Amirkabir Journal of Civil Engineering

Amirkabir J. Civil Eng., 52(7) (2020) 455-458
DOI: 10.22060/ceej.2019.15691.6001

Optimization of Non-level Pedestrian Crossings Using Genetic Algorithm

Ali Abdi Kordani[1,*], Hossein Izadpanah[2], Majid Shadman[3]

[1]Transportation Planning Dept., Faculty of Technical and Engineering, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran
[2]Faculty of Civil, Architecture and Art, Science and Research Branch of Islamic Azad University, Tehran, Iran
[3]Transportation Planning Dept., Faculty of Technical and Engineering, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran

ABSTRACT: Today, a significant proportion of movements are available for distances below one kilometer is carried out with the feet. The separation of pedestrian traffic with traffic passing through highways and highways is one of the issues that, in addition to ensuring the safety of pedestrians, also covers the flow of traffic. One of the safe passageways of these pedestrian crossings is the construction of passageways of non-level pedestrians (overpasses or underpasses). Therefore, the mathematical model in this research was designed with the goal of the minimum total distance of pedestrians to the passage. Model inputs were prepared using the ArcGIS software, such as applying the population to applications and obtaining distances, then by solving this model, an optimal locating of non-level passes was performed using Genetic Algorithm. In order to optimize and optimize the management of project costs, the passageways were prioritized based on effective parameters. Thus, by identifying the effective parameters such as the size of the pedestrian and the volume and speed of the vehicles, using the ArcGIS software, the information layers of the parameters were created and applied to the layers using the required hierarchical weighting method and this method of prioritizing the non-level crossings of the pedestrian is done. The research method was carried out on a case study and non-level crossings of passageways were locally located in the area. The importance of effective parameters for prioritizing non-level passes, pedestrian accidents, and the volume of passing pedestrians from the street had the most important factor. Finally, 21 points for constructing of pedestrian crossing is determined that prioritized based on Genetic Algorithm.

Review History:
Received: 2019-01-23
Revised: 2019-03-21
Accepted: 2019-04-23
Available Online: 2019-07-04

Keywords:
Locating
Pedestrian
Optimization
Genetic Algorithm
Hierarchical Analysis

1. INTRODUCTION

The pedestrian cross-sectional area is a pedestrian facility, which is built on the basis of vertical separation of pedestrians and cavalry as underpasses or overpasses. Recent trends in pedestrian-friendly urban development areas have given rise to an interest in re-examining the common engineering practices used in pedestrian crossings [1-4]. In this paper, the parameters affecting the location of a non-level crossing, such as vehicle volumes, pedestrian volumes, vehicle speed, and time required for passing, distance from adjacent transverse passage, crash data and land use, and other cases are studied.

An algorithm for finding optimal points for the construction of a non-level pedestrian crossing is one of the important issues that seems to be very important to find a way to properly allocate optimal points due to the density of urban passages and the cost of a pedestrian bridge

2. METHODOLOGY

The general research method in this study is that in order to optimize the location, a mathematical model is first defined and then the problem is solved using the genetic algorithm (GA) method. Solve this problem based on the parameters defined by Matlab software. The mathematical model is inspired by the idealized model of Charts and Cooper [5]. It tries to minimize the target function simultaneously and according to the weight of each parameter. The purpose of the design of this model is to minimize the distance between the demand points and the non-pedestrian crossings.

The objective function is defined as below:

$$Min\ Z = \sum i \in I \sum j \in J \sum k \in K \sum j \in N_i h_i d_{ij} R_{kj} y_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

Where h_i demand of parameter i, d_{ij} distance between i point demands and location of non-level crossing (j), R_{kj} standard distance between k and non-level crossing (j), L distance for servicing and covering the pedestrians.

Also, constrains of problem are listed below:

$$\sum j \in N_i x_j \le J \quad (2)$$

$$\sum j \in J y_{ij} = 1 \quad i = I \quad (3)$$

$$y_i = \sum j \in N_i x_j \le 0 \quad (4)$$

*Corresponding author's email: aliabdi@eng.ikiu.ac.ir

Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to Amirkabir University Press. The content of this article is subject to the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY-NC 4.0) License. For more information, please visit https://www.creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.

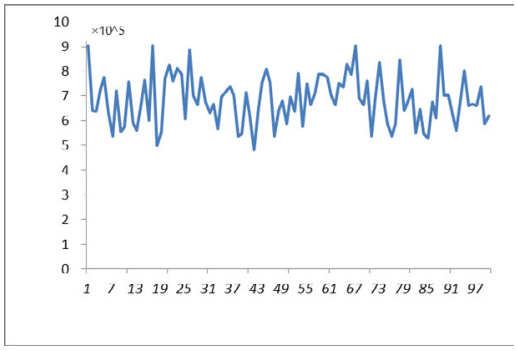


Fig. 1. Solution diagram with 100 iterations

[10101001011011010110]

Fig. 2. Final result obtained from Matlab

Where *i* demand points for non-level crossing, j candidate location for non-level crossing, and k is specific points such as intersections and elementary Schools.

When the mathematical model of optimal locations for the construction of non-level pedestrian crossings was created, the priority of each of the passages should be made according to the parameters that determine the importance of each passage. Prioritization is based on a series of influential parameters that are selected based on previous studies.

Due to the importance of different parameters, the weight of each parameter should be determined. For this purpose, weighing the parameters through the hierarchy analysis method is performed using Expert Choice software.

Two methodologies for this research are considered that the first is the optimal locating of non-level crossings and the second is their prioritization. In the first stage, the problem solving method is that an arterial street is first considered and its digital map is prepared, then the population statistics of the region, which includes the population of each block, is investigated. In the next step, the residential areas are divided into smaller pieces and the intervals are determined using the GIS. In the following, suitable points for the construction of non-level pedestrian crossings in each goal street are identified, and the distance between these points and specific points using the GIS is determined from the blocks. In the next step, using the math model, the optimal number of points for the passageways is determined from the points of the candidate with the minimum sum of the distance to the block, so that by minimizing the production of the pedestrian area, more pedestrian crossings are more likely to be used. In the second step, the problem solving methodology determines the parameters that affect the prioritization of the passageways and obtain the necessary information by field surveying. Using the GIS of the information layer, each parameter is created on its layer. Finally, by performing a hierarchical analysis, the weight required is determined by the effect level of each layer and applied in the GIS to determine the priority of each pass.

In order to verify the proposed algorithm, a case study of the above issues has been made, which is referred to below. The area chosen for the case study is part of Shariati Street in Tehran's 7th District. The length of the study area is 2,500 meters, with the presence of various travel attraction applications on this street and the surrounding alleys, increasing travel facilities. To obtain the block distance to the passage, using the ArcMap capability, the center of the level of each block and the distance between the center of each block's surface and the candidate's passageways are obtained. To obtain the distance between candidate passes to specific points of the rules, ArcMap captures the gap and is prepared for the input of the model.

Fig. 3. Prioritization of the of located passageway

3. RESULTS AND DISCUSSION

The chromosomes of this algorithm consist of 21 genes, which are actually like a 21 × 1 matrix, which is zero or one. To begin with, the population of 30 chromosomes and the number of repetitions 40 were resolved, which ultimately yielded the best result when the chromosome population was increased to 100 and the number of replicates reached 100 generations.

The designed model in one area selects the minimum number of available passes. In this model, points are given as the points of reference that are recommended to be built at the nearest point to the safe passageway. In the answers given, 100% of the points are covered.

Another issue to be mentioned is the importance of the crash factor in prioritizing the construction of a non-level passageway. According to the experts, the importance of the accident factor in the priority of construction alone is 38%, which according to five other criteria has a high coefficient.

4. CONCLUSIONS

With the study of regulations and pedestrian ordinances and the need to pay attention to the basic parameters for facilitating walking, a model for locating non-level passages was designed. In order to solve this model and reach the optimal solution, it was decided to solve the genetic algorithm according to the previous research. Therefore, in a case study that part of Tehran's 7th district was operated in this way, and non-level crossings were located. Following the implementation of the research method in the case study and observing the results and analyzing the responses as well as studies on the research, the following results were obtained:

In the model, the points are referred to as the rules of reference, which is recommended at the closest point to be

constructed by a safe passage. In the answers given, 100% of the rule points are covered.

