



## Introducing a method for choosing a walking route in cities with the approach of social criteria using spatial information systems (case study: Sirjan city)

Abdolreza Kazeminia Korrani 

<sup>1</sup>- Faculty Member, Department of Civil Engineering, Sirjan University of Technology, Sirjan, Iran. E-mail: [Kazeminiaabdolreza@gmail.com](mailto:Kazeminiaabdolreza@gmail.com)

### Article Info

### ABSTRACT

#### Article type:

*Research Article*

#### Article history:

Received: 28 August 2023

Revised: 15 November 2023

Accepted: 02 February 2024

Published online: 20 March 2024

#### Keywords:

*Choosing a walking route,*

*Sirjan City,*

*Geospatial Information System,*

*multi-criteria decision making,*

*Topsis.*

**Introduction:** Daily walking in the cities, in addition to spending the time of the residents, has an important effect on their physical and mental health. Therefore, choosing and determining the most suitable walking route can greatly help citizens.

**Data and Method:** This research is of a survey type and with a descriptive-analytical approach with the practical purpose of field regulation and information obtained using a researcher-made questionnaire. The statistical population is the citizens of Sirjan city and the sample size is estimated at 510 people. In this regard, the purpose of the present research is to propose a method that every citizen living in cities can choose easily for choosing a path for walking, taking into account the desired parameters. In the presented method, multi-criteria decision making and spatial information system are used.

**Results:** The criteria that can be considered for choosing a walking route in cities are social factors that can be classified into five groups, which are 1- criteria of green space available on the route 2- criteria of traffic volume Crossing the route 3- The criterion of the ratio of non-residential uses to the total uses on the route 4- The criterion of the safety of the route 5- The criterion of density and crowding of the population on the proposed route. Data analysis by multi-criteria decision-making and criteria weighting method by hierarchical analysis and TOPSIS, in the present research, showed that among the considered criteria (density of green space and volume of passing traffic), the most criteria The ratio of non-residential uses to the total uses and the measure of population density and crowding have the least weight.

**Conclusion:** It can be concluded that the presented method can be a suitable guide for choosing a path or a street for walking and recreation of city residents according to their criteria.

Cite this article: : Kazeminia korrani, Abdolreza.. (2024). Introducing a method for choosing a walking route in cities with the approach of social criteria using spatial information systems (case study: Sirjan city). *Urban Social Geography*, 11 (1), 67-84. <http://doi.org/10.22103/JUSG.2024.2118>



© The Author(s).

Publisher: Shahid Bahonar University of Kerman.

DOI: <http://doi.org/10.22103/JUSG.2024.2118>

<sup>1</sup>- **Corresponding Author: Kazeminiakorrani, A.**, Department of Civil Engineering, Sirjan University of Technology, Sirjan, Iran. ✉ [Kazeminiaabdolreza@gmail.com](mailto:Kazeminiaabdolreza@gmail.com) ☎ (+98) 9133790813

## *English Extended Abstract*

---

### **Introduction**

Considering the growth of urbanization and the increase of vehicles in the cities, which has reduced the quality of the living environment of the residents in the cities, by choosing suitable walking routes in these areas, these problems can be solved to some extent, as well as the health of the residents. He provided physically and psychologically. With the beginning of the industrial revolution, followed by the rule of modernism, and especially the introduction of the theory of "a city suitable for cars", the role and importance of pedestrian spaces decreased, and gradually the pedestrian lost his place and priority in the urban space. . In many cities of the world, this trend has caused numerous issues and problems, such as the destruction of facilities and natural resources, the decline of the activities of urban centers. Also, nowadays, the growth of urbanization and the increase of vehicles also cause the destruction of the human scale in the city, the destruction of urban spaces and face-to-face communication, the increase of congestion in urban centers and the increase of the number of accidents in the road network, the loss of safety and security of pedestrians. Decreasing the value of pedestrians has become important for achieving sustainable urban development, and by constructing sidewalks in cities, in addition to improving the route for citizens and untangling traffic, it is also possible to attract tourists.

### **Data and Method**

The current research is practical in terms of its purpose and descriptive-analytical in terms of its nature and research method. The statistical population of this research is the statistical blocks of Sirjan city in 2018. The data related to the theoretical foundations of the research were prepared in a library and documentary manner, and the raw data of the research were extracted from the statistical blocks of Sirjan city. In this regard, the purpose of the present research is to propose a method that every citizen living in cities can choose easily for choosing a path for walking, taking into account the desired parameters. In the presented method, multi-criteria decision making and spatial information system are used. After preparing the graphic information, the descriptive information of the roads in the study area was collected, according to the purpose of the present research, which is the choice of the walking route for the citizens in the study area, descriptive information or criteria that have a more social approach, such as distance From the recreation, health and rest centers, the distance from the green space, the road safety criterion, the ratio of non-residential uses to the total uses on the route, and the crowding criterion on the proposed route were entered into the spatial database. First, the desired criteria were selected using the weighting hierarchical analysis method and 10 routes were selected from all the streets of Sirjan city, and then the suitable walking routes in the study area were prioritized using the TOPSIS method.

### **Results**

The results of the field studies showed that the results obtained from this research are the most important walking routes outside the city center and commercial entertainment centers, which are Qayim, Shahid Chamran and Seyed Jamal streets as the preferred walking routes for the residents of Sirjan. are located Also, the results of the research regarding the prioritization of the proposed routes show that the outputs of a multi-criteria spatial decision-making method alone cannot be reliable. Because each method can give different priorities for its options. Therefore, the method introduced in this research can be a suitable guide for the residents of cities in the country that accept immigrants.

### **Conclusion**

The creation of electronic governance platforms and web maps of urban roads for optimal communication with the people and the participation of city residents and polls on choosing the right route for walking can be used in the use of multi-criteria spatial decision-making methods such as TOPSIS in Spatial information system analysis provides results that are closer to reality.

## معرفی روشی برای انتخاب مسیر پیاده روی در شهرها با رویکرد معیارهای اجتماعی با استفاده از سیستم های اطلاعات مکانی (مطالعه موردی: شهر سیرجان)

عبدالرضا کاظمی نیا کرانی<sup>۱</sup> ✉

<sup>۱</sup> - عضو هیات علمی گروه مهندسی عمران و نقشه برداری، دانشگاه صنعتی سیرجان، سیرجان، ایران. رایانامه: [Kazeminiabdolreza@gmail.com](mailto:Kazeminiabdolreza@gmail.com)

اطلاعات مقاله	چکیده
<p><b>نوع مقاله:</b> مقاله پژوهشی</p> <p><b>تاریخ دریافت:</b> ۱۴۰۲/۰۶/۰۶</p> <p><b>تاریخ بازنگری:</b> ۱۴۰۲/۰۸/۲۴</p> <p><b>تاریخ پذیرش:</b> ۱۴۰۲/۱۱/۱۳</p> <p><b>تاریخ انتشار:</b> ۱۴۰۳/۰۱/۰۱</p> <p><b>کلیدواژه‌ها:</b>                      انتخاب مسیر پیاده روی، شهر سیرجان، سیستم اطلاعات مکانی، تصمیم گیری چند معیاره، تاپسیس.</p>	<p><b>مقدمه:</b> پیاده روی روزانه در شهرها علاوه بر گذراندن اوقات فراغت ساکنین، تأثیری مهمی در سلامتی جسمی و روانی آنها به همراه دارد. بنابراین انتخاب و تعیین مناسبترین مسیر پیاده روی می تواند کمک بسزایی به شهروندان نماید.</p> <p><b>داده و روش:</b> این پژوهش از نوع پیمایشی و با رویکردی توصیفی- تحلیلی با هدف کاربردی تنظیم و اطلاعات به صورت میدانی و با استفاده از پرسشنامه محقق ساخته به دست آمده است. جامعه آماری، شهروندان شهر سیرجان بوده و حجم نمونه ۵۱۰ نفر برآورد شده است. در همین راستا، هدف از انجام پژوهش حاضر، پیشنهاد روشی است که هر شهروند ساکن در شهرها، برای انتخاب مسیری برای پیاده روی با در نظر گرفتن پارامترهای موردنظر خود بتواند راحتی انتخاب نماید. در روش ارائه شده، از تصمیم گیری چند معیاره و سیستم اطلاعات مکانی استفاده شده است.</p> <p><b>یافته‌ها:</b> معیارهایی که برای انتخاب مسیر پیاده روی در شهرها می توان در نظر گرفت، عوامل اجتماعی هستند که می توان آن ها را در پنج گروه طبقه بندی نمود که عبارتند ۱- فاصله از مراکز تفریحی، بهداشتی و استراحتی ۲- فاصله از فضای سبز ۳- معیار ایمن بودن مسیر ۴- معیار نسبت کاربری های غیر مسکونی به کل کاربری های موجود در مسیر ۵- معیار شلوغی جمعیت در مسیر. تجزیه و تحلیل داده ها بوسیله تصمیم گیری چندمعیاره و روش وزندهی معیارها بوسیله تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس، در تحقیق حاضر، نشان داد که از بین معیارهای در نظر گرفته شده (تراکم فضای سبز و معیار ایمن بودن مسیرها)، بیشترین و معیارهای نسبت کاربری های غیر مسکونی به کل کاربری ها و معیار تراکم و شلوغی جمعیت ، کمترین وزن را به خود اختصاص داده است.</p> <p><b>نتیجه گیری:</b> می توان نتیجه گرفت که روش معرفی شده می تواند راهنمای مناسبی برای انتخاب مسیر یا خیابانی برای پیاده روی و تفریح ساکنین شهرها طبق معیارهای مد نظر آنها باشد.</p>
<p>استناد: کاظمی نیا کرانی، عبدالرضا (۱۴۰۳). معرفی روشی برای انتخاب مسیر پیاده روی در شهرها با رویکرد معیارهای اجتماعی با استفاده از سیستم های اطلاعات مکانی (مطالعه موردی: شهر سیرجان). <i>جغرافیای اجتماعی شهری</i>، ۱۱ (۱)، ۸۴-۶۷. DOI: <a href="http://doi.org/10.22103/JUSG.2024.2118">http://doi.org/10.22103/JUSG.2024.2118</a></p>	
 <p style="text-align: center;">© نویسندگان. <span style="float: right;">ناشر: دانشگاه شهید باهنر کرمان.</span></p>	
<p>DOI: <a href="http://doi.org/10.22103/JUSG.2024.2118">http://doi.org/10.22103/JUSG.2024.2118</a></p>	

