Journal of Geography

Journal Homepage: https://mag.iga.ir

Online ISSN: 2717-2996

Research Paper 2025, 23 (86)

Spatial Analysis of Smart Transportation Indicators in 15 Regions of Isfahan Metropolis

Mahmood Akbari[1]

1. Associate Professor of Geography and Urban Planning, Yasouj University, Yasouj, Iran. (Corresponding Author).
E: Mahmoodakbari91@yahoo.com

ARTICLEINFO

Keywords
Smart City
Transportation
Isfahan Metropolis

Article History:
Received:
16 Au 2025
Received in revised form:
20 Oc 2025
Accepted
02 No 2025
Available online:
22 No 2025

ABSTRACT

Smart cities are becoming one of the most convincing tools for policymakers who seek to achieve the goals of sustainable urban and regional development and achieve the quality of urban life. The present research has been carried out with the aim of spatial analysis of transportation smart equipment in Isfahan metropolis. The research has been of a quantitative type, it has been tried to analyze the intelligent transportation equipment in 15 areas of Isfahan metropolis by using the entropy model and the multi-indicator techniques of Critic and Mirca. In this research, a comparison has been made between the weighting method through the Shannon entropy model and the Critic weighting technique, and the weights obtained from these two models have been used in the Mirca technique. With the weight of the Critic model, using the Mirca technique and calculating the sum of the final values of the gap in the 11th district of Isfahan metropolis, it has obtained the highest score (0/0616). Region 10 with a score of (0/0243), region 5 with a score of (0/0252) and region 1 with a score of (0/0261) had a weak situation and obtained the lowest scores. With the weight of the entropy model, using the Mirca technique and calculating the sum of the final values of the gap in the 11th district of Isfahan metropolis, it has obtained the highest score (0/0632). Region 5 with a score of (0/0252), region 1 with a score of (0/0253) and region 10 with a score of (0/0282) have a weak situation and have obtained the lowest scores. The comparison of the scores obtained by the Mirca technique, whose weighting was based on Shannon's entropy model, shows more inequality between the 15 urban Regions of Isfahan.

Citation: Akbari, M. (2025). Spatial Analysis of Smart Transportation Indicators in 15 Regions of Isfahan Metropolis, Journal of Geography, 23 (86), 107-125.

http://doi.org/10.22034/jiga.2025.2066481.1425

© The Author (s). Publisher: Iranian Geographical Associati This is an open access article under the CC BY NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Extended Abstract

Introduction

Smart cities are becoming one of the most satisfactory tools for policymakers seeking to achieve sustainable urban and regional development goals and achieve a better quality of urban life. Smart cities offer major solutions to reduce costs and solve urban problems, solve housing issues, traffic problems and prevent crime and crime caused by rapid urbanization. For this reason, smart cities are becoming one of the most satisfactory tools for governments seeking to achieve sustainable development goals, achieve a higher quality of life for citizens, improve government efficiency and create desirable participatory governance.

Methodology

The research has been of a quantitative type, it has been tried to analyze the intelligent transportation equipment in 15 areas of Isfahan metropolis by using the entropy model and the multi-indicator techniques of Critic and Mirca. In this research, a comparison has been made between the weighting method through the Shannon entropy model and the Critic weighting technique, and the weights obtained from these two models have been used in the Mirca technique. The data required for the study were collected from the Isfahan Metropolitan Statistical Office in 2023.

Results and Discussion

With the weight of the Critic model, using the Mirca technique and calculating the sum of the final values of the gap in the 11th district of Isfahan metropolis, it has obtained the highest score (0/0616). Region 10 with a score of (0/0243), region 5 with a score of (0/0252) and region 1 with a score of (0/0261) had a weak situation and obtained the lowest scores. With the weight of the entropy model, using the Mirca technique and calculating the sum of the final values of the gap in the 11th district of Isfahan metropolis, it has obtained the highest score (0/0632). Region 5 with a score of (0/0252), region 1 with a score of (0/0253) and region 10 with a score of (0/0282) have a weak situation and have obtained the lowest scores. The comparison of the scores obtained by the Mirca technique, whose weighting was based on Shannon's entropy model, shows more inequality between the 15 urban Regions of Isfahan.

The results of multi-interval spatial cluster analysis and K-function show that the score of the Mirca model for the indicators of intelligent transportation in the 15 regions of Isfahan city with the entropy model weight was scattered. The results of the multi-interval spatial cluster analysis of the Mirca multi-attribute technique for the indicators of intelligent transportation in the 15 regions of Isfahan metropolis with the critical model weight were scattered. The multi-interval spatial cluster analysis with the entropy model weight and the critical model weight shows a scattering pattern and no clustering is seen. The results of the group analysis show that 8 urban regions in Isfahan metropolis obtained weak scores in the field of intelligent transportation equipment and are in the red group and it is necessary to strengthen the indicators related to intelligent transportation equipment in them. Regions five, six, one, ten, three, four, seven, and eight are the main regions where intelligent transportation equipment should be the first priority in planning.

Conclusion

The rapid growth of urbanization in Iran's metropolises and large cities has created various problems due to the greater concentration of facilities in these cities. For this reason, urban planners consider smart cities as a tool to resolve these problems and obstacles in cities and improve the quality of urban life.

Key words: Smart City, Transportation, Isfahan Metropolis.

Funding

There is no funding support.

Authors' Contribution

All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We are grateful to all the scientific consultants of this paper.

References

1) Akbari, M. (2022). Comparative analysis of urban furniture indicators in Isfahan metropolis: Marcos Technique test, Quarterly Journal of Geographical Research, 37 (2), 295-304. [Persian] http://doi: 10.29252/geores.37.2.295
2) Akbari, M. & Eltiaminia, R. (2021). Analysis of factors affecting the quality of life and well-being in Iranian capitals, Geography (Journal of the Iranian Geographical Association), 19(70), 81-96. [Persian] http://dor.net/dor/20.1001.1.27172996.1400.19.70.5.5
3) Ammara, U. Rasheed, K. Mansoor, A. Al-Fuqaha, A. & Qadir, J. (2022). Smart Cities from the Perspective of Systems, Systems, 10(3), 1-30. https://doi.org/10.3390/ systems10030077
4) Bakici, T. Almirall, E. & Wareham, J. A. (2013). Smart city initiative: The case of Barcelona. Journal of the Knowledge Economy, 4, 135–148. https://doi.org/10.1007/s13132-012-0084-9
5) Bamwesigye, D. & Hlavackova, P. (2019). Analysis of Sustainable Transport for Smart Cities, Sustainability, 11(7), 1-20. https://doi.org/10.3390/su11072140
6) Bin Hariz, M. Said, D. & Mouftah, H. T. (2021). A Dynamic Mobility Traffic Model Based on Two Modes of Transport in Smart Cities, Smart Cities, 4(1), 253–270. https://doi.org/10.3390/ smartcities4010016
7) Bisello, A. (2020). Assessing Multiple Benefits of Housing Regeneration and Smart City Development: The European Project SINFONIA, Sustainability, 12(19), 1-28. https://doi.org/10.3390/su12198038
8) Battarra, R. Gargiulo, C. Pappalardo, G. Boiano, D.A. & Oliva, J.S. (2016). Planning in the era of Information and Communication Technologies. Discussing the "label: Smart" in South-European cities with environmental and socio-economic challenges, Cities, 59, 1–7. https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.05.007
9) Bubeliny, O. & Kubina, M. (2021). Impact of the concept Smart City on public transport, Transportation Research Procedia, 55, 1361-1367. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.07.120
10) Burlacu, M. Boboc, R. G. & Butila, E.V. (2022). Smart Cities and Transportation: Reviewing the Scientific Character of the Theories, Sustainability, 14(13), 1-15. https:// doi.org/10.3390/su14138109
11) Ceccato, R. & Diana, M. (2018). Substitution and complementarity patterns between traditional transport means and car sharing: A person and trip level analysis, Transportation, 48(4), 1523–1540. https://DOI: 10.1007/s11116-018-9901-8
12) Chen, Y. & Silva, E. (2021). Smart transport: A comparative analysis using the most used indicators in the literature juxtaposed with interventions in English metropolitan areas, Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, 10, 1-14. https://doi.org/10.1016/j.trip.2021.100371
13) Choi, H. S. & Song, S. K. (2023). Direction for a Transition toward Smart Sustainable Cities Based on the Diagnosis of Smart City Plans, Smart Cities, 6(1), 156–178. https://doi.org/10.3390/ smartcities6010009
14) Ghiyasi, S. Delangizan, S. & Karimi, M. S. (2011). Ranking of Iranian metropolises based on urban intelligence index, Urban Economics, 8 (1), 47-70. [Persian] https://doi: 10.22108/UE.2024.140882.1285
15) Gigovic, L. Pamucar, D. Bajic, Z. & Milicevic, M. (2016). The Combination of Expert Judgment and GIS-MAIRCA Analysis for the Selection of Sites for Ammunition Depots, Sustainability, 8(4), 1-30. https://doi.org/10.3390/su8040372
16) Gohar, M. Muzammal, M. & Rahman, A. U. (2018). SMART TSS: Defining transportation system behavior using big data analytics in smart cities, Sustainable Cities and Society, 41, 114–119. https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.05.008
17) Golkar, K. Estelaji, A. & Ziviar, P. (20124). The role of smart transportation in the economic and social development of the city (case study: Tehran city), Geography (Journal of the Iranian Geographical Association), 22(83), 67-89. [Persian] https://doi: 10.22034/iga.2025.2046074.1350
18) Gracias, J. S. Parnell, G. S. Specking, E. Pohl, E. A. & Buchanan, R. (2023). Smart Cities—A Structured Literature Review, Smart Cities, 6(4), 1719–1743. https://doi.org/10.3390/smartcities6040080
19) Ismagilova, E. Hughes, L. Dwivedi, Y. K. & Raman, K. R. (2019). Smart cities: Advances in research an information systems perspective, International Journal of Information management, 47, 88–100. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.01.004

