https://gep.ui.ac.ir/?lang=en
Geography and Environmental Planning
E-ISSN: 2252- 0910
Document Type: Research Paper
Vol. 34, Issue 3, No.91, Autumn 2023, pp. 1- 8
Received: 17/05/2022 Accepted: 27/11/2022

Explaining the Concept of Urban Green Network from the Perspective of Different Sciences by Developing a Theoretical Framework

Mohammad Motaghed [1], Hassan Sajadzadeh *[2], Mohammad Saeed Izadi [3]

1- Ph.D. Student of Urban Design, Faculty of Art and Architecture, Bu Ali Sina University, Hamadan, Iran.
m.motaghed@art.basu.ac.ir

2- Associate Professor, Faculty of Arts and Architecture, Bu Ali Sina University, Hamadan, Iran.
Sajadzadeh@basu.ac.ir

3- Assistant Professor, Faculty of Art and Architecture, Bu Ali Sina University, Hamadan, Iran.
ms.izadi@basu.ac.ir

Abstract

Networking aims to define the principles and regulatory relationships between elements and optimize the performance of urban subsystems. Urban green networks support ecological functions and services that can help planning for the future of cities. The purpose of this research was to explain a conceptual model for the urban green network from the perspective of science according to the various perceptions of the concept of urban green network based on different scientific points of view by inferring and extracting the most important dimensions, approaches, and attitudes related to this field. By using the qualitative method and analyzing the written documents through the same lexical analysis, this research inferred and evaluated different points of view. The information was analyzed using the LCA analysis tool and SPAD software was used to analyze the relationships among the collected information by examining the effective environmental sciences. Using the VOSviewer software, the most important dimensions, approaches, and attitudes were determined. The findings of this research showed that the concept of the urban green network was directly related to the three environmental sciences of urban studies, urban geography, and ecological sciences. These sciences had a significant impact on the formation of a conceptual model to provide a clear picture of this

*Corresponding Author
Motaghed, M., Sajadzadeh, H., & Izadi, M. S. (2023). Explaining the conceptual model of the urban green network from the perspective of environmental sciences. *Geography and Environmental Planning*, 34 (3), 1 -8.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

10.22108/GEP.2022.133689.1526 20.1001.1.20085362.1402.34.3.2.1

concept in line with urban green infrastructure planning. Urban studies deal with concepts, such as protecting green spaces in cities, creating new spatial forms, etc., in urban geography, paying attention to the ecological principles in cities, meeting the ecological needs of nature and humans, etc., as the effective concepts. Ecological sciences are also mentioned as the most important research fields regarding the concept of urban green network to promote continuity in urban green spaces, create and design optimal corridors, etc. The results of this study showed that the concept of urban green network was a multi-research field. It appeared as a field supported by the urban planning method by means of decision-making tools, capable of modeling green infrastructure as an urban network formed from natural and semi-natural areas and was in line with the distribution of public services to increase the quality of life, as well as providing ecosystem services and sustainability in cities.
Keywords*:* Urban Green Network, Green Infrastructure, Green Space, Vocabulary Analysis

Introduction

Currently, approximately 54% of the world's population live in urban areas and this number is projected to reach about 70% by 2030 due to population migration from rural to urban areas (Organization, 2019: 24). Urbanization generally causes many environmental problems that are mostly associated with the destruction or degradation of green spaces (WHO Regional Office for Europe, 2017: 112). Cities with higher population densities have less green space. For this reason, the relationship of city dwellers with their living environments requires their adaptation to semi-urban areas without borders, fences, hedges, and physical or administrative constraints. They leave nature to go to the city and use it as an opportunity and improvement (Narain, 2017: 147). Therefore, increasing population and the need to meet human needs can lead to the expansion of the use of natural resources and transformation of many ecosystems into urban areas (Ersoy et al., 2019: 310), which has increased the demand for land in many countries, especially in developing countries. With the increase in urban construction, the need for land and housing has led to land use change and non-land conversion. Urban areas have become a land for urban construction (Tannier, 2016: 84). Considering these issues, it can be said that urban green network has an important place for protection of biodiversity (Angold et al., 2006: 202; Karuppannan et al., 2014).

Methodology

To answer the questions, a collection of scientific articles from reputable scientific journals was analyzed by using lexical analysis tools. This approach made it possible to extract the main semantic dimensions in question in order to highlight the current meanings and practical contexts of the green network concept, especially from an urban planning perspective. To use this method, the data collection was performed in two different stages: 1) collecting highly cited scientific articles in the field of urban green infrastructure studies during the last 21 years and 2) selecting items that contained specific references to the concept of green network. The scientific articles were collected by searching in two scientific databases, Scopus and Google Scholar. They were selected and filtered by using the main keyword (urban green space) and collected according to the number of citations. Also, the collected information led to a conclusion for each of them by identifying the main keywords of each article and examining its key points. The data were analyzed using the analytical instrument of Life Cycle Assessment (LCA), which is an analytical tool that is able to identify the hidden meaning of a group of texts. This type of data analysis is basically based on "differences" (De Falco et al., 2021: 198). SPAD software was utilized to analyze the relationships between the collected information, such as factors and components, each of which showed an aspect of the type of communication contained in the information. In this way, the analysis allowed us to examine whether the role of urban green space towards specific

issues, such as urban green network, in the scientific community had been evolving. Therefore, we could extract the main concepts that defined the stages of this evolution in the last 20 years.

Discussion

Extensive urbanization has made cities more complex than ever before. As a result, "new knowledge about cities" has emerged in the scientific debate and more advanced mathematical models, especially network models, have been developed to describe and optimize physical networks and human interactions. From this perspective, the elements of the natural environment in urban patterns can be also designed and managed as networks by integrating the findings of natural and social sciences into a multidisciplinary approach. Therefore, increasing attention to the different roles that green space can play for the sustainable development of urban areas has made the scientific community include the concept of green network in their vocabulary. However, by analyzing the results of the present study, which was done by using lexical analysis tools, it was clear that the concept of green network was still semantically ambiguous and unclear. The reason for this confusion was first of all due to the meanings of two terms in the concept: "green and network". In some areas of research, the term "green" refers to the definition of products, strategies, or processes that evoke the concept of sustainable development based on living conditions and the use of resources to meet human needs. From this perspective, the concept of green network can be applied not only to the system of urban natural areas, but also to other groups of interconnected elements, such as control systems of energy storage devices in electricity networks with a high share of renewable energy sources and consumer networks, which is even considered for environmental marketing strategies. For this reason, lexical analysis was performed taking into account the scientific articles published during the last 21 years in the important and prestigious journals of urban studies by using the main keyword of the concept of "green network". This indicated that the discussion about the function of green space as one of the main elements of urban green infrastructure was still very important and bold, which was characterized by the use of related research areas, such as environmental sciences, urban geography, and urban studies. Thus, the term "green" related to urban space described green spaces not only as public services, but also in a broader sense of ecosystem services, discussing new scientific evidence with regard to the relationship between ecological processes and their relative effects on the man-made environment. This issue had a special place due to the increasing importance of the consequences of climate change.

Conclusion

After reviewing the present study in relation to the various functions attributed to natural areas in urban contexts, a general definition of this concept could be considered: "A system consisting of similar parts that are connected to each other to allow movement or communication between them and also move along these sections." In fact, from the analysis of the results, it could be pointed out that the term "network" seemed to refer to a general set of natural areas in a city, which referred to the theory of network system that connected these elements, except for the ecological field, which used the same principles applied in larger ecosystems to describe the relationships between natural elements (green) on an urban scale and evaluate the ecological effectiveness of green infrastructure in a particular urban context. In short, it was obvious that the concept of green network still had many challenges as a defined topic in urban planning and system. Therefore, to avoid creating any ambiguity and provide a unique definition of the concept of green network from the perspective of urban planning, it could be stated as an urban planning action by decision support tools to create a green infrastructure as a the network consisted of natural and semi-natural areas whose connections and

communications were modeled according to specific variables in order to distribute public services equally and increase the quality of life, as well as a wide range of ecosystem services. From this perspective, the concept of green network could create a multidisciplinary research field that combined natural and social sciences with computer science findings to provide tools for public administration in a way that the consequences of their selections could be understood in terms of access so as to evaluate public services and sustainability in cities.

Consideration:

This article was taken from the doctorate thesis of Mohammad Motaghed entitled "Evaluation of the role of urban green networks in improving life quality with an emphasis on the interlinking degree of natural and artificial elements (case study: Hamadan City)" under the guidance of Dr. Hassan Sajadzadeh and Dr. Mohammad Saeed Izadi at the School of Art and Architecture, Bu Ali Sina University, Hamadan, Iran.