## مقدمه

با توجه به رشد شهرنشینی و ازدیاد وسایل نقلیه در شهرها که موجب کاهش کیفیت محیط زندگی ساکنین در شهرها شده است، با انتخاب مسیرهای مناسب پیاده‌روی در این مناطق، می‌توان تا حدودی این مشکلات را سامان داده و همچنین سلامت ساکنین آنها را از لحاظ جسمی و روانی نیز تأمین نمود (یزدانی و همکاران، ۱۳۹۷: ۸۵). با شروع انقلاب صنعتی و به دنبال آن حاکمیت تفکر مدرنیسم و به ویژه مطرح شدن تئوری «شهر مناسب با اتومبیل» از نقش و اهمیت فضاهای پیاده‌روی کاسته شد و به مرور شخص پیاده، جایگاه و اولویت خود را در فضای شهری از دست داد (Abbaszadegan, 2004: 40). این روند در بسیاری از شهرهای دنیا سبب بروز مسائل و مشکلات بیشماری مانند تضييع امکانات و منابع طبیعی، افول فعالیت‌های مراکز شهری شده است (قربانی و جام کسری، ۱۳۸۹: ۵۶). همچنین امروزه رشد شهرنشینی و ازدیاد وسایل نقلیه نیز باعث از بین رفتن مقیاس انسانی در سطح شهر، نابودی فضاهای شهری و ارتباطات چهره به چهره، افزایش تراکم در مراکز شهری و افزایش میزان تصادفات در شبکه معابر، از بین رفتن ایمنی و امنیت عابرین پیاده، کاهش ارزش عابر پیاده برای دستیابی به توسعه پایدار شهری شده و می‌توان با احداث پیاده‌رو در شهرها علاوه بر مطلوب کردن مسیر برای شهروندان و گره‌گشایی از ترافیک، در جذب گردشگر نیز اقدام نمود (Wasfi et al, 2016: 7). طراحی مسیرهای پیاده‌روی جهت گردشگری، یکی از اقداماتی است که به شناخت و سنجش پتانسیل‌ها و ارتباط مردم با یکدیگر می‌انجامد (Taylor, 2015: 33) مخصوصاً در مرکز شهرها که اکثر مردم نیز تمایل دارند پیاده‌روی را انتخاب کنند (Millard-Ball, 2018: 7). همچنین شناخت و آشنایی گردشگران با مسیرها و آگاهی از رخدادهای پیش رو، برای پیمودن راه به وی انگیزه می‌دهد؛ چراکه به لحاظ روان‌شناختی، یکی از ترس‌های انسان در محیط‌های جدید ترس از گم شدن است (طالبی و همکاران، ۱۴۰۰: ۲۰۷). از اینرو، احداث پیاده‌روها نیز در مکان‌های شلوغ شهرها از ضروریات است.

در این راستا هدف اصلی پژوهش در ابتدا شناسایی معیارها و سپس شناسایی و انتخاب مسیرهای پیشنهادی برای پیاده‌روی در شهرها در راستای بهبود کیفیت محیط شهری است. تعیین مناسب‌ترین مسیر پیاده‌روی با تعداد زیادی معیار که ممکن است با هم در تناقض یا به هم وابسته باشند دشوار به نظر می‌رسد. به عبارت دیگر، در نظر گرفتن روابط درونی آن‌ها بر دشواری کار می‌افزاید و استفاده از روش‌های سنتی را ناممکن یا بسیار مشکل می‌سازد. گسترش شهرها و افزایش بیشمار ساکنان آن‌ها به دلیل افزایش جمعیت و شهرنشینی موجب افزایش تقاضا برای خدمات مختلف، از جمله تفریح و سرگرمی (پیاده‌روی) شده است. برخی از معیارهای مورد استفاده جهت مکان‌یابی ماهیت مکانی دارند و به منظور تعیین آن‌ها نیازمند استفاده از تحلیل‌های مکانی از جمله تحلیل تصمیم‌گیری‌های چند معیاره<sup>۱</sup> هستیم. یکی از مشکلات تصمیم‌گیری مکانی تعداد زیاد گزینه‌های ممکن و معیارهای چندگانه و تضاد و وابستگی معیارهاست (زندى و پهلوانی، ۱۴۰۰: ۲۴۸). سیستم‌های اطلاعات مکانی در حل این مسائل نقشی پر اهمیت دارد و استفاده از تصمیم‌گیری چند معیاره مبتنی بر این سیستم‌ها افزایش یافته است (Malczewski, 2006: 704).

بر همین مبنا هدف از انجام پژوهش حاضر، اولویت‌بندی مسیرهای مناسب پیاده‌روی برای یک خانوار ساکن در شهرها می‌باشد. شهر سیرجان بعنوان منطقه مورد مطالعه‌ی تحقیق پیش‌رو، دارای مساحتی حدود ۴۸ کیلومترمربع بوده و در جنوب غربی استان کرمان واقع شده است. بر اساس نقشه طرح تفصیلی این شهر، از مجموع ۴۸۰۰۸۷۰۰ متر مربعی شهر سیرجان ۱۶۲۳۱۸۸۲ متر مربع (۳۳/۸ درصد) کاربری معابر یا فضای خالی و ۱۴۵۰۸۲۰۰ متر مربع (۳۰/۲۲ درصد) آن با کاربری مسکونی اشغال شده است. سیرجان از جمله شهرهایی است که در مسیری چهار راه بین استان‌های کرمان، فارس، هرمزگان و یزد بوده و با توجه به صنعتی بودن و وجود معادن بزرگی مانند معدن سنگ آهن گل‌گهر و منطقه

<sup>۱</sup> -Multi-Criteria Decision Making

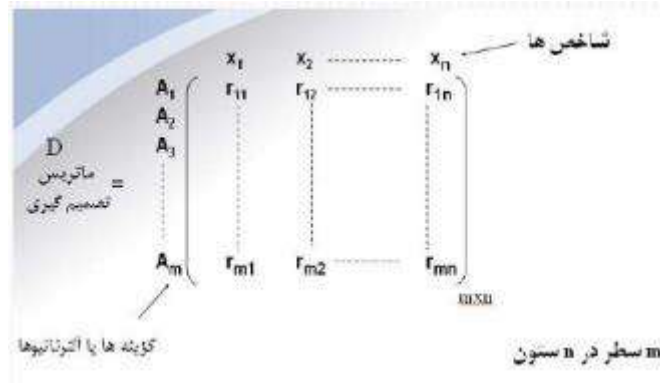
ویژه اقتصادی، از جمله شهرهایی است که مهاجر در آن زیاد بوده و باعث رشد روز افزون این شهر شده است. همچنین شهر سیرجان به‌عنوان یکی از شهرهای استان کرمان و به‌خاطر عواملی از قبیل مهاجرت‌های روستا - شهری و پیوستن روستاهای اطراف به محدوده شهر و نظایر اینها، با رشد فیزیکی بی‌برنامه در برخی از مناطق شهری مواجه بوده است. از سویی این شهر به دلایلی چون مهاجرت نیروی کار و روستاییان به‌دلیل تبدیل شدن منطقه آزاد اقتصادی، افزایش رشد طبیعی جمعیت شهری و غیره شاهد رشد بیش از حد جمعیت و در نتیجه تقاضا برای گذراندن اوقات فراغت مانند پیاده‌روی در خیابان‌ها را برای ساکنان بدنبال داشته است. بنابراین تحقیق حاضر با هدف بهبود نتایج انتخاب مسیرهای پیاده‌روی، با استفاده از تلفیق سیستم‌های اطلاعات مکانی و روش‌های وزن‌دهی عینی و مبتنی بر دانش خبرگان با الگوریتم‌های تصمیم‌گیری چند معیاره‌ی نوین مکانی، انجام شده است. در این تحقیق از روش تحلیل سلسله مراتبی به منظور تعیین وزن معیارها و سپس برای اولویت‌بندی مسیرهای (خیابان‌های) منطقه مورد مطالعه جهت انتخاب مناسب‌ترین مسیر پیاده‌روی، از روش تاپسیس استفاده گردیده است. در ادامه، ابتدا تعدادی از مطالعات مرتبط با موضوع تحقیق بررسی و سپس مبانی نظری و شیوه‌ی اجرای تحقیق تشریح شده و در نهایت، نتایج، مورد بحث و ارزیابی قرار گرفته‌اند.