20) Kavsi, E. & Mohammadi, J. (2019). Smart Urban Mobility and Relocation and Sustainable Development of Shiraz City, Geography (Journal of the Iranian Geographical Association), 18(65), 19-30. [Persian]
https://20.1001.1.27172996.1399.18.2.2.9
21) Kim, J. & Yang, B. (2021). A Smart City Service Business Model: Focusing on Transportation Services, Sustainability, 13(19), 1-14.
https://doi.org/10.3390/su131910832
22) Munoz-Villamizar, A. Montoya-Torres, J.R. & Faulin, J. (2017). Impact of the use of electric vehicles in collaborative urban transport networks: A case study, Transportation Research Part D: Transport and Environment, 50, 40–54. https://doi.org/10.1016/j.trd.2016.10.018
23) Nikitas, A. Michalakopoulou, K. Njoya, E. T. & Karampatzakis, D. (2020). Artificial Intelligence, Transport and the Smart City: Definitions and Dimensions of a New Mobility Era, Sustainability, 12(7), 1-19. https://doi.org/10.3390/su12072789
24) Oladimeji, D. Gupta, K. Alperen Kose, N. Gundogan, K. Ge, L. & Liang, F. (2023). Smart Transportation: An Overview of Technologies and Applications, Sensors, 23(8), 1-32. https://doi.org/10.3390/s23083880
25) Park, M. S. & Lee, H. (2020). Smart city crime prevention services: The incheon free economic zone case, Sustainability, 12(14), 1-13. https://doi.org/10.3390/su12145658
26) Rahimi, M. Qiyasi, S. & Amirian, S. (2017). Evaluation of smart urban growth indicators using factor analysis model, case study: Region 1 of Shiraz city, Geography (Journal of the Iranian Geographical Association), 15(55), 253-267. [Persian]
https://mag.iga.ir/article_696726.html
27) Reddy, A. G. Suresh, D. Phaneendra, K. Shin, J. S. & Odelu, V. (2018). Provably secure pseudo-identity based device authentication for smart cities environment, Sustainable Cities and Society, 41, 878–885. https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.06.004
28) Ribeiro, P. Dias, G. & Pereira, P. (2021). Transport Systems and Mobility for Smart Cities, Applied System Innovation, 4(3), 1-11.
https://doi.org/10.3390/ asi4030061
29) Rizwan, P. Suresh, K. & Babu, M. R. (2016). Real-time smart traffic management system for smart cities by using Internet of Things and big data. In Proceedings of the 2016 International Conference on Emerging Technological Trends (ICETT), Kollam, India, 16, 1–7. https://doi: 10.1109/ICETT.2016.7873660
30) Sadeghian, A. Ferdani, S. Mousavi, R. & Nasri, A. (2023), Isfahan City Statistics, Isfahan Municipality Cultural and Recreation Organization, Isfahan. [Persian]
https://plan.isfahan.ir/fa/statistics-contents
31) Shokarzadeh Soureh, H. Ezzat Panah, B. & Hosseinzadeh Delir, K. (2023), Feasibility study of public transportation in smart urban growth, Geography (Journal of the Iranian Geographical Association), 21(76), 37-56. [Persian]
http://dor.net/dor/20.1001.1.27833739.1402.21.76.3.4
32) Taghvaei, M. & Akbari, M. (2009). Spatial analysis of development indicators in regional capitals of Iran, Geography (Journal of the Iranian Geographical Association), 7(20), 97-111. [Persian] https://ensani.ir/fa/article/192302
33) Wang, C. Yin, F. Zhao, Y. & Yin, L. (2023). Making Transportation Systems in U.S. Cities Smarter and More Inclusive: A Synthesis of Challenges and Evaluation of Strategies, Geo-Information, 12(2), 1-21. https://doi.org/10.3390/ijgi12020072
34) Wang, C. H. Steinfeld, E. Maisel, J. L. & Kang, B. (2021). Is your smart city inclusive? Evaluating proposals from the US Department of Transportation's Smart City Challenge, Sustainable Cities and Society, 74, 103-148.
https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103148
35) Zarei, Y. & Estelaji, A. (2018). Evaluating the level of development of the country's provinces in the field of road safety and traffic (time period 2011-2013), Geography (Journal of the Iranian Geographical Association), 16(56), 52-74. [Persian]
https://mag.iga.ir/article_253495.html
Zarrabi, A. Saberi, H. Mohammadi, J. & Warsi, H. (2011). Spatial analysis of smart urban growth indicators (case study: Isfahan city areas), Human Geography Research, 43 (3), 1-18. [Persian]

نشریهٔ جغرافیا

Journal Homepage: https://mag.iga.ir

شاپا الکترونیکی: ۲۹۹۶-۲۷۱۷

مقاله علمی و پژوهشی

دوره۳۳،شمارهٔ ۸۶، ۱۴۰۴

تحلیل فضایی نماگرهای حمل و نقل هوشمند در مناطق ۱۵ گانه کلانشهر اصفهان

محمود اکبری [۱]

۱. دانشیار گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران. (نویسنده مسئول) E: Mahmoodakbari91@yahoo.com

اطلاعات مقاله

واژگان کلیدی:
شهر هوشمند
حمل و نقل
کلانشهر اصفهان

تاریخ دریافت:
۱۴۰۴/۰۵/۰۵
تاریخ بازنگری:
۱۴۰۴/۰۷/۰۹
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۴/۰۸/۰۹
تاریخ چاپ:
۱۴۰۴/۰۹/۰۱

چکیده

شهرهای هوشمند در حال تبدیل شدن به یکی از رضایت بخش ترین ابزار برای سیاست گزارانی است که به دنبال دستیابی به اهداف توسعه پایدار شهری و منطقه ای و دستیابی به کیفیت زندگی شهری هستند. پژوهش پیش رو با هدف مقایسه تطبیقی نماگرهای حمل و نقل هوشمند در مناطق ۱۵ گانه کلانشهر اصفهان انجام شده است. پژوهش از نوع کمی بوده است سعی شده است که با استفاده از مدل آنتروپی و تکنیک‌های چند شاخصه کریتیک و میرکا به تحلیل تجهیزات هوشمندسازی حمل و نقل در مناطق ۱۵ گانه کلانشهر اصفهان پرداخته شود. در این پژوهش، مقایسه‌ای بین روش وزن دهی از طریق مدل آنتروپی شانون و تکنیک وزن دهی کریتیک صورت گرفته است و وزن‌های به دست آمده از این دو مدل در تکنیک میرکا بکار گرفته شده‌اند. داده‌های مورد نیاز پژوهش از آمارنامه کلانشهر اصفهان در سال ۱۴۰۲ جمع‌آوری شده است. با به کارگیری وزن مدل کریتیک در تکنیک میرکا و محاسبه مجموع مقادیر نهایی شکاف کل، منطقه ۱۱ کلانشهر اصفهان با کسب امتیاز (۰/۰۶۱۶) بیشترین امتیاز را به خود اختصاص داده است. منطقه ۱۰ با کسب امتیاز (۰/۰۲۴۳)، منطقه ۵ با کسب امتیاز (۰/۰۲۵۲) و منطقه ۱ با کسب امتیاز (۰/۰۲۶۱) دارای وضعیت ضعیفی بوده اند و کمترین امتیازات را به دست آوردند. با وزن مدل آنتروپی با استفاده از تکنیک میرکا و محاسبه مجموع مقادیر نهایی شکاف کل منطقه ۱۱ کلانشهر اصفهان با کسب امتیاز (۰/۰۶۳۲) بیشترین امتیاز را به خود اختصاص داده است. منطقه ۵ با کسب امتیاز (۰/۰۲۵۲)، منطقه ۱ با کسب امتیاز (۰/۰۲۵۳) و منطقه ۱۰ با کسب امتیاز (۰/۰۲۸۲) دارای وضعیت ضعیفی بوده اند و کمترین امتیازات را کسب کرده‌اند. مقایسه امتیازات به دست آمده تکنیک میرکا که مبنای وزن دهی آن مدل آنتروپی شانون بوده است، نابرابری بیشتری را بین مناطق ۱۵ گانه شهری اصفهان نشان می‌دهد.

استناد: اکبری، محمود . (۱۴۰۴). تحلیل فضایی نماگرهای حمل و نقل هوشمند در مناطق ۱۵ گانه کلانشهر اصفهان، نشریهٔ جغرافیا، (۸۶) ۲۳، ۱۰۷-۱۲۵.

http://doi.org/10.22034/jiga.2025.2066481.1425

© نویسندگان

صاحب امتیاز: انجمن جغرافیایی ایران

مقدمه و پیشینه

با افزایش جمعیت انسانی، افزایش گسترده تعداد وسایل نقلیه منجر به چالش‌های بسیاری مانند تراکم، ترافیک و آلودگی هوا می‌شود. این معضلات بر زندگی روزمره شهروندان، بهره وری، سلامت و محیط زیست تأثیرات منفی زیادی برجای می‌گذارد. امروزه برنامه‌ریزان شهری بر ایجاد راه حل‌های حمل و نقل هوشمند برای بهینه سازی استفاده از خدمات حمل و نقل و بهبود تحرک در شهرها تمرکز کرده‌اند(Bin Hariz et al, 2021: 253). مفهوم حمل و نقل و تحرک مبتنی بر فناوری‌های جدید می-تواند قابلیت اطمینان و کارایی سیستم حمل و نقل سنتی را بهبود بخشیده و ارتقاء دهد(Ceccato & Diana, 2018: 1) و حمل و نقل به افزایش کیفیت زندگی کمک می‌کند(Munoz-Villamizar et al, 2017: 40).

حمل و نقل یکی از اجزاء مهم اقتصاد محسوب می‌شود(زارعی و استعلاجی، ۱۳۹۷: ۵۳) و رفاه اجتماعی و توسعه اقتصادی معمولاً به سیستم‌های حمل و نقل بستگی دارد. سیستم‌های حمل و نقل ایمن، پاک، پایدار و عادلانه به کشورها، به ویژه در شهرها و مراکز شهری کمک می‌کنند تا پیشرفت کنند. طیف گسترده ای از تحقیقات نشان می‌دهد که سیستم‌های حمل و نقل در بیشتر شهرها و مناطق شهری ناپایدار هستند(Bamwesigye & Hlavackova, 2019: 1).

در مقیاس جهانی شهرها نقش مهم و انکارناپذیری در شکل دادن به جنبه‌های زیست محیطی و اجتماعی–اقتصادی ایفا می-کنند. زیرساخت‌های شهر تعداد فزاینده‌ای از مردم را جذب می‌کند. در نتیجه، شهرها با چالش‌های متعددی روبرو هستند؛ زیرا زیرساخت‌های آنها تحت سطوح فزاینده فشار قرار می‌گیرند(Ismagilova et al, 2019: 88). یک روند نوظهور برای مدیریت و به حداقل رساندن تأثیر این چالش‌ها، استفاده از فناوری اطلاعات در طراحی زیرساخت‌های مختلف است. این مفهوم به شهرهای هوشمند معروف است. شهرهای هوشمند یک مسیر امیدوار کننده برای توسعه شهری هستند. شهرهای هوشمند با فراهم کردن دسترسی به خدمات در همه جا کیفیت زندگی شهروندان خود را بهبود می‌بخشد(Gohar et al, 2018: 114).

خدمات شهر هوشمند راه حل‌های عمده‌ای برای کاهش هزینه‌ها و حل مشکلات شهری(Kim and Yang, 2021: 1)، برای حل مسائل مسکن(Bisello, 2020: 2)، مشکلات ترافیکی (Rizwan et al, 2016: 2) و پیشگیری از جرم و جنایت (Park and Lee, 2020: 3) ناشی از شهرنشینی سریع است. به همین علت، شهرهای هوشمند در حال تبدیل شدن به یکی از رضایت بخش ترین ابزار برای دولت‌هایی است که به دنبال دستیابی به اهداف توسعه پایدار، دستیابی به کیفیت زندگی بالاتر برای شهروندان، بهبود کارایی دولت و ایجاد حکمرانی مشارکتی مطلوب هستند.

رشد شتابان و فزاینده شهرنشینی یک معضل جهانی است که پاسخی چندوجهی را طلب می‌کند. به تبع شهرنشینی فزاینده افزایش نابرابری‌های اجتماعی–اقتصادی در نواحی شهری کشورهای در حال توسعه دامنهٔ وسیعی از شرایط ناهمگون و غیرمتجانس زندگی را به وجود آورده است(تقوایی و اکبری، ۱۳۸۸: ۹۸). این موضوع مسائل بسیاری مانند انواع آلودگی، ترافیک و غیره را ایجاد کرده است. برای مدیریت و به حداقل رساندن تأثیر این چالش‌ها، استفاده از فناوری در طراحی زیرساخت‌های شهری لازم و ضروری است. در این پژوهش سعی شده است که با استفاده از مدل آنتروپی و تکنیک‌های چند شاخصه کریتیک و میرکا به تحلیل تجهیزات هوشمندسازی حمل و نقل در مناطق کلانشهر اصفهان پرداخته شود. پژوهش حاضر با هدف مقایسه نماگرهای تجهیزات هوشمند حمل و نقل در مناطق ۱۵ گانه کلانشهر اصفهان انجام شده است و مقایسه‌ای بین روش وزن دهی از طریق مدل آنتروپی شانون و تکنیک وزن دهی کریتیک صورت گرفته است و وزن‌های به دست آمده از این دو مدل در تکنیک میرکا بکار گرفته شده‌اند.

