Ecocity Criteria Measurement in Region 9 of Mashhad City

Dr. Toktam Hanaei[1*], **Parinaz Sadegh Eghbali**[2], **Dr. Maryam Daneshvar**[3]

1- Assistant Professor of Urban Planning, Mashhad Branch, Islamic Azad University
2-M.Sc Student of Urban Planning, Mashhad Branch, Islamic Azad University
3-Assistant Professor of Urban Planning, Mashhad Branch, Islamic Azad University

Hanaei, T & SadeghEghbali, P & Daneshvar, M (2021). [*Ecocity Criteria Measurement in Region 9 of Mashhad City*]. *Geography and Development*, 18(61), 335-374,
http://dx.doi.org/10.22111/J10.22111.2021.5979
doi: http://dx.doi.org/10.22111/J10.22111.2021.5979

Received:18/03/2020
Accepted:18/06/2020

Keywords:
Shannon Entropy, Topsis, Network Analysis Technique (ANP), ranking, Ecocity indicators.

ABSTRACT

Ecocity is a new science that effectively tries to fully understand the interaction between environment, economy, politics, and cultural-social factors based on ecological principles and enables humans to thrive in harmony with nature and achieve stability. the main objective of this study is to measure the effective criteria for the promotion of urban ecology. for this purpose, areas of Mashhad'region 9 have been chosen due to having an effective ecological role compared to other urban areas, which are subject to the threat of destruction.in this study, applied research and descriptive-analytical method has been used to collect data including library studies and questionnaires by the statistical community of experts in Mashhad's 9th region, based on a theoretical framework. the analysis of the findings is statistically-descriptive, using the step-by-step method of ANP network analysis and Shannon entropy, and TOPSIS is based on the variables, urban systems, criteria, and indicators of research, which were finally drawn by using arc GIS software. finally, it is observed that the district 3 municipality is not in good condition in terms of urban ecology. based on the Topsis technique, it was found that weakness in the indexes of citizens' participation rate with urban institutions, increasing sense of belonging to the neighborhood, the proportionality of length and width of passages and employment rate, as well as weakness in environmental sustainability and social-economic sustainability variables and weakness in the transportation and access system and the environmental system have had a negative impact on the city's urban ecology. on the other hand, according to the ANP technique, it was found that stable transportation criteria, class gap reduction and street biological systems, transport access system, and economic system are the highest priority in the region. And the socio-economic stability variable was determined as the most effective variable with Shannon entropy technique. as a result, one of the most important assumptions of research regarding the effect of social-economic components and the intermediate role of environmental components in urban ecology was confirmed. In this regard, there are suggestions for improving the ecosystem of the region.

Copyright©2021, Geography and Development. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-noncommercial 4.0 International License which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

Extended Abstract

1- Introduction

Ecocity is a new science which effectively tries to understand the interaction between environment, economy, politics and cultural - social factors based on ecological principles so that they can achieve prosperity in harmony with nature and achieve stability. in fact, this kind of coordination in the ecological communities of the city can pave the ground for the sustainability of the urban system and improve the relationship between human or human sciences, nature and form of the city. the paradigm of the combination of nature with the people, which has been specifically discussed in the field of urban ecology in 2017 and then, necessitates the application of these two characteristics. on the other hand, today we see this imbalance following the growth of urbanization and its irreversible consequences on

***Corresponding Author:**
Dr.Toktam Hanaei
Address: Assistant Professor of Urban Planning, Mashhad Branch, Islamic Azad University
Tel: +98(9151032873)
E-mail: t.hanaee@mshdiau.ac.ir

the local level and after that. the main objective of this research is to measure the effective criteria on the promotion of urban ecology and to express the indicators that can be used to clarify the factors affecting it. for this purpose, the regions 9 of Mashhad, have been selected for having an effective ecological role in comparison with other urban areas of Mashhad. this area, which is one of the main centers for the development of ecological tourism in the city of Mashhad, has been studied because it is located in the highlands of south virgin and its areas such as gardens and scales of city and park. so that by studying the characteristics of research in its areas, to grow and improve it.

2- Methods and Material

the purpose of this research is practical and descriptive-analytical approach to data collection including library studies and questionnaire completion by statistical society of experts in Mashhad region9 based on the theoretical framework. as the main variable of urban design sustainability, economic social sustainability, and environmental sustainability, as the three sides of the formation of the triangle of urban ecology, were selected and analyzed statistically - descriptive, using step - by - step technique to analyze the network of ANP and Shannon entropy and TOPSIS based on variables, urban system, criteria, and indicators. Finally, by using arc GIS software, the benefits map of the region was drawn. taking advantage of the ANP model in the weight of the urban system and main criteria due to the interaction between criteria and sub-criteria in this method and then TOPSIS ranking based on urban system, indicators, and basic variables were analyzed to prioritize the three areas of Mashhad region. because of the lack of limitation, high speed, and combination of quantitative and qualitative attributes by the ANP method, the TOPSIS method can be used as the most appropriate method for investigation because of its complementarity. finally, by using the TOPSIS step and determining the closeness to the solution of the positive and negative ideas, the priority of the indicators was identified and the three areas were ranked using GIS software.

3-Results and Discussion

finally, it is observed that the district 3 municipality is not in good condition in terms of urban ecology. to this end, relying on TOPSIS technique was found to have a negative effect on indexes of citizen participation with urban institutions, increasing the sense of belonging to the neighborhood, the proportions of the length and width of the pathways and the rate of employment as well as weakness in the environmental sustainability and socio-economic sustainability variables and the ecological system in urban ecology. on the other hand, according to the ANP technique, it was found that stable transportation criteria, class gap reduction and street biological systems, transport access system, and economic system are the highest priority in the region. and the socioeconomic stability variable was determined as the most effective variable with the entropy technique of Shannon entropy.

4-Conclusion

therefore, in order to answer this fundamental question of the concept of ecology with regard to the contemporary concept, it can be said that today's urban ecology has meaning with people and society and does not mean to pay attention to environmental issues. one of the most important theories regarding the impact of social-economic factors in urban ecology of the city of Mashhad was confirmed. in fact, the ecological value of urban spaces determines the extent of presence and social relationships, in the growth and development of urban ecology. and weakness in socio-economic factors can have significant adverse effects on growth and development of urban ecology. sustainability in physical, social, and economic components simultaneously is important in ecological zoning of the three areas. in this regard, some suggestions have been proposed to improve this area.

Keywords: Shannon Entropy, TOPSIS, Network Analysis Technique (ANP), Ranking, Ecocity indicators.

5-References

- Di Vaio, Assunta, Luisa Varriale, and Federico Alvino (2018). "Key performance indicators for developing environmentally sustainable and energy efficient ports: Evidence from Italy." Energy Policy 122: 229-240. doi:https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.07.046.
- Ferwati, M. Salim, Mahmoud Al Saeed, Arezou Shafaghat, and Ali Keyvanfar (2018). "Qatar Sustainability Assessment System (QSAS)-Neighbourhood Development (ND) Assessment Model: Coupling Green Urban Planning and Green Building Design." Journal of Building Engineering. doi:https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.1016%2Fj.jobe.2018.12.006
- Ali-Toudert, F, and H Mayer (2007). "Thermal comfort in an east–west oriented street canyonin Freiburg (Germany) under hot summer conditions." Theoretical and Applied Climatology 87 (1): 223-237. doi:https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.1007%2Fs00704-005-0194-4.
- Asgharpour, M. (1397). Multiple Criteria Decision Making. Tehran: University of Tehran. Retrieved from https://www.adinehbook.com/gp/product/9640332208.
- Astani, S., Hesampour, M., & Talebzadeh, F. (1391). The Application of multi-criteria decision making methods in the environment. The first national conference on environmental protection and planning. Hamedan: Islamic Azad University of Hamadan Branch, Farda Environmental Thinkers Co. Retrieved from https://www.civilica.com/Paper-NATURE01-NATURE01_783.html.
- Birch, Eugenie L, and Susan M Wachter (2008). Growing greener cities: urban sustainability in the twenty-first century. USA: University of Pennsylvania Press, Philadelphia, Pennsylvania. https://www.jstor.org/stable/j.ctt3fhps5.
- Cowan, R. (March 2005). The dictionary of urbanism (Vol. 4). Tehran: Tehran,Azarakhsh. Retrieved from https://www.adinehbook.com/gp/product/6009145317.
- Dale C., Spencer, and Amy Fitzgerald (2013). Three ecologies, transversality and victimization: the case of the British Petroleum oil spill." Crime Law Soc Change 59 (2): 209-223. doi:https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.1007%2Fs10611-013-9422-5.
- Egerton, Frank N (2012). Roots of ecology. Berkeley and Los Angeles, California: University of California Press. https://www.jstor.org/stable/10.1525/j.ctt1pp2v3.
- Erlhoff, Michael, and Tim Marshall (2008). Design Dictionary, perspectives on Design Terminology. Vol. 22. 8 vols. Birkhauser. doi:https://doi.org/10.1108/09504120810914682.
- Galal El-Shimy, Hisham, and Riham Aly Ragheb (2016). "Sustainable urban street design: Evaluation of El-Moaz street in Cairo, Egypt."International Conference-Green Urbanism. Procedia Environmental Sciences. 689-698. doi:https://doi.org/10.1016/j.proenv.2017.03.055.
- Geddes, patrick (1915). Cities in evolution; an introduction to the town planning movement and to the study of civics. London: williams and norgate. https://www.amazon.com/Cities-Evolution-Introduction-Planning-HardPress/dp/1290287309.
- Hachem, Caroline, Paul Fazio, and Andreas Athienitis (2013). "Solar optimized residential neighborhoods: Evaluation and design methodology." Edited by Associate Editor Ursula Eicker. Solar Energy 95: 42-64. doi:https://doi.org/10.1016/j.solener.2013.06.002.
- Heymans, Angela, Jessica Breadsell, Gregory M. Morrison, Joshua J. Byrne, and Christine Eon (2019). "Ecological Urban Planning and Design: A Systematic Literature Review." sustainability, MDPI 11 (13): 1-20. doi:https://doi.org/10.3390/su11133723.
- Heymans, Angela, Jessica Breadsell, Gregory M. Morrison, Joshua J. Byrne, and Christine Eon (2019). "Ecological Urban Planning and Design: A Systematic Literature Review." sustainability, MDPI 11 (13): 1-20. doi:https://doi.org/10.3390/su11133723.
- Irani behbahani, H., Zandi, S., & Abarkar, M. (1381). Survival of the urban environment and its optimal use (Case study: Farahzad Valley). Ecology, 28(30), 43-54. Retrieved from https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=14287
- Jafarian, M., & Abdolhoseinpour, F. (1385). Urban sustainability with a look at the characteristics of the city of Iran. The first international conference of the best city. Hamedan: Hamadan Municipality Civil Organization. Retrieved from https://www.civilica.com/Paper-SCSD01-SCSD01_014.html

- Jamali, S. (1394). study of the status of urban morphology in the physical development projects of iran, case study of tabriz metropolis. geographical studies of arid regions, 19(5), 85-102. Retrieved from https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=284369.
- Karsak, E.E, S Sozer, and E Alptekin (2003). "Product planning in quality function deployment using a combined analytic network process and goal programming approach." Computers and Industrial Engineering 44 (1): 171-190. doi:https://doi.org/10.1016/S0360-8352(02)00191-2
- Lun Chang, Kuei, Sen Kuei Liao, Tzeng Wei Tseng, and Chi Yi Liao (2015). "An ANP based TOPSIS approach for Taiwanese service apartment location selection." Asia Pacific Management Review 20 (2): 49-55. doi:https://doi.org/10.1016/j.apmrv.2014.12.007
- Masoud, M., & Jahanzamin, Y. (1390). Ecology and ecological urban design principles. national conference for sustainable development and civil engineering. Esfehan: Institute of Higher Education. Retrieved from https://www.civilica.com/Paper-NCSDUS01-NCSDUS01_018.html.
- Matouf, S. (1379). The role of culture, participation and environment in sustainable regional development. Pazhouhesh(2), 1-4. Retrieved from https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?ID=44282.
- McHarg, Ian L (1967). "An Ecological Method for Landscape Architecture." Landscape Architecture (Island Press) (57): 341-347. doi:https://doi.org/10.5822/978-1-61091-491-8_29.
- Mersal, amira (2016). "Sustainable Urban Futures: Environmental Planning For Sustainable Urban Development(improving sustainability concept in developing countries)." procedia environmental sciences 34: 49-61. doi:https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.1016%2Fj.proenv.2016.04.005.
- Ming Wey, Wann, and Kuei Yang Wu. (2007). "Using ANP priorities with goal programming in resource allocation in transportation." Mathematical & Computer Modelling 46 (7-8): 985-1000. doi:https://doi.org/10.1016/j.mcm.2007.03.017.
- Moore, Jennie, Sahar Attia, Adel Abdel-Kader, and Aparajithan Narasimhan (2019). "Build the Bridge to Socially Just and Ecologically Sustainable Cities." Ecocity World Summit 2019.Vancouver-Canada:Ecocity Builders.1-82. doi:10.1007/978-3-030-58399-6.
- Movahed, S., & Tabibian, M. (summer 2018). Analysis of Attitudes and Use of Urban Ecology Science In Urban Planning with Concentration on National to Local Plans. J.Env. Sci. Tech, 20(2), 171-189. Retrieved from https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=465684.
- Mumford, Lewis. (2010). Technics and Civilization. Chicago and London: the university of chicago press. https://www.amazon.com/Technics-Civilization-Lewis-Mumford/dp/0226550273.
- Nijhuis, Steffen, and Jauslin Daniel. (2015). "Urban landscape infrastructures Designing operative landscape structures for the built environment." Urban Landscape Infrastructures 3 (1): 13-34. doi:https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.7480%2Frius.3.874.
- O'Brien, Karen. (2011). "Global environmental change II: from adaptation." Progress in Human Geography 667-676. doi:https://doi.org/10.1177%2F0309132511425767.
- Ostadi, M., Soltani fard, H., Adab, H., Gholichipour, Z., & Pahlevani, A. (1396). evaluation and ranking of urban areas with emphasis on ecological quality of parks and green spaces by topsis method (case study : urban areas of mashhad). Ecology, 43(2), 329-347. doi: 10.22059/jes.2017.63082
- Peter, Head. (2008). Entering an Ecological Age: the engineer's role. Vol. 162. 2 vols. London. doi:https://doi.org/10.1680/cien.2009.162.2.70.
- Pickett, Steward T. A., Mary L. Cadenasso, Daniel L. Childers, Mark J. McDonnell, and Weiqi Zhou. (2016). "Evolution and future of urban ecological science:ecology in, of, and for the city." Ecosystem Health and Sustainability 2 (7): 1-16. doi:https://doi.org/10.1002/ehs2.1229.

- Pour ahmad, A., Abazari, N., Heidari, A., & Ghanizadeh Ghasemabadi, H. (1397). Ecology analysis of Tehran with emphasis on security ecology characteristics. Geographical explorations of desert areas, 6(1), 119-148. Retrieved from https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?d=462496.

- Pourkhabbaz, H., Kamani, S., Javanmardi, S., & Yousefi Khanghah,S(1396).Ecological modeling of urban development using AHP and Fuzzy Ahp Buckley interactive decision models (Case study: Arak suburb). Planning and arranging space, 21(1), 133-165. Retrieved from https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=463178.

- Raed fawzi, Mohammed ameen, and Mourshed Monjur. (2019). "Urban sustainability assessment framework development: the ranking and weighting of sustainability indicators using."Sustainable cities and society44:356-366. doi:https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.10.020.

- Rahnama, M., Kharazmi, O., & Karimi, E. (1392). feasibility of ecological city theory with emphasis on green space in mashhad city. first national conference of urban services & environment (p. 19). Mashhad: Mashhad municipality. Retrieved from https://www.civilica.com/Paper-USE01-USE01_118.html.

- Rahnamaee, M., Farhoudi, R., Ghalibaf, M., & Hadi pour, H. (1386). Structural and functional evolution of the neighborhood in Iranian cities. Geography (Scientific-Research Journal of the Geographical Society of Iran), 5(12,13), 19-43. Retrieved from https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?ID=234176.

- Register, Richard. (1987). Building cities for a Healthy Future. California: North Atlantic Books. https://www.amazon.com.au/Ecocity-Berkeley-Building-Cities-Healthy/dp/1556430094.

- Register, R. (2008). Eco-City Summit Report. Ecocity World Summit, (PP. 1-18). San Francisco. Retrieved from https://www.beaconpathway.co.nz/images/uploads/Conference_summary_Ecocity_World_Summit_Apr08.pdf

- Scheer, Brenda C, and Daniel Ferdelman. (2001). "Inner-city destruction and survival: the case of Over-the-Rhine,Cincinnati." Urban Morphology 5 (1): 15-27. https://www.researchgate.net/publication/293323352_Inner-city_destruction_and_survival_The_case_of_Over-the-Rhine_Cincinnati.

- Sdoukopoulos, Alexandros, Magda itsiava-Latinopoulou, Socrates Basbas, and Panagiotis Papaioannou. (2019). "Measuring progress towards transport sustainability through indicators: Analysis and metrics of the main indicator initiatives." Transportation Research Part D 67: 316-333. doi:https://doi.org/10.1016/j.trd.2018.11.020.

- Shakoei, H. (2013). Social geography of cities, social ecology of cities (Vol. 8). Tehran: Jahad Daneshgahi Press. Retrieved from http://www.isba.ir/MainPage.aspx?ID=5616&kind=6&bcode=54.

- Shamaie, A., Sasanpour, F., & Moradie, S.-o.-a. (summer 2017). The Analysis of Urban Neighborhoods Sustainability by Using of Multi-criteria Decision-making Methods (Case Study: 6th Region Neighborhoods of Tehran). J.Env. Sci. Tech, 19(2), 163-178. Retrieved from https://www.sid.ir/fa/Journal/ViewPaper.aspx?ID=291706.

- Shamee, A. (1382). Asymmetric spatial-physical development of Yazd city and its effects on the construction of the city ecology. Geographical research, 35(46), 19-37. Retrieved from https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=4635.

- Shie, E., Vahid, A., & Saremi, H. (1397). Factors influencing the location of high-rise buildings with emphasis on environmental sustainability (Case study: Qazvin city). Human Geography Research, 50(4), 873-890. doi:10.22059/jhgr.2018.229873.1007431.

- Spangenberg, Joachim H. (2005). "Economic Sustainability of the Economy: Concept and Indicators." International Journals of Sustainable Development 8 (1/2): 47-64. doi:10.1504/IJSD.2005.007374.

- Tavassolian, G., & Mohammadniyaye Gharayi, F. (9 July 2016). Explain the indicators of neighborhood sustainability with emphasis on morphological dimensions. 3rd International Conference on Modern Research in Civil Engineering, Architectural and Urban Development. Berlin-Germany: Karin Idea Managers Institute. Retrieved from https://www.sid.ir/fa/seminar/ViewPaper.aspx?ID=50091.

- Toth-Szabo, Zsuzsanna, and Andras Varhelyi. (2012). "Indicator framework for measuring sustainability of transport in the city." Procedia-Social and Behavioral sciences 48: 2035-2047. doi:https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.1177
- Valizadeh, R., & Dadashpour moghadam, M. (1398). Urban design and planning methods for sustainable development. Journal of Urban Design Studies and Urban Research, 2(6), 11-22. Retrieved from magiran.com/p2080310
- Wang, Xinhao, Danilo Palazzo, and Mark Carper. (2016). "Ecological wisdom as an emerging field of scholarly inquiry in urban planning and design." Landscape and Urban Planning (University of Cincinnati, School of Planning) 155: 100-107. doi:https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.05.019.
- Whiston Spirn, Anne. (1984). "City and Nature" from the Granite Garden: Urban Nature and Human Design. New York: Basic Books. https://www.worldcat.org/title/granite-garden-urban-nature-and-human-design/oclc/9946503.
- Williams, Katie, Elizabeth Burton, and Mike Jenks (2000). Achieving Sustainable Urban Form. London, New york: spon press (2000). Achieving Sustainable Urban Form. London, New york: spon press. https://www.amazon.com/Compact-City-Achieving-Sustainable-Urban/dp/0419244506.
- Wu, sisi, yelin fu, hai shen, and fan liu. (2018). "Using ranked weights and Shannon entropy to modify regional sustainable society index." Sustainable Cities and Society 41: 443-448. doi:https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.05.052.
- Yan Sun, Li, Cheng lin Miao, and Li Yang. (2017). "Ecological-economic efficiency evaluation of green technology innovation in strategic emerging industries based on entropy weighted TOPSIS method." Ecological Indicators 73: 554-558. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.10.018
- Yigitcanlar, T, and D Dizdaroglu. (2015). "Ecological approaches in planning for sustainable cities A review of the literature." Global J.Environ.Sci. Manage1(2):159-188. doi:https://dx.doi.org/10.7508/gjesm.2015.02.008.
- Zebardast, E. (1389). The Application of Analytic Network Process (ANP) in Urban and Regional Planning. Journal of Fine Arts-Architecture and Urban Planning, 2(41), 79-90. Retrieved from https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?ID=182890

سنجش معیارهای اکولوژی شهری در منطقهٔ ۹ مشهد

دکتر تکتم حنایی[1*]، پریناز صادق اقبالی[2] ، دکتر مریم دانشور[3]

جغرافیاوتوسعه، شمارهٔ ۶۱، زمستان ۱۳۹۹
تاریخ دریافت: ۹۸/۱۲/۲۸
تاریخ پذیرش: ۹۹/۳/۲۹
صفحات : ۳۷۴- ۳۳۵

واژه‌های کلیدی:
آنتروپـی شـانون، تاپسـیس، تحلیـل شبکه‌ای(ANP)،رتبه‌بندی، شاخص‌های اکولوژی شهری.