The significance of the accident factor (fatal and injured accidents) in prioritizing the construction alone is 38%, which is very important between five other criteria.

In prioritizing the construction of non-road crossings, the coefficient of importance of fatal accidents with 23.9%, the volume of pedestrians with 20% and the volume of vehicles is 19.3%, respectively.

Educational user is also more important than other utilities in prioritizing construction of non-level crossings.

REFERENCES

[1] Asano, M., Iryo, T., Kuwahara, M., 2014. "Microscopic pedestrian simulation model combined with a tactical model for route choice behavior". *Transportation Research Part C: Emerging Technologies,* 18(6), pp. 842-855.

[2] Ma, WJ., Yang, XG., Liu, Y., 2010. "Signal timing optimization models for Two-stage midblock pedestrian crossing". *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board,* 2198, pp. 133-144.

[3] Murray, P., Wolshon, B., 2013. "Evacuation transportation modeling: an overview of research, development, and practice", *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 27, pp. 25-45.

[4] Thakuriah, P., Metaxatos, P., Lin, J., Jensen, E., 2012. "An examination of factors affecting propensities to use bicycle and pedestrian facilities in suburban locations", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 17, 341-348.

[5] Cooper, L., 1963, "Location-Allocation problems", *Operation research*, 11(3), pp. 331-343.

HOW TO CITE THIS ARTICLE

A. Abdi Koradni, H. Izadpanah, M. Shadman, Optimization of Non-level Pedestrian Crossings Using Genetic Algorithm, Amirkabir J. Civil Eng., 52(7) (2020) 455-458.

DOI: 10.22060/ceej.2019.15691.6001

This page intentionally left blank

نشریه مهندسی عمران امیرکبیر

نشریه مهندسی عمران امیرکبیر، دوره ۵۲ شماره ۷، سال ۱۳۹۹، صفحات ۱۸۷۵ تا ۱۸۸۸
DOI: 10.22060/ceej.2019.15691.6001

بهینه سازی محل گذرگاه های غیرهمسطح عابر پیاده با استفاده از الگوریتم ژنتیک

علی عبدی کردانی*، حسین ایزدپناه، مجید شادمان

[۱]گروه برنامه ریزی حمل ونقل، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی، قزوین، ایران
[۲]دانشکده عمران، معماری و هنر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
[۳]گروه برنامه ریزی حمل ونقل، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی، قزوین، ایران

خلاصه: امروزه سهم قابل توجهی از جابجایی‌ها برای فواصل زیر یک کیلومتر با پا صورت می‌پذیرند. جداسازی حرکت عابران پیاده با ترافیک عبوری راه‌ها با حجم و سرعت بالا از مسایلی است که علاوه بر تأمین ایمنی عابران، روان شدن ترافیک مسیر مورد نظر را نیز در بر دارد. یکی از روش های گذر ایمن عابر پیاده از این مقاطع احداث گذرگاه‌های غیر همسطح عابر (روگذر یا زیرگذر) می‌باشد. مدل ریاضی در این تحقیق با هدف کمترین مجموع فاصله عابرین به گذرگاه طراحی شد. ورودی‌های مدل با استفاده از قابلیت ها نرم افزار ArcGIS مانند اعمال جمعیت به کاربری‌ها و بدست آوردن فواصل آماده شد. سپس با حل این مدل به روش الگوریتم ژنتیک مکان‌یابی بهینه گذرگاه های غیر همسطح انجام شد. برای کاربردی تر کردن و مدیریت بهینه هزینه‌های اجرای پروژه گذرگاه‌ها براساس پارامترهای تأثیرگذار اولویت بندی شدند. بنابراین با شناخت پارامترهای تأثیر گذار مانند حجم عابر و حجم و سرعت وسایل نقلیه با استفاده از نرم افزار ArcGIS لایه‌های اطلاعاتی پارامترها ایجاد شده و با روش تحلیل سلسله مراتبی وزن دهی لازم به این لایه‌ها اعمال شد و با این روش اولویت بندی گذرگاه های غیر همسطح عابر پیاده انجام شدند. مطالعه موردی بر روی روش تحقیق انجام گردید و گذرگاه های غیر همسطح عابر برای منطقه مورد مکان‌یابی گردید. پارامترهای اثر گذار برای اولویت بندی گذرگاه‌های غیر همسطح، تصادف عابرین و همچنین حجم عابرین عبوری از معبر دارای بیشترین ضریب اهمیت بوده است. در نهایت ۲۱ نقطه محل احداث عابر پیاده به دست آمد که بنا بر الگوریتم ژنتیک اولویت بندی شدند.

تاریخچه داوری:
دریافت: ۰۳-۱۱-۱۳۹۷
بازنگری: ۰۱-۰۱-۱۳۹۸
پذیرش: ۰۳-۰۲-۱۳۹۸
ارائه آنلاین: ۱۳-۰۴-۱۳۹۸

کلمات کلیدی:
مکان‌یابی
عابر پیاده
بهینه سازی
الگوریتم ژنتیک
تحلیل سلسله مراتبی

۱- مقدمه و تاریخچه مطالعات

پیاده‌روی جایگاه ویژه‌ای در سیستم حمل‌ونقل شهری به خود اختصاص داده است و بخش عمده ای از سفرهای درون شهری بصورت پیاده انجام می شود. سیستم پیاده‌روی در مقایسه با سایر سیستم‌های حمل‌ونقل شهری از خصوصیات منحصر به فردی برخوردار است که از آن جمله می‌توان به انعطاف پذیری، ارزانی، مصرف انرژی کمتر، هماهنگی با ملاحظات زیست محیطی و ... اشاره کرد. یکی از مهمترین مسائل مورد توجه در مدیریت حمل‌ونقل شهری توجه به ایمنی عابران پیاده در معابر شهری می‌باشد. اخیراً مطالعات عبور عابرین پیاده بر روی رفتار عبور عابران تمرکز یافته است [۳-۱]. بر همین اساس مطالعات در مورد مسأله ایمنی عابرین پیاده نیز انجام شده است [۴,۵].تمایلات اخیر در نواحی شهری درحال توسعه دوستدار عابر پیاده باعث به وجود آمدن علاقه ای برای آزمودن مجدد روشهای مهندسی رایج مورد استفاده در جریان عبوری عابرین پیاده شده است [۹-۶]. گذرگاه عرضی غیرهمسطح عابر پیاده از جمله تسهیلات پیاده روی است که برمبنای جداسازی عمودی تردد پیاده و سواره به صورت زیرگذر یا روگذر احداث می شود. گذرگاه غیرهمسطح عابر پیاده به عنوان گزینه‌های بدون تداخل حرکت عابر با ترافیک عبوری از ایمن ترین و مطمئن ترین گزینه ها است. ضرورت

* نویسنده عهده‌دار مکاتبات: aliabdi@eng.ikiu.ac.ir

حقوق مؤلفین به نویسندگان و حقوق ناشر به انتشارات دانشگاه امیرکبیر داده شده است. این مقاله تحت لیسانس آفرینندگی مردمی (Creative Commons License) در دسترس شما قرار گرفته است. برای جزئیات این لیسانس، از آدرس https://www.creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode دیدن فرمائید.

احداث یک گذرگاه عرضی غیرهمسطح عابر پیاده بر اساس ملاحظات ترافیکی، ایمنی، اقتصادی و راهبردی تعیین می شود.

مکان‌یابی صحیح این نوع گذرگاه عرضی عابر در گرو شناخت صحیح پارامترهای اثرگذار مکان‌یابی گذرگاه‌های غیرهمسطح عابر است. در این پژوهش پارامترهای تاثیرگذار در مکان‌یابی گذرگاه غیرهمسطح از قبیل حجم وسایل نقلیه، حجم عابرپیاده، سرعت وسایل نقلیه، زمان مورد نیاز برای عبور، فاصله از گذرگاه عرضی مجاور، اطلاعات تصادفات و کاربری زمین اطراف و موارد دیگر مورد بررسی قرار می‌گیرد. مکان‌یابی فرآیند تصمیم گیری با دوره زمانی طولانی است زیرا تعداد زیادی از شاخص های موجود باید آزمایش و نتیجه تصمیمات ممکن ارزیابی شوند. مکان‌یابی مناسب وقتی صورت می پذیرد که یک ارزیابی دقیق، همگون و سریع از جذابیت مکان های مختلف برای یک کاربری خاص وجود داشته باشد. روشهای مکان‌یابی توسعه شهری با توجه به موقعیت مکانی یا جغرافیایی، وسعت و نوع کاربری های پیشنهادی از یکدیگر متمایزند. چنان که مکان‌یابی یک نوع کاربری مد نظر باشد، باید مکان مناسب همراه با شرایط و وضعیت کاربری همجوار و احیاناً برخی پیشنهادهای تغییر کاربری ها در جهت هماهنگی و همخوانی کاربری ها با یکدیگر ارائه شوند [۱۰]. پارامترهای موثر در مکان‌یابی فعالیت های مختلف را می توان در سه مورد ذیل برشمرد: حالت اول مقیاس اقتصادی است که معمولاً در مواقعی که یک فعالیت عمومی در یک مقیاس بزرگ انجام می شود قابل لمس است. حالت دوم هزینه حمل و نقل کالا یا مسافر از یک محل به محل دیگر یا هدف مسأله کل هزینه حمل و نقل می‌باشد که البته به عنوان معیاری برای توزیع حمل و نقل می تواند مورد توجه باشد. درنهایت سومین حالت اثر متقابل بین فعالیت ها است. مطالعه پیرامون استقرار فعالیت‌ها در مکان‌های مختلف از دیرباز مورد توجه اقتصاددانان و جغرافی‌دانان بوده است[۱۱]. از حیث نگرش‌های موجود، نظریه های مکان‌یابی را می توان به سه دسته تقسیم کرد: دسته اول نظریه حداقل کردن هزینه که تمرکز آن بر کمینه کردن هزینه حمل و نقل، مواد اولیه و حمل کالا یا محصول تولید شده است. دسته دوم نظریه تجزیه و تحلیل شعاع عملکرد است که در این نظریه تأکید بیشتر بر تقاضا و بازار است و هر چه از مکان تولید (یا محل بنگاه) دور شویم، هزینه تمام شده کالا به علت بعد مسافت برای مصرف کننده بیشتر می شود و بنابراین تقاضا کمتر خواهد شد[۱۲].

دسته سوم نظریه روش کسب سود است که در این تئوری هدف یافتن مکانی است که بیشترین تفاوت بین هزینه کل و درآمد کل را داشته باشد که در نتیجه سود بیشتری از بازار بدست آید [۱۳]. مدل‌های مکان‌یابی برای پیش بینی محدودیت ها و بررسی امکانات و ایجاد ارتباط بین آن ها به کار گرفته شده است. این مدل‌ها بر آنند که با استخراج قوانین عمومی بر اساس عوامل و متغیرهای مؤثر بر مکان‌یابی، ساختار موجود مکان فعالیت ها را توضیح داده و بهترین مکان را معرفی کنند [۱۳]. مدل‌های مکان‌یابی در حالت کلی به دو بخش انتزاعی و فیزیکی تقسیم می‌شوند. مدل‌های فیزیکی به صورت ماکت کوچکی از شیء مورد مطالعه بوده که به راحتی قابل درک هستند اما در عین حال نمی‌توانند رفتار کامل سیستم را توصیف نمایند [۱۴]. در مدل‌های انتزاعی از نمادها برای نمایش موقعیت جهانی واقعی بجای وسایل فیزیکی استفاده می‌شود که خود به دو بخش مدل‌های ریاضی و رقومی (دیجیتال) تقسیم می‌شوند. معمولاً از مدل‌های ریاضی برای مطالعات شهری استفاده می‌شود. از طرف دیگر مدل‌های رقومی که حاصل سال ها کار در زمینه تلفیق ریاضیات و گرافیک به کمک رایانه است اشیاء واقعی را با استفاده از فرمول های ریاضی و پردازش تصویر رایانه‌ای به صورت دوبعدی و سه بعدی ترسیم می‌کند. مدل‌های مختلف تحقیق در عملیات که در نظریه مکان‌یابی استفاده می شوند را می توان به دو گروه تقسیم نمود. در مدل‌های گروه اول که مدل‌های پیوسته نامیده می شوند، یک یا تعدادی فعالیت در هر نقطه از یک سطح مورد نظر می توانند واقع شوند. تعیین جواب بهینه یا مناسب برای این مدل بر اساس روش های ریاضی صورت می‌گیرد. در مدل‌های گروه دوم که مدل‌های گسسته نامیده می شوند، فعالیت‌ها در یک مجموعه نقاط بالقوه که از پیش تعیین شده اند، باید ساخته شوند. نقطه یا نقاط بهینه این مجموعه نقاط با استفاده از روشهای بهینه سازی حاصل می شوند.

مسئله مکان‌یابی از جمله مسائل مهم در برنامه ریزی شهری می‌باشد که در کشورهای پیشرفته و درحال توسعه تحقیقات زیادی بر روی آن انجام شده است. لذا با پیشرفت تکنولوژی در زمینه اطلاعات جغرافیایی، پیشرفت های شگرفی روی داد. در این میان ایمنی و امنیت خاطر عبور عابرین پیاده هنگام عبور از گذرگاه‌ها، اهمیت بالایی پیدا کرده است. نیکومرام و همکاران (۲۰۰۸) پژوهشی درباره ارزیابی میزان اثربخشی پل‌های عابر پیاده درون‌شهری انجام دادند و

راهکارهای فرهنگی و قانونی و نیز راهکارهایی که بر جنبه کالبدی ساختار تأکید دارند، پیشنهاد نمودند[۱۵]. معینی (۲۰۰۸) رفتار عابر پیاده را در ارتباط با مکان های مسکونی و تجاری ارزیابی نمودند و با استفاده از قابلیت GIS و تهیه نقشه‌های پتانسیل پیاده‌روی در دو کاربری مسکونی و تجاری، شاخص‌های فرهنگی- اجتماعی را از عوامل تأثیرگذار روی حرکت عابر پیاده تشخیص را دادند [۱۶]. سلطانی و مزینی (۲۰۱۰) در پژوهشی عوامل اثرگذار بر تمایل شهروندان برای استفاده از پل‌های عابر پیاده را بررسی نمودند و به این نتیجه رسیدند که وجود موانع فیزیکی می‌تواند راهکار کوتاه‌مدت مناسبی جهت ترغیب عبور عابرین پیاده از روی پل باشد [۱۷]. جوانی و همکاران (۲۰۱۰) به بررسی مدل اولویت‌بندی ایمن‌سازی معابر پیاده شهری با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) پرداختند و مدلی جدید برای اولویت‌بندی معابر پرخطر شهری از نقطه‌نظر عابرین پیاده ارائه کردند که فرآیند اولویت‌بندی معابر پرخطر شهری را برای عابران پیاده بهبود می‌بخشد [۱۸]. واکر (۱۹۹۵) ایستگاه‌های آتش‌نشانی نیویورک را از لحاظ مکانی ارزیابی و مدلی رایانه‌ای را به عنوان یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری برای این منظور طراحی نمود[۱۹]. وجود الگوریتمی برای یافتن بهینه نقاط برای احداث گذرگاه غیر همسطح عابر پیاده یکی از موارد مهم است که به نظر می رسد یافتن راهی برای تخصیص مناسب نقاط بهینه با توجه به فشردگی معابر شهری و هزینه بالای پل عابر پیاده بسیار حائز اهمیت باشد.

۲- تعریف مسأله و اهداف پژوهش

مدل سازی هر مسأله یکی از مهم ترین فرآیندهای حل آن مسأله است و بدون در نظر گرفتن این فرآیند ادامه کار دشوار خواهد بود. کلیات روش تحقیق در این پژوهش به این صورت است که به منظور مکان‌یابی بهینه، ابتدا یک مدل ریاضی تعریف شده و سپس با استفاده از روش فراابتکاری الگوریتم ژنتیک (GA) به حل مسأله پرداخته خواهد شد. حل این مسأله بر اساس پارامترهای تعریف شده از طریق نرم‌افزار Matlab صورت خواهد گرفت. مدل ریاضی مذکور با الهام از مدل آرمانی چارتز و کوپر (۱۹۶۱) ارائه شده است و سعی دارد تا به صورت همزمان و با توجه به وزن هر پارامتر، تابع هدف را حداقل نماید. هدف از طراحی این مدل، حداقل کردن مجموعه فاصله بین نقاط تقاضا و گذرگاه‌های غیرهمسطح عابر پیاده است. به این منظور اندیس‌ها و پارامترهای مدل و دیگر موارد مرتبط با مدل تعریف می‌گردند.

۲-۱- تعریف مدل ریاضی

در ادامه، مدل ریاضی طراحی شده برای مکان‌یابی گذرگاه‌های غیر همسطح شرح داده می‌شود. این مدل که با الهام از مدل آرمانی چارنز و کوپر در سال ۱۹۶۱ اقتباس شده، سعی دارد تا به صورت همزمان با توجه به وزن هر پارامتر تابع هدف را حداقل نماید [۲۰]. در حقیقت هدف از طراحی این مدل حداقل کردن مجموعه فاصله بین نقاط تقاضا و گذرگاه‌های غیر همسطح عابر پیاده است. در ادامه جزئیات مدل ریاضی بیان خواهد شد.

مجموعه‌های تعریف شده برای فضای مسأله

$$N_i = \{ j \mid d_{ij} \le L \} \qquad (۱)$$

که در آن I مجموعه نقاط تقاضا برای گذرگاه غیرهمسطح عابر، J مجموعه مکان‌های کاندیدا برای گذرگاه غیرهمسطح عابر، k مجموعه مکان خاص آیین‌نامه‌ای و N_i مجموعه‌ای از مکان هایی که می‌توانند نقاط تقاضای i را پوشش دهند، است.

- متغیرهای تصمیم مدل

متغیرهای تصمیم به این صورت تعریف می شوند: x_j اگر گذرگاه عابر در مکان j قرارگیرد یک و در غیر این صورت صفر است و y_{ij}: اگر تقاضای مکان i به گذرگاه عابر مستقر در مکان j اختصاص یابد یک و در غیر این صورت صفر است.

- پارامترهای مدل

h_i مقدار تقاضای i (ضریبی که نشان دهنده اهمیت نقطه i است یا به عبارتی معکوس جمعیت بلوک i)، d_{ij} فاصله نقاط تقاضای i تا مکان گذرگاه غیرهمسطح j، R_{kj} فاصله مکان آیین‌نامه‌ای k تا مکان گذرگاه غیرهمسطح j، L مسافت لازم برای خدمت دهی و پوشش متقاضیان توسط گذرگاه غیرهمسطح عابر(که در این مدل با سناریوی ۴۰۰ متر انجام می‌شود).

- تابع هدف

$$Min\ Z = \sum i \in I \sum j \in J \sum k \in K \sum j \in N_i h_i d_{ij} R_{kj} y_{ij} x_{ij} \qquad (۲)$$

این تابع هدف مجموعه فاصله بین نقاط تقاضا و گذرگاههای غیر همسطح عابر پیاده را حداقل می کند.

- محدودیت ها

سه محدودیت به تابع هدف اعمال می شود که مطابق روابط (۳) تا (۶) نشان داده شده اند. رابطه (۳) محدودیت تعداد گذرگاه های غیرهمسطح عابر پیاده را نشان می دهد، رابطه ۴، محدودیت مربوط به تخصیص تقاضا را بیان می کند، رابطه (۵) محدودیت پوشش تقاضا را نشان می دهد و در نهایت رابطه (۶) محدودیت ساختاری تابع هدف را منعکس می کند.

$$\sum j \in N_i x_j \le J \qquad (۳)$$

$$\sum j \in J y_{ij} = 1 \quad i = I \quad , y_{ij} \in (0,1) \qquad (۴)$$

$$y_i = \sum j \in N_i x_j \le 0 \quad , x_j \in (0,1) \qquad (۵)$$

اندیس های بکاررفته در روابط فوق به این صورت هستند که i نقاط تقاضا برای گذرگاه غیرهمسطح عابر پیاده، j مکان کاندیدا برای گذرگاه غیرهمسطح عابر پیاده و k مکان نقاط خاص آیین نامه ای مانند تقاطع و مدارس ابتدایی و پیش دبستانی هستند.

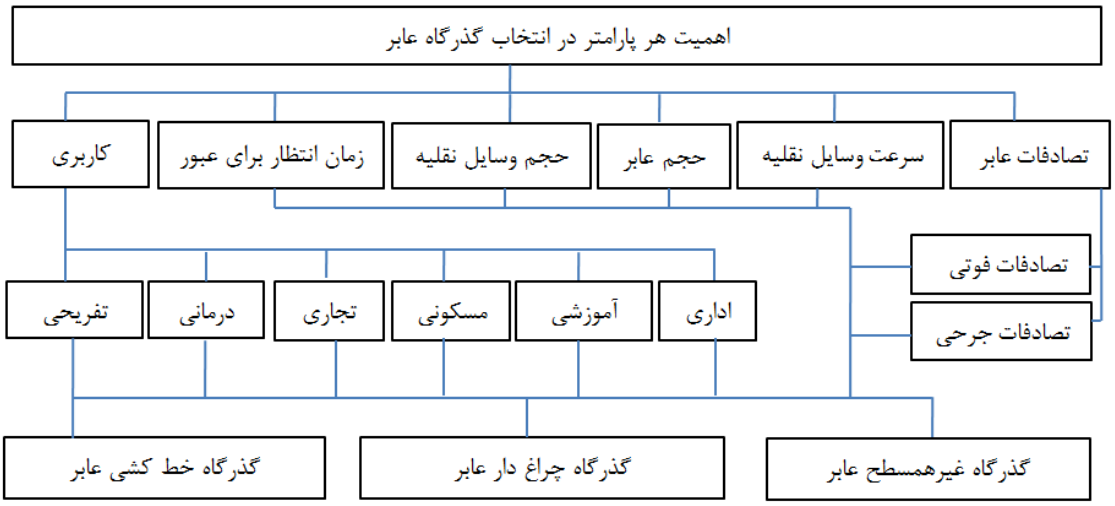
در این تحقیق منظور از بلوک کلیه بلوک های مسکونی، اداری و آموزشی و ... می باشد که می تواند هر کاربردی داشته باشد. فاصله بلوک ها تا گذرگاه نشان دهنده فاصله تقاضای بلوک i تا گذرگاه کاندیدای j است. در حالت کلی مدل به سمتی می رود که کوتاه ترین فاصله ها را انتخاب کند. این فاصله در مدل با d_{ij} نشان داده می شود. انتخاب گذرگاه بهینه توسط مدل پارامتری به مدل اضافه شده است که یک وزن دهی به گذرگاه های عابر کاندیدا می دهد. این وزندهی به صورتی است که هرچه فاصله گذرگاه عابر کاندیدا از این نقاط کمتر باشد وزن بیشتری به آن اختصاص می یابد. این فاصله در مدل با R_{kj} نشان داده می شود.

۲-۲- روش حل مسأله

برای حل مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی می‌توان از یکی از دو روش کلاسیک یا فراابتکاری مانند الگوریتم ژنتیک استفاده کرد. روش‌های کلاسیک جواب‌های دقیقی را نتیجه می‌دهند و برای مدل‌های خطی مناسب هستند. روش های فراابتکاری مانند الگوریتم ژنتیک با سرعت بالا در بهینه سازی جواب‌های تقریبی نزدیک جواب‌های دقیق را نتیجه می‌دهند و برای مدل‌های غیر خطی مانند مدل مورد استفاده در این تحقیق که در قسمت قبل شرح داده شد، مناسب می‌باشند. در این پژوهش از الگوریتم ژنتیک استفاده شده است. الگوریتم ژنیتک یکی از مهم‌ترین الگوریتم‌های فراابتکاری می‌باشد که از آن برای بهینه‌سازی توابع مختلف استفاده می‌شود. در این الگوریتم اطلاعات گذشته با توجه به موروثی بودن الگوریتم استخراج شده و در روند جستجو مورد استفاده قرار می‌گیرد. الگوریتم ژنتیک، تکنیک جستجوی تصادفی است که بر اساس انتخاب طبیعی و نسل شناسی طبیعی کار می‌کند.