References

- Ahern, J. (2007). Green infrastructure for cities: The spatial dimension. In V. Novotny and P. Brown (Eds.), *Cities of the future: Towards integrated sustainable water and landscape management*. IWA Publishing Center. Retrieved from: http://people.umass.edu/ jfa/pdf/Chapter17_ Ahern2%20copy.
- Attwell, K., & Smith, D. T. (2017). Parenting as politics: Social identity theory and vaccine hesitant communities. *International Journal of Health Governance*, *22*(3), 183-198.
- Bai, Y., & Guo, R. (2021). The construction of green infrastructure network in the perspectives of ecosystem services and ecological sensitivity: The case of Harbin, China. *Journal of Global Ecology and Conservation, 27,* e01534. Retrieved from: https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01534.
- Bssti,,, O,, Haaee, D,, & Grllllll ll K. (2222)2yyyyyyymmrr rrrr tiss, ttt ttt ill,, ddd eerviee—Tee EPPS conceptual framework and an urban application example. *Ecological Indicators, 21,* 7-16.
- Bennett, G. E., & Mulongoy, K. J. (2006). Review of experience with ecological networks, corridors, and buffer zones. *Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Technical Series*, 23, 100.
- Brunetta, G., & Voghera, A. (2014). Resilience through Ecological Network. *TeMA Journal of Land Use, Mobility, and Environment*.
- Chen, C., Bi, L., & Zhu, K. (2021). Study on spatial-temporal change of urban green space in Yangtze River economic belt and its driving mechanism. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 18*(23), 12498.
- De Falco, C., Punziano, G., & Trezza, B. (2021). A mixed content analysis design in the study of the Italian perception of COVID-19 on Twitter. *Athens Journal of Social Sciences, 8*(3), 191-210.
- De Groot, R. S., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L., & Willemen, L. (2010). Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management, and decision-making. *Journal of Ecological Complexity, 7*(3), 260-272.
- Ding, R., Ujang, N., Hamid, H. B., & Wu, J. (2015). Complex network theory applied to the growth ff Klll a mmmrr ’s llll ic rr nnn rii l trsss it ttt wrr k. *PloS One, 10*(10), e0139961. doi: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0139961
- Ersoy, E., Jorgensen, A., & Warren, P. H. (2019). Identifying multispecies connectivity corridors and the spatial pattern of the landscape. *Journal of Urban Forestry & Urban Greening, 40*, 308-322.
- EU Commission (2017). *Green Infrastructure*. Retrieved from: http://ec.europa. eu/environment/ nature/ ecosystems/index_en.html.
- Éva, S. (2011). *Research of town structure and green space system of Sopron, opportunities of development with a historical approach*. Ph.D. Thesis, University of West Hungary.

- Fenu, G., & Pau, P. L. (2018). Connectivity analysis of ecological landscape networks by cut node ranking. *Journal of Applied Network Science*, *3*(1), 22.
- Fichera, A., Frasca, M., Palermo, V., & Volpe, R. (2016). Application of the complex network theory in urban environments: A case study in Catania. *Energy Procedia*, *101*, 345-351. doi: https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.11.044
- Forman, R. T. T. (2016). Urban ecology principles: Are urban ecology and natural area ecology really different?. *Journal of Landscape Ecology*, *31*(8), 1653-1662.
- Frazier, A. E., & Bagchi-Sen, S. (2015). Developing open space networks in shrinking cities. *Journal of Applied Geography*, *59*, 1-9. doi: http://doi.org/10.1016/j.apgeog.2015.02.010
- Gargiulo, C., & Tulisi, A. (2016). The building aspect ratio for an energy efficient green network design. In: G. Colombo, P. Lombardi, G. and Mondini (Eds.), *E-agorà|e-ppppá frr tee iiiiii iinn toward Resilient Communities*, pp. 220-226, Torino: DIST-Politecnico di Torino, ISBN: 978-88-9052-964-1.
- Gargiulo, C., & Tulisi, A. (2017). *Climate change-oriented urban green network design: A decision support tool*. In J. K. Gakis & P. Pardalos (Eds.), Network Design and Optimization for Smart Cities, Series on Computer and Operations Research, Vol. 8, 255-278. World Scientific. doi: https://doi.org/10.1142/9789813200012_0011
- Gargiulo Morelli, V., Weijnen, M., Van Bueren, E., Wenzel, I., De Reuver, M., & Salvati, L. (2013). Towards intelligently–sustainable cities? From intelligent and knowledge city programmes to the achievement of urban sustainability. *TeMA Journal of Land Use, Mobility and Environment*, *6*(1), 73-86. doi: http://dx.doi.org/10.6092/1970- 9870/1496
- Girling, C. (2008). Mitigation, adaptation, uncertainty--univerCity: Building a new green neighborhood. *Journal of Places*, *20*(2).
- Grunwald, A. (2018). Diverging pathways to overcoming the environmental crisis: A critique of eco-modernism from a technology assessment perspective. *Journal of Cleaner Production*, *197*, 1854-1862.
- Hladnik, D., & Pirnat, J. (2011). Urban forestry—Linking naturalness and amenity: The case of Ljubljana, Slovenia. *Journal of Urban Forestry & Urban Greening*, *10*(2), 105-112. Doi: 10.1016/j.ufug.2011.02.002
- Hofman, M. P., Hayward, M. W., Kelly, M. J., & Balkenhol, N. (2018). Enhancing conservation network design with graph-theory and a measure of protected area effectiveness: Refining wildlife corridors in Belize, Central America. *Journal of Landscape and Urban Planning*, *178*, 51-59.
- Hu, C. P., Hu, J. M., Deng, S. L., & Liu, Y. (2013). A co-word analysis of library and information science in China. *Scientometrics*, *97*(2), 369-382.
- Hunter, A. J., & Luck, G. W. (2015). Defining and measuring the social-ecological quality of urban green space: A semi-systematic review. *Journal of Urban Ecosystems*, *18*, 1139-1163.
- Inostroza, L. (2014). Open spaces and urban ecosystem services: Cooling effect towards urban planning in South American cities. *TeMA-Journal of Land Use, Mobility, and Environment*, *1*.
- IPBES (2019). *Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. (n.p).
- IPCC (2014). *Climate Change: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II, and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 151-159. Retrieved from: http://ar5syr.ipcc.ch/ipcc/ ipcc/resources /pdf/IPCC_ SynthesisReport.

- Jim, C. Y. (2013). Sustainable urban greening strategies for compact cities in developing and developed economies. *Journal of Urban Ecosystems*, *16*(4), 741-761. Doi: 10.1007/s11252-012-0268-x
- Jim, C. Y., & Chen, S. S. (2003). Comprehensive green space planning based on landscape ecology principles in compact Nanjing city, China. *Journal of Landscape and Urban Planning*, *65*(3), 95-116. Doi: 10.1016/S0169-2046(02)00244-X
- Jim, C. Y., & Chen, W. Y. (2009). Ecosystem services and valuation of urban forests in China. *Cities*, *26*(4), 187-194.
- Jongman R., & Pungetti G. (2004). *Ecological network and greenways*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Kang, J., Zhang, X., Zhu, X., & Zhang, B. (2021). Ecological security pattern: A new idea for balancing regional development and ecological protection (A case study of the Jiaodong Peninsula, China). *Journal of Global Ecology and Conservation*, *26*, e01472. https://doi.org/10.1016/j. gecco. 2021.e01472.
- Kang, S., & Kim, J. O. (2015). Morphological analysis of green infrastructure in the Seoul metropolitan area, South Korea. *Journal of Landscape and Ecological Engineering*, *11*(2), 259-268. Doi: 10.1007/s11355-014-0268-5
- Kong, F., Yin, H., Nakagoshi, N., & Zong, Y. (2010). Urban green space network development for biodiversity conservation: Identification based on graph theory and gravity modeling. *Journal of Landscape and Urban Planning*, *95*(1-2), 16-27.
- Kowalewska, A. (2011). Sustainable urban green network concept for the city of Gdynia, Poland. In *Gdynia Sustainable Green Network, 47th ISOCARP Congress*.
- Li, F., Wang, R., Paulussen, J., & Liu, X. (2005). Comprehensive concept planning of urban greening based on ecological principles: A case study in Beijing, China. *Journal of Landscape and Urban Planning*, *72*(4), 325-336. Doi:10.1016/j.landurbplan.2004.04.002
- Mahmoud, A. H. A., & El-Sayed, M. A. (2011). Development of sustainable urban green areas in Egyptian new cities: The case of El-Sadat City. *Journal of Landscape and Urban Planning*, *101*(2), 157-170. Doi: 10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000076
- Massa, P., & Campagna, M. (2014). Social media geographic information: Recent findings and opportunities for smart spatial planning. *TeMA-Journal of Land Use, Mobility and Environment*, *1*. doi: http://dx.doi.org/10.6092/1970-9870/2500
- Matke, C., Bienstock, D., Muñoz, G., Yang, S., Kleinhans, D., & Sager, S. (2016). Robust optimization of power network operation: Storage devices and the role of forecast errors in renewable energies. In: *Complex Networks & Their Applications V: Proceedings of the 5th International Workshop on Complex Networks and Their Applications*, Springer International Publishing Center, pp. 809-820. Doi: 10.1007/978-3-319-50901-3_64
- Matthews, T., Lo, A. Y., & Byrne, J. A. (2015). Reconceptualizing green infrastructure for climate change adaptation: Barriers to adoption and drivers for uptake by spatial planners. *Journal of Landscape and Urban Planning*, *138*, 155-163. Doi: 10.1016/j.landurbplan.2015.02.010
- Mell, I. C. (2010). *Green infrastructure: Concepts, perceptions, and its use in spatial planning*. PhD Thesis, Newcastle University.
- Moseley, D., Marzano, M., Chetcuti, J., & Watts, K. (2013). Green networks for people: Application of a functional approach to support the planning and management of green space. *Journal of Landscape and Urban Planning*, *116*, 1-12. Doi: http://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.04.004.