چکیده

اکولوژی شهری، علم نوپایی است که به طور مؤثر سعی بر درک کامل تعامل میان محیط، اقتصاد، سیاست و فاکتورهای فرهنگی- اجتماعی براساس اصول اکولوژیک دارد؛ به صورتی که انسان‌ها را قادر ساخته که در هارمونی و هماهنگی با طبیعت به شکوفایی رسیده و به پایداری دست یابند. هدف اصلی این پژوهش، سنجش معیارهای مؤثر بر ارتقاء اکولوژی شهری است. بدین منظور نواحی منطقهٔ ۹ مشهد[4] به‌دلیل داشتن نقش اکولوژیکی مؤثر نسبت به سایر مناطق شهری که در معرض تهدید تخریب هستند، مورد انتخاب قرار گرفته است. در این پژوهش با هدف کاربردی و روش توصیفی-تحلیلی به گردآوری اطلاعات شامل مطالعات کتابخانه‌ای و تکمیل پرسشنامه توسط جامعهٔ آماری متخصصان منطقهٔ ۹ مشهد براساس چارچوب نظری پرداخته شده است. تجزیه‌وتحلیل یافته‌ها به صورت آماری-توصیفی، با استفاده از تکنیک گام‌به‌گام فرایند تحلیل شبکه‌ای ANP و آنتروپی شانون و TOPSIS بر پایهٔ متغیرها، نظام‌های شهری، معیار و شاخص‌های پژوهش بوده که در آخر با بهره‌گیری از نرم‌افزار Arc GIS، نقشه برخورداری نواحی منطقهٔ ۹ در راستای موارد پژوهش ترسیم شد. در نهایت مشاهده شد، ناحیهٔ ۳ شهرداری منطقه به لحاظ اکولوژی شهری در شرایط مطلوبی قرار ندارد. بدین‌منظور با تکیه بر تکنیک تاپسیس، مشخص شد که ضعف در شاخصه‌های نرخ مشارکت شهروندان با نهادهای شهری، افزایش حس تعلق به محله، تناسبات طول و عرض معابر و نرخ تعداد اشتغال و همچنین ضعف در متغیرهای پایداری زیست‌محیطی و پایداری اجتماعی-اقتصادی و ضعف در نظام حمل‌ونقل و دسترسی و نظام زیست‌محیطی در اکولوژی شهری منطقه اثری منفی گذاشته‌اند. از طرفی براساس تکنیک ANP، مشخص شد که معیارهای حمل‌ونقل پایدار، کاهش فاصلهٔ طبقاتی و بهره‌وری زیستی معابر و نظام‌های فضای باز همگانی، نظام دسترسی حمل‌ونقل و نظام اقتصادی از بیشترین میزان ارجحیت در منطقه برخوردار هستند و متغیر پایداری اجتماعی-اقتصادی به‌عنوان مؤثرترین متغیر با تکنیک وزنی آنتروپی شانون تعیین شد؛ درنتیجه یکی از مهم‌ترین فرضیه‌های تحقیق مبنی بر تأثیر بسزای مؤلفه‌های اجتماعی-اقتصادی و نقش حد واسط مؤلفه‌های زیست‌محیطی در اکولوژی شهری منطقهٔ ۹ مشهد تأیید شد که در این راستا پیشنهادهایی مبنی بر ارتقاء اکوسیستی منطقه ارائه شده‌است.

مقدمه

تاریخ تکامل سکونتگاه‌های انسانی نشانگر آن است که در مراحل اولیهٔ شهرنشینی، انسان ابزار لازم برای دخالت در طبیعت را در دست نداشت. تعادل بین انسان و طبیعت به‌واسطهٔ طبیعت حاکم می‌شد. در قرن نوزدهم میلادی با پیشرفت سریع تکنولوژی و متعاقب آن افزایش روند شهرنشینی، تعادل دیرینهٔ انسان و طبیعت رو به نابودی گرایید؛ چنانچه با تغییرات اساسی در فعالیت‌ها و کالبد شهرهای امروز، ارتباط حیاتی با طبیعت گسسته شده که با به‌مخاطره افتادن حیات تمامی موجودات زنده، برقراری مجدد چنین تعادلی، دیدگاه‌های نوینی را می‌طلبد. *(ایرانی بهبهانی، زندی و ابرکار،۱۳۸۱: ۴۴)*. از طرفی امروزه تأثیر فعالیت‌های انسانی بر سیستم‌های زیست‌محیطی زمین به‌قدری حائز اهمیت است که به‌عنوان یک دورهٔ زمین‌شناسی جدید[4] یا دورهٔ زمین‌شناسی تحت تسلط انسان شناخته می‌شود*(Nijhuis & Daniel, 2015: 15)* که گسترش‌شهرنشینی از تبعات آن است.نظام‌اکولوژی

۱- استادیار گروه شهرسازی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران (نویسنده مسئول) t.hanaee@mshdiau.ac.ir
۲- دانشجو کارشناسی ارشد طراحی شهری، گروه شهرسازی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران Se_parinaz@yahoo.com
۳- استادیار گروه شهرسازی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران m.daneshvar@srbiau.ac.ir

۴- مقاله پیش رو برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد پریناز صادق اقبالی، رشته طراحی شهری با عنوان " طراحی محله شهری با رهیافت توسعه اکولوژیک در راستای دستیابی به اقتصاد پایدار" از دانشگاه آزاد مشهد دفاع شده در تیر ۱۳۹۸ می باشد. که به راهنمایی دکتر تکتم حنایی و مشاوره دکتر مریم دانشور انجام یافته است.

شهر یا ساخت اکولوژی شهر تحت‌تأثیر عواملی چون ویژگی‌های محیط طبیعی، ساختار جمعیت، ساختار تکنولوژی، نظام مدیریت شهری، شرایط اجتماعی رفتاری مردم شکل می‌گیرد *(شماعی، توسعه ناموزون فضایی-کالبدی شهر یزد و اثرات آن بر ساخت اکولوژی شهر،۱۳۸۲: ۲۰)*

بیان مسئله

«شهرها» مسبب ۸۰٪ از تغییرات آب‌وهوایی توسط گازهای گلخانه‌ای هستند؛ به‌گونه‌ای‌که کیفیت منابع طبیعی با توجه به افزایش جمعیت شهری همراه با گسترش شهرک‌ها و توسعهٔ شبکه‌های حمل‌ونقل و فعالیت‌های صنعتی تحت‌تأثیر قرار گرفته‌است *(Yigitcanlar & Dizdaroglu, 2015: 161)* که می‌توان به نتایج تأثیرات مخرب انسانی بر سیستم‌های طبیعی درقالب ۳مؤلفهٔ فعالیت‌های‌انسانی،اثرات زیست‌محیطی محلی و زیست‌محیطی جهانی اشاره کرد:

-فعالیت‌های انسانی ۱- اثر رشد جمعیت که سبب: تغییر کاربری، پراکندگی مراکز شهری، تغییر سبک زندگی، نیازها و انتظارات می‌شود، ۲- اثر جهانی فعالیت انسانی سبب: رشد شهرنشینی، حمل‌ونقل، صنعتی‌شدن، ازدیاد تولید گاز گلخانه‌ای، تولیدات مازاد، مشکل در سیستم دفع مواد؛ که درنهایت منجربه مشکلات محلی ذیل می‌شوند:

-اثرات مخرب زیست‌محیطی در سطح محلی ۱- خاک: کاهش حاصلخیزی و فرسایش خاک و خطرات آن، اختلال در چرخهٔ مواد مغذی خاک، ورود زباله‌های شیمیایی و خطرناک به خاک، ۲- آب: کاهش نفوذ آب، رواناب و فاضلاب سطحی، ایجاد آلودگی آب، ایجاد مخاطرات طبیعی، ایجاد جزیرهٔ گرمایی شهری، ۳- هوا: افزایش و انتشار آلاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ای، افزایش مرگ‌ومیر، افزایش امراض ازقبیل بیماری‌های ریوی، قلبی و عروقی و عصبی؛ که درنهایت بر سطح بالاتر خود (جهانی) اثر می‌گذارند.

-اثرات مخرب زیست‌محیطی در سطح جهانی ۱-تغییرات آب‌وهوایی: گرم‌ترشدن سطوح، افزایش دما، تشدید شرایط آب‌وهوایی، بالاآمدن سطح دریا، ۲- کاهش تنوع‌زیستی:انقراض‌گیاهان و جانوران،تخریب‌زیستگاه‌ها، اکوسیستم‌ناسالم*(Yigitcanlar&Dizdaroglu,2015:161)*

بررسی اثرات مخرب فعالیت‌های انسانی و درنظر نگرفتن زمینهٔ اکولوژیک به‌عنوان مسئلهٔ مهم جهانی و داخلی حاکی از این مهم بوده‌است. شهر مشهد با نقش و عملکرد فرهنگی و مذهبی و اهمیت ارتباطی و تجاری، طی سی سال به کلانشهری با رشد ناموزون و نامتعادل تبدیل شده‌است و نواحی منطقهٔ ۹ مشهد نیز به‌دلیل وجود ارتفاعات و منابع بکر اکولوژیک و مشکلات ساخت‌وساز نیز از مناطق مسئله‌دار محسوب می‌شود. این پژوهش به‌دنبال بیان شاخصه‌های قابل‌اندازه‌گیری اکولوژی شهری درراستای هدف اصلی اکولوژیست‌ها و دغدغهٔ اساسی جهانی بوده که بتواند ادامه‌دهندهٔ اهداف سایر پژوهش‌های پیشین بوده و دغدغهٔ کاربردی‌بودن آن را به سرانجام برساند. لازم به ذکر است که تاکنون در سطح شهر مشهد و منطقهٔ ۹ که یکی از مناطق حائز اهمیت به لحاظ دارابودن حداکثر شاخص‌های اکولوژیک در شهر مشهد بوده، پژوهشی در این باب صورت نگرفته و منطقهٔ ۹ به‌دلیل قرارگرفتن در موقعیت استراتژیک اکولوژیک (ارتفاعات جنوبی، باغات و...) و افزایش ساخت‌وساز در دامنهٔ کوه‌ها و تهدید امکان تخریب اکولوژی منطقه، سعی در ارائهٔ دستورالعمل‌های اکولوژیک درراستای چشم‌انداز شهرداری منطقه (منطقهٔ پویا و سرسبز) دارد. عنوان مهم‌ترین سؤالات و فرضیه‌هایی که این پروژه به‌دنبال

پاسخ آن است، به شرح ذیل است و درنهایت به سؤالات‌وفرضیات تحقیق پاسخ داده شده و پیشنهاداتی به‌منظور همگونی نواحی منطقهٔ ۹ مطرح شد.

-مفهوم اکولوژی در شهر با توجه به مبانی معاصر چیست؟

-چه مؤلفه‌هایی در حیطهٔ قلمرو اکولوژی شهری منطقهٔ ۹ مشهد حائز اهمیت هستند؟

-رتبه‌بندی نواحی منطقهٔ ۹ مشهد به لحاظ دارابودن شاخص‌های حائز اهمیت پژوهش کدام‌اند؟

- مروری بر مبانی نظری و پیشینهٔ پژوهش

- تعریف و پیشینهٔ اکولوژی شهری

واژهٔ «اکو» دراصطلاح، از واژهٔ یونانی oikkos به‌معنای «خانه» می‌آید *(کوآن، ۱۳۸۹: ۱۲۰)* نخستین بار هکل (۱۸۸۶) اکولوژی را ارتباط متقابل میان موجودات زنده و محیط غیرزنده، بیان کرد. *(Erlhoff & Marshall, 2008: 148)* تحقیقات او که بر پایهٔ نظریات داروین شکل‌گرفت، سبب ایجاد زیرمجموعه‌هایی از علم اکولوژی در جهان شد. *(Roots of ecology, 2012: x1)* سپس پاتریک‌گدس (۱۹۱۵) نظریهٔ «زیست منطقه‌ای» و تکامل تدریجی شهرها را بیان کرد که طرفدار برنامه‌ریزی ارگانیک شهر بود؛ به‌گونه‌ای‌که شهر و حومهٔ آن را به‌عنوان یک کل ارگانیک در حال رشد نگاه می‌کرد که اعتقاد داشت طرح آیندهٔ شهر باید براساس شناخت پیشینهٔ طبیعی و فرهنگی (روابط انسانی) آن باشد. *(Geddes,1915:216)* . پس از آن لوئیس مامفورد (۱۹۶۸) که از نخستین کسانی است که فرهنگ شهرنشینی اکولوژیک را بیان می‌دارد، در کتاب «فرهنگ شهرها» از شهرها به‌عنوان محصول زمین و حادثهٔ طبیعت یاد می‌کند و بیان می‌دارد: «گسترش افقی و پراکندهٔ شهر موجب گسترش حومه‌نشینی و مشکلات اجتماعی شده‌است». *(Mumford, 2010:3)* درواقع نقطهٔ عطف برنامه‌ریزی و طراحی شهری با پیش‌نیاز طبیعت، از نظریهٔ برنامه‌ریزی اکولوژیک ایان مک‌هارگ (۱۹۶۷) نشأت می‌گیرد. مک‌هارگ لازمهٔ تکامل شهری را سلامتی[1] عنوان می‌دارد که توسط پیچیدگی[2]، گوناگونی، وابستگی (همزیستی)[3]، پایداری (حالت دائمی)[4]، گونه‌های متعدد و انتروپی کم، بیان می‌شود. *(McHarg, 1967: 97)* اسپیرن (۱۹۸۴) نیز در تکامل هارگ بیان می‌دارد که شهرها بخشی از جهان‌طبیعی هستند که درنهایت می‌توانند با فرایندهای طبیعی هماهنگ شوند. *(Whiston Spirn, 1984:114)* ؛ بدین‌گونه با بررسی پیشینهٔ اکولوژی در شهر، می‌توان عنوان کرد که اکولوژی شهری اصطلاح جدیدی است که بنیانش بر مفاهیمی استوار است که سابقهٔ طولانی دارند. در سال ۱۹۷۵ «ریچارد ریجستر» و چند دوست در «برکلی» (Berkeley) کالیفرنیا، یک سازمان برای بازساخت شهرها در تعادل با طبیعت با نام «اکولوژی شهری[5]» بنیان نهادند که به‌تدریج این سازمان کنفرانس‌هایی از ۱۹۹۰ در برکلی امریکا *(روزلند زمستان، ۱۳۷۸: ۳۷)* تا هم‌اکنون(۲۰۱۹ کانادا) با هدف شکل‌گیری شهرها براساس اصول اکولوژیک برپا کرد.

1-Health
2-Complexity
3-Interdependence(symbiosis)
4-Stability(steady state)
5-Urban Ecology

جدول ۱: جمع‌بندی نظریه‌پردازان با تأکید بر اکولوژی شهری

نظریه‌پرداز	سال	اقدامت مؤثر	مؤلفه‌های کلیدی
هکل	۱۸۸۶	شناخت رابطهٔ متقابل میان موجودات زنده و محیط آن‌ها *(Erlhoff & Marshall, 2008: 148)*	ارتباط طبیعی
پاتریک گدس	۱۹۱۵	نظریهٔ زیست منطقه‌ای «شهر و ناحیه» و تکامل تدریجی شهرها و لزوم هماهنگی زندگی اجتماعی در شهرها *(Geddes,1915:216)*	بازآفرینی اجتماعی و کالبدی، طراحی ارگانیک، تعادل منطقه‌ای
لوئیس مامفورد	۱۹۶۸	کتاب فرهنگ شهرها *(Mumford,2010: 3)*	تراکم بالا، فشردگی محلی، شکل‌گیری ارگانیک طبیعت
ایان مک‌هارگ	۱۹۶۷	کتاب طراحی با طبیعت*(McHarg, 1967: 97)*	سلامت، درآمد، ترکیب سنی جمعیت، تراکم، قومیت، کیفیت محیط طبیعی
ریچارد ریجستر	۱۹۷۵	کتاب اکولوژی شهری، ساخت شهرها برای آینده‌ای سالم *(Register, Ecocity Berkeley,1987: 27)*	انرژی پاک، تراکم بالا، فشردگی محله، تمرکزگرایی فعالیت، پیاده‌مداری، حمل‌ونقل عمومی
کولین فورنیه	۱۹۸۶	اکوسیتی فشرده *(مسعود و جهان زمین، ۱۳۹۰: ۴)*	تراکم بالا، فشردگی محله، شبکهٔ فضاهای باز عمومی، کاربری مختلط، پیاده‌مداری
گواتاری	۲۰۰۰	نظریهٔ ۳ اکولوژی: اکولوژی محیطی، اکولوژی اجتماعی، اکولوژی ذهنی *(مسعود و جهان زمین، ۱۳۹۰: ۵)* *(Dale C. & Fitzgerald ,2013: 213)*	امنیت اکولوژیک، بهداشت اکولوژیک، منظر اکولوژیک، آگاهی اکولوژیک
مسعود و جهانزمین	۲۰۰۱	نتیجه‌گیری اصول طراحی اکولوژیک در مقاله *(مسعود و جهان زمین، ۱۳۹۰: ۸-۹)*	تنوع زیستی، پیاده‌مداری، بازاستقرار سکونتگاه‌های طبیعی و حیات‌وحش، اختلاط کاربری و فعالیت، حفاظت از بستر رودخانه‌ها و نهرها و یکپارچگی آبراهها،حمل‌ونقل عمومی سبز، هویت بومی، ساختار شبکه‌ای عرصه‌های اکولوژیک، انتقال تدریجی توده‌گذاری، منظر سبز، خوداتکایی محلی، حفاظت از منابع، انرژی‌های تجدیدپذیر، ازبین‌بردن آلودگی‌های زیست‌محیطی، مدیریت بهینهٔ اکوسیستم‌های طبیعی
هیمنز، بردسل، موریسون، برن، ارون	۲۰۱۹	ارائهٔ تم‌های‌اکولوژیک: خدمات اکوسیستمی، سیستم‌های اکولوژیک-اجتماعی، انعطاف‌پذیری، تنوع زیستی، منظر، زیرساخت‌های سبز، یکپارچگی *(Heymans, et al, 2019: 8-14)*	حفاظت اکولوژیک متقابل، ارتباط یکپارچهٔ انسان-طبیعت به‌صورت چرخه‌ای، رفاه و سلامت انسانی، عملکردهای چندمنظوره و انعطاف‌پذیر، خودبازسازی‌کننده، مدولارسازی، تنوع و ارتباط زیستی و گونه‌ها، منظر یکپارچه از طریق ارتباط باغ‌های خانگی، بام سبز، دیوار سبز، شبکه‌های سبز چندعملکردی، آگاهی اکولوژیک
کنفرانس اکوسیتی، ۲۰۱۹	۲۰۱۹	بیان مؤلفه‌های اساسی اکوسیتی در شهرسازی: ۱-طراحی‌شهری۲- زیست-زمین‌شناختی ۳-اجتماعی-فرهنگی ۴- بوم‌شناسی *(Moore, Attia, Abdel-Kader, & Narasimhan, 2019: 13)*	۱- دسترسی نزدیک، مسکن امن و قابل‌استطاعت، ساختمان سبز، حمل‌ونقل دوستدار طبیعت ۲- هوای پاک، آب پاک، سوخت سالم، متریال و منابع معتبر، انرژی پاک و تجدیدپذیر، غذای سالم و قابل‌دسترس ۳- فرهنگ سالم، ظرفیت اجتماعی و دولتی، اقتصاد سالم و متساوی، تحصیلات مادام‌العمر، کیفیت زندگی ۴- تنوع زیستی سالم، ظرفیت تحمل زمین، یکپارچگی بوم‌شناختی

مأخذ: جمع آوری مطالعات نگارندگان، ۱۳۹۸

به‌نقل‌از پیکت و همکاران، به‌طورکلی، دو تحول فرهنگی رشد و تکامل، علم اکولوژی شهری را تسهیل کردند. افزایش دسترسی و جهانی‌شدن اقتصاد و فرهنگ.*(Pickett etal, 2016: 1)* و *(O'Brien,2012:36)* و نگرانی‌های روبه‌رشد پایداری در شهرها و کلان‌شهرها *(Birch&Wachter, 2008: 118)* مسعود و جهان‌زمین، در کتاب «اکوسیتی برکلی: ساخت شهرها برای آیندهٔ سالم»، تعریف ریجستر (۱۹۸۷) از اکوسیتی را بیان می‌دارند: «اکوسیتی، شهری است که با توجه به تأثیرات محیطی آن طراحی شده باشد، مردمی در آن ساکن باشند که دغدغهٔ به‌حداقل‌رساندن انرژی موردنیاز برای غذا، آب و ضایعات خروجی گرما، آلودگی هوا، کربن‌دی‌اکسید، متان و آلودگی آب را داشته باشند.» *(Register, Eco-City Summit Report, 2008: 9)* ریجستر در این کتاب، بلندمرتبه‌سازی را عامل حفظ تعادل اکولوژی به‌جای گسترش افقی می‌داند که باعث «حفظ اراضی زراعی و طبیعت، افزایش ذخیرهٔ انرژی و دسترسی سالم به حمل‌ونقل عمومی و پیاده، تعاملات اجتماعی متنوع می‌شود»
(Register, Ecocity Berkeley, 1987: 27)

اکوسیتی از نظر رابرت کوآن به شهری گفته می‌شود که هدف آن رسیدن به بالاترین میزان پایداری باشد *(کوآن، دیکشنری شهرسازی، ۱۳۸۹: ۱۱۹)*. کولین فورنیه ۱۹۸۶ نیز با حمایت از اکوسیتی فشرده به اصول

ریجستر می‌پردازد و حمل‌ونقل عمومی، اختلاط کاربری و پیاده‌مداری را مطرح می‌کند *(مسعود و جهان زمین، ۱۳۹۰: ۴)*. از طرفی برنی ۱۹۹۲، فالودی ۱۹۹۲، هارگ ۱۹۹۲، اسمیت ۱۹۹۶، بانیستر ۱۹۹۲، به مخالفت با فشردگی شهر پرداخته‌اند و معتقدند که فشردگی سبب ازمیان‌رفتن تعادل منطقه‌ای شده و تهدیدی است برای روستاها و استفادهٔ بهینهٔ انرژی را مستلزم تراکم کم می‌دانند.اسمیت معتقد است که حمل‌ونقل بدون ازدحام، زمینهٔ تمرکززدایی را فراهم می‌سازد، زیرا دسترسی به تسهیلات متکی به سرعت است نه نزدیکی. از سویی دیگر با تعاریف ذکرشده از اکولوژی شهری، می‌توان عنوان کرد، به‌نقل‌از هیمانز و همکاران، با توجه به اینکه مؤلفه‌های اکولوژیک در جهان هنوز رایج نشده‌است، نیاز به اصولی است تا پلی باشد میان تئوری و کاربرد اکولوژی در برنامه‌ریزی شهری و طراحی پایدار *(Wang, Palazzo & Carper, 2016: 2; Heymans et al, 2019: 1)*

گواتاری (۲۰۰۰) در نظریهٔ ۳ اکولوژیک: محیطی، اجتماعی و ذهنی،*(Dale C&Fitzgerald, 2013: 213)* به‌نقل‌از مسعود و جهان زمین، ۵ اصل از اکولوژی را بیان می‌دارد: ۱- امنیت اکولوژیک ۲- بهداشت اکولوژیک ۳- متابولیسم صنعتی اکولوژیک ۴- منظر اکولوژیک ۵- آگاهی اکولوژیک *(مسعود و جهان‌زمین، ۱۳۹۰: ۵)* و در ادامه به جمع‌بندی اصول اکولوژیک می‌پردازند.

در کنفرانس‌بین‌المللی اکوسیتی ونکوور کانادا(۲۰۱۹)، سازمان اکوسیتی[1] استانداردهای جهانی اکوسیتی را در قالب ۴ مؤلفه بیان می‌دارد:

۱- طراحی شهری: دسترسی نزدیک، مسکن امن و قابل‌استطاعت، ساختمان سبز، حمل‌ونقل دوستدار طبیعت، ۲- زیست- زمین‌شناختی[2]: هوای پاک، آب پاک، سوخت سالم، متریال و منابع معتبر، انرژی پاک و تجدیدپذیر، غذا سالم و قابل‌دسترس، ۳- اجتماعی- فرهنگی: فرهنگ سالم، ظرفیت اجتماعی و دولتی، اقتصاد سالم و متساوی، تحصیلات مادام‌العمر، کیفیت زندگی، ۴- بوم‌شناسی[3]: (تنوع زیستی سالم، ظرفیت تحمل زمین، یکپارچگی بوم‌شناختی *(Moore et al,2019:13)*

درخصوص معیار اجتماعی-فرهنگی این کنفرانس، ویلیام در کتاب خود با بررسی شاخص‌های عدالت اجتماعی، به معیارهایی دست یافته که زیرمجموعهٔ اکولوژی شهری محسوب می‌شوند؛ درواقع نقطهٔ مشترک آن‌ها پایداری است که می‌توان در تمامی شاخصه‌ها کرد پیاد کند. ویلیام: تراکم بالا، اختلاط عملکردی، افزایش نرخ‌ها، دسترسی به خدمات و فضای سبز و شغلی، استفاده از حمل‌ونقل عمومی، سفر غیرموتوری، تعداد فضاهای زندگی، سلامتی، جُرم، جدایی‌گزینی اجتماعی، فرصت شغلی، مسکن قابل استطاعت و درآمد را شاخصه‌های عدالت و پایداری اجتماعی می‌داند. *(Williams, Burton & Jenks, Achieving Sustainable Urban Form, 2000: 21-22)*

از طرفی هیمنز و همکاران (۲۰۱۹) در مقالهٔ خود به بررسی اصول اکولوژیک و پژوهش‌های صورت‌گرفته پرداخته‌اند و درنهایت به جمع‌بندی مؤلفه‌هایی که میان سایر پژوهشگران نیز یکسان بود، رسیده‌اند و موضوعات تأثیرگذار بر برنامه‌ریزی و طراحی اکولوژیک را بیان کرده‌اند:

-خدمات متقابل اکوسیستم میان انسان و طبیعت:

۱- اکوخدمات طبیعت به انسان‌ها: فراهم‌آوردن[4] (غذا، محصولات)، حمایت (از سایر خدمات اکوسیستمی مثل بازیافت خاک و مواد مغذی)، تعدیل‌کردن (تنظیم فرایندهای اکوسیستمی مثل تصفیهٔ هوا و آب)؛ ۲- اکوخدمات انسان‌ها به طبیعت: حفاظت از آن، تجدید و بازسازی طبیعت، استفادهٔ فرهنگی از طبیعت (تفریحی، روحی و روانی، زیباشناختی)

1-Ecocity World Summit
2-Bio-Geo-Physical
3-Ecological
4-Provisioning

-سیستم‌های اجتماعی- اکولوژیک (متشکل از نظریات اکولوژی سیستم‌ها، پایداری، پیچیدگی سیستم‌ها و انعطاف‌پذیری، رفاه و سلامتی انسانی) شامل: ۱- پویایی؛ ۲- یکپارچگی انسان و طبیعت در محیط؛ ۳- چرخه‌ای‌بودن و غیرخطی؛ ۴- اجتماع؛ ۵- عدم تعادل.

-انعطاف‌پذیری: ۱- ظرفیت انطباقی (توانایی سیستم برای رسیدن به تعادل پس از اغتشاش مثلاً بلایای طبیعی)؛ ۲- خودسازمانده؛ ۳- چرخهٔ حیات (تقویت چرخهٔ زیست)؛ ۴- سازه‌های مدولار.

-تنوع زیستی: ۱- تنوع گونه‌ها، ژنتیک و اکوسیستم‌ها ۲- ارتباط اکولوژیکی ۳- حفاظت زیستی ۴- مسکن

-منظر: ۱- منظر به‌عنوان ساختار اصلی؛ ۲- ناهمگونی فضایی؛ ۳- چندمقیاسه‌بودن منظر ۴- ارتباط منظر (ارتباط میان اکوسیستم‌ها از طریق زیرساخت سبز، شبکه‌های اکولوژیکی، باغ‌های خانگی، بام سبز، دیوار سبز).

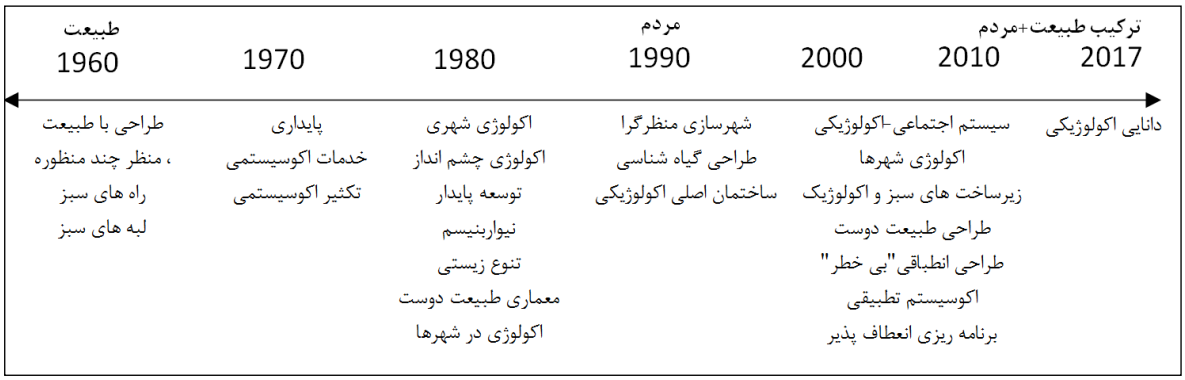
-زیرساخت سبز: ۱- چندعملکردی در زمان و فضا؛ ۲- چندمنظوره؛ ۳- ترکیبی از عناصر طبیعی و مصنوع؛ ۴- شبکه‌های یکپارچه.

-یکپارچه و فراگیر: ۱- آگاهی اکولوژیک؛ ۲- بازسازی و احیاکننده؛ ۳-معماری زیست‌دوست؛ ۴-کشاورزی شهری؛ ۵- بین‌رشته‌ای.

کردار شمارهٔ ۱، نشان می‌دهد که عمدهٔ توجهات به محیط‌زیست از طریق یکپارچه‌سازی اکولوژیک و برنامه‌ریزی و طراحی شهری از دههٔ ۱۹۸۰ به بعد بوده‌است. از طرفی از سال ۲۰۰۰ به بعد مفاهیم و تئوری‌های منعکس‌کنندهٔ رویکرد سیستم‌های اجتماعی- اکولوژیک، توسعه یافته‌است که این مسئله را می‌توان با افزایش بهره و درک تأثیر منفی شهرنشینی برروی اکوسیستم‌ها و بوم‌جهانی، پیامدهای رفاه انسانی، بینش از نظریهٔ سیستم‌ها و پیشرفت تحقیقات پایداری و توسعهٔ سیاست توضیح داد. این کردار به‌شدت حاکی از آن است که یک الگوی جدید اکولوژیک در برنامه‌ریزی شهری، براساس دیدگاه کل‌نگرانه از سیستم‌های شهری با طبیعت یکپارچه در حال ظهور است. *(Heymans et al, 2019: 8, 14)* که در ادامه به شاخصه‌های کالبدی محلهٔ اکولوژیک می‌پردازیم. به‌طورکل می‌توان یکی از بارزترین وجوه تحول کالبدی محله‌های شهری را تحول در شبکهٔ معابر عنوان کرد. *(رهنمایی، و همکاران، ۱۳۸۶: ۳۸)* از نظر سه مکتب اصلی ریخت‌شناسی انگلیسی، فرانسوی و ایتالیایی کالبد باید از سه جنبهٔ اصلی درک شود: زمان، فرم و مقیاس. *(جمالی، ۱۳۹۴: ۸۷)*. از طرفی نیز می‌توان به نوعی نظریات اکولوژیک ساخت شهر را به بخش‌های کوچک‌تر از شهر، اعم‌از محله یا منطقه تعمیم داد که ازجمله مهم‌ترین نظریات‌ساخت اکولوژیک شهر می‌توان اشاره کرد به :

۱ -ارنتست برگس (۱۹۲۵)، ساخت متحدالمرکز شهر اشاره کرد که رشد شهر از مرکز به پیرامون مانند تنهٔ درخت به شکل حلقه‌های متحدالمرکز است. *(شکوهی، ۱۳۹۲: ۵۲)* که ۱- بخش مرکزی: مرکز تجارت شهر؛ ۲- منطقهٔ تحول(گذار)؛ ۳- منطقهٔ مسکونی کارگران؛ ۴- منطقهٔ سکونتگاه‌های بهتر؛ ۵- منطقهٔ آمد و شد روزانهٔ شاخص‌های آن هستند. *(مافی و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۰۰) (موحد و طبیبیان، ۱۳۹۷: ۱۷۶)*

۲ - چنسی‌هریس و ادوارد اولمن (۱۹۴۵)، ساخت چندهسته‌ای شهر را بیان کردند *(مافی و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۰۰)* و شاخص‌های ۱- مرکز تجارت شهر؛ ۲- منطقهٔ صنایع سبک عمده‌فروشی؛ ۳- منطقهٔ مسکونی طبقهٔ کم‌درآمد؛ ۴- منطقهٔ مسکونی طبقهٔ متوسط؛ ۵- منطقهٔ مسکونی طبقهٔ پردرآمد؛ ۶- منطقهٔ صنایع سنگین؛ ۷- منطقهٔ تجارت دور از بخش مرکز. *(موحد و طبیبیان، ۱۳۹۷: ۱۷۶؛ عباس‌زاده و رهنما، ۱۳۸۷: ۳۸)*



تصویر ۱: کردار زمانی توسعهٔ برنامه‌ریزی شهری اکولوژیک و کانسپت‌های طراحی
مأخذ: (Heymans, et al, 2019: 14)

۳ - همر هویت ۱۹۶۰، ساخت قطاعی شهر مبتنی بر نظریهٔ دوایر متحدالمرکز و تغییر و تعدیلی درجهات مختلف این نظریه *(مافی و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۰۰)* و شاخص‌های ۱- بخش مرکز تجارت؛ ۲- حمل‌ونقل و صنعت؛ ۳- منطقهٔ مسکونی طبقهٔ کم‌درآمد؛ ۴- منطقهٔ مسکونی طبقهٔ متوسط؛ ۵- منطقهٔ مسکونی طبقهٔ پردرآمد *(موحد و طبیبیان، ۱۳۹۷: ۱۷۶)*

از طرفی به‌نقل‌از توسلیان و محمد نیای قرایی *(۱۳۹۵)* ابعاد ریخت‌شناسی پایدار محلات شهری این‌گونه است: *(توسلیان و قرایی، ۱۳۹۵: ۸)*

۱ - «تراکم بالا و اشکال فشرده»؛ به‌گونه‌ای‌که از طریق اجتماعات یکپارچه و حس مکان و پیاده‌مداری بتوان بر سرویس حمل‌ونقل عمومی نظارت کارآمد داشت؛

۲ - «اختلاط کاربری و استفادهٔ ترکیبی از زمین»، یکپارچگی، پیوستگی اجتماعی و وابستگی به مکان را ارتقا می‌دهد؛

۳ - «پیوستگی مکان و فرهنگ اجتماعی» از طریق «نوسازی و بازسازی زیرساخت‌ها و حفظ شکل ساختمانی»؛

۴ - «تعدیل آب‌وهوایی و حفاظت طبیعی» از طریق فضاهای بازطبیعی، پارک‌ها، سلامت زیستی: ورزش، تفریح، محل سکونت برای همه، اعم‌از حیوانات؛

۵ - «تعادل در اندازهٔ ساخت ابنیه» زیرا ساختمان‌های درشت‌مقیاس به لحاظ حفظ انرژی کارآمد نبوده و موجب تغییر دمایی در شهر می‌شوند؛ هرچند با استفاده از تکنولوژی‌های ساخت می‌توان اثرات آن را به حداقل رساند؛

۶ - «افزایش سازگاری عملکردی زمین» از طریق تنوع ترکیبی ابنیه، اعم‌از: سن، اندازه، سبب تعادل در قشربندی اقتصادی- اجتماعی شده و موجبات عدالت اقتصادی را فراهم می‌آورد؛ ازجمله در شهرهای امریکا و انگلیس که به‌جای اشکال پراکنده شهری، سعی در تراکم‌سازی و توسعهٔ مجدد و ایجاد مراکز جایگزین شده‌است. *(همان، ۱۳۹۵: ۸)(Scheer & Ferdelman, 2001: 24-26)*

تودرت و مایر (۲۰۰۷) نیز به بررسی کالبدی به‌طور خاص و تأثیر آن بر اکولوژی پرداخته و شاخصه‌های کالبدی مثل زاویه و جهت بلوک را و هم‌چنین هاچم و همکاران (۲۰۱۳)، قطعات چسبیده‌به‌هم و قرارگیری در زاویهٔ ۳۰ درجهٔ غربی و شرقی و به‌صورت L شکل یا حیاط‌مرکزی یا مستطیلی را مؤثر بر اکولوژی و حفظ انرژی می‌داند *(Ali-Toudert & Mayer, 2007:223)*. *(Hachem, Fazio, & Athienitis, 2013: 42)*

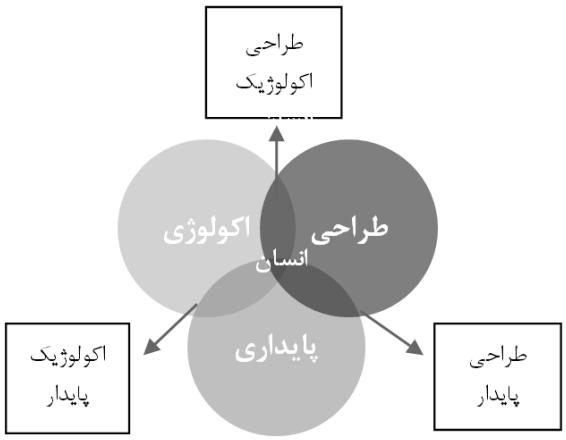
جدول ۲: جمع‌بندی تجارب جهانی اکولوژیک

مقیاس	پروژه	زمینه	اهداف پایداری
ساختمان	Germany: Commerzbank Headquarters	آسمان‌خراش اکولوژیک	– فراهم‌کردن روشنایی طبیعی روز و تهویه از طریق باغ‌های آسمانی و پنجره‌های قابل‌دستکاری، – بهره‌وری انرژی را از طریق نمای دوجداره و استفاده از سقف‌های پرشده از آب برای سرمایش، بهره‌وری آب از طریق بازیافت آب خاکستری.
محله	Australia: Adelaide Christie Walk Eco-Village Project	محلهٔ دوستدار محیط‌زیست	– کاهش مصرف انرژی از طریق طراحی غیرفعال (passive design) و استفاده از متریال گرمایی و پوشش گیاهی مؤثر، نزدیکی به خدمات و حمل‌ونقل عمومی، کاهش زباله و بازیافت، بهبود مصرف آب از طریق مدیریت فاضلاب‌های سطحی پایدار، تأمین تولید غذای محلی با ایجاد باغ‌های اشتراکی.
محله	Germany:Emscher Park Brownfield Redevelopment	تبدیل یک منطقهٔ صنعتی تخریب‌شده به شبکهٔ منطقه‌ای فضاهای باز	– سلامت اکولوژیک رودخانه، احیاء چشم‌انداز مخدوش، فراهم‌کردن فعالیت‌های اجتماعی-فرهنگی، حفظ میراث باستانی، ایجاد اشتغال محلی. – استفاده از زیرساخت سبز مانند کمربند سبز، باغ‌های عمومی. – مسیر گردشگری موضوعی رانندگی و دوچرخه‌سواری به‌نام «مسیر فرهنگ صنعتی» (route of industrial). – استفادهٔ چندمنظوره از مکان‌های شهری، ازجمله دفاتر مدیریت انرژی، تغییر کاربری تطبیقی و انعطاف‌پذیر ساختمان‌های صنعتی بازیافت و استفادهٔ مجدد از پسماندهای صنعتی در طراحی پارک، دیواره‌ای سنگی برای صعود به صخره.
شهر	South Korea: The Cheonggye River Restoration Project	ایجاد یک بزرگراه به داخل یک رودخانه و پارک عمومی	– کاهش ترافیک جاده‌ای، سیستم زهکشی طبیعی، جلوگیری از خطر سیل ناشی از عدم نفوذپذیری، بهبود کیفیت آب و تغذیهٔ حیات‌وحش از طریق برنامه‌ریزی مناظر، اسکلهٔ تفریحی برای ساکنان. – طراحی جریان (آبرسانی و مدیریت) و طراحی منظر کنارهٔ آب‌های دوستدار محیط‌زیست. – سیستم حمل‌ونقل دوستدار طبیعت و منازل مدرن با کیفیت بالا، احیاء آثار تاریخی.
شهر	USA:New York High Line Park	تبدیل یک راه‌آهن مرتفع قدیمی به یک راه سبز	– میکرواقلیم‌ها و شرایط محیط‌زیست بهتر، یک زیستگاه شهری برای حیات‌وحش و مردم، بازآفرینی شهری و استفادهٔ مجدد، محلهٔ مولد اقتصادی. – حفاظت از طراحی منظر بومی، بام سبز و فناوری‌های زه‌کشی آب، فضاهای باز، کارایی انرژی نور، نیمکت‌ها و دیگر سازه‌های ساخته‌شده از چوب از جنگل‌های پایدار تأییدشده.
شهر	Japan: Kawasaki Eco Town Program	پسماند صفر اکوسیستم صنعتی	– کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، حفاظت از انرژی، مدیریت پسماند با تبدیل زباله به مواد خام دیگر.
شهر	South Africa: Johannesburg Green House People's Environmental Centre Project	مشارکت اجتماعی و آموزش با باغبانی شهری و اصول ساختمان سبز	– ارائهٔ یک نمایش محیط‌زیستی و مرکز آموزشی برای شهروندان از طریق باغ‌های اجتماعی کوچک. – افزایش کیفیت زندگی جامعه از طریق فراهم‌کردن زندگی پایدار مانند کشاورزی ارگانیک، گیاهان دارویی و باغبانی.
شهر	Germany: Freiburg Green City	پایتخت سبز و خورشیدی آلمان	– اقتصاد پایدار (صنعت محیط‌زیست و تحقیقات، صنعت اکوتوریسم). – تحرک پایدار (از نظر محیط‌زیست حالت‌های حمل‌ونقل پایدار). – سرمایهٔ منابع شهری: طبیعت (پارک‌ها و مناطق حفاظت‌شده طبیعی، کنترل انتشار، حفاظت از خاک، آب با کیفیت ویژه). – توسعهٔ شهری پایدار (برنامه‌ریزی دوردست و مشارکت شهروندان) و تعهد شهروندی (آموزش محیط).
شهر	Sweden:Malmo Bo01 Ecological District	توسعهٔ مسکن سازگار با محیط‌زیست	– افزایش تنوع زیستی، مدیریت آب‌های سطحی. – استفاده از منابع تجدیدپذیر، حمل‌ونقل سبز، مدیریت زباله، حفاظت از انرژی، معماری سبز، زیبایی‌شناسی اکولوژی محیط‌زیست شهری، فضاهای باز شهری برای فعالیت‌های تفریحی. – ساختمان‌های کارای انرژی، پارک‌های بادی که الکتریسیتهٔ منطقه را تأمین می‌کنند، بازیافت زبالهٔ مواد غذایی به‌عنوان بیوگاز برای تولید الکتریسیته و تولید گرما، مدیریت آب‌وهوا از طریق بام سبز، تالاب‌ها، استخرها و کانال‌های آب باران، فضاهای سبز مانند پارک‌ها، جنگل‌ها، باغ‌های گل و پشت‌بام‌های سبز، جعبه‌های آشیانه برای پرندگان، اولویت بالای طراحی مسیرهای پیاده و دوچرخه‌سواری.
جهانی	The One Planet Living Framework by BioRegional Development Group and World Wildlife Fund	چشم‌انداز جهان پایدار	– کربن صفر، زبالهٔ صفر، حمل‌ونقل پایدار، متریال پایدار، غذای محلی و پایدار، آب پایدار، کاربری زمین و حیات‌وحش، فرهنگ و میراث فرهنگی، عدالت اقتصادی و اقتصاد محلی، سلامتی و شادی.
جهانی	The Melbourne Principles for Sustainable Cities by the United Nations Environment Programme	ایجاد شهرهای سالم، سرزنده و پایدار.	– چشم‌انداز بلندمدت پایداری و امنیت اقتصادی و اجتماعی. – تنوع زیستی و حفاظت از اکوسیستم و تخریب اثرات مخرب زیست‌محیطی شهرها، شهرها به‌عنوانی مدلی از اکوسیستم، ایجاد حس مکان. – توانمندسازی افراد و ترویج مشارکت، تولید و مصرف پایدار.