باکیسی و همکاران (۲۰۱۳) در پژوهش « شهر هوشمند اولیه: مورد بارسلونا» به این نتیجه رسیدند که شهر هوشمند، شهری پیشرفته و مبتنی بر فناوری است که مردم، اطلاعات و عناصر شهر را با استفاده از فناوری‌های جدید به هم متصل می‌کند تا شهری پایدار و سبزتر ایجاد کند که دارای تجارت رقابتی و نوآورانه و افزایش کیفیت زندگی باشد.

گهر و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهش « تعریف رفتار سیستم حمل و نقل با استفاده از تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ در شهرهای هوشمند» به این نتیجه رسیدند که یک شهر هوشمند با فراهم کردن دسترسی به خدمات کیفیت زندگی شهروندان را افزایش می‌دهد. در این زمینه سیستم‌های حمل و نقل هوشمند نقشی اساسی در تبدیل یک منطقه کلانشهری به یک شهر هوشمند دارند. در دو دهه گذشته، بسیاری از کاربردهای سیستم‌های حمل و نقل هوشمند مانند مدیریت و نظارت بر ترافیک در سطح شهر، پارکینگ هوشمند، خدمات اطلاعات حمل و نقل عمومی، تدارکات، ترافیک بدون وقفه، مدیریت محدودیت سرعت و غیره در شهرهای هوشمند بکار گرفته شده‌اند.

باموسیجی و هلاواکو (۲۰۱۹) در پژوهش «تحلیل حمل و نقل پایدار برای شهرهای هوشمند» به این نتیجه رسیدند که برخی از سیستم‌های حمل و نقل تهدیدی برای جنبه‌های زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی نسل‌های آینده محسوب می‌شوند. تغییر چنین روندهایی در حمل و نقل مستلزم همکاری ذینفعان مختلف در سطوح منطقه‌ای، ملی و بین المللی است. در این پژوهش طیف گسترده ای از تعاریف حمل و نقل پایدار مورد بحث قرار گرفته است و برخی از جنبه‌های حمل و نقل هوشمند برای شهرهای مدرن مانند دوچرخه سواری و نقش زنان در حمل و نقل پایدار مورد بررسی قرار گرفته است.

کیم و یانگ (۲۰۲۱) در پژوهش «مدل کسب و کار خدمات شهر هوشمند: تمرکز بر خدمات حمل و نقل» به این نتیجه رسیدند که اکثر شهرها سیستم شهر هوشمند را برای حل مشکلات شهری اتخاذ کرده‌اند. این مطالعه به بررسی و پیشنهاد مدل‌های کسب و کار خدمات شهر هوشمند در سطح بنیادی می‌پردازد. نتایج پژوهش نشان داد که این مدل در هر کسب و کار تنها زمانی سودآور است که سهامداران مختلف برای منافع متقابل به هم مرتبط باشند.

ریبرو و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهش «سیستم‌های حمل و نقل و تحرک برای شهرهای هوشمند» به این نتیجه رسیدند که شهرها بهترین مکان برای زندگی هستند و افراد و فعالیت های بیشتری را به خود جذب می‌کنند. این فرایند نه تنها تهدیدی برای محیط زیست محسوب می‌شود، بلکه چالش‌ها و فرصت‌هایی را برای شهروندان، شرکت‌ها، سازمان‌ها و دولت‌ها فراهم می‌کند. برای تأمین کیفیت زندگی شهری مناسب، باید به کارایی زیرساخت‌ها و سیستم‌ها و مراقبت از محیط طبیعی توجه شود. نتیجه این پژوهش نشان می‌دهد که یک رویکرد حمل و نقل یکپارچه هوشمند می‌تواند از کارایی شبکه‌های حمل و نقل برای امروز و فردا پشتیبانی کند.

بوبلینی و کوبینا (۲۰۲۱) در پژوهش «تأثیر مفهوم شهر هوشمند بر حمل و نقل عمومی» به این نتیجه رسیدند که در شهرها حمل و نقل عمومی یک عنصر کلیدی برای رفع نیازهای جمعیت است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که روند فعلی در اسلواکی ترجیح حمل و نقل فردی بر حمل و نقل عمومی است. شهرها به دلیل امکان ایجاد مداوم زیرساخت‌های حمل و نقل محدود شده‌اند و روند ساخت شهرهای هوشمند می‌تواند بر مناطق مختلف شهر از جمله حمل و نقل تأثیر مثبت بگذارد.

چن و سیلوا (۲۰۲۱) در پژوهش «حمل و نقل هوشمند: تجزیه و تحلیل مقایسه‌ای با استفاده از شاخص‌های مورد استفاده در ادبیات مناطق شهری انگلیس» به این نتیجه رسیدند که توسعه فناوری‌ها، استراتژی‌ها و زیرساخت‌های حمل و نقل هوشمند در سال‌های اخیر به دلیل ظهور پارادایم‌های شهرهای هوشمند و پیشرفت‌های سریع فناوری در بخش حمل و نقل، توجه زیادی را به خود جلب کرده است. فناوری‌های جدید حمل و نقل فرصت‌ها و چالش‌هایی را برای شهرهای انگلیسی ایجاد می‌کند تا به سمت آینده‌ای پایدارتر و یکپارچه تر حرکت کنند.

ونگ و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهش «آیا شهر هوشمند شما فراگیر است؟ ارزیابی پیشنهادات چالش شهر هوشمند وزارت حمل و نقل ایالات متحده» معتقد هستند که مفهوم شهر هوشمند توسط دولت‌ها، جامعه تجاری، گروههای مدافع و مؤسسات تحقیقاتی به عنوان ابزاری برای حل مشکلات رایج شهری و بهبود کیفیت زندگی شهروندان پیشنهاد شده است. اگرچه یک

شهر هوشمند این پتانسیل را دارد که شهرهای ما را به سمت بهتر شدن تغییر دهد؛ اما ممکن است به طور ناخواسته نابرابری های موجود را نیز تقویت کند.

اولادیمجی و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهش «حمل و نقل هوشمند: مروری بر فناوری‌ها و کاربردها» به این نتیجه رسیدند که همچنان که تکنولوژی به تکامل خود ادامه می‌دهد، جامعه نیز با دستگاه‌های هوشمندتری غنی می‌شود که به ما کمک می‌کند فعالیت‌های روزانه خود را به طور کارآمدتر و مؤثرتر انجام دهیم. حوزه حمل و نقل هوشمند به دلیل پتانسیل آن برای ایجاد انقلابی در نحوه جابجایی افراد و کالاها، محققان را مجذوب خود کرده است. اینترنت اشیاء مزایای بسیاری از جمله مدیریت ترافیک، تدارکات بهبود یافته، سیستم‌های پارکینگ کارآمد و اقدامات ایمنی را برای رانندگان در یک شهر هوشمند فراهم می-کند.

گراسیاس و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهش «شهرهای هوشمند – مروری بر ادبیات ساختار یافته» اشاره می‌کنند که ادغام فناوری اطلاعات و راه‌حل‌های مبتنی بر داده در شهرهای هوشمند این پتانسیل را دارد که زندگی شهری را با ارائه خدمات شخصی و در دسترس به شهروندان متحول کند. با این حال، پیاده‌سازی این ایده چالش‌هایی از جمله نگرانی‌های مربوط به حریم خصوصی داده‌ها، دسترسی نابرابر به فناوری را به همراه دارد.

چوی و سونگ (۲۰۲۳) در پژوهش «جهت گیری به سوی شهرهای هوشمند پایدار بر اساس تشخیص طرح‌های شهر هوشمند» به این نتیجه رسیدند که دستیابی به پایداری شهری از طریق شهرهای هوشمند برای مدیریت مشکلات زیست محیطی شهری که بقای انسان را تهدید می‌کند، ضروری است. سیاست شهر هوشمند بر جنبه‌های زیست محیطی مناطق شهری تاکید می‌کند و بخش‌های اجتماعی و اقتصادی را در بر می‌گیرد و امکان توسعه برنامه‌های عملی برای پایداری شهری را فراهم می‌کند.

ضرابی و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهش «تحلیل فضایی شاخص‌های رشد هوشمند شهری مطالعه‌ی موردی: مناطق شهر اصفهان» به این نتیجه رسیدند که در شاخص تلفیقی رشد هوشمند شهری، منطقه ۵ شهرداری بهترین حالت و منطقه ۱۴ بدترین وضعیّت را داشته است. غیاثی و همکاران (۱۴۰۲) در پژوهش «رتبه بندی کلان‌شهرهای ایران براساس شاخص هوشمندی شهری» به این نتیجه رسیدند که در بین کلان‌شهرهای ایران، شهر تهران به عنوان متروپل ملی ایران در بالاترین و کلانشهر کرمانشاه در پایین ترین سطح هوشمندی قرار داشته است.

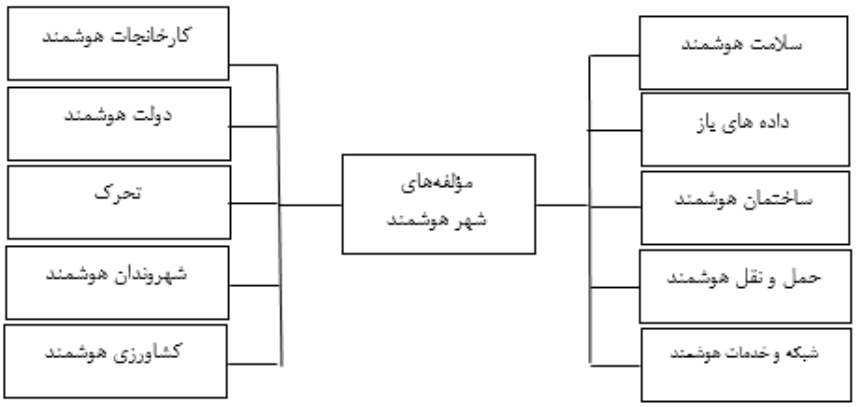
ضرورت توجه به رشد هوشمند شهری از مقوله‌های اساسی و جدید در برنامه‌ریزی شهری به حساب می‌آید(شکرزاده سوره و همکاران، ۱۴۰۲: ۴۲). مفهوم شهر هوشمند به عنوان وسیله‌ای برای بهبود کیفیت زندگی شهروندان مطرح شده است(کاوسی و محمدی، ۱۳۹۹: ۲۰). حمل و نقل هوشمند کلید توسعه پایدار است(گلکار و همکاران، ۱۴۰۳: ۷۶). نظریه پردازان رشد هوشمند شهری را به عنوان پاسخی در برابر تداوم مشکلات پراکنده رویی و رشد لجام گسیخته شهرها مطرح کردند(رحیمی و همکاران، ۱۳۹۶: ۲۵۶). ضرورت و اهمیت پژوهش از اینجا ناشی می‌شود که به دلیل رشد سریع و شتابان و بی برنامه شهرهای معاصر با چالش‌ها و مشکلاتی نظیر انواع آلودگی هوا، مشکلات حمل و نقل و ترافیک، انواع مشکلات کالبدی مانند ساخت و سازهای غیررسمی و اسکان غیررسمی و حاشیه نشینی، انواع مشکلات اجتماعی و اقتصادی و زیست محیطی و غیره مواجه شده‌اند؛ در پاسخ بسیاری از دولت‌های محلی در جهان به سیاست‌ها و برنامه‌های «شهر هوشمند» روی آورده‌اند.

پژوهش حاضر با هدف مقایسه نماگرهای تجهیزات هوشمند حمل و نقل در مناطق کلانشهر اصفهان انجام شده است و مقایسه‌ای بین روش وزن دهی آنتروپی شانون و تکنیک وزن دهی کریتیک صورت گرفته است. پیرامون تکنیک‌های تصمیم گیری چند شاخصه کریتیک و میرکا که در این پژوهش استفاده شده‌اند و پژوهش براساس آنها انجام شده است، پژوهشی انجام نگرفته است و از این حیث پژوهش دارای نوآوری است.