- Mougiakou, E., & Phoutis, Y. (2014). Urban green space network evaluation and planning: optimizing accessibility based on connectivity and raster GIS analysis. *European Journal of Geography, 5*(4), 19-46.
- Nor, A. N. M., Corstanje, R., Harris, J. A., Grafius, D. R., & Siriwardena, G. M. (2017). Ecological connectivity networks in rapidly expanding cities. *Heliyon, 3*(6), 310-325.
- Oh, K., Lee, D., & Park, C. (2011). Urban ecological network planning for sustainable landscape management. *Journal of Urban Technology, 18*(4), 39-59. Doi: 10.1080/10630732.2011.648433
- Ouin, A., Martin, M., & Burel, F. (2008). Agricultural landscape connectivity for the meadow brown butterfly (Maniola jurtina). *Journal of Agriculture, Ecosystems, & Environment, 124*(3-4), 193-199. Doi: 10.1016/j.agee.2007.09.010
- Pozoukidou, G. (2020). Designing a green infrastructure network for metropolitan areas: A spatial planning approach. *Euro-Mediterranean Journal of Environmental Integration, 5*(2), 40. Doi:https://doi.org/10.1007/s41207-020-00178-8
- Register, R. (2006). *Ecocities: Rebuilding cities in balance with nature*. Gabriola Island: New Society Publishers.
- Roca, M. (2017). *Green approaches in river engineering: Supporting implementation of Green Infrastructure*. United Kingdom: HR Wallingford.
- Rouse, D. C., & Bunster-Ossa, I. F. (2013). *Green infrastructure: A landscape approach*. (n.p).
- Sadeghi Banis, M. (2015). Using landscape metrics in improving urban ecological network (case study: Tabriz City). *Journal of Gardening News, 32*, 53-62.
- Salata, K., & Yiannakou, A. (2016). Green Infrastructure and climate change adaptation. *TeMA-Journal of Land Use, Mobility and Environment, 9*(1), 7-24. Doi: 10.6092/1970-9870/3723
- Sandström, U. G., Angelstam, P., & ii kiii kkki, G. (6666)6llll ggiaal ii vrr ii ty ff ii rss in rll tt inn to the structure of urban green space. *Landscape and Urban Planning, 77*(1-2), 39-53.
- Scottish Natural Heritage Information Note (SNH) (2012). *Green networks in development planning*. (n.p).
- Senanayake, I. P., Welivitiya, W. D., & Nadeeka, P. M. (2013). Urban green spaces analysis for development planning in Colombo, Sri Lanka utilizing THEOS satellite imagery–a remote sensing and GIS approach. *Journal of Urban Forestry and Urban Greening, 12*(3), 307-314.
- iiii k, B,, & Uz,,, O. (1111)1A rr eeess rrrr ccch to tee nnnn nreen aaaee yytt mmll iiii gg. *Journal of Landscape and Ecological Engineering, 18*(2), 203-219.
- Shafer, C. S., Lee, B. K., & Turner, S. H. (2000). A tale of three greenway trails: User perceptions related to quality of life. *Journal of Landscape and Urban Planning, 49*(3-4), 163-178.
- Sluis, T., & Jongman, R. (2019). *Green infrastructure and network coherence*. Routledge.
- Tannier, C., Bourgeois, M., Houot, H., & Foltête, J. C. (2016). Impact of urban developments on the functional connectivity of forested habitats: A joint contribution of advanced urban models and landscape graphs. *Journal of Land Use Policy*, 52, 76-91.
- Tian, Y., Jim, C. Y., Tao, Y., & Shi, T. (2011). Landscape ecological assessment of green space fragmentation in Hong Kong. *Journal of Urban Forestry & Urban Greening, 10*(2), 79-86.
- Tulisi, A. (2017). Urban Green Network Design: Defining green network from an urban planning perspective. *TeMA Journal of Land Use, Mobility and Environment, 10*(2), 179-192.
- Tzoulas, K., Korpela, K., Venn, S., Yli-lll k,,,,, , ,, Kźźmirr zzkk, A,, Nimmll ,, J,, & Jmnss, .. (2007). Promoting ecosystem and human health in urban areas using green infrastructure: A literature review. *Journal of Landscape and Urban Planning, 81*(3), 167-178.

- Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2009). VOS viewer: A computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, *84*(2), 523-538.
- Verdú Vázquez, A., Fernández Pablos, E., López Zaldívar, Ó., & Lozano Diez, R. (2020). Development of a methodology for the characterization of urban and peri-urban green spaces in a context of supra-municipal strategies. *Journal of Land Use Policy*, *69*, 75-84.
- Weller, B., & Ganzhorn, J. U. (2004). Carabid beetle community composition, body size, and fluctuating asymmetry along an urban-rural gradient. *Journal of Basic and Applied Ecology*, *5*(2), 193-201. Doi: 10.1078/1439-1791-00220
- WHO Regional Office for Europe (2017). *Briefing note on process and results of indicator mapping exercise and proposal for a joint monitoring framework*. Copenhagen.
- World Health Organization (2019). *Global action plan on physical activity (2018-2030): More active people for a healthier world*. World Health Organization.
- Wu, X. Y., Liu, X. G., Wu, B., & Yuan, X. J. (2018). Regional green infrastructure space pattern identification based on urban air conditioning. *Landsc. Archit*., *29*, 33-37. Doi: https:// doi.org/10.14085/j.fjyl.2018.01.0033.05
- WWF (2020). *Living planet report 2020-bending the curve of biodiversity loss*. Gland, Switzerland.
- Yeang, K., & Threipland, E. (2021). *At one with nature: Advances in Ecological architecture in the work of Ken Yeang.* Routledge.
- Zhang, B., Li, N., & Wang, S. (2015). Effect of urban green space changes on the role of rainwater runoff reduction in Beijing, China. *Journal of Landscape and Urban Planning*, *140*, 8-16. Doi: 10.1016/j.landurbplan.2015.03.014
- Zhang, L., & Wang, H. (2006). Planning an ecological network of Xiamen Island (China) using landscape metrics and network analysis. *Journal of Landscape and Urban Planning*, *78*(4), 449-456.
- Zhang, Z., Meerow, S., Newell, J. P., & Lindquist, M. (2019). Enhancing landscape connectivity through multifunctional green infrastructure corridor modeling and design. *Journal of Urban Forestry & Urban Greening*, *38*, 305-317.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی
سال ۳٤، پیاپی ۹۱، شماره ۳، پاییز ۱٤۰۲، ص ۹٤- ٦٥
وصـول: ۱٤۰۱/۲/۲۷ پـذیرش: ۱٤۰۱/۹/٦

مقاله پژوهشی

تبیین مدل مفهومی شبکهٔ سبز شهری از منظر علوم محیطی

محمد معتقد، دانشجوی دکتری شهرسازی، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
m.motaghed@art.basu.ac.ir
حسن سجادزاده *، دانشیار، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
sajadzadeh@basu.ac.ir
محمدسعید ایزدی، استادیار، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
ms.izadi@basu.ac.ir

چکیده

رویکرد پدیده‌های شهری براساس اصول «ایجاد شبکه» است. شبکه‌سازی در جهت تعریف اصول و روابط تنظیم‌کننده بین عناصر و بهینه‌سازی عملکرد زیر سیستم‌های شهری است؛ از این رو، فضای سبز در شهرها عاملی برای ارتقای زیست شهروندان در قالب یک شبکه موردمطالعه قرار می‌گیرد. به‌طوری که با ایجاد مدل‌هایی بتواند عملکرد سیستم را بسنجد و اساس یک حوزهٔ تحقیقاتی جدید را تحت عنوان شبکهٔ سبز ایجاد کند. شبکه‌های سبز شهری موجب پشتیبانی از عملکردها و خدمات اکولوژیکی می‌شود که به برنامه‌ریزی برای آینده شهرها کمک می‌کند. هدف این پژوهش، این است که با توجه به برداشت‌های گوناگون از مفهوم شبکهٔ سبز شهری مبتنی بر دیدگاه‌های مختلف علمی با استنباط و استخراج اهم ابعاد، رویکردها و نگرش‌های مرتبط با این حوزه، مدل مفهومی را نسبت به شبکهٔ سبز شهری از منظر علوم محیطی تبیین می‌کند. این پژوهش، با استفاده از روش کیفی و تحلیل اسناد مکتوب با بهره‌گیری از تجزیه‌وتحلیل هم واژگانی به استنباط و ارزیابی ابعاد، رویکرد و نگرش‌های حاصل از دیدگاه‌های مختلف توجه کرده که از بررسی ۲۰۵ منبع علمی معتبر طی ۲۱ سال گذشته به دست آمده است. سپس اطلاعات با استفاده از ابزار تجزیه‌وتحلیل LCA بررسی و به‌منظور تجزیه‌وتحلیل ارتباطات بین اطلاعات جمع‌آوری‌شده از نرم‌افزار SPAD استفاده شد. در گام آخر با تحلیل و بررسی علوم محیطی مؤثر با استفاده از نرم‌افزار VOSviewer، مهم‌ترین ابعاد، رویکردها و نگرش‌ها مشخص شد. یافته‌های پژوهش نشان‌دهندهٔ آن بود که مفهوم شبکهٔ سبز شهری با سه علوم محیطی مطالعات شهری، جغرافیای شهری و علوم اکولوژی ارتباط مستقیم دارد و این علوم در شکل‌گیری مدل مفهومی برای ارائهٔ تعریف و تصویری روشن از این مفهوم در راستای به‌کارگیری در برنامه‌ریزی زیرساخت سبز شهری تأثیر بسزایی دارد. نتایج تحقیق نشان‌دهندهٔ آن بود که مطالعات شهری به مفاهیمی همچون حفاظت از فضای سبز موجود در شهرها، ایجاد فرم‌های جدید فضایی، ترمیم و نگهداری از اتصالات میان اجزای تشکیل‌دهنده و ... توجه می‌کند. در جغرافیای شهری توجه به اصول اکولوژیک موجود در شهرها، رفع نیازهای اکولوژیکی طبیعت و انسان، زندگی شهری و ... مفاهیمی اثرگذار هستند. در علوم اکولوژی به‌عنوان مهم‌ترین حوزهٔ تحقیقاتی در باب مفهوم شبکهٔ سبز شهری، به ارتقای پیوستگی در فضای سبز شهری، ایجاد و طراحی کریدورهای بهینه، توجه به پیوند میان اکوسیستم‌های بزرگ‌تر با اکوسیستم شهری و ... اشاره می‌شود. نتایج به‌دست‌آمده نشان‌دهندهٔ آن است که مفهوم شبکهٔ سبز شهری یک زمینهٔ تحقیقاتی چند رشته‌ای، با بهره‌گیری از روش برنامه‌ریزی شهری پشتیبانی‌شده به‌وسیلهٔ ابزارهای تصمیم‌گیری که قادر به مدل‌سازی زیرساخت‌های سبز به‌عنوان شبکهٔ شهری است که از مناطق طبیعی و نیمه طبیعی شکل گرفته و به‌منظور توزیع برابر خدمات عمومی برای افزایش کیفیت زندگی و همچنین طیف گسترده‌ای از خدمات اکوسیستم و پایداری در شهرهاست.