ماخذ: (Yigitcanlar & Dizdaroglu, 2015: 165-169)

- معیارهای اصلی اکولوژی شهری

به‌طورکل با مطالعهٔ نظریه‌پردازان و پژوهش‌های انجام‌شده، از جمله پژوهش مرسال(۲۰۱۶)، *(Mersal, 2016:55)* و نظر بر کنفرانس‌های برگزارشدهٔ اکوسیتی از ابتدا تاکنون و کنفرانس اکوسیتی ۲۰۱۹ کانادا *(Moore et al, 2019: 13)*، مشخص شد که اکوسیتی می‌تواند از ۳ مؤلفهٔ اصلی که بر پایهٔ اکولوژی است و بر یکدیگر همواره هم‌پوشانی دارند تشکیل شود:



تصویر ۲: ارتباط میان اکولوژی، پایداری و طراحی
مأخذ: (Mersal, 2016: 55)

پایداری طراحی شهری

طراحی شهری کرد بصری شهر، یا یک بخش مشخص از شهر برای دستیابی به کیفیت بالایی از زندگی برای عموم است. هدف و مقصود طراحی شهری، پیشرفت اجتماعی است که نیاز همگان را درک کند و تغییر ساختار و ارتقاء اقتصاد محلی، استفادهٔ محتاطانه از منابع طبیعی و حفاظت از محیط‌زیست، افزایش امکانات، توسعهٔ ساختار مصنوع در نواحی شهری را تسهیل کند *(ولی زاده و داداش پور مقدم، ۱۳۹۸: ۱۶)*. درواقع پایداری در طراحی شهری وسیله‌ای برای رسیدن به اهداف توسعهٔ پایدار به‌صورت کالبدی است که بتواند درجهت پیشرفت ابعاد اقتصادی و اجتماعی و زیست‌محیطی توسعهٔ پایدار شهری گام بردارد که به‌نقل‌از کنفرانس اکوسیتی: ازجمله اهداف اصلی پایداری در طراحی شهری، دسترسی نزدیک، مسکن امن و قابل‌استطاعت، ساختمان سبز، حمل‌ونقل دوستدار طبیعت و... است *(Moore et al, 2019: 18-22)*

پایداری اجتماعی-اقتصادی

پایداری اقتصادی عبارت است از ایجاد درآمد و ثبات آن برای افراد جامعهٔ بدون کاهش و زوال سرمایه‌ها و ذخایر. به دیگر سخن، اقتصاد زمانی پایدار است که به پایداری نظام‌های طبیعی، اجتماعی و انسانی آسیب وارد نکند *(Spangenberg, 2005: 47)*. از طرفی نبود ثبات اقتصادی، اختلاف اقتصادی طبقات اجتماعی را افزایش می‌دهد که مسلماً این وضع انگیزه‌های افراد را در سوق‌دادن به فساد و ارتکاب جرایم را افزایش خواهد داد *(صادقی و همکاران، ۱۳۸۶: ۷۳)*. این نوع توسعهٔ اقتصاد محلی فرایندی است که به‌وسیلهٔ آن جوامع محلی می‌توانند راه‌حل مسائل اقتصادی مشترکشان را خود ابداع کنند و درنتیجه، با ایجاد ظرفیت بلندمدت جامعه، یکپارچگی اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی را پرورش دهند و هدف کلی آن در هر مقیاسی، خارج‌ساختن کنترل اقتصاد محلی از دست بازارها و دولت است *(روزلند، زمستان ۱۳۷۸: ۳۸)*. از طرفی پایداری اجتماعی زمانی اتفاق می‌افتد که مؤلفه‌های اقتصادی، زیست‌محیطی و مسئولیت اجتماعی را پوشش دهد و معیارهای آن بر پایهٔ نیازهای اساسی، سلامتی، خودشکوفایی، منابع طبیعی، انرژی و تغییرات اقلیمی و انرژی، اقتصاد و... شکل می‌گیرد. *(Wu, et al, 2018: 3-4)*

پایداری زیست‌محیطی

حفظ و حفاظت از منابع طبیعی برای نسل‌های آینده مفهوم پایداری زیست‌محیطی را بیان می‌دارد *(Di Vaio, Varriale & Alvino, 2018: 231)*؛ به‌گونه‌ای‌که ثبات و پایداری جامعه را برهم نزند و به رشد و اعتلای پایدار آن کمک کند *(مطوف، ۱۳۷۹: ۱)* که با حفاظت و تقویت پایهٔ منابع فیزیکی، بیولوژیکی و اکوسیستم مرتبط بوده و به رابطهٔ میان انسان و طبیعت می‌پردازد *(جعفریان و عبدالحسین‌پور، ۱۳۸۵: ۵)*. از مهم‌ترین اهداف زیست‌محیطی پایدار می‌توان به کاهش مصرف منابع طبیعی تجدیدناپذیر، پایدارکردن منابع طبیعی تجدیدناپذیر، نگه‌داشتن حد تولید ضایعات و تأمین نیازهای اساسی انسانی اشاره کرد *(شیعه و همکاران ۱۳۹۷: ۸۷۸)*.

پیشینهٔ پژوهش

در مقالهٔ «اکولوژی و اصول طراحی شهری اکولوژیک» مسعود و جهان زمین (۱۳۹۰) ، ۱۵ اصل طراحی شهری اکولوژیک را با جمع‌بندی مطالعات و نظریه‌پردازان به‌طورکلی بیان کرده‌اند که در قالب مؤلفه‌های کلی طراحی شهری اکولوژیک بیان می‌شود و به جزئیات قابل‌استناد به‌طورکامل پرداخته نشده‌است. آستانی وهمکاران (۱۳۹۱). در مقالهٔ «کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در محیطزیست» به اهمیت این نوع از روش تحقیق در پروژه‌های حائز اهمیت به لحاظ اکولوژی می‌پردازد و اشاره می‌کند که سهولت ساخت مدل تصمیم و سهولت به‌کارگیری نظرات خبرگان و تصمیم‌گیرندگان و کوچک‌شدن ابعاد مسئله در مقایسه با روش‌های متعارف، جزو نتایج استفاده از رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیارهٔ MCDA است.

یافته‌های این تحقیق، توانایی سیستم اطلاعات جغرافیایی در الگوسازی و کمک به‌مکان‌یابی مکان‌های دفع زباله و ترکیب معیارهای مختلف بهداشتی، زیست‌محیطی، اجتماعی‌و اقتصادی در مدل‌های مختلف را نشان می‌دهد رهنما و همکاران (۱۳۹۲). در مقالهٔ «امکان‌سنجی نظریهٔ شهر اکولوژیک با تأکید بر بُعد فضای سبز در شهر مشهد» به این نتیجه رسیدند که فضای سبز در مشهد فاصلهٔ زیادی تا استانداردهای جهانی و کشوری دارد و راه‌کار بام سبز را ارائه می‌دهند و روش تحقیق رویکرد استنتاجی داشته و با مطالعهٔ اسناد صورت می‌گیرد. شماعی و همکاران (۱۳۹۶)، با عنوان «ارزیابی پایداری محله‌های شهری با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیارهٔ مورد مطالعهٔ محله‌های منطقهٔ ۶ شهرداری تهران» به رتبه‌بندی این محلات با روش AHP و VIKOR پرداخته‌اند که ناپایدارترین محله براساس تکنیک رتبه‌بندی که محلهٔ «فاطمی» نام دارد، در اولویت سیاست‌گذاری قرار گرفته‌است.

پورخباز و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهش «مدل‌سازی اکولوژیک توسعهٔ شهری با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری تعاملی AHP و Fuzzy AHP باکلی (مطالعهٔ موردی: حاشیهٔ شهر اراک)» به بررسی نوع خاک درجهت توسعهٔ شهر پرداخته‌اند که مشخص شد روش ارزیابی چندمعیاره بهترین روش اندازه‌گیری برای توان اکولوژی است. استادی و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهش «ارزیابی و رتبه‌بندی مناطق شهری با تأکید بر کیفیت اکولوژیک پارک‌ها و فضای سبز به روش TOPSIS (مطالعهٔ موردی: مناطق شهری مشهد)» با استفاده از روش TOPSIS مطالعه انجام داده و اکنون می‌توان گفت همچنان در تحقیقات صورت‌گرفته

صحبتی از رتبه‌بندی اکولوژی شهری در مشهد به عمل نیامده است.

موحد و طبیبیان، (۱۳۹۷) با عنوان در پژوهشی «تحلیل نگرش‌ها و بهره‌گیری از دانش بوم‌شناسی شهری در برنامه‌ریزی، با نگاهی بر نمونه‌های موردی از برنامه‌های ملی تا محلی» به بررسی مروری سیر شکل‌گیری و تحول و تفکر در اکولوژی پرداخته‌اند و پارادایم‌های شکل‌گیری این علم را از دهۀ ۱۸۶۰ تا ۱۹۸۰ به بعد بررسی کرده و لزوم پیشرفت در علم اکولوژی را کاربردی‌شدن آن بیان کرده‌اند که بایستی در اولویت ملی قرار گیرد و شاخص‌هایی تحت عنوان اکولوژی بیان نکرده‌اند. پوراحمد و همکاران(۱۳۹۷) در مقالۀ «تحلیل اکولوژی شهر تهران با تأکید بر شاخص‌های اکولوژی امنیتی» با روش توصیفی-تحلیلی ۴ شاخص اقتصادی، مسکن، توزیع امکانات و شاخص‌های معکوس شهری را انتخاب کرده و با مدل ENTROPY ۴ شاخص وزن‌دهی شده و با مدل ویکور تحلیل شده‌اند که مشخص شد مناطق شمالی تهران وضعیت امنیتی اکولوژی بهتر و مناطق جنوبی وضعیت نامطلوبی دارند.

مافی و همکاران (۲۰۱۲) در مقالۀ «بررسی ساخت اکولوژیک شهر مشهد» به بررسی مروری مکاتب اکولوژیک و ساخت شهر در مشهد با استفاده از همپوشانی لایه‌ها در نرم‌افزار GIS پرداخته و مشخص شده که ساخت شهر مشهد بیشترین انطباق را با مدل ساخت چندهسته‌ای دارد، ولی معیارها و شاخصه‌های اکولوژی شهری مشهد را که به‌صورت کاربردی قابل سنجش و اندازه‌گیری باشد، بیان نکرده‌است.

لی‌یان‌سون و همکاران (۲۰۱۷) در مقالۀ «ارزیابی سوددهی اقتصادی- اکولوژیکی نوآوری تکنولوژی سبز درصنایع استراتژیک‌نوظهور براساس روش ENTROPY وزن‌دهی TOPSIS» استفاده از این روش را بهترین مدل برای تحقیق می‌داند، زیرا با توجه به مشکل ذهنی‌بودن دستورالعمل‌های اکولوژیک و تأثیرگذاشتن منفی بر ارزیابی نهایی و چندمتغیره‌بودن روش‌های آماری، مانند تجزیه‌وتحلیل مؤلفه‌های اصلی و درخواست بالا برای مقدار نمونه و توزیع مجموعه داده‌های شاخص و محدودبودن دایرۀ عملکرد و اینکه نتیجه ارزیابی نمی‌تواند تفاوت معناداری ایجاد کند.

محمدسلیم فرواتی و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهش «سیستم ارزیابی پایداری قطر مدل توسعۀ محله و طرح اتصال شهری سبز و طراحی ساختمان سبز»

سعی در ایجاد محله‌ای پایدار دارند که از روش CMD و ANP برای وزن‌دهی معیارها و شاخص‌ها استفاده کرده‌اند و مشخص شد که معیار حمل‌ونقل در محلۀ پایدار به توجه نیاز دارد.

آنجلاهیمانز و همکاران (۲۰۱۹) در مقالۀ «برنامه‌ریزی و طراحی شهری اکولوژیک: بررسی سیستماتیک» ۷ پارادایم اصلی اکولوژی را براساس مرور ادبیات پیشین ارائه دادند که می‌تواند زیردست شهرسازان اکولوژیک باشد؛ ولی این پارادایم‌ها به‌طورخاص قابل‌اندازه‌گیری نیست که شامل: خدمات اکوسیستمی، اکولوژی اجتماعی سیستم‌ها، انعطاف‌پذیری، تنوع‌پذیری، منظر، زیرساخت سبز و یکپارچگی اکولوژی بوده و روش پژوهش مروری براساس SLR است.

تصویر ۳: جمع‌بندی پیشینهٔ تحقیق‌های نزدیک به موضوع پژوهش

تهیه و ترسیم: مطالعات نگارنده، ۱۳۹۸

- معرفی محدودهٔ مورد مطالعه و دلایل انتخاب

منطقهٔ ۹ با وسعتی بیش از ۳۲۷۵ هکتار و جمعیت بالغ بر ۳۲۹۵۶۲ نفر از شمال به بولوار وکیل‌آباد و باغ ملک‌آباد و از جنوب همجوار با کوه بینالود و از شرق اراضی آبادگران و از غرب به سه‌راهی طرقبه و شاندیز منتهی می‌شود که در محدودهٔ حوزهٔ جنوب غربی مشهد واقع شده‌است *(دادهٔ آماری شهرداری منطقهٔ ۹ مشهد سال ۱۳۹۸)*. چشم‌انداز این منطقه توسط شهرداری منطقه، سرسبز و پویا نام‌گذاری شده‌است که شامل ۳ ناحیه و ۱۲ محله است. از دلایل انتخاب نواحی ۳گانهٔ منطقهٔ ۹ می‌توان به این مورد اشاره داشت که منطقهٔ ۹ مشهد به لحاظ دارابودن اکثریت شاخص‌های اکولوژیک در رتبهٔ بالایی نسبت‌به سایر مناطق مشهد قرار دارد و به عنوان نمونه می‌توان به ارتفاعات جنوبی و وجود باغ‌ها و پارک‌های فراشهری اشاره کرد که این منطقه را به یکی از کانون‌های اصلی توسعهٔ گردشگری شهر تبدیل کرده‌است. از طرفی خطر ساخت‌وساز و امکان تخریب چشم‌انداز اکولوژیک

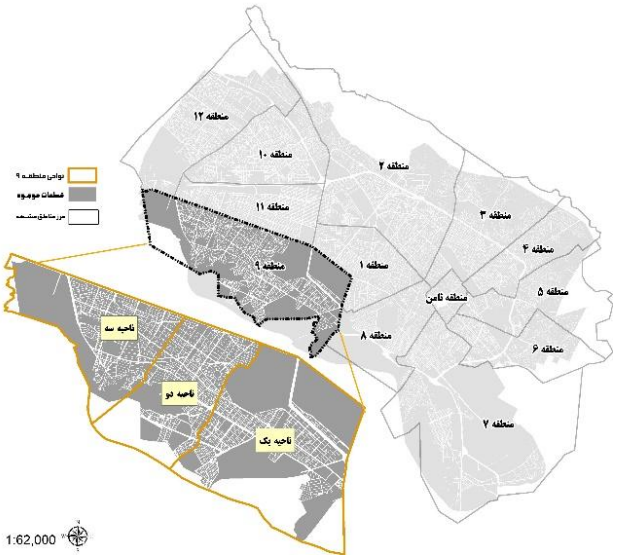
منطقه و بورس‌بازی زمین این منطقه را با تهدید مواجه کرده‌است. درنتیجه براساس تقسیم‌بندی ۳گانه نواحی که براساس تقسیم‌بندی شهرداری منطقهٔ ۹ مشهد بوده، به بررسی سه ناحیهٔ حائز اهمیت در این محدوده به لحاظ دارابودن شاخصه‌های اکولوژیک پرداخته شده و سعی در ارتقاء نقش اکولوژیک ناحیهٔ کم‌برخوردار درراستای چشم‌انداز اصلی منطقه (منطقهٔ سرسبز و پویا) شده‌است. بااین‌حال این محدوده دارای معضلاتی زیست‌محیطی، نظیر نحوهٔ جمع‌آوری فاضلاب و زباله و پیامدهای آن، اراضی تحت کشت و ساخت‌وسازهای بی‌رویه برروی ارتفاعات جنوبی مشهد است؛ علاوه‌برآن شریان مهم و اساسی بزرگراه وکیل‌آباد در بخش شمالی منطقهٔ ۹ که تمامی نواحی ۳گانه را پوشش می‌دهد،

به‌دلیل نقش پررنگ اکولوژیک در گذشته، اکنون نیز می‌تواند سبب تقویت این رویکرد در تمامی نواحی شود. از ناحیهٔ ۱ می‌توان به‌عنوان یکی از مهم‌ترین نواحی منطقهٔ ۹ به‌دلیل وجود کاربری‌های شاخص دانشگاه فردوسی، باغ ملک‌آباد و دسترسی به دو بزرگراه مهم آزادی و وکیل‌آباد درجهت تأثیر اکولوژیک پایدار و بهره‌وری زیستی در منطقه اشاره کرد. میادین، نحوهٔ تراکم، حمل‌ونقل، تعدد مسیل‌ها و آبراه‌ها، می‌تواند نقش مهم را به‌همراه ارتفاعات جنوب داشته باشد. ناحیهٔ ۲ نیز به‌دلیل مرکز مهم تفریحی تجاری کوهسر و در ادامهٔ آن پارک توریستی-اکولوژیک خورشید و تعدد راه‌های منتهی به چشم‌انداز اکولوژیک، خصوصاً بهره‌وری اجتماعی خیابان هاشمیه، تراکم بالا، تعدد فضاهای سبز در ارتفاعات جنوبی و چاه‌های آب می‌تواند در پایداری اکولوژیک منطقه نقشی بسزا داشته باشد. از طرفی ناحیهٔ سه به‌دلیل وجود مناطق حاشیه‌نشین و ساخت‌وساز بی‌رویه در ارتفاعات و از طرف دیگر نقش گردشگری اکولوژیک و دروازهٔ ورود به منطقهٔ طرقبه و شاندیز و وجود باغ وکیل‌آباد و... حائز اهمیت بوده‌است. بنابراین توجه به این نواحی درجهت پیشبرد اهداف اکولوژیک منطقهٔ ۹، می‌تواند برجسته باشد.

جدول ۳: مساحت و جمعیت نواحی ۳گانهٔ منطقهٔ ۹ مشهد

نواحی	مساحت (هکتار)	جمعیت
ناحیهٔ ۱	۲۳۹۴	۵۳۷۲۴
ناحیهٔ ۲	۱۷۱۷	۸۴۰۸۹
ناحیهٔ ۳	۱۲۵۵	۱۱۵۸۹۸

مأخذ: لایهٔ مکان مرجع و دادهٔ آماری شهرداری منطقهٔ ۹، ۱۳۹۰



تصویر ۴: مناطق شهری مشهد و منطقهٔ ۹ و تقسیم‌بندی نواحی ۳گانه براساس تقسیم‌بندی شهرداری منطقه

مأخذ: گردآوری نگارندگان از لایهٔ مکان مرجع مشهد و دادهٔ آماری شهرداری منطقهٔ ۹ ، سال ۱۳۹۰

روش تحقیق پژوهش

روش تحقیق پژوهش، توصیفی- تحلیلی است و داده‌های موردنیاز پژوهش به روش اسنادی و کتابخانه‌ای جمع‌آوری شده‌است. جامعهٔ آماری شامل خبرگان و کارشناسان اکولوژی شهری و محیط‌زیست منطقهٔ ۹ بوده که ۲۰ نفر به‌صورت هدفمند انتخاب شده‌اند. روش نمونه‌گیری غیراحتمالی به روش گلوله‌برفی است. با توجه به چارچوب نظری پژوهش (جدول ۴) که حاصل مطالعات تخصصی و مرتبط پیرامون پژوهش و براساس نظرات تخصصی و کارشناسی، شاخص‌ها و معیارها و متغیرهای اکولوژی شهری در منطقهٔ ۹ مشهد براساس نواحی، با استفاده از تکنیک گام‌به‌گام فرایند تحلیل شبکه‌ای ANP و آنتروپی شانون و TOPSIS رتبه‌بندی و تحلیل شده‌اند. اغلب پژوهش‌های پیشینه از روش ANP یا TOPSIS به‌دلیل سهولت در برابر حجم بالای معیارها و شاخص‌ها خصوصاً دربحث اکولوژیک مورد توجه قرار گرفته‌است؛ بااین‌حال می‌توان گفت که کمتر پروژه‌ای درخصوص اکولوژی شهری بوده که بتواند درحجم بالای شاخص و معیارهای این رویکرد، از این دو مدل به‌طور همزمان استفاده کند.

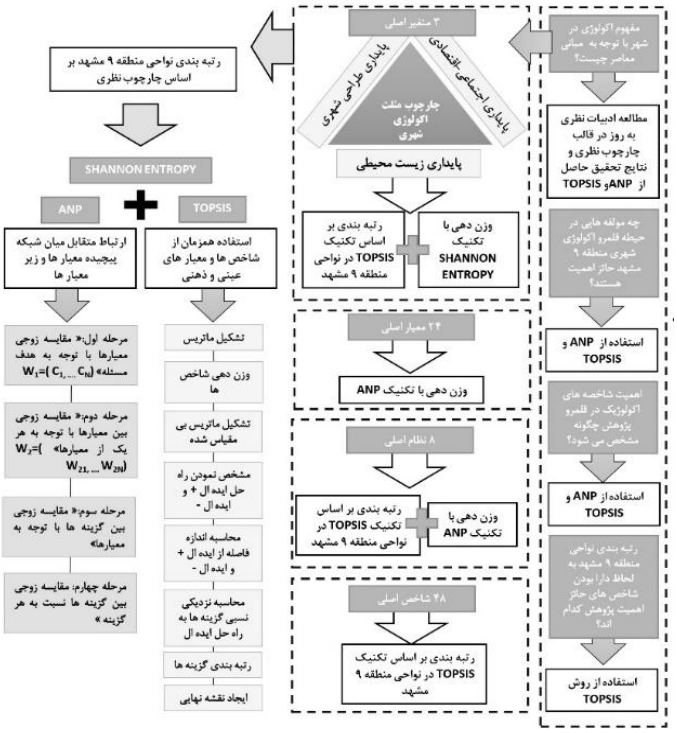
به‌نقل از لیاو و همکاران «تلفیق این دو سبب تصمیمات بهتر و دقیق‌تری می‌شود. از طرفی ANP به تشابهات جفت‌جفت با توجه به تعداد و وابستگی عوامل نیاز داشته که این مسئله با تکنیک TOPSIS رفع می‌شود و فرایند انتخاب را کوتاه‌تر می‌کند.» *(Lun Chang, et al, 2015: 49)* در نتیجه می‌توان گفت که تکنیک ANP+TOPSIS مکمل یکدیگر هستند.

- متغیرها، معیارها و شاخصه‌های سنجش تحقیق

بنابر مطالعات پیشین و صاحب‌نظران و کنفرانس‌های به‌روز درخصوص اکولوژی شهری، (جدول چارچوب نظری ۴) گردآوری‌شده که به‌ترتیب شمارهٔ متغیرها، نظام‌های شهری، معیارها و شاخص‌های تحقیق به تحلیل آن پرداخته‌ایم. ۳ متغیر پایداری طراحی شهری، پایداری اجتماعی- اقتصادی و پایداری

زیست‌محیطی مثلث اکولوژی شهری را ایجاد می‌کنند که ۲۴ معیار پژوهش و ۴۸ شاخص آن براساس ۸ نظام اصلی شهری تقسیم‌بندی شده‌اند. متغیرهای تحقیق از حیث تشکیل مثلث اکولوژی شهری از این جهت حائز اهمیت بوده که می‌تواند همهٔ مؤلفه‌های دخیل درراستای هدف اصلی تحقیق را زیر پوشش قرار دهد. برای جواب به سؤالات تحقیق و اثبات فرضیه‌ها، نوع روش تحقیق در کردار شمارهٔ ۴ آورده شده‌است که با بررسی متغیرها، نظام‌ها و شاخص‌های تحقیق به یک رتبه‌بندی در نواحی منطقهٔ ۹ مشهد می‌رسیم.

درواقع انجام تکنیک TOPSIS در این ۳ مؤلفه کمک به ارائهٔ راه‌کارها و پیشنهادات بهتری در نواحی مشهد می‌دهد و جواب به فرضیه‌ها را قوت می‌بخشد؛ به این دلیل که تصمیم‌گیری چندمعیاره در قالب یک هدف و چندین شاخص و... در این پژوهش قابل‌بررسی است و از آنجا که این پژوهش از تعداد قابل‌توجه معیارها و شاخص‌های هم‌زمان کمی و کیفی برخوردار است، روش تاپسیس بهترین روش رتبه‌دهی وزن‌ها به‌دلیل عدم محدودیت، سرعت بالا، جبرانی‌بودن روش و... است؛ به‌طورمثال شاخص‌های آگاهی اکولوژیک، حفاظت از تنوع گونه‌های اکولوژیک، با یافت چرخه‌ای مواد، فناوری تولید و بهره‌وری انرژی پاک و... کیفی هستند و شاخص‌های نرخ تعداد اشتغال، نرخ درآمد، میانگین درآمد به قیمت مسکن امن قابل‌استطاعت، کاهش میانگین تراکم نفر بر واحد مسکونی، میانگین تراکم ساختمانی بالا، میانگین تراکم خالص مسکونی بالا، میانگین تراکم نالخص مسکونی بالا و... کمّی هستند و تکنیک TOPSIS بهترین مدل برای رتبه‌بندی این‌گونه شاخص‌ها در منطقهٔ ۹ مشهد براساس نواحی است.



تصویر ۵: فرایند انجام روش تحقیق با توجه به سؤالات اصلی پژوهش

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۸

جدول ۴: چارچوب نظری پروژه و موارد به‌کاررفته در روش تحقیق پژوهش

متغیر	نظام	معیار	برخی از منابع معیارها	شاخص و سنجهٔ اندازه‌گیری	برخی از منابع شاخص‌ها
۱- پایداری طراحی شهری	۱- کاربری و عملکرد	۱- تعادل در اختلاط عملکردی	(توسلیان و محمد نیای قرایی، تبیین شاخص های پایداری محلات با تاکید بر ابعاد ریخت شناسانه، ۱۳۹۵: ۸) (peter, (Register, Ecocity Berkeley, 1987:27) Entering an Ecological Age, 2008) (Williams, Burton, & Jenks, Achieving Sustainable Urban Form, 2000: 21-22)	۱- تعداد امکانات اساسی محله	(Williams, Burton, & Jenks, Achieving Sustainable Urban Form, 2000 : 21-22)
				۲- نسبت زمین‌های مسکونی به غیرمسکونی	(Williams, Burton, & Jenks, Achieving Sustainable Urban Form, 2000: 21-22)
		۲- انعطاف عملکردی	(Heymans, Breadsell, M. Morrison, J. Byrne, & Eon, Ecological Urban Planning and Design: A Systematic Literature Review, 2019, pp. 8,14)	۳- تغییرپذیری عملکردی کاربری‌ها به‌صورت تغییرپذیری از عناصر طبیعی و مصنوع	(Heymans, Breadsell, M. Morrison, J. Byrne, & Eon, Ecological Urban Planning and Design: A Systematic Literature Review, 2019, pp. 8,14)
		۳- دسترسی نزدیک به خدمات	(Build the Bridge to Socially Just and Ecologically Sustainable Cities, 2019) (Yigitcanlar & Dizdaroglu, Ecological approaches in planning for sustainable cities A review of the literature, 2015, pp. 165- (Williams, Burton, & Jenks, Achieving 166) Sustainable Urban Form, 2000, pp. 21-22)	۴- دسترسی نزدیک به خدمات اصلی کاربری‌ها	(Williams, Burton, & Jenks, Achieving Sustainable Urban Form, 2000, pp. 21-22)
				۵- دسترسی متوسط فاصله به فضاهای سبز (محرومترین و برخوردارترین دسترسی)	(Williams, Burton, & Jenks, Achieving Sustainable Urban Form, 2000, pp. 21-22)
	۲- کالبدی	۴- تراکم بالا	(توسلیان & محمد نیای قرایی، تبیین شاخص های پایداری محلات با تاکید بر ابعاد ریخت شناسانه، ۱۳۹۵: ۸) (Scheer & Ferdelman, Inner-city destruction and survival: the case of Over-the-Rhine,Cincinnati, 2001, pp. 24-26) (Mumford, Technics and Civilization, 1962) (McHarg, An Ecological Method for (Register, Landscape Architecture, 1967) (peter, Entering an Ecocity Berkeley, 1987) (Williams, Burton, & Ecological Age, 2008) Jenks, Achieving Sustainable Urban Form, 2000, pp. 21-22)	۶- میانگین تراکم ساختمانی بالا	(Williams, Burton, & Jenks, Achieving Sustainable Urban Form, 2000, pp. 21-22)
				۷- میانگین تراکم خالص مسکونی بالا	(Williams, Burton, & Jenks, Achieving Sustainable Urban Form, 2000, pp. 21-22)
				۸- میانگین تراکم ناخالص مسکونی بالا	(Williams, Burton, & Jenks, Achieving Sustainable Urban Form, 2000, pp. 21-22)
		فشردگی بافت	(توسلیان & محمد نیای قرایی، تبیین شاخص های پایداری محلات با تاکید بر ابعاد ریخت شناسانه، ۱۳۹۵: ۸) (Register, Ecocity Berkeley, 1987, p. 27) (peter, Entering an Ecological Age, 2008) (Mumford, Technics and Civilization, 1962)	۹- نسبت ارتفاع ابنیه به عرض خیابان (محصوریت)	(Hachem, Fazio, & Athienitis, Solar optimized residential neighborhoods: Evaluation and design methodology, 2013, p. 42)
		۶- بهره‌وری انرژی کالبدی	(Ali-Toudert & Mayer, Thermal comfort in an east–west oriented street canyonin Freiburg (Germany) under hot summer conditions, 2007, p. 223) (Hachem, Fazio, & Athienitis, Solar optimized residential neighborhoods: Evaluation and design methodology, 2013, p. 42)	۱۰- جهت‌گیری قطعه (با توجه به زاویهٔ تابش و...) در ۳۰ درجهٔ شرق یا غرب استوایی	(Ali-Toudert & Mayer, Thermal comfort in an east–west oriented street canyonin Freiburg (Germany) under hot summer conditions, 2007, p. 223) (Hachem, Fazio, & Athienitis, Solar optimized residential neighborhoods: Evaluation and design methodology, 2013, p. 58)
				۱۱- کاهش سطح اشغال قطعه	(Ali-Toudert & Mayer, Thermal comfort in an east–west oriented street canyonin Freiburg (Germany) under hot summer conditions, 2007, p. 223)
				۱۲- چیدمان ساختمان در قطعه (حیاط مرکزی، Lشکل، مستطیلی و...)	(Hachem, Fazio, & Athienitis, Solar optimized residential neighborhoods: Evaluation and design methodology, 2013, p. 58)
				۱۳- چیدمان بلوک به صورت قطعات چسبیده‌به‌هم	(Hachem, Fazio, & Athienitis, Solar optimized residential neighborhoods: Evaluation and design methodology, 2013, p. 58)
		۷- تنوع کالبدی	(توسلیان & محمد نیای قرایی، تبیین شاخص های پایداری محلات با تاکید بر ابعاد ریخت شناسانه، ۱۳۹۵: ۸)	۱۴- تنوع میانگین قدمت ابنیه	(توسلیان و محمد نیای قرایی، تبیین شاخص های پایداری محلات با تاکید بر ابعاد ریخت شناسانه، ۱۳۹۵: ۸)
				۱۵- تنوع میانگین دانه‌بندی قطعات	(توسلیان & محمد نیای قرایی، تبیین شاخص های پایداری محلات با تاکید بر ابعاد ریخت شناسانه، ۱۳۹۵، ص. ۸) (Heymans, Breadsell, M. Morrison, J. Byrne, & Eon, Ecological Urban Planning and Design: A Systematic Literature Review, 2019, pp. 8,14) (Raed fawzi & Monjur, Urban sustainability assessment framework development: the ranking and weighting of sustainability indicators using, 2019)
		۸- تعادل کالبدی	(توسلیان & محمد نیای قرایی، تبیین شاخص های پایداری محلات با تاکید بر ابعاد ریخت شناسانه، ۱۳۹۵: ۸) (Geddes, Cities in evolution; an introduction to the town planning movement and to the study of civics, 1915, p. 216)	۱۶- درصد تعادل در تراکم ساخت ابنیه (ریزدانه و متوسط‌دانه)	(توسلیان & محمد نیای قرایی، تبیین شاخص های پایداری محلات با تاکید بر ابعاد ریخت شناسانه، ۱۳۹۵: ۸) (Williams, Burton, & Jenks, Achieving Sustainable Urban Form, 2000, pp. 21-22)
	۳- دسترسی و حمل‌ونقل	۹- بهره‌وری اجتماعی معابر	(Sustainable urban street design: Evaluation of El-Moaz street in Cairo, Egypt, 2016, p. 691)	۱۷- پیاده‌مداری	(Sustainable urban street design: Evaluation of El-Moaz street in Cairo, Egypt, 2016, p. 691)
			(Sustainable urban street design: Evaluation of El-Moaz street in Cairo, Egypt, 2016, p. 691)	۱۸- تنوع حق‌انتخاب معابر (انواع معابر در محله اعم‌از شریانی۲، فرعی، پیاده‌راه، مسیر سبز، دوچرخه، مسیر اتوبوس، مترو و...)	(Sustainable urban street design: Evaluation of El-Moaz street in Cairo, Egypt, 2016, p. 691) (Heymans, Breadsell, M. Morrison, J. Byrne, & Eon, Ecological Urban Planning and Design: A Systematic Literature Review, 2019, pp. 8,14)
		۱۰- بهره‌وری زیست‌محیطی معابر	(Sustainable urban street design: Evaluation of El-Moaz street in Cairo, Egypt, 2016, p. 691) (Hachem, Fazio, & Athienitis, Solar optimized residential neighborhoods: Evaluation and design methodology, 2013, p. 58)	۱۹- تناسبات طول و عرض معابر	(Sustainable urban street design: Evaluation of El-Moaz street in Cairo, Egypt, 2016, p. 691)
				۲۰- جهت و شیب معابر در حفظ انرژی و طبیعت	(Sustainable urban street design: Evaluation of El-Moaz street in Cairo, Egypt, 2016, p. 691)
				۲۱- نفوذپذیری معابر	(Yigitcanlar & Dizdaroglu, Ecological approaches in planning for sustainable cities A review of the literature, 2015, pp. 168-169)

۲- پایداری اجتماعی-اقتصادی		۱۱- بهره‌وری اقتصادی معابر	(Sustainable urban street design: Evaluation of El-Moaz street in Cairo, Egypt, 2016, p. 691)	۲۲- قرارگیری معابر در نزدیکی کاربری‌های چندعملکردی و مختلط	(Sustainable urban street design: Evaluation of El-Moaz street in Cairo, Egypt, 2016, p. 691)
		۱۲- حمل‌ونقل پایدار	(Yigitcanlar & Dizdaroglu, Ecological approaches in planning for sustainable cities A review of the literature, 2015, pp. 165- (Build the Bridge to Socially Just and 166) Ecologically Sustainable Cities, 2019) (Register, Ecocity Berkeley, 1987, p. 27) (Raed fawzi & Monjur, Urban sustainability assessment framework development: the ranking and weighting of sustainability (Toth-Szabo & indicators using, 2019) Varhelyi, Indicator framework for measuring sustainability of transport in the city, 2012, pp. 2045-2047) (Sdoukopoulos, itsiava-Latinopoulou, Basbas, & Papaioannou, Measuring progress towards transport sustainability through indicators: Analysis and metrics of the main indicator initiatives, 2019, p. 327)	۲۳- میزان دسترسی نزدیک (۵ دقیقه) و ایمن به ایستگاه‌های حمل‌ونقل اتوبوس، دوچرخه، تاکسی و... (حمل‌ونقل اجتماعی)	(Toth-Szabo & Varhelyi, Indicator framework for measuring sustainability of transport in the city, 2012) (Sdoukopoulos, itsiava-Latinopoulou, Basbas, & Papaioannou, Measuring progress towards transport sustainability through indicators: Analysis and metrics of the main indicator initiatives, 2019, p. 327)
				۲۴- نسبت تعداد سفر با دوچرخه، اتوبوس یا پیاده به ماشین شخصی (حمل‌ونقل حافظ انرژی پاک)	(Toth-Szabo & Varhelyi, Indicator framework for measuring sustainability of transport in the city, 2012) (Sdoukopoulos, itsiava-Latinopoulou, Basbas, & Papaioannou, Measuring progress towards transport sustainability through indicators: Analysis and metrics of the main indicator initiatives, 2019, p. 327)
				۲۵- نسبت هزینهٔ سفر با حمل‌ونقل پایدار به اتومبیل (بهره‌وری اقتصادی حمل‌ونقل)	(Toth-Szabo & Varhelyi, Indicator framework for measuring sustainability of transport in the city, 2012) (Sdoukopoulos, itsiava-Latinopoulou, Basbas, & Papaioannou, Measuring progress towards transport sustainability through indicators: Analysis and metrics of the main indicator initiatives, 2019, p. 327)
	۴- منظر	۱۳- ساختار منظر سبز اکولوژیک	(Heymans, Breadsell, M. Morrison, J. Byrne, & Eon, Ecological Urban Planning and Design: A Systematic Literature Review, (Dale C. & Fitzgerald, Three 2019, pp. 8,14) ecologies, transversality and victimization: the case of the British Petroleum oil spill, 2013)	۲۶- ارتباط منظر از طریق زیرساخت سبز	(Heymans, Breadsell, M. Morrison, J. Byrne, & Eon, Ecological Urban Planning and Design: A Systematic Literature Review, 2019, pp. 8,14) (Build the Bridge to Socially Just and Ecologically Sustainable Cities, 2019)
	فضای باز همگانی	۱۴- ارتباط پایدار فضاهای همگانی‌اکولوژیک	(Heymans, Breadsell, M. Morrison, J. Byrne, & Eon, Ecological Urban Planning and Design: A Systematic Literature Review, 2019, pp. 8,14)	۲۷- ارتباط فضاهای عمومی از طریق زیرساخت سبز	(peter, Entering an Ecological Age, 2008) (Raed fawzi & Monjur, Urban sustainability assessment framework development: the ranking and weighting of sustainability indicators using, 2019)
	۶- اجتماعی	۱۵- رفاه و سلامت زیستی	(Heymans, Breadsell, M. Morrison, J. Byrne, & Eon, Ecological Urban Planning and Design: A Systematic Literature Review, (McHarg, An Ecological 2019, pp. 8,14) Method for Landscape Architecture, 1967, p. (Williams, Burton, & Jenks, Achieving 97) Sustainable Urban Form, 2000, pp. 21-22) (Raed fawzi & Monjur, Urban sustainability assessment framework development: the ranking and weighting of sustainability indicators using, 2019)	۲۸- تغذیهٔ پایدار و قابل‌دسترس	(Yigitcanlar & Dizdaroglu, Ecological approaches in planning for sustainable cities A review of the literature, 2015, pp. 165-166) (Build the Bridge to Socially Just and Ecologically Sustainable Cities, 2019)
				۲۹- فرهنگ سالم	(Build the Bridge to Socially Just and Ecologically Sustainable Cities, 2019)
				۳۰- بهداشت و سلامت	(Yigitcanlar & Dizdaroglu, Ecological approaches in planning for sustainable cities A review of the literature, 2015, pp. 165-166) (Dale C. & Fitzgerald, Three ecologies, transversality and victimization: the case of the British Petroleum oil spill, 2013) (McHarg, An Ecological Method for Landscape Architecture, 1967:97)
				۳۱- کاربری‌های تفریحی و شادی	(Yigitcanlar & Dizdaroglu, Ecological approaches in planning for sustainable cities A review of the literature, 2015, pp. 165-166) (توسلیان & محمد نیای قرایی، تبیین شاخص های پایداری محلات با تاکید بر ابعاد ریخت شناسانه، ۱۳۹۵، ۸) (Heymans, Breadsell, M. Morrison, J. Byrne, & Eon, Ecological Urban Planning and Design: A Systematic Literature Review, 2019, pp. 8,14)
				۳۲- کاهش میانگین تراکم نفر بر واحد مسکونی	(Williams, Burton, & Jenks, Achieving Sustainable Urban Form, 2000, pp. 21-22)
		۱۶- کاهش فاصلهٔ طبقاتی	(Williams, Burton, & Jenks, Achieving Sustainable Urban Form, 2000, pp. 21-22)	۳۳- میانگین درآمد به قیمت مسکن امن قابل‌استطاعت	(Williams, Burton, & Jenks, Achieving Sustainable Urban Form, 2000, pp. 21-22)
				۳۴- توانمندسازی (وام و تسهیلات مالی کم‌بهره و...)	(Yigitcanlar & Dizdaroglu, Ecological approaches in planning for sustainable cities A review of the literature, 2015, pp. 165-166)
				۳۵- تحصیلات مادام‌العمر	(Build the Bridge to Socially Just and Ecologically Sustainable Cities, 2019)
		۱۷- امنیت اجتماعی	(Yigitcanlar & Dizdaroglu, Ecological approaches in planning for sustainable cities A review of the literature, 2015, pp. 165- (Williams, Burton, & Jenks, Achieving 166) Sustainable Urban Form, 2000, pp. 21-22)	۳۶- کاهش نرخ جرم‌خیزی	(Williams, Burton, & Jenks, Achieving Sustainable Urban Form, 2000, pp. 21-22)
		۱۸- مشارکت اجتماعی	(Yigitcanlar & Dizdaroglu, Ecological approaches in planning for sustainable cities A review of the literature, 2015, pp. 165-166)	۳۷- آگاهی اکولوژیک	(Yigitcanlar & Dizdaroglu, Ecological approaches in planning for sustainable cities A review of the literature, 2015, pp. 165-166) (Heymans, Breadsell, M. Morrison, J. Byrne, & Eon, Ecological Urban Planning and Design: A Systematic Literature Review, 2019, pp. 8,14) (Dale C. & Fitzgerald, Three ecologies, transversality and victimization: the case of the British Petroleum oil spill, 2013)
				۳۸- نرخ مشارکت شهروندان با نهادهای شهری (شورایاری)	(Yigitcanlar & Dizdaroglu, Ecological approaches in planning for sustainable cities A review of the literature, 2015, pp. 165-166)
		۱۹- هویت اجتماعی	(Yigitcanlar & Dizdaroglu, Ecological approaches in planning for sustainable cities A review of the literature, 2015, pp. 165- 166)	۳۹- افزایش حس تعلق به محله	(Yigitcanlar & Dizdaroglu, Ecological approaches in planning for sustainable cities A review of the literature, 2015, pp. 165-166)
	۷- اقتصادی	۲۰عدالت اقتصادی	(Yigitcanlar & Dizdaroglu, Ecological approaches in planning for sustainable cities A review of the literature, 2015, pp. 165- (Build the Bridge to Socially Just and 166) Ecologically Sustainable Cities, 2019)	۴۰- نرخ تعداد اشتغال	(Raed fawzi & Monjur, Urban sustainability assessment framework development: the ranking and weighting of sustainability indicators using, 2019) (Yigitcanlar & Dizdaroglu, Ecological approaches in planning for sustainable cities A review of the literature, 2015, pp. 168-169)

				۴۱- نرخ درآمد	(McHarg, An Ecological Method for Landscape Architecture, 1967)
		۲۱- خوداتکایی اقتصادی	(Yigitcanlar & Dizdaroglu, Ecological approaches in planning for sustainable cities A review of the literature, 2015, pp. 168-169)	۴۲- تولیدات و مصرف پایدار محلی	(Yigitcanlar & Dizdaroglu, Ecological approaches in planning for sustainable cities A review of the literature, 2015, pp. 165-166) (Heymans, Breadsell, M. Morrison, J. Byrne, & Eon, Ecological Urban Planning and Design: A Systematic Literature Review, 2019, pp. 8,14) (Raed fawzi & Monjur, Urban sustainability assessment framework development: the ranking and weighting of sustainability indicators using, 2019)
				۴۳- گردشگری اقتصادی (اکوتوریسم و...)	(Yigitcanlar & Dizdaroglu, Ecological approaches in planning for sustainable cities A review of the literature, 2015, pp. 165-166)
				۴۴- تنوع در فعالیت‌های اقتصادی (خدمات، صنعت، کشاورزی و...)	(Raed fawzi & Monjur, Urban sustainability assessment framework development: the ranking and weighting of sustainability indicators using, 2019)
۳- پایداری زیست‌محیطی	۸- زیست‌محیطی	۲۲ساختمان سبز	(Build the Bridge to Socially Just and Ecologically Sustainable Cities, 2019)	۴۵- حفاظت انرژی ساخت ابنیه (متریال، بازشو، تأسیسات، جهت و...)	(Yigitcanlar & Dizdaroglu, Ecological approaches in planning for sustainable cities A review of the literature, 2015, pp. 165-166)
		۲۳- حفاظت و پایداری انرژی زیست‌محیطی	(Heymans, Breadsell, M. Morrison, J. Byrne, & Eon, Ecological Urban Planning and Design: A Systematic Literature Review, (Register, Ecocity Berkeley, 2019, pp. 8,14) (Raed fawzi & Monjur, Urban 1987) sustainability assessment framework development: the ranking and weighting of sustainability indicators using, 2019)	۴۶- فناوری تولید و بهره‌وری انرژی پاک (هوا، صفحات خورشیدی، توربین بادی و...)	(Heymans, Breadsell, M. Morrison, J. Byrne, & Eon, Ecological Urban Planning and Design: A Systematic Literature Review, 2019, pp. 8,14) (Build the Bridge to Socially Just and Ecologically Sustainable Cities, 2019) (Register, Ecocity Berkeley, 1987, p. 27)
				۴۷- بازیافت چرخه‌ای مواد (خاک، فاضلاب، آب زیرسطحی و سطحی، پسماند و...)	(Yigitcanlar & Dizdaroglu, Ecological approaches in planning for sustainable cities A review of the literature, 2015, pp. 165-166) (Heymans, Breadsell, M. Morrison, J. Byrne, & Eon, Ecological Urban Planning and Design: A Systematic Literature Review, 2019, pp. 8,14) (Build the Bridge to Socially Just and Ecologically Sustainable Cities, 2019) (Raed fawzi & Monjur, Urban sustainability assessment framework development: the ranking and weighting of sustainability indicators using, 2019)
		۲۴- تنوع زیستی	(Yigitcanlar & Dizdaroglu, Ecological approaches in planning for sustainable cities A review of the literature, 2015, pp. 165- (Heymans, Breadsell, M. Morrison, J. 166) Byrne, & Eon, Ecological Urban Planning and Design: A Systematic Literature (Build the Bridge to Review, 2019, pp. 8,14) Socially Just and Ecologically Sustainable Cities, 2019)	۴۸- حفاظت از تنوع گونه‌های اکولوژیک (یک زیستگاه شهری برای حیات‌وحش و مردم)	(Heymans, Breadsell, M. Morrison, J. Byrne, & Eon, Ecological Urban Planning and Design: A Systematic Literature Review, 2019, pp. 8,14) (Yigitcanlar & Dizdaroglu, Ecological approaches in planning for sustainable cities A review of the literature, 2015, pp. 168-169)

مأخذ: جمع بندی مطالعات نگارندگان، ۱۳۹۸

- روش انجام تکنیک ANP در پژوهش

فرایند تحلیل شبکه‌ای ANP[1]، نیز هر مسئله‌ای را به‌مثابه شبکه‌ای از معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها که با یکدیگر در خوشه‌هایی جمع شده‌اند، در نظر می‌گیرد که امکان بازخورد و ارتباط متقابل بین و میان خوشه‌ها میسر می‌شود که متشکل از دو قسمت سلسله‌مراتب کنترلی (ارتباط بین هدف، معیار، زیرمعیار و ارتباط درونی سیستم‌ها) و ارتباط شبکه‌ای (وابستگی بین عناصر و خوشه‌ها) است. زبر دست (۱۳۸۹)، به‌نقل‌از فرواتی و همکاران (۲۰۱۸)، بیان می کند "روش ANP می‌تواند بهترین روش برای مسائل پیچیده و مشکلات وزن‌دهی پیچیده باشد که یک شبکهٔ ارتباطی بین معیارها ایجاد می‌کند و وابستگی‌های درونی یا بیرونی را مشخص می‌کند. درواقع مدل ANP یک قاعدهٔ استاندارد برای اندازهٔ نمونه‌گیری ندارد (*Ferwati et al, 2018: 7*؛ *زبردست، ۱۳۸۹: ۸۰*)این‌روش که به‌طور گسترده درتصمیم‌گیری کاربرد دارد، بسیار دقیق‌تر بوده که تحت شرایط وابسته دقیق‌تر و عملی‌تر است (*Lun Chang et al, 2015: 51*) رویکرد گام‌به‌گام روش فرایند تحلیل شبکه‌ای یکی از رویکرهای این روش برای حل مسائل است. این رویکرد با انجام ضرب ماتریسی مسئله را حل می‌کند. رویکرد گام‌به‌گام حل مسئله را با دو بخش اصلی پیش خواهد برد. در بخش اول معیارهای مسئله و در بخش دوم، گزینه‌های مسئله رتبه‌بندی خواهند شد. این روش دارای ۵ مرحله است که با توجه به نتایج مراحل اول و دوم معیارهای مسئله

1- Analytical Network Process

رتبه‌بندی خواهد شد. این رویکرد حل مسئله را با تشکیل سوپرماتریس انجام نمی‌دهد، بلکه با روش ضرب ماتریسی جواب مناسب مسئله را به دست خواهد آورد. در این روش برای تعیین وابستگی درونی بین گزینه‌ها، تأثیر گزینه‌ها بر یکدیگر برمبنای هر معیار محاسبه می‌شود. این روش به پژوهشگر کمک می‌کند تا همهٔ وابستگی‌های بین معیارها و گزینه‌ها را برای حل مسئله در نظر بگیرد. لازم به ذکر است که برای حل این مسئله نیاز به نرم‌افزار خاصی نبوده و تنها با ضرب ماتریس‌ها در مراحل مختلف می‌توان جواب مناسب را محاسبه کرد. *(Karsak et al, 2002:175; Wey & Wu,2007: 987)* مراحل پیاده‌سازی این رویکرد در تحقیق حاضر به شرح زیر است:

- مرحلهٔ اول:« مقایسهٔ زوجی معیارها با توجه به هدف مسئله» $W_1=(C_1, \ldots C_N)$
- مرحلهٔ دوم: « مقایسهٔ زوجی بین معیارها با توجه به هر یک از معیارها» $W_2=(W_{21}, \ldots W_{2N})$
- مرحلهٔ سوم: « مقایسهٔ زوجی بین گزینه‌ها با توجه به معیارها»
- مرحلهٔ چهارم: مقایسهٔ زوجی بین گزینه‌ها نسبت‌به هر گزینه»

برای محاسبهٔ وزن در تکنیک ANP از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود که در اینجا از روش میانگین هندسی استفاده شده‌است (جدول ۵). لازم به ذکر است که وزن یا به عبارتی ضریب اهمیت هر معیار با توجه به مرحلهٔ اول در ساختار AHP به‌دست آمده و منظور از گزینه‌ها در این بخش ۸ نظام اصلی شهری است. محاسبه ارجحیت نهایی معیارها $W_C=W_2\times W1$، از حاصل‌ضرب وزن‌های به‌دست‌آمده از مراحل (۲) مقایسهٔ زوجی معیارها با توجه به هر معیار با هریک از وزن‌های به‌دست‌آمده در مرحلهٔ (۱) مقایسه زوجی معیارها با توجه به هدف به‌دست می‌آید که با توجه به طولانی‌بودن مراحل خروجی تکنیک آورده شده‌است. (جدول ۶) محاسبهٔ ارجحیت نهایی گزینه‌ها $W_{ANP}= W_A\times W_C$، از حاصل‌ضرب وزن‌های به‌دست‌آمده از مراحل (۳) مقایسهٔ زوجی گزینه‌ها با توجه به هر معیار با هریک از وزن‌های به‌دست‌آمده در مرحلهٔ ۲ ارجحیت نهایی معیارها به‌دست می‌آید.

- روش انجام تکنیک TOPSIS در پژوهش

یکی از روش‌های رتبه‌بندی که دارای قدرت بالایی در تفکیک گزینه‌هاست، تکنیک رتبه‌بندی ترجیحات براساس شباهت‌شان به راه‌حل است که به‌اختصار با نام TOPSIS شناخته می‌شود که بنیاد آن بر اینست که گزینهٔ انتخابی باید کمترین فاصله با راه‌حل ایده‌آل و بیشترین فاصله با راه‌حل منفی داشته باشد *(اصغر پور، ۱۳۹۷: ۲۶۰)*.

حال به‌منظور رتبه‌بندی نواحی در منطقهٔ ۹ به لحاظ برخورداری از شاخصه‌ها از این روش استفاده خواهد شد. لازم به ذکر است که مراحل انجام‌شدهٔ گام‌های نهایی علاوه بر شاخص‌های تحقیق (جدول ۹) به‌طور همزمان برای متغیرها (جدول ۷) و نظام‌های شهری (جدول۸) نیز بررسی شده‌است.

گام اول؛ (بی‌مقیاس‌کردن شاخص ها/ هم‌مقیاس کردن): ایجاد ماتریس تصمیم‌گیری: در این ماتریس شاخصی که دارای مطلوبیت مثبت است، شاخص سود و شاخصی که دارای مطلوبیت منفی است، شاخص هزینه است.

گام دوم؛ (محاسبهٔ ضرایب وزنی هرکدام از شاخص‌ها): نرمال‌سازی یا بی‌مقیاس‌کردن ماتریس در این گام مقیاس‌های موجود در ماتریس تصمیم را بدون مقیاس می‌کنیم؛ بدین‌ترتیب که هرکدام از مقادیر بر اندازهٔ بردار مربوط به همان شاخص تقسیم می‌شود.

$$Nij = aij \div \sqrt{\sum (aij)^2}$$

گام سوم؛ (محاسبهٔ ماتریس بی‌مقیاس موزون): وزن‌دهی به ماتریس نرمال‌شدهٔ ماتریس تصمیم در واقع پارامتری است و لازم است کمّی شود؛ بدین‌منظور تصمیم‌گیرنده برای هر شاخص وزنی را معین می‌کند. مجموعهٔ وزن‌ها در ماتریس نرمال‌شده ضرب می‌شود.

گام چهارم؛ (تعیین ایده‌آل‌های مثبت و منفی): دو ناحیهٔ مجازی ایجادشده درواقع بدترین و بهترین راه‌حل هستند. در ماتریس ایده‌آل، مقادیر ماکزیمم و مینیمم هر ستون را باید مشخص کرد. در این مرحله مینیمم منفی هر گزینه را بر مینیمم منفی و ماکزیمم مثبت آن گزینه تقسیم می‌کنیم

D^+ D^-

گام پنج؛ محاسبهٔ فاصلهٔ هر راه‌کار از ایده‌آل‌ها (مثبت و منفی): فاصلهٔ بین هر ناحیه را از روش اقلیدسی می‌سنجیم.

$$DA^+ = \sqrt{(a_{ij} - maxa_{ij})^2}$$

$$DA^- = \sqrt{(a_{ij} - mina_{ij})^2}$$

گام شش؛ (محاسبهٔ درصد اثربخشی هر راهکار): محاسبهٔ نزدیکی به راه‌حل ایده‌آل مثبت و منفی

$$CL = \frac{dj^-}{d_j^- + d_j^+}$$

گام هفتم؛ تعیین بهترین راه‌کار تصمیم‌گیری

$A1 > A2 > A3$ (جدول ۸)

- روش انجام تکنیک آنتروپی شانون

روش ENTROPY یک فرایند وزن‌دهی سیستم شاخص ارزیابی است که به‌صورت عینی ارائه می‌شود و از تأثیر عوامل ذهنی جلوگیری می‌کند. دیگر فایدهٔ استفاده از این روش، نقاط نهایی اهداف ارزیابی است که با استفاده از این روش، نیاز به محدودیت‌های توزیع سخت در ارزیابی مجموعهٔ داده‌ها را حل می‌کند و تفاوت معنی‌داری بین اهداف ارزیابی به‌دست می‌آورد *(Yan Sun, lin Miao and Yang, 2017: 555)*.

در این تکنیک نیز برای محاسبهٔ وزن به‌صورت زیر این کار انجام می‌شود (جدول ۱۱).

$$P_{ij} = \frac{a_{ij}}{\Sigma_{aij}}$$

$$K = \frac{1}{LN_M}$$

$$E_g = -K\,\Sigma[P_{ij} \times LN_{pij}]$$

$$E_g = p_{ij} \times [p_{ij} \times LN(p_{ij}) + p_{ij} \times LN(p_{ij}) + \cdots]$$

$$d = 1 - E_g$$

$$w = \frac{d}{\Sigma d}$$

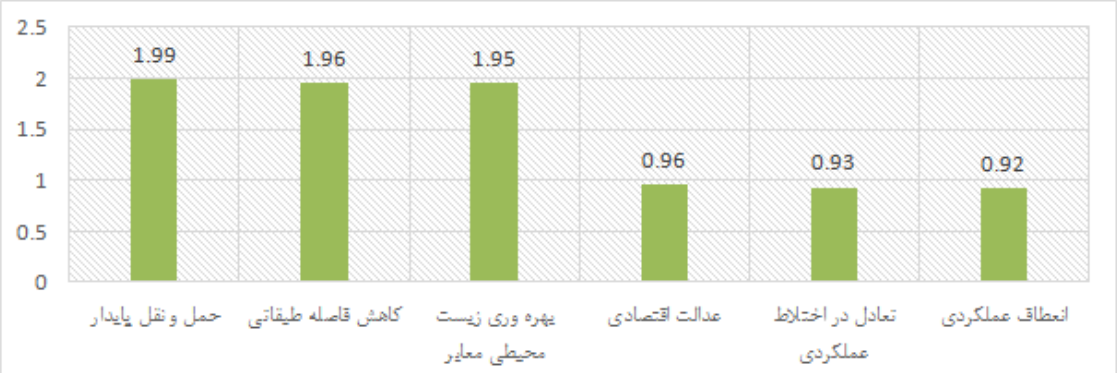
تجزیه‌وتحلیل یافته‌های پژوهش

مجموع ضریب اهمیت یا وزن معیارها در جدول ۵ و پیوست ۱۰، معادل با ۱/۷ است و این نشان‌دهندهٔ مطلوبیت اهمیت معیارها در منطقه است. ارجحیت نهایی معیارها در میان سطوح اکولوژیک منطقهٔ ۹ با استفاده از تکنیک تحلیل شبکهٔ ANP در کردار ۵ نشان از برتری به‌ترتیب معیار حمل‌ونقل پایدار (۱,۹۹۷) کاهش فاصلهٔ طبقاتی (۱,۹۶۵) و بهره‌وری زیستی معابر (۱,۹۵۷) است.

جدول ۵: وزن‌دهی معیارها در مدل ANP

C	تعادل در اختلاط‌عملکردی	انعطاف عملکردی	دسترسی نزدیک به خدمات	تراکم بالا	فشردگی بافت	بهره‌وری انرژی کالبدی	تنوع کالبدی	تعادل کالبدی
	$C_{1,}$	$C_{2,}$	C_{3}	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8
W_1	۰/۰۴۱	۰/۰۳۱	۰/۰۵۴	۰/۰۲۵	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲	۰/۰۴۵	۰/۰۳۸
W_C ارجحیت	۰/۹۳۹	۰/۹۲۰	۱/۷۲۷	۱/۸۱۸	۱/۵۶۷	۱/۸۹۶	۱/۳۱۱	۰/۹۹۶
C	بهره‌وری اجتماعی معابر	بهره‌وری زیست‌محیطی معابر	بهره‌وری اقتصادی معابر	حمل‌ونقل پایدار	ساختار منظر سبز اکولوژیک	ارتباط پایدار شبکهٔ فضاهای همگانی‌اکولوژیک	رفاه و سلامت زیستی	کاهش فاصلهٔطبقاتی
	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{15}	C_{16}
W_1	۰/۰۷۰	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۲۴	۰/۰۴۴	۰/۰۴۵	۰/۰۷۰	۰/۷۶۲
W_C ارجحیت	۱/۸۲۶	۱/۹۵۷	۱/۸۰۴	۱/۹۹۷	۱/۴۲۶	۱/۶۶۲	۱/۸۷۹	۱/۹۶۵
C	امنیت اجتماعی	مشارکت اجتماعی	هویت اجتماعی	عدالت اقتصادی	خوداتکایی اقتصادی	ساختمان سبز	حفاظت و پایداری انرژی‌زیست‌محیطی	تنوع زیستی
	C_{17}	C_{18}	C_{19}	C_{20}	C_{21}	C_{22}	C_{23}	C_{24}
W_1	۰/۰۴۷	۰/۰۵۹	۰/۰۲۹	۰/۰۲۵	۰/۰۲۹	۰/۰۴۲	۰/۰۲۸	۰/۰۲۳
W_C ارجحیت	۱/۹۵۱	۱/۸۸۵	۱/۸۶۶	۰/۹۶۲	۱/۱۳۴	۱/۸۴۴	۱/۶۶۱	۱/۴۱۷

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۸



تصویر ۶: بالاترین و پایین‌ترین ارجحیت معیارها در منطقهٔ ۹

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۸

از طرفی کمترین ارجحیت به‌ترتیب معیارهای ضعف عدالت اقتصادی (۰,۹۶۲)، تعادل در اختلاط عملکردی (۰,۹۳۹) و انعطاف عملکردی (۰,۹۲۰) است. در سطح‌بندی نظام‌های موردتحقیق در منطقهٔ ۹، نظام فضای باز همگانی (۱,۴۹) و نظام‌دسترسی و حمل‌ونقل (۱,۴۶) بالاترین اولویت و نظام منظر (۰,۷۰) و اجتماعی (۱,۰۳) کمترین اولویت را به خود اختصاص داده‌اند. از طرفی مشخص شد که نظام زیست‌محیطی (۱,۱۹) و کالبدی (۱,۲۱) می‌توانند تقریباً نقش واسط را میان سایر نظام‌ها به لحاظ تأثیرگذاری بر اکولوژی شهری ایفا کنند (جدول ۶).

جدول ۶: وزن نهایی و اولویت گزینه‌ها (نظام‌های شهری) در مدل ANP

گزینه (نظام)	کاربری و عملکردی	کالبدی	دسترسی و حمل‌ونقل	منظر	فضای باز همگانی	اجتماعی	اقتصادی	زیست‌محیطی
W_{APN} $(W_A \times W_C)$	۱/۰۵	۱/۲۱	۱/۴۶	۰/۷۰	۱/۴۹	۱/۰۳	۱/۳۸	۱/۱۹
اولویت	۶	۴	۲	۸	۱	۷	۳	۵

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۸

در جدول ۷ مشاهده شد که بیشترین میزان فاصلهٔ ایده‌آل مثبت متعلق است به متغیر پایداری طراحی شهری (۰,۲۵) و در جدول ۸ نظام‌های دسترسی و حمل‌ونقل (۰,۳۷۱) و نظام زیست‌محیطی (۰,۱۶۴۱) و در جدول ۹ شاخص‌های نرخ مشارکت شهروندان (۰,۱۷۵۶)، حس تعلق به محله (۰,۱۲۵۵)، تناسبات طول و عرض معابر (۰,۱۰۲۲)؛ بنابراین این موارد حاکی از وضعیت تقریباً نامناسب آن‌ها در نواحی منطقهٔ ۹ مشهد هستند.

جدول ۷: راه‌حل ایده‌آل مثبت و راه‌حل ایده‌آل منفی متغیرها

پایداری زیست‌محیطی	پایداری اجتماعی-اقتصادی	پایداری طراحی شهری	راه‌حل بهینه
۰/۲۱	۰/۲۳	۰/۲۵	+
۰/۱	۰/۱۲	۰/۱۶	-

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۸

از طرفی با توجه به جدول ۷، کمترین میزان فاصلهٔ ایده‌آل مثبت متعلق است به متغیر پایداری زیست‌محیطی (۰,۲۱) و در جدول ۸ نظام کاربری عملکرد (۰,۰۰۶۲) و نظام منظر (۰,۰۰۷۹) و در جدول ۹ شاخص دسترسی نزدیک به ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی (حمل‌ونقل اجتماعی) حاکی از وضعیت مطلوب این موارد در نواحی منطقهٔ ۹ دارد.

جدول ۸: راه‌حل ایده‌آل مثبت و راه‌حل ایده‌آل منفی نظام‌های شهری

نظام منظر	نظام دسترسی و حمل‌ونقل	نظام کالبدی	نظام کاربری و عملکرد	راه‌حل بهینه
۰/۰۰۷۹	۰/۳۷۱	۰/۰۲۸۲	۰/۰۰۶۲	+
۰/۰۰۶۹	۰/۱۳۹۱	۰/۰۲۱۹	۰/۰۰۵۵	-
نظام زیست‌محیطی	نظام اقتصادی	نظام اجتماعی	نظام فضای باز همگانی	راه‌حل بهینه
۰/۱۶۴۱	۰/۰۹۴۲	۰/۰۳۰۹	۰/۰۳۴۲	+
۰/۰۹۱۲	۰/۰۵۸۹	۰/۰۲۳۲	۰/۰۲۶۶	-

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۸

جدول ۹: راه‌حل ایده‌آل مثبت و راه‌حل ایده‌آل منفی شاخص‌ها

شمارهٔ شاخص	ایده‌آل مثبت	ایده‌آل منفی	شمارهٔ شاخص	ایده‌آل مثبت	ایده‌آل منفی
۱	۰/۰۰۵۸	۰/۰۰۴۱	۲۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۳۷
۲	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۱۶	۲۶	۰/۰۰۹۸	۰/۰۰۶۶
۳	۰/۰۰۴۶	۰/۰۰۳۶	۲۷	۰/۰۰۸۵	۰/۰۰۵۷
۴	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۱۵	۲۸	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۱
۵	۰	۰	۲۹	۰/۰۰۹۳	۰/۰۰۶۲
۶	۰/۰۰۴۲	۰/۰۰۳۱	۳۰	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۱
۷	۰/۰۰۴۲	۰/۰۰۳۱	۳۱	۰	۰
۸	۰/۰۰۴۲	۰/۰۰۳۱	۳۲	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۱
۹	۰/۰۰۴۲	۰/۰۰۳۱	۳۳	۰/۰۰۴۲	۰/۰۰۳۱
۱۰	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۰۹	۳۴	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۱۲
۱۱	۰/۰۰۳۱	۰/۰۰۴۲	۳۵	۰/۰۱۳۴	۰/۰۰۸۹
۱۲	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۰۹	۳۶	۰/۰۲۲۵	۰/۰۷۸۹
۱۳	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۰۹	۳۷	۰/۰۲۲۳	۰/۰۱۲۴
۱۴	۰/۰۱۶۴	۰/۰۰۹۴	۳۸	۰/۱۷۵۶	۰/۰۲۱۹
۱۵	۰/۰۳۷۳	۰/۰۱۶	۳۹	۰/۱۲۵۵	۰/۰۴۱۸
۱۶	۰/۰۱۶۴	۰/۰۰۹۴	۴۰	۰/۰۵۰۳	۰/۰۱۸۹
۱۷	۰/۰۱۸۷	۰/۰۱۱۷	۴۱	۰/۰۰۴۲	۰/۰۰۳۱
۱۸	۰/۰۰۲۳	۰/۰۰۱۹	۴۲	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۰۹
۱۹	۰/۱۰۲۲	۰/۰۲۲۷	۴۳	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۱
۲۰	۰/۰۰۴۲	۰/۰۰۳۱	۴۴	۰/۰۱۲۸	۰/۰۰۸
۲۱	۰	۰	۴۵	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۰۹
۲۲	۰/۰۰۶۲	۰/۰۰۴۷	۴۶	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۰۸
۲۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱۲	۴۷	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۷
۲۴	۰/۰۰۳۷	۰/۰۰۵	۴۸	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۷

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۸

رتبه‌بندی ناحیه‌های مقادیر به‌دست‌آمده از تکنیک رتبه‌بندی Topsis نشان‌دهندهٔ برتری جایگاه ناحیهٔ ۱ در سطح‌بندی پایداری اکولوژیک و شاخص‌های پژوهش دارد و ناحیه‌های ۲ و ۳ در جایگاه‌های بعدی از این نظر قرار دارند (جدول ۱۰). با وزن‌دهی آنتروپی شانون که در بطن تکنیک تاپسیس است، مشخص شد که متغیر پایداری اجتماعی-اقتصادی بیشترین وزن (۰,۳۵۱) و متغیر پایداری طراحی شهری کمترین وزن را دارد (۰,۳۰۹) و متغیر زیست‌محیطی به لحاظ وزنی حد واسط قرار دارد (۰,۳۴۰) (جدول ۱۱).

جدول ۱۰: نزدیکی به راه‌حل ایده‌آل مثبت و منفی (رتبه‌بندی ناحیه‌ها) براساس شاخص‌ها، نظام‌ها و متغیرها

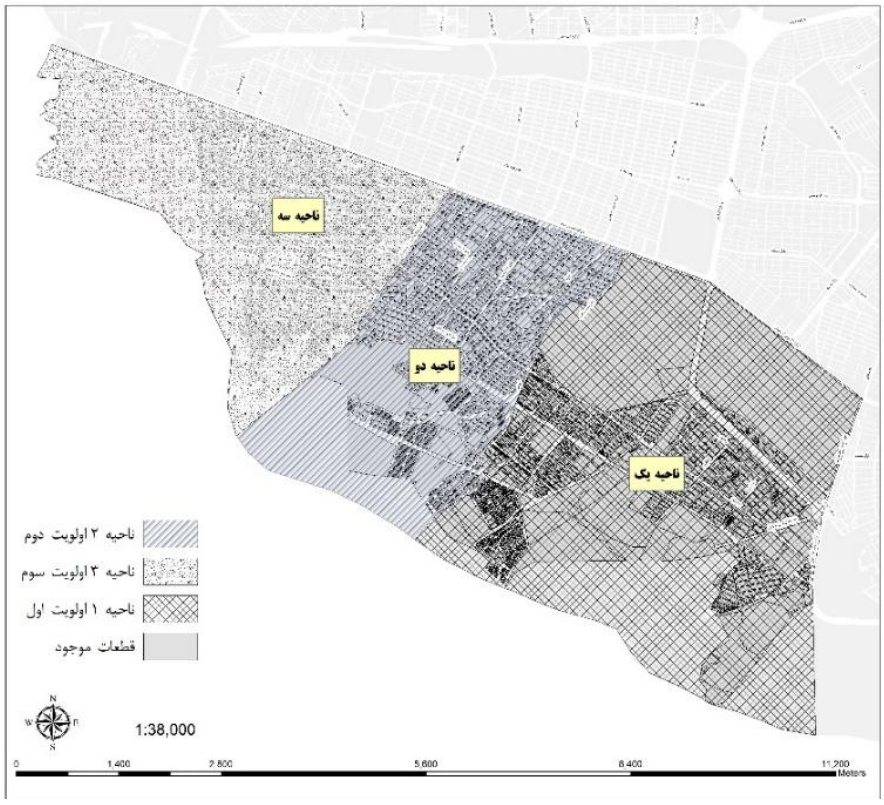
نتیجه	ضریب نزدیکی براساس متغیرهای اصلی	ضریب نزدیکی براساس نظام‌های شهری	ضریب نزدیکی براساس شاخص‌ها
ناحیه۱	۱	۱	۰/۷۶۱۴
ناحیه۲	۰/۴۷	۰/۵۲۹۷	۰/۴۰۸۶
ناحیه۳	۰/۴۲	۰/۰۸۴۲	۰/۳۱۳۳

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۸

جدول ۱۱: ماتریس وزن‌ها (وزن‌دهی شانون)

وزن‌دهی شانون	پایداری طراحی شهری	پایداری اجتماعی - اقتصادی	پایداری زیست محیطی
E_G	۰/۷۹۲	۰/۷۶۴	۰/۷۷۲
D_G	۰/۲۰۸	۰/۲۳۶	۰/۲۲۸
W_G^{TOPSIS}	۰/۳۰۹	۰/۳۵۱	۰/۳۴۰

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۸



تصویر ۷ : اولویت‌بندی نواحی سه‌گانهٔ منطقهٔ ۹ مشهد

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۸

پاسخ به پرسش نخست: مفهوم اکولوژی در شهر با توجه به مبانی معاصر چیست؟

با نظر بر مبانی نظری و نتایج پژوهش، مشخص شد که امروزه اکولوژی شهری در ترکیب با مردم و اجتماع معنا می‌یابد و درواقع زمانی این اصل در شهر توسعه می‌یابد که زمینهٔ بروز مباحث اجتماع‌محور را در شهر به‌صورت نظری و عملی فراهم آورد و صِرف توجه به مباحث زیست‌محیطی یا مردم، به‌تنهایی معنا ندارد و بایستی همراه با هم توسعه یابند.

پاسخ به پرسش دوم: چه مؤلفه‌هایی در حیطهٔ قلمرو اکولوژی شهری منطقهٔ ۹ مشهد حائز اهمیت هستند؟

با گرداوری پرسشنامهٔ مبتنی بر مبانی نظری پژوهش و مشخص‌شدن وزن و اولویت‌بندی نواحی از کارشناسان و متخصصان منطقهٔ ۹، مشخص شد که در حیطهٔ ۲۴ معیار اصلی پژوهش، با روش ANP، به‌ترتیب معیار حمل‌ونقل پایدار، کاهش فاصلهٔ طبقاتی، بهره‌وری زیستی معابر، بیشترین میزان ارجحیت را به لحاظ تأثیرگذاری داشته‌اند. پس از آن در حیطهٔ ۸ نظام اصلی شهر نظام‌های فضای باز همگانی، نظام دسترسی و حمل‌ونقل و نظام اقتصادی بیشترین ارجحیت را دارند که حاکی از آن است که علی‌رغم انتظار بر اینکه نظام زیست‌محیطی نقش اساسی را در اکولوژی شهری ایفا می‌کند، مشخص شد که این نظام به‌صورت حد واسط در نواحی منطقهٔ ۹ از نظر رتبه‌بندی ایفای نقش می‌کند. قرارگرفتن متغیر زیست‌محیطی در حد واسط وزن‌دهی انتروپی شانون و تاپسیس، حکم تأییدی بر این امر است؛ به‌گونه‌ای‌که متغیر اجتماعی-اقتصادی بیشترین وزن را در میان ۳ متغیر اصلی دارد. از طرفی جامعه‌ای می‌تواند رشد و ترقی داشته باشد که فاصلهٔ طبقاتی آن جامعه بسیار کم باشد، درنتیجه بدون درنظرگرفتن مباحث اجتماعی نمی‌توان به اهداف کلان شهری رسید. از طرف دیگر فضاهای همگانی شهری و به‌دنبال تقویت آن حمل‌ونقل پایدار و معابر دارای بهره‌وری زیستی، می‌تواند زمینهٔ رشد اجتماعی و اقتصادی و... شهری را به‌دنبال داشته باشد. درواقع از سویی دیگر می‌توان به این مهم اشاره کرد که فضاهای سبز دارای ارزش اکولوژیک زمانی معنا می‌یابند که در دایرهٔ زندگی روزمره افراد، نقش اجتماعی اساسی را ایفا کنند و خود به‌تنهایی پویایی زیستی را به‌دنبال ندارد که این پویایی خود به‌تنهایی می‌تواند در متن زندگی اجتماعی و اقتصادی افراد ایفای نقش کند.

پاسخ به پرسش سوم: رتبه‌بندی نواحی منطقهٔ ۹ مشهد به لحاظ دارابودن شاخص‌های حائز اهمیت پژوهش کدام‌اند؟

برخوردارترین ناحیه ۱ و کم‌برخوردارترین ناحیه ۳ است. با توجه به نسبت میان ایده‌آل مثبت و منفی در ۴۸ شاخص پژوهش مشخص شد که به‌ترتیب شاخص‌های کاهش نرخ جرم‌خیزی، نسبت تعداد سفر با حمل‌ونقل عمومی، کاهش سطح اشتغال، دسترسی نزدیک به خدمات اصلی کاربری‌ها، نسبت زمین مسکونی به غیرمسکونی، میزان دسترسی نزدیک و ایمن به ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی (حمل‌ونقل اجتماعی)، در وضعیت تقریباً مطلوبی نسبت‌به سایر شاخص‌ها در نواحی ۳گانه است که ناحیهٔ ۱ به لحاظ داشتن حداکثر این شاخص‌ها در اولویت است. از سویی دیگر شاخص‌های نرخ مشارکت شهروندان با نهادهای شهری، افزایش حس تعلق به محله، تناسبات طول و عرض معابر و نرخ تعداد اشتغال وضعیت نامطلوبی به‌نسبت سایر شاخص‌ها در منطقهٔ ۹ دارد. از طرفی دیگر با بررسی نظام‌های شهری در پیوست نیز مشخص شد که هیچ‌کدام از نظام‌ها در وضعیت مطلوبی قرار ندارند و به‌ترتیب نظام‌های دسترسی و حمل‌ونقل و زیست‌محیطی و اقتصادی در وضعیت

نامطلوبی هستند. از طرفی نامطلوب‌بودن وضعیت ۳ متغیر پژوهش و بیشتر از همه متغیر پایداری زیست‌محیطی و پایداری اجتماعی- اقتصادی حاکی از آن است؛ بنابراین می‌توان گفت که ناحیهٔ ۳ به‌دلیل وجود ضعف بیشتر در این شاخص‌ها، در اولویت آخر قرار گرفته است. به‌طورکلی نظر بر اهمیت مؤلفه‌های اجتماعی-اقتصادی در پژوهش درجهت رشد اکولوژی شهری، با توجه به لزوم توجه به نظام فضای باز همگانی در توسعهٔ اکولوژیک منطقه به نظر می‌رسد که نواحی ۱ و ۲ به‌دلیل دارابودن حداکثر فرصت توسعهٔ فضاهای باز عمومی، در بخش ارتفاعات جنوب از موقعیت خوب اکولوژیک برخوردارند. وجود باغ ملک‌آباد و دانشگاه فردوسی در ناحیهٔ ۱ و پارک خورشید در ناحیهٔ ۲ و پارک وکیل‌آباد در ناحیهٔ ۳، به ارزش اکولوژیک منطقه افزوده است.

بررسی فرضیهٔ نخست

به نظر می‌رسد که ارزش اکولوژیک فضاهای شهری را میزان حضور و ارتباطات اجتماعی، در رشد و توسعهٔ اکولوژی شهری مشخص می‌کند و مؤلفه‌های زیست‌محیطی تأثیر حد واسط را دارند.

به‌دلیل قرارگیری متغیر پایداری زیست‌محیطی (۰,۳۴۰) درحد واسط میان دو متغیر پژوهش براساس وزن‌دهی آنتروپی شانون و همچنین کسب رتبهٔ ۵ در میان ۸ نظام اصلی پژوهش در وزن‌دهی ANP (۱,۱۹) و همچنین پایین‌بودن میزان رتبهٔ معیارهای زیست‌محیطی نسبت‌به سایر معیارها این فرضیه تأیید می‌شود. این مهم بیانگر آن است که شاخصه‌های زیست‌محیطی به‌تنهایی نمی‌توانند درجهت پیشرفت اکولوژی شهری مؤثر واقع شوند. از طرفی با درنظر گرفتن ارجحیت در رتبهٔ اول وزن نظام فضای باز همگانی در ANP (۱,۴۹) نسبت‌به سایر نظام‌های شهری و همچنین تأثیر نامطلوب کم‌بودن میزان نسبت ایده‌آل مثبت و منفی شاخص حس تعلق به محله و معیار هویت اجتماعی (۰,۱۲۵۵) و همچنین شاخص مشارکت اجتماعی (۰,۱۷۵۶) در رتبه‌بندی نواحی تأثیر داشته‌است.

بررسی فرضیهٔ دوم

به نظر می‌رسد که ضعف در مؤلفه‌های اجتماعی-اقتصادی می‌تواند بر رشد و توسعهٔ اکولوژی شهری تأثیر نامطلوب چشمگیری داشته باشد.

با توجه به بالابودن میزان ارجحیت وزن متغیر پایداری اجتماعی-اقتصادی (۰,۳۴۰) نسبت‌به سایر متغیرها و همچنین کسب ارجحیت بالای معیار کاهش فاصلهٔ طبقاتی (۱,۹۶۵) نسبت‌به سایر معیارها و وزن بالای معیارهای امنیت اجتماعی (۱,۹۵۱)، مشارکت اجتماعی (۱,۸۸۵) و همچنین بررسی راه‌حل ایده‌آل مثبت و منفی ۴۸ شاخص تحقیق مشخص شد که مطلوب‌نبودن میزان نزدیکی به ضریب ایده‌آل مثبت نرخ مشارکت شهروندان (۰,۱۷۵۶)، حس تعلق به محله (۰,۱۲۵۵)، نرخ تعداد اشتغال (۰,۰۵۰۳) و همچنین در حیطهٔ نظام اقتصادی (۰,۰۹۴۲) و متغیر پایداری اجتماعی-اقتصادی (۰,۲۳) تأثیر بسزایی در رتبه‌بندی اکولوژیک نواحی دارد، این فرضیه را تأیید می‌کند.

بررسی فرضیهٔ سوم

به‌نظر می‌رسد که پایداری در مؤلفه‌های کالبدی، اجتماعی و اقتصادی به‌طور همزمان در رتبه‌بندی اکولوژیک نواحی سه‌گانه حائز اهمیت است.

با توجه به کسب رتبهٔ نخست معیار حمل‌ونقل پایدار در میان وزن سایر معیارها (۱,۹۹۷) و همچنین معیار بهره‌وری زیستی معابر (۱,۹۵۷) در رتبهٔ سوم معیارها و کسب رتبهٔ دوم نظام دسترسی و حمل‌ونقل (۱,۴۶) در میان وزن سایر نظام‌ها و از طرفی با بررسی ایده‌آل

مثبت مشخص شد که شاخص دسترسی نزدیک به حمل و نقل عمومی یا حمل‌ونقل اجتماعی (۰,۰۰۱) و دسترسی نزدیک به خدمات (۰,۰۰۱۲)، نسبت تعداد سفر با حمل‌ونقل عمومی به نسبت‌شخصی (۰,۰۰۳۷) و نسبت هزینهٔ سفر با حمل‌ونقل عمومی پایدار به‌نسبت اتومبیل (۰,۰۰۵)، به لحاظ مطلوبیت تأثیری مهم در رتبه‌بندی نواحی داشته‌است. از طرفی ضعف در شاخص تنوع میانگین قدمت (۰,۰۱۶۴)، دانه‌بندی قطعات (۰,۰۳۷۳)، تعادل در تراکم (۰,۰۱۶۴)، نرخ مشارکت (۰,۱۷۵۶)، حس تعلق (۰,۱۲۵۵) و نرخ اشتغال (۰,۰۵۰۳) در رتبه‌بندی نواحی حائز اهمیت بوده و این فرضیه تأیید می‌شود.

نتیجه

نتایج حاصل از یافته‌های پژوهش بر پایهٔ مطالعات مبانی تحقیق و نظرات خبرگان و متخصصان نواحی سه‌گانهٔ منطقهٔ ۹ مشهد، مشخص شد که در رشد و توسعهٔ اکولوژی شهری در قلمروی پژوهش، معیار حمل‌ونقل پایدار، کاهش فاصلهٔ طبقاتی و بهره‌وری زیستی معابر در رتبهٔ ۱ تا ۳ وزن‌دهی ANP می‌تواند تأثیرگذار باشد. کسب رتبهٔ ۳ نظام اقتصادی و رتبهٔ ۲ نظام حمل‌ونقل دسترسی در وزن‌دهی نظام‌های شهری نیز این موضوع را تأیید می‌کند و به‌طورکلی درجهت دست‌یافتن به ارزش‌های اکولوژیک در شهر لزوم توجه هم‌زمان به مباحث علوم انسانی (اجتماعی- اقتصادی) و + علوم طبیعی را شامل می‌شود. با بررسی اولویت اکولوژیک نواحی ۳گانهٔ منطقهٔ ۹ مشهد به‌عنوان منطقه‌ای با چشم‌انداز پویا و سرسبز، مشخص شد که به‌ترتیب ناحیهٔ ۱ با ضریب نزدیکی (۰,۷۶۱۴)، ناحیهٔ ۲ (۰,۴۰۸) و ناحیهٔ ۳ با ضریب (۰,۳۱۳۳) براساس شاخص‌های پژوهش به‌ترتیب در رتبه‌های ۱ تا ۳ قرار گرفته‌اند و براساس ضرایب ایده‌آل مثبت و منفی مشخص شد که نامطلوب‌بودن شاخص‌های نرخ مشارکت شهروندان با نهادهای شهری، افزایش حس تعلق به محله، تناسبات طول و عرض معابر و نرخ تعداد اشتغال، تأثیر بسزایی در رتبه‌بندی این نواحی داشته‌است. از طرفی مطلوبیت شاخص‌های کاهش نرخ جرم‌خیزی، نسبت تعداد سفر با حمل‌ونقل عمومی، کاهش سطح اشتغال، دسترسی نزدیک به خدمات اصلی کاربری‌ها، نسبت زمین مسکونی به غیرمسکونی، میزان دسترسی نزدیک و ایمن به ایستگاه‌های حمل و نقل عمومی (حمل‌ونقل اجتماعی)، در بررسی ارزش اکولوژیک شهری این نواحی مؤثر بوده‌است.

پیشنهادات

بنابر نتایج ذکرشده، ضروری است با تهیهٔ طرح‌های تحقق‌پذیر درراستای چشم‌انداز اصلی منطقهٔ ۹ مشهد که توسط شهرداری منطقه به‌عنوان منطقهٔ سرسبز و پویا نام‌گذاری شد، به تحقق امر اکولوژیک منطقه کمک بسزایی شود، چراکه منطقهٔ ۹ یکی از کانون‌های استراتژیک گردشگری شهر مشهد بوده و توجه به بستر اصلی منطقه که جای‌گیری در محدودهٔ ارتفاعات جنوب‌غربی است، زمینهٔ رشد نواحی را درجهت هدف اصلی آن که منطقه‌ای اکولوژیک است، میسر سازد. درنتیجه لزوم توجه به نواحی ۳گانهٔ آن و از همه بیشتر رشد و توسعهٔ اکولوژیک ناحیهٔ ۳ همگام با تقویت محدوده‌های دارای ارزش اکولوژیک در ناحیهٔ ۱ (باغ ملک‌آباد و دانشگاه فردوسی و...) و ناحیهٔ ۲ (پارک خورشید و...) به‌گونه‌ای‌که به ارزش اجتماعی آن افزوده شده و همهٔ افراد جامعه بتوانند بدون محدودیت به آن دسترسی و مشارکت فعال داشته باشند. با توجه به شاخص‌های گفته‌شده، رسیدن به این امر را محقق می‌سازد. از طرفی به‌طورخاص می‌توان با این موارد پیشنهادات به‌ترتیب اولویت در نواحی منطقهٔ ۹ و به‌خصوص ناحیهٔ ۳ درجهت رسیدن به هدف اصلی تحقیق رسید:

۱. بهبود مشارکت مردمی با نهادهای تصمیم‌گیر و تصمیم‌ساز؛
۲. افزایش حس تعلق به محله درجهت ارتقاء کیفی شاخص‌های اکولوژی شهری؛
۳. ارتقاء سیستم دسترسی و بهبود تناسبات طول و عرض معابر؛
۴. افزایش نرخ اشتغال در محلات درجهت پایداری؛
۵. ارتقاء تنوع میانگین دانه‌بندی قطعات؛
۶. افزایش آگاهی اکولوژیک(ارائهٔ یک‌نمایش محیط‌زیستی و مرکز آموزشی برای شهروندان از طریق باغ‌های اجتماعی کوچک)؛
۷. بهبود درصد تعادل در تراکم ساخت ابنیه؛
۸. بهبود پیاده‌مداری (مسیرهای متریال مناسب پیاده‌روی عرض مناسب پیاده‌رو، پیاده‌راه و...)؛
۹. افزایش تنوع میانگین قدمت ابنیه؛
۱۰. افزایش تنوع در فعالیت‌های اقتصادی (خدمات، صنعت، کشاورزی و...)؛
۱۱. ایجاد تحصیلات مادام‌العمر؛
۱۲. ایجاد ارتباطات پایدار منظر از طریق زیرساخت سبز (شبکه‌های اکولوژیک، باغ‌های خانگی، بام سبز، دیوار سبز)؛
۱۳. بهبود فرهنگ سالم اکولوژیک؛
۱۴. ارتباط پایدار فضاهای عمومی از طریق زیرساخت سبز؛
۱۵. بهبود تعداد امکانات اساسی محله؛
۱۶. افزایش قرارگیری معابر در نزدیکی کاربری‌های چندعملکردی و مختلط؛
۱۷. افزایش نسبت هزینهٔ سفر با حمل‌ونقل پایدار به اتومبیل (بهره‌وری اقتصادی حمل‌ونقل)؛
۱۸. ارتقاء نرخ درآمد و افزایش میانگین درآمد به قیمت مسکن امن قابل‌استطاعت؛
۱۹. بهبود جهت و شیب معابر در حفظ انرژی و طبیعت؛
۲۰. افزایش میانگین میزان تراکم ساختمانی، تراکم خالص مسکونی و تراکم ناخالص مسکونی؛
۲۱. بهبود میزان محصوریت؛
۲۲. تغییرپذیری عملکردی کاربری‌ها به‌صورت تغییرپذیری از عناصر طبیعی و مصنوع؛
۲۳. افزایش تنوع در حق‌انتخاب معابر (انواع معابر در محله اعم‌از شریانی ۲، فرعی، پیاده‌راه، مسیر سبز، دوچرخه، مسیر اتوبوس، مترو و...)؛
۲۴. توانمندسازی افراد کم‌درآمد با استفاده از (وام و تسهیلات مالی کم‌بهره و...)؛
۲۵. ایجاد جهت‌گیری قطعه (با توجه به زاویهٔ تابش و...) در ۳۰ درجهٔ شرق یا غرب استوایی؛
۲۶. بهبود چیدمان ساختمان در قطعه (حیاط مرکزی، L شکل، مستطیلی و...) و چیدمان بلوک به‌صورت قطعات چسبیده‌به‌هم؛
۲۷. بهبود تغذیهٔ پایدار و قابل‌دسترس و بهداشت و سلامت؛
۲۸. کاهش میانگین تراکم نفر بر واحد مسکونی؛
۲۹. ایجاد تولیدات و مصرف پایدار محلی (کشاورزی شهری، بام‌سبز و گیاهان دارویی و باغبانی با استفاده از باغ‌های اشتراکی)؛
۳۰. ایجاد گردشگری اقتصادی (اکوتوریسم و...)؛
۳۱. ارتقاء حفاظت از انرژی ساخت ابنیه (متریال، بازشو، تأسیسات،جهت و...)، فناوری تولید و بهره‌وری انرژی پاک (هوا، صفحات خورشیدی، توربین بادی و...)، بازیافت چرخه‌ای مواد (خاک،فاضلاب،آب زیرسطحی و سطحی، پسماند و...) و تنوع گونه‌ای اکولوژیک (یک زیستگاه شهری برای حیات‌وحش و مردم).

منابع

- استادی، مهری؛ هادی سلطانی‌فرد؛ حامد ادب؛ زهرا قلیچی‌پور؛ عباس‌پهلوانی (۱۳۹۶). ارزیابی و رتبه‌بندی مناطق شهری با تأکید بر کیفیت اکولوژیکی پارک‌ها و فضای سبز به روش تاپسیس (مطالعه موردی: مناطق‌شهری مشهد)، فصلنامه محیط‌شناسی. دوره ۴۳. شماره ۲. صفحات ۳۴۷-۳۲۹.
doi: 10.22059/jes.2017.63082

- اصغرپور، محمدجواد (۱۳۹۷). تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره، تهران. موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران. جلد ۱۵.
https://www.adinehbook.com/gp/product/9640332208.

- ایرانی‌بهبهانی، هما؛ شهین زندی؛ مهرو ابرکار (۱۳۸۱). بقاء محیط طبیعی درون شهری و استفاده بهینه از آن (مطالعه موردی: دره فرحزاد)، فصلنامه محیط شناسی. دوره ۲۸. شماره ۳۰. صفحات ۵۴-۴۳.
https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=14287.

- آستانی، سجاد؛ مریم حسام پور؛فاطمه طالب‌زاده (۱۳۹۱). کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در محیط زیست، اولین همایش ملی حفاظت و برنامه‌ریزی محیط زیست، همدان. شرکت هم‌اندیشان محیط. زیست فردا دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان.
https://www.civilica.com/Paper-NATURE01-NATURE01_783.html.

- پوراحمد، احمد؛ نسرین اباذری؛ اصغر حیدری؛ هادی غنی‌زاده قاسم‌آبادی (۱۳۹۷). تحلیل اکولوژی شهر تهران با تأکید بر شاخصه‌های اکولوژی امنیتی، فصلنامه کاوش‌های جغرافیایی مناطق بیابانی. سال ۶. شماره ۱. صفحات ۱۴۸- ۱۱۹.
https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?d=462496.

- پورخباز، حمیدرضا؛ سمانه کمانی؛ سعیده جوانمردی؛ شهرام یوسفی‌خانقاه (۱۳۹۶). مدل‌سازی اکولوژیک توسعه شهری با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری تعاملی AHP و Fuzzy Ahp باکلی (مطالعه موردی: حاشیه شهر اراک)، فصلنامه برنامه‌ریزی و آمایش فضا (پژوهشگاه علوم‌انسانی و مطالعات فرهنگی‌پرتال جامع علوم انسانی). دوره ۲۱. شماره۱. صفحات ۱۶۵-۱۳۳.
https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=463178.

- توسلیان،گلناز؛ فاطمه محمدنیای‌قرایی (۱۳۹۵).تبیین شاخص‌های پایداری محلات با تاکید بر ابعاد ریخت شناسانه، سومین کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های نوین در عمران، معماری و شهرسازی. برلین- آلمان: مؤسسه مدیران ایده‌پرداز کارین.
https://www.sid.ir/fa/seminar/ViewPaper.aspx?ID=50091.

- جعفریان، مزدک؛ فرید عبدالحسین‌پور (۱۳۸۵). پایداری شهری با نگاهی به ویژگی‌های شهر ایران، اولین همایش بین‌المللی شهر برتر. همدان. سازمان عمران شهرداری همدان.
https://www.civilica.com/Paper-SCSD01-SCSD01_014.html.

- جمالی، سیروس (۱۳۹۴). بررسی جایگاه گونه- ریخت شناسی شهری در طرح‌های توسعهٔ کالبدی ایران مطالعه موردی کلانشهر تبریز، فصلنامه مطالعات جغرافیایی مناطق خشک. سال ۵. شماره۱۹. صفحات ۱۰۲- ۸۵.
https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=284369.

- روزلند، مارک (۱۳۷۸). ابعاد شهر اکولوژیک، با ترجمه سیدمهدی موسی‌کاظمی‌محمدی، فصلنامه رشد آموزش جغرافیا. صفحات ۴۴-۳۷.
https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?ID=79902.

- رهنما، محمدرحیم؛ امیدعلی خوارزمی؛ الهه کریمی (۱۳۹۲). امکان سنجی نظریه شهر اکولوژیک با تأکید بر بعد فضای سبز در شهر مشهد، اولین کنفرانس ملی خدمات شهری و محیط زیست. مشهد. شهرداری مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد.
https://www.civilica.com/Paper-USE01-USE01_118.html.

- رهنمایی، محمدتقی؛ رحمت‌اله فرهودی؛ محمدباقر قالیباف؛ حلیمه‌خاتون هادی‌پور (۱۳۸۶). سیر تحول ساختاری‌و عملکردی محله در شهرهای ایران، فصلنامه جغرافیا (نشریه علمی- پژوهشی انجمن جغرافیایی ایران)، دوره ۵. شماره ۱۳-۱۲. صفحات ۴۳- ۱۹.
https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?ID=234176.

- زبردست، اسفندیار (۱۳۸۹). کاربرد فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، نشریه هنرهای زیبا- معماری و شهرسازی. شماره ۴۱. صفحات ۹۰- ۷۹.
https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?ID=182890.

- شکوهی، حسین (۱۳۹۲). جغرافیایی اجتماعی شهرها، اکولوژی اجتماعی شهر، جلد ۸. ۳۰۰۰ جلد. انتشارات جهاد دانشگاهی. تهران.
http://www.isba.ir/MainPage.aspx?ID=5616&kind=6&bcode=54.

- شماعی، علی (۱۳۸۲). توسعه ناموزون فضایی- کالبدی شهر یزد و اثرات آن بر ساخت اکولوژی شهر، فصلنامه پژوهش‌های جغرافیایی. دوره ۳۵. شماره ۴۶. صفحات ۳۷- ۱۹.
https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=4635.

- شماعی،علی؛فرزانه ساسان‌پور؛ ثروت‌اله مرادی(۱۳۹۶). ارزیابی پایداری محله‌های شهری با استفاده از روش‌های تصمیم گیری چند معیاره (مورد مطالعه: محله‌های منطقه ۶ شهرداری تهران)، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست. دوره ۱۹. شماره۲. صفحات ۱۷۸-۱۶۱.
https://www.sid.ir/fa/Journal/ViewPaper.aspx?ID=291706.

- شیعه، اسماعیل؛ آرش وحید؛ حمیدرضا صارمی (۱۳۹۷). عوامل مؤثر در مکان‌یابی ساختمان‌های بلندمرتبه با تأکید بر پایداری محیط زیست (مطالعه موردی: شهر قزوین)، فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای انسانی. دوره ۵۰. شماره۴. صفحات ۸۹۰-۸۷۳.
doi:10.22059/jhgr.2018.229873.1007431.

- صادقی، حسین؛ یگانه رضاوفایی؛ حسن محمد غفاری (۱۳۸۶). گسترش اقتصاد غیر رسمی و تهدید فرهنگ اقتصادی، ماهنامه مهندسی فرهنگی. شماره ۱۲. سال ۲. صفحات ۸۶-۷۳.
http://noo.rs/2fysX

- عباس‌زاده، غلامرضا؛ محمدرحیم رهنما (۱۳۸۷). اصول، مبانی و مدل‌های سنجش فرم کالبدی شهر، جلد ۱. ۲۲۰۰ جلد. تهران. انتشارات جهاد دانشگاهی.
https://www.adinehbook.com/gp/product/9643241391.

- کوآن، رابرت (۱۳۸۹). دیکشنری شهرسازی. جلد ۴. تهران. تهران آذرخش.
https://www.adinehbook.com/gp/product/6009145317.

- مافی، عزت‌الله؛ مهدی وطن‌پرست؛ محمدمحسن رضوی (۱۳۹۱). بررسی ساخت اکولوژیکی شهر مشهد، فصلنامه جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای. دوره۱۰. شماره ۱۸. صفحات ۱۲۱- ۱۰۰.
doi:https://doi.org/10.22067/geography.v10i18.17374.

- مسعود، محمد؛ یوسف جهان زمین (۱۳۹۰). اکولوژی و اصول طراحی شهری اکولوژیک، کنفرانس ملی توسعه پایدار و عمران شهری، اصفهان. موسسه آموزش عالی دانش پژوهان. https://www.civilica.com/Paper-NCSDUS01-NCSDUS01_018.html.

- مطوف، شریف (۱۳۷۹). نقش فرهنگ، مشارکت و محیط زیست در توسعه پایدار منطقه‌ای، فصلنامه پژوهش. شماره۲. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?ID=44282.

- موحد، سپیده؛ منوچهر طبیبیان (۱۳۹۷). تحلیل نگرش‌ها و بهره‌گیری از دانش بوم شناسی شهری در برنامه‌ریزی، با نگاهی بر نمونه‌های موردی از برنامه‌های ملی تا محلی، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست. دوره۲۰. شماره۲. صفحات ۱۸۹-۱۷۱. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=465684.

- ولی‌زاده،رضا؛ مجید داداش‌پورمقدم (۱۳۹۸). روش‌های طراحی و برنامه‌ریزی شهری برای توسعه پایدار، فصلنامه علمی تخصصی مطالعات طراحی شهری و پژوهش‌های شهری. دوره ۵. شماره ۷. صفحات۶۰-۴۹. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=530874

- Ali-Toudert, F, and H Mayer (2007). "Thermal comfort in an east–west oriented street canyonin Freiburg (Germany) under hot summer conditions." Theoretical and Applied Climatology 87 (1): 223-237. doi:https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.1007%2Fs00704-005-0194-4.

- Birch, Eugenie L, and Susan M Wachter (2008). Growing greener cities: urban sustainability in the twenty-first century. USA: University of Pennsylvania Press, Philadelphia, Pennsylvania. https://www.jstor.org/stable/j.ctt3fhps5.

- Dale C., Spencer, and Amy Fitzgerald (2013). Three ecologies, transversality and victimization: the case of the British Petroleum oil spill." Crime Law Soc Change 59 (2): 209-223. doi:https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.1007%2Fs10611-013-9422-5.

- Di Vaio, Assunta, Luisa Varriale, and Federico Alvino (2018). "Key performance indicators for developing environmentally sustainable and energy efficient ports: Evidence from Italy." Energy Policy 122: 229-240. doi:https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.07.046.

- Egerton, Frank N (2012). Roots of ecology. Berkeley and Los Angeles, California: University of California Press. https://www.jstor.org/stable/10.1525/j.ctt1pp2v3.

- Erlhoff, Michael, and Tim Marshall (2008). Design Dictionary, perspectives on Design Terminology. Vol. 22. 8 vols. Birkhauser. doi:https://doi.org/10.1108/09504120810914682.

- Ferwati, M. Salim, Mahmoud Al Saeed, Arezou Shafaghat, and Ali Keyvanfar (2018). "Qatar Sustainability Assessment System (QSAS)-Neighbourhood Development (ND) Assessment Model: Coupling Green Urban Planning and Green Building Design." Journal of Building Engineering. doi:https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.1016%2Fj.jobe.2018.12.006

- Galal El-Shimy, Hisham, and Riham Aly Ragheb (2016). "Sustainable urban street design: Evaluation of El-Moaz street in Cairo, Egypt."International Conference-Green Urbanism. Procedia Environmental Sciences. 689-698. doi:https://doi.org/10.1016/j.proenv.2017.03.055.

- Geddes, patrick (1915). Cities in evolution; an introduction to the town planning movement and to the study of civics. London: williams and norgate. https://www.amazon.com/Cities-Evolution-Introduction-Planning-HardPress/dp/1290287309.

- Hachem, Caroline, Paul Fazio, and Andreas Athienitis (2013). "Solar optimized residential neighborhoods: Evaluation and design methodology." Edited by Associate Editor Ursula Eicker. Solar Energy 95: 42-64. doi:https://doi.org/10.1016/j.solener.2013.06.002.
- Heymans, Angela, Jessica Breadsell, Gregory M. Morrison, Joshua J. Byrne, and Christine Eon (2019). "Ecological Urban Planning and Design: A Systematic Literature Review." sustainability, MDPI 11 (13): 1-20. doi:https://doi.org/10.3390/su11133723.
- Karsak, E.E, S Sozer, and E Alptekin (2003). "Product planning in quality function deployment using a combined analytic network process and goal programming approach." Computers and Industrial Engineering 44 (1): 171-190. doi:https://doi.org/10.1016/S0360-8352(02)00191-2.
- Lun Chang, Kuei, Sen Kuei Liao, Tzeng Wei Tseng, and Chi Yi Liao (2015). "An ANP based TOPSIS approach for Taiwanese service apartment location selection." Asia Pacific Management Review 20 (2): 49-55. doi:https://doi.org/10.1016/j.apmrv.2014.12.007
- McHarg, Ian L (1967). "An Ecological Method for Landscape Architecture." Landscape Architecture (Island Press) (57): 341-347. doi:https://doi.org/10.5822/978-1-61091-491-8_29.
- Mersal, amira. 2016. "Sustainable Urban Futures:Environmental Planning For Sustainable Urban Development(improving sustainability concept in developing countries)." procedia environmental sciences 34: 49-61. doi:https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.1016%2Fj.proenv.2016.04.005.
- Ming Wey, Wann, and Kuei Yang Wu. (2007). "Using ANP priorities with goal programming in resource allocation in transportation." Mathematical & Computer Modelling 46 (7-8): 985-1000. doi:https://doi.org/10.1016/j.mcm.2007.03.017.
- Moore, Jennie, Sahar Attia, Adel Abdel-Kader, and Aparajithan Narasimhan. 2019. "Build the Bridge to Socially Just and Ecologically Sustainable Cities." Ecocity World Summit 2019.Vancouver-Canada:Ecocity Builders.1-82. doi:10.1007/978-3-030-58399-6.
- Mumford, Lewis. (2010). Technics and Civilization. Chicago and London: the university of chicago press. https://www.amazon.com/Technics-Civilization-Lewis-Mumford/dp/0226550273.
- Nijhuis, Steffen, and Jauslin Daniel. (2015). "Urban landscape infrastructures Designing operative landscape structures for the built environment." Urban Landscape Infrastructures 3 (1): 13-34. doi:https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.7480%2Frius.3.874.
- O'Brien, Karen. (2011). "Global environmental change II: from adaptation." Progress in Human Geography 667–676. doi:https://doi.org/10.1177%2F0309132511425767.
- Peter, Head. (2008). Entering an Ecological Age: the engineer's role. Vol. 162. 2 vols. London. doi:https://doi.org/10.1680/cien.2009.162.2.70.
- Pickett, Steward T. A., Mary L. Cadenasso, Daniel L. Childers, Mark J. McDonnell, and Weiqi Zhou. (2016). "Evolution and future of urban ecological science:ecology in, of, and for the city." Ecosystem Health and Sustainability 2 (7): 1-16. doi:https://doi.org/10.1002/ehs2.1229.
- Raed fawzi, Mohammed ameen, and Mourshed Monjur. (2019). "Urban sustainability assessment framework development: the ranking and weighting of sustainability indicators using." Sustainable cities and society 44: 356-366. doi:https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.10.020.
- Register, Richard. (1987). Building cities for a Healthy Future. California: North Atlantic Books. https://www.amazon.com.au/Ecocity-Berkeley-Building-Cities-Healthy/dp/1556430094.

- "Eco-City Summit Report." (2008). Ecocity World Summit. San Francisco. 1-18. https://www.beaconpathway.co.nz/images/uploads/Conference_summary_Ecocity_World_Summit_Apr08.pdf.
- Scheer, Brenda C, and Daniel Ferdelman. (2001). "Inner-city destruction and survival: the case of Over-the-Rhine,Cincinnati." Urban Morphology 5 (1): 15-27. https://www.researchgate.net/publication/293323352_Inner-city_destruction_and_survival_The_case_of_Over-the-Rhine_Cincinnati.
- Sdoukopoulos, Alexandros, Magda itsiava-Latinopoulou, Socrates Basbas, and Panagiotis Papaioannou. (2019). "Measuring progress towards transport sustainability through indicators: Analysis and metrics of the main indicator initiatives." Transportation Research Part D 67: 316-333. doi:https://doi.org/10.1016/j.trd.2018.11.020.
- Spangenberg, Joachim H. (2005). "Economic Sustainability of the Economy: Concept and Indicators." International Journals of Sustainable Development 8 (1/2): 47-64. doi:10.1504/IJSD.2005.007374.
- Toth-Szabo, Zsuzsanna, and Andras Varhelyi. (2012). "Indicator framework for measuring sustainability of transport in the city." Procedia-Social and Behavioral sciences 48: 2035-2047. doi:https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.1177
- Wang, Xinhao, Danilo Palazzo, and Mark Carper. (2016). "Ecological wisdom as an emerging field of scholarly inquiry in urban planning and design." Landscape and Urban Planning (University of Cincinnati, School of Planning) 155: 100-107. doi:https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.05.019.
- Whiston Spirn, Anne. (1984). "City and Nature" from the Granite Garden: Urban Nature and Human Design. New York: Basic Books. https://www.worldcat.org/title/granite-garden-urban-nature-and-human-design/oclc/9946503.
- Williams, Katie, Elizabeth Burton, and Mike Jenks (2000). Achieving Sustainable Urban Form. London, New york: spon press (2000). Achieving Sustainable Urban Form. London, New york: spon press. https://www.amazon.com/Compact-City-Achieving-Sustainable-Urban/dp/0419244506.
- Wu, sisi, yelin fu, hai shen, and fan liu. (2018). "Using ranked weights and Shannon entropy to modify regional sustainable society index." Sustainable Cities and Society 41: 443-448. doi:https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.05.052.
- Yan Sun, Li, Cheng lin Miao, and Li Yang. (2017). "Ecological-economic efficiency evaluation of green technology innovation in strategic emerging industries based on entropy weighted TOPSIS method." Ecological Indicators 73: 554-558. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.10.018
- Yigitcanlar, T, and D Dizdaroglu. (2015). "Ecological approaches in planning for sustainable cities A review of the literature." Global J. Environ. Sci. Manage 1 (2): 159-188. doi:https://dx.doi.org/10.7508/gjesm.2015.02.008.