### پیشینه نظری

خیابان‌های شهری در گذر زمان به عنوان فضاهای عمومی شهری نقش مهم و ویژه‌ای را از نقطه نظر فرهنگی، سیاسی، اجتماعی و شهرسازی ایفا می‌کنند. نقش و جایگاه خیابان در دوران‌های مختلف و در مقاطع فکری و زمانی متفاوت، از نقش جابجایی و تردد گرفته تا عرض اندام‌های حکومتی و فرهنگی و در دوران‌های اخیر مکان بروز تعاملات اجتماعی چهره‌های متفاوتی به خود گرفته است. وجود عملکردهای مختلف خیابان آنچه در طی اعصار مستمراً بدون تغییر باقی مانده است عمومی بودن فضای خیابان است که متعلق به تمام ساکنان شهر است و حضور مردم به دلپذیر و سرزنده بودن این فضای عمومی کمک می‌کند. در واقع اگر بپذیریم که بخش مهمی از برخوردهای اجتماعی و فرهنگی در فضاهای شهری اتفاق می‌افتد، در آن صورت نقش فضاهای پیاده در تقویت بنیان‌های اجتماعی و فرهنگی شهر غیر قابل انکار می‌نماید. در این میان، پیاده‌راه‌ها معابری با بالاترین حد نقش اجتماعی هستند که می‌توانند شور و سرزندگی را به مناطق مرکزی شهرها آورده، مردم را به حضور داوطلبانه در شهر تشویق کنند و در نتیجه، پایداری مراکز شهری را تضمین کنند. همچنین حرکت پیاده طبیعی‌ترین، قدیمی‌ترین و ضروری‌ترین شکل جابه‌جایی انسان در محیط است. پیاده‌روی، هنوز هم مهم‌ترین امکان برای مشاهده مکان‌ها و فعالیت‌ها و احساس شور و تحرک زندگی و کشف ارزش‌ها و جاذبه‌های نهفته در محیط شهری به شمار می‌آید. پیاده‌روی بیشترین نزدیکی را به محیط دارد و بنابراین، اجازه می‌دهد فرآیند تفسیر و به خاطر آوردن، منسجم‌تر باشد. این پدیده از نظر ادراک هویت فضایی، احساس تعلق به محیط و دریافت زیبایی از اهمیت اساسی برخوردار است. از سویی ایجاد پیاده‌روها در شهرها، راه حلی علمی و عملی برای بسیاری از مشکلات حاد مراکز شهری هستند که می‌توانند با تخریب موقعیت‌های اقتصادی و فیزیکی، افت کیفیت زندگی، آلودگی، تراکم و کوچ طبقه متوسط از مرکز شهر مبارزه کنند (یزدانی و همکاران، ۱۳۹۷: ۸۹). پیاده‌روها، معابری با بالاترین حد نقش اجتماعی‌اند که در آنها تسلط کامل با عابر پیاده بوده و از وسایل نقلیه موتوری تنها به منظور سرویس‌دهی به زندگی جاری در معبر استفاده می‌شود. پیاده‌روها، ابزاری برای بروز فعالیت جمعی می‌باشند. در این باب پتانسیل یک مکان برای استفاده به وسیله افراد پیاده، میزان مطلوبیت محیط مصنوع برای حضور مردم، زندگی، خرید، ملاقات، گذران اوقات و لذت بردن از آن در یک پهنه است. پهنه پیاده مکانی است که ساکنان آن با هر سن و توانایی می‌توانند امنیت و راحتی، تناسب و جذابیت در پیاده‌روی را، نه تنها در هنگام فراغت بلکه در استفاده از تجهیزات و آمد و شد نیز احساس کنند (عباسزاده و تمری، ۱۳۹۱: ۹۷).

یک محیط شهری برای آن که به محیطی پیاده مدار تبدیل شود باید دارای شاخص‌ها و مولفه‌های فیزیکی خاصی باشد که در ذهن استفاده‌کنندگان به فضایی متمایز، ایمن، خاطره‌انگیز و سرزنده تبدیل گردد. از مهمترین این شاخص‌ها می‌توان به شاخص‌های دام نوزی و سازمان برنامه‌ریزی منطقه‌ای سن دیه گو اشاره نمود. دام نوزی ۱۶ معیار را به عنوان شاخص‌های اصلی ایجاد، توسعه و نگهداری یک پیاده راه مطرح نموده است (کاشانی جو، ۱۳۸۹: ۸۴) و شاخص‌های سازمان برنامه‌ریزی منطق‌های سن دیه‌گو در ایجاد پیاده‌روها به ۹ معیار ختم می‌شوند (صدیق، ۱۳۹۴: ۱۷). در این راستا، با توجه به شاخص‌های ارائه شده که مربوط به کشورهای دیگر می‌باشد و با توجه به اینکه این شاخص‌ها در برخی موارد با فرهنگ، کالبد و جامعه ایرانی بیگانه بوده و نیاز به محلی نمودن آنها احساس می‌شود. لذا در این پژوهش سعی شده تا معیارهای مفید و قابل استفاده که متناسب با شرایط مکانی و زمانی باشد برای شهرهای کشور به طور اعم و در اخص برای منطقه مورد مطالعه تعریف شود. بنابراین در رابطه با انتخاب مناسب‌ترین مسیر پیاده‌روی می‌توان شاخص‌های متفاوتی از جمله شاخص چشم‌انداز مسیر (وجود فضاهای سبز و پارک‌ها)، دسترسی به معابر و خیابان‌های اصلی شهر، ایمنی مسیر و نوع پوشش مسیر را در نظر گرفت که با توجه به این معیارها، انتخاب مسیر برای فرد مشکل می‌شود و او را دچار سرگردانی می‌کند. بنابراین معیارهای مختلف و اغلب متناقضی در انتخاب مسیر پیاده‌روی وجود دارند که تصمیم‌گیری در این حوزه را خیلی سخت کرده است. بنابراین تصمیم‌گیری چند معیاره مکانی رویکرد مناسبی جهت اولویت‌بندی مسائل با معیارهای گوناگون و متناقض مانند انتخاب مناسب‌ترین مسیر پیاده‌روی در شهرها می‌باشد که می‌توان از این روش در حل چنین مسائلی استفاده نمود. یکی از روش‌هایی که در تصمیم‌گیری‌های چند معیاره مکانی برای تلفیق نتایج معیارها بکار می‌رود روش تاپسیس<sup>۱</sup> است که در تحقیق پیش‌رو استفاده گردیده است.

روش تاپسیس یکی از روشهای تصمیم‌گیری چند معیاره است که به رتبه‌بندی گزینه‌ها می‌پردازد. در این روش از دو مفهوم "حل ایده آل" و "شباهت به حل ایده آل" استفاده شده است. حل ایده آل چنان چه از اسم آن پیداست، آن حلی است که از هر جهت بهترین باشد که عموماً در عمل وجود نداشته و سعی بر آن است که به آن نزدیک شد. به منظور اندازه‌گیری شباهت یک طرح (یا گزینه) به حل ایده آل و ضد ایده آل، فاصله آن طرح (یا گزینه) از حل ایده آل و ضدایده آل اندازه‌گیری می‌شود. سپس گزینه‌ها بر اساس نسبت فاصله از حل ضد ایده آل به مجموع فاصله از حل ایده آل و ضد ایده آل ارزیابی و رتبه‌بندی می‌شوند. تاپسیس یک مساله چند معیاره با گزینه‌های  $m$  را به عنوان یک سیستم هندسی با نقاط  $m$  در فضای  $n$  بعدی مشاهده می‌کند (شکل ۱). روش مبتنی بر این مفهوم است که گزینه جایگزین باید کمترین فاصله را از راه حل مثبت ایده آل و طولانی‌ترین فاصله از راه حل منفی ایده آل داشته باشد. تاپسیس شاخصی به نام شباهت با راه حل مثبت ایده آل و دوری از راه حل منفی ایده آل را تعریف کرده سپس روش جایگزین با حداکثر شباهت به راه حل مثبت ایده آل را انتخاب می‌کند (طالعی، ۱۳۹۹: ۲۷)



شکل ۱- ساختار ماتریس تصمیم در رتبه بندی گزینه‌ها در روش تاپسیس

مفروضات زیربنایی این روش عبارتند از:

الف - مطلوبیت هر معیار باید به طور یکنواخت، افزایشده و یا کاهشده باشد. به عبارت دیگر مطلوبیت معیار اعم از کیفی یا کمی با تغییر مقدار آن همواره افزایشده یا کاهشده است. معیارها باید به طور یکنواخت کاهشده یا افزایشده باشند تا بتوان بهترین ارزش موجود آن راه ایده آل و بدترین ارزش آن راه، ضد ایده آل تلقی کرد.

ب- معیارها باید به گونه ای طرح شوند که مستقل از همدیگر باشند (مستقل بودن به معنی عدم وجود روابط درونی می باشد).

ج- از آن جا که نرخ تبادل بین معیارها معمولاً مقداری غیر از واحد است، فاصله گزینه‌ها از حل ایده آل و ضد ایده آل به صورت فاصله اقلیدسی محاسبه می شود.

همچنین روش تاپسیس دارای مزایای به شرح ذیل است:

- تصمیم گیری در صورت وجود معیارهای مثبت و منفی (حتی توأم با هم در یک مساله) امکان پذیر است. معیارهای مثبت معیارهایی هستند که جنبه سود دارند مثل کیفیت کالا و معیارهای منفی معیارهایی هستند که جنبه ضرر دارند مثل سختی کار.
- برای تعیین بهترین گزینه می توان تعداد قابل توجهی معیار را مورد بررسی قرار داد در حالی که در روش تحلیل سلسله مراتبی یا روش تحلیل شبکه‌ای عملاً و ذاتاً در این زمینه محدودیت‌هایی وجود دارد.
- این روش ساده و دارای سرعت مناسب است و برای تعداد زیادی گزینه و معیار به خوبی پاسخگو است.
- در روش تاپسیس به راحتی می توان معیارهای کیفی را کمی کرد و تصمیم گیری با وجود معیارهای کیفی و کمی میسر است.
- خروجی سیستم به صورت کمی است و علاوه بر تعیین گزینه برتر، رتبه سایر گزینه‌ها به صورت عددی بیان می شود. این مقدار عددی همان نزدیکی نسبی است که پایه قوی این روش را بیان می کند.
- روش تاپسیس، دارای پایه‌های ریاضی مناسب است. این روش با فاصله‌ها سروکار دارد. تاپسیس گزینه‌ای را که بیشترین فاصله از بدترین گزینه و کمترین فاصله از بهترین گزینه دارد، به عنوان گزینهٔ بهینه انتخاب می‌کند و به همین دلیل و پایهٔ ریاضی‌اش، بر سایر روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره برتری دارد.
- روش تاپسیس برتری دیگری نسبت به بعضی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره دارد که این روش از روش‌های جبرانی است. یعنی وزن تمامی گزینه‌ها و معیارها در تصمیم‌گیری دخالت داده می شود و هیچ وزنی در این روش نادیده گرفته نمی‌شود.

## پیشینه عملی

توجه جدی و عملی به ساماندهی حرکت پیاده و پیاده‌راه‌ها به اواخر دهه ۱۹۴۰ بر می‌گردد. در شهرهای اروپایی، با هدف خارج ساختن محدوده‌های تاریخی شهرها از تسلط اتومبیل و برای حفاظت از بافت‌های کهن و احیای اجتماعی مراکز شهری، مطرح و اجرایی شد (حبیبی، ۱۳۸۰: ۴۴). در شهرهای آمریکایی، در اوایل دهه ۱۹۶۰ گرایش بازگشت به مراکز شهری قوت گرفت و خیابان‌های پیاده‌ای با نام مال شکل گرفتند که بیشتر همسو با مقاصد تجاری در مرکز شهرها بودند و در عین حال، هدفشان ایجاد محیط‌های مطلوب برای خرید و گردش در شهرها بود. بعدها به دنبال روی‌گردانی از حومه‌نشینی فزاینده، عده‌ای از برنامه‌ریزان شهری با توجه به مراکز شهرهای اروپایی دیدگاه خود را نسبت به پتانسیل‌های بالقوه شهر تغییر دادند و گرایش بازگشت به مراکز شهری قوت گرفت و گسترش فضاهای پیاده با هدف احیای اقتصادی مراکز خرید و تسهیل خدمات خرده‌فروشی آغاز گردید اما در سال‌های بعد این گرایش به تدریج، اهداف اجتماعی وسیع‌تری پیدا کرد (یزدانی و همکاران، ۱۳۹۷: ۸۶).