واژه‌های کلیدی: شبکهٔ سبز شهری، زیرساخت سبز، فضای سبز، تحلیل واژگانی

---

*نویسنده مسؤول

معتقد، محمد، سجادزاده، حسن، ایزدی، محمد سعید. (۱٤۰۱). تبیین مدل مفهومی شبکه سبز شهری از منظر علوم محیطی. *جغرافیا و برنامه ریزی محیطی*، ۳٤ (۳)، ۹٤- ٦٥.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

10.22108/GEP.2022.133689.1526
20.1001.1.20085362.1402.34.3.2.1

مقدمه

در حال حاضر، حدود ٥٤ درصد از جمعیت جهان در مناطق شهری سکونت دارند و پیش‌بینی می‌شود این میزان به دلیل مهاجرت جمعیت از مناطق روستایی به شهری تا سال 2030 بـه حـدود ٧٠ درصـد برسـد (Organization, 2019). از سویی، فعالیت‌های انسانی موجب ناپدیدشدن ٩٠ درصد از تالاب‌های جهان شـده اسـت (WWF, 2020) . یکی از دلایل جالب‌توجه این تغییرات شگرف، بی‌نظمی ایجادشده در زمان رشد سـریع شهرنشـینی اسـت کـه باعـث تغییرات گسترده‌ای در محیط‌هـای طبیعـی شـهری شـده اسـت (WHO Regional Office for Europe, 2017). ایـن تغییرات گستردهٔ شهری باعث تجاوز در مقیاس وسیع به فضاهای اکولوژیکی توسط زمین‌هایی بـا کـاربری سـاختمانی شده است که درنتیجه به اکوسیستم‌ها آسیب می‌رساند و مشکلاتی همچون تخریب زمین، اثر جزیرهٔ گرمایی شـهری و آلودگی هوا را افزایش داده است (Kang et al., 2021). به‌طورکلی افزایش جمعیت و ضرورت تأمین نیازهای انسانی، به گسترش استفاده از منابع طبیعی و تبدیل بسیاری از اکوسیستم‌ها به مناطق شهری منجر می‌شود (Ersoy et al., 2019) که با افزایش ساخت‌وسازهای شهری، تقاضا را برای زمین در بسیاری از کشورها به‌خصـوص کشـورهای در حـال توسعه گسترش داده است؛ به همین علت نیاز به زمین و مسکن به تغییر کاربری اراضی و تبدیل زمین‌های غیرشـهری به زمین‌هایی برای ساخت‌وساز شهری منجر شده است (Tannier, 2016).

یکی از مهم‌ترین چالش‌های فراروی دولت‌ها در قرن ٢١، بحران‌های زیست‌محیطی و استفادهٔ نامناسـب از آنهـا و فقدان پیوستگی میان اجزای زیرساخت سبز در شهرهاست (Grunwald, 2018)؛ به همین دلیل زیرسـاخت‌هـای سـبز (GI) نقشی تعیین‌کننده در تعریف مجدد رشد شهری از طریق یکپارچگی با محیط انسان سـاخت ایجـاد کـرده اسـت (ایجاد باغ‌های شهری در مناطق جنگلی، زیستگاه حیوانات وحشی و برکه‌ها و دالان‌های طبیعی و مصنوعی). در سطح سرزمینی، زیرساخت سبز به‌عنوان یک «کریدور سبز» با تنوع زیستی زیاد تعریـف مـی‌شـود (Jongman & Pungetti, 2004; Bennet & Mulongoy, 2006) در سطح شهری نیز زیرساخت سبز به‌عنوان شبکه‌ای از مداخلات استراتژیک، طیف وسیعی از خدمات اکوسیستمی را برای ساکنان یک شهر فراهم می‌کند (Bastian et al., 2012) و دارای اهمیـت زیست‌محیطی است (Aly & Amer, 2010). کریدورهای سبز فقط دارای ارزش حفاظـت از محـیط‌زیسـت هسـتند و زیرساخت سبز با عملکرد چندگانه مشخص می‌شود (Li et al., 2005). زیرساخت سبز شـامل انـواع اکوسیسـتم‌هـای طبیعی، بومی و گونه‌های منظر است که نظامی متشکل از قطب‌ها (پارک‌ها و فضاهای باز، سطوح آب، بـاغ‌هـا و خانـه باغ‌ها، بام و دیوار سبز و...) و پیوندهای بین آنها (کریدورهای سبز، کمربندهای سبز و خطوط جابـه‌جـایی) را ایجـاد می‌کند (حریرچیان، ١٣٩٧).

کمیسیون اتحادیهٔ اروپا، زیرساخت سبز را شبکهٔ برنامه‌ریزی‌شدهٔ استراتژیک از مناطق طبیعی و نیمه طبیعی با سایر ویژگی‌های زیست‌محیطی که برای ارائهٔ طیف گسترده‌ای از خدمات اکوسیستم طراحی و مدیریت شـده اسـت، ماننـد تصفیهٔ آب، کیفیت هوا، فضای تفریحی، کاهش آلودگی و سازگاری با آب‌وهوا تعریـف مـی‌کنـد (EU Commission, 2017)؛ بنابراین، زیرساخت سبز توانایی ارائـهٔ خـدمات اکوسیسـتمی متعـدد را در چـارچوب اهـداف، سیاسـت‌هـا و فعالیت‌های انسانی (اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی) دارد (Pozoukidou, 2020)؛ از این رو، زیرساخت سبز بـه‌عنـوان

عنصری تعریف شده است که امکان توسعهٔ روابط اکولوژیکی بین شهر و بافت محیطی آن را فراهم و به تأمین نیازهای اجتماعی توجه می‌کند که برای دستیابی به سطح بالای زندگی شهری ضروری هستند. طی سال‌های گذشته، از فضای سبز به‌عنوان ابزاری مؤثر در مقابله با تغییرات آب‌وهوایی به‌ویژه سیاست‌های تعدیل و سازگاری یاد شده است (Matthews et al., 2015; Salata & Yiannakou, 2016)؛ به همین دلیل مکان، بعد و ویژگی‌های ذاتی فضای سبز (استفاده از پوشش گیاهی، عملکرد، نسبت سطح نفوذناپذیر / غیرقابل‌نفوذ و غیره) به تعامل با سایر ویژگی‌های اجتماعی، اقتصادی و هندسی محیط انسان ساخت بستگی دارد (Gargiulo & Zucaro, 2015) ؛ بنابراین فضای سبز شهری، یکی از عناصر اصلی در زیرساخت‌های سبز موجود در شهرها در قالب یک شبکه موردمطالعه قرار می‌گیرد. به‌طوری که با ایجاد الگوهای شهری متناسب با شبکهٔ سبز، عملکرد سیستم‌های شهری را بهبود ببخشد و اساس زمینهٔ پژوهشی چند رشته‌ای را با عنوان شبکهٔ سبز شهری ایجاد کند؛ از این رو، شبکه‌سازی در مفهوم زیرساخت سبز شهری سبب به‌هم‌پیوستگی مناظر و جلوگیری از تکه‌تکه‌شدن آنها می‌شود (IPBES, 2019).

براساس برنامهٔ 2030 سازمان ملل متحد برای توسعهٔ پایدار، شهروندان باید دسترسی همگانی به مناطق سبز داشته باشد و ارتباط بین مناطق و حومهٔ شهری تشویق شود. نقش این مناطق به‌عنوان شبکه‌های سبز برای ارائهٔ خدمات اکوسیستمی ضروری است (Verdú-Vázquez et al., 2020). شکل‌گیری شبکه‌های سبز شهری با توجه به مشکلات عدیدهٔ زیست‌محیطی برای حفظ امنیت اکوسیستم شهری بسیار حائز اهمیت است. به‌طوری که ساخت یک شبکهٔ سبز شهری توانایی اکوسیستم را برای ارائهٔ خدمات و مقابله با تغییرات محیطی تضمین می‌کند؛ همچنین در نظر گرفتن دقیق حفاظت از شبکهٔ GI هنگام تنظیم چیدمان کاربری زمین پایداری شهری را ارتقا می‌دهد (Bai & Guo, 2021).