مبانی نظری

رشد و گسترش شتابان شهرنشینی و شهری شدن جهان مشکلات و معضلات فراوانی در کشورهای مختلف جهان به ویژه در کشورهای در حال توسعه ایجاد کرده است (اکبری و التیامی نیا، ۱۴۰۰: ۸۲). جمعیت ساکن در مناطق شهری به دلیل افزایش ورود مردم به شهرها افزایش یافته است. سازمان ملل پیش بینی می‌کند که جمعیت شهری جهان تا سال ۲۰۳۰ به حدود ۴,۹ میلیارد نفر خواهد رسید. این موضوع مسائل بسیاری مانند آلودگی، ترافیک، منابع و غیره را ایجاد می‌کند. از این رو، بر اساس تجزیه و تحلیل داده‌ها و زیرساخت‌های اینترنت اشیا، «شهرهای هوشمند» به عنوان یک برنامه کاربردی عمومی که شامل شبکه‌های هوشمند، حمل و نقل هوشمند، تولید هوشمند، ساختمان‌های هوشمند و بسیاری موارد دیگر می‌شود، محبوبیت بیشتری پیدا کرده است(Oladimeji et al, 2023: 1-2).

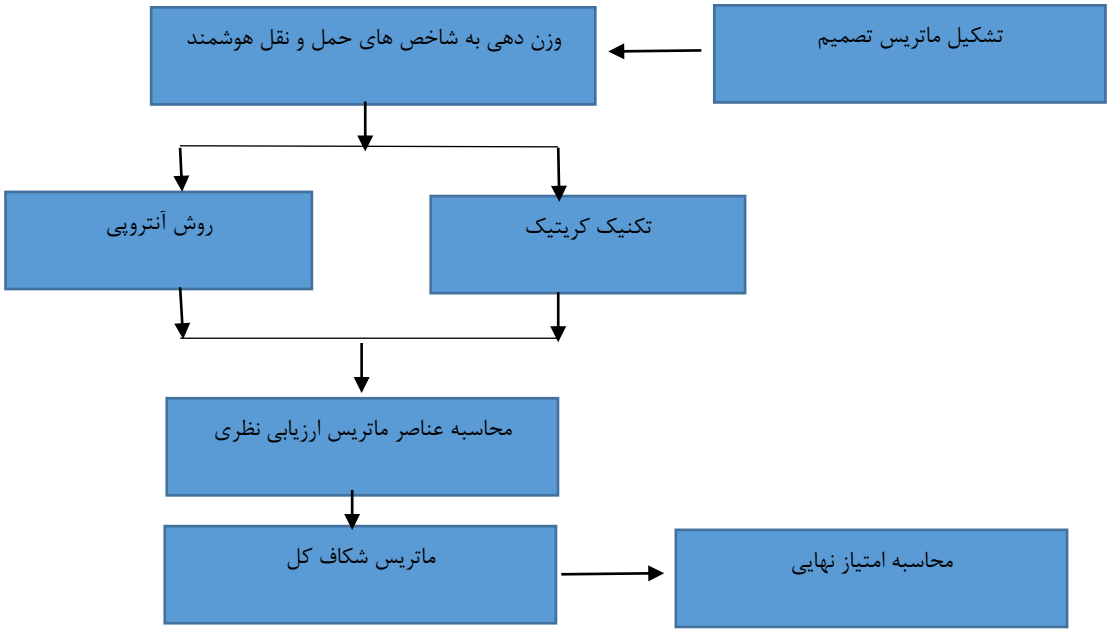
شهرهای هوشمند سبک جدیدی از یک شهر هستند که برای تشویق فعالیت های اقتصادی سالم و در عین حال، بهبود کیفیت زندگی و ایجاد رشد پایدار طراحی شده اند. شهر هوشمند شهری است که فناوری‌های مدرن را برای خدمات خودکار و کارآمد یکپارچه می سازد تا سبک و کیفیت زندگی شهروندان را بهبود بخشد. شهر هوشمند مفهومی در برنامه ریزی و توسعه شهری است و شهری را توصیف می‌کند که مجهز به فناوری «هوشمند» است تا زندگی را آسان تر و کارآمدتر کند و در کنار چندین اصطلاح مانند شهر اطلاعاتی، شهر دیجیتال، شهر فراگیر، جامعه هوشمند، شهر خلاق، شهر پایدار یا شهر رباتیک استفاده می‌شود. مفهوم شهر هوشمند را می‌توان به دو مفهوم عمده تقسیم کرد؛ حمل و نقل هوشمند و محیط هوشمند. حمل و نقل هوشمند شامل زیرساخت‌های الکترونیکی، زیرساخت‌های مکانیکی، سیستم‌های هوش مصنوعی، سیستم‌های کنترل سیگنال ترافیک و استراتژی‌های مدیریتی است که هدف آن تبدیل حمل و نقل به یک سیستم سبز و پایدار، یعنی یک سیستم حمل و نقل هوشمند است. در همین حال، مفهوم "محیط هوشمند" به این معنی است که حمل و نقل با محیط زیست در ارتباط است. در این حالت سیستم حمل و نقل و محیط زیست به شیوه ای پایدار مدیریت می‌شود(Burlacu et al., 2022: 1). می‌توان بیان کرد که یک سیستم حمل و نقل را می‌توان با استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات به «حمل و نقل هوشمند» تبدیل کرد (Battarra et al, 2016: 1).



شکل ۱. مؤلفه های شهر هوشمند
(Reddy et al, 2018)

سیستم حمل و نقل در یک شهر رکن اساسی برای توسعه شهری و مدرن است(Munoz-Villamizar et al, 2017: 40). شهرهای هوشمند در قرن بیست و یکم به سرعت در حال تغییر و تحول در توسعه شهری هستند. شهرهای هوشمند از فناوری های پیشرفته و تجزیه و تحلیل داده‌ها برای بهبود کیفیت زندگی شهروندان خود، افزایش کارایی زیرساخت ها و خدمات و ارتقای رشد اقتصادی پایدار استفاده می‌کنند. شهرهای هوشمند حوزه‌های متعددی از جمله حمل و نقل، انرژی، بهداشت، آموزش و حاکمیت را برای ایجاد یک محیط شهری به هم پیوسته و هوشمند ادغام می‌کنند(Gracias et al, 2023: 1719). در سال‌های اخیر دولت‌ها و بخش خصوصی سرمایه‌گذاری زیادی در پروژه‌های شهر هوشمند کرده‌اند. شهرهای هوشمند با ادامه رشد جمعیت شهری و پیشرفت تکنولوژی اهمیت فزاینده‌ای پیدا می‌کنند(Ismagilova et al, 2019: 88). شهرهای هوشمند از فناوری‌های دیجیتال، فناوری‌های ارتباطی و تجزیه و تحلیل داده‌ها برای ایجاد یک محیط کارآمد استفاده می‌کنند که کیفیت زندگی شهری را بهبود می‌بخشد و پایداری را ارتقا می‌دهد(Gracias et al, 2023: 1719).

دولت‌ها و سیاست گذاران فعالانه از شهر هوشمند به عنوان وسیله‌ای برای ایجاد سیستم‌های حمل و نقل کارآمد، ایجاد خدمات شهری با کیفیت بالا، به حداقل رساندن اثرات زیست محیطی (Wang et al, 2023: 1) و بهبود کیفیت زندگی شهروندان (Wang et al, 2021: 104) حمایت می‌کنند. استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات دیجیتال چشم انداز شهرهای هوشمند را باز کرده است که در آن شهرنشینان می‌توانند کیفیت زندگی بهتری داشته باشند و شهر بهتر سازماندهی می‌شود(Ammara et al, 2022: 1). یک شهر هوشمند از فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات برای کاهش هزینه‌ها، بهینه‌سازی مصرف منابع، بهبود تعامل و افزایش کیفیت زندگی برای شهروندان خود استفاده می‌کند(Nikitas et al, 2020: 2). در شکل ۲ مدل مفهومی پژوهش ارائه شده است.



شکل ۲. فرایند انجام پژوهش

منبع: (نگارندگان، ۱۴۰۳)

در این پژوهش بعد از گردآوری آمار و اطلاعات و داده‌های مربوط به نماگرهای هوشمندسازی حمل و نقل از آمارنامه کلانشهر اصفهان ماتریس تصمیم پژوهش ساخته شده است. با استفاده از تکنیک‌های آنتروپی و کریتیک وزن شاخص‌های مورد مطالعه به دست آمده است و این وزن ها در تکنیک تصمیم گیری چندشاخصه میرکا به کار گرفته شده است و امتیاز نهایی هر کدام از مناطق شهر اصفهان به دست آمده است.

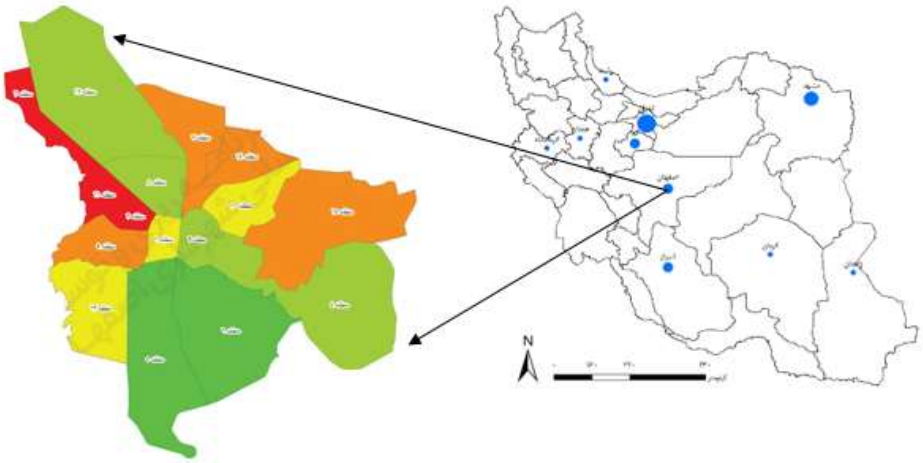
روش پژوهش

پژوهش از نوع کمی بوده است سعی شده است که با استفاده از مدل آنتروپی و تکنیک‌های چند شاخصه کریتیک و میرکا به تحلیل تجهیزات هوشمندسازی حمل و نقل در مناطق ۱۵ گانه کلانشهر اصفهان پرداخته شود. در این پژوهش مقایسه‌ای بین روش وزن دهی از طریق مدل آنتروپی شانون و تکنیک وزن دهی کریتیک صورت گرفته است و وزن‌های به دست آمده از این دو مدل در تکنیک میرکا به کار گرفته شده‌اند. داده‌های مورد نیاز پژوهش از آمارنامه کلانشهر اصفهان در سال ۱۴۰۲ جمع-آوری شده است. متغیرهای مورد استفاده تعداد تقاطع‌های چراغدار (X1)، تعداد تقاطع‌های دارای چراغ فرماندهی(X2)، تعداد تقاطع‌های مجهز به سیستم هوشمند(X3)، تعداد تقاطع‌های مجهز به چشمک زن(X4)، تعداد تقاطع‌های دارای چراغ راهنمایی با کنترل مرکزی(X5)، تعداد تقاطع‌های دارای شمارشگر معکوس زمانی(X6)، تعداد کل تقاطع‌های دارای چراغ راهنمایی با سیستم اسکاتس(X7)، تعداد دوربین‌های نظارت تصویری(X8)، تعداد سامانه ثبت تخلف سرعت(X9)، تعداد سامانه ثبت تخلف عبور از چراغ قرمز(X10)، تعداد تابلوهای متغیر خبری در سطح شهر (X11) و سامانه ثبت تخلف بی آر تی بوده (X12) است. با استفاده از مدل آنتروپی و تکنیک کریتیک برای محاسبه وزن متغیرها اقدام شده است و در نهایت وزن‌های حاصل شده به وسیله مدل آنتروپی و کریتیک در تکنیک میرکا استفاده شده‌اند. تکنیک کریتیک یک روش وزن دهی به معیارها براساس همبستگی و انحراف معیار داده‌های ماتریس تصمیم است و از روش نرمال سازی خطی استفاده می‌کند. تکنیک کریتیک توسط دبرا و کاندوس[1](۲۰۱۰) معرفی شد و یک روش بسیار مناسب و کاربردی برای تعیین وزن معیارها است. تکنیک میرکا یکی از تکنیک های تصمیم گیری چند شاخصه است که در شش مرحله انجام می‌شود. در این مدل هرچقدر مقادیر نهایی گزینه‌ای کمتر باشد آن گزینه رتبه برتر را کسب خواهد کرد(Gigovic et al, 2016: 11-13).