هنگامی که مدل ریاضی مکان های بهینه جهت احداث گذرگاه های غیر همسطح عابر پیاده ایجاد شد، باید با توجه به پارامترهایی که ضریب اهمیت هر گذرگاه را مشخص می کند، اولویت بندی اجرایی هر کدام از گذرگاه ها انجام شود. اولویت بندی بر اساس یک سری از پارامترهای تأثیر گذار انجام می گردد که بر اساس مطالعات پیشین انتخاب می گردند. بخشی از پارامترهای تأثیرگذار در مکان‌یابی گذرگاه عابر مانند فاصله گذرگاه تا تقاطع مجاور و فاصله گذرگاه تا گذرگاه مجاور در مدل ریاضی طراحی شده است. در مجموع می توان پارامترهای مؤثر در مکان‌یابی گذرگاه غیرهمسطح عابر را به حجم عابرپیاده، حجم وسایل نقلیه، تصادفات عابر پیاده، فاصله زمانی مورد نیاز برای عبور عابر از خیابان، سرعت وسایل نقلیه و کاربری زمین های ناحیه مورد بررسی محدود کرد.

با توجه به اهمیت متفاوت پارامترهای تأثیرگذار می بایست وزن هر پارامتر مشخص شود. به همین منظور انجام وزن دهی به پارامترها از طریق روش تحلیل سلسه مراتبی و با استفاده از نرم افزار Expert Choice انجام می شود و در گام اول ساختار سلسله مراتبی ایجاد و سپس پرسشنامه ای تنظیم شده و پس از تنظیم فرمت نهایی، پرسشنامه در اختیار متخصصین و صاحب نظران حمل و نقل و ترافیک قرار داده می شود تا مقایسه زوجی پارامترها انجام گردد. آن گاه با استفاده از نرم افزار Expert Choice وزن هریک از پارامترها بدست می آیند. شکل ۱ سلسله مراتب اهمیت و ارتباط



شکل ۱. سلسله مراتب اهمیت پارامترهای مؤثر در مکان‌یابی

Fig. 1. Importance hierarchy of effective parameters in locating

آنها را با هم نشان می دهد.

۲-۳- گردآوری اطلاعات

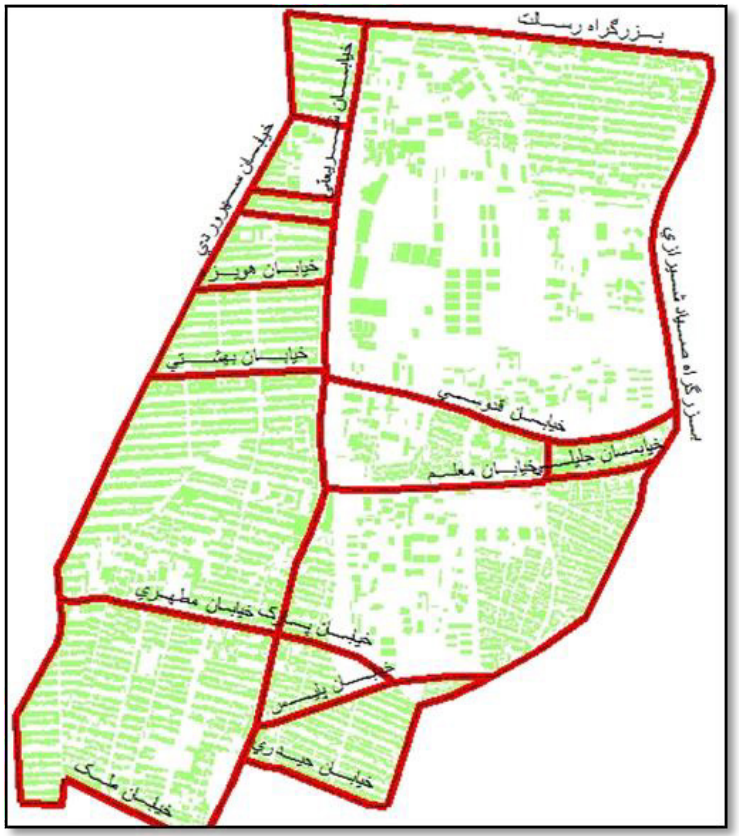
آمارهای مورد نیاز برای انجام پژوهش تعداد وسایل نقلیه به تفکیک سواری، کامیون و اتوبوس و موتور سیکلت است که ضریب همسنگ سواری برای آنها به ترتیب ۱، ۲/۵ و ۰/۴ می باشد. همچنین حجم عابر پیاده درگذرهاه های همسطح و غیرهمسطح و نیز نقاط خاص نظیر مدارس و ... (در محدوده ۱۵ متری از طرفین خط عابر پیاده) مورد ارزیابی قرار گرفتند. زمان انتظار برای عبور و مرور عابرین پیاده از عرض خیابان از دیگر داده های مورد نیاز بود که با در نظر گرفتن میانگین زمان ۵ بار عبور با سرعت متعارف از خط عابر پیاده به دست آمد. همچنین سرعت متوسط عبور وسایل نقلیه از عرض معبر اندازه گیری شد. در نهایت آمار مربوط به میزان تصادفات جرحی و فوتی در معبر با استفاده از آمار پلیس راهور نیز حاصل گردید. با استفاه از قابلیت GIS نقشه ها، لایه های اطلاعاتی در نرم افزار ArcMap به صورت Raster ایجاد شده و با استفاده از قابلیت ماشین حساب رستری وزن دهی لایه های اطلاعاتی عوامل تأثیرگذار در مکان‌یابی انجام می شود.

۳- متدولوژی حل مسأله

دو متدولوژی برای انجام این پژوهش در نظر گرفته شده که اول مکان‌یابی بهینه گذرگاه های غیر همسطح و دوم اولویت بندی آنها است. روش حل مسأله در مرحله اول به این صورت است که ابتدا یک خیابان شریانی در نظر گرفته شده و نقشه رقومی آن تهیه می گردد، سپس آمار جمعیت منطقه که شامل جمعیت هر بلوک است بررسی می گردد. در مرحله بعد مناطق مسکونی به قطعات کوچک تر تقسیم شده و با استفاده از GIS فواصل آنها از هم تعیین می شود. در ادامه نقاط مناسب برای احداث گذرگاه غیر همسطح عابر پیاده در هر خیابان هدف مشخص می شوند و فاصله این نقاط و نیز نقاط خاص با استفاده از GIS از بلوک ها تعیین می شوند. در مرحله بعد با استفاده از مدل ریاضی چند نقطه بهینه برای گذرگاه ها از بین نقاط کاندیدا با شرط کمترین مجموع فاصله نسبت به بلوک تعیین می شوند تا توسط به حداقل رساندن تولید سفر منطقه عابرین تمایل بیشتری جهت استفاده از گذرگاه ها داشته باشند. در مرحله دوم متدولوژی حل مسأله پارامترهای تأثیرگذار برای اولویت بندی گذرگاهها مشخص می شوند و با آماربرداری میدانی اطلاعات لازم بدست می آیند. با استفاده از GIS لایه اطلاعاتی هر پارامتر در لایه آن ایجاد می شود. در نهایت با انجام تحلیل سلسله مراتبی وزن لازم با توجه به میزان تأثیرگذاری هر لایه مشخص می شود و در GIS اعمال می شود تا اولویت هر گذرگاه مشخص گردد.

۴- اعتبارسنجی الگوریتم

به منظور راستی‌آزمایی الگوریتم ارائه‌شده مطالعه موردی از مباحث ارائه شده فوق انجام شده که در ادامه به آن اشاره می‌شود.



شکل ۲. منطقه مورد مطالعه

Fig. 2. Area of study

اطلاعات مورد نیاز مدل برداشت شده و یا از مراکز مرتبط تهیه شدند. پس از به دست آوردن اطلاعات با استفاده از نرم‌افزار Matlab مدل مذکور به روش الگوریتم ژنتیک حل می‌گردند. در نتیجه مکان‌های بهینه‌ای که بیشترین پوشش محلی همراه با کمترین میزان فاصله را نسبت به بلوک‌ها دارند انتخاب می‌شوند. سپس با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice پارامترهای مؤثر در مکان‌یابی گذرگاه‌های غیرهمسطح عابر پیاده وزن‌دهی شده و اولویت احداث هر گذرگاه مشخص می‌شوند.