شبکه‌سازی با انواع مختلف آن، یکی از فعال‌ترین حوزه‌های تحقیقاتی در علوم کامپیوتر است که محققانی را در زمینه‌های: System ، Networks، Algorithm Design، Graph Theory درگیر می‌کند. براساس این نظریه، یک شبکه، نمایش ساده‌شده‌ای است که یک سیستم را به ساختار انتزاعی تقلیل می‌دهد. در چارچوب این تئوری، محیط طبیعی به‌صورت شبکه‌ای، مدل‌سازی و مدیریت می‌شود. این چشم‌انداز به دلیل پیشرفت‌های اخیر در اطلاعات جغرافیایی دیجیتال، باعث نوآوری در علوم مطالعات شهری در زمینهٔ ایجاد مفهوم شبکهٔ سبز شهری شده است (Massa & Campagna, 2014). با مرور یافته‌های مختلف تحقیقاتی که بر این موضوع متمرکز شده‌اند، آشکار است که این نظریه‌ها، هنگامی که در مفهوم شبکهٔ سبز اعمال می‌شوند، از دیدگاه مفهومی و معنایی در تعریف شبکهٔ سبز با توجه به رشته‌های مختلف متفاوت هستند (Salvati et al., 2013). با وجود مطالعاتی که درخصوص مفهوم شبکهٔ سبز شهری و ابعاد و پیامدهای آن انجام شده است، دستیابی به مدل و الگویی کامل و جامع که در برگیرندهٔ همهٔ روابط و اجزای این مفهوم به‌خصوص در علوم محیطی باشد، صورت نگرفته است و توجه به این مسئله، اهمیت بسزایی در آشکارسازی نقش مهم و اساسی آن در فرآیند بهبود شرایط زیست‌محیطی در شهرها دارد؛ از این رو، با توجه به اهمیت مسائل و مباحث زیست‌محیطی به‌خصوص شبکهٔ سبز شهری در فرآیند توسعهٔ پایدار و تاب‌آوری شهری، این تحقیق به‌دنبال شناسایی شاخص‌ها و تبیین مدل جامع در ارتباط با شبکهٔ سبز شهری است؛ بنابراین ضمن بررسی ابعاد و پیامدهای شبکهٔ سبز شهری به‌دنبال تحلیل دیدگاه‌ها و نظریه‌های مرتبط و اصلی با مفهوم شبکهٔ سبز شهری در علوم

محیطی است. بر این اساس، این پژوهش درصدد است با استفاده از تحلیل منابع علمی مختلف، مدل مفهومی جامع را درخصوص شبکهٔ سبز شهری (تأکید بر علوم محیطی) تبیین کند؛ به این منظور، اهداف ذیل برای تحقق این مدل مفهومی به شرح زیر مطرح می‌شود:

۱. شناسایی ارتباط بین مفهوم شبکهٔ سبز شهری با علوم مختلف
۲. بررسی مهم‌ترین واژگان کلیدی مرتبط با مفهوم شبکهٔ سبز شهری
۳. شناسایی ابعاد، رویکردها و نگرش‌های مرتبط با شبکهٔ سبز شهری در علوم محیطی

با توجه با اهداف مطرح‌شده، این پژوهش به‌دنبال پاسخگویی به سؤال‌های زیر است:

۱. شبکهٔ سبز شهری با چه علومی به‌طور مستقیم در ارتباط است؟
۲. مهم‌ترین واژگان کلیدی مرتبط با مفهوم شبکهٔ سبز شهری کدام است؟
۳. ابعاد، رویکردها و نگرش‌های علوم محیطی در مفهوم شبکهٔ سبز شهری چیست؟

پیشینهٔ پژوهش

زیرساخت سبز و مفهوم شبکهٔ سبز شهری، مفهومی مدرن است که حداقل دو ریشهٔ مهم در تاریخ معماری منظر و برنامه‌ریزی شهری دارد. یکی از این ریشه‌ها، مربوط به ایدهٔ پارک عمومی است که در قرن هجدهم و نوزدهم در آلمان، انگلستان و فرانسه گسترش یافت و آن بود که بسیاری از مردم احساس نیاز به فرار از آلودگی شهرهای صنعتی و ناسالم می‌کردند. پارک‌ها مکانی برای تنفس کلان‌شهرها محسوب می‌شدند و در همین زمان آگاهی فزاینده نسبت‌به پارک‌های جدید و قابل‌دسترس برای شهروندان، به ایجاد شبکهٔ به‌هم‌پیوسته‌ای از پیاده‌راه‌های سبز و پارک‌ها منجر شد. هاسمان و مهندس ارشدش، آلفاند، این ایده را در پاریس پیاده کردند و فردریک لاالمستد در آمریکا در سال ۱۸۵۷ میلادی، پارک مرکزی نیویورک را، که اولین پارک مدرن در تاریخ ایالات متحدهٔ آمریکا محسوب می‌شود، با همکار انگلیسی خود یعنی کالورت واکس (Calvert Vaux) طراحی کرد و و اجرای آن را با سیستم پارک‌ها و پارک وی‌ها به تکامل رساند. ریشهٔ دوم، مربوط به ایده‌های هاوارد دربارهٔ جنبش باغ‌شهر است که در این ایده، شهر بیشتر از یک مقدار مشخص رشد نمی‌کند و هنگامی که شهرها به میزان مشخصی از رشد دست یافتند، شهرهای جدید به‌صورت شبکه‌های ماهوارهای در اطراف مادرشهر ایجاد می‌شوند. در این ایده، شهر به‌صورت مدور حول یک مرکز شکل می‌گیرد که باغی عمومی است و خیابان‌های پارک‌مانند و درنهایت زمین‌های کشاورزی و باغات در اطراف شهر، آن را تحدید می‌کند (Attwell & Smith, 2017) در هر دو ریشه به واقع واکنش به شرایط اسف‌بار موجود در شهرهای آن زمان به‌خصوص در زمینهٔ آلودگی، باعث ایجاد و توسعهٔ آنها شده است. به‌طور کلی ایدهٔ شبکه‌های اکولوژیکی در اروپا و مسیرهای سبز در آمریکا در اوایل قرن بیستم مطرح شده و در جهت اتصال سیستم‌های سبز یا شهرها با نواحی طبیعی و جنگلی عملکرد داشته است. علاوه بر آن، این زمان، مبین مطرح‌شدن موضوع طراحی شهری پایدار در سطح جهانی است.

در کتاب طراحی با طبیعت، ایان مک هارگ (1969) با ارائهٔ رویکردی نوین تصورات متخصصان رشته‌های مختلف را در توجه به منابع طبیعی و فضای سبز تغییر داده است. در این رویکرد، از روی هم گذاری نقشه‌های

مختلف در راستای تعیین نقاط مناسب توسعه و محدوده‌هایی استفاده می‌شود که نباید در آن توسعه ایجاد کرد. این روش، پایهٔ سیستم اطلاعات جغرافیایی است که اکنون یکی از مهم‌ترین ابزار در تحلیل‌های چند معیاره در برنامه‌ریزی است. در کنفرانس بین‌المللی حفظ میراث طبیعی در اروپا با عنوان «به‌سوی یک شبکهٔ زیست‌محیطی و اکولوژیکی اروپایی» که در ماستریخ و سال 1993 برگزار شد، گراهام بنت نیاز به چارچوبی عملیاتی را برای هدایت اجرای استراتژی در حفاظت از طبیعت اروپا پیش‌بینی کرد. این چارچوب، نشان‌دهندهٔ آن است که مفهوم «شبکهٔ اکولوژی» به‌عنوان ابزاری برای رسیدن به این مهم است. در این شبکهٔ اکولوژی، هرچه لکه‌ها و کریدورها ا لحاظ اندازه وسیع‌تر باشند، عملکرد شبکه به‌لحاظ زیست‌محیطی بهتر خواهد بود و هرچه به هم نزدیک‌تر باشند، کارآیی اکولوژیکی بهتری خواهند داشت (نصر آزادانی، ۱۳۹۳:٤٤١).

شکل (۱) رویکردهای غالب در مقاطع زمانی، مأخذ: نگارندگان

Figure (1) Dominant approaches in time periods, Source: Authors

از سوی دیگر، در چند سال گذشته آخرین یافته‌های تحقیقاتی در ارتباط با شبکهٔ سبز شهری به‌وسیلهٔ بهره‌گیری از الگوهای شهری متناسب با فضای سبز شهری به‌همراه نگاهی جزئی در راستای حفظ و بهره‌مندی از خدمات اکوسیستم آغاز شده است که در این بخش به برخی اشاره می‌شود (Ding et al., 2015; Fichera et al., 2016). در همین راستا بای و گو (2021) در پژوهشی تحت عنوان «ساخت شبکهٔ سبز از منظر خدمات اکوسیستم و حساسیت اکولوژیکی در شهر هاربین چین»، این ایده را پیشنهاد می‌کنند که یک شبکهٔ سبز شهری از دیدگاه خدمات اکوسیستم و حساسیت اکولوژیکی شناسایی و ایجاد می‌شود. هدف این شبکه، بهبود و حفاظت از پایداری اکوسیستم و هدایت بهتر شهرها و روستاها به‌سمت توسعهٔ سبز و پایدار است؛ همچنین شناسایی قطب‌ها از طریق ارزیابی خدمات اکوسیستمی و حساسیت اکولوژیکی امکان‌پذیر است (Bai & Guo, 2021). در پژوهش دیگری تحت عنوان «زیرساخت سبز و انسجام شبکه»، اسلویس و جانگمن (2019) به نقش بی‌بدیل شبکه‌های اکولوژیک در شکل‌گیری مفهوم شبکهٔ سبز شهری اشاره دارند و فرآیند شبکه‌سازی و انسجام آن را نشأت‌گرفته از بوم‌شناسی منظر می‌دانند (Sluis & Jongman, 2019). تولیسی (2017) در پژوهشی تحت عنوان «طراحی شبکهٔ سبز شهری: تعریف شبکهٔ سبز از منظر برنامه‌ریزی شهری»، ساختار سبز شهری را به‌عنوان شبکه‌ای موردمطالعه قرار داده است و با ایجاد مدل‌هایی عملکرد سیستم ساختار سبز را اندازه‌گیری می‌کند (Tulisi, 2017). موگیاکو و فوتیس (2014) در پژوهشی با عنوان «ارزیابی و برنامه‌ریزی شبکهٔ فضای سبز شهری: بهینه‌سازی قابلیت دسترسی براساس اتصال و تجزیه‌وتحلیل Raster

Gis» به ارزیابی و بهینه‌سازی شبکهٔ سبز شهری در مناطق شهری متراکم با بهره‌گیری از چارچوب روش‌شناختی و مدل‌سازی فرآیندهای فضایی توجه کرده‌اند و به این موضوع اشاره دارند که اتصال فضایی نقش برجسته‌ای در کنترل و ارزیابی ساختار شبکهٔ سبز شهری ایجادشده ایفا می‌کند (Mougiakou & Photis, 2014). در پژوهش دیگری، تحت عنوان «مفهوم شبکهٔ سبز شهری پایدار برای شهر گدنیا، لهستان» کووالوسکا (2011) شبکهٔ سبز شهری را ازنظر فضا و عملکردهای عمومی تعریف می‌کند. به‌طوری که شبکهٔ سبز شهری را ابزاری برای برنامه‌ریزی به‌منظور طراحی و مدیریت بیشتر و مطابقت با استانداردهای توسعه برای انواع خاصی از مناطق سبز در شهر معرفی می‌کند که در راستای افزایش کیفیت زندگی، به کاهش محرومیت و شکاف اجتماعی و همچنین احیای مناطق فقیرنشین منجر می‌شود (Kowalewska, 2011). اوا (2011) در پژوهشی دیگر با عنوان «بررسی ساختار شهر و سیستم فضای سبز شهر سوپرون، فرصت‌های توسعه با رویکرد تاریخی» به این مسئله اشاره دارد که با ایجاد پیوستگی در جنگل کاری و کشت گونه‌های گیاهی مختلف در مناطقی که تراکم گیاهی پایینی دارند، کمک شایانی به ساختاربندی برنامه‌ریزی شهری و با استفاده از برنامه‌ریزی فضای سبز شهری، توسعهٔ کمی و کیفی فضاهای سبز، تعادل شبکهٔ سبز شهری و رشد متناسب فیزیکی شهر را تأمین کرد (Eva, 2011).