محدوده مورد مطالعه

اصفهان یکی از شهرهای مبنایی برای کشور ایران در طول تاریخ بوده است. این شهر دارای طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۹ دقیقه و ۴۰ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۸ دقیقه و ۳۰ ثانیه شمالی می‌باشد. کلانشهر اصفهان به دلیل داشتن محدودیت‌های متعدد، معضلاتی در زمینه حمل و نقل شهری، محیط زیست شهری، کمبود فضاهای فرهنگی و غیره دارد که این معضلات با رشد جمعیت بی رویه ابعاد گسترده ای یافته و زمینه نابرابری را جهت دسترسی به تسهیلات و خدمات شهری در سطح شهر ایجاد می‌کند؛ چراکه وجود بی عدالتی و عدم مساوات در دسترسی به تسهیلات شهری می‌تواند مسائل اساسی از قبیل بی نظمی شهری، مشکلات اجتماعی را افزایش دهد(اکبری، ۱۴۰۱: ۲۲۹).

1-Debra & Kandos



شکل ۳. موقعیت جغرافیایی کلانشهر اصفهان
منبع: (آمارنامه شهر اصفهان، ۱۴۰۲)

کلانشهر اصفهان براساس آخرین تقسیمات شهرداری اصفهان دارای ۱۵ منطقه شهری است و این شهر با ۱۹۶۱۲۶۰ نفر جمعیت بعد از تهران و مشهد سومین شهر بزرگ ایران محسوب می‌شود (شکل ۳).

بحث و یافته ها

تکنیک کریتیک یک روش بسیار مناسب و کاربردی برای تعیین وزن معیارهای پژوهش است. در جدول ۱ متغیرهای مورد مطالعه در پژوهش که تعداد آنها ۱۲ نماگر مربوط به تجهیزات هوشمندسازی حمل و نقل در مناطق ۱۵ گانه کلانشهر اصفهان است، انحراف معیار آنها و وزن هرکدام از نماگرها ارائه شده است.

جدول ۱. وزن نماگرهای تجهیزات هوشمندسازی حمل و نقل در کلانشهر اصفهان با استفاده از مدل کریتیک

نماگر	SD	Cj	Wj	WPer
X۱	۰/۳۲۴	۱/۵۱۰	۰/۰۶۹	۶/۹۱٪
X۲	۰/۳۰۷	۱/۲۳۱	۰/۰۵۶	۵/۶۳٪
X۳	۰/۳۰۸	۱/۲۲۰	۰/۰۵۶	۵/۵۸٪
X۴	۰/۲۸۳	۲/۳۳۱	۰/۱۰۷	۱۰/۶۶٪
X۵	۰/۳۳۹	۱/۴۳۴	۰/۰۶۶	۶/۵۶٪
X۶	۰/۳۵۰	۱/۹۹۸	۰/۰۹۱	۹/۱۴٪
X۷	۰/۲۸۰	۱/۲۲۵	۰/۰۵۶	۵/۶۱٪
X۸	۰/۳۰۳	۱/۶۰۸	۰/۰۷۴	۷/۳۶٪
X۹	۰/۳۰۴	۲/۲۱۰	۰/۱۰۱	۱۰/۱۱٪
X۱۰	۰/۲۵۲	۱/۶۷۴	۰/۰۷۷	۷/۶۶٪
X۱۱	۰/۳۲۵	۱/۸۰۶	۰/۰۸۳	۸/۲۶٪
X۱۲	۰/۳۵۴	۳/۶۱۲	۰/۱۶۵	۱۶/۵۲٪

منبع: (محاسبات نگارندگان، ۱۴۰۳)

جدول ۲. وزن نماگرهای تجهیزات هوشمندسازی حمل و نقل در کلانشهر اصفهان با استفاده از مدل آنتروپی

نماگر	ej	dj	Wj
X۱	۰/۹۵۹۲	۰/۰۴۰۸	۰/۰۲۸۵
X۲	۰/۹۵۱۷	۰/۰۴۸۳	۰/۰۳۳۷
X۳	۰/۹۴۵	۰/۰۵۵	۰/۰۳۸۴
X۴	۰/۹۰۶۵	۰/۰۹۳۵	۰/۰۶۵۳
X۵	۰/۸۵۷۱	۰/۱۴۲۹	۰/۰۹۹۹
X۶	۰/۸۸۵۴	۰/۱۱۴۶	۰/۰۸
X۷	۰/۸۶۸۶	۰/۱۳۱۴	۰/۰۹۱۸
X۸	۰/۸۸۵۸	۰/۱۱۴۲	۰/۰۷۹۸
X۹	۰/۹۰۴۸	۰/۰۹۵۲	۰/۰۶۶۵
X۱۰	۰/۸۸۷۷	۰/۱۱۲۳	۰/۰۷۸۴
X۱۱	۰/۸۴۹۶	۰/۱۵۰۴	۰/۱۰۵۱
X۱۲	۰/۶۶۷۸	۰/۳۳۲۲	۰/۲۳۲۲

منبع: (محاسبات نگارندگان، ۱۴۰۳)

با استفاده از مدل آنتروپی مقدار وزن تعداد تقاطع‌های چراغدار (۰/۰۲۸۵)، تعداد تقاطع‌های دارای چراغ فرماندهی (۰/۰۳۳۷)، تقاطع‌های مجهز به سیستم هوشمند (۰/۰۳۸۴)، تقاطع‌های مجهز به چشمک زن (۰/۰۶۵۳)، تعداد تقاطع‌های دارای چراغ راهنمایی با کنترل مرکزی (۰/۰۹۹۹)، تقاطع‌های دارای شمارشگر معکوس زمانی (۰/۰۸)، تعداد کل تقاطع‌های دارای چراغ راهنمایی با سیستم اسکاتس (۰/۰۹۱۸)، تعداد دوربین‌های نظارت تصویری (۰/۰۷۹۸)، سامانه ثبت تخلف سرعت (۰/۰۶۶۵)، سامانه ثبت تخلف عبور از چراغ قرمز (۰/۰۷۸۴)، تعداد تابلوهای متغیر خبری در سطح شهر (۰/۱۰۵۱) و سامانه ثبت تخلف بی آر تی (۰/۲۳۲۲) به دست آمده است(جدول ۲).

ماتریس تصمیم روش میرکا یک ماتریس تصمیم معیار– گزینه‌ای است، یعنی ماتریسی که در سطرهای آن گزینه‌های پژوهش و در ستون‌های آن معیارها قرار دارند. گزینه‌های پژوهش مناطق ۱۵ گانه شهر اصفهان است. معیارهای پژوهش ۱۲ شاخص مربوط به هوشمندسازی حمل و نقل است. بعد از تشکیل ماتریس تصمیم، گام دوم در روش میرکا تعیین ارجحیت براساس انتخاب گزینه‌ها(PAi) است. مقدار ارجحیت براساس انتخاب گزینه‌ها(PA) در این پژوهش (۰.۰۶۶۶) به دست آمده است.

در روش میرکا گام سوم محاسبات عناصر ماتریس ارزیابی نظری(Tp) است. ماتریس ارزیابی نظری(Tp) برای تعداد تقاطع های چراغدار (۰/۰۰۴۶)، تعداد تقاطع های دارای چراغ فرماندهی (۰/۰۰۳۸)، تقاطع های مجهز به سیستم هوشمند (۰/۰۰۳۷)، تقاطع های مجهز به چشمک زن (۰/۰۰۷۱)، تعداد تقاطع های دارای چراغ راهنمایی با کنترل مرکزی (۰/۰۰۴۴)، تقاطع های دارای شمارشگر معکوس زمانی (۰/۰۰۶۱)، تقاطع های دارای چراغ راهنمایی با سیستم اسکاتس (۰/۰۰۳۷)، تعداد دوربین های نظارت تصویری (۰/۰۰۴۹)، سامانه ثبت تخلف سرعت (۰/۰۰۶۷)، سامانه ثبت تخلف عبور از چراغ قرمز (۰/۰۰۵۱)، تعداد تابلوهای متغیر خبری در سطح شهر (۰/۰۰۵۵) و سامانه ثبت تخلف بی آر تی (۰/۰۱۱۰) به دست آمده است.

گام چهارم در تکنیک میرکا تعیین معادله ارزیابی واقعی است. محاسبه عناصر ماتریس ارزیابی واقعی(Tr) با ضرب عناصر ماتریس ارزیابی نظری(Tp) و عناصر ماتریس تصمیم اولیه(X) با توجه به معادلات شماره ۴ و ۵ صورت می‌گیرد که از معادله ۴ برای معیارهای مثبت و از معادله ۵ برای معیارهای منفی استفاده می‌شود.

میزان معادله ارزیابی واقعی (t r) نماگرهای تجهیزات هوشمندسازی حمل و نقل در مناطق ۱۵ گانه کلانشهر اصفهان محاسبه شده است. این میزان برای منطقه ۱ کلانشهر اصفهان برای تعداد تقاطع‌های چراغدار (۰/۰۰۳۴)، تعداد تقاطع‌های دارای چراغ فرماندهی (۰/۰۰۳۸)، تقاطع‌های مجهز به سیستم هوشمند (۰/۰۰۳۷)، تقاطع‌های مجهز به چشمک زن (۰/۰۰۲۸)، تعداد تقاطع-های دارای چراغ راهنمایی با کنترل مرکزی (۰/۰۰۴۴)، تقاطع‌های دارای شمارشگر معکوس زمانی (۰/۰۰۴۳)، تقاطع‌های دارای

چراغ راهنمایی با سیستم اسکاتس (۰/۰۰۲۱)، تعداد دوربین‌های نظارت تصویری (۰/۰۰۲۵)، سامانه ثبت تخلف سرعت (۰/۰۰۱۲)، سامانه ثبت تخلف عبور از چراغ قرمز (۰/۰۰۲۶)، تعداد تابلوهای متغیر خبری در سطح شهر (۰/۰۰۳۱) و سامانه ثبت تخلف بی آر تی (۰/۰۰۶۶) به دست آمده است.

گام پنجم در مدل میرکا محاسبه ماتریس شکاف کل(G) است. عناصر ماتریس(G) به عنوان تفاوت (فاصله) بین ارزیابی‌های نظری(tpij) و ارزیابی‌های واقعی(trij) محاسبه می‌شوند. میزان ماتریس شکاف کل(G) نماگرهای تجهیزات هوشمندسازی حمل و نقل در مناطق کلانشهر اصفهان محاسبه شده است.

گام ششم در تکنیک میرکا محاسبه مجموع مقادیر نهایی شکاف کل (Q) است. براساس رابطه مقادیر نهایی شکاف کل مقادیر نهایی برای هر گزینه به دست می‌آید و براساس آن گزینه‌ها رتبه بندی می‌شوند. هرچقدر مقادیر نهایی برای گزینه‌ای کمتر باشد آن گزینه رتبه برتر را کسب خواهد کرد.