منطقه‌ای که برای مطالعه موردی انتخاب شد، بخشی از خیابان شریعتی واقع در منطقه ۷ تهران است که از شمال به بزرگراه رسالت، از جنوب به خیابان‌های ملک و حیدری، از شرق به بزرگراه شهید صیاد شیرازی و از غرب به خیابان سهروردی محدود می‌گردد. طول محدوده مورد مطالعه ۲۵۰۰ متر است که وجود کاربری‌های مختلف جاذب سفر در این خیابان و کوچه‌های اطراف آن باعث افزایش امکانات سفر شده است.

آنچه در این تحقیق برای جمعیت بلوک های غیر مسکونی فرض شده است این است که برای مثال جمعیت هر بلوک اداری برابر است با کل جمعیتی که به طور میانگین طی یک روز اداری فعال در آن اداره سکونت دارند. جمعیت هر بلوک مسکونی با توجه به آمار نفوس و مسکن بدست می آید و برای هر بلوک مسکونی منظور می گردد. از آنجایی که این محدوده شامل بلوک های زیادی می باشد تنها بخشی از جدول جمعیتی بلوک ها را در جدول ۱ آمده است.

برای به دست آوردن فاصله بلوک‌ها تا گذرگاه همان طور که در فصل سوم شرح داده شد با استفاده از قابلیت ArcMap مرکز سطح هر بلوک و فاصله مرکز سطح هر بلوک تا گذرگاه‌های کاندیدا بدست می آید با توجه به این که تعداد بلوک‌ها و همچنین تعداد فاصله‌ها زیاد است بخشی از فاصله‌ی بلوک تا گذرگاه‌های کاندیدا در جدول ۲ آمده است.

برخی از نقاط به عنوان نقاط خاص آیین نامه‌ای در نظر گرفته شده اند؛ مانند تقاطع‌ها، ورودی ایستگاه‌های اتوبوس BRT و مترو،

جدول ۱. نمونه جدول جمعیتی یک بلوک
Table 1. Sample population table of a block

ردیف	i (جمعیت بلوک)	h' (نفر)	h (سطح)
۱	۱۲۳	۱۱	۰/۰۹۱
۲	۱۲۶	۱۷	۰/۰۵۹
۳	۱۲۷	۱۸	۰/۰۵۵
۴	۱۲۹	۲۵	۰/۰۴۰
۵	۱۳۰	۵	۰/۲۰۰
۶	۱۳۴	۱۲	۰/۰۸۳
۷	۱۳۵	۲۶	۰/۰۳۸
۸	۱۳۷	۲۵	۰/۰۴۰
۹	۱۳۹	۳۰	۰/۰۳۰

جدول ۲. فاصله بلوک از گذرگاه کاندیدا
Table 2. Distance of block from candidate crossing

ردیف	j	i	d (متر)
۱	۱	۳۲۲۷	۲۹۳
۲	۲	۱۹۱۲	۲۰۰
۳	۵	۳۲۱۷	۲۶۷
۴	۷	۳۰۲۷	۶۴
۵	۸	۲۴۳۱	۳۸۲
۶	۹	۲۹۶۹	۳۲۳
۷	۱۸	۴۴۶۵	۱۹۶
۸	۱۹	۵۱۷۳	۶۱
۹	۲۱	۵۳۳۸	۳۰۳

و همچنین بعضی نقاط که به این میزان جذب و تولید سفر ندارد ولی به لحاظ ایمنی می‌بایست یک گذرگاه ایمن برای عبور عابر پیاده در نزدیک ترین فاصله از آن قرار داشته باشد. از جمله این نقاط مدارس ابتدایی و پیش دبستانی و آسایشگاه‌های سالمندان و معلولین می‌باشد. این نقاط مدل را به سمتی سوق می دهند که گذرگاه ها در فاصله‌ای کمتری از این نقاط واقع شوند. برای بدست آوردن فاصله گذرگاه‌های عابر کاندیدا تا نقاط خاص آیین‌نامه‌ای با استفاده از قابلیت‌های ArcMap فاصله را بدست آورده و برای ورودی مدل آماده سازی می کنیم که بخشی از این اطلاعات در جدول ۳ آمده است.

۵- نتایج حل مسأله با الگوریتم ژنتیک

کروموزوم‌های الگوریتم مذکور از ۲۱ ژن تشکیل شده‌اند که در

جدول ۳. فاصله نقاط خاص تا گذرگاه عابر پیاده

Table 3. Distance of specific spots to pedestrian crossing

ردیف	j	k	R (متر)
۱	۱	۱	۵
۲	۳	۲	۲۰
۳	۴	۲	۲۴
۴	۷	۳	۸۴
۵	۸	۳	۱۴
۶	۱۰	۴	۲۳
۷	۱۱	۵	۲۱
۸	۱۷	۶	۲۱
۹	۲۱	۷	۲۰

جدول ۴. بهترین مقادیر پارامترهای الگوریتم ژنتیک

Table 4. The best values of Genetic Algorithm parameters

احتمال بازمانده	نرخ جهش	احتمال بازترکیب	جمعیت
۰/۱۰	۰/۳۰	۰/۶۰	۱۰۰

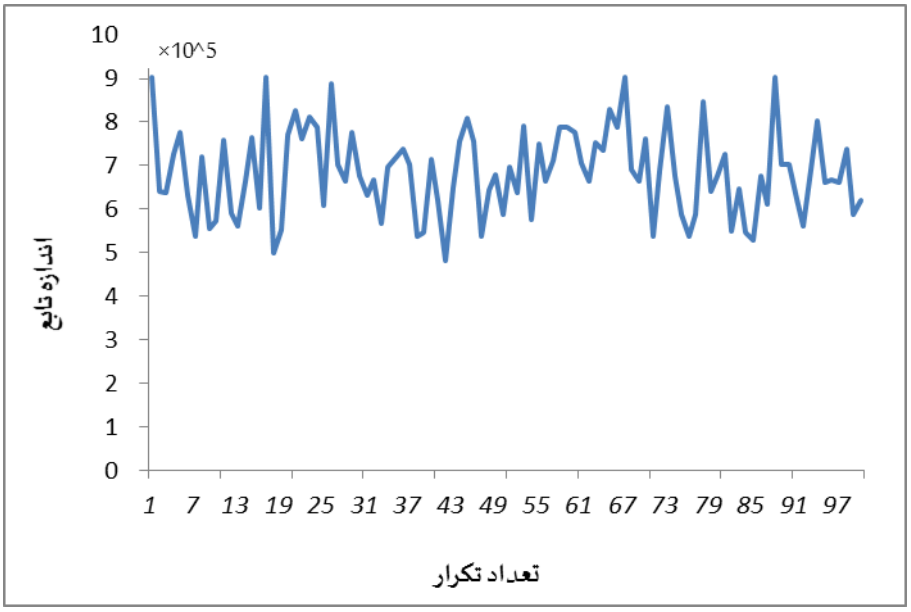
واقع مانند یک ماتریس ۱×۲۱ است که درایه‌های آن صفر یا یک بوده‌اند. این مسأله با جمعیت‌های مختلفی حل شده که با توجه به بزرگ بودن مسأله برای شروع با جمعیت ۳۰ کروموزوم و تعداد تکرار ۴۰ حل گردید که در نهایت در شرایطی که جمعیت کروموزوم‌ها به ۱۰۰ افزایش یافت و همچنین تعداد تکرارها به ۱۰۰ نسل رسید بهترین جواب حاصل گردید و تابع کمترین حالت را بدست آورد. در جدول ۴ نرخ پارامترها و اطلاعات ورودی مدل آمده است.

الگوریتم با تعداد تکرارهای مختلف حل شد که در حالت ۱۰۰ تکرار با جمعیت ۱۰۰ کروموزوم بهترین جواب را به مسأله داد که برابر با $۴/۸\times۱۰^{۵}$ بوده است. پس از حل مدل به تعداد تکرار ۱۰۰ کروموزم جواب که یک ماتریس ۱×۲۱ بود، به صورت شکل۳ بدست آمد که در حقیقت اعداد «۱» نشان دهنده گذرگاه‌ها مکان‌یابی شده می‌باشند.