نوروزی و بمانیان (۱۳۹۸)، نیز در پژوهش خود تحت عنوان «تحلیل اثر زیرساخت‌های سبز شهری بر ارتقای مؤلفه‌های پایداری محیطی» به این نتیجه رسیده‌اند که عناصر تشکیل‌دهنده منظر بر عوامل زیرساختی، محیطی و خدماتی رهیافتی به‌منظور ارتقای شاخص‌های پایداری شهری و افزایش شاخص‌های زیست‌پذیری برای شهروندان است و نوع ساختار، عملکرد موضوعی و فاصله از فضاهای سبز تأثیر مستقیمی در تغییر شاخص‌های پایداری محیطی شهری دارد (نوروزی و بمانیان، ۱۳۹۸). در پژوهش دیگری تحت عنوان «شبکه‌های سبز منظرین؛ نقش مفصل‌بندی در یکپارچگی فضاهای سبز در منظر شهرهای معاصر ایران» که از سوی صابونچی و همکاران (۱۳۹۷) به نوشتار درآمده است، به این موضوع اشاره دارد که برای تحقیق انسجام درونی و بیرونی شبکهٔ سبز نیاز است، راهکار مفصل‌بندی به شیوهٔ منظرین بهره گرفته شود؛ یعنی مفصل‌بندی با تأکید بر کالبد، کارکرد و نقش هویتی ساختار سبز شهر، مبنایی برای انتظام و سازمان‌دهی فضاهای سبز نسبت به سایر ساختارهای شهری و عاملی مؤثر بر کیفیت‌بخشی آنهاست. مفصل‌بندی با ایجاد شبکه‌ای واحد از فضاهای سبز، سبب ادراک و فهم بهتر شهروندان از منظر و محیط طبیعی و زمینهٔ افزایش خوانایی و هویت شهر می‌شود (صابونچی و همکاران، ۱۳۹۷). مینو حریرچیان (۱۳۹۷) در پژوهش خود تحت عنوان «گزارش سیاستی زیرساخت‌های سبز در شهرهای جدید»، عملکردهای عناصر زیرساخت سبز را به‌عنوان عامل درونی و فضاهایی شناسایی و بررسی می‌کند که امکان تبدیل به این عناصر را دارند؛ ازجمله عناصر مهم و اثرگذار در زیرساخت‌های سبز شهری، قطب‌ها و پیوندهاست که به سبب آنها شبکهٔ سبز شهری ایجاد می‌شود (حریرچیان،۱۳۹۷).

جدول (۱) عوامل مؤثر بر شبکهٔ سبز شهری از دیدگاه پژوهشگران

Table (1) Effective findings on the urban green network from the perspective of researchers

پژوهشگر	سال	مفاهیم کلیدی	یافته‌های مؤثر بر شبکهٔ سبز شهری
بای و گو	2021	شبکهٔ سبز شهری، پایداری اکوسیستم، توسعهٔ سبز و پایدار، حساسیت اکولوژیک	– بهبود و حفاظت از پایداری اکوسیستم با شبکهٔ GI – هدایت بهتر شهرها و روستاها به‌سمت توسعهٔ سبز و پایدار با شبکهٔ GI – امکان‌پذیربودن شناسایی هاب‌ها با ارزیابی خدمات اکوسیستمی و حساسیت اکولوژیکی
اسلویس و جانگمن	2019	انسجام شبکه، شبکهٔ مناطق حفاظت‌شده	–توجه به نقش شبکهٔ اکولوژیکی در شکل‌گیری مفهوم شبکهٔ زیرساخت سبز – نشأت‌گرفتن مفهوم «انسجام شبکه» از بوم‌شناسی منظر
تولیسی	2017	شبکهٔ سبز، ساختار سبز شهری، خدمات زیست‌بوم، برنامه‌ریزی شهری	– در نظر گرفتن ساختار سبز شهری به‌عنوان یک شبکه – اندازه‌گیری عملکردی سیستم ساختار سبز با استفاده از ایجاد مدل‌های شبکهٔ سبز شهری
موگیاکو و فوتیس	2014	شبکهٔ سبز شهری، اتصال، GIS، کم‌ترین هزینه برای کاربر، مدل‌سازی	– بهره‌گیری از چارچوب روش‌شناختی در ارزیابی و بهینه‌سازی شبکهٔ سبز شهری – مدل‌سازی فرآیندهای فضایی برای ارزیابی و بهینه‌سازی شبکهٔ سبز شهری – نقش برجستهٔ اتصال فضایی در کنترل و ارزیابی ساختار شبکهٔ سبز شهری
کووالوسکا	2011	شبکهٔ سبز شهری پایدار، فضا و عملکرد عمومی، مناطق سبز، برنامه‌ریزی و طراحی فضاهای سبز	– تعریف شبکهٔ سبز شهری از منظر فضا و عملکردهای عمومی –شبکهٔ سبز شهری ابزاری برای برنامه‌ریزی به‌منظور طراحی و مدیریت بیشتر و مطابقت با استانداردهای توسعه برای انواع خاصی از مناطق سبز –افزایش کیفیت زندگی، کاهش محرومیت و شکاف اجتماعی و همچنین احیای مناطق فقیرنشین با استفاده از شبکهٔ سبز شهری
اوا	2011	مفهوم اکولوژیکی شهرنشینی، مناطق تاریخی شهر، توسعهٔ ساختار شهر، سیستم فضای سبز شهری	– ساختاربندی مناسب برنامه‌ریزی شهری با استفاده از پیوستگی در جنگل کاری و کشت گونه‌های گیاهی مختلف –ایجاد تعادل در شبکهٔ سبز شهری، توسعهٔ کمی و کیفی فضاهای سبز، جهت‌گیری و رشد مناسب فیزیکی شهر با استفاده از برنامه‌ریزی فضای سبز شهری
نوروزی و بمانیان	۱۳۹۸	زیرساخت، زیرساخت سبز، شبکهٔ سبز، پایداری محیطی، عوامل زیرساختی و خدماتی	عناصر تشکیل‌دهندهٔ منظر بر عوامل زیرساختی و محیطی و خدماتی رهیافتی برای ارتقای شاخص‌های پایداری شهری و افزایش شاخص‌های زیست‌پذیری برای شهروندان مؤثر است. –نوع ساختار، عملکرد موضوعی و فاصله از فضاهای سبز تأثیر مستقیمی در تغییر شاخص‌های پایداری محیطی شهری دارد.
صابونچی و همکاران	۱۳۹۷	زیرساخت شهری، شبکهٔ سبز، مفصل‌بندی، پیوستگی منظرین	–ضرورت وجود شبکه‌های سبز منسجم و پیوسته در ساختار شهرها –فراهم‌کردن امکان پیوند چندجانبهٔ زیرساخت سبز با سایر زیرساخت‌ها و وجوه مختلف زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی شهرها –پیوند و اتصال نیز میان اجزای شبکهٔ سبز برای حفظ پیوستگی و انسجام شکلی و کالبدی، معنایی و عملکردی آن – ایجاد مفصل‌بندی برای تحقق انسجام درونی و بیرونی شبکهٔ سبز شهر
حریرچیان	۱۳۹۷	عناصر زیرساخت سبز، عملکرد زیرساخت سبز، اصول زیرساخت سبز	شناسایی عناصر زیرساخت سبز به‌عنوان عامل درونی – شناسایی فضاهایی که امکان تبدیل به عناصر زیرساخت سبز را دارند – بررسی عملکرد عناصر زیرساخت سبز به‌عنوان عامل درونی

مأخذ: نگارندگان

روش پژوهش

پژوهش حاضر ازنظر نوع و هدف، کاربردی و به‌لحاظ روش از تحلیل هم واژگانی که به‌عنوان یکی از ابزارهای تحلیل محتوا به‌منظور کشف دانش و ترسیم نقشهٔ کتاب‌شناختی است، بهره گرفته شده است که به کشف و شناسایی کلیدواژگان اصلی، ابعاد اثرگذار و مهم‌ترین موضوعات یا مفاهیم در رویکرد شبکهٔ سبز شهری منجر می‌شود؛ همچنین در این روش، رخداد دو واژه در یک سند نشان‌دهندهٔ ارتباط بین آن دو موضوع است که با استخراج و وارسی کلمات و کلیدواژه‌های منابع، مسیر تحقیقات و موضوعات بررسی‌شدهٔ حوزه‌های تحقیقاتی مشخص می‌شود (Hu et al., 2013). برای دستیابی به هدف غایی در این پژوهش که تبیین مدل مفهومی شبکه‌های سبز شهری از منظر علوم محیطی است، شناسایی متغیرها بسیار حائز اهمیت است؛ از این رو، دو متغیر شبکهٔ سبز شهری و علوم محیطی به‌عنوان اصلی‌ترین متغیرهای پژوهش تعریف شده‌اند. شایان ذکر است که متغیر علوم محیطی به‌عنوان متغیر مستقل و متغیر شبکهٔ سبز شهری به‌عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شده‌اند.