جدول ۳. میزان امتیاز نهایی مدل میرکا برای نماگرهای هوشمندسازی حمل و نقل در شهر اصفهان

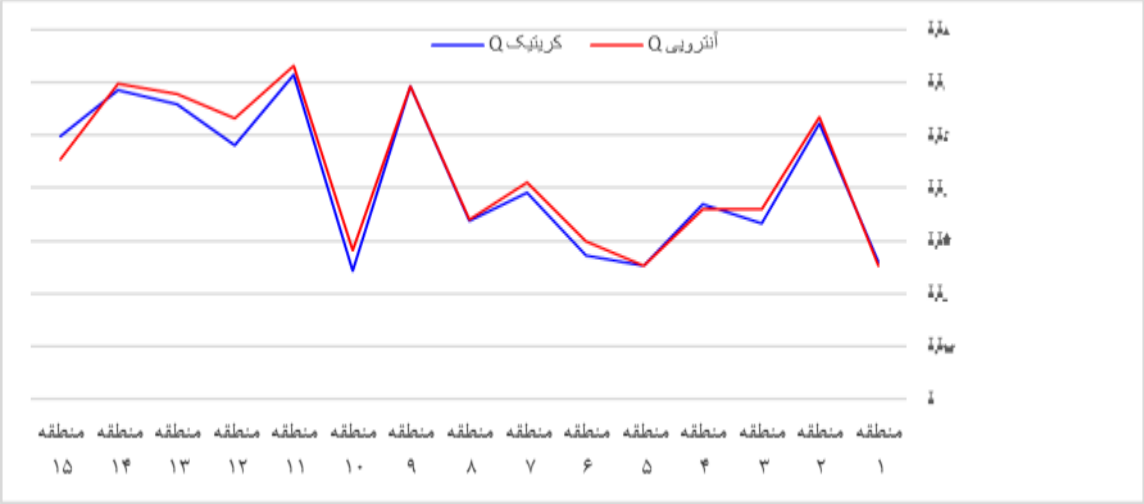
منطقه	امتیاز مدل میرکا با وزن کریتیک	امتیاز مدل میرکا با وزن آنتروپی
منطقه ۱	۰/۰۲۶۱	۰/۰۲۵۳
منطقه ۲	۰/۰۵۲۳	۰/۰۵۳۴
منطقه ۳	۰/۰۳۳۳	۰/۰۳۵۹
منطقه ۴	۰/۰۳۷	۰/۰۳۵۹
منطقه ۵	۰/۰۲۵۲	۰/۰۲۵۲
منطقه ۶	۰/۰۲۷۳	۰/۰۲۹۹
منطقه ۷	۰/۰۳۹۱	۰/۰۴۱
منطقه ۸	۰/۰۳۳۹	۰/۰۳۴
منطقه ۹	۰/۰۵۹۲	۰/۰۵۹۳
منطقه ۱۰	۰/۰۲۴۳	۰/۰۲۸۲
منطقه ۱۱	۰/۰۶۱۶	۰/۰۶۳۲
منطقه ۱۲	۰/۰۴۸۱	۰/۰۵۳۲
منطقه ۱۳	۰/۰۵۶	۰/۰۵۷۹
منطقه ۱۴	۰/۰۵۸۵	۰/۰۵۹۷
منطقه ۱۵	۰/۰۴۹۸	۰/۰۴۵۴

منبع: (محاسبات نگارندگان، ۱۴۰۳)

با وزن مدل کریتیک با استفاده از تکنیک میرکا و محاسبه مجموع مقادیر نهایی شکاف کل به بررسی میزان نماگرهای تجهیزات هوشمندسازی حمل و نقل در مناطق کلانشهر اصفهان اقدام شده است. منطقه ۱۱ کلانشهر اصفهان با کسب امتیاز (۰/۰۶۱۶) بیشترین امتیاز را به خود اختصاص داده است. منطقه ۹ با کسب امتیاز (۰/۰۵۹۲) و منطقه ۱۴ با کسب امتیاز (۰/۰۵۸۵) دارای بیشترین امتیازات میزان نماگرهای تجهیزات هوشمندسازی در شهر اصفهان بوده‌اند. از این حیث منطقه ۱۰ با کسب امتیاز (۰/۰۲۴۳) دارای وضعیت ضعیفی بوده است و کمترین امتیاز را داشته است(جدول ۳).

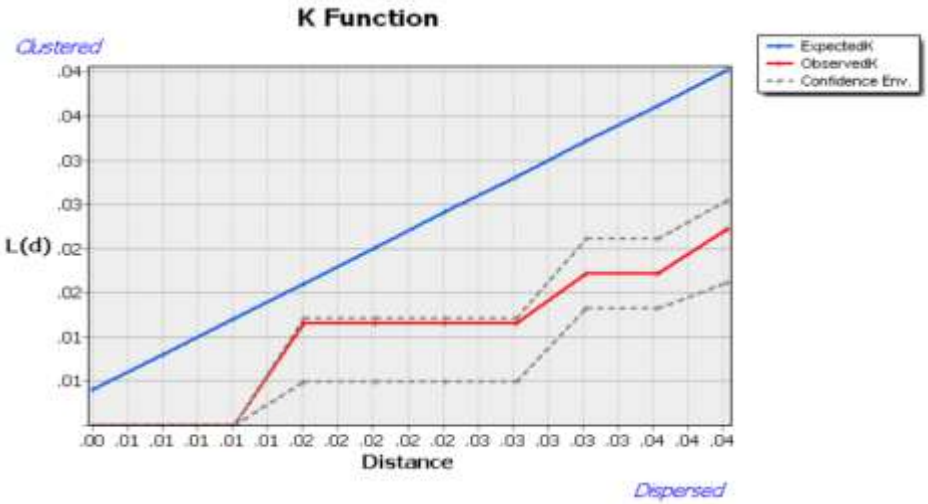
با وزن مدل آنتروپی با استفاده از تکنیک میرکا و محاسبه مجموع مقادیر نهایی شکاف کل به بررسی میزان نماگرهای تجهیزات هوشمندسازی حمل و نقل در مناطق کلانشهر اصفهان اقدام شده است. منطقه ۱۱ کلانشهر اصفهان با کسب امتیاز (۰/۰۶۳۲) بیشترین امتیاز را به خود اختصاص داده است. منطقه ۱۴ با کسب امتیاز (۰/۰۵۹۷) و منطقه ۹ با کسب امتیاز (۰/۰۵۹۳) دارای

بیشترین امتیازات میزان نماگرهای تجهیزات هوشمندسازی حمل و نقل در شهر اصفهان بوده‌اند. از این حیث منطقه ۵ با کسب امتیاز (۰/۰۲۵۲) دارای وضعیت ضعیفی بوده است و کمترین امتیاز را داشته است (جدول ۳).



شکل ۴. میزان امتیاز نهایی مدل میرکا برای نماگرهای هوشمندسازی حمل و نقل در شهر اصفهان

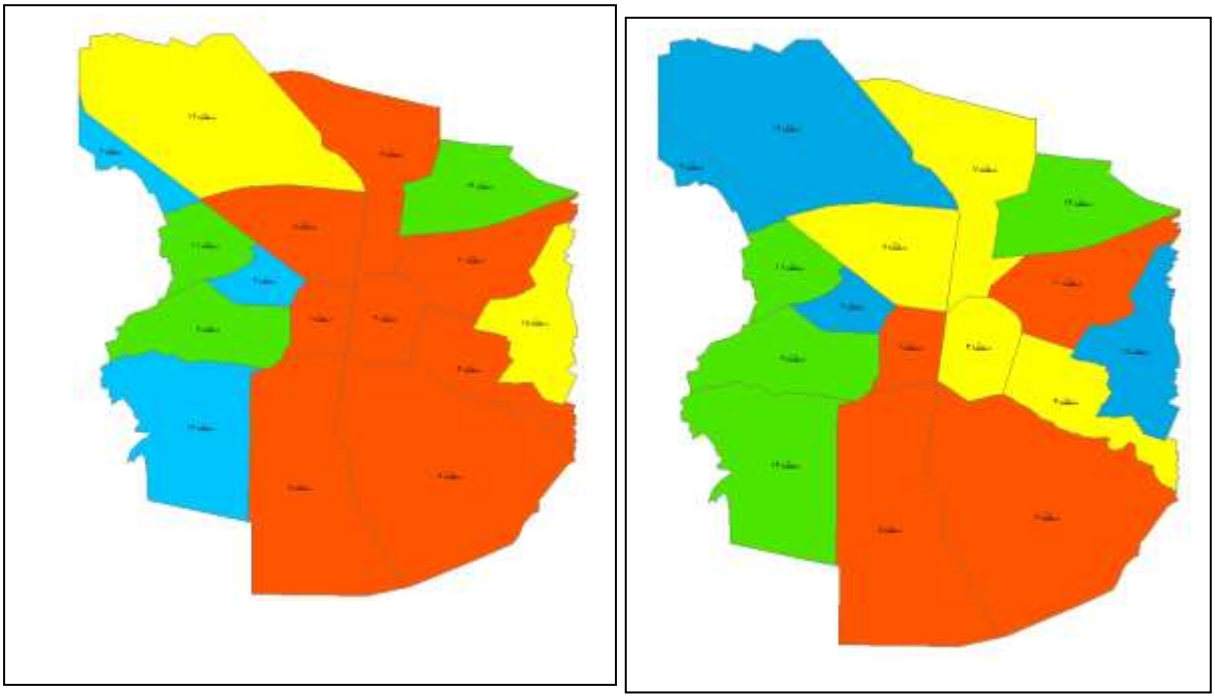
با وزن مدل کریتیک و وزن مدل آنتروپی در تکنیک میرکا منطقه ۱۱ کلانشهر اصفهان بیشترین امتیاز را به خود اختصاص داده است. در هر دو روش وزن بندی کریتیک و آنتروپی منطقه ۹ کلانشهر اصفهان بعد از منطقه ۱۱ بیشترین امتیاز را در تکنیک میرکا به دست آورده است. در روش وزن بندی کریتیک منطقه ۱۰ کلانشهر اصفهان با کسب امتیاز (۰/۰۲۴۳) کمترین امتیاز را به دست آورده است، این در حالی است که در روش وزن بندی آنتروپی منطقه ۵ کلانشهر اصفهان با کسب امتیاز (۰/۰۲۵۲) کمترین امتیاز تکنیک میرکا را داشته است (جدول ۳).