استانگل<sup>۱</sup> (۲۰۱۱)، در تحقیقی با عنوان برنامه‌ریزی حرکت عابر پیاده در آمریکا، به هفده معیار برنامه‌ریزی عابر پیاده اشاره کرده است. وی مهمترین عوامل اثر گذار را، پیوستگی شبکه عابر پیاده، زیر ساخت‌ها، کاربری‌های مورد نیاز پیاده‌ها، اتصال به شبکه حمل و نقل عمومی و اختلاط کاربری‌ها، معرفی می‌کند. سو<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۹) نیز از ویژگی‌های یک مسیر مطلوب پیاده‌روی را در کنار شاخص‌هایی چون اتصال، قابلیت دسترسی، مناسب بودن، قابلیت سرویس‌دهی و قابل درک بودن، شبکه‌ای یکنواخت می‌دانند که پیوستگی خود را با انواع کاربری‌ها حفظ کرده و مبدأ و مقصد را به هم متصل می‌کند. آنها بیان کردند که، اساسی‌ترین عنصری که باید در طراحی پیاده‌راه‌ها مدنظر قرار گیرد، انسان به-عنوان محور اصلی شهرهای پیاده‌مدار است. درواقع، پیاده‌روی سالم‌ترین، پایدارترین و ارزان‌ترین نوع حمل و نقل در دسترس است؛ این در حالی است که برای ترغیب بیشتر شهروندان به انتخاب پیاده‌روی باید محیطی مناسب برای آنها مهیا کرد. کوئین‌هیوئی<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۲۱) با استفاده از ابزار پرسشنامه به بررسی رابطه بین فضای سبزراه شهری و افزایش فعالیت و بروز رفتار دوچرخه‌سواری در بین دانشجویان در شهر گوانگدونگ پرداختند. آنها نتیجه گرفتند که ارتباط متقابل پیاده‌راه‌ها با دیگر مسیرهای حمل و نقل شهری و ناکارآمدی یکجانبه‌گرایی در تردد شهری وجود داشته و تردد پیاده باید برنامه‌ریزی برای انواع دیگر تردها را در بر گیرد و در برنامه‌ریزی حمل و نقل درون‌شهری مد نظر قرار گیرد. نتایج تحقیق صرافی، و محمدیان مصمم (۱۳۹۲)، با عنوان امکان‌سنجی پیاده‌راه‌سازی خیابان‌های مرکز شهر همدان، نشان داده اند که در طی چهار دهه‌ی گذشته الگوی برنامه‌ریزی شهری همدان خودرو محور بوده و مشکلات ترافیکی و ناپایداری‌های اکولوژیکی مرکز شهر را در پی داشته است. چاره‌جویی این مشکل و حرکت در جهت باز آفرینی مرکز شهر، ابتدا نیازمند غلبه بر الگوی برنامه‌ریزی حمل و نقل خودرو محور و سپس پیاده راه‌سازی تدریجی خیابان‌های مرکز شهر همدان می‌باشد. وزیری (۱۳۹۳) در مطالعه‌ای، مسیر پیاده‌روی‌ها در شهرها را از نظر دیدگاه دینی بیان نموده است. صدیق در سال ۱۳۹۴ تحقیقی با عنوان امکان‌سنجی پیاده‌رو سازی در شهر اردبیل با تاکید بر ارتقاء امنیت اجتماعی را انجام دادند. نتیجه این مطالعه این بود که سن و میزان سواد افراد مورد پرسش، در برداشت آنها، از کیفیت پیاده رو تاثیر گزار بوده است و اینکه معیارهای خدمات شهری، حمل و نقل و محیط زیست تاثیر بیشتری در

1 - Stangl

2 - Su

3 - Qinhu



کیفیت محیط و استفاده کنندگان از آن دارند. یزدانی و همکاران (۱۳۹۷)، مسیرهایی برای ایجاد پیاده‌رو در شهر سرعین را با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره شناسایی کردند. اخگری سنگ آتش و همکاران (۱۳۹۸) در پژوهشی به کمک دستور تحلیل روش‌های طبقه‌بندی کیفیت بصری و ماتریس دستیابی به اقدامات، مسیرهای پیاده‌روی شهرهای مشهد و گرگان را ارایه نمودند. هدف از تحقیق آنها شناسایی مهم‌ترین معیارهای زیبایی‌شناختی مسیرهای پیاده‌روی بود. بروعی و همکاران (۱۴۰۰) در مطالعه‌ای مولفه‌های اساسی در شناسایی مهم‌ترین معیارهای تاثیر گذار بر ارجحیت مسیر پیاده‌روی را تحلیل نمودند. آنها به این نتیجه رسیدند که می‌توان جهت بهبود سیمای مسیرهای پیاده‌روی، ارتقای کیفیت آنها، جذب گردشگر بیشتر و ارایه چارچوبی برای انتخاب و طبقه‌بندی مسیرها مورد استفاده قرار گیرد. وطن پرست و همکاران در سال ۱۴۰۱ در پژوهش خود معابر گذر فعال پیاده به منظور بهسازی مسیرهای پیاده‌روی کلان شهر مشهد را با استفاده از ابزار تحلیل شبکه شهری بررسی نمودند. نتیجه مطالعه‌ی آنها نشان داد که نحوه بکارگیری مدل تحلیل شبکه‌ی شهری در ارزش گذاری و وزندهی ساختمان‌ها و کاربری‌های شهری برای مدیریت، برنامه‌ریزی و سیاست گذاری طرح های کلان شهری بهره برد.

با توجه به پیشینه مذکور می‌توان بیان کرد که بیشتر تحقیقات در خصوص امکان‌سنجی ایجاد پیاده‌روها و یا معیارهای موثر در بهبود کیفیت پیاده‌راه سازی بوده‌اند و در این خصوص از روشهای آماری استفاده شده است، در حالی که در این تحقیق علاوه بر شناسایی و تعریف عوامل موثر در ایجاد پیاده رو در شهرهای کشور از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مکانی برای اولویت بندی مسیرهای پیاده‌روی شهروندان استفاده گردیده است.

## داده‌ها و روش شناسی

روش پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و از حیث روش، توصیفی-تحلیلی و همچنین میدانی است، به این معنا که با مراجعه به منابع کتابخانه‌ای، اطلاعات اولیه جمع‌آوری گردید و سپس با کمک تحقیقات میدانی به توصیف و تحلیل مطالب گردآوری شده و در نهایت نتیجه‌گیری اقدام شده است. به عبارت دیگر در کنار تحقیقات کتابخانه‌ای، جهت به تایید رساندن فرضیه‌ها و نظریه‌های مطرح شده در مورد انتخاب مسیرهای مناسب پیاده‌روی در شهر سیرجان مورد بررسی قرار داده شده است تا از نزدیک صحت مطالب نظری ذکر شده لمس شود و اطلاعات تکمیلی از طریق مشاهده و مصاحبه جمع‌آوری شود. مراحل انجام این تحقیق در ادامه ارایه گردیده است:

جدول ۱- مراحل انجام تحقیق

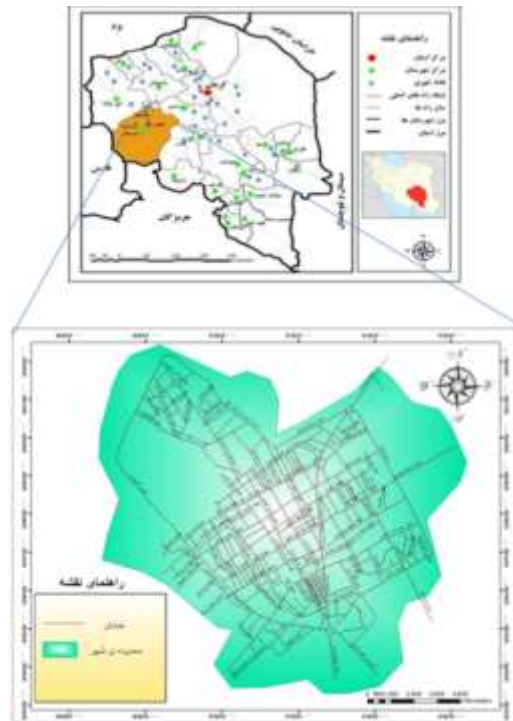
مراحل انجام تحقیق
برداشت، گردآوری و تهیه داده ها ، سخت افزار و نرم افزار های مورد نیاز
تهیه و تکمیل جدول توصیفات نقشه های مورد نیاز
ترسیم و تهیه نقشه های معیارهای در نظر گرفته شده با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی در سیستم اطلاعات مکانی
استفاده از روش تاپسیس برای تعیین اولویت مسیرهای پیاده‌روی
ترسیم نقشه نهایی مسیرهای اولویت بندی شده در منطقه مورد مطالعه

بر این اساس ابتدا نقشه‌های اولیه معابر بروش نقشه‌برداری زمینی و فتوگرامتری (ازعکس‌های هوایی با مقیاس ۱:۵۰۰۰ مربوط به سال ۱۳۸۶ شهر سیرجان استفاده شده است) تهیه گردید و سپس نقشه‌ها ویرایش و خطاها از آنها حذف و بصورت فرمت Geodatabase ذخیره شده‌اند. نقشه‌های فوق پس از انجام مراحل برداشت، ویرایش، ترسیم و تغییر سیستم مختصات آنها به سیستم مختصات جهانی UTM، آنها را به فرمت مورد نیاز تبدیل نموده و در مرحله

بعد، بانک اطلاعاتی زمین مرجح<sup>۱</sup> معابر شهری منطقه مورد مطالعه و توپولوژی طراحی شد. بعد از تهیه اطلاعات گرافیکی به جمع‌آوری اطلاعات توصیفی<sup>۲</sup> معابر در منطقه مورد مطالعه پرداخته شد، با توجه به هدف تحقیق حاضر که انتخاب مسیر پیاده‌روی برای شهروندان در منطقه مورد مطالعه است اطلاعات توصیفی یا معیارهایی که بیشتر رویکرد اجتماعی دارند، از قبیل فاصله از مراکز تفریحی، بهداشتی و استراحتی، فاصله از فضای سبز، معیار ایمن بودن مسیر، معیار نسبت کاربری های غیر مسکونی به کل کاربری‌های موجود در مسیر و معیار شلوغی جمعیت در مسیر پیشنهادی وارد پایگاه داده مکانی گردید. ابتدا معیارهای مورد نظر با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی وزندهی و ۱۰ مسیر از کل خیابان های شهر سیرجان انتخاب گردید و سپس از روش تاپسیس مسیره‌های مناسب پیاده‌روی در منطقه مورد مطالعه اولویت بندی شدند.