جدول (۲) متغیرهای تحقیق

Table (2) Research variables

مفاهیم کاربردی تحقیق	نوع متغیر	ابعاد کلیدی
علوم محیطی	مستقل	علوم اکولوژی علوم مطالعات شهری علوم جغرافیای شهری
شبکهٔ سبز شهری	وابسته	زیرساخت سبز شهری فضای سبز شهری خدمات اکوسیستم شهری

مأخذ: نگارندگان

به‌منظور بهره‌گیری از روش تحلیل هم واژگانی، ابتدا جمع‌آوری داده‌ها در دو مرحلهٔ مختلف انجام شد: ۱. گردآوری منابع علمی پر استناد در زمینهٔ مطالعات زیرساخت سبز شهری طی ۲۱ سال گذشته؛ ۲. انتخاب مواردی که حاوی ارجاع خاصی به مفهوم شبکهٔ سبز هستند. در راستای دستیابی به منابع معتبر، از مهم‌ترین پایگاه‌های علمی بین‌المللی و داخلی استفاده شد که از مهم‌ترین آنها در سطوح بین‌المللی به اسکوپوس، گوگل اسکولار، ساینس دایرکت، ریسرچ گیت و از پایگاه‌های معتبر داخلی به علوم استنادی جهان اسلام، اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی و اطلاعات علمی ایران اشاره می‌شود. با استفاده از کلید واژگان اصلی پژوهش همچون شبکهٔ سبز شهری، زیرساخت سبز، فضای سبز، خدمات اکوسیستم و واژگانی با معنای نزدیک یا مشابه به موضوع پژوهش موردمطالعه همچون اکوسیستم، اکوشهر، شبکهٔ اکولوژی، مفهوم (NBS، راه‌حل‌های مبتنی بر طبیعت)، سبزینگی شهری و ... به انتخاب منابع معتبر و فیلتر هر یک از آنها به‌ترتیب تعداد استناد اقدام شد؛ همچنین اطلاعات جمع‌آوری‌شده با مشخص‌کردن کلیدواژه‌های هر یک از منابع و بررسی نکات هر یک از آنها به جمع‌بندی و نتیجه‌گیری منجر شد. پس از دستیابی به

کلیدواژه‌ها و نکات به‌دست‌آمده، اطلاعات با استفاده از ابزار تجزیه‌وتحلیل[۱] (LCA) بررسی شدند. این نوع از تجزیه‌وتحلیل اطلاعات براساس «تفاوت‌ها» است و با توجه به آنکه این ابزار دارای رویکردی نتیجه‌گراست، کمک شایانی به تدقیق متون، کلیدواژه‌ها و نکات به‌دست‌آمده به‌منظور دستیابی به مهم‌ترین و مرتبط‌ترین کلیدواژگان و نکات کلیدی مهم هر مفهوم می‌کند (De Falco et al., 2021). در گام بعد با بهره‌گیری از نرم‌افزار SPAD برای تجزیه‌وتحلیل ارتباطات بین اطلاعات جمع‌آوری‌شده (کلیدواژگان، نکات، ابعاد و مفاهیم) استفاده شد که هر بعد نشان‌دهندهٔ ارتباط نهفتهٔ موجود در اطلاعات و میزان همبستگی میان ابعاد و مؤلفه‌های هر یک از علوم محیطی است.

محدودهٔ زمانی پژوهش حاضر بین اسناد منتشریافته در سال‌های 2000 تا2021 است. به‌طور کلی و مدون، عمدهٔ تحقیقات و برون‌دادهای منتشرشدهٔ اصلی در این حوزه از سال 2000 به بعد قابلیت دسترسی داشته و تا انتهای سال 2021 کامل در دسترس بوده است؛ بنابراین در این پژوهش سعی شده است، با تجزیه‌وتحلیل منابع علمی دو دههٔ اخیر در راستای دستیابی به اطلاعات جامع حرکت شود. بر این اساس ۲۰۵ منبع معتبر علمی شناسایی شد که از این میان ۹۷ (٤٧/٣٢ درصد) منبع تجربی، ۷۸ منبع (۳۸/۰۵ درصد) نظری و ۳۰ منبع (١٤/٦٣ درصد) با رویکرد مروری هستند (جدول شمارهٔ ۳).

جدول (۳) دسته‌بندی منابع علمی

Table (3) Classification of scientific resources

دسته‌بندی منابع علمی	تعداد منابع	درصد منابع
منابع تجربی	۹۷	٤٧/٣٢
منابع نظری	۷۸	۳۸/۰۵
منابع مروری	۳۰	١٤/٦٣

مأخذ: نگارندگان

با فیلترکردن منابع موردبررسی، فقط ۱۰ منبع علمی منتخب به صراحت به شبکهٔ سبز توجه کرده‌اند؛ به همین دلیل با استفاده از واژهٔ «شبکهٔ سبز» به‌عنوان کلیدواژهٔ اصلی موضوع و بسط مجموعهٔ منابع علمی به سایر رشته‌های مرتبط، جمع‌آوری اطلاعات و تجزیه‌وتحلیل دیگری انجام شد تا ارتباطات بین کلیدواژه‌های به‌دست‌آمده درک شود. سپس در آخرین مرحله، برای این گروه از متون به‌دست‌آمده، تجزیه‌وتحلیل متن با استفاده از نرم‌افزار VOSviewer صورت پذیرفت. این نرم‌افزار برای تحلیل خوشه‌ای متون (کلیدواژه‌ها) استفاده شد و مباحث موضوعی به‌دست‌آمده را شناسایی کرد؛ همچنین با بهره‌گیری از تکنیک‌های مبتنی بر فاصله اقدام به ترسیم نقشه‌های شبکه و چگالی می‌کند. در نقشه‌های حاصله، فاصلهٔ میان مفاهیم نشان‌دهندهٔ ارتباط بین مفاهیم و اندازهٔ دایره‌ها نشان‌دهندهٔ میزان مقالات دربارهٔ آن مفهوم است؛ بنابراین کلمات و موضوعات با هم واژگانی بیشتر در فاصهٔ نزدیک‌تری از یکدیگر قرار دارند(Van & Waltman, 2009). در مصورسازی داده‌ها هدف، آن است که اطلاعات به‌روشنی و با میزان اثرگذاری چشمگیری به مخاطب ارائه شود (گلزار مقدم و همکاران،١٤٠٠). به‌منظور تأمین روایی پژوهش، ابعاد و مفاهیم به‌دست‌آمده از بررسی علوم محیطی در زمینهٔ شبکهٔ سبز شهری از سوی ده تن از اساتید شهرسازی، برنامه‌ریزی،

۱. ابزار تحلیلی است که قادر به تشخیص معنای نهفته در گروهی از متون است.

محیط‌زیست و جغرافیای شهری بررسی و روایی و مرتبط‌بودن آنها با متغیرهای پژوهش تأیید شد. شایان ذکر است که هرچند مطالعاتی در ارتباط با مباحث زیرساخت سبز و شبکه‌های سبز شهری صورت گرفته است، به مطالعات مروری و بررسی جامع مفاهیم و ابعاد این موضوع در قالب یک مدل جامع و مانع هنوز توجه نشده و تجزیه‌وتحلیل مناسب به‌خصوص در تحقیقات و پژوهش‌های داخلی صورت نگرفته است؛ بنابراین در این پژوهش با وجود چنین مسئله‌ای سعی بر آن شده است که با بررسی مدون حوزهٔ پژوهش به نوآوری مطلوبی دست یافته شود.

یافته‌های پژوهش

در این بخش، به‌منظور بررسی سیستماتیک مقاله‌های یافت‌شده، به تجزیه‌وتحلیل نقش فضای سبز شهری طی ۲۱ سال گذشته، بررسی متن شبکه، دسته‌بندی مقالات با توجه به حوزه‌های علمی موردبررسی و تجزیه‌وتحلیل محتوای اثرگذارترین حوزه‌های تحقیقاتی در زمینهٔ شبکهٔ سبز شهری توجه شده است.