شکل ۵. تحلیل خوشه ای فضایی چند فاصله ای امتیاز مدل میرکا برای نماگرهای هوشمندسازی حمل و نقل در شهر اصفهان

از فرمان تحلیل خوشه‌ای فضایی چند فاصله‌ای برای تعیین خوشه بندی یا پراکندگی پدیده‌ها در فواصل مختلف جغرافیایی استفاده می‌شود. تحلیل خوشه‌ای فضایی چند فاصله‌ای به تابع K معروف است و این تابع نشان می‌دهد که امتیاز مدل میرکا

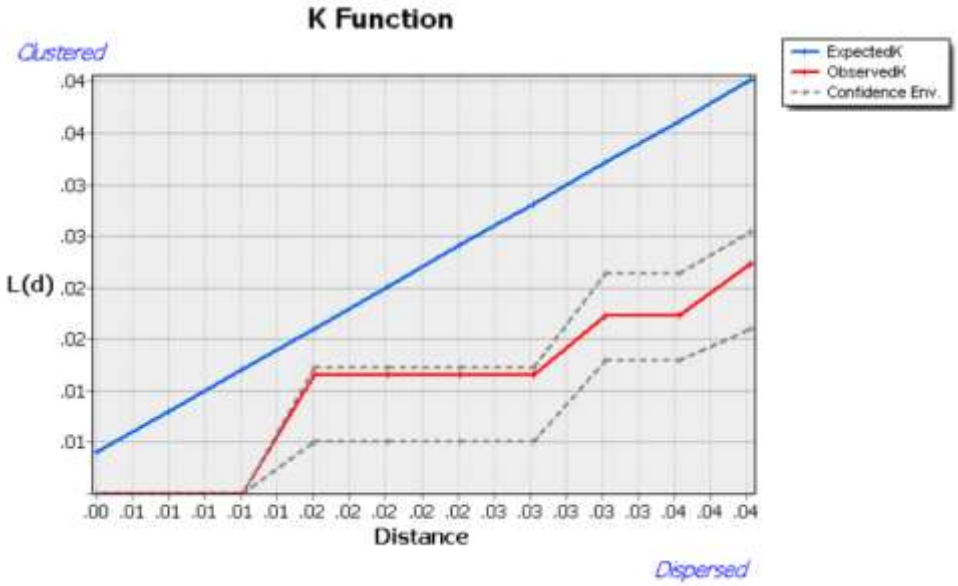
برای نماگرهای هوشمندسازی حمل و نقل در مناطق ۱۵ گانه شهر اصفهان با وزن مدل آنتروپی به صورت پراکنده بوده است(شکل ۵). در نرم افزار Arc GIS از فرمان تحلیل گروه استفاده شده است و (شکل ۶) حاصل شده است.



شکل ۶. تحلیل گروه مدل میرکا برای نماگرهای هوشمندسازی حمل و نقل در شهر اصفهان با وزن آنتروپی(سمت راست) و وزن کریتیک (سمت چپ)

با اعمال کردن وزن مدل آنتروپی در تکنیک چند شاخصه میرکا مناطق ۱۵ گانه شهر اصفهان در ۴ گروه به لحاظ میزان نماگرهای تجهیزات هوشمندسازی حمل و نقل قرار گرفته‌اند. منطقه ۱۱ کلانشهر اصفهان با امتیاز (۰/۰۶۳۲)، منطقه ۱۴ با امتیاز (۰/۰۵۹۷)، منطقه ۹ با امتیاز (۰/۰۵۹۳) و منطقه ۱۳ با امتیاز (۰/۰۵۷۹) دارای بیشترین امتیازات بوده‌اند و در گروه سبز قرار دارند. منطقه ۵ با امتیاز (۰/۰۲۵۲)، منطقه ۱ با امتیاز (۰/۰۲۵۳)، منطقه ۱۰ با امتیاز (۰/۰۲۸۲) و منطقه ۶ با کسب امتیاز (۰/۰۲۹۹) کمترین امتیازات را داشتند و در گروه قرمز قرار دارند(شکل شماره ۶).

با اعمال نمودن وزن تکنیک کریتیک در مدل میرکا مناطق ۱۵ گانه شهر اصفهان در ۴ گروه قرار گرفته‌اند. منطقه ۱۱ کلانشهر اصفهان با امتیاز (۰/۰۶۱۶)، منطقه ۹ با امتیاز (۰/۰۵۹۲) و منطقه ۱۴ با امتیاز (۰/۰۵۸۵) بیشترین امتیازات را به دست آوردند و در گروه سبز قرار دارند. منطقه ۱۳ با امتیاز (۰/۰۵۶۰) و منطقه ۲ با امتیاز (۰/۰۵۲۳) در گروه دوم قرار دارند. منطقه ۱۵ با امتیاز (۰/۰۴۹۸) و منطقه ۱۲ با امتیاز (۰/۰۴۸۱) در گروه سوم قرار دارند. سایر مناطق شهر اصفهان که تعداد آنها ۸ منطقه شهری است، کمترین امتیازات را به دست آوردند و در گروه قرمز قرار دارند(شکل ۶).



شکل ۷. تحلیل خوشه ای فضایی چند فاصله ای امتیاز مدل میرکا برای نماگرهای هوشمندسازی حمل و نقل در شهر اصفهان

تحلیل خوشه‌ای فضایی چند فاصله‌ای تکنیک چندشاخصه میرکا برای نماگرهای هوشمندسازی حمل و نقل در مناطق ۱۵ گانه کلانشهر اصفهان با وزن مدل کریتیک به صورت پراکنده بوده است(شکل شماره ۷). به کارگیری تحلیل خوشه‌ای فضایی چند فاصله‌ای در هر دو حالت چه با وزن مدل آنتروپی و چه با وزن مدل کریتیک الگوی پراکندگی را نشان می‌دهد و حالت خوشه بندی دیده نمی‌شود.

نتیجه گیری

شکل‌گیری شهر هوشمند از مهم ترین اهداف پیش‌روی دولت‌ها و مدیریت و برنامه ریزی شهری است؛ به طوری که در حال حاضر شهرهای جهان برای دستیابی به برند هوشمند شدن رقابت می‌کنند؛ به همین خاطر با توجه به رشد سریع جمعیت و افزایش توسعه فیزیکی شهرها، هوشمند سازی شهرها ضرورتی انکارناپذیر است.

فرایند شهرنشینی و رشد سریع و شتابان در مقیاس وسیعی در سراسر جهان اتفاق افتاده است و این افزایش جمعیت و رشد بی رویه و روزافزون، مشکلات متعددی را به ویژه در کلانشهرهای ایران با توجه به تمرکز بیشتر امکانات در این شهرها ایجاد کرده است که رفع آنها به تحقیقات علمی به منظور مدیریت و برنامه‌ریزی مناسب برای اداره شهرها و ارتقای کیفی سطح زندگی آنها نیازمند است. بر این اساس، مدیران و برنامه‌ریزان شهری، هوشمند شدن شهرها را الزامی برای رفع موانع شهرها و ارتقای کیفیت زندگی در آنها مطرح کرده‌اند.

نتایج این پژوهش با نتیجه مطالعه غیاثی و همکاران (۲۰۲۳) همسویی دارد. غیاثی و همکاران (۲۰۲۳) به این نتیجه رسیدند که در بین کلان‌شهرهای ایران، شهر تهران در بالاترین و کرمانشاه در پایین ترین سطح هوشمندی قرار داشته است و در زمینه نماگرهای هوشمند شهری در بین کلانشهرهای ایران نابرابری و عدم تعادل وجود دارد. در این پژوهش با روش خوشه سازی سلسله مراتبی صعودی، کلان‌شهرهای ایران از نظر برخورداری مناسب شاخص‌های هوشمندی خوشه‌بندی شدند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد کلان‌شهرهای تهران، مشهد و اصفهان وضعیت مناسب، کلان‌شهرهای شیراز، اهواز و تبریز وضعیت نسبتاً مناسب و کلان‌شهرهای کرج، قم و کرمانشاه وضعیت نامناسبی در زمینهٔ هوشمندی شهری دارند که بیان می‌کند شهرهای توسعه‌یافته‌تر کشور در وضعیت مناسب‌تری برای تبدیل شدن به شهر هوشمند هستند.

نتایج این پژوهش با نتیجه مطالعه ضرابی و همکاران (۲۰۱۱) همسویی ندارد. در پژوهش ضرابی و همکاران (۲۰۱۱) که برای ۱۴ منطقه شهر صورت گرفته بود، نویسندگان به این نتیجه رسیدند که در شاخص تلفیقی رشد هوشمند شهری، منطقه ۵ شهرداری بهترین حالت و منطقه ۱۴ بدترین حالت را داشته است. این در حالی است که در این پژوهش که برای ۱۵ منطقه شهری اصفهان انجام شده است، با وزن مدل کریتیک با استفاده از تکنیک میرکا و محاسبه مجموع مقادیر نهایی شکاف کل، منطقه ۱۱ کلانشهر اصفهان با کسب امتیاز (۰/۰۶۱۶) بیشترین امتیاز را به خود اختصاص داده است. منطقه ۹ با کسب امتیاز (۰/۰۵۹۲) و منطقه ۱۴ با کسب امتیاز (۰/۰۵۸۵) دارای بیشترین امتیازات میزان نماگرهای تجهیزات هوشمندسازی در شهر اصفهان بوده‌اند. از این حیث منطقه ۱۰ با کسب امتیاز (۰/۰۲۴۳) دارای وضعیت ضعیفی بوده است و کمترین امتیاز را داشته است. یکی از دلایل عدم تطابق نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش ضرابی و همکاران (۲۰۱۱) گذشت زمان بیش از یک دهه بین انجام این دو پژوهش بوده است و داده‌های این پژوهش با گذشت زمان دستخوش تغییراتی شده است. از دیگر دلایل عدم تطابق نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش ضرابی و همکاران (۲۰۱۱) می‌توان به نوع تکنیک‌ها و مدل‌های استفاده شده در این پژوهش‌ها اشاره کرد و طبیعی است خروجی پژوهش‌ها هم متفاوت خواهد بود.

در این پژوهش با وزن مدل آنتروپی با استفاده از تکنیک میرکا و محاسبه مجموع مقادیر نهایی شکاف کل، منطقه ۱۱ کلانشهر اصفهان با کسب امتیاز (۰/۰۶۳۲) بیشترین امتیاز را به خود اختصاص داده است. منطقه ۱۴ با کسب امتیاز (۰/۰۵۹۷) و منطقه ۹ با کسب امتیاز (۰/۰۵۹۳) دارای بیشترین امتیازات میزان نماگرهای تجهیزات هوشمندسازی حمل و نقل در شهر اصفهان بوده‌اند. از این حیث منطقه ۵ با کسب امتیاز (۰/۰۲۵۲) دارای وضعیت ضعیفی بوده است و کمترین امتیاز را داشته است.

در این پژوهش مقایسه‌ای بین روش وزن دهی از طریق مدل آنتروپی شانون و تکنیک وزن دهی کریتیک صورت گرفته است. وزن‌های به دست آمده از این دو مدل در تکنیک میرکا بکار گرفته شده‌اند. مقایسه امتیازات به دست آمده تکنیک میرکا که مبنای وزن دهی آن مدل آنتروپی شانون بوده است، نابرابری بیشتری را بین مناطق ۱۵ گانه شهری اصفهان نشان می‌دهد.

نتایج تحلیل خوشه‌ای فضایی چند فاصله‌ای و تابع K نشان می‌دهد که امتیاز مدل میرکا برای نماگرهای هوشمندسازی حمل و نقل در مناطق ۱۵ گانه شهر اصفهان با وزن مدل آنتروپی به صورت پراکنده بوده است. نتایج تحلیل خوشه‌ای فضایی چند فاصله‌ای تکنیک چندشاخصه میرکا برای نماگرهای هوشمندسازی حمل و نقل در مناطق ۱۵ گانه کلانشهر اصفهان با وزن مدل کریتیک به صورت پراکنده بوده است. تحلیل خوشه‌ای فضایی چند فاصله‌ای با وزن مدل آنتروپی و وزن مدل کریتیک الگوی پراکندگی را نشان می‌دهد و حالت خوشه بندی دیده نمی‌شود.

نتایج تحلیل گروه نشان می‌دهد که ۸ منطقه شهری در کلانشهر اصفهان در زمینه تجهیزات هوشمندسازی حمل و نقل امتیازات ضعیفی را به دست آوردند و در گروه قرمز قرار دارند و لازم است که نماگرهای مربوط به تجهیزات هوشمندسازی حمل و نقل در آنها تقویت شود. مناطق پنج، شش، یک، ده، سه، چهار، هفت و هشت عمده ترین مناطقی هستند که تجهیزات هوشمندسازی حمل و نقل در آنها بایستی در اولویت اول برنامه‌ریزی قرار گیرد.