۵-۱- اولویت بندی گذرگاه ها

در این مرحله با توجه به پارامترهایی که ضریب اهمیت هر گذرگاه را مشخص می‌کند اولویت بندی اجرایی هر کدام از گذرگاه ها انجام می‌گردد. اولین داده‌های مورد نیاز برای انجام تحلیل‌های آتی، آمار مربوط به حجم وسایل نقلیه می باشد. بدین منظور برای تکمیل ایستگاه های آماربرداری با بازدید از منطقه، مکان‌هایی که تغییر حجم وسایل نقلیه به دلیل وجود خیابان‌های به عنوان ایسنگاه‌های آمار برداری انتخاب می‌شوند و در این مکان‌ها آمار برداری حجم وسایل نقلیه در مسیرهای رفت و برگشت خیابان انجام شده است. برداشت آمار در روزهای هفتم تا چهاردهم مهرماه از ساعت ۷:۳۰ تا ۸:۳۰ صبح انجام گردیده است. شمارش وسیله نقلیه به تفکیک وسایل نقلیه سبک و سنگین و موتورسیکلت صورت پذیرفته است. ضریب واحد سواری (PCU) برای کامیون و اتوبوس ۲/۵ و برای موتورسیکلت ۰/۴ بوده است.

از دیگر موارد نیاز آمار مربوط به حجم عابر پیاده می باشد که در مرحله‌ی اولیه تحقیق مکان‌هایی که گذرگاه‌های غیرهمسطح و همسطح عابر پیاده داشتند و همچنین نقاط با کاربری‌های خاص



شکل ۳. نمودار حل تابع با ۱۰۰ تکرار

Fig. 3. Function solving diagram with 100 Iterations

[۱۰۱۰۱۰۰۱۰۱۱۱۰۱۱۰۱۰۱۱۰]

شکل ۴. جواب نهایی به دست آمده از Matlab

Fig. 4. The final answer obtained from MATLAB

مانند مدارس پیش دبستانی و دبستان و همچنین دیگر نقاطی که احتمال عبور عابر پیاده از آن می رفت به عنوان محل های مناسب قرار گرفتن گذرگاه عابر پیاده در نظر گرفته شدند. سرعت متوسط معبر یکی دیگر از پارامترهای است که برای انجام اولویت بندی ضروری است. شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران متوسط سرعت تردد در خیابان‌های شریانی درجه ۱ را ۱۸ کیلومتر در ساعت اعلام کرده است. با استفاده از قابلیت ArcMap نقشه هایی از اطلاعاتی که در بخش های قبل شرح داده شد تهیه می‌شود.

۵-۲- تعیین وزن لایه های اطلاعات

اولین گام در تعیین وزن دهی به پارامترها ایجاد ساختار سلسله مراتبی در نرم افزار Expert Choice می باشد. ساختار سلسله مراتبی در چهار سطح طراحی می‌شود. سطح اول هدف مسأله می‌باشد؛ سطح دوم پارامترهای تأثیرگذار در اولویت بندی است؛ سطح سوم زیر پارامترها می‌باشند و سطح چهارم معیارهای تحقیق است. در جدول ۵ وزن نهایی هر پارامتر در انتخاب گذرگاه غیر همسطح آمده است. با توجه به نتیجه حاصل از نرم‌افزار Expert Choice وزن دهی به لایه‌های اطلاعاتی تشکیل شده در نرم‌افزار ArcMap انجام می شود.

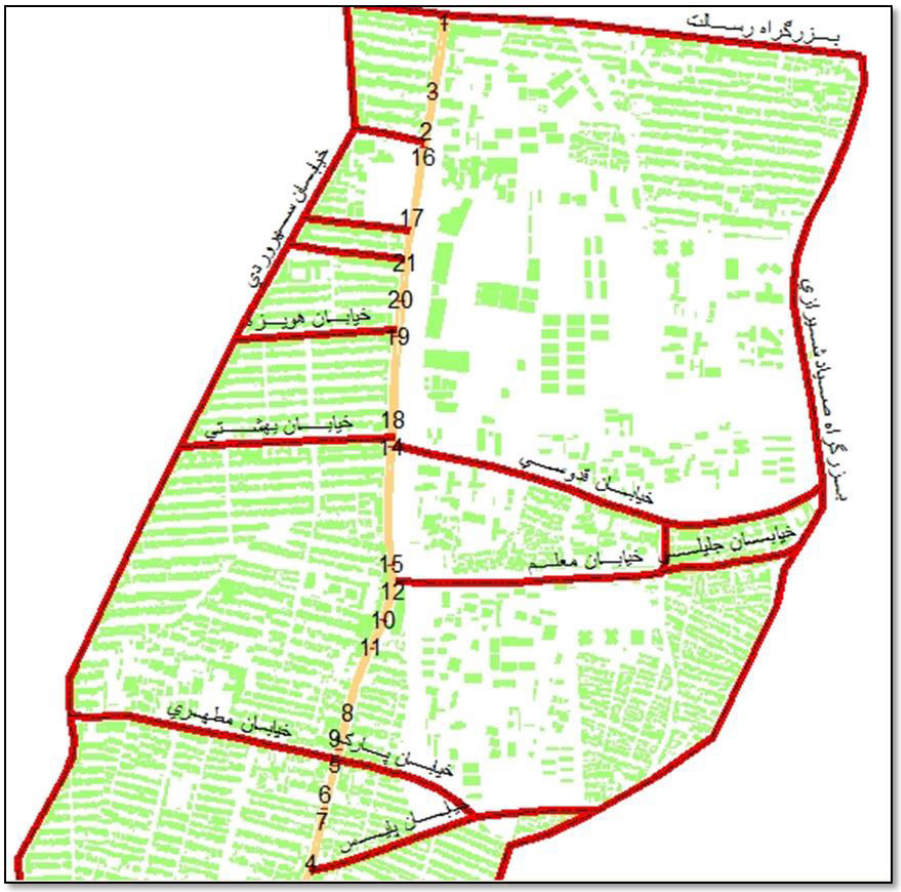
در این مرحله از تحقیق با استفاده از نتایج حاصل از تحلیل سلسله مراتبی و با استفاده از قابلیت ماشین حساب رستری در ArcMap وزن دهی لایه‌های اطلاعاتی پارامترهای تأثیرگذار در مکان‌یابی گذرگاه‌های غیرهمسطح انجام می‌گردد. نتایج حاصل از وزن دهی انجام شده در شکل ۵ آمده است که به ترتیب اهمیت هرگذرگاه برای احداث گذرگاه غیر همسطح عابر از ۱ تا ۲۱ اولویت بندی شده اند. بنابراین در شکل ۶ گذرگاه های غیرهمسطح عابر مکان‌یابی شده آمده است.

مدل طراحی شده در یک منطقه مینیمم تعداد گذرگاه موجود را انتخاب می‌کند. در این مدل نقاطی به عنوان نقاط آیین نامه‌ای آمده است که توصیه شده در نزدیک‌ترین نقطه به آن گذرگاه ایمن احداث گردد. در جواب های بدست آمده ۱۰۰٪ نقاط آیین نامه ای پوشش داده شده‌اند یعنی نزدیکترین گذرگاه کاندیدا به این نقاط انتخاب

جدول۵. جدول وزندهی به پارامترها

Table 5. Table of weighting to parameters

ردیف	پارامترها	وزن نهایی
۱	تصادفات فوتی	۰/۲۳۹
۲	حجم عابر	۰/۲۰۰
۳	حجم وسایل نقلیه	۰/۱۹۳
۴	تصادفات جرحی	۰/۱۴۱
۵	سرعت وسایل نقلیه	۰/۰۴۱
۶	زمان انتظار برای عبور	۰/۰۴۱
۷	آموزشی	۰/۰۵۵
۸	درمانی	۰/۰۲۷
۹	تجاری	۰/۰۲۰
۱۰	تفریحی	۰/۰۱۵
۱۱	اداری	۰/۰۱۸
۱۲	مسکونی	۰/۰۱۰



شکل۵. اولویت بندی احداث گذرگاه غیر همسطح عابر از ۱ تا ۲۱

Fig. 5. Prioritization of non-level pedestrian crossing construction from 1 to 21

شکل ۶. اولویت بندی احداث گذرگاه غیر همسطح عابر مکان‌یابی شده

Fig. 6. Prioritization of located non-level pedestrian crossing construction

شده اند.

از میان ۲۱ گذرگاه‌ها کاندیدا ۵۷٪ گذرگاه‌ها به عنوان مکان بهینه گذرگاه غیر همسطح انتخاب شده‌اند به عبارتی ۱۲ گذرگاه انتخاب گردیده است. از میان گذرگاه‌های غیرهمسطح عابر موجود که دو گذرگاه عابر به شماره۱ و۱۰ بوده‌اند که به ترتیب در جنوب بزرگراه رسالت، و روبه روی خیابان اندیشه ششم واقع در خیابان شریعتی قراردارند، که هر دو گذرگاه در مکان‌یابی انجام شده توسط مدل انتخاب شده اند و به ترتیب به عنوان گذرگاه اول و هفتم اولویت بندی شده‌اند. به عبارتی هر دو گذرگاه موجود، که به عنوان نقاط کاندیدا بوده‌اند ۱۰۰٪ انتخاب شده‌اند اما گذرگاه کاندیدای شماره ۱۰(روبه روی خیابان اندیشه ششم) در اولویت بندی هفتم برای احداث قرار دارد که با اولویت بندی احداث این تحقیق مغایرت دارد.

مبحث دیگری که باید به آن اشاره نمود ضریب اهمیت عامل تصادفات در اولویت بندی احداث گذرگاه غیر همسطح عابر می‌باشد. از نظر کارشناسان میزان اهمیت عامل تصادف در اولویت بندی احداث به تنهایی ۳۸٪ است که با توجه به پنج معیار دیگر دارای ضریب اهمیت بالای می‌باشد.

۶- نتیجه گیری

با مطالعات مقررات و استانداردهای آیین نامه‌ای در خصوص عابر پیاده و ضرورت توجه به پیاده روی و یافتن پارامترهای اصلی برای تسهیل پیاده روی مدلی برای مکان‌یابی گذرگاه‌های غیرهمسطح طراحی شد. برای حل این مدل و رسیدن به جواب بهینه با توجه به تحقیقات پیشین تصمیم گرفته شد که مدل به روش الگوریتم ژنتیک حل شود. بنابراین در مطالعه موردی که بخشی از منطقه ۷ شهرداری تهران به این روش عمل شد و گذرگاه‌های غیرهمسطح مکان‌یابی شدند. برای کاربردی تر کردن این تحقیق با توجه به شناخت و میزان اهمیت پارامترهای ضروری در احداث گذرگاه غیر همسطح به روش سلسله مراتبی، احداث گذرگاه‌های غیرهمسطح عابر پیاده اولویت بندی گردید.

پس از اجرای روش تحقیق در مطالعه‌ی موردی و مشاهده نتایج و آنالیز پاسخ‌ها و همچنین مطالعات پیرامون تحقیق نتایج زیر حاصل شد:

- مدل طراحی شده در یک منطقه مینیمم تعداد گذرگاه موجود را انتخاب می‌کند در این مدل نقاطی به عنوان نقاط آیین نامه ای آمده است که توصیه شده در نزدیک‌ترین نقطه به آن گذرگاه ایمن احداث گردد. در جواب های بدست آمده ۱۰۰٪ نقاط آیین نامه ای پوشش داده شده‌اند یعنی نزدیکترین گذرگاه کاندیدا با توجه به این نقاط انتخاب شده اند.
- از نظر کارشناسان میزان اهمیت عامل تصادف (تصادفات فوتی و جرحی) در اولویت بندی احداث به تنهایی ۳۸٪ است که با توجه به پنج معیار دیگر دارای ضریب اهمیت بالا می‌باشد.
- در اولویت بندی احداث گذرگاه‌های غیر همسطح عابر ضریب اهمیت تصادفات فوتی با ۲۳/۹٪، حجم عابرین با ۲۰٪ و حجم وسایل نقلیه ۱۹/۳٪ به ترتیب بیشترین تأثیر را دارند.
- کاربری آموزشی نیز نسبت به سایر کاربری‌ها از اهمیت بیشتری در اولویت بندی احداث گذرگاه های غیر همسطح برخوردار است.

منابع و مراجع

[1] V. Wickramasinghe, A. Priyankara, Evaluation of Pedestrians' Illegal Road-Crossing Behavior in Developing Countries Using Conjoint Analysis, Evaluation, (2012)

[2] B. Li, A bilevel model for multivariate risk analysis of pedestrians' crossing behavior at signalized intersections, Transportation research part B: methodological, (2014) 65 30-18

[3] G. Yannis, E. Papadimitriou, A. Theofilatos, Pedestrian gap acceptance for mid-block street crossing, Transportation planning and technology, 462-450 (2013) (5)36

[4] H. Guo, W. Wang, W. Guo, X. Jiang, H. Bubb, Reliability analysis of pedestrian safety crossing in urban traffic environment, Safety Science, 973-968 (2012) (4)50

[5] P. Koh, Y. Wong, P. Chandrasekar, Safety evaluation of pedestrian behaviour and violations at signalised pedestrian crossings, Safety science, 152-143 (2014) 70

[6] M. Asano, T. Iryo, M. Kuwahara, Microscopic pedestrian simulation model combined with a tactical model for route choice behaviour, Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 855-842 (2010) (6)18

[7] W. Ma, X. Yang, W. Pu, Y. Liu, Signal timing optimization models for two-stage midblock pedestrian crossing, Transportation research record, 144-133 (2010) (1)2198

[8] P. Murray-Tuite, B. Wolshon, Evacuation transportation modeling: An overview of research, development, and practice, Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 45-25 (2013) 27

[9] P.V. Thakuriah, P. Metaxatos, J. Lin, E. Jensen, An examination of factors affecting propensities to use bicycle and pedestrian facilities in suburban locations, Transportation research part D: transport and environment, 348-341 (2012) (4)17

[10] M. Pourmohammadi, Urban Land-Use Planning, SAMT Publications, 2003, (In Persian)

[11] L. Kaufman, F. Broeckx, Two families of location-transportation problems, SCIENTIFIC MANAGEMENT OF TRANSPORT SYSTEMS EDITED BY NK JAISWAL, (1981)

[12] A. Parhizkar, Presentation of suitable locating of urban service centers with research in models and urban GIS, PhD Dissertation, Tarbiat Modarres University, Tehran, 1997, (In Persian)

[13] K. Ziari, Schools, Theories and Models of Plan and Regional Planning, University of Tehran Press, Tehran, 2004, (In Persian)

[14] C. Lee, Models in planning: an introduction to the use of quantitative models in planning, Elsevier, 2016

[15] H. Nikoumaram, H. Vazifedoust, S. Khani, Evaluation and Analysis of Effectiveness of Urban Footbridges (Casestudy: Tehran City), Hoviatshahr (SRBIAU), (2)2 12-3 (2009), (In Persian)

[16] M. Moeini, Pedestrian Behaviour Related to Residental and Bussines Regions Honar-ha-ye-Ziba Memari-va-Shahrsazi, 2007) 2), (In Persian)

[17] A. Soltani, S. Mazini, Evaluation of Effective Factors on Citizens Tedency to Footbridges use, Journal of Geography and Planning (2010), (In Persian)

[18] H. Javani, M. Saffarzadeh, N. Alavi, S. Saber, Evaluation

of Prioration Model of Making Safety of Urban Walkways with Artificial Neural Network Approach, Traffic Management Studies, 2010) 16), (In Persian)

[19] M. Kamrani, Locating of Firefighting Stations, M.Sc. Thesis Imam Khomeini International University, Qazvin, 2008, (In Persian)

[20] L. Cooper, Location-allocation problems, Operations research, 343-331 (1963) (3)11

چگونه به این مقاله ارجاع دهیم

A. Abdi Koradni, H. Izadpanah, M. Shadman, Optimization of Non-level Pedestrian Crossings Using Genetic Algorithm, Amirkabir J. Civil Eng., 52(7) (2020) 1875-1888.

DOI: 10.22060/ceej.2019.15691.6001

این صفحه عمداً خالی است