### قلمرو پژوهش

شهر سیرجان در فاصله ۱۸۰ کیلومتری جنوب غربی کرمان واقع شده است. این شهر به وسعت ۱۸۴۸۱ کیلومتر مربع و با ارتفاع ۱۷۶۶ متر از سطح دریای آزاد در موقیعت ۵۵ درجه و ۳۲ دقیقه طول شرقی و ۲۹ درجه و ۲۵ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. شهر سیرجان بعلت موقیعت چهارراهی بین استان‌های کرمان، فارس، هرمزگان و دارا بودن معادن آهن و مس، دومین شهرستان مهم استان کرمان است. بنابراین از آنجایی که منطقه مورد مطالعه جزو شهرهای صنعتی - معدنی قرار می‌گیرد و مهاجر پذیر است، گذراندن اوقات فراغت با پیاده روی از مسائل مهمی است که ساکنین این منطقه با آن روبرو هستند و معرفی مسیره‌های مناسب پیاده‌روی می‌تواند کمک شایانی به ساکنین این شهر داشته باشد. شکل شماره ۲ بیانگر موقیعت منطقه مورد مطالعه است.



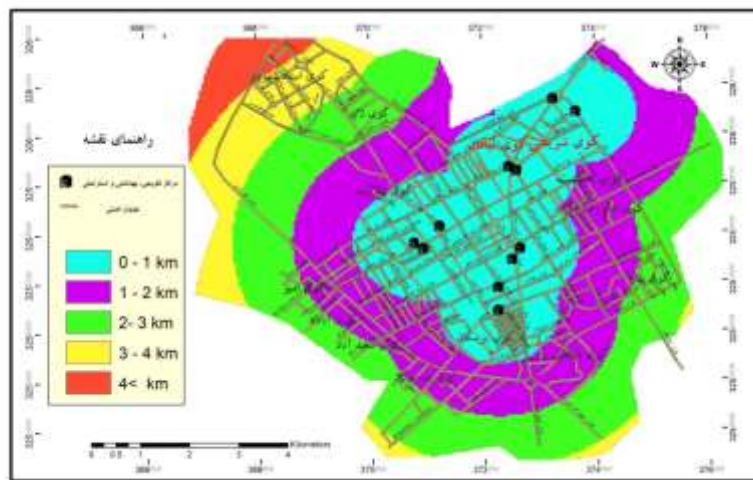
شکل ۲- موقیعت منطقه مورد مطالعه (شهر سیرجان)

1- Geodatabase

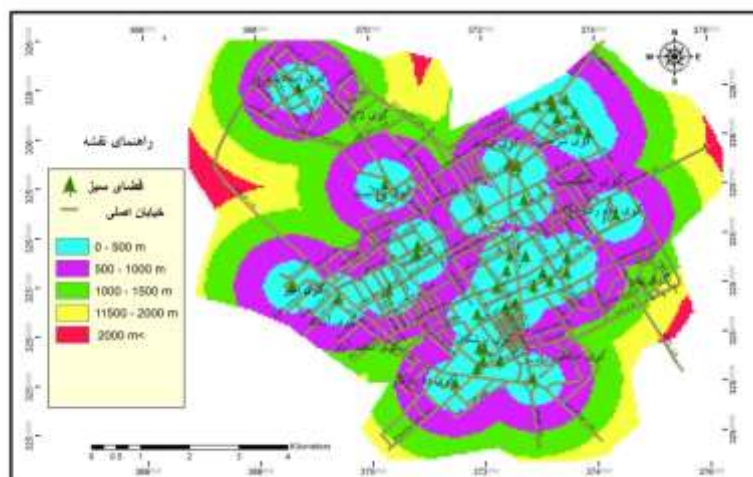
2- parcel ownership data

## یافته‌ها

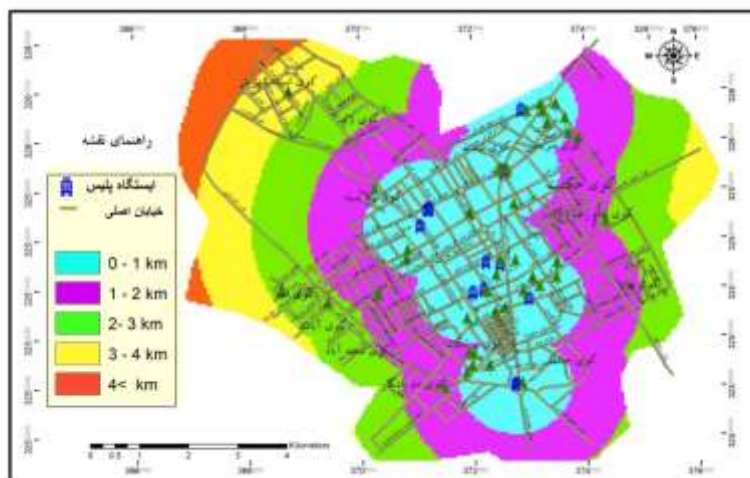
در تحقیق حاضر ابتدا معیارهای مد نظر برای ساکنین شهری (فاصله از مراکز تفریحی، بهداشتی و استراحتی، فاصله از فضای سبز، معیار ایمن بودن مسیر، معیار نسبت کاربری‌های غیر مسکونی به کل کاربری‌های موجود در مسیر و معیار شلوغی جمعیت در مسیر) که قصد انتخاب مسیری مناسب در منطقه مورد نظر را دارند، ابتدا نقشه‌های رستری معیارهای مورد نظر تهیه شد (شکل‌های ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷). سپس این معیارها با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) وزندهی و ۱۰ مسیر مناسب در بین تمام خیابان‌های شهر سیرجان پیشنهاد گردید (شکل ۹). در نهایت از روش تاپسیس مسیره‌های مناسب پیاده‌روی در منطقه مورد مطالعه اولویت بندی شدند (شکل ۱۰).



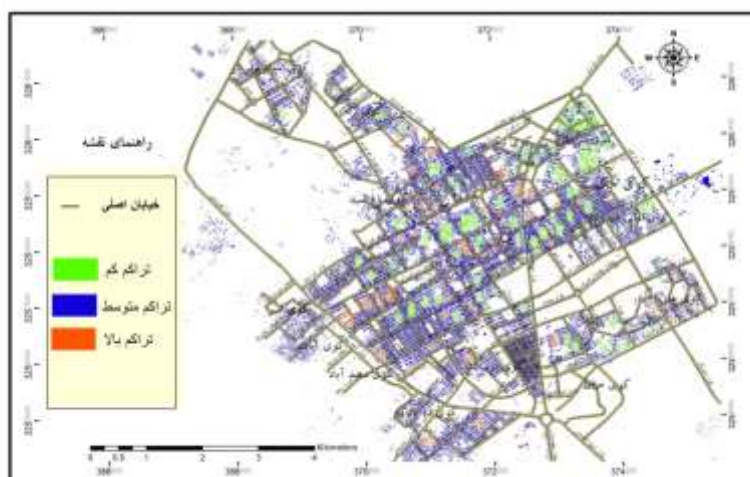
شکل ۳- نقشه معیار فاصله از مراکز تفریحی، بهداشتی و استراحتی (ترسیم، نگارندگان)



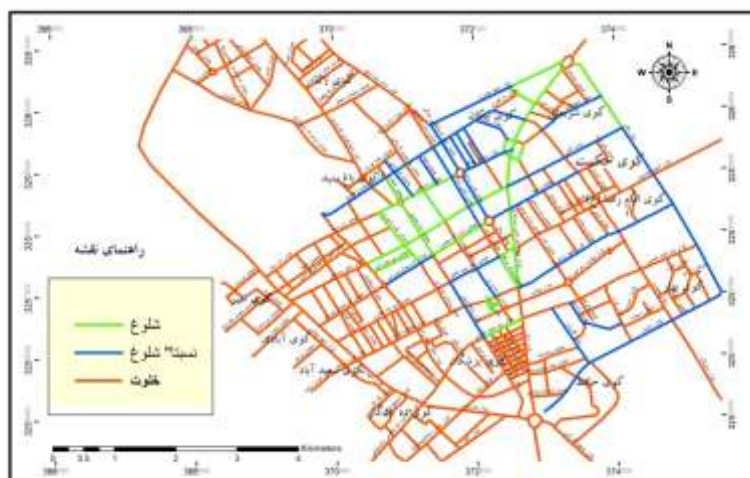
شکل ۴- نقشه معیار فاصله از فضای سبز (ترسیم، نگارندگان)



شکل ۵- نقشه معیار ایمن بودن مسیر (ترسیم، نگارندگان)



شکل ۶- نقشه معیار نسبت کاربری های غیر مسکونی به کل کاربری های موجود در مسیر (ترسیم، نگارندگان)



شکل ۷- نقشه معیار شلوغی جمعیت در مسیر (ترسیم، نگارندگان)

بعد از تهیه نقشه‌های رستری معیارهای انتخابی، در نرم افزار ARC GIS، با استفاده از فراخوانی ماژول AHP اقدام به تعیین ماتریس مقایسه زوجی معیارها و تعیین وزن معیارهای مورد نظر گردید. سپس با استفاده از دو گام در ماژول AHP و تنظیمات مورد نیاز این برنامه، جدولی مطابق شکل ۸ بدست آمده که وزن‌های هر معیار را محاسبه نموده است.