از پیشنهادات مرتبط با خروجی مدل آنتروپی و تکنیک میرکا در کلانشهر اصفهان منطقه ۵، منطقه ۱، منطقه ۱۰ و منطقه ۶ با توجه به اینکه در گروه قرمز قرار دارند؛ اولویت اول برنامه‌ریزی تجهیزات هوشمندسازی حمل و نقل هستند و بایستی برای این مناطق برنامه‌ریزی‌های لازم انجام شود.

از پیشنهادات مرتبط با خروجی مدل کریتیک در تکنیک میرکا در کلانشهر اصفهان منطقه ۵، منطقه ۱، منطقه ۱۰ و منطقه ۶، منطقه ۳، منطقه ۷، منطقه ۴، منطقه ۸ با توجه به اینکه در گروه قرمز قرار دارند؛ اولویت اول برنامه‌ریزی تجهیزات هوشمندسازی حمل و نقل هستند.

حامی مالی
این اثر حامی مالی نداشته است.

سهم نویسندگان
نویسندگان در انجام این پژوهش سهم برابر دارند.

تضاد منافع
نویسندگان اعلام می‌دارند، هیچ تضاد منافعی در رابطه با نویسندگی و یا انتشار این مقاله وجود ندارند.

تقدیر و تشکر
نویسنندگان این مقاله، از عاملین چاپ مقاله تشکر می‌کند.

منابع

۱) اکبری، محمود (۱۴۰۱). تحلیل مقایسه‌ای نماگرهای مبلمان شهری در کلان‌شهر اصفهان: آزمایش روش مارکوس، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۳۷ (۲)، ۳۰۴-۲۹۵.
http://doi: 10.29252/geores.37.2.295

۲) اکبری، محمود و التیامی نیا، رضا (۱۴۰۰). تحلیل مؤلفه‌های تأثیرگذار بر کیفیت زندگی و رفاه در مادرشهرهای ایران، جغرافیا (نشریهٔ انجمن جغرافیایی ایران)، ۱۹(۷۰)، ۹۶-۸۱.
http://dor.net/dor/20.1001.1.27172996.1400.19.70.5.5

۳) تقوایی، مسعود و اکبری، محمود (۱۳۸۸). تحلیل فضائی شاخص‌های توسعه در مادرشهرهای منطقه‌ای ایران، جغرافیا (نشریهٔ انجمن جغرافیایی ایران)، ۷(۲۰)، ۱۱۱-۹۷.
https://ensani.ir/fa/article/192302

۴) رحیمی، محمد؛ قیاسی، سمیرا و امیریان، سهراب (۱۳۹۶). ارزیابی شاخص های رشد هوشمند شهری با استفاده از مدل تحلیل عاملی مطالعه موردی: منطقه یک شهر شیراز، جغرافیا (نشریهٔ انجمن جغرافیایی ایران)، سال ۱۵(۵۵)، ۲۶۷-۲۵۳.
https://mag.iga.ir/article_696726.html

۵) زارعی، یعقوب و استعلاجی، علیرضا (۱۳۹۷). ارزیابی سطح توسعه استان های کشور در حوزه ایمنی و ترافیک جاده‌ای (مقطع زمانی۱۳۹۲-۱۳۹۰)، جغرافیا (نشریهٔ انجمن جغرافیایی ایران)، ۱۶(۵۶)، ۷۴-۵۲.
https://mag.iga.ir/article_253495.html

۶) شکرزاده سوره، حبیب؛ عزت پناه، بختیار و حسین زاده دلیر، کریم (۱۴۰۲)، امکان سنجی حمل و نقل عمومی در رشد هوشمند شهری، جغرافیا (نشریهٔ انجمن جغرافیایی ایران)، ۲۱(۷۶)، ۳۷-۵۶.
http://dor.net/dor/20.1001.1.27833739.1402.21.76.3.4

۷) صادقیان، علیرضا؛ فردانی، سعید؛ موسوی، رسول و نصری، اعظم (۱۴۰۲)، آمارنامه شهر اصفهان، سازمان فرهنگی تفریحی شهرداری اصفهان، اصفهان.
https://plan.isfahan.ir/fa/statistics-contents

۸) ضرابی، اصغر؛ صابری، حمید؛ محمدی، جمال و وارثی، حمیدرضا (۱۳۹۰). تحلیل فضایی شاخص‌های رشد هوشمند شهری (مطالعه موردی: مناطق شهر اصفهان)، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، ۴۳ (۳)، ۱۸-۱.
https://jhgr.ut.ac.ir/article_24499.html?

۹) غیاثی، سمیه؛ دل انگیزان، سهراب و کریمی، محمد شریف (۱۳۹۰). رتبه بندی کلان‌شهرهای ایران براساس شاخص هوشمندی شهری، اقتصاد شهری، ۸ (۱)، ۷۰-۴۷.
https://doi: 10.22108/UE.2024.140882.1285

۱۰) کاوسی، الهه و محمدی، جمال (۱۳۹۹). تحرک و جابجایی هوشمند شهری و توسعه پایدار شهر شیراز، جغرافیا (نشریهٔ انجمن جغرافیایی ایران)، ۱۸(۶۵)، ۳۰-۱۹.
https://20.1001.1.27172996.1399.18.2.2.9

۱۱) گلکار، کوشا؛ استعلاجی، علیرضا و زیویار، پروانه (۱۴۰۳). نقش حمل و نقل هوشمند در توسعه اقتصادی و اجتماعی شهر (مطالعهٔ موردی: شهر تهران)، جغرافیا (نشریهٔ انجمن جغرافیایی ایران)، ۲۲(۸۳)، ۸۹-۶۷.
https://doi: 10.22034/iga.2025.2046074.1350

12) Ammara, U. Rasheed, K. Mansoor, A. Al-Fuqaha, A. & Qadir, J. (2022). Smart Cities from the Perspective of Systems, Systems, 10(3), 1-30. https://doi.org/10.3390/ systems10030077
13) Bakici, T. Almirall, E. & Wareham, J. A. (2013). Smart city initiative: The case of Barcelona. Journal of the Knowledge Economy, 4, 135–148. https://doi.org/10.1007/s13132-012-0084-9
14) Bamwesigye, D. & Hlavackova, P. (2019). Analysis of Sustainable Transport for Smart Cities, Sustainability, 11(7), 1-20. https://doi.org/10.3390/su11072140
15) Bin Hariz, M. Said, D. & Mouftah, H. T. (2021). A Dynamic Mobility Traffic Model Based on Two Modes of Transport in Smart Cities, Smart Cities, 4(1), 253–270. https://doi.org/10.3390/ smartcities4010016
16) Bisello, A. (2020). Assessing Multiple Benefits of Housing Regeneration and Smart City Development: The European Project SINFONIA, Sustainability, 12(19), 1-28. https://doi.org/10.3390/su12198038
17) Battarra, R. Gargiulo, C. Pappalardo, G. Boiano, D.A. & Oliva, J.S. (2016). Planning in the era of Information and Communication Technologies. Discussing the "label: Smart" in South-European cities with environmental and socio-economic challenges, Cities, 59, 1–7. https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.05.007
18) Bubeliny, O. & Kubina, M. (2021). Impact of the concept Smart City on public transport, Transportation Research Procedia, 55, 1361-1367. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.07.120
19) Burlacu, M. Boboc, R. G. & Butila, E.V. (2022). Smart Cities and Transportation: Reviewing the Scientific Character of the Theories, Sustainability, 14(13), 1-15. https:// doi.org/10.3390/su14138109
20) Ceccato, R. & Diana, M. (2018). Substitution and complementarity patterns between traditional transport means and car sharing: A person and trip level analysis, Transportation, 48(4), 1523–1540. https://DOI: 10.1007/s11116-018-9901-8
21) Chen, Y. & Silva, E. (2021). Smart transport: A comparative analysis using the most used indicators in the literature juxtaposed with interventions in English metropolitan areas, Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, 10, 1-14. https://doi.org/10.1016/j.trip.2021.100371
22) Choi, H. S. & Song, S. K. (2023). Direction for a Transition toward Smart Sustainable Cities Based on the Diagnosis of Smart City Plans, Smart Cities, 6(1), 156–178. https://doi.org/10.3390/ smartcities6010009
23) Ghiasy, S. Delangizan, S. & Karimi, M.S. (2023). Ranking of Iranian metropolises based on urban smartness index, Urban Economics, 8(1), 47-70. https://doi.org/10.22108/ue.2024.140882.1285
24) Gigovic, L. Pamucar, D. Bajic, Z. & Milicevic, M. (2016). The Combination of Expert Judgment and GIS-MAIRCA Analysis for the Selection of Sites for Ammunition Depots, Sustainability, 8(4), 1-30.
25) https://doi.org/10.3390/su8040372
26) Gohar, M. Muzammal, M. & Rahman, A. U. (2018). SMART TSS: Defining transportation system behavior using big data analytics in smart cities, Sustainable Cities and Society, 41, 114–119. https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.05.008
27) Gracias, J. S. Parnell, G. S. Specking, E. Pohl, E. A. & Buchanan, R. (2023). Smart Cities—A Structured Literature Review, Smart Cities, 6(4), 1719–1743.
28) https://doi.org/10.3390/smartcities6040080
29) Ismagilova, E. Hughes, L. Dwivedi, Y. K. & Raman, K. R. (2019). Smart cities: Advances in research an information systems perspective, International Journal of Information management, 47, 88–100. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.01.004
30) Kim, J. & Yang, B. (2021). A Smart City Service Business Model: Focusing on Transportation Services, Sustainability, 13(19), 1-14. https://doi.org/10.3390/su131910832
31) Munoz-Villamizar, A. Montoya-Torres, J.R. & Faulin, J. (2017). Impact of the use of electric vehicles in collaborative urban transport networks: A case study, Transportation Research Part D: Transport and Environment, 50, 40–54. https://doi.org/10.1016/j.trd.2016.10.018
32) Nikitas, A. Michalakopoulou, K. Njoya, E. T. & Karampatzakis, D. (2020). Artificial Intelligence, Transport and the Smart City: Definitions and Dimensions of a New Mobility Era, Sustainability, 12(7), 1-19. https://doi.org/10.3390/su12072789

33) Oladimeji, D. Gupta, K. Alperen Kose, N. Gundogan, K. Ge, L. & Liang, F. (2023). Smart Transportation: An Overview of Technologies and Applications, Sensors, 23(8), 1-32. https://doi.org/10.3390/s23083880
34) Park, M. S. & Lee, H. (2020). Smart city crime prevention services: The incheon free economic zone case, Sustainability, 12(14), 1-13. https://doi.org/10.3390/su12145658
35) Reddy, A. G. Suresh, D. Phaneendra, K. Shin, J. S. & Odelu, V. (2018). Provably secure pseudo-identity based device authentication for smart cities environment, Sustainable Cities and Society, 41, 878–885. https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.06.004
36) Ribeiro, P. Dias, G. & Pereira, P. (2021). Transport Systems and Mobility for Smart Cities, Applied System Innovation, 4(3), 1-11. https://doi.org/10.3390/ asi4030061
37) Rizwan, P. Suresh, K. & Babu, M. R. (2016). Real-time smart traffic management system for smart cities by using Internet of Things and big data. In Proceedings of the 2016 International Conference on Emerging Technological Trends (ICETT), Kollam, India, 16, 1–7. https://doi: 10.1109/ICETT.2016.7873660
38) Wang, C. Yin, F. Zhao, Y. & Yin, L. (2023). Making Transportation Systems in U.S. Cities Smarter and More Inclusive: A Synthesis of Challenges and Evaluation of Strategies, Geo-Information, 12(2), 1-21. https://doi.org/10.3390/ijgi12020072
39) Wang, C. H. Steinfeld, E. Maisel, J. L. & Kang, B. (2021). Is your smart city inclusive? Evaluating proposals from the US Department of Transportation's Smart City Challenge, Sustainable Cities and Society, 74, 103-148. https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103148