تجزیه‌وتحلیل نقش زیرساخت سبز شهری طی ۲۱ سال گذشته

با استفاده از ابزار تجزیه‌وتحلیل (LCA)، سیر تحول مفهوم زیرساخت سبز در پر استنادترین مقاله‌های مجلات معتبر علمی طی ۲۱ سال گذشته بررسی شد. مقالات علمی بررسی‌شده در بازهٔ زمانی سال‌های (2006-2000) میلادی به‌طور خاص، در ارتباط با تقویت رابطهٔ معقول و پایدار میان انسان، شهر و طبیعت به‌عنوان یکی از مؤثرترین راه‌های مقابله با مشکلات شهرنشینی توجه کرده‌اند؛ به همین دلیل مفاهیمی همچون شبکه‌های اکولوژیکی از عناصر خطی همانند (کریدورها یا راه‌ها) و غیر خطی (لکه‌ها) شکل گرفته است (Zhang & Wang, 2006)؛ همچنین با تأکید بر نقش اجتماعی زیرساخت سبز علاوه بر نقش اکولوژیکی آن، به حمایت از فعالیت‌ها و فرآیندهای اکولوژیکی و اجتماعی توجه می‌کند (Tzoulas et al., 2007). از سوی دیگر، در این بازهٔ زمانی توجه به نقش فضاهای سبز شهری به‌عنوان یکی از مهم‌ترین زیرساخت‌های سبز پررنگ‌تر شده است. به نظر می‌رسد، توجه فزاینده به موقعیت مکانی این نوع از فضاها در الگوهای شهری به‌عنوان فضایی عمومی که بخش‌های مختلف شهر را به هم متصل می‌کند، سبب بهبود شرایط در شهرها و کیفیت زندگی شهروندان می‌شود. وجود کلماتی همانند (کمربند، حومهٔ شهر، سیاست، سکونتگاه و ...) درواقع به رشد مراکز شهری و راهکارهای مربوط به برنامه‌ریزی فضایی به‌ویژه در مناطق در حال رشد حومهٔ شهر اشاره دارد؛ همچنین وجود واژگانی همانند نقش خنک‌کننده و اثرات حاصل از آن و نقش کاهندهٔ اثرات مخرب زیست‌محیطی نشان‌دهندهٔ نقش مهم و اساسی فضای سبز شهری به‌عنوان عنصری برای کاهش اثرات جزایر گرمایی شهری است (IPCC, 2014). در بازهٔ زمانی سال‌های (2011-2007) میلادی توجه به فضاهای اکولوژیک و سبز شهری به‌عنوان یکی از عناصر مهم در شهر و باقی‌ماندهٔ زیستگاه‌های طبیعی موجود در شهر موردتوجه بیشتری واقع شد. به‌طوری که این فضاها کارکردها و مزایای متعدد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی و همچنین نقش بسزایی در توسعهٔ پایدار و اکولوژی شهری بر عهده دارند (Jim & Chen, 2009) که توجه فزاینده به این‌گونه فضاها در شهرها باعث یکپارچگی و پیوستگی بیشتر در شهرها می‌شود (Tian et al., 2011) ؛ از این رو، زیرساخت سبز به‌عنوان منظری انعطاف‌پذیر معرفی می‌شود که منافع اکولوژیکی، اقتصادی و انسانی را داراست (Mell, 2010).

همچنین در بازهٔ زمانی سال‌های (2012-2013) به ضرورت مداخلات جدید در الگوهای موجود شهری توجه شده که مشخصهٔ بیشتر شهرهاست و به نظر می‌رسد، پاسخی به چشم‌انداز فاجعه‌بار تغییرات آب‌وهوایی و بحران اقتصادی است. همین مسئله باعث شده است، مقاله‌های بسیاری در این بازهٔ زمانی به موضوع ارزش اقتصادی فضاهای سبز توجه کنند که از روشی مبتنی بر ارزیابی زیرساخت‌های سبز ازنظر منافع اقتصادی با مقایسهٔ هزینه‌های انواع روش‌های موجود در زمینهٔ زیرساخت سبز، به بهره‌گیری از بهترین روش برای جلوگیری و کاهش اثرات مخرب تغییرات اقلیمی و ... اشاره کرده است (IPCC, 2014)؛ همچنین در این بازهٔ زمانی توجه ویژه‌ای به زیرساخت سبز به‌عنوان یک سیستم می‌شود. به‌گونه‌ای که از اجزایی همانند (درختان، خاک و زیرساخت‌های ساخته‌شده) و عملکردهایی (همچون مدیریت رواناب‌ها و کاهش آلودگی آب‌وهوا) و از طرفی، شامل چندین زیر سیستم بوده (برای مثال زیرسیستم هیدرولوژی، پوشش گیاهی و حرکتی) و از طرف دیگر، درون زیر سیستم بزرگ‌تری قرار گرفته است (برای مثال منطقه، شهر یا محله) که در آن با سیستم‌های دیگر (مانند حمل‌ونقل، افتاد و دولت) تعامل دارد (Rouse & Bunster-Ossa, 2013). گروه مقاله‌ها در بازهٔ زمانی سال‌های (2014-2017) با دو مجموعه اصطلاحات مختلف مشخص می‌شود:

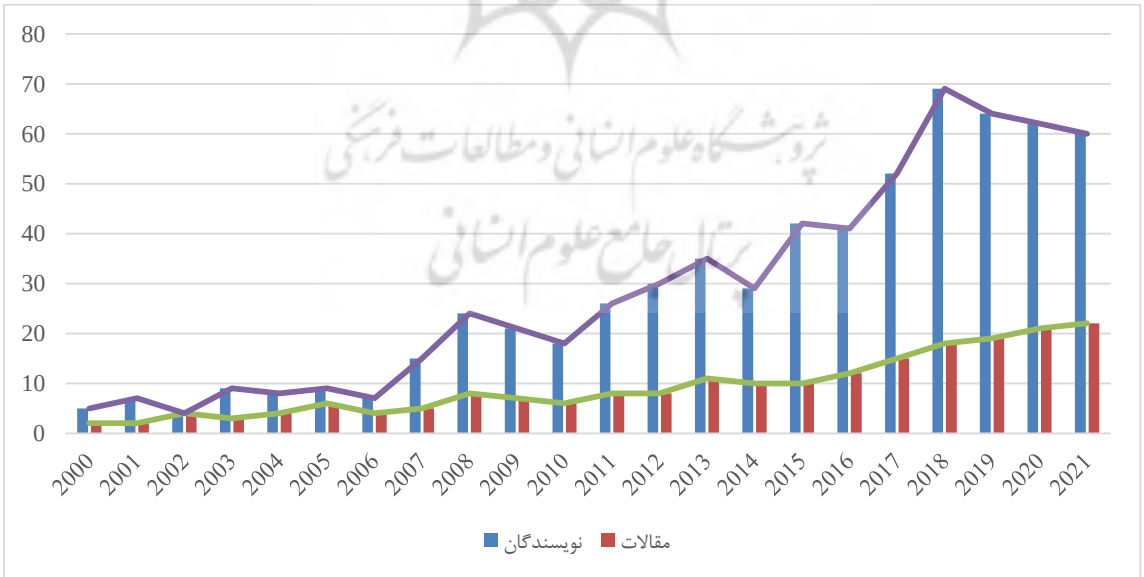
الف) در این بخش با واژه‌هایی همانند (سازگاری، طوفان، نقش خنک‌کنندگی یا سرمایش) به‌وضوح با مفاهیم تاب‌آوری شهری در ارتباط است؛ بنابراین علاقهٔ روزافزون را به این موضوع و نقش اصلی فضای سبز را در سیاست‌های برنامه‌ریزی شهری تأیید می‌کند. فضای سبز همچون فضاهای سبز موجود در شهرها به عناصر مهم برنامه‌ریزی برای مدیریت خطرات احتمالی مانند سیل با شیوه‌های مبتنی بر نفوذ، آماده‌شدن برای خشک‌سالی با نفوذ آب در سطح این فضا، کاهش اثرات جزایر گرمایی شهری با کاشت درختان مبدل می‌شود(Inostroza, 2014; Gargiulo & Tulisi, 2016) ، همچنین ساخت بام‌های سبز، کاهش میزان استفاده از انرژی در ساختمان با کاهش دمای داخلی و سایه‌انداختن سطوح ساختمان (Gargiulo & Tulisi, 2017)، استفاده از انرژی کمتر برای مدیریت آب با کاهش ورود جریان آب باران به سیستم‌های فاضلاب ازجمله رویکردهای مهم در این بخش در ارتباط با زیرساخت سبز بوده است (Zhang et al., 2015: 12). از سویی، زیرساخت سبز در این بازهٔ زمانی در حفاظت یا احیای ویژگی طبیعی (سبز) رودخانه‌های شهری استفاده شده است که به‌عنوان مجموعه‌ای از اصول مورداستفاده برای مدیریت ریسک سیل، بهبود کیفیت آب و اکوسیستم رودخانه‌ها و همچنین یک استراتژی کلی برای کمک به مردم و جوامع در مقابل تأثیرات آب‌وهوایی است (Roca, 2017).

ب) در این قسمت نیز که ارتباط تنگاتنگی با موارد ذکرشده در فوق دارد، با واژه‌هایی همچون (ارگانیک‌بودن فضاها، سطح نگهداری و حفاظت از فضاها، بستر رودخانه‌ها و ...) مشخص می‌شود که به ویژگی‌های ذاتی سیستم‌های اکولوژیکی اشاره دارد که با هم و در کل سیستم شهری کار می‌کنند. این مسئله، نشان از ارتباط نزدیک با رشته‌های دیگر نیز دارد: تنوع زیستی اکوسیستم‌های شهری، ویژگی‌های پوشش گیاهی، جانوران و خاک، بخشی از مباحث مطروحه در این بخش و به‌طور کلی در مسائل شهری شده است (Brunetta & Voghera, 2014).

در بازهٔ زمانی سال‌های (2018-2021) میلادی که در ارتباط بسیار نزدیک با دورهٔ ما قبل خود است، به میزان چشمگیری به موضوع اصلی پژوهش توجه شده که همان شبکه‌های سبز است. به‌طوری که به دو بحث اتصال و چند کارکردی بودن به میزان زیادی اشاره می‌شود تا با کمک این دو وجهٔ مهم، شبکه‌های سبز در راستای پایداری عمل

کنند (Pozoukidou, 2020)؛ از این رو، شبکه‌های سبز عاملی برای افزایش پیوستگی فضاهای اکولوژیک شهری و درنتیجهٔ آن زیادکردن میزان کیفیت محیط‌زیست شهری معرفی می‌شود (Ersoy et al., 2019). شبکهٔ سبز شهری شامل فضاهای عمومی (مناظر خیابانی، ذخایر طبیعی باقی‌مانده، پارک‌های عمومی و غیره) و مناطق تحت مالکیت خصوصی (زمین‌های گلف، باغ‌های مسکونی و غیره) