high coefficient of proximity, ranked the first to the fifth in improvement of pediastrian safety, respectively.

According to the results, creating non-level crossings at intersections was the most important criterion. Several studies have mentioned this criterion as an effective intervention to improve the pedestrian safety, such as Moeini et al., who proposed temporal separation and spatial separation (horizontal or vertical), to reduce pedestrian accidents. In another study conducted by Ahadi and Naderi, various interventions were proposed to improve the efficiency of pedestrian facilities and also the safety of pedestrians, including complete segregation of crosswalks and pediastrian corridors from car routes, removing obstacles on sidewalks, correct location of pedestrian bridges and underpasses, design of pedestrian crossings in commercial areas, determination and the observance of appropriate width of pedestrian corridors according to demand, proper pavement of pedestrian corridors (1). Amjadian et al. pointed to the improvement of the pedestrian network, urban spaces and the physical development of cities in terms of pedestrian needs. Ismaili et al. mentioned that one of the effective factors in traffic safety is road and traffic engineering and separation of roadways for cars and pedestrians (2).

Educating and promoting traffic culture in the community through mass media, is the fifth key criterion for pedestrian safety. Using the fuzzy TOPSIS method, Moridi et al. showed that human factors and behaviors, had the highest coefficient of proximity among the effective factors in traffic accidents in Tehran, and their control and management can be considered as the first priority to reduce traffic accidents (12).

These components can also be considered to improve the safety of pedestrians on urban and suburban roads, and the existing cultural weaknesses can be reduced by enforcing regulations and educating people and drivers, especially through the mass media.

Environmental changes in the streets and the creation of safe environments for pedestrians, were another key criterion for improving the safety of pedestrians. Moradi et al. showed that the environmental factors, play a major role in the distribution of traffic accidents leading to pedestrian-related injuries in downtown Tehran (3). Similar studies in other parts of the world, including the study of Slaughter et al. in New York city (16), Anderson in London (17), Taquechel et al. In Atlanta (18), Wang and Kockelman in Texas (19), Siddiqui et al. in Florida (20) and Sebert Kuhlmann et al. in Colorado (21), have also shown that the environmental factors including the intersections radius, pedestrian signs, car warning signs, street width, street surface quality, street type, shopping area, street lighting, traffic load, and population density, plays a major role in the distribution of pedestrian-related traffic accidents. It should be noted, that determining the role of each of these factors in the occurrence of traffic accidents related to pedestrians, and the strategies to control them, requires further and more comprehensive studies.

This study showed that the necessary and important criteriion for improving the safety of pedestrians, includes various areas of human, environmental and vehicle factors. Creating non-level crossings at intersections, creating safe routes

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-06-14]

[DOI: 10.52547/ioh.18.1.232]

around schools, restricting pedestrian access to highways, creating controlled crossings in high-risk areas, educating and promoting the traffic culture in the community through mass media, are among the main factors to improve the pedestrians safety. Through this study, we proposed a list of effective interventions for pedestrian safety in urban passages of Hamadan province, which could be used on a national scale for practical purposes, including the design of pedestrian safety promotion programs. It is noteworthy that in the next step, due to identifying the key and effective criteria using the Multiple Criteria Decision Making (MCDM) method, the Multiple Attribute Decision Making (MADM) method, can be used to analyze each of the effective criteria.

ACKNOWLEDGMENT

We would like to thank all of those who participated in this study, especially the professors and managers of the traffic police of the Department of Management Sciences, experts, and all the friends who cooperated in the data collection, as well as the management and staff of the Vice Chancellor for Research of Hamadan University of Medical Sciences. The proposal of this study was funded by Hamadan University of Medical Sciences, and has the confirmation of Ethics Committee in Biomedical Research (Ethics code: IR.UMSHA.REC.1397.818).

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that there are no conflicts of interest regarding the publication of this manuscript.

How to cite this article:

Ali Moradi, Maryam Najafi, Salahdien Zeini, Maziyar Moradi, Khaled Rahmani. Identification and Prioritization of Pedestrian Safety Criteria in Inter-City Roads of Hamadan Based on Multi Criteria Decision Making Using Fuzzy Topsis Method. Iran Occupational Health. 2021 (01 Aug);18:16.

***This work is published under CC BY-NC 4.0 licence**

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-06-14]

[DOI: 10.52547/ioh.18.1.232]

سلامت کار ایران
دوره ۱۸ - ۱۶/۱۴۰۰

مقاله پژوهشی
http://ioh.iums.ac.ir

شناسایی و اولویت بندی معیارهای ایمنی عابران پیاده در معابر درون شهری استان همدان مبتنی بر تصمیم گیری چند معیاره به روش تاپسیس فازی

دکتر علی مرادی: مرکز تحقیقات بهداشت و ایمنی شغلی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.
دکتر مریم نجفی: مرکز تحقیقات تروما، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، کاشان، ایران.
سرهنگ صلاح الدین زینی: اداره تصادفات، فرماندهی راهور تهران بزرگ، تهران، ایران.
مهندس مازیار مرادی: مرکز بهداشت شهرستان قروه، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران.
دکتر خالد رحمانی: (* نویسنده مسئول) مرکز تحقیقات گوارش و کبد، پژوهشکده توسعه سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران. khaledrahmani111@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: عابران پیاده در میان کاربران جاده‌ای به عنوان آسیب‌پذیرترین گروه محسوب می‌شوند. ایجاد تجهیزات ایمنی و اجرای راهکارهای مؤثر در گذرگاه‌های عرضی موجب افزایش ایمنی عابر پیاده خواهد شد. براساس اطلاعات سازمان پزشکی قانونی کشور ۷۶ نفر در معابر درون شهری استان همدان در طی سال ۱۳۹۶ در اثر حوادث رانندگی جان خود را از دست داده اند. در استان همدان عابران پیاده یکی از مهمترین گروههای در معرض خطر حوادث رانندگی می باشند و مطالعه و اولویت بندی معیارهای ارتقاء ایمنی رفت و آمد عابران می تواند برنامه ریزان و تصمیم گیران را در ایجاد محیطی امن برای رفت و آمد عابران کمک کند. این مطالعه با هدف شناسایی و اولویت بندی معیارهای ایمنی عابران پیاده در معابر درون شهری استان همدان مبتنی بر تصمیم گیری چند معیاره به روش تاپسیس فازی طراحی و انجام گردیده است

روش بررسی: در این پژوهش توصیفی و تحلیلی با استفاده از روش تاپسیس فازی روند منطقی و سیستماتیک برای توسعه مدل بهینه، تحت هر یک از معیارهای انتخابی تهیه شده است. برای دستیابی به عوامل خطر تأثیرگذار در ارائه مدل لازم، ابتدا معیارها توسط خبرگان از میان فهرست مبسوط معیارهای عملکردی تعیین گشته و سپس با توجه به وجود معیارهای کلیدی در ارتباط با ایمنی عابران پیاده با کمک معیارهای SMART، از نسبت وزن دهی و تعیین وزن معیارهای مورد مطالعه جهت رتبه بندی معیارها استفاده شده است.

یافته ها: تجزیه و تحلیل های فازی نشان می دهد، از نظر شرکت کنندگان مطالعه، ایجاد گذرگاههای غیر همسطح در تقاطع ها، ایجاد مسیرهای امن در اطراف مدارس، محدود کردن دسترسی عابران به بزرگراه ها، ایجاد محل‌های عبور کنترل‌شده در مناطق پرخطر و آموزش و ارتقاء فرهنگ ترافیک در جامعه از طریق رسانه های جمعی به ترتیب مهمترین معیارهای کلیدی ارتقاء ایمنی عابران پیاده می باشند

نتیجه گیری: این مطالعه نشان داده است که، معیارهای لازم و دارای اهمیت جهت ارتقاء ایمنی عابران پیاده حیطه های مختلف عوامل انسانی، محیطی و وسیله نقلیه را شامل می شوند. در این میان عوامل انسانی و رفتار عابران نیز نقش مهمی دارد. اولویت بندی معیارهای ایمنی عابران به سیاست گذاران و مدیران جهت مدیریت عوامل موثر در تصادفات عابران پیاده کمک می کند

تعارض منافع: گزارش نشده است.
منبع حمایت کننده: ندارد.

