



Research Paper

Ranking the regions of Isfahan based on physical-spatial indicators of sustainable urban transportation using the combined method (TOPSIS - AHP)

Amir Ahmad Zandavar: PhD student of Geography and Urban Planning, Qeshm International Unit, Islamic Azad University, Qeshm, Iran

Mohammadreza Rezaei *: Assistant Professor, Department of Geography and Urban Planning, Marvdasht Branch, Islamic Azad University, Marvdasht, Iran

Hamidreza Joodaki: Assistant Professor, Department of Geography and Urban Planning, Islamshahr Branch, Islamic Azad University, Islamshahr, Iran

ARTICLE INFO

Received: ۲۰۲۴/۰۵/۳۱

Accepted: ۲۰۲۵/۰۹/۰۹

PP: ۳۳-۴۶

Use your device to scan
and read the article
online



Keywords: sustainable transportation, Isfahan city, TOPSIS technique

Abstract

The development of urbanization has led to an increase in the need for movement and commuting. Therefore, dependence on cars and urban transportation increased. On the other hand, wrong policies in transportation management caused an increase in environmental pollution, traffic congestion, an increase in costs related to transportation infrastructure, a decrease in social justice, and a decrease in health in cities. After the emergence of these weaknesses, the concept of sustainable transportation was proposed by experts and city managers. Isfahan, as one of Iran's metropolises with many historical and cultural values, has also faced similar challenges. Dependence on the car and not paying attention to sustainable development in the urban transportation system has led to a decrease in the quality of life and the occurrence of environmental, economic and social problems in this city. Therefore, the purpose of this research is to find the physical indicators of the development of sustainable transportation and to rank the regions of Isfahan city in terms of achieving sustainable urban transportation. In this regard, after reviewing the research literature, ۱۲ indicators were identified, which became the basis for the ranking of urban regions. The type of this research is descriptive, analytical and practical in terms of purpose. In order to collect data, field survey methods and document study have been used. In order to analyze, GIS software tools were used, and in order to rank the regions, the combined method of AHP and TOPSIS was used. The results showed that the northern areas of Isfahan have a weaker situation than other areas. Regions ۱ and ۲ with the coefficient (۰.۵۴ and ۰.۵۵) are the best and region ۱۲ with the coefficient (۰.۲۱) has the worst situation in Isfahan city. At the end, proposals were presented to achieve sustainable transportation in Isfahan city.

Citation: Zandavar, A A., Rezaei, M R., Joodaki, H R. (۲۰۲۰). Ranking the regions of Isfahan based on physical-spatial indicators of sustainable urban transportation using the combined method (TOPSIS - AHP), *Journal of Research and Urban Planning*, ۱۰(۰۶), ۳۳-۴۶

DOI:

*. **Corresponding author:** Mohammadreza Rezaei, **Tel:** +۹۸۹۱۷۷۳۹۴۰۹۴ **Email:** rezaeimohammadreza۲۰@yahoo.com

Extended Abstract

Introduction

Today, the urban transportation system is not in stable conditions. However, urban transport problems and failures affect the economic, community and urban environment at the same time. Therefore, addressing the issue of transportation and quotation is important to achieve sustainability in the city. Iran's metropolises are no exception. Isfahan, as a cultural city, faces numerous challenges in the field of sustainable transportation. The weakness and shortage of the road network due to the inability to extend and the high cost of liberalization, the historical and valuable texture of the city, the need to find solutions based on the optimal use of public transport and the achievement of sustainable transportation to solve traffic problems in Isfahan. The worrying growth of the use of a personal car, the age of the city bus fleet and the lack of replacement of new buses have led to increased air pollution and a decrease in the quality of life of Isfahan citizens. In Isfahan, the production of air pollutants caused by transportation and transportation, energy consumption and land consumption caused by the required infrastructure has always been increasing. The most important reasons for this are the prolongation of trips and increased number, increased personal car share, increased traffic congestion and reduced public and non-motorized transportation share in daily trips. Concurrency in urban or metropolitan areas may occur for a variety of reasons, such as over-demand, misconduct, accidents, work areas, specific events such as climate change and more. Calculations show that the ownership rate of a personal car in Isfahan city has reached the reflective number of ۴ cars per ۲ people. This is one of the highest car ownership rates in the region. For these reasons, having a sustainable transportation system as one of the main pillars of sustainable development is very important for the city of Isfahan, and research seems necessary. According to the above, this study seeks to identify physical and authentic indicators of sustainable transportation and prioritize the areas of Isfahan city based on those indicators.

Methodology

The present study is applied and descriptive - analytical method. The basis of this study is to find the physical-subject indicators of sustainable transport and then examine the status of Isfahan city areas. Library study has been used to collect data from library study, review of extensive documents and designs. In order to analyze the status of the indicators, GIS software spatial analysis such as Euclidean distance, internalization, overlapping and percentage calculation have been used. In addition, the Topsis technique has been utilized as the purpose of prioritizing the ۱۰ districts of Isfahan. The Topsis algorithm was first introduced by Huang and Yoon in year ۲. This method is based on the principle that options must have the least distance from the ideal positive solution (PIS) and the greatest distance from the ideal negative solution (NIS). Topsis technique or prioritization technique with an ideal solution is one of the multi-criteria decision-making methods used to rank and compare different options and select the best option.

Results and discussion

The findings show that about ۳۰ percent of Isfahan (۰ districts out of ۱۰ districts) are relatively appropriate in terms of development of sustainable transportation system. This does not mean the ideal status of these areas, but only represents a better situation in these areas than others. District ۳ is the best area and the first place in District ۳ is the second place then Zone ۰ ranks third and then Zone ۶ in the fourth place. Areas (۴ - ۷ - ۸ - ۹ - ۱۰ and ۱۳) are in the average position and in the next rank and at the end the areas (۱۴-۱۵-۱۶ and ۲) have the last and worst status. Figure ۲ shows the ranking and the approach of the ideal (CL) coefficient (CL) for the city of Isfahan on the map. Table ۶ has also shown the final ranking of Isfahan city in terms of development and sustainable transportation. According to analyzes, the findings showed that in areas ۱ and ۳ of the public transport and public transportation systems, access to radical bus (BRT) and subway and proper distribution of public transport and public transport stations have led to easy access to recreational-service and population absorbing centers through public transport use. In these areas for the past few years, pedestrians have been of interest to

the four gardens (joint between zones ۱ and ۳), Hafiz and Sepah pedestrian pedestrian. As a result, the status of the two areas is appropriate in terms of physical and spatial properties, and the top public transport rankings are in two areas ۱ and ۳. Isfahan's ۴th and ۵th districts have the highest number of public transport stations compared to other areas. But the number of stations was not just important and the distribution of the stations and their proximity to recreation and service centers was also considered. Generally, the status of these two areas is very good in the areas close to the Zayandehrood River, with a distance from the river to the south. In the southern parts of these two areas, the development of arterial roads is more than the development of pedestrian routes, and the priority of pedestrians in these areas has not been taken into consideration. Zone ۴, which has the largest per capita green space in the city, ranks ۴. But the situation was only appropriate in the western part of the area. The presence of Ghadir Garden Recreational Complex and Ghadir Office Complex and near the transportation stations to these centers have sustained the status of sustainable transportation criteria in the western part of District ۴, but in the eastern part, which has a large area of district ۴, the situation is moderate and even weak. The lack of access to the subway, and the low development of bus lines in the eastern parts, as well as prioritizing the vehicle in the road structure, are the main reasons for the weaknesses in District ۴.

Conclusion

From this study, it is concluded that simply an increase in public transport fleet is not enough to stabilize the transportation system, but rather to coordinate and coordinate the development of public transport and the size of urban areas. The results of the study showed that in Isfahan only two or three districts have taken serious steps to stabilize transportation, and in most areas of the city there was no

attention. However, if similar physical measures in other areas of the city, such as walking, car entry restrictions, radical bus development and proper development of bus and subway systems, transportation stability and transportation in other areas will also improve significantly. Finally, the following suggestions are made for areas of Isfahan:

- Pay attention to the development of public transport lines in areas ۱۲ - ۱۴ - ۱۵ due to serious weakness in these areas
- Development of urban train lines in areas ۱۲ - ۱۴ - ۱۵
- Walking and creating suitable infrastructure for pedestrian and bicycles in District ۹ and ۱۳ to access the Najwan Recreational Range
- Creating a walk in Zone ۸ due to its connection to historical areas and located at the entrance of the city
- Creating a special bus route in District ۸ - ۲ and ۱۱ connected to the area of district transport lines ۱
- Development of urban train and hardline buses to the east of District ۴ and District ۱۵ to access recreation centers in the east of Isfahan city
- Create vehicle entry restrictions by prioritizing pedestrians in areas ۴ and ۶
- Developing extremist bus line in Zone ۱

Given that the current research has been dealt with objective and technical dimensions of achieving sustainable transportation and also considering the results of the research, the following suggestions for future research are presented:

- Investigating the mental dimensions and social and demographic characteristics of Isfahan city to investigate the state of sustainable transportation
- Investigating the amount of community acceptance and awareness of the implementation of limited policies of car use such as (increase in fuel prices, pricing passages and car entry restrictions)
- Locating the implementation of the commute restriction plan in areas ۴ and ۶
- Location of Public Transport Development routes in areas ۱۴ - ۱۵ - ۱۲

۱۲ Resources

مقاله پژوهشی

رتبه بندی مناطق شهر اصفهان بر اساس شاخصهای کالبدی-فضایی حمل و نقل پایدار شهری با بهره گیری از روش ترکیبی (TOPSIS - AHP)

امیر احمد زندآور دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد بین الملل قشم، دانشگاه آزاد اسلامی، قشم، ایران
محمدرضا رضایی^۱: استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد مروت، دانشگاه آزاد اسلامی، مروت، ایران
حمیدرضا جودکی: استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد اسلامشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اسلامشهر، ایران

چکیده	اطلاعات مقاله
توسعه شهرنشینی منجر به افزایش نیاز به جابجایی و رفت و آمد شده است. بنابراین وابستگی به خودرو و حمل و نقل شهری افزایش یافت. از طرفی سیاست های غلط در مدیریت حمل و نقل باعث افزایش آلودگی محیطی، تراکم ترافیک، افزایش هزینه‌های مربوط به زیرساختهای حمل و نقل، کاهش عدالت اجتماعی و کاهش سلامتی در شهرها شد. پس از بروز این ضعف‌ها مفهوم حمل و نقل پایدار توسط صاحب نظران و مدیران شهری مطرح شد. اصفهان به عنوان یکی از کلان‌شهرهای ایران و دارای ارزش‌های تاریخی فرهنگی فراوان نیز با چالشهای مشابه روبرو شده است. وابستگی به خودرو و توجه نداشتن به توسعه پایدار در سیستم حمل و نقل شهری منجر به کاهش کیفیت زندگی و بروز مسائل زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی در این شهر شده است. بنابراین هدف این پژوهش یافتن شاخصهای کالبدی توسعه حمل و نقل پایدار و رتبه بندی مناطق شهر اصفهان از نظر دستیابی به حمل و نقل پایدار شهری است. در این راستا پس از مرور ادبیات تحقیق ۱۲ شاخص شناسایی شد که مبنای رتبه بندی مناطق شهری قرار گرفت. نوع این پژوهش توصیفی تحلیلی و از نظر هدف کاربردی است. به منظور جمع آوری داده‌ها از شیوه‌های پیمایش میدانی و مطالعه اسنادی استفاده شده است. به منظور تحلیل از ابزارهای نرم افزار GIS بهره گیری شد و در راستای رتبه بندی مناطق از روش ترکیبی AHP و TOPSIS استفاده شده است. نتایج نشان داد که مناطق شمالی شهر اصفهان وضعیت ضعیف تری نسبت به سایر مناطق دارند. منطقه های ۱ و ۳ با ضریب (۰.۵۴ و ۰.۵۵) بهترین و منطقه ۱۲ با ضریب (۰.۲۱) بدترین وضعیت را در شهر اصفهان دارد. در انتها پیشنهادها برای دستیابی به حمل و نقل پایدار در شهر اصفهان ارائه شد.	تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۱۸ شماره صفحات: ۳۳-۴۶ از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید  واژه‌های کلیدی: حمل و نقل پایدار، شهر اصفهان، تکنیک تاپسیس

استناد: زندآور، امیر احمد؛ رضایی، محمدرضا و جودکی، حمیدرضا. (۱۴۰۳)، رتبه بندی مناطق شهر اصفهان بر اساس شاخصهای کالبدی-فضایی حمل و نقل پایدار شهری با بهره گیری از روش ترکیبی (TOPSIS - AHP)، فصلنامه پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، ۱۵ (۵۶)، ۳۳-۴۶.
DOI:

مقدمه

در دهه‌های اخیر، رشد و گسترش شهرها در تناقض با مفاهیم توسعه پایدار انجام شده است و این روند باعث افزایش ترافیک، فشار بر محیط زیست و آلودگی‌های ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی، بدون توجه به مسائل اقلیمی، شده است. Barati & Saberi, ۲۰۲۴ (۳): جمعیت جهانی در نواحی شهری با سرعتی بی‌سابقه در حال افزایش است. مقایسه جمعیت جهان در اولین سرشماری پایه‌ای در سال ۱۹۷۲ با جمعیت کنونی نشان دهنده رشد چند برابری است. پیش بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۰، بیش از دو سوم جمعیت جهان در مناطق شهری زندگی کنند. یکی از مهمترین مسائلی که مدیران و شهروندان شهرهای بزرگ با آن مواجه‌اند، حمل و نقل و ترافیک شهری است. فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی در شهرها نیازمند جابجایی است، و با بزرگتر شدن ابعاد شهر و طولانی‌تر شدن سفرها، زمان بیشتری در شبکه حمل و نقل شهری سپری می‌شود. بیش از یک دهه است که حمل و نقل در جوامع شهری به دلیل مشکلات و چالش‌ها از پایداری کافی برخوردار نبوده است. (Babai et al, ۲۰۲۱: ۴۷۸) از جمله چالش‌های سیستم حمل و نقل مواردی از قبیل استفاده بی‌رویه از منابع انرژی، هزینه‌های مستقیم و غیر مستقیم استفاده از خودرو شخصی به جای حمل و نقل عمومی، هزینه‌های مربوط به ایجاد و حفظ زیرساخت‌ها و منابع مورد نیاز است. حمل و نقل شهری ناپایدار منجر به افزایش گرمایش زمین به دلیل انتشار گازهای گلخانه‌ای، آلودگی هوای شهرها به علت مصرف بالای آلاینده‌ها توسط خودروهای شخصی و استفاده بیش از اندازه از زمین برای ایجاد راه‌ها و معابر شریانی می‌شود. حمل و نقل شهری بر نظام کاربری اراضی، سیستم اقتصادی، وضعیت اجتماعی و زیست پذیری شهر اثر گذار است. بنابراین موضوع حمل و نقل از مهمترین چالش‌های پیش روی کلان شهرها می باشد. (Alimohammadi et al, ۲۰۲۲: ۱۷۱-۱۷۲) باید توجه داشت که بدون سیستم حمل و نقل، توسعه شهرها هرگز ممکن نمی‌شد. سیستم‌های حمل و نقل مثل استخوان‌بندی و اسکلتی عمل می‌کنند که کلیت اجتماعی و اقتصادی شهر را یکپارچه می‌سازند. فناوری‌های حمل و نقل به افراد اجازه می‌دهند به مکان‌هایی با مزیت اقتصادی جابجا شوند. حمل و نقل همچنین به شهرهای مدرن این امکان را می‌دهد که از مزایای تمرکز بهره ببرند، کالاها و خدمات را در شرایط بهتر به نقاط دیگر ارسال کنند و بازده اقتصادی و بهره‌وری را افزایش دهند. از نظر اقتصادی و اجتماعی، شهرهای پویا و با نشاط بدون سیستم کارآمد حمل و نقل برای جابجایی افراد، کالاها و خدمات نمی‌توانند موجودیت داشته باشند. (Bakhshi et al, ۲۰۲۱: ۳۲) این درحالی است که گسترش روزافزون شهرنشینی و موضوعاتی نظیر مشکلات زیست محیطی، ترافیک و آلودگی هوا مدیریت شهری را به این سمت سوق می‌دهد که راهکارهای کارآمدی نظیر توسعه پایدار را دنبال کند؛ توسعه پایدار یک فرآیند پویا و بی وقفه در پاسخ به تغییر فشارهای اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی است. (Barati & Saberi, ۲۰۲۴: ۳۰)

امروزه سیستم حمل و نقل شهری از شرایط پایداری برخوردار نمی‌باشد این ناپایداری خود را در مصرف بیش از اندازه انرژی، کاهش منابع تجدید ناپذیر و افزایش آلودگی محیط زیست در محلی و جهانی نشان داده است. این درحالی است که مشکلات و نارسایی‌های حمل و نقل شهری بر ابعاد اقتصادی، اجتماع و محیط زیست شهری به صورت همزمان اثر می‌گذارد. بنابراین پرداختن به موضوع حمل و نقل برای دستیابی به پایداری در شهر دارای اهمیت و ضرورت است. (Alimohammadi et al, ۲۰۲۲: ۱۷۱) کلان‌شهرهای ایران نیز از این قاعده مستثنی نیستند. شهر اصفهان به عنوان شهری تاریخی فرهنگی با چالش‌های متعدد در زمینه حمل و نقل پایدار روبرو است. ضعف و کمبود اساسی شبکه معابر به دلیل عدم امکان تعریض و توسعه و هزینه‌های بالای آزادسازی، بافت تاریخی و ارزشمند شهر، لزوم یافتن راهکارهایی مبتنی بر استفاده بهینه از حمل و نقل عمومی و دستیابی به حمل و نقل پایدار را برای حل مشکلات ترافیکی در شهر اصفهان کاملاً مشخص می‌کند. رشد نگران کننده استفاده از خودروی شخصی، سن بالای ناوگان اتوبوسهای شهری و عدم جایگزینی اتوبوسهای جدید، منجر به افزایش آلودگی هوا و کاهش کیفیت زندگی شهروندان اصفهانی شده است. در شهر اصفهان، تولید آلاینده‌های هوا ناشی از حمل و نقل، مصرف انرژی در حمل و نقل و مصرف زمین ناشی از زیرساخت‌های مورد نیاز همواره رو به افزایش بوده است. مهمترین دلایل این مسئله طولانی‌تر شدن سفرها و افزایش تعداد آنها، افزایش سهم خودروی شخصی، افزایش تراکم ترافیک و کاهش سهم حمل و نقل همگانی و غیر موتوری در سفرهای روزانه است. (Saghaei & Mankawi, ۲۰۱۷: ۲۲۹) ازدحام در مناطق شهری یا کلان شهرها ممکن است به دلایل مختلفی مانند تقاضای بیش از حد، علائم راهنمایی غلط، حوادث، وجود مناطق کاری، رویدادهای خاص مانند تغییرات آب و هوا و موارد دیگر رخ دهد. (Afrin & Yodo, ۲۰۲۰: ۳) محاسبات نشان می‌دهد نرخ مالکیت خودرو شخصی در شهرستان اصفهان به عدد قابل تأمل ۵۱۰ خودرو به ازای هر ۱۰۰۰ نفر رسیده است. این رقم یکی از بالاترین نرخ‌های مالکیت خودرو در منطقه است. به همین دلایل، داشتن نظام حمل و نقل پایدار به عنوان یکی از ارکان اصلی توسعه پایدار برای شهر اصفهان اهمیت بسیاری دارد و تحقیق در این خصوص ضروری به نظر می‌رسد. **با توجه به موارد گفته شده این پژوهش به دنبال شناسایی شاخص‌های کالبدی-فضایی**

حمل و نقل پایدار و اولویت بندی مناطق شهر اصفهان بر اساس آن شاخص ها است و مهمترین سوال تحقیق این است که مناطق مختلف شهر اصفهان از لحاظ شاخص های حمل و نقل پایدار چگونه هستند؟

پیشینه و مبانی نظری تحقیق

حمل و نقل شهری را می توان این گونه تعریف کرد: بخشی از سیستم حمل و نقل که با هدف دسترسی میان کاربری های مختلف محدوده یک شهر ایجاد شده و وظیفه جابجایی انسان و کالا را بین فضاهای انطباق یافته کاربری های شهری بر عهده دارد (Alimohammadi et al, ۲۰۲۲:۱۷۴) امروزه توسعه سیستم حمل و نقل شهری به عنوان عامل مهم تأثیر گذار در توسعه پایدار شهرها تلقی می گردد. بنابراین هرگونه برنامه ریزی، مدیریت و بهره برداری ناصحیح می توانند به عنوان عامل ناپایدار کننده توسعه به شمار آید. (Saghaei, and Mankawi, ۲۰۱۷: ۲۳۹). این درحالی است که استفاده بیشتر از خودرو در حمل و نقل شهری، از نظر اجتماعی یک معضل و اشتباه است. چنین رویکردی در برنامه ریزی حمل و نقل شهری به معنای دریافت سود کوتاه مدت در ازای پرداخت هزینه های بلند مدت و زیان بار است. (Ogryzek et al, ۲۰۲۰: ۲) باید توجه داشت که کارایی منطقه شهری تحت تأثیر سیستم حمل و نقل آن است. چرا که این سیستم وظیفه اصلی جابجایی کالا و انسان را دارد. در حال حاضر سیستم حمل و نقل در فرم اجتماعی، اقتصادی و حتی سیاسی و نظامی اجتماع چنان نقش مهمی دارد که متخصصان آن را پایه و اساس پیشرفت پایدار هر اجتماعی به شمار می آورند. یکی از پر اهمیت ترین موضوعات خطیر در کشورهای در حال توسعه حمل و نقل شهری است. از یک سوی افزایش سریع جمعیت، توسعه شهری، رشد کوچ از روستاها به شهرها، دگرگونی فرهنگ و سبک زندگی و قالب های اجتماعی بر حمل و نقل تأثیر گذاشته و باعث بالا رفتن درخواست حمل و نقل شهری شده است. (Hazeri and et al, ۲۰۲۳:۹۰) یکی از مسائل مهمی که می تواند تعیین کننده وضعیت یک شهر می باشد و در شاخص های کیفیت فضای آن تغییراتی ایجاد کند، سیستم حمل و نقل شهری است. راهها و سیستم حمل و نقل از عناصر مهم موجود در هر شهر می باشند که ساختار کلی شهر را شکل می دهند. (Marzi et al, ۲۰۲۲: ۶۷) یکی از ویژگی های اصلی شهرها وجود فعالیت ها و کاربری ها جدا از هم و پراکنده در سطح شهر است، بنابراین قابلیت دسترسی به این فعالیت ها دارای اهمیت می باشد. حمل و نقل شهری می تواند نقشی حیاتی در توسعه اقتصادی و اجتماعی کشورها ایفا و به عنوان یک عنصر اساسی در توسعه اقتصادی یک جامعه عمل کند. بدون حمل و نقل خوب، یک ملت یا منطقه نمی تواند به حداکثر استفاده از منابع طبیعی خود یا حداکثر بهره وری مردم خود دست یابد. (Wey, ۲۰۱۹ : ۲۷۷)

در حالی که خودرو که به مثابه سمبلی از شهرنشینی و تمدن است امتیازات اقتصادی به خصوصی همراه خود دارد، موجب افزایش مسائلی همچون انبوهی ترافیک و سوانح جاده ای و افزایش گسترش گازهای کربن دی اکسید به خصوص در شهرها شده است. (Baratifard et al, ۲۰۲۲:۱۵۵) در دیدگاه قدیمی نسبت به حمل و نقل شهری فرض بر این بود که توسعه حمل و نقل به طور خطی است و شیوه های پرشتاب تر و نوین تر جانشین شیوه های کندتر و کهنه تر می شوند. بنابراین مسائلی مانند افزایش ترافیک اتومبیل ها و در پی آن افزایش زمان سفر، شلوغی حمل و نقل همگانی و یا ایجاد مانع برای عبور و مرور پیاده، به عنوان چالش و نقطه ضعف به حساب نمی آمد. از دید این نقطه نظر ارجحیت دادن به حمل و نقل همگانی یا پیاده بر سواره یک قدم به عقب بود. وخیم تر شدن شرایط زیست محیطی و آشکار شدن مشکلات ناشی از این رویکرد در حمل و نقل شهری با انتقادات جدی از سوی برنامه ریزان، مدیران و شهروندان در سطح جهانی روبرو شد. (Khazai, ۲۰۱۸, ۴۲۵) امروزه روشن شده است که حمل و نقل شهری که یکی از مؤلفه های مهم مدیریت شهری بوده که نقشی کلیدی در زیست پذیری جوامع ایفا می کند و به دنبال فراهم کردن دسترسی به فعالیت های مختلف است. در واقع زیرساخت های مربوط به حمل و نقل یک شبکه پویا بوده که منجر به رشد اجتماعی، اقتصادی، زیست محیطی و جمعیتی شهر می شود. (Badassa et al, ۲۰۲۹: ۱) اهمیت شبکه حمل و نقل در ساختار اجتماعی، اقتصادی و حتی سیاسی و نظامی جوامع امروز به اندازه ای است که کارشناسان آن را زیربنای توسعه پایدار هر جامعه ای می دانند. (Azarbarzin, & Hosseini Siahgoli, ۲۰۲۴, ۲۷) و برای جامعه فواید و مضراتی دارد از یک سو تحرک یا توانایی حرکت یک نیاز اساسی انسان است که مشارکت اجتماعی را ممکن می سازد. (Kraus & Proff, ۲۰۲۱: ۱) علاوه بر این، تقاضای فزاینده برای خدمات حمل و نقل در شهرها ناشی از شهرنشینی، رشد جمعیت، افزایش استانداردهای زندگی و توسعه تجارت و صنعت است. این تقاضا با پیشرفت سیستم های حمل و نقل همراه نبوده و افزایش تعداد وسایل نقلیه و اتکای بیشتر به حمل و نقل خصوصی باعث آلودگی شدید محیط زیست، تراکم ترافیک و نرخ بالای تصادفات شده است.

همچنین، این امر منجر به گسترش سریع‌تر زیرساخت‌ها برای وسایل نقلیه نسبت به سایر روش‌های حمل و نقل شده است. برخی کشورها اکنون متوجه اهمیت دادن به حمل و نقل شهری در برنامه‌های استراتژیک خود شده‌اند و به بررسی اولویت‌بندی مجدد برای پرداختن به چالش‌های اجتماعی-اقتصادی پرداخته‌اند. (Elmansouri et al, ۲۰۲۰: ۲)

مهمترین مسئله حمل و نقل درون شهری با رویکرد پایداری، تاثیرگذاری سیستم حمل و نقل شهری بر مسائل اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی است. این مشکلات و نارسایی‌های عمده که حمل و نقل درون شهری را تحت تاثیر قرار می‌دهند، بر اقتصاد، اجتماع و محیط زیست شهری نیز اثر گذار هستند که به عنوان شاخص‌های اصلی توسعه پایدار مطرح می‌باشند. بنابراین، توجه به پایداری در حوزه حمل و نقل درون شهری بیش از پیش ضروری به نظر می‌رسد. (Babai et al, ۲۰۲۱: ۴۸۳) یک سامانه حمل و نقل پایدار، تشکیلاتی است که فرصت دستیابی به نیازهای اساسی را به شیوه‌ای مطمئن و بی‌عیب فراهم می‌کند و همزمان عدالت را میان نسل‌ها ایجاد می‌کند. علاوه بر این حمل و نقل پایدار حامی اقتصاد پویا است، موجب کاهش آلودگی و پسماندهای غیر بازیافتی می‌شود و استفاده از منابع تمام‌شدنی و بهره‌جویی از زمین را به کمترین میزان می‌رساند. (Barati & Saberi, ۲۰۲۴: ۵۵) برای موفقیت برنامه ریزی حمل‌ونقل پایدار به ترکیب بهبود زیرساخت با آموزش همگانی نیاز است (Ogryzek et al, ۲۰۲۰: ۲). توسعه حمل و نقل عمومی به عنوان یکی از زیرساخت‌های اصلی ایجاد نظام حمل و نقل پایدار شهری است. چند دهه است که کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه به حمل و نقل عمومی توجه جدی داشته از آن برای بهبود سیستم حمل و نقل شهری خود استفاده می‌کنند. در این راستا بر شناخت مؤلفه‌ها و شاخص‌های تاثیرگذار در زمینه هدایت حمل و نقل شهری به پایداری و شناسایی ضعف‌ها و قوت‌های سیستم حمل و نقل شهری دارای اهمیت است. در بیانیه‌های بانک جهانی حمل و نقل پایدار شهری سه رکن زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی دارد که در رکن زیست محیطی و اکولوژیکی به واکاوی سرمایه گذاری برای حمل و نقل و گزینش انواعی از حمل و نقل می‌پردازد که به کاهش استفاده انرژی و ورود آلاینده‌ها که موثر بر محیط زیست هستند در نظر گرفته می‌شود، در رکن اجتماعی بر دسترسی مطلوب حمل و نقل برای مردم و بهره‌مندی از خدمات به منظور کارآمدی برای همه طبقات اجتماعی تأکید می‌شود و در رکن اقتصادی بر ترغیب اشخاص برای استفاده از حمل و نقل همگانی و کسب درآمد به منظور بهره‌مندی مطلوب‌تر از حمل و نقل همگانی و خدمات تمرکز دارد. (Khanizadeh, ۲۰۲۲: ۱۸۲) برای دستیابی به حمل و نقل پایدار، باید بر رفت و آمد مبتنی بر وسایل حمل و نقل عمومی تمرکز کرد. به نحوی که نیازهای دسترسی افراد به تفریح، خدمات شهری و موارد دیگر با استفاده حمل و نقل عمومی ممکن باشد. پروفیسور دیوید بنیستر^۳، از دانشگاه آکسفورد، الگویی را برای قوانین حمل و نقل پایدار ارائه کرده است که باید در برنامه ریزی شهری در نظر گرفته شود. آن اصول عبارتند از: کاهش نیاز به سفر، تغییر سیاست‌های حمل و نقل، کاهش فاصله سفر، نوآوری تکنولوژیکی که باعث افزایش کارایی شود. اولین اصل حمل و نقل پایدار - کاهش نیاز به سفر - است، به این معنی که با ارائه راه حل‌های جایگزین نیاز به سفر باید به حداقل برسد. دومین اصل حمل و نقل پایدار مستلزم تغییر استراتژی است. به این معنی که سطوح استفاده از خودرو باید به نفع پیاده روی و دوچرخه سواری کاهش یابد. (Ogryzek et al, ۲۰۲۰: ۳)

سیستم حمل و نقل عمومی شامل اتوبوس، تاکسی و مترو است. از جمله پیشنهاداتی که به‌طور کلی برای حل مشکلات حمل و نقل شهری ارائه می‌شود، افزایش زیرساخت‌های شهری، توسعه خدمات حمل و نقل همگانی و اصلاح نحوه مدیریت نظام شهری است. سیستم‌های حمل و نقل مانند اتوبوسرانی و قطار شهری به دلیل هزینه‌های پایین راه‌اندازی، انعطاف‌پذیری مناسب در عمل، توانایی قابل توجه در جابجایی مسافران و هزینه‌های ناچیز سفر، نقش ویژه‌ای در جابجایی ساکنان شهرها، حل مشکلات شهرهای بزرگ و در نتیجه دستیابی به سیستم حمل و نقل پایدار دارند. (Nasiri and et al, ۲۰۲۲: ۱۹۵) توصیفات مختصر از حمل و نقل پایدار غالباً بر روی پایان منابع و آلودگی هوا متمرکز است. با این وجود توصیفات مبسوط حمل و نقل پایدار نه فقط بر روی این عوامل بلکه بر روی رفاه اجتماعی و اقتصادی و عدالت اجتماعی و سلامت انسان و انسجام زیست محیطی اشاره دارد. (Salmanimojavery, ۲۰۲۱: ۱۹۷) در نظر گرفتن این مهم که یکی از جنبه‌های اصلی شهر پایدار حمل و نقل پایدار است، به توصیف حمل و نقل پایدار می‌پردازیم با این وجود که کوشش برای توصیف حمل و نقل پایدار به غایت سخت می‌باشد با این حال یکی از کامل‌ترین توصیفات توصیفی است که

^۳ Professor David Bannister

دانشگاه مرکز وینیپینگ^۴ برای حمل و نقل پایدار بیان کرده است تشکیلات حمل و نقل پایدار، تشکیلاتی است که: (Divandari, & Fadlalahi, ۲۰۱۷: ۷۲)

- دستیابی اصلی اشخاص و اجتماعات را به روش‌های امن و مطابق با سلامت افراد و اکوسیستم و با عدالت بین نسل‌ها فراهم می‌کند. • از لحاظ مالی قادر است به‌طور پربازده کار کند و انتخاب حالت‌های گوناگون حمل و نقل را ارائه کرده و از اقتصادی پویا پشتیبانی می‌کند. • انتشار گازهای گلخانه‌ای را محدود می‌سازد، مصرف منابع تجدید ناپذیر را برای سطح بازدهی پایدار استفاده مجدد و بازیافت عناصر آن به حداقل رساند و استفاده از زمین و تولید صدا را به حداقل می‌رساند.
- برای فهم بهتر معنا و خصوصیات حمل و نقل پایدار، این الگوی توسعه در مقایسه با روش‌های رایج فعلی، در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱: مقایسه سیستم حمل‌ونقل پایدار و سیستم حمل‌ونقل کنونی

(برنامه ریزی و مهندسی حمل و نقل)	(حمل‌ونقل پایدار)
تمرکز بر ابعاد فیزیکی	تمرکز بر ابعاد اجتماعی
مبنی بر تحرک	مبنی بر دسترسی
تمرکز ترافیک، به ویژه بر روی خودرو	تمرکز بر پیاده‌روی و حمل و نقل پایدار
در مقیاس بزرگ	در مقیاس محلی
خیابان به عنوان یک جاده	خیابان به عنوان یک فضا
حمل و نقل موتوری	همه شیوه‌های حمل و نقل اغلب در یک سلسله مراتب با اولویت دادن به عابران پیاده و دوچرخه سواران
پیش بینی ترافیک	چشم انداز شهرها
رویکردهای مدل سازی	توسعه سناریو و مدل سازی
ارزیابی اقتصادی	تجزیه و تحلیل چند معیاره برای در نظر گرفتن نگرانی‌های زیست محیطی و اجتماعی
نگاه تقاضا محور به سفر	مدیریت تقاضای سفر
افزایش سرعت ترافیک به حداقل رساندن زمان سفر	کاهش سرعت حرکت
به حداقل رساندن زمان سفر	زمان سفر معقول و قابلیت اطمینان زمان سفر
تفکیک افراد و ترافیک	ادغام مردم و ترافیک

ماخذ: ۲۰۲۰:۳، Ogryzek, Adamska-Kmieć, & Klima

با توجه به مرور ادبیات تحقیق شاخصهای کالبدی-فضایی به حمل‌ونقل پایدار در جدول شماره ۲ ارائه شده است. همچنین در جدول شماره ۳ توضیحات اثرگذاری هر شاخص بر توسعه حمل‌ونقل عمومی و نماد اختصاری مربوط به هر معیار که در ادامه استفاده می‌شود بیان شده است.

جدول ۲: شاخص‌های کالبدی-فضایی حمل و نقل پایدار شهری

شاخص	منبع
تعداد ایستگاه‌های حمل و نقل	(دیواندری و فضل الهی، ۱۴۰۰، ص. ۷۱). (مرزی، قلمرو، و عباسپور، ۱۴۰۱، ص. ۷۰)
پراکندگی مناسب ایستگاه‌ها	(حاضری، رحمتی، و پاشازاده، ۱۴۰۲) (Ogryzek, Adamska-Kmieć, & Klima, ۲۰۲۰) (Fontoura & Ribeir, ۲۰۲۱) (خانیزاده و میرقادر، ۱۳۹۹، ص. ۱۶۱-۱۶۲) (Kåresdotter, Page, Mörtberg, Näsström, & Kalantari, ۲۰۲۲, p. ۱۲۱) (Rotaris, Danielis, Marcucci, & Massiani, ۲۰۱۰, p. ۳۶۰)

^۴ university-of-winnipeg

(Fontoura & Ribeir, ۲۰۲۱) (حاضری, رحمتی, و پاشازاده, ۱۴۰۲) (دیواندری و فضل الهی, ۱۴۰۰)	نزدیکی ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی به مراکز جاذب سفر
(حاضری, رحمتی, و پاشازاده, ۱۴۰۲) (Ogryzek, Adamska-Kmieć, & Klima, ۲۰۲۰) (دیواندری و فضل الهی, ۱۴۰۰) (Fontoura & Ribeir, ۲۰۲۱)	نزدیکی ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی به مراکز تفریحی
(خانی زاده, حقیقی, و روزبهی, ۱۴۰۱)	فاصله از راه‌های اصلی
(Afrin & Yodo, ۲۰۲۰)	(تراکم جمعیت در راه)
(Fontoura & Ribeir, ۲۰۲۱)	نسبت راه‌های شریانی اصلی به کل راه‌های موجود
(باباگلی, محمدزاده, و عموزاده عمرانی, ۱۴۰۳)	سرانه فضاهای سبز و پارک در منطقه
(نصیری, متصدی زرنندی, و محمد یوسفی بهلولی احمدی, ۱۴۰۱). (Ogryzek, Adamska-Kmieć, & Klima, ۲۰۲۰) (حاضری, رحمتی, و پاشازاده, ۱۴۰۲)	طول مسیرهای اتوبوس
	طول خط مترو
	طول خطوط اتوبوس تندرو (BRT)
(خانی زاده, حقیقی, و روزبهی, ۱۴۰۱) (حاضری, رحمتی, و پاشازاده, ۱۴۰۲) (Ogryzek, Adamska-Kmieć, & Klima, ۲۰۲۰) (Fontoura & Ribeir, ۲۰۲۱)	فاصله از مسیرهای حمل‌ونقل عمومی

جدول ۳: اثرگذاری هر شاخص برای دستیابی به حمل و نقل پایدار

علامت اختصاری	شاخص	توضیحات
C ۱	تعداد ایستگاه‌های حمل و نقل	تعداد مناسب ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی برای دستیابی به حمل‌ونقل پایدار اثرگذار است
C ۲	پراکندگی مناسب ایستگاه‌ها	بر دسترسی مناسب شهروندان به سیستم حمل‌ونقل عمومی تأثیر دارد
C ۳	نزدیکی ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی به مراکز جاذب سفر	بر استفاده شهروندان از حمل‌ونقل عمومی برای دسترسی به مراکز جاذب سفر اثرگذار است
C ۴	نزدیکی ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی به مراکز تفریحی	بر استفاده شهروندان از حمل‌ونقل عمومی برای دسترسی به مراکز تفریحی اثرگذار است
C ۵	فاصله از راه‌های اصلی	دسترسی و نزدیکی به راه‌های اصلی بر کارایی بهتر شبکه حمل‌ونقل اثرگذار است.
C ۶	(تراکم جمعیت در راه)	این شاخص نسبت تعداد جمعیت بر مساحت راه‌ها را بررسی می‌کند. بالا بودن این نسبت برای یک راه به این معنی است که آن راه باید به جمعیت بیشتری خدمات دهد و منجر به تراکم ترافیک شود.
C ۷	نسبت راه‌های شریانی اصلی به کل راه‌های موجود	بالا بودن این نسبت به معنی توسعه بیشتر معابر شریانی بوده و نشان از اولویت دادن به خودرو شخصی و توجه کمتر به پیاده روی و دوچرخه سواری است
C ۸	سرانه فضاهای سبز و پارک در منطقه	مناسب بودن سرانه فضای سبز برای پاکیزگی هوا و کاهش آلاینده‌های ناشی از خودرو اثر دارد
C ۹	طول مسیرهای اتوبوس	این شاخص نشان می‌دهد که چه میزان به توسعه سیستم اتوبوس‌رانی توجه شده است.
C ۱۰	طول خط مترو	این شاخص نشان می‌دهد که چه میزان به توسعه مترو توجه شده است.

C ۱۱	طول خطوط اتوبوس تندرو (BRT)	این شاخص نشان می‌دهد که چه میزان به توسعه BRT توجه شده است.
C ۱۲	فاصله از مسیرهای حمل‌ونقل عمومی	کم بودن فاصله از مسیرهای حمل‌ونقل عمومی بر دسترسی سریع و آسان‌تر شهروندان به خدمات آن اثر دارد.

سقای و منکاو (۱۴۰۳) در پژوهشی با عنوان واکاوی راهکارهای دستیابی به حمل و نقل پایدار شهری بر مبنای مقایسه خودروی شخصی و اتوبوس (مطالعه موردی: شهر اصفهان) به بررسی شیوه‌های دستیابی به حمل و نقل پایدار شهری با هدف توسعه پایدار کلان‌شهر اصفهان پرداختند. محققان پس از بررسی تجارب عملی توسعه حمل و نقل پایدار به ارائه شاخصهای حمل و نقل پایدار در ابعاد اجتماعی، زیست محیطی و اقتصادی پرداخته و برای بهبود وضعیت شهر اصفهان پیشنهادهای ارائه کردند. براتی و صابری (۱۴۰۳) در پژوهشی با عنوان ارائه الگوی حمل و نقل پایدار شهر اکولوژیک (مطالعه موردی: شهر دُرچه) پس از تعریف و تبیین رویکرد شهر اکولوژیک و حمل و نقل پایدار، به الگوسازی برای سیستم حمل و نقل شهری در راستای دستیابی به توسعه پایدار در شهر درجه پرداختند. پژوهشگران به این نتیجه رسیدند که وجود بستر اجتماعی برای اجرای سیاست‌های حمل و نقل پایدار و مناسب بودن شرایط کالبدی و اجتماعی برای گونه‌های پایدار رفت و آمد مانند دوچرخه‌سواری و پیاده روی تسهیل‌کننده دستیابی به توسعه پایدار در حمل و نقل شهری است. باباگلی و همکاران (۱۴۰۳) در پژوهشی با عنوان ارایه مدلی جهت ارزیابی ویژگیهای کالبدی کاربری‌ها و شبکه حمل و نقل در ساختار شهری متراکم با تأکید بر توسعه حمل و نقل پایدار (مطالعه موردی شهر آمل) محققان پس از بررسی وضعیت شهر آمل اینطور نتیجه گیری کردند که وضعیت نامناسب مسیرهای پیاده، ایمنی پایین معابر، و شرایط نامناسب برای دوچرخه باعث کاهش رضایت شهروندان شده است. اما تراکم بافت و اختلاط کاربری وضعیت مناسب داشته است. مهاجری و همکاران (۱۴۰۲) در پژوهشی با عنوان تحقق حمل و نقل پایدار شهری با تأکید بر پهنه‌خانی و آرام سازی ترافیکی (ملاصدرا، شیخ آباد قزوین) با روش توصیفی تحلیلی و با استفاده از تحلیل شبکه‌ای (ANP) به اولویت بندی گزینه‌های دستیابی به حمل و نقل پایدار پرداختند. در ادامه معیارهای مناسب برای آرام‌سازی ترافیک را با بهره‌گیری از روش دلفی مشخص کردند. آنها به این نتیجه رسیدند که کاهش ترافیک عبوری، کاهش ازدحام ترافیک و کاهش آلودگی هوا از طریق سیاستهای کاربری اراضی و تجمیع فعالیت‌ها بالاترین امتیاز را برای دستیابی به حمل و نقل پایدار را دارد. مسائلی و نورایی (۱۴۰۲) در پژوهشی با عنوان ارزیابی موفقیت طرح ترافیک اصفهان به عنوان یکی از سیاست های مدیریت تقاضای سفر برای دستیابی به توسعه پایدار شهری نتایج نشان داد که طرح ترافیک اصفهان پس از گذشت بیش از یک دهه موفقیت کافی برای دستیابی به توسعه پایدار شهری نداشته است و توجه نداشتن به عوامل اجتماعی، زیباشناسی و پیاده محوری ازجمله دلایل این وضعیت مطرح شد. یراقی فرد و همکاران (۱۴۰۱) در پژوهشی با عنوان امکان سنجی توسعه منطقه با تأکید بر رویکرد (TOD) (نمونه مطالعاتی: منطقه ۳ شهرداری شهر اصفهان). پژوهشگران به این نتیجه رسیدند که استفاده از این رویکرد در منطقه ۳ شهر اصفهان به دلیل تاریخی بودن منطقه، با رعایت ملاحظات ویژه بافت‌های تاریخی قابل اجرا و مفید است. اوگریزک و همکاران^۵ (۲۰۲۱) در پژوهشی با عنوان حمل و نقل پایدار: یک شبکه حمل و نقل کارآمد به تشریح اصول و راهکارهای حمل و نقل پایدار پرداختند. آنها با بهره‌گیری از ابزارهای GIS شبکه حمل و نقل شهرهای لندن و کپنهاگ را از نظر پایداری مورد ارزیابی قرار داده و بیان داشتند که مؤلفه‌هایی مانند حمل و نقل عمومی، میزان سفرهای شهری، میزان استفاده از خودرو شخصی، میزان دوچرخه سواری و پیاده روی در یک سیستم حمل و نقل پایدار دارای اهمیت است. آفرین و یودو^۶ (۲۰۲۰) در پژوهشی با عنوان بررسی اقدامات ازدحام ترافیک جاده ای به سمت سیستم حمل و نقل پایدار و تاب آور به بررسی نتیجه اقدامات در راستای کاهش ترافیک به صورت روزانه و هفتگی در محدوده مورد مطالعه پرداختند. نتایج نشان داد که هیچ تضمینی وجود ندارد که بتوان تراکم ترافیک را به‌طور کامل حل کرد، اما می‌توان گفت موفقیت رویکردهای کاهش ترافیک متناسب با زمینه و محدوده مورد استفاده ارتباط چشمگیری دارد.

مواد و روش تحقیق

پژوهش حاضر از نوع کاربردی بوده و روش توصیفی - تحلیلی است. اساس این پژوهش بر یافتن شاخصهای کالبدی-فضایی حمل و نقل پایدار و سپس بررسی وضعیت مناطق شهر اصفهان براساس آنها بررسی شده است. به منظور جمع‌آوری داده از مطالعه کتابخانه‌ای، بررسی اسناد و طرح‌های فرادست و پیمایش میدانی استفاده شده است. در راستای انجام تحلیل و بررسی وضعیت شاخصها از تحلیل‌های فضایی

^۵ Ogryzek, Adamska, Daria, Anna

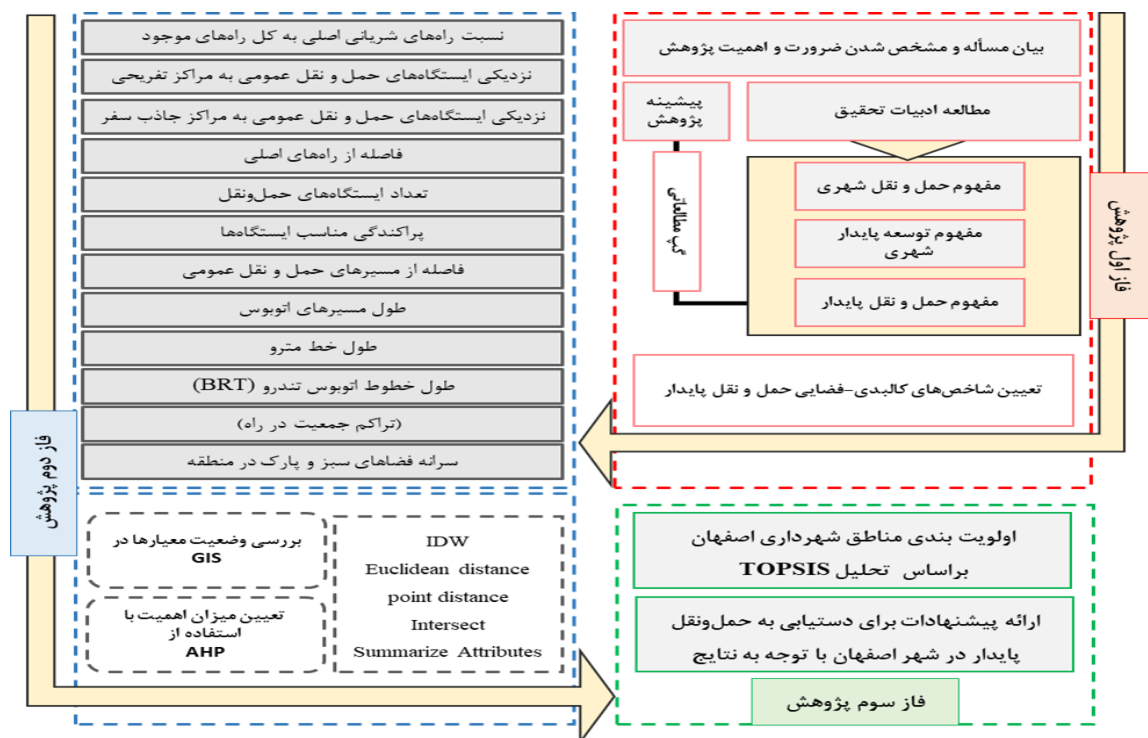
^۶ Afrin & Yodo

مانند فاصله اقلیدسی، درونیابی، همپوشانی لایه‌ها و محاسبه درصد استفاده شده است. در ادامه با توجه به اینکه هدف پژوهش اولویت بندی مناطق ۱۵ گانه شهر اصفهان بوده است از تکنیک بهره گیری شده است.

نخستین بار توسط هووانگ و یون در سال ۱۹۸۱ معرفی شد. این روش بر این اصل استوار است که گزینه‌ها باید کمترین فاصله را از راه‌حل یا تکنیک اولویت‌بندی با شباهت به راه‌حل ایده‌آل، یکی از و بیشترین فاصله را از راه‌حل ایده‌آل منفی داشته باشند. تکنیک ایده‌آل مثبت روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است که برای رتبه‌بندی و مقایسه گزینه‌های مختلف و انتخاب بهترین گزینه مورد استفاده قرار می‌گیرد. تکنیک تاپسیس را می‌توان در ۶ مرحله اجرا کرد (اول: ایجاد یک ماتریس تصمیم‌گیری برای معیارها، دوم: نرمال کردن ماتریس تصمیم، سوم: بدست آوردن ماتریس نرمال موزون (استفاده از وزن‌های)، چهارم: تعیین ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی، پنجم: محاسبه میزان فاصله هر گزینه تا ایده‌آل‌های مثبت و منفی، ششم: رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس ضریب نزدیکی) است. در این تکنیک بهترین گزینه بر اساس نزدیک بودن به حالت ایده‌آل و دور بودن از گزینه غیر ایده‌آل است.

لازم به ذکر است که در تکنیک تاپسیس معیارهای مورد نظر با هدف تعیین اهمیت، وزن‌دهی می‌شوند که بدین منظور از سلسله مراتبی (AHP) استفاده شده است. این روش یکی از سیستم‌های جامع طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است. فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی یک روش انعطاف‌پذیر، قوی و ساده است که برای تصمیم‌گیری در شرایطی که معیارهای متفاوت انتخاب بین گزینه‌ها را پیچیده می‌سازد، استفاده می‌شود. این روش به طور هم‌زمان معیارهای کمی و کیفی را در نظر می‌گیرد. به طور خلاصه، AHP روشی است که میزان اهمیت عناصر پژوهش را از طریق مقایسه زوجی عناصر اندازه‌گیری می‌کند و بر اساس قضاوت متخصصان در تعیین میزان اهمیت عناصر قرار دارد. بنابراین در این پژوهش به منظور تحلیل و اولویت‌بندی از دو روش AHP و TOPSIS به صورت ترکیبی استفاده شده است. در اجرای تکنیک AHP از ۲۰ نفر از متخصصان برنامه‌ریزی شهری، اساتید دانشگاه و مدیران حمل و نقل شهری با استفاده از پرسشنامه نظرخواهی شده است.

نمودار شماره ۲ مدل مفهومی



مرحله اول: ماتریس تصمیم‌گیری برای معیارها

نخستین گام در تکنیک تاپسیس، تشکیل ماتریس تصمیم است. در ماتریس تصمیم‌گیری نتایج بررسی‌های انجام شده براساس معیارها و به تفکیک ۱۵ منطقه شهر اصفهان ارائه می‌شود. نوع داده‌های و واحد اعداد این جدول با توجه به نوع شاخص می‌تواند متفاوت باشد. بنابراین نرمال کردن داده‌ها که در مرحله بعدی انجام می‌شود ضروری است.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & & x_{mn} \end{bmatrix}$$

مرحله دوم: نرمال کردن ماتریس تصمیم

نرمال‌سازی یا بی‌مقیاس‌سازی دومین گام در حل تمامی تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مبتنی بر ماتریس تصمیم است. در تکنیک تاپسیس، نرمال‌سازی به روش برداری انجام می‌گیرد. این فرآیند کمک می‌کند تا معیارهای مختلف با واحدهای متفاوت به یک مقیاس مشترک تبدیل شوند و مقایسه آن‌ها آسان‌تر گردد.

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_1^m x_{ij}^2}}$$

مرحله سوم: بدست آوردن ماتریس نرمال موزون (استفاده از وزن‌های AHP)

در گام سوم باید ماتریس تصمیم نرمال ایجاد شده را وزن دار کرد تا درجه اهمیت شاخصها نیز در تحلیل لحاظ شود. برای این منظور، وزن هر معیار در تمامی درایه‌های زیر همان معیار ضرب می‌شود. وزن معیارها باید از قبل مشخص شده باشد. برای تعیین این وزن‌ها از تکنیک AHP استفاده شده است. جدول شماره ۴ وزن شاخصها و جدول شماره ۵ ماتریس نرمال موزون را نشان داده است.

جدول شماره ۴: نتایج تکنیک AHP برای تعیین میزان اهمیت شاخص‌ها

شاخص	وزن AHP
تعداد ایستگاههای حمل و نقل	۰,۰۶
پراکندگی مناسب ایستگاهها	۰,۱
نزدیکی ایستگاههای حمل و نقل عمومی به مراکز جاذب سفر	۰,۱
نزدیکی ایستگاههای حمل و نقل عمومی به مراکز تفریحی	۰,۱
فاصله از راههای اصلی	۰,۰۷
(تراکم جمعیت در راه)	۰,۰۷
نسبت راههای شریانی اصلی به کل راههای موجود	۰,۱
سرانه فضاهای سبز و پارک در منطقه	۰,۰۷
طول مسیرهای اتوبوس	۰,۰۸
طول خط مترو	۰,۰۸
طول خطوط اتوبوس تندرو	۰,۰۸
فاصله از مسیرهای حمل و نقل عمومی	۰,۰۹
جمع	۱

جدول شماره ۵: ماتریس نرمال موزون

ماتریس نرمال وزین	C ۱	C ۲	C ۳	C ۴	C ۵	C ۶	C ۷	C ۸	C ۹	C ۱۰	C ۱۱	C ۱۲
منطقه ۱	۰,۰۲۲	۰,۰۳۸	۰,۰۴۰	۰,۰۳۱	۰,۰۲۱	۰,۰۱۷	۰,۰۱۳	۰,۰۰۶	۰,۰۴۸	۰,۰۲۰	۰,۰۲۶	۰,۰۳۲
منطقه ۲	۰,۰۰۳	۰,۰۱۶	۰,۰۲۱	۰,۰۲۱	۰,۰۱۶	۰,۰۲۰	۰,۰۱۴	۰,۰۰۶	۰,۰۱۶	۰,۰۱۷	۰,۰۱۰	۰,۰۱۸
منطقه ۳	۰,۰۱۵	۰,۰۳۸	۰,۰۳۹	۰,۰۳۲	۰,۰۲۱	۰,۰۱۶	۰,۰۱۹	۰,۰۰۶	۰,۰۴۶	۰,۰۱۱	۰,۰۴۴	۰,۰۳۲
منطقه ۴	۰,۰۰۷	۰,۰۱۲	۰,۰۲۷	۰,۰۲۸	۰,۰۱۲	۰,۰۲۲	۰,۰۳۵	۰,۰۵۱	۰,۰۰۳	۰,۰۰۰	۰,۰۳۱	۰,۰۱۳
منطقه ۵	۰,۰۴۲	۰,۰۲۶	۰,۰۲۰	۰,۰۲۰	۰,۰۱۳	۰,۰۱۹	۰,۰۱۷	۰,۰۳۴	۰,۰۱۱	۰,۰۴۲	۰,۰۱۳	۰,۰۲۰
منطقه ۶	۰,۰۲۶	۰,۰۲۷	۰,۰۲۳	۰,۰۲۳	۰,۰۱۷	۰,۰۲۰	۰,۰۱۷	۰,۰۱۹	۰,۰۱۰	۰,۰۴۲	۰,۰۲۲	۰,۰۲۲
منطقه ۷	۰,۰۰۷	۰,۰۲۳	۰,۰۲۴	۰,۰۲۷	۰,۰۱۸	۰,۰۱۵	۰,۰۲۴	۰,۰۱۲	۰,۰۱۴	۰,۰۱۹	۰,۰۰۰	۰,۰۲۳
منطقه ۸	۰,۰۰۶	۰,۰۳۰	۰,۰۲۸	۰,۰۲۸	۰,۰۲۰	۰,۰۱۵	۰,۰۲۲	۰,۰۰۴	۰,۰۲۷	۰,۰۳۱	۰,۰۰۷	۰,۰۳۱
منطقه ۹	۰,۰۱۰	۰,۰۳۲	۰,۰۲۶	۰,۰۲۴	۰,۰۲۰	۰,۰۲۱	۰,۰۳۵	۰,۰۰۶	۰,۰۱۳	۰,۰۱۴	۰,۰۳۰	۰,۰۲۸
منطقه ۱۰	۰,۰۰۹	۰,۰۲۶	۰,۰۲۸	۰,۰۳۱	۰,۰۲۰	۰,۰۱۶	۰,۰۳۰	۰,۰۰۶	۰,۰۱۴	۰,۰۰۰	۰,۰۱۶	۰,۰۲۳
منطقه ۱۱	۰,۰۰۲	۰,۰۲۶	۰,۰۱۸	۰,۰۲۰	۰,۰۲۰	۰,۰۲۰	۰,۰۱۹	۰,۰۰۷	۰,۰۱۰	۰,۰۱۰	۰,۰۰۰	۰,۰۲۴
منطقه ۱۲	۰,۰۰۲	۰,۰۱۲	۰,۰۲۲	۰,۰۲۶	۰,۰۱۵	۰,۰۱۷	۰,۰۳۴	۰,۰۱۰	۰,۰۰۲	۰,۰۲۲	۰,۰۰۰	۰,۰۱۳
منطقه ۱۳	۰,۰۱۱	۰,۰۲۶	۰,۰۲۰	۰,۰۲۰	۰,۰۱۶	۰,۰۱۹	۰,۰۳۹	۰,۰۱۷	۰,۰۰۶	۰,۰۰۰	۰,۰۲۰	۰,۰۲۱
منطقه ۱۴	۰,۰۰۳	۰,۰۲۴	۰,۰۲۱	۰,۰۲۶	۰,۰۲۰	۰,۰۱۳	۰,۰۲۶	۰,۰۰۲	۰,۰۰۸	۰,۰۰۵	۰,۰۰۰	۰,۰۲۳
منطقه ۱۵	۰,۰۰۵	۰,۰۱۱	۰,۰۲۰	۰,۰۲۴	۰,۰۱۹	۰,۰۱۹	۰,۰۲۶	۰,۰۰۴	۰,۰۰۱	۰,۰۰۰	۰,۰۲۲	۰,۰۱۱

مرحله چهارم: تعیین ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی

در این گام برای هر شاخص یک ایده‌آل مثبت و یک ایده‌آل منفی محاسبه می‌شود.

مرحله پنجم: محاسبه میزان فاصله هر گزینه تا ایده‌آل‌های مثبت و منفی،

در این گام، میزان نزدیکی نسبی هر گزینه به راه‌حل ایده‌آل محاسبه می‌شود. فاصله اقلیدسی هر گزینه از ایده‌آل مثبت و منفی با استفاده از فرمول زیر محاسبه خواهد شد:

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2}$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}$$

در این فرمول‌ها:

d_i^+ فاصله اقلیدسی گزینه (i) از ایده‌آل مثبت است.

d_i^- فاصله اقلیدسی گزینه (i) از ایده‌آل منفی است.

v_{ij} مقدار نرمال شده و موزون شده معیار (j) برای گزینه (i) است.

v_j^+ مقدار ایده‌آل مثبت برای معیار (j) است.

v_j^- مقدار ایده‌آل منفی برای معیار (j) است.

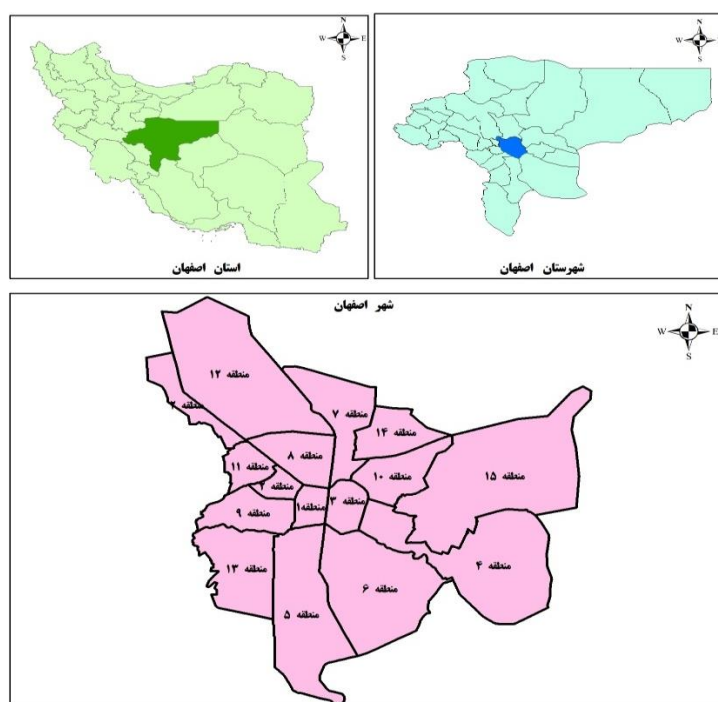
مرحله ششم: رتبه بندی گزینه‌ها بر اساس ضریب نزدیکی

گام نهائی محاسبه گزینه ایده‌آل و رتبه بندی گزینه‌ها است. در این گام میزان نزدیکی نسبی هر گزینه به راه‌حل ایده‌آل حساب می‌شود. برای اینکار از فرمول زیر استفاده می‌شود. مقدار CL_i عددی بین صفر و یک است. هرچه این مقدار به یک نزدیکتر باشد گزینه به وضعیت ایده‌آل نزدیکتر است.

$$CL_i^* = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}$$

محدوده مورد مطالعه

شهر اصفهان که در عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۸ دقیقه و ۳۰ ثانیه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۸ دقیقه و ۴۰ ثانیه شرقی قرار دارد، در مرکز ایران و مرکز استان اصفهان واقع است. ارتفاع این شهر در اطراف زاینده رود به کمترین حد خود ۱۵۵۰ متر و در رشته‌کوه صفه به حداکثر خود ۲۲۳۲ متر می‌رسد. میانگین سالانه بارندگی ۱۲۱ میلی‌متر و دمای متوسط سالانه ۱۶٫۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. اصفهان که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفته، یکی از کلان شهرهای ایران و دارای اهمیت گردشگری، تاریخی، صنعتی و سیاسی است. این شهر به ۱۵ منطقه شهرداری تقسیم شده و جمعیتی بالغ بر ۲٬۱۰۹٬۶۵۴ نفر را در خود جای داده است. اصفهان با این جمعیت، بزرگترین شهر استان اصفهان و پس از تهران و مشهد، سومین شهر پرجمعیت کشور است.

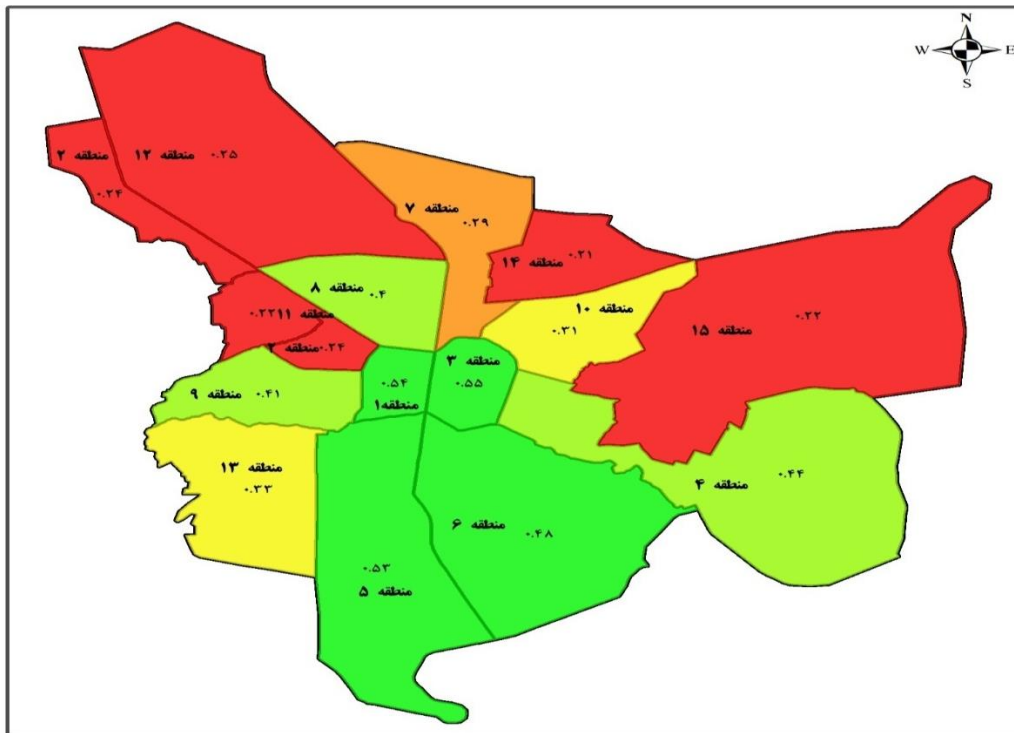


شکل شماره ۱: موقعیت محدوده مورد مطالعه

بحث و یافته‌های تحقیق

یافته‌ها نشان می‌دهد که در حدود ۳۰ درصد از مناطق شهر اصفهان (۵ منطقه از ۱۵ منطقه) وضعیت نسبتاً مناسب از نظر توسعه سیستم حمل و نقل پایدار را دارند. این معنی وضعیت ایده‌آل این مناطق نیست، بلکه تنها نشان دهنده وضعیت بهتر این مناطق نسبت به سایرین است. منطقه ۳ به عنوان بهترین منطقه و رتبه اول منطقه ۲ در رتبه دوم سپس منطقه ۵ در رتبه سوم و پس از آن منطقه ۶ در رتبه چهارم قرار دارد. مناطق (۴-۷-۸-۹-۱۰ و ۱۳) در وضعیت متوسط و در رتبه‌های بعدی قرار داشته و در انتها مناطق (۱۴-۱۵-۱۱ و ۲) رتبه‌های آخر و بدترین وضعیت را دارند. شکل شماره ۲ رتبه بندی و میزان ضریب نزدیکی به ایده‌آل (CL_i) را برای مناطق شهر

اصفهان، روی نقشه نشان داده است. همچنین جدول شماره ۶ رتبه‌بندی نهایی مناطق شهر اصفهان از نظر توسعه حمل و نقل پایدار را نشان داده است.



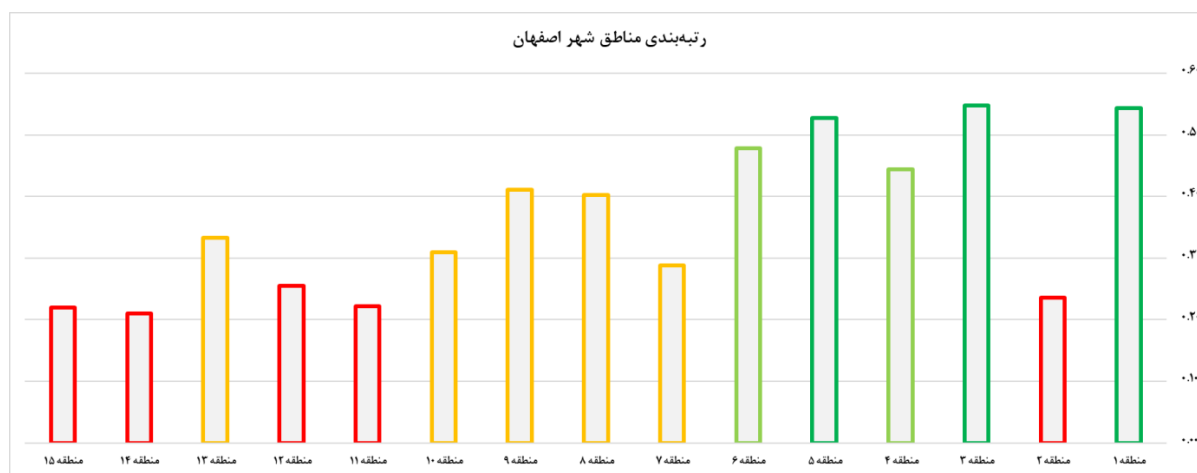
شکل شماره ۲: وضعیت مناطق ۱۵ گانه شهر اصفهان بر اساس نتایج تحلیل TOPSIS

جدول شماره ۶: رتبه‌بندی نهایی مناطق شهر اصفهان از نظر توسعه حمل و نقل پایدار در تکنیک تاپسیس

رتبه‌بندی نهایی	منطقه	D+	D-	CL
۱	منطقه ۳	۰,۰۶۴۲۶۶۹	۰,۰۷۷۸۶۳۷	۰,۵۵
۲	منطقه ۱	۰,۰۶۲۷۹۰۱	۰,۰۷۴۶۱۵۳	۰,۵۴
۳	منطقه ۵	۰,۰۶۳۴۲۴۳	۰,۰۷۰۹۱۰۴	۰,۵۳
۴	منطقه ۶	۰,۰۶۶۰۷۸۲	۰,۰۶۰۴۴۰۹	۰,۴۸
۵	منطقه ۴	۰,۰۸۰۴۱۴۱	۰,۰۶۴۲۹۹۹	۰,۴۴
۶	منطقه ۹	۰,۰۷۵۱۴۴۴	۰,۰۵۲۴۵۰۶	۰,۴۱
۷	منطقه ۸	۰,۰۷۸۲۵۵۳	۰,۰۵۲۷۹۲۴	۰,۴۰
۸	منطقه ۱۳	۰,۰۸۴۵۱۹	۰,۰۴۲۱۹۶۳	۰,۳۳
۹	منطقه ۱۰	۰,۰۸۵۳۶۰۸	۰,۰۳۸۲۲۲	۰,۳۱
۱۰	منطقه ۷	۰,۰۸۵۵۰۱۶	۰,۰۳۴۵۴۶۶	۰,۲۹
۱۱	منطقه ۱۲	۰,۰۹۶۴۹۶۶	۰,۰۳۲۹۳۲۴	۰,۲۵
۱۲	منطقه ۲	۰,۰۹۰۳۲۸۵	۰,۰۲۷۹۱۷۲	۰,۲۴
۱۳	منطقه ۱۱	۰,۰۹۵۹۸۰۸	۰,۰۲۷۴۱۵۹	۰,۲۲
۱۴	منطقه ۱۵	۰,۰۹۹۴۳۱	۰,۰۲۸۰۶	۰,۲۲
۱۵	منطقه ۱۴	۰,۰۹۸۹۵۶۹	۰,۰۲۶۳۱۳	۰,۲۱

براساس تحلیل‌های انجام شده یافته‌ها نشان دادند در منطقه های ۱ و ۳ سیستم حمل و نقل عمومی پوشش بسیار مناسبی داشته و دسترسی به اتوبوس تندرو (BRT) و مترو و پراکنش مناسب ایستگاههای حمل و نقل عمومی منجر به دسترسی آسان به مراکز تفریحی-خدمات و جاذب جمعیت از طریق استفاده از حمل و نقل عمومی شده است. در این مناطق طی چند سال گذشته پیاده مداری مورد توجه بوده و پیاده راه چهار باغ (مشترک بین دو منطقه ۱ و ۳)، پیاده راه حافظ و پیاده راه سپه ایجاد شدند. در نتیجه از نظر ویژگیهای کالبدی و فضایی وضعیت این دو منطقه مناسب بوده و رتبه‌های برتر حمل و نقل عمومی به دو منطقه ۱ و ۳ تعلق گرفته است. در منطقه ۵ و ۶ شهر اصفهان بیشترین تعداد ایستگاههای حمل و نقل عمومی نسبت به سایر مناطق وجود دارد. اما صرفاً تعداد ایستگاه اهمیت نداشته و پراکنش ایستگاهها و نزدیکی آنها به مراکز تفریحی و خدماتی نیز مدنظر بوده است. به طور عمومی وضعیت این دو منطقه در محدوده های نزدیک به رودخانه زاینده رود بسیار مناسب و با فاصله گرفته از رودخانه به سمت جنوب وضعیت کمی نامناسب می‌شود. در بخشهای جنوبی این دو منطقه توسعه راههای شریانی بیشتر از توسعه مسیرهای پیاده محور بوده و به اولویت دادن به پیاده در این محدوده ها توجه نشده است. منطقه ۴ که بیشترین سرانه فضای سبز شهر را به خود اختصاص داده در رتبه ۵ قرار دارد. اما وضعیت تنها در بخش غربی این منطقه مناسب بوده است. وجود مجموعه تفریحی باغ غدیر و مجموعه اداری غدیر و نزدیکی ایستگاههای حمل و نقل به این مراکز وضعیت معیارهای حمل و نقل پایدار را در بخش غربی منطقه ۴ مناسب کرده اما در بخش شرقی که بیشتری مساحت از منطقه ۴ را به خود اختصاص داده است وضعیت در حد متوسط و حتی ضعیف است. نبود دسترسی به مترو، و توسعه کم خطوط اتوبوس در بخشهای شرقی و همچنین اولویت دادن به خودرو در ساختار معابر از دلایل اصلی ضعف های موجود در منطقه ۴ است.

به طور کلی خطوط مترو در شهر اصفهان توسعه زیاد نداشته و خطوط اتوبوس تندرو هم تنها در چند منطقه توسعه داشته است. کاهش تعداد ایستگاههای حمل و نقل عمومی، ناکافی بودن خطوط عبوری اتوبوس، کاهش دسترسی به کاربرهای خدماتی تفریحی ناشی از پراکنش نامناسب ایستگاههای حمل و نقل و پراکنش نامناسب کاربری ها در مناطق شمالی مانند منطقه ۱۲ - ۱۴ - ۱۰ و بخش شمالی منطقه ۲ از جمله چالشهای مانع از پایداری سیستم حمل و نقل در شهر اصفهان است. پیاده مداری در شهر اصفهان تنها در منطقه های تاریخی (۱ و ۳) مورد توجه جدی قرار گرفته و سایر مناطق شهر رویکرد خودرو محور دارند. منطقه های ۹ و ۱۳ به دلیل وجود پارک ناژوان از سرانه مناسب فضای سبز برخوردار هستند، اما دسترسی به این فضای سبز و تفریحی با استفاده از گونه‌ای حمل و نقل پایدار (حمل و نقل عمومی-دوچرخه و پیاده) وضعیت مناسبی ندارد. در این مناطق به یکپارچگی شبکه حمل و نقل عمومی با کاربرهای خدماتی - تفریحی توجه کافی نشده و بیشتر شبکه معابر خودرو محور است. منطقه ۸ وضعیت متوسط از نظر توسعه خطوط حمل و نقل عمومی داشته اما به اولویت دادن به پیاده و دوچرخه در این منطقه کم توجهی شده و این امر منجر به اولویت خودرو در معابر شهری شده است. در مجموع مناطق شمالی شهر بویژه منطقه های ۱۲ - ۱۴ - ۱۵ - ۱۱ - ۲ از نظر سیستم حمل و نقل پایدار بسیار ضعیف هستند. نمودار شماره ۳ رتبه بندی و وضعیت مناطق شهر اصفهان را بر اساس میزان ضریب نزدیکی به ایده‌آل (CL) در تحلیل تاپسیس نشان می‌دهد.



نمودار شماره ۳: میزان ضریب نزدیکی به ایده‌آل (CL) مناطق شهرداری اصفهان بر اساس تکنیک تاپسیس

این پژوهش به دنبال شناسایی شاخصهای کالبدی-فضایی دستیابی به توسعه حمل و نقل پایدار و سپس رتبه بندی مناطق ۱۵ گانه شهرداری اصفهان بر اساس آن‌ها بوده است. بنابراین پس از شناسایی ۱۲ شاخص اصلی با بهره‌گیری از تکنیک AHP و TOPSIS رتبه‌بندی مناطق شهر اصفهان انجام شد. **نتایج یافته‌های تحقیق حاضر با نتایج تحقیق ازجمله (سقای و منکاوی ۱۴۰۳) در پژوهشی با عنوان واکاوی راهکارهای دستیابی به حمل و نقل پایدار شهری و تحقیق (اوگریزک و همکاران ۲۰۲۱) در پژوهشی با عنوان حمل و نقل پایدار: یک شبکه حمل و نقل کارآمد همخوانی دارد.** نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که وضعیت حمل و نقل پایدار در منطقه‌های شمالی اصفهان ضعیف‌تر از سایر مناطق است. با توجه به این‌که بیشتر محدوده‌های و کمتر توسعه یافته، فقیر و حاشیه نشین در منطقه‌های شمالی شهر اصفهان قرار دارند، اینطور نتیجه‌گیری می‌شود که ناپایداری در سیستم حمل و نقل با ایجاد بافت‌های کمتر برخوردار و فقیر در شهر رابطه مستقیم دارد. از طرفی در منطقه‌های ۱ و ۳ دستیابی به سیستم حمل و نقل پایدار در بهترین وضعیت خود قرار دارد. با توجه به اقدامات صورت گرفته در این مناطق و وضعیت شناسایی شده، این پژوهش اینطور نتیجه‌گیری می‌کند که کاهش ورود خودرو از طریق طرح‌های ترافیکی، اختصاص خیابان به دوچرخه و پیاده، اختصاص همه یا بخشی از معبر به اتوبوس، توسعه سیستم انواع گونه‌های حمل و نقل عمومی تأثیر چشم‌گیر بر دستیابی به حمل و نقل پایدار دارند. همچنین از این پژوهش این نتیجه بدست می‌آید که صرفاً افزایش کمی ناوگان حمل و نقل عمومی برای پایداری‌سازی سیستم حمل و نقل کافی نیست، بلکه باید به قرارگیری و هماهنگی توسعه حمل و نقل عمومی با کاربری اراضی و اندازه مناطق شهری نیز توجه شود. نتایج تحقیق نشان داد که در شهر اصفهان تنها در دو یا سه منطقه اقدامات جدی در راستای پایداری‌سازی حمل و نقل صورت گرفته و در بیشتر مناطق شهر به این موضوع توجه لازم نشده است. این درحالی است که در صورت انجام اقدامات کالبدی مشابه در مناطق دیگر شهر مانند پیاده راه سازی، محدودیت ورود خودرو، توسعه مسیر اتوبوس تندرو و توسعه مناسب سیستم اتوبوسرانی و مترو، وضعیت پایداری حمل و نقل در سایر مناطق نیز به صورت چشمگیر بهبود خواهد یافت. در انتها پیشنهاد زیر برای مناطق شهر اصفهان ارائه می‌شود:

- توجه به توسعه خطوط حمل و نقل عمومی در مناطق ۱۲ - ۱۴ - ۱۵ با توجه به ضعف جدی در این مناطق
 - توسعه خطوط قطار شهری در مناطق ۱۲ - ۱۴ - ۱۵
 - پیاده راه سازی و ایجاد زیرساختهای مناسب برای پیاده و دوچرخه در منطقه ۹ و ۱۳ برای دسترسی به محدوده تفریحی نازوان
 - ایجاد پیاده راه در منطقه ۸ با توجه به اتصال آن به منطقه‌های تاریخی و قرار گیری در ورودی شهر
 - ایجاد مسیر ویژه اتوبوس در منطقه ۸ - ۲ و ۱۱ به صورت پیوسته و متصل به منطقه خطوط حمل و نقل منطقه ۱
 - توسعه قطار شهری و اتوبوس تندرو به شرق منطقه ۴ و منطقه ۱۵ برای دسترسی به مراکز تفریحی واقع در شرق شهر اصفهان
 - ایجاد محدودیت ورود خودرو با اولویت دادن به پیاده در منطقه‌های ۵ و ۶
 - توسعه خط اتوبوس تندرو در منطقه ۱۰
- با توجه به اینکه تحقیق حاضر به ابعاد عینی و فنی دستیابی به حمل و نقل پایدار پرداخته بود و همچنین با در نظر گرفتن نتایج بدست آمده از پژوهش، پیشنهاد زیر برای پژوهشهای آینده ارائه می‌شود:

- بررسی ابعاد ذهنی و ویژگیهای اجتماعی و جمعیتی مناطق شهر اصفهان برای بررسی وضعیت حمل و نقل پایدار
- بررسی میزان پذیرش و آگاهی جامعه در رابطه با اجرای سیاست‌های محدود کننده استفاده از خودرو مانند (افزایش قیمت سوخت، قیمت گذاری معابر و محدودیت ورود خودرو)
- مکان یابی اجرای طرح محدودیت رفت آمد در منطقه‌های ۵ و ۶
- مکان یابی مسیرهای توسعه حمل و نقل عمومی در منطقه‌های ۱۴ - ۱۵ - ۱۳

ملاحظات اخلاقی:

پیروی از اصول اخلاق پژوهش: در مطالعه حاضر فرم‌های رضایت نامه آگاهانه توسط تمامی آزمودنی‌ها تکمیل شد.

حامی مالی: هزینه‌های مطالعه حاضر توسط نویسندگان تأمین شد.

تعارض منافع: بنابر اظهار نویسندگان مقاله حاضر فاقد هرگونه تعارض منافع بوده است.

Reference

۱. Ali Mohammadi, A., Motavali, S., and Rajabi, A. (۲۰۲۴). Strategic management model for the resilience of the intra-urban transportation network in District ۱ of Tehran. *Scientific Journal of Geography and Planning*, ۲۵, No. ۷۷, Fall, ۱۷۱-۱۸۴. DOI: ۱۰.۲۲۰۳۴/gp.۲۰۲۱.۴۱۲۵۰.۲۶۷۶ [In Persian].
۲. Azarbarzin, N., and Hosseini Siahgoli, M. (۲۰۲۴). Modeling urban livability indicators with emphasis on sustainable urban transportation, case study: Ahvaz city. *Research on the geography of urban planning*, pp. ۲۵-۴۳ DOI: ۱۰.۲۲۰۵۹/jurbangeo.۲۰۲۴.۳۷۴۲۹۴.۱۹۲۱ [In Persian].
۳. Babagoli, R., Mohammadzadeh, M., and Amozadeh Omrani, M. (۲۰۲۴). Presenting a model for evaluating the characteristics of land use structure and transportation network in a dense urban structure with emphasis on sustainable transportation development (case study of Shahr-e-Amol). *Ferdowsi Civil Engineering Journal*, ۱-۲۸ DOI: ۱۰.۲۲۰۶۷/jfcei.۲۰۲۴.۸۵۷۴۵.۱۲۷۵ [In Persian].
۴. Babaei, Z., Lahijanani, A., and Shojaei, M. (۲۰۲۲). Evaluation of sustainable urban transportation management with an environmental sustainability approach, case study of district ۱۲ of Tehran metropolis. *Journal of Natural Environment*, Volume ۷۵, Issue ۳, ۴۷۷-۴۸۶ DOI: ۱۰.۲۲۰۵۹/jne.۲۰۲۲.۳۲۸۶۵۱.۲۲۹۵ [In Persian].
۵. Badassa, B. B., Sun, B., & Qiao, L. (۲۰۲۰). Sustainable transport infrastructure and economic returns: A bibliometric and visualization analysis. , . *Sustainability* ۱۲(۵) ۲۰۳۳.
۶. Bakhshi Sanjdari, R., and Daryabari, S. (۲۰۲۱). Investigating the smartization of urban transportation systems in line with sustainable development of cities (case study: Tehran metropolis). *Quarterly Journal of Urban Economics and Management*, pp. ۳۱-۴۵ [In Persian].
۷. Barati, A., and Saberi, H. (۲۰۲۴). Modeling sustainable transportation of an ecological city (case study: Dorcheh city). *Geography and Regional Development*, ۱-۲۲ [In Persian]
۸. Divandari, H., and Fadlalahi, M. R. (۲۰۱۷). Effective policies and components for achieving sustainable transportation by introducing practical strategies. *Civil Engineering and Project Journal*, Year ۳, Volume ۳, Issue ۹, December ۲۰۱۷, ۶۹-۸۳ DOI: ۲۰.۱۰۰۱.۱.۲۶۷۶۵۱۱.۱۴۰۰.۳.۹.۴.۵ [In Persian].
۹. Elmansouri, O., Almhroog, A., & Badi, I. (۲۰۲۰). Urban transportation in Libya: An overview. *Transportation research interdisciplinary perspectives*.
۱۰. Fontoura, W. B., & Ribeir, G. M. (۲۰۲۱). System Dynamics for Sustainable Transportation Policies: A Systematic Literature Review. *urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, ۱-۱۵.
۱۱. Haraghi, M., Haraghi, M., and Darvishi, A. (۲۰۱۳). Identifying and prioritizing solutions to adapt to water scarcity using the Analytic Hierarchy Process Model and TOPSIS, a case study of Bushehr Province. *Water and Wastewater Science and Engineering*, ۱-۱۹ [In Persian].
۱۲. Hazari, H., Rahmati, M., and Pashazadeh, A. (۲۰۲۳). Measuring the impact of sustainable transportation indicators on urban livability (case study: Ardabil city). *Geography and Human Relations*, Fall, Volume ۶, Issue ۲ pp. ۱۰۷-۸۹ DOI: ۱۰.۲۲۰۳۴/gahr.۲۰۲۳.۳۹۱۱۲۵.۱۸۳۳ [In Persian].
۱۳. Huan, N., Hess, S., & Yao, E. (۲۰۲۲). Understanding the effects of travel demand management on metro commuters' behavioral loyalty: a hybrid choice modeling approach.. pp. ۴۹ (۲), pp. ۳۴۳-۳۷۲.
۱۴. Kåresdotter, E., Page, J., Mörtberg, U., Näsström, H., & Kalantari, Z. (۲۰۲۲). First Mile/Last Mile Problems in Smart and Sustainable Cities: A Case Study in Stockholm County ,. *Journal of Urban Technology*, ۱۱۵-۱۳۷.
۱۵. Khanizadeh, M., and Mirghaderi, S. (۲۰۱۰). Selecting optimal cycling routes with a sustainable transportation approach (Study case: Shahrabadeh). *Road Scientific Quarterly*, , Spring, ۱۴th year, No. ۱۰۲, Volume ۱ pp. ۱۵۵-۱۷۱, [In Persian].
۱۶. Khanizadeh, M., Haghighi, D., and Roozbehi, A. (۲۰۲۲). Improving public and green transportation facilities on important and busy urban streets with a sustainable approach (Study case: Sattarkhan Street, Shiraz). *Road Scientific Quarterly*, ۳۰(۳), pp. ۱۸۱-۲۰۰ DOI: ۱۰.۲۲۰۳۴/road.۲۰۲۱.۲۹۴۷۲۴.۱۹۶۷ [In Persian].
۱۷. Khazaei, M. (۲۰۱۸). Analysis and evaluation of sustainable urban transportation indicators. *Geography and Human Relations*, ۱(۳), ۴۲۴-۴۳۶ [In Persian].

۱۸. Kraus, L., & Proff, H. (۲۰۲۱). Sustainable urban transportation criteria and measurement a systematic literature review. *Sustainability*.
۱۹. Litman, T. A., & Victoria Transport Policy Institute. (۲۰۱۴). *Economic Value of Walkability*. Victoria Transport Policy Institute, ۱-۳۱.
۲۰. Marzi, R., Zarghani, S., and Abbaspour, G. (۲۰۱۲). Evaluation of Kermanshah Urban Train Project Based on Sustainable Urban Transportation System. *Urban and Regional Policy*, Volume ۱, Number ۲ pp. ۶۶-۸۴ [In Persian].
۲۱. Masale, M. R., and Nouraei, H. (۲۰۱۳). Evaluation of the Success of Isfahan Traffic Plan as One of the Travel Demand Management Policies for Achieving Sustainable Urban Development. *Conference on Sustainability in Man-Made Environments* (pp. ۱-۹) [In Persian].
۲۲. Mohajari, N., Khatibi, S., and Ghasemi, A. (۲۰۱۳). Realization of Sustainable Urban Transportation with Emphasis on Home Zone and Traffic Calming (Molla Sadra, Sheikh Abad Qazvin). *Quarterly Journal of Space and Place Studies*, ۱(۴), pp. ۵۵-۸۶ DOI: ۱۰.۳۰۴۹۵/jsp.۲۰۲۳.۱۹۸۹۷۹۸.۱۰۵۱ [In Persian].
۲۳. Nasiri, R., Zarandi, S., and Mohammad Yousefi Behluli Ahmadi, M. (۲۰۲۱), ۸th Summer Volume, Issue ۲). Environmental Impact Assessment of the Development of Electric Public Transportation System in Tehran. *Quarterly Journal of Environmental Health Research*, pp. ۱۹۳-۲۱۰ DOI: ۱۰.۲۲۰۲۸/jreh.۲۰۲۲.۶۳۰۰۸.۱۴۷۴ [In Persian].
۲۴. Ogryzek, M., Adamska-Kmieć, D., & Klima, A. (۲۰۲۰). Sustainable Transport: An Efficient Transportation Network—Case Study. *Sustainability*, ۱-۱۴.
۲۵. Qaghazloo, Z., Ladan Moghaddam, A., and Akbari, S. (۲۰۱۹). Evaluation of the effects of urban landscape quality on promoting pedestrianization in urban public spaces (case study: Ramian city). *Quarterly Journal of Urban Research and Planning / Year ۱۱ / Issue ۴۰ / Spring*, pp. ۹۱-۱۰۶. [In Persian].
۲۶. Rotaris, L., Danielis, R., Marcucci, E., & Massiani, J. (۲۰۱۰). The urban road pricing scheme to curb pollution in Milan, Italy: Description, impacts and preliminary cost-benefit analysis assessment. *Transportation Research Part A*, ۳۵۹-۳۷۵.
۲۷. Saghaei, M., and Mankawi, A. (۲۰۱۷). Analysis of strategies for achieving sustainable urban transportation based on comparing private cars and buses (Case study: Isfahan city). *Road Quarterly*, Year ۲۲, Volume ۲, Issue ۱۱۹, Summer ۲۰۱۷ pp. ۲۲۹-۲۴۴ DOI: ۱۰.۲۲۰۳۴/road.۲۰۲۳.۳۸۰۵۹۲.۲۱۳۱ [In Persian].
۲۸. Solmani Mojaveri, H. R., Torabi, T., and Radfar, R. (۲۰۲۱). Transforming the model of applying technological innovation capabilities in sustainable transportation. *Quarterly Scientific Research Journal of Transportation*, Winter ۱۸th, Volume ۴, No. ۶۹ pp. ۱۹۵-۲۰۶ DOI: ۱۰.۲۲۰۳۴/tri.۲۰۲۱.۸۱۴۵۵ [In Persian].
۲۹. Wey, W. M. (۲۰۱۹). Constructing urban dynamic transportation planning strategies for improving quality of life and urban sustainability under emerging growth management principles. *Sustainable Cities and Society* ۴۴, ۲۷۵-۲۹۰.
۳۰. Yaragifard, M., Jalili Sadrabad, S., and Masali, M. R. (۲۰۲۲). Feasibility Study of Regional Development with Emphasis on the (TOD) Approach (Study Case: District ۳ of Isfahan Municipality). *Regional Economy and Development*, New Volume, Year ۲۹, Issue ۲, ۲۴, Fall and Winter, ۱۵۴-۱۷۵ DOI: <https://doi.org/۱۰.۲۲۰۶۷/erd.۲۰۲۲.۷۶۹۵۴.۱۱۲۴> [In Persian].