OBJECTID	LayerName	Weight	Priority	Rank	Weight	Priority	Rank	Weight	Priority	Rank	Weight	Priority	Rank	Weight	Priority	Rank
1	Distance	0.25	0.15	0.25	0.25	0.15	0.25	0.25	0.15	0.25	0.25	0.15	0.25	0.25	0.15	0.25
2	Distance	0.25	0.15	0.25	0.25	0.15	0.25	0.25	0.15	0.25	0.25	0.15	0.25	0.25	0.15	0.25
3	Distance	0.25	0.15	0.25	0.25	0.15	0.25	0.25	0.15	0.25	0.25	0.15	0.25	0.25	0.15	0.25
4	Distance	0.25	0.15	0.25	0.25	0.15	0.25	0.25	0.15	0.25	0.25	0.15	0.25	0.25	0.15	0.25
5	Distance	0.25	0.15	0.25	0.25	0.15	0.25	0.25	0.15	0.25	0.25	0.15	0.25	0.25	0.15	0.25

شکل ۸- تعیین ماتریس مقایسه زوجی و تعیین وزن معیارها (ترسیم، نگارندگان)

در ادامه با توجه به نتایج بدست آمده از ماژول AHP و قابل قبول بودن نرخ ناسازگاری، نقشه نهایی مسیرهای پیشنهادی که در حدود ۱۰ مسیر یا خیابان در منطقه مورد مطالعه بود، مطابق شکل ۹ تهیه گردید.



شکل ۹- نقشه مسیرهای پیشنهادی در منطقه مورد مطالعه بر اساس وزندهی تحلیل سلسله مراتبی (ترسیم، نگارندگان)

برای اولویت بندی مسیرها و انتخاب یک مسیر توسط ساکنین منطقه مورد مطالعه، از روش تاپسیس استفاده شد. در ادامه، روش کار ارایه گردیده است:

برای اولویت بندی مسیرهای پیاده‌روی با روش تاپسیس هفت مرحله زیر انجام شده است.

#### ۱- تشکیل ماتریس تصمیم:

در این مرحله با استفاده از ۱۰ مسیر انتخاب شده به روش AHP در منطقه مورد مطالعه و وزن‌های محاسبه شده‌ی هر یک از معیارهای مورد نظر در تحقیق، ماتریس تصمیم مطابق جدول ۲ تهیه گردید.

جدول ۲- ماتریس تصمیم در اولویت بندی خیابان‌ها برای پیاده روی

معیارها	فاصله از فضای سبز	نسبت کاربری های غیر مسکونی به کل کاربری ها	ایمن بودن مسیر	فاصله از مراکز تفریحی، بهداشتی	شلوغی مسیر
وزن معیارها	۰/۲۵	۰/۱۵	۰/۲۵	۰/۲	۰/۱۵
شماره و نام خیابان	Distance	Non-Res	Distance	Distance	Volume
۱ شهید فیاض	۵	۰/۳۵	۱۶	۲۰	۱۵

بخش						
۲	بنفشه	۹	۰/۱۱	۴۳۲	۱۹	۱۲
۳	سید جمال الدین اسد آبادی	۲۱	۰/۲۷	۵۷	۴۶	۹۷
۴	شهید چمران	۷	۰/۱۶	۳۱	۵۱	۱۱۰
۵	گلیم	۸	۰/۰۴	۱۴	۳۲	۲۲
۶	سید احمد خمینی(ره)	۱۰	۰/۲	۲۶	۴۱	۱۷
۷	شهید نصیری شمالی	۲۱۰	۰/۶۱	۱۳۳	۳۰۲	۱۹۱
۸	قائم	۶	۰/۰۶	۳۷	۱۵	۱۱۶
۹	امام خمینی(ره)	۲۰۶	۱	۱۰	۴۹	۲۵۶
۱۰	دکتر باستانی	۶۴	۰/۱۲	۳۴	۴۶	۵۱

## ۲- تشکیل ماتریس بی مقیاس:

بی مقیاس سازی یکی از گام های مهم در تصمیم گیری چند معیاره است و برای بی بعد کردن ماتریس تصمیم استفاده می شود. روش های مختلفی برای بی مقیاس سازی استفاده می شود که عبارتند از:

- بی مقیاس سازی مستقیم
- بی مقیاس سازی نرم (اقلیدسی)
- بی مقیاس سازی خطی
- بی مقیاس سازی فازی

در تحقیق پیش رو ماتریس نرمال تصمیم گیری به کمک نرم اقلیدسی به یک ماتریس بی مقیاس تبدیل گردیده است (جدول ۳). عبارتی با اعمال رابطه ی ۱ روی تمامی عناصر ماتریس تصمیم گیری، ماتریس بی مقیاس تشکیل می شود:

رابطه ۱:

$$nij = \frac{rij}{\sqrt{\sum_{i=1}^m r_{ij}^2}} \quad (i=1,2,\dots,m), (j=1,2,\dots,n)$$

جدول ۳- ماتریس تصمیم بی مقیاس شده با نرم ۲

شلوغی مسیر	فاصله از مراکز تفریحی، بهداشتی	ایمن بودن مسیر	نسبت کاربری های غیر مسکونی به کل کاربری ها	فاصله از فضای سبز
۰.۰۳۹۹۸۶	۰.۰۶۱۹۷۹	۰.۰۳۴۹۳۸	۰.۲۷۱۲۶۱	۰.۰۱۶۵۳۶
۰.۰۳۱۹۸۹	۰.۰۵۸۸۸	۰.۹۴۳۳۳۹	۰.۰۸۵۲۵۳	۰.۰۲۹۷۶۵
۰.۲۵۸۵۷۵	۰.۱۴۲۵۵۲	۰.۱۲۴۴۶۸	۰.۲۰۹۲۵۸	۰.۰۶۹۴۵۱
۰.۲۹۳۲۲۹	۰.۱۵۸۰۴۶	۰.۰۶۷۶۹۳	۰.۱۲۴۰۰۵	۰.۰۲۳۱۵
۰.۰۵۸۶۴۶	۰.۰۹۹۱۶۶	۰.۰۳۰۵۷۱	۰.۰۳۱۰۰۱	۰.۰۲۶۴۵۸
۰.۰۴۵۳۱۷	۰.۱۲۷۰۵۷	۰.۰۵۶۷۷۵	۰.۱۵۵۰۰۶	۰.۰۳۳۰۷۲
۰.۵۰۹۱۵۲	۰.۹۳۵۸۸۲	۰.۲۶۸۵۹	۰.۴۷۲۷۶۹	۰.۰۶۹۴۵۱۲
۰.۳۰۹۲۲۳	۰.۰۴۶۴۸۴	۰.۰۸۰۷۹۵	۰.۰۴۶۵۰۲	۰.۰۱۹۸۴۳
۰.۶۸۲۴۲۴	۰.۱۵۱۸۴۸	۰.۰۲۱۸۳۷	۰.۷۷۵۰۳۱	۰.۰۶۸۱۲۸۳

۱۰	۰.۲۱۱۶۶۱	۰.۰۹۳۰۰۴	۰.۰۷۴۲۴۴	۰.۱۴۲۵۵۲	۰.۱۳۵۹۵۲
----	----------	----------	----------	----------	----------

### ۳- تشکیل ماتریس بی مقیاس وزین:

در این مرحله وزن هر یک از معیارها در هریک از گزینه ها ضرب شده و ماتریس بی مقیاس وزین بصورت اعداد قطعی بدست آمده است (جدول ۴).

جدول ۴- ماتریس تصمیم بی مقیاس وزین

	فاصله از فضای سبز	نسبت کاربری های غیر مسکونی به کل کاربری ها	ایمن بودن مسیر	فاصله از مراکز تفریحی، بهداشتی	شلوغی مسیر
۱	۰.۰۰۴۱۳۴	۰.۰۴۰۶۸۹	۰.۰۰۸۷۳۵	۰.۰۱۲۳۹۶	۰.۰۰۵۹۹۸
۲	۰.۰۰۷۴۴۱	۰.۰۱۲۷۸۸	۰.۲۳۵۸۳۵	۰.۰۱۱۷۷۶	۰.۰۰۴۷۹۸
۳	۰.۰۱۷۳۶۳	۰.۰۳۱۳۸۹	۰.۰۳۱۱۱۷	۰.۰۲۸۵۱	۰.۰۲۸۷۸۶
۴	۰.۰۰۵۷۸۸	۰.۰۱۸۶۰۱	۰.۰۱۶۹۲۳	۰.۰۳۱۶۰۹	۰.۰۴۳۹۸۴
۵	۰.۰۰۶۶۱۴	۰.۰۰۴۶۵	۰.۰۰۷۶۴۳	۰.۰۱۹۸۳۳	۰.۰۰۸۷۹۷
۶	۰.۰۰۸۲۶۸	۰.۰۲۳۲۵۱	۰.۰۱۴۱۹۴	۰.۰۲۵۴۱۱	۰.۰۰۶۷۹۸
۷	۰.۱۷۳۶۲۸	۰.۰۷۰۹۱۵	۰.۰۶۷۱۴۷	۰.۱۸۷۱۷۶	۰.۰۷۶۳۷۳
۸	۰.۰۰۴۹۶۱	۰.۰۰۶۹۷۵	۰.۰۲۰۱۹۹	۰.۰۰۹۲۹۷	۰.۰۴۶۳۸۴
۹	۰.۱۷۰۳۲۱	۰.۱۱۶۲۵۵	۰.۰۰۵۴۵۹	۰.۰۳۰۳۷	۰.۱۰۲۳۶۴
۱۰	۰.۰۵۲۹۱۵	۰.۰۱۳۹۵۱	۰.۰۱۸۵۶۱	۰.۰۲۸۵۱	۰.۰۲۰۳۹۳

### ۴- تعیین راه حل های ایده آل مثبت و منفی:

در این مرحله معیارهای مثبت و منفی در اولویت بندی مسیر پیاده روی تعیین گردید. در ادامه معیارهای مثبت و منفی برای هدف تحقیق ارایه شده است:

\*\*\* معیارهای مثبت: معیارهایی هستند که بر جذب ساکنین تاثیر مثبت می گذرانند. از بین معیارهای انتخاب شده در این پژوهش می توان معیارهای زیر را در گروه معیار های مثبت قرار داد:

- شلوغی مسیر. منظور از این معیار یعنی مسیری که ساکنین بیشتری در آن پیاده روی می کنند در تعامل اجتماعی بیشتری باهم خواهند داشت بنابراین آن مسیر در اولویت بالاتر قرار می گیرد.

- فاصله از فضای سبز. فضای سبز به معنای محیط تمیز، آرام و محدودیت تردد وسایل نقلیه می باشد که از همه جهت برای پیاده روی مناسب بوده و موجب جذب ساکنین می شود. هرچه فاصله مسیر از فضای سبز کمتر باشد، امتیاز بیشتری به آن مسیر تعلق می گیرد.

- ایمن بودن مسیر. بعبارتی هر چه فاصله مسیر از مراکز انتظامی و امنیتی کمتر باشد، آن مسیر جهت پیاده روی ایمن تر است.

- فاصله از مراکز بهداشتی و تفریحی. هرچه فاصله مسیر از مراکز بهداشتی کمتر باشد، آن مسیر در اولویت بالاتری قرار می گیرد.

\*\*\* معیارهای منفی: معیارهایی هستند که بر جذب پیاده روی تاثیر منفی می گذرانند. از بین معیارهای داده شده در این پژوهش می توان معیارهای زیر را در طبقه معیار های منفی قرار داد:

- نسبت کاربری های غیر مسکونی به کل کاربری ها.  
نسبت بزرگتر یعنی کاربری غیر مسکونی بیشتر در نتیجه تردد بیشتر، شلوغی بیشتر، خطر بیشتر، آلودگی بیشتر، ترافیک بیشتر، سر و صدای بیشتر و غیره؛ که تماما تاثیر منفی دارند.

در ادامه با استفاده از رابطه ۲، راه حل‌های ایده آل هر یک از معیارهای در نظر گرفته شده تعیین گردیدند (جدول ۵): (خانه‌های سبز رنگ بیانگر راه حل ایده آل مثبت و قرمز بیانگر راه حل ایده آل منفی می‌باشند)

رابطه ۲:

$$A_i^+ = \{(\max V_{ij}^+ | j \in J_1), (\min V_{ij}^+ | j \in J_2) | i=1, 2, \dots, m\}$$

$$A_i^- = \{(\min V_{ij}^- | j \in J_1), (\max V_{ij}^- | j \in J_2) | i=1, 2, \dots, m\}$$

$$A_i^+ = (V_{i1}^+, V_{i2}^+, \dots, V_{in}^+)$$

$$A_i^- = (V_{i1}^-, V_{i2}^-, \dots, V_{in}^-)$$

$J_1 = \{1, 2, \dots, m\}$  (به ازاء شاخص‌های مثبت)

$J_2 = \{1, 2, \dots, m\}$  (به ازاء شاخص‌های منفی)

جدول ۵- ماتریس بی‌مقیاس وزین با راه حل‌های ایده آل

شلوغی مسیر	فاصله از مراکز تفریحی، بهداشتی	ایمن بودن مسیر	نسبت کاربری‌های غیر مسکونی به کل کاربری‌ها	فاصله از فضای سبز
۱	۰.۰۱۲۳۹۶	۰.۰۰۸۷۳۵	۰.۰۴۰۶۸۹	۰.۰۰۴۱۳۴
۲	۰.۰۱۱۷۷۶	۰.۲۳۵۸۳۵	۰.۰۱۲۷۸۸	۰.۰۰۷۴۴۱
۳	۰.۰۲۸۵۱	۰.۰۳۱۱۱۷	۰.۰۳۱۳۸۹	۰.۰۱۷۳۶۳
۴	۰.۰۳۱۶۰۹	۰.۰۱۶۹۲۳	۰.۰۱۸۶۰۱	۰.۰۰۵۷۸۸
۵	۰.۰۱۹۸۳۳	۰.۰۰۷۶۴۳	۰.۰۰۴۶۵	۰.۰۰۶۶۱۴
۶	۰.۰۲۵۴۱۱	۰.۰۱۴۱۹۴	۰.۰۲۳۲۵۱	۰.۰۰۸۲۶۸
۷	۰.۱۸۷۱۷۶	۰.۰۶۷۱۴۷	۰.۰۷۰۹۱۵	۰.۱۷۳۶۲۸
۸	۰.۰۰۹۲۹۷	۰.۰۲۰۱۹۹	۰.۰۰۶۹۷۵	۰.۰۰۴۹۶۱
۹	۰.۰۳۰۳۷	۰.۰۰۵۴۵۹	۰.۱۱۶۲۵۵	۰.۱۷۰۳۲۱
۱۰	۰.۰۲۸۵۱	۰.۰۱۸۵۶۱	۰.۰۱۳۹۵۱	۰.۰۰۵۲۹۱۵

### ۵- محاسبه میزان دوری یا نزدیکی:

در این مرحله بر اساس نرم اقلیدسی و به ازای  $A^+$  و  $A^-$  و با استفاده از رابطه ۳ دوری یا نزدیکی هر یک از راه حل‌ها به راه حل ایده‌آل، محاسبه گردیدند که نتیجه آن در جدول ۶ ارایه شده است:

رابطه ۳:

$$d_i^+ = \left\{ \sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^+)^2 \right\}^{\frac{1}{2}}, \quad (i=1, 2, \dots, m), \quad d_i^- = \left\{ \sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^-)^2 \right\}^{\frac{1}{2}}$$

جدول ۶- فاصله از راه حل ایده آل مثبت و منفی

شماره خیابان	$d^+$	$d^-$
۱	۰.۰۹۵۳	۰.۱۸۰۵
۲	۰.۰۹۶۴	۰.۱۷۴۰
۳	۰.۰۸۳۰	۰.۱۸۱۵
۴	۰.۰۶۸۶	۰.۱۶۹۶
۵	۰.۰۸۶۶	۰.۱۸۰۲
۶	۰.۰۹۰۷	۰.۱۵۳۵



۷	۰.۱۵۷۵	۰.۰۷۵۰
۸	۰.۱۰۸۷	۰.۶۴۹۰
۹	۰.۱۹۷۵	۰.۰۷۰۳
۱۰	۰.۰۹۳۹	۰.۱۸۷۹

### ۶- محاسبه شاخص نزدیکی نسبی:

در این مرحله نزدیکی نسبی  $A_i$  به راه حل ایده آل با بکاربردن رابطه ۴ محاسبه گردید که نتایج آن در جدول ۷ ارائه شده است.

رابطه ۴:

$$CL_i = \frac{d_i^-}{(d_i^- + d_i^+)}, \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

### ۷- رتبه بندی گزینه‌ها:

در نهایت می‌توان گزینه‌های موجود را رتبه بندی نمود. مقدار  $CL$  بین ۰ و ۱ است. هر چه این مقدار به ۱ نزدیکتر باشد راهکار به جواب ایده آل نزدیکتر است. نتایج رتبه بندی و اولویت بندی مسیرهای پیاده‌روی شماره‌های ۱ تا ۱۰ در این تحقیق در جدول ۷ ارائه شده است. بنابراین بهترین خیابان‌هایی که در اولویت اول، دوم و سوم قرار می‌گیرند، به ترتیب خیابان‌های شماره ۸ (قایم)، ۴ (شهید چمران) و خیابان شماره ۳ (سید جمال) مناسبتر برای پیاده‌روی هستند. همچنین موقعیت مسیرهای اولویت بندی شده برای پیاده روی در منطقه مورد مطالعه در شکل ۱۰ نشان داده شده است.

جدول ۷- رتبه بندی و اولویت بندی خیابان‌ها برای پیاده‌روی

شماره خیابان	مقدار $CL$	رتبه و اولویت
۱ فیاض بخش	۰.۶۵۴۵	۶
۲ نقشه	۰.۶۴۳۵	۷
۳ سید جمال	۰.۶۸۶۲	۳
۴ شهید چمران	۰.۷۱۲۰	۲
۵ گلیم	۰.۶۷۵۴	۴
۶ سیداحمد خمینی	۰.۶۲۸۶	۸
۷ نصیری شمالی	۰.۲۲۲۶	۹
۸ قایم	۰.۸۵۶۵	۱
۹ امام خمینی	۰.۲۶۲۵	۱۰
۱۰ باستانی پاریزی	۰.۶۶۶۸	۵



شکل ۱۰- نقشه اولویت های مسیرهای پیشنهاد شده در منطقه مورد مطالعه بر اساس روش تاپسیس (ترسیم، نگارندگان)

## نتیجه گیری

امروزه با توجه به افزایش معیارهای موثر در فرآیند تصمیم‌گیری و ماهیت مکانی آن‌ها استفاده از روش‌های دقیق و کارا و همین‌طور سیستم‌های تحلیل اطلاعات مکانی بسیار مناسب و مهم است. روشی که در تحقیق حاضر برای انتخاب مسیر پیاده‌روی استفاده گردید شامل تعیین معیارهای مناسب، تهیه لایه‌های اطلاعاتی و استفاده از روش وزندهی است. در این میان معمولاً "انتخاب روش‌های مناسب وزندهی و رتبه بندی بر دقت کار می‌فرازد. از سوی دیگر روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره معمولاً "روش‌های مبتنی بر اندازه‌گیری شباهت میان گزینه‌ها از شهرت بالایی برخوردارند. معیارهای مختلفی در انتخاب مسیر پیاده‌روی در شهرها دخیل هستند که اغلب باهم متناقض و به هم وابسته می‌باشند که موجب پیچیده‌تر شدن تصمیم‌گیری در این حوزه می‌شوند. تصمیم‌گیری چند معیاره رویکرد مناسبی است که می‌توان از آن جهت اولویت‌بندی گزینه‌ها در حالت وجود معیارهای مختلف و اغلب متناقض بهره برد. تصمیم‌گیری انتخاب مسیرهای پیاده‌روی نیز از جمله این مسائل می‌باشد که می‌توان از این رویکرد به خوبی برای اولویت‌بندی استفاده نمود. روش‌های مدل‌سازی مکانی توأم با روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره کمتر مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. لذا در این مطالعه از یک رویکرد ترکیبی تصمیم‌گیری چند معیاره جهت حل این مسائل استفاده شده است. با بررسی پیشینه پژوهش، معیارهایی که در تحقیق حاضر که برای انتخاب مسیر پیاده‌روی در شهرها در نظر گرفته شد رویکردی اجتماعی دارند. در این خصوص نتایج ارزیابی‌های صورت گرفته برای معیارهای شناسایی شده در این پژوهش بر اساس خروجی مدل تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس معیارهای وجود فضای سبز و ایمن بودن مسیر بیشترین و همچنین معیارهای شلوغی و نسبت کاربری‌های غیر مسکونی به کل کاربری‌ها، کمترین اهمیت را کسب کردند. نتیجه اینکه در انتخاب مسیرهای پیاده‌روی معیارهای چشم‌انداز و زیبایی مسیر مانند نزدیکی به فضای سبز و عوامل جغرافیایی بیشترین اهمیت را دارا می‌باشند و معیارهای خدمات شهری، عوامل اجتماعی - فرهنگی، کارکردهای اقتصادی، عوامل ادراکی - محیطی، توریستی - تفریحی و امنیتی در مراتب بعدی اهمیت قرار دارند. نتایج مطالعات میدانی نشان داد که نتایج بدست آمده از این پژوهش مهمترین مسیرهای پیاده‌روی خارج از محدوده‌ی مرکز شهر و مراکز تفریحی تجاری است که خیابان‌های قائم، شهید چمران و سیدجمال در اولویت انتخاب مسیر پیاده‌روی برای ساکنین شهر سیرجان قرار دارند. همچنین نتایج تحقیق در خصوص اولویت بندی مسیرهای پیشنهادی نشان می‌دهد که خروجی های یک روش تصمیم‌گیری چند معیاره مکانی به تنهایی نمی‌تواند قابل اطمینان باشد. چرا که هر روش می‌تواند اولویت‌های متفاوتی برای گزینه‌هایش

بدهد. بنابراین روش معرفی شده در این تحقیق می‌تواند راهنمای مناسبی برای ساکنین شهرهایی در کشور که مهاجر پذیرند، باشد. سایر روش‌های وزندهی و مقایسه نتایج آن‌ها برای مطالعات آینده نیز پیشنهاد می‌گردد.

### پیشنهادها

- پیشنهادهایی مبتنی بر نتایج تحقیق در ادامه ارائه شده است که می‌تواند مورد توجه قرار گیرد:
- در شبکه‌های پیاده‌محور جاذب پیاده‌روی در شهر سیرجان می‌توان با پرداختن به ایجاد سبزی‌نگی و اختصاص خط ویژه دوچرخه در مسیرهای پیشنهاد شده مطابق جدول ۷، جذابیت آن‌ها را چندین برابر کرد و چارچوب محکمی از شبکه فعال پیاده را در کل سطح شهر سیرجان در ذهن شهروندان به تصویر کشید.
  - استفاده از معیارهای دیگر یا استفاده از تلفیقی از معیارهای استاندارد و معیارهای بومی و همچنین بکاربردن روش‌های دیگر تصمیم‌گیری‌های چند معیاره مکانی مانند ویکور، الکترو و غیره یا در نظر گرفتن جانب احتیاط در استفاده از مدل‌های رتبه‌بندی (استفاده از مدل ادغامی برای رتبه‌بندی گزینه‌ها)؛
  - پیشنهاد می‌شود در مطالعات بعدی در صورت در دسترس بودن کیفیت مالکیت اراضی عرض پیاده راه‌ها، عرض خیابان‌ها، سیاست‌ها و ملاحظات تعریض معابر و دیگر لایه‌های پایه اطلاعاتی از سطح شهر سیرجان مخصوصاً "خیابان‌هایی که در این پژوهش بعنوان مناسب‌ترین مسیر پیاده‌روی معرفی شده‌اند مانند خیابان‌های قائم و بلوار شهید چمران، می‌توان به شبکه دقیق‌تری از مسیرهای پیاده‌محور دست یافت.
  - با توجه به اینکه بسیاری از محورهای اصلی شهر سیرجان دارای قابلیت جذب سفرهای پیاده جنبه عملکردی مطلوب نیستند و در صورت ایجاد محور پیاده مطلوب و پرداختن به سایر جنبه‌ها می‌توان در جهت ارتقای سیمای کالبدی، معنایی و انسان‌محور کردن این شهر گام موثری برداشت.
  - ایجاد بسترهای حکمرانی الکترونیکی و نقشه‌های تحت وب معابر شهر سیرجان جهت ارتباط بهینه با مردم و مشارکت ساکنین شهر سیرجان و نظر سنجی در مورد انتخاب مسیر مناسب برای پیاده‌روی؛

### منابع

- اخگری سنگ آتش، زهره؛ میر کریمی، سید حامد؛ محمدزاده، مرجان؛ سلمان ماهینی، عبدالرسول. (۱۳۹۸). *تبیین معیارهای کیفیت بصری منظر خیابانی با روش طبقه‌بندی کیفیت بصری و ماتریس دست‌یابی به اقدامات*. دوفصلنامه علمی پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری، ۱۰ (۲)، ۷۶-۵۷.
- بروغنی، مژده؛ میر کریمی، سید حامد؛ محمدزاده، مرجان؛ سعیدی، سپیده. (۱۴۰۰). *تحلیل مولفه‌های اساسی در شناسایی مهم‌ترین معیارهای تاثیر گذار بر ارجحیت مسیرهای پیاده‌روی حوضه آبخیز زیارت*. پژوهش‌های محیط زیست، ۱۲ (۲۳)، ۹۰-۸۱.
- حبیبی، محسن. (۱۳۸۰). *مسیر پیاده گردشگری*. نشریه هنرهای زیبا، شماره ۹، ۵۱-۴۳.
- زند، ایمان؛ پهلوانی، پرهام. (۱۴۰۰). *مدل‌سازی مکانی و اولویت‌بندی مناطق مستعد جهت احداث بیمارستان با استفاده از تحلیل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مبتنی بر سیستم اطلاعات مکانی*. دوفصلنامه آمایش سرزمین، ۱۳ (۱)، ۲۴۷-۲۸۰.
- صرافی، مظفر؛ محمدیان مصمم، حسن. (۱۳۹۲). *امکان سنجی پیاده‌راه‌سازی خیابانهای مرکز شهر همدان*. فصلنامه آمایش محیط، شماره ۲۱، ۱۳۸-۱۱۱.

- صدیق، آناهیتا. (۱۳۹۴). *امکان‌سنجی پیاده راه سازی با تأکید بر ارتقاء امنیت اجتماعی (مطالعه‌ی موردی: محدوده بین بقعه شیخ صفی تا جمعه مسجد اردبیل)*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل.
- طالبی، خاطره؛ سرتیپی پور، محسن؛ آزاد، میترا. (۱۴۰۰). *تعیین مسیرهای گردشگری با روش کمترین فاصله از بهترین تصمیم (نمونه موردی: شهر تاریخی دامغان)*. فصلنامه علمی - پژوهشی گردشگری و توسعه، ۱۱ (۳)، ۲۲۴-۲۰۷.
- طالعی، محمد. (۱۳۹۹). *جزوه درسی تصمیم‌گیری چند معیاره*. مقطع کارشناسی ارشد رشته مهندسی نقشه‌برداری، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی.
- عباسزاده، شهاب؛ ترمی، سودا. (۱۳۹۱). *بررسی و تحلیل مؤلفه‌های تأثیرگذار بر بهبود کیفیات فضایی پیاده‌راهها به منظور افزایش سطح تعاملات اجتماعی مطالعه موردی: محورهای تربیت و ولیعصر تبریز*. مجله مطالعات شهری کردستان، شماره چهارم، ۱۰۴-۹۵.
- قربانی، رسول؛ جام کسری، محمد. (۱۳۸۹). *جنبش پیاده گستری، رویکردی نو در احیا مراکز شهری: مورد مطالعه پیاده راه تربیت تبریز*. فصلنامه مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، ۲ (۶)، ۷۲-۵۵.
- کاشانی جو، خشاریار. (۱۳۸۹). *پیاده‌راه‌ها از مبانی طراحی تا ویژگی‌های کارکردی*. انتشارات آذرخش.
- وزیری، آزاده. (۱۳۹۳). *شهرداری دینی عاملی جهت هویت بخشیدن به شهرها (نمونه موردی شهر قزوین)*. کنگره بین‌المللی فرهنگ و اندیشه دینی قم، مرکز راهبری مهندسی فرهنگ عمومی استان بوشهر، صص ۱۹-۱.
- وطن پرست، الیا؛ شتابی جویباری، شعبان؛ سلمان ماهینی، عبدالرسول. (۱۴۰۱). *سناسایی معابر گذر به منظور بهسازی مسیرهای فعال پیاده‌روی کلان‌شهر مشهد با استفاده از ابزار تحلیل شبکه شهری (UNA)*. مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، ۲۰ (۲)، ۲۵۲-۲۲۳.
- یزدانی، محمدحسن؛ پاشازاده، اصغر؛ زادولی، فاطمه. (۱۳۹۷). *سناسایی مسیر برای ایجاد پیاده‌راه در سرعین با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند متغیره*. مهندسی جغرافیایی سرزمین، ۲ (۳)، ۹۹-۸۵.

## References

- Abbaszadegan, M. (2004). *Theory of Modern Architecture- Urbanism Movement to Urban Spaces*. Monthly Journal Attachment, No. 67, Iran Municipalities & Rural Management Organisation Press, Tehran.
- Malczewski, J. (2006). *Ordered weighted averaging with fuzzy quantifiers: GIS-based multicriteria evaluation for land-use suitability analysis*. International journal of applied earth observation and geoinformation, 8(4), pp. 270-277.
- Millard-Ball, A. (2018). *Pedestrians, autonomous vehicles, and cities*. Journal of Planning Education and Research, 38(1), 6-12.
- Qinhui, F., Weiqiang, W., & Maalla, A. (2021). *The production and motivation mechanism of sports cultural memory space in urban greenway*. E3S Web of Conferences, 276, 1-5.
- Taylor, P. (2015). *What factors make rail trails successful as tourism attractions? Developing a conceptual framework from relevant literature*. Journal of Outdoor Recreation and Tourism. 12: 89-98.ood, F. 2009. Principal Component Analysis. P. 33.
- Stangl, P. (2011). *The US Pedestrian Plan: Linking Practice and Research*. Planning. Practice & Research, Vol. 26, No. 3, pp. 289-305.
- Su, S., Zhou, H., Xu, M., Ru, H., Wang, W., & Weng, M. (2019). *Auditing street walkability and associated social inequalities for planning implications*. Journal of Transport Geography, 74, 62-76.