کلیدواژه‌ها
تکنیک تاپسیس فازی
معیار
ایمنی
عابران پیاده

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۸/۰۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۲۴

شیوه استناد به این مقاله:
Ali Moradi, Maryam Najafi, Salahdien Zeini, Maziyar Moradi, Khaled Rahmani. Identification and Prioritization of Pedestrian Safety Criteria in Inter-City Roads of Hamadan Based on Multi Criteria Decision Making Using Fuzzy Topsis Method. Iran Occupational Health. 2021 (01 Aug);18:16.

*انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC 4.0 صورت گرفته است

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-06-14]
[DOI: 10.52547/ioh.18.1.232]

مقدمه

مطالعه بار جهانی بیماری ها تخمین زده است که از نظر تعداد سالهایی از عمر که با مرگ زودرس یا ناتوانی از دست میروند، در سال ۱۹۹۱ سوانح رانندگی در جهان رتبه نهم داشته و پیش بینی می شود در سال ۲۰۲۰ به رتبه سوم ارتقا یابد (۲۲).

در سال ۲۰۱۰ مجمع عمومی سازمان ملل متحد با تصویب مصوبه ای دهه جاری(سال ۲۰۱۱ الی ۲۰۲۰) را دهه اقدام برای ایمنی راهها نام گذاری نمود و از تمام کشورهای عضو خواست تا با اجرای برنامه های پیشگیرانه نسبت به کاهش سوانح و حوادث ترافیکی اقدام نمایند بطوری که اجرای این برنامه ها در طول این دوره بتواند از مرگ ۵ میلیون نفر در اثر حوادث ترافیکی در جهان پیشگیری به عمل آورد (۴).

بر اساس گزارش سازمان بهداشت جهانی در سال ۲۰۱۸ میزان مرگهای ناشی از حوادث ترافیکی افزایش یافته و به ۱/۳۵ میلیون نفر در سطح جهان رسیده است. در سطح جهان ۲۶ درصد از قربانیان سوانح ترافیکی عابران پیاده و دوچرخه سواران بوده‌اند. در کشورهای با درآمد بالا بیشترین قربانیان حوادث رانندگی سرنشینان وسایل نقلیه و در کشورهای با درآمد پایین عابران پیاده بوده‌اند و این حوادث در کشورهای آفریقائی ۴۴ درصد از مرگها را به خود اختصاص داده اند (۲۳).

در زمینه ایمنی عابران پیاده مطالعات مختلفی در ایران و جهان انجام شده است؛ معینی و همکاران جهت کاهش تصادفات عابر پیاده دو هدف اصلی جداسازی زمانی و جداسازی فضایی (افقی یا عمودی) را پیشنهاد کرده اند (۲۴). احدی و نادری برای کارایی تسهیلات عابران پیاده و ارتقاء ایمنی عابران پیشنهاداتی شامل جداسازی کامل پیاده‌روها و گذرگاه‌های عابران از سطح سواره، برداشتن و حذف موانع موجود در پیاده‌روها، مکان‌یابی صحیح پل‌ها و زیرگذرهای عابر پیاده، طراحی گذرگاه‌های عابر پیاده در مناطق تجاری، استفاده صحیح از چراغ راهنمایی عابران، خط‌کشی و نصب تابلوهای مناسب به منظور افزایش ایمنی عابران را مطرح نموده اند (۱). امجدیان و همکاران با ارائه الگوئی امن برای عبور عابران به مداخله هائی شامل: ۱) اصلاح و به‌روزرسانی قوانین و تعاریف آئین‌نامه‌ای پیاده و پیاده‌رو، ۲) پیگرد اخلال در تردد، ایمنی و آسایش پیاده‌ها توسط افراد و سازمان‌ها، ۳) عدم کارایی پل‌های عابر پیاده در ایران، ۴) اصلاح طراحی مسیرهای پیاده، ۵) اصلاح شبکه پیاده‌روی و فضاهای شهری، ۶) توسعه کالبدی شهرها با توجه و لحاظ نیازهای پیاده‌ها، اشاره نموده‌اند (۲). مرادی و همکاران نشان دادند که حوادث منجر به مرگ عابران در تهران در مردان، عابران ایستاده در کنار سواره رو، عابران مقصر و رانندگان دارای گواهینامیه پایه ۱ به طور معنی داری بیشتر بوده است (۳).

مهماندار و همکاران به منظور ارتقای وضعیت مدیریت حمل‌ونقل و ترافیک در جهت کاهش تصادفات در مناطق تهران، به شناخت مفهوم مدیریت حمل‌ونقل و ترافیک و مولفه‌های تاثیرگذار بر سطح مدیریت حمل‌ونقل در مناطق ۲۲گانه تهران و در نهایت سطح‌بندی این مناطق برحسب شاخص‌های به‌دست‌آمده پرداخته اند. آنها وضعیت مدیریت حمل‌ونقل و ترافیک در سطح مناطق ۲۲ گانه تهران را با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی و دلفی مورد ارزیابی قرار داده اند (۲۵).

کاسترو[1] و همکارانش یک مدل انتزاعی ساخته‌اند که امکان جستجوی ریسک برخوردهای آینده در بین اجسام با تحلیل محتوای ویدیویی را می‌دهد. مدلی که آن‌ها ساخته و ارائه کردند می‌توانست زمان واقعی تصادفات ترافیکی که در آن‌یک خودرو می‌رود تا یک عابر پیاده را زیر بگیرد را پیش‌بینی کند (۲۶).

ریکاردو[2] و همکارانش یک تحلیل مقایسه‌ای از مدل‌های سودمندی تصادفی و مدل‌های منطق فازی برای نمایش رفتار پذیرش فاصله ایمن در تقاطع‌هایی که حق تقدم در آن‌ها مطرح است، بر پایه داده‌های گردآمده از آزمون‌های شبیه‌سازی رانندگی، ارائه داده اند. مدل‌های ارائه‌شده شامل متغیرهای الگوهای رانندگی بعلاوه متغیرهای مورداستفاده در مطالعات پذیرش فاصله ایمن می‌شوند. مقایسه بین دو نوع مدل، که با تحلیل قوس مشخصه عملیاتی دریافت‌کننده صورت گرفت، نشان داد که مدل‌های فازی را می‌توان به‌عنوان جایگزینی برای استفاده از مدل‌های سودمندی تصادفی در نظر گرفت (۲۷). نورنادیا[3] و لازیم[4] با استفاده از مدل تاپسیس فازی عوامل سوانح ترافیکی را رتبه بندی نمودند. آنها نتیجه گیری کردند که این مدل یک ابزار بسیار مفید را در اختیار پژوهشگران می گذارد تا با بکارگیری معیارهای تصمیم گیری چند متغیره نسبت به اولویت بندی آیتم های مورد نظر در زمینه های مختلف اقدام نمایند (۲۸). الحدیدی[5] و همکاران با استفاده از روشهای فازی یک سیستم ایمنی برای خودرو طراحی نموده اند که می تواند در کاهش سوانح ترافیکی نقش داشته باشد. این سیستم رانندگان

1 Castro
2Riccardo
3 Nurnadia
4 Lazim
5 Al-Hadidi

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-06-14]

[DOI: 10.52547/ioh.18.1.232]

را قادر می سازد تا موقعیت های افزایش خطر حوادث ترافیکی را سریعتر تشخیص داده و اقدامات پیشگیری کننده را سریعتر انجام دهند (۷). آواسی[1] و همکاران از کانادا با استفاده از مدلهای تاپسیس فازی کیفیت خدمات سیستمهای حمل و نقل شهری را ارزیابی نموده اند (۸). باو[2] و همکاران با توجه به افزایش روز افزون آگاهیهای عمومی از پیچیدگی پدیده ایمنی جاده ای، تصمیم گرفتند علاوه بر آیتمهای توصیفی این مسئله از قبیل میزانهای بروز و شیوع حوادث، جنبه های بسیار دقیق تر حوادث ترافیکی و علت وقوع آنها را با انجام مطالعات دقیق تر و با استفاده از مدلهای ریاضی و آماری انجام دهند. آنها یک مدل مناسب با پشتیبانی یک سیستم هوشمند برای ارزیابی عملکرد ایمنی جاده ای برای انجام مطالعات موردی در کشورهای اروپایی فراهم کرده اند (۹).

بر اساس گزارش سال ۲۰۱۳ سازمان بهداشت جهانی این نسبت مرگ عابران پیاده در میان کل مرگ های ناشی از حوادث رانندگی ۲۸٪ می باشد (۲۹). مطالعات انجام‌شده نشان می‌دهند که نسبت قابل‌توجهی از مرگ‌های ناشی از حوادث رانندگی را عابرین پیاده تشکیل می‌دهند (۱۰-۱۲). براساس اطلاعات سازمان پزشکی قانونی کشور ۷۶ نفر در معابر درون شهری استان همدان در طی سال ۱۳۹۶ در اثر حوادث رانندگی جان خود را از دست داده اند (۳۰). در استان همدان عابران پیاده یکی از مهمترین گروههای در معرض خطر حوادث رانندگی می باشند و مطالعه و اولویت بندی معیارهای ارتقاء ایمنی رفت و آمد عابران می تواند برنامه ریزان و تصمیم گیران را در ایجاد محیطی امن برای رفت و آمد عابران کمک کند. بنابراین این مطالعه با هدف شناسایی و اولویت بندی معیارهای ایمنی عابران پیاده در معابر درون شهری استان همدان مبتنی بر تصمیم گیری چند معیاره به روش تاپسیس فازی طراحی و انجام شده است.

روش بررسی

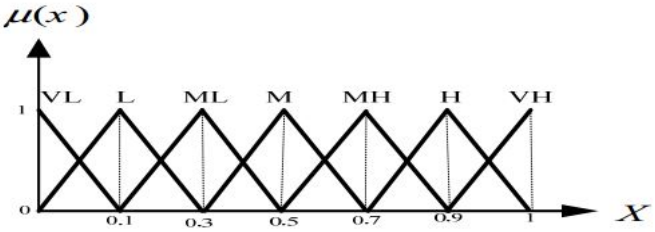
مطالعه حاضر از نظر هدف توصیفی-تحلیلی، از منظر نتایج یک مطالعه کاربردی و افق زمانی آن مقطعی می باشد که در سال ۱۳۹۷ با استفاده از داده های جمع آوری شده توسط پژوهشگران اجرا شده است. در این مطالعه، جامعه هدف کلیه کارشناسان ارشد، متخصصین و پژوهشگران حوادث ترافیکی در استان همدان می باشد.

با توجه به اینکه جامعه پژوهش در این مطالعه شامل: کلیه کارشناسان ارشد، متخصصین و پژوهشگران حوادث ترافیکی بوده است که یا در مراکز آکادمیک و پژوهشی فعالیت می نمایند همانند اپیدمیولوژیست های صاحب نظر در زمینه حوادث ترافیکی یا در مراکز فرماندهی پلیس راهنمائی رانندگی به ویژه بخش تصادفات سالها دارای فعالیت بوده اند و تجارب زیادی در این زمینه دارند. محاسبه حجم نمونه مبتنی بر دستورالعمل های Fuzzy TOPSIS[3] و MCDM[4] می باشد. با توجه به اینکه در این روشها اولویت بندی معیارهای مورد نظر بر اساس پانل خبرگان انجام شده و حجم نمونه مورد نیاز طبق این روشها حداکثر ۳۵ نمونه می باشد که برای جبران موارد عدم پاسخگوئی و افزایش دقت مطالعه ۵۰ نمونه تعیین گردیده شد. نسبت افراد انتخابی از خبرگان بین سه حوزه (اساتید دانشگاه، مدیران و کارشناسان ارشد) به صورت برابر در نظر گرفته شده است (۱۴).

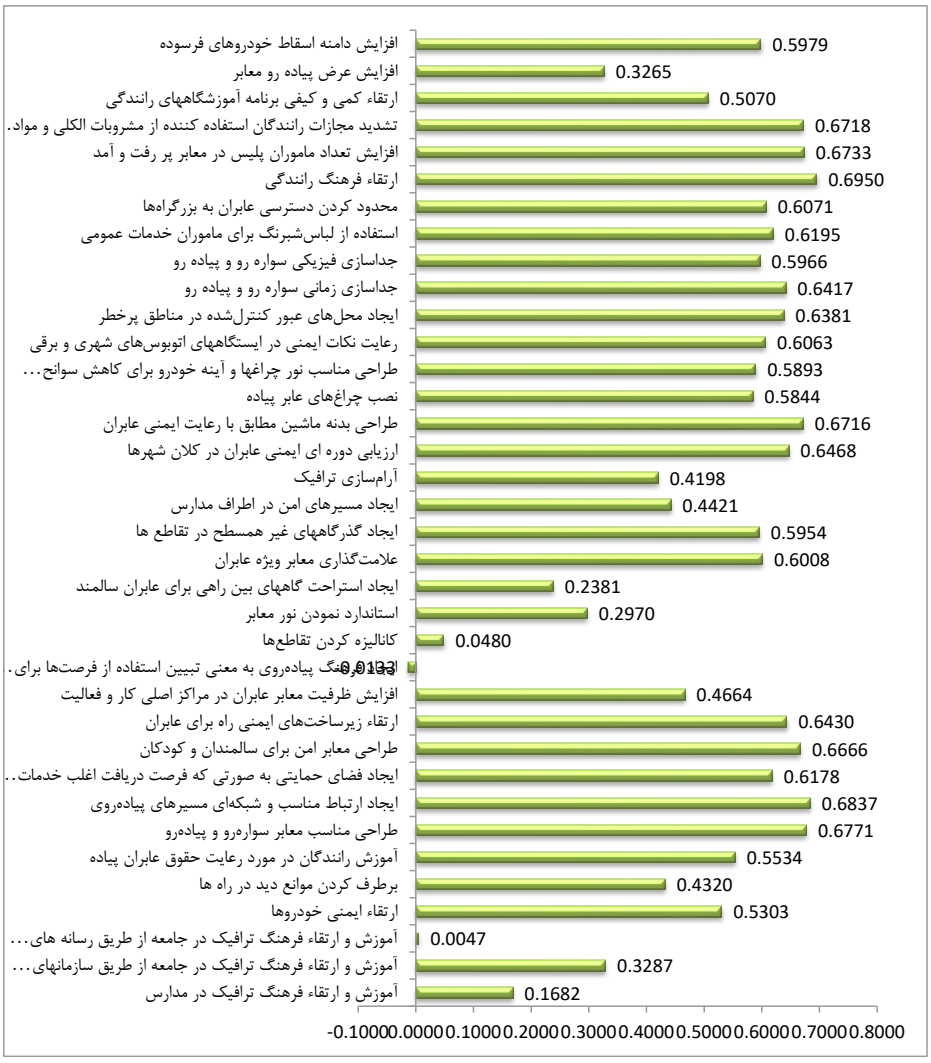
برای دست یابی به معیار های ایمنی عابران پیاده ابتدا با بهره گیری از مجموعه معیارهای تدوین شده با کمک مراکز تحقیقاتی پلیس راهنمایی و رانندگی، مطالعات قبلی همانند الحدیدی و همکاران (۷) و سایر منابع مانند پایان نامه امجدیان و همکاران (۲) فهرستی از معیار های انسانی، محیطی و وسیله نقلیه تهیه شده است. از آنجائی که برای ارزیابی عوامل ارتقاء ایمنی رفت و آمد عابران پیاده در بخش ترافیک و حمل نقل، معیار های بسیار زیادی وجود دارد؛ معیار های محدودی از نظر ارتقاء ایمنی عابران پیاده بیشترین نقش را دارند، لذا با توجه به نظر خبرگان معیارهای مؤثر از میان فهرست مبسوط معیار های مربوطه انتخاب شده است. بامراجعه به پیشینه مطالعات انجام شده و مطالعات کتابخانه‌ای در این زمینه معیارهای SMART[5] جهت رتبه دهی معیارها انتخاب شده اند (۳۱). دراین تحقیق از ۴۶ معیارهای مرتبط و تدوین شده اولیه، ۳۶ معیاربه عنوان معیارهای کلیدی توسط افرادخبره انتخاب شده اند. این معیارها با ملاحظات فنی، علمی و اجرایی در راستای اهداف تحقیق باعنوان معیارهای کلیدی، مورد بررسی قرارگرفته اند. به منظور رتبه‌بندی و اولویت‌بندی معیارها، پرسش‌نامه‌ای که گزینه های آن معیار ها (جدول ۱) و معیارهای آن SMART (شکل ۲) بود، طراحی شده است. پرسش‌نامه طراحی شده برای تعیین روایی و پایایی در اختیار ۱۲ نفر از افراد خبره در این زمینه که شامل دکتری اپیدمیولوژی، مدیران پلیس راهنمایی و رانندگی، کارشناسان راهنمائی رانندگی و ایمنی حمل و نقل قرار گرفت. جهت سنجش

1 Awasthi
2 Bao
3 Technique for Order Preference by. Similarity to Ideal Solution
4 Multiple-Criteria Decision-Making
5 Specific, Measurable, Achievable, Realistic Timeable

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-06-14]
[DOI: 10.52547/ioh.18.1.232]



شکل ۱: اعداد فازی برای تعیین میزان اهمیت هر معیار



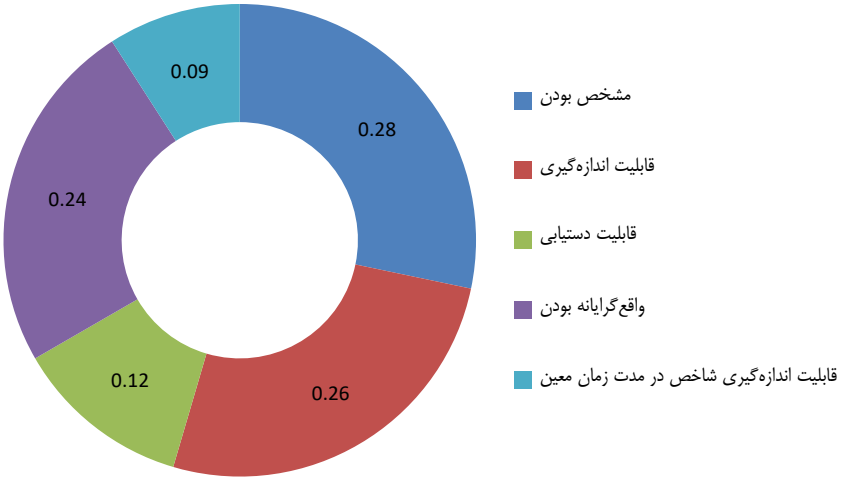
شکل ۲: همبستگی کلی تصحیح شده معیارهای کلیدی ایمنی عابران پیاده

پایایی ابزار با استفاده از داده های به دست آمده و به کمک نرم‌افزار آماری SPSS، میزان ضریب پایایی برای مقیاس و خرده مقیاس های ابزار محاسبه شده است (۰/۹۴۷= Cronbach's Alpha). نتایج آنالیز معیارهای روایی مقادیر ٪۹۲[1] = CVR و ٪۷۸/۰۶ = FVR را نشان می دهد که این کار منجر به انجام پاره‌ای اصلاحات در محتوا، ساختار و ارتباط سؤالات در پرسشنامه و تأیید پایایی ابزار تحقیق گردیده اند. در این تحقیق داده‌های حاصل از تکمیل پرسش‌نامه نهائی که شامل ۳۶ معیار نهائی (جدول ۱) معیارهای SMART (شکل ۲) برای هر معیار با ۷ پاسخ در طیف لیکرت؛ بسیار کم، کم، متوسط کم، متوسط،

1. Content Validity Ratio

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-06-14]

[DOI: 10.52547/ioh.18.1.232]



شکل ۳: وزن هریک از معیارهای ارزیابی معیارهای کلیدی ایمنی عابران پیاده

متوسط زیاد، زیاد و بسیار زیاد بوده و توسط ۵۰ نفراز اساتید علوم اپیدمیولوژی، ترافیک، حمل و نقل، بهداشت حرفه‌ای، مسئولین ادارات و پاسگاه‌های پلیس راهنمایی و رانندگی،کارشناسان خبره راهنمایی و رانندگی شاغل در مراکز تحقیقاتی-دانشگاهی و پروژه‌های میدانی تکمیل و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

تکنیک تاپسیس فازی برای رتبه‌بندی و مقایسه گزینه‌های مختلف و انتخاب بهترین گزینه و تعیین فواصل بین گزینه‌ها استفاده می‌شود بر اساس این روش، بهترین گزینه، نزدیک‌ترین به راه‌حل ایده آل و دورترین از راه‌حل غیر ایده آل است. راه‌حل ایده آل، راه‌حلی است که بیشترین سود و کمترین هزینه را داشته باشد. تکنیک تاپسیس فازی در هفت گام اجرایی شده است. ابتدا مطابق روش، وزن معیارهای مسئله تعیین گردیده و پس از جمع آوری پاسخ‌های خبرگان در قالب پاره ای گویه های کلامی، پاسخ‌های مذکور به مقیاسی با قابلیت تجزیه و تحلیل تبدیل شده اند، زیرا انجام عملیات ریاضی بر روی متغیرهای بیانی کیفی غیرممکن می باشد. بنابراین متغیرهای بیانی باید به مقیاس های فازی تبدیل شوند. در این تحقیق، از اعداد فازی مثلثی[1] که در شکل ۱ نیز نشان داده شده به‌عنوان توابع عضویت اعداد فازی استفاده شده است. دلیل استفاده از اعداد فازی مثلثی، کمک به تصمیم‌گیرنده در تصمیم گیری ساده تر است.

در گام دوم ماتریس تصمیم گیری برای تعیین اهمیت هر معیار با توجه به هر معیار تشکیل می‌گردد. برای این منظور ابتدا لازم است که مقیاس مناسب فازی برای سنجش هر معیار با توجه به هر معیار تعیین گردد. در این تحقیق از مقیاس های فازی به کارگرفته شده توسط وانگ و الهاگ[2] (۲۰۰۶) استفاده شده است. در مرحله سوم هر کدام از اعداد فازی به دست آمده برای اهمیت هر معیار را در عنصر متناظر ماتریس تصمیم (اهمیت هر معیاربا توجه به هر معیار) ضرب کرده و ماتریس تصمیم گیری موزون به شکل زیر محاسبه می گردد.

$$\tilde{V}=[\tilde{v}_{ij}]_{m\times n},\ i=1,2,...,m;\ j=1,2,...,n$$
$$\tilde{v}_{ij}=\tilde{a}_{ij}\otimes\tilde{w}_{j}$$

در گام چهارم جداول تصمیم گیری که از میانگین نظرات افراد به دست می آیند و موزون شده اند را نرمال کرده و ماتریس تصمیم گیری نرمال شده به دست می آید. اگر فرض کنیم ماتریس فازی نرمال شده با $\tilde{R}$ نشان داده شود:

$$\tilde{R}=[\tilde{r}_{ij}]_{m\times n},\ i=1,2,...,m;\ j=1,2,...,n$$

این ماتریس از فرمول های زیر بدست می آید که در این فرمول ها B و C به ترتیب نشانگر مثبت و منفی بودن معیارهای مساله است:

$$\tilde{r}_{ij}=\left(\frac{a_{ij}}{c^{+}_{j}},\frac{b_{ij}}{c^{+}_{j}},\frac{c_{ij}}{c^{+}_{j}}\right)\quad c^{+}_{j}=\max_{i}c_{ij}\quad j\in B$$
$$\tilde{r}_{ij}=\left(\frac{a^{-}_{j}}{c_{ij}},\frac{a^{-}_{j}}{b_{ij}},\frac{a^{-}_{j}}{a_{ij}}\right)\quad a^{-}_{j}=\min_{i}a_{ij}\quad j\in C$$

لازم به ذکر است که همگی معیارهای مورد استفاده در پژوهش حاضر جنبه مثبت دارند و نتیجه نرمال کردن

1.Triangular Fuzzy number

2. Wang and Elhang

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-06-14]

[DOI: 10.52547/ioh.18.1.232]

جدول۱: ضرایب نزدیکی و رتبه معیار های کلیدی ایمنی عابران پیاده

عنوان شاخص	مجموع فواصل از ایده آل منفی	مجموع فواصل از ایده آل مثبت	CC_i	رتبه
ایجاد گذرگاههای غیر همسطح در تقاطع ها	۴/۰۱۲۴	۱/۰۳۶۹	۰/۱۹۵۵	۱
ایجاد مسیرهای امن در اطراف مدارس	۴/۰۸۸۵	۰/۹۶۶۱	۰/۱۹۳۰	۲
محدود کردن دسترسی عابران به بزرگراه	۴/۰۶۵۲	۰/۹۹۰۷	۰/۱۹۲۷	۳
ایجاد محل‌های عبور کنترل‌شده در مناطق پرخطر	۴/۱۳۳۵	۰/۹۲۲۹	۰/۱۹۲۰	۴
آموزش و ارتقاء فرهنگ ترافیک در جامعه از طریق رسانه های جمعی	۴/۲۵۳۸	۰/۸۰۴۶	۰/۱۸۷۸	۵
طراحی بدنه ماشین مطابق با رعایت ایمنی عابران	۴/۲۸۳۸	۰/۷۷۹۴	۰/۱۸۶۴	۶
آموزش و ارتقاء فرهنگ ترافیک در مدارس	۴/۲۶۹۸	۰/۷۹۲۲	۰/۱۸۶۱	۷
افزایش عرض پیاده رو معابر	۴/۲۲۷۲	۰/۸۲۶۵	۰/۱۸۱۶	۸
آرام‌سازی ترافیک	۴/۲۰۳۴	۰/۸۵۸۴	۰/۱۸۱۳	۹
افزایش دامنه اسقاط خودروهای فرسوده	۴/۲۱۱۶	۰/۸۴۷۶	۰/۱۷۳۵	۱۰
برطرف کردن موانع دید در راه ها	۴/۱۷۲۵	۰/۸۸۶۴	۰/۱۷۲۷	۱۱
طراحی مناسب معابر سواره‌رو و پیاده‌رو	۴/۱۵۳۲	۰/۹۰۳۷	۰/۱۷۱۳	۱۲
جداسازی زمانی سواره رو و پیاده رو	۴/۱۴۳۲	۰/۹۱۳۶	۰/۱۷۰۸	۱۳
ارتقاء زیرساخت‌های ایمنی راه برای عابران	۴/۱۳۸۲	۰/۹۱۲۷	۰/۱۷۰۸	۱۴
طراحی معابر امن برای سالمندان و کودکان	۴/۲۲۲۹	۰/۸۳۷۹	۰/۱۶۸۸	۱۵
افزایش ظرفیت معابر عابران در مراکز اصلی کار و فعالیت	۴/۴۳۶۵	۰/۶۲۱۸	۰/۱۶۵۳	۱۶
علامت‌گذاری معابر ویژه عابران	۴/۲۱۶۴	۰/۸۴۲۳	۰/۱۶۳۹	۱۷
ایجاد فرهنگ پیاده‌روی	۴/۱۲۹۶	۰/۹۲۷۱	۰/۱۶۳۸	۱۸
آموزش و ارتقاء فرهنگ ترافیک در جامعه از طریق سازمانهای غیردولتی	۴/۰۵۶۶	۰/۹۹۹۴	۰/۱۶۰۳	۱۹
آموزش رانندگان در مورد رعایت حقوق عابران پیاده	۴/۲۴۳۲	۰/۸۱۵۱	۰/۱۵۹۹	۲۰
استاندارد نمودن نور معابر	۴/۲۰۰۸	۰/۸۶۱۶	۰/۱۵۹۷	۲۱
کانالیزه کردن تقاطع‌ها	۴/۲۴۷۴	۰/۵۱۳۴	۰/۱۵۷۷	۲۲
ارزیابی دوره ای ایمنی عابران در کلان شهرها	۴/۳۷/۲۸	۰/۷۷۲۸	۰/۱۵۷۲	۲۳
استفاده از لباس‌شبرنگ برای ماموران خدمات عمومی	۴/۱۸۰۷	۰/۸۷۸۷	۰/۱۵۶۶	۲۴
طراحی مناسب نور چراغها و آینه خودرو برای کاهش حوادث عابران	۴/۱۸۲۶	۰/۸۸۰۰	۰/۱۵۵۷	۲۵
نصب چراغ‌های عابر پیاده	۴/۳۴۷۰	۰/۷۱۱۳	۰/۱۵۳۷	۲۶
ایجاد استراحت گاههای بین راهی برای عابران سالمند	۴/۲۲۹۹	۰/۸۲۷۴	۰/۱۵۳۷	۲۷
ایجاد فضای حمایتی به صورتی که فرصت دریافت اغلب خدمات و امکاناتی ویژه برای مردم از طریق قدم زدن فراهم باشد	۴/۰۹۰۷	۰/۹۶۸۷	۰/۱۵۱۳	۲۸
ایجاد ارتباط مناسب و شبکه‌ای مسیرهای پیاده‌روی	۴/۱۴۰۶	۰/۹۱۵۹	۰/۱۵۰۹	۲۹
رعایت نکات ایمنی در ایستگاههای اتوبوس‌های شهری و برقی	۴/۱۹۸۱	۰/۸۵۸۲	۰/۱۴۹۲	۳۰
جداسازی فیزیکی سواره رو و پیاده رو	۴/۲۶۶۳	۰/۷۸۹۱	۰/۱۴۶۶	۳۱
افزایش تعداد ماموران پلیس در معابر پر رفت و آمد	۴/۰۳۱۱	۱/۰۲۴۱	۰/۱۴۶۲	۳۲
ارتقاء ایمنی خودروها	۴/۲۱۴۵	۰/۵۴۵۴	۰/۱۴۴۱	۳۳
تشدید مجازات رانندگان استفاده کننده از مشروبات الکلی و مواد مخدر	۴/۰۶۴۰	۰/۹۹۲۵	۰/۱۴۳۰	۳۴
ارتقاء کمی و کیفی برنامه آموزشگاههای رانندگی	۴/۰۳۶۳	۱/۰۲۰۷	۰/۱۳۰۸	۳۵
ارتقاء فرهنگ رانندگی	۴/۰۳۰۰	۱/۰۲۵۷	۰/۱۱۳۱	۳۶

ماتریس تصمیم گیری موزون، ماتریسی فازی مثلثی با اعداد مثبت است.

در گام پنجم پاسخ ایده آل مثبت و پاسخ ایده آل منفی فازی مشخص شده و فاصله هر معیاراز ایده آل مثبت و ایده آل منفی فازی در گام ششم به شکل زیر محاسبه شده است.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-06-14]

[DOI: 10.52547/ioh.18.1.232]

$$d^{+}_{i} = \sum_{j=1}^{n} d\left(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_{j}^{+}\right),\ i = 1,2,...,m;$$

$$d^{-}_{i} = \sum_{j=1}^{n} d\left(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_{j}^{-}\right),\ i = 1,2,...,m;$$

که اگر $\tilde{v}_{ij} = (a,b,c)$ آنگاه :

$$d\left(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_{j}^{+}\right) = \sqrt{\frac{1}{3}[(a-1)^2 + (b-1)^2 + (c-1)^2]}$$

$$and \quad d\left(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_{j}^{-}\right) = \sqrt{\frac{1}{3}[(a-0)^2 + (b-0)^2 + (c-0)^2]}$$

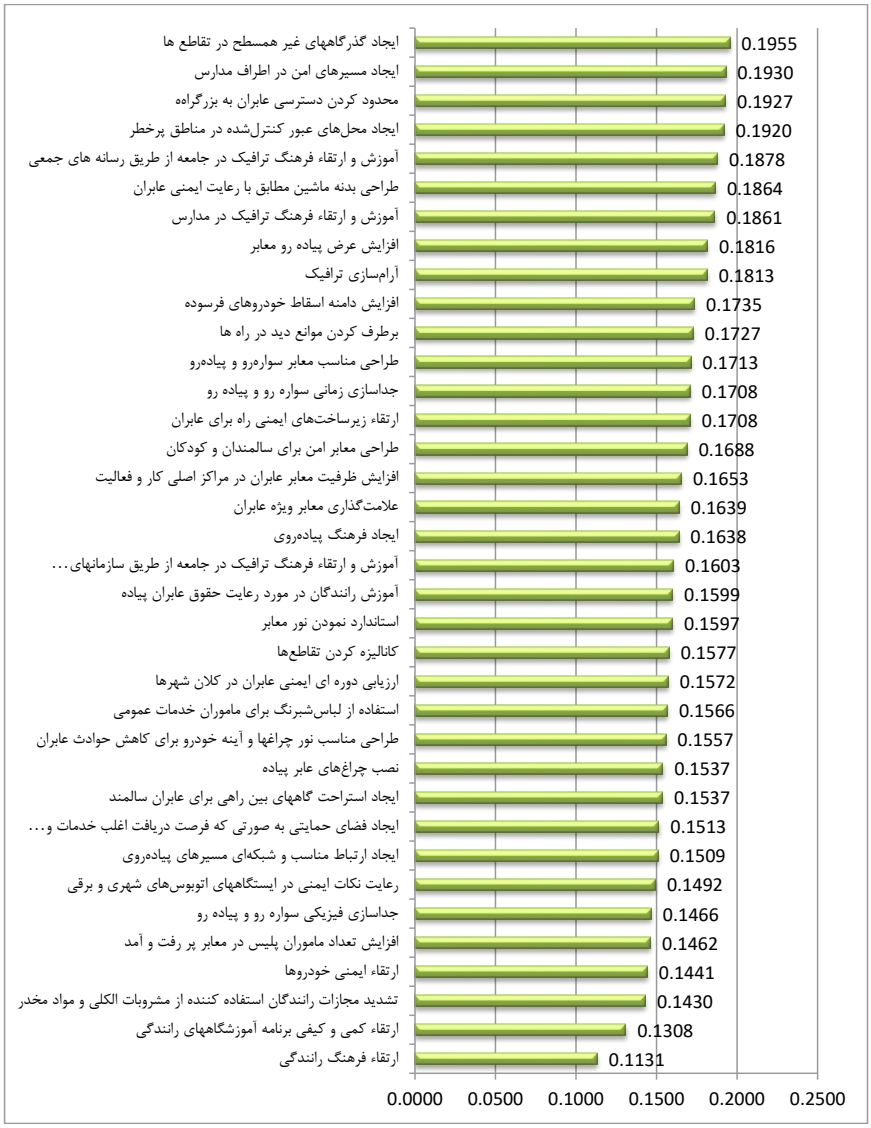
با محاسبه ضریب نزدیکی و رتبه معیارها در گام هفتم اولویت‌بندی معیارها انجام شده است. یا ضریب نزدیکی معیاری برای رتبه بندی معیار ها و اولویت‌بندی آن‌ها می باشد. CC_i به کمک رابطه زیر تعریف شدند:

$$CC_i = \frac{d^{-}_{i}}{d^{+}_{i} + d^{-}_{i}}, i = 1,2,...,m.$$

اگر معیاری به مقدار A^{+} نزدیک بوده و از مقدار A^{-} دور باشد مقدار به یک نزدیک تر می شود. با توجه به این نزدیکی اولویت معیار ها تعیین شده است.

یافته ها

در این مطالعه در مجموع ۵۰ نفر شرکت کرده اند که ۴۶(۹۲٪) نفر آنها مرد و ۴(۸٪) نفر زن بوده اند. میانگین و انحراف معیار سن شرکت کنندگان در مطالعه به ترتیب ۴۲/۶۸ و ۸/۰۳ سال است. میانگین و انحراف معیار سابقه



شکل ۴: نمودار مقایسه معیار های کلیدی ایمنی عابران پیاده با توجه به معیار ضرایب نزدیکی

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-06-14]
[DOI: 10.52547/ioh.18.1.232]

کار شرکت کنندگان در مطالعه به ترتیب ۲۱/۲۴ و ۸/۹۴ سال می باشد.

شکل ۲ همبستگی کلی تصحیح شده معیارهای کلیدی را نشان می دهد. این نمودار بیانگر آن است که در مجموع اکثر آیتم ها دارای همبستگی قوی با سایر آیتمها می باشند. جداسازی فیزیکی سواره رو و پیاده رو ارتقاء فرهنگ ترافیک در مدارس و آموزش و افزایش عرض پیاده رو معابر به ترتیب با ۰/۶۹، ۰/۶۸ و ۰/۶۷. دارای قوی ترین ضریب همبستگی می باشند و تنها چند آیتم همبستگی ضعیفی را نشان می دهند.

شکل ۳ وزن هریک از معیارهای ارزیابی شاخص ها را نشان می دهد. مشخص بودن معیار (Specific) با وزن ۰/۲۸ دارای بیشترین و قابلیت اندازه گیری معیار در مدت زمان مشخص (Time frame) با وزن ۰/۰۹ دارای کمترین اثر در اولویت بندی معیارهای مورد مطالعه بوده است.

جدول ۱ فاصله از ایده آل مثبت و منفی و ضرایب نزدیکی و رتبه معیار های کلیدی ایمنی عابران پیاده را نشان می دهند. همانطور که در جدول ۱ ملاحظه می شود، بر اساس تجزیه و تحلیلهای فازی معیارهای ایجاد گذرگاه های غیر همسطح در تقاطع ها، ایجاد مسیرهای امن در اطراف مدارس، محدود کردن دسترسی عابران به بزرگراه‌ها، ایجاد محل‌های عبور کنترل‌شده در مناطق پرخطر و آموزش و ارتقاء فرهنگ ترافیک در جامعه از طریق رسانه های جمعی به ترتیب رتبه های اول الی پنجم را به خود اختصاص دادند. همچنین در شکل ۴ شاخص های کلیدی ایمنی عابران پیاده با توجه به معیار ضرایب نزدیکی با هم مقایسه و بر اساس رتبه های بدست آمده مرتبط شده اند.

بحث

تجزیه و تحلیل‌های فازی نشان داده، معیارهای؛ ایجاد گذرگاههای غیر همسطح در تقاطع ها، ایجاد مسیرهای امن در اطراف مدارس، محدود کردن دسترسی عابران به بزرگراه‌ها، ایجاد محل‌های عبور کنترل‌شده در مناطق پرخطر و آموزش و ارتقاء فرهنگ ترافیک در جامعه از طریق رسانه های جمعی از ضریب نزدیکی بالایی برخوردار می‌باشند. بنابراین به ترتیب معیارهای کلیدی با رتبه یک الی پنجم ارتقاء ایمنی عابران پیاده می باشند.

در این میان ایجاد گذرگاههای غیر همسطح در تقاطع ها به عنوان مهمترین معیارتعیین شده است. مطالعات مختلفی به این معیاربه عنوان یک مداخله موثر جهت ارتقاء ایمنی عابران پیاده اشاره کرده اند. در این رابطه می توان مطالعه معینی و همکاران را نام برد که جداسازی زمانی و جداسازی فضایی (افقی یا عمودی) جهت کاهش تصادفات عابر پیاده پیشنهاد کرده اند (۲۴). احدی و نادری برای کارایی تسهیلات عابران پیاده و ارتقاء ایمنی عابران پیشنهاداتی شامل جداسازی کامل پیاده‌روها و گذرگاه‌های عابران از سطح سواره، برداشتن و حذف موانع موجود در پیاده‌روها، مکان‌یابی صحیح پل‌ها و زیرگذرهای عابر پیاده، طراحی گذرگاه‌های عابر پیاده در مناطق تجاری، تعیین و رعایت عرض مناسب کریدورهای عابر پیاده با توجه به تقاضا، روسازی مناسب کریدورهای عابر پیاده به‌منظور افزایش ایمنی عابران مطرح کرده اند (۱). امجدیان و همکاران به اصلاح شبکه پیاده‌روی، فضاهای شهری و توسعه کالبدی شهرها با لحاظ نیازهای پیاده‌ها اشاره نموده‌اند (۲). اسماعیلی و همکاران یکی عوامل مؤثر در ایمنی ترافیک را مهندسی راه و ترافیک و جدا سازی مسیر عبور اتومبیل ها و عابران را عنوان نموده اند (۳۲).

نتایج این مطالعه بیانگر آن است که ایجاد مسیرهای امن در اطراف مدارس دومین معیارکلیدی ایمنی عابران پیاده می باشد. مطالعات مختلفی ازجمله مطالعات: مرادی کلوتیر[1]، کوتریل[2]، گرین[3]، میراندا مورانو[4]، اوکوشوری[5]، مک آدور[6] و همکارانشان نشان داده‌اند که افزایش کاربری آموزشی زمین و تعداد مدارس یا دانش آموزان با فراوانی حوادث ترافیکی مرتبط با عابران در مناطق شهری ارتباط دارد (۲۹، ۳۳-۳۷)، بنابراین این معیاراز نظر ایمنی عابران پیاده دارای اهمیت زیادی می باشد و لازم است جهت ارتقاء ایمنی رفت آمد دانش آموزان و دانشجویان در معابر اطراف مکانهای آموزشی در مناطق شهری، برنامه های جامعی طراحی و اجرا شود.

این مطالعه نشان می دهد، محدود کردن دسترسی عابران به بزرگراه‌ها سومین معیارکلیدی ایمنی عابران پیاده می باشد. مطالعه مرادی و همکاران نشان داده، حدود ۸۰٪ از حوادث فوتی مرتبط با عابران پیاده در تهران در بزرگراه‌ها و آزادراه‌ها اتفاق می افتد و بزرگراه‌های واقع در مبادی ورودی و خروجی اصلی غرب و جنوب تهران به‌ویژه بزرگراه آزادگان و جاده مخصوص کرج، نسبت بیشتری از حوادث را به خود اختصاص می دهند (۳۸).

1 Cloutier
2 Cottrill
3 Green
4 Miranda-Moreno
5 Ukkusuri
6 McArthur

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-06-14]

[DOI: 10.52547/ioh.18.1.232]

همچنین مطالعه ویر[1] و همکاران در سانفرانسیسکو و مولر[2] و همکاران در واشنگتن نشان داد، تعداد و شدت حوادث ترافیکی مرتبط با عابران پیاده در بزرگراه‌ها و معابر دارای ترافیک سنگین بیشتر است (۳۹, ۴۰). یکی از دلایل زیاد بودن فراوانی حوادث منجر به مرگ عابران در این نواحی می‌تواند، بالا بودن بار ترافیکی، اختلاط وسایل نقلیه مختلف و همچنین ضعیف بودن امکانات ایمنی عابران پیاده باشد؛ بنابراین لازم است، در خصوص ساماندهی عبور مرور وسایل نقلیه و عابران پیاده ازجمله تفکیک محل عبور وسایل نقلیه سبک و سنگین در بزرگراه‌ها به ویژه در مراکز استانها و ارتقاء ضریب ایمنی عبور عابران پیاده از این گونه اماکن، اقدامات لازم انجام شود.

بر اساس نتایج مطالعه، آموزش و ارتقاء فرهنگ ترافیک در جامعه از طریق رسانه های جمعی پنجمین معیارکلیدی ایمنی عابران پیاده می باشد. مریدی و همکاران با استفاده از روش تاپسیس فازی نشان دادند، عوامل و رفتار انسانی بالاترین ضریب نزدیکی را در میان عوامل مؤثر برخطرسوانح رانندگی در شهر تهران به خود اختصاص داده و کنترل و مدیریت آنها به عنوان اولویت اول جهت کاهش حوادث رانندگی در راهور تهران انتخاب شده است (۲۹). این مولفه ها جهت ارتقاء ایمنی عابران پیاده در معابر درون شهری و برون شهری نیز می توانند در نظر گرفته شوند و با اجرای مقررات، آموزش مردم و رانندگان به ویژه از طریق رسانه های جمعی می توان ضعف های فرهنگی موجود را کاهش داد.

تغییرات محیطی در معابر و ایجاد محیط های ایمن جهت رفت و آمد عابران، تعداد قابل توجهی از معیارهای کلیدی ارتقاء ایمنی عابران پیاده را به خود اختصاص داده اند. مرادی و همکاران نشان دادند، عوامل محیطی نقش زیادی در توزیع حوادث ترافیکی منجر به جرح مرتبط با عابران پیاده در مرکز شهر تهران را دارند (۲۹). مطالعات مشابه در سایر نقاط جهان ازجمله مطالعه اسلوتر[3] و همکاران در شهر نیویورک، مطالعه آندرسن در لندن، مطالعه تاکوشل و همکاران در آتلانتا، مطالعه وانگ و کوکلمن[4] در تگزاس، مطالعه صدیقی و همکاران در ایالت فلوریدا، مطالعه سبرت کولمان[5] و همکاران در ایالت کلرادو نیز نشان داده‌اند که عوامل محیطی ازجمله؛ شعاع تقاطع‌ها، علائم عابران، علائم هشداردهنده اتومبیل، عرض خیابان، کیفیت سطح خیابان، نوع خیابان، منطقه خرید، روشنایی معابر، حجم ترافیک و تراکم جمعیت در توزیع حوادث رانندگی مرتبط با عابران نقش زیادی دارند (۱۶-۲۱)؛ بنابراین با انجام مطالعات اختصاصی و گسترده می‌توان نقش هریک از این عوامل در بروز حوادث ترافیکی مرتبط با عابران پیاده و راهکارهای کنترل آن‌ها را مشخص نمود.

1 Wier
2 Mueler
3 Slaughter
4 Kockelman
5 Sebert Kuhlmann

نتیجه گیری

این مطالعه نشان داده است که معیارهای لازم و دارای اهمیت جهت ارتقاء ایمنی عابران پیاده حیطه های مختلف عوامل انسانی، محیطی و وسیله نقلیه را شامل می شوند. ایجاد گذرگاه های غیر همسطح در تقاطع ها، ایجاد مسیرهای امن در اطراف مدارس، محدود کردن دسترسی عابران به بزرگراه ها، ایجاد محل‌های عبور کنترل‌شده در مناطق پرخطر و آموزش و ارتقاء فرهنگ ترافیک در جامعه از طریق رسانه های جمعی در صدر این ویژگیها قرار دارد. با انجام این مطالعه لیستی از معیار های ایمنی عابران پیاده در معابر درون شهری استان همدان که می تواند در مقیاس ملی برای اهداف کاربردی شامل طراحی برنامه های ارتقاء ایمنی عابران پیاده مورد استفاده قرار گیرند.

با توجه به اینکه در زمینه موضوع مورد مطالعه از قبل معیارهای مشخصی وجود نداشت، در این مطالعه از روش MCDM[6] استفاده شد. لازم به ذکر است در گام بعدی با مشخص شدن معیارهای کلیدی و موثر می توان از روش MADM[7] برای تجزیه و تحلیل هریک از معیارهای اثر گذار استفاده نمود.

تشکر و قدردانی

در پایان از کلیه عزیزانی که در انجام این مطالعه نقش داشته اند به ویژه اساتید و مدیران پلیس راهنمائی و رانندگی گروه علوم مدیریت، کارشناسان و کلیه دوستانی که در جمع آوری داده ها شرکت داشته اند، همچنین مدیریت و کارکنان معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی همدان تقدیر و تشکربه عمل می آید. بودجه این طرح از طرف دانشگاه علوم پزشکی همدان تامین شده و دارای کد ۱۳۹۷،۸۱۸.IR.UMSHA.REC از کمیته اخلاق در پژوهشهای زیست پزشکی می باشد.

منابع

1. Ahadi M, Naderi A. Urban Transportation, Tehran,

6 Multiple criteria decision making
7 Multiple attribute decision making

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-06-14]
[DOI: 10.52547/ioh.18.1.232]

Amin University of Police Sciences. 1392. [In Persian]
2. Amjadian, Comparative study of pedestrian crossing passageways and providing the most reliable model. Military science university. 2011. [In Persian]
3. Moradi A, Soori H, Kavosi A, Eshghabadi F, Hashemi Nazari SS, Rahmani K. Human factors influencing the severity of traffic accidents related to pedestrians in Tehran. Iran Occupational Health. 2018;15(3):55-65. [In Persian]
4. Castro J, Delgado M, Medina J, Ruiz-Lozano M. An expert fuzzy system for predicting object collisions. Its application for avoiding pedestrian accidents. Expert Systems with Applications. 2011;38(1):486-94.
5. Riccardo R, Massimiliano G, Gregorio G, Claudio M. Comparative analysis of random utility models and fuzzy logic models for representing gap-acceptance behavior using data from driving simulator experiments. Procedia-Social and Behavioral Sciences. 2012;54:834-44.
6. Nurnadiah Z, Lazim A. Weight of interval type-2 fuzzy Rach model in decision making approach: ranking causes lead of road accident occurrence. International journal of soft computing. 2012;7(1):1_11.
7. Al-Hadidi M, Khalil Ibrahim Y, Adnan Istitieh Y. Car Safety System Using Fuzzy Logic. Journal of Computer Science. 2008;4(12):1061-3.
8. Awasthi A, Chauhan SS, Omrani H, Panahi A. A hybrid approach based on SERVQUAL and fuzzy TOPSIS for evaluating transportation service quality. Computers & Industrial Engineering. 2011;61(3):637-46.
9. Bao Q, Ruan D, Shen Y, Hermans E, Janssens D. Improved hierarchical fuzzy TOPSIS for road safety performance evaluation. Knowledge-based systems. 2012;32:84-90.
10. Soltani A. Functional Evaluation of Footbridges based on Personal Preferences, the Case Study of Shiraz. Geography and Environmental Planning. 2014;25:133-50. [In Persian]
11. Barzegar A, Sadegh H, CHaboksavar N. Epidemiology of mortality from accidents in the province of Kermanshah. Kerman University of Medical Sciences journal. 2004;13(2). [In Persian]
12. Moridi P, Moradi A, Taheri F, Yarahmadi R, Farshad AA. Prioritization of accident risk indices based on multiple criteria decision making in the traffic police (Tehran City). Iran Occupational Health. 2018;15(5):21-9. [In Persian]
13. Zangeneh A, Najafi F, Karimi S, Saeidi S, Izadi N. Spatial-temporal cluster analysis of mortality from road traffic injuries using geographic information systems in West of Iran during 2009–2014. Journal of forensic and legal medicine. 2018;55:15-22. [In Persian]
14. Lee G, Jun K-S, Chung E-S. Integrated multi-criteria flood vulnerability approach using fuzzy TOPSIS and Delphi technique. Natural Hazards and Earth System Sciences. 2013;13(5):1293-312.
15. Wang Y-M, Elhag TMJEswa. Fuzzy TOPSIS method based on alpha level sets with an application to bridge risk assessment. 2006;31(2):309-19.
16. Slaughter DR, Williams N, Wall SP, Glass NE, Simon R, Todd SR, et al. A community traffic safety analysis of pedestrian and bicyclist injuries based on the catchment area of a trauma center. Journal of Trauma and Acute Care Surgery. 2014;76(4):1103-10.
17. Anderson TK. Kernel density estimation and K-means clustering to profile road accident hotspots. Accident Analysis & Prevention. 2009;41(3):359-64.
18. Taquechel EP. A Spatial Analysis of the Relationship between Pedestrian Crash Events and Features of the Built Environment in Downtown Atlanta. Thesis, Georgia State University. 2009.
19. Wang Y, Kockelman KM. A Poisson-lognormal conditional-autoregressive model for multivariate spatial analysis of pedestrian crash counts across neighborhoods. Accident Analysis & Prevention. 2013;60:71-84.
20. Siddiqui C, Abdel-Aty M, Choi K. Macroscopic spatial analysis of pedestrian and bicycle crashes. Accident Analysis & Prevention. 2012;45:382-91.
21. Sebert Kuhlmann AK, Brett J, Thomas D, R. Sain S. Environmental characteristics associated with pedestrian–motor vehicle collisions in Denver, Colorado. American journal of public health. 2009;99(9):1632-7.
22. Murray CJ, Lopez AD. The global burden of disease: Harvard University Press Boston; 1996.
23. Global status report on road safety 2018: WHO press; 2018.
24. Moeini S. Walking Towns, Tehran, Azarahksh. 1994. [In Persian]
25. Mehmandar Mr; Ariana M; Khalili E; Mobaderi T, Comparative Study of Urban Traffic Management in Reducing Accidents in Tehran Regions Using AHP and Delphi Methods , Hakim Health Sys Res 2019; 21(4): 313- 320. [In Persian]
26. Castro, J.L., Delgado, M., Medina, J. and Ruiz-Lozano, M.D. (2011) "An expert fuzzy system for predicting object collisions. Its application for avoiding pedestrian accidents", Expert Systems with Applications 38, 486-

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-06-14]

[DOI: 10.52547/ioh.18.1.232]

494.
27. Riccardo, R., Massimiliano, G., Gregorio, G. and Claudio, M. (2012) "Comparative analysis of random utility models and fuzzy logic models for representing gap-acceptance behavior using data from driving simulator experiments" , Procedia-Social and Behavioral Sciences 54, 834-844.
28. Nurnadiah Z, Lazim A. Weight of Interval Type-2 Fuzzy Rasch Model in Decision Making Approach: Ranking Causes Lead of Road Accident Occurrence. International Journal of Soft Computing. 2012;7(1):1-11.
29. Yarahmadi R, Moradi A, Taheri F, Moridi P, Farshad AA. Prioritization of effective factors in traffic accident based on multiple criteria decision making in the traffic police (Tehran city). Iran Occupational Health.2018 (Oct-Nov); 15(5):21-15. [In Persian]
30. Forensic Medicine Organization. 2018. [In Persian]
31. Jebel Amoli MS, Rezaefar A. Ranking of projects risk with use of multiple attribute decision making.2007; 41(7): 863-871.[In Persian].
32. Ismaili A, Pakgoohar A. Traffic Safety, Evans Leonard, Practical Research of NAJA Rahvar. 2008. [In Persian]
33. Cloutier M-S, Apparicio P, Thouez J-P. GIS-based spatial analysis of child pedestrian accidents near primary schools in Montréal, Canada. Applied GIS. 2007;3(4):1-18.
34. Cottrill CD, Thakuriah PV. Evaluating pedestrian crashes in areas with high low-income or minority populations. Accident Analysis & Prevention. 2010;42(6):1718-28.
35. Green J, Muir H, Maher M. Child pedestrian casualties and deprivation. Accident Analysis & Prevention. 2011;43(3):714-23.
36. Miranda-Moreno LF, Morency P, El-Geneidy AM. The link between built environment, pedestrian activity and pedestrian–vehicle collision occurrence at signalized intersections. Accident Analysis & Prevention. 2011;43(5):1624-34.
37. McArthur A, Savolainen PT, Gates TJ, editors. Spatial Analysis of Child Pedestrian and Bicycle Crashes: Development of a Safety Performance Function for Areas Adjacent to Schools. Transportation Research Board 93rd Annual Meeting; 2014.
38. Moradi A, Soori H, Kavousi A, Eshghabadi F, Jamshidi E, Zeini S. Spatial analysis to identify high risk areas for traffic crashes resulting in death of pedestrians in Tehran. Medical journal of the Islamic Republic of Iran. 2016;30:450.
39. Wier M, Weintraub J, Humphreys EH, Seto E, Bhatia R. An area-level model of vehicle-pedestrian injury collisions with implications for land use and transportation planning. Accident Analysis & Prevention. 2009;41(1):137-45.
40. Mueller BA, Rivara FP, Lii S-M, Weiss NS. Environmental factors and the risk for childhood pedestrian-motor vehicle collision occurrence. American journal of epidemiology. 1990;132(3):550-60.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-06-14]

[DOI: 10.52547/ioh.18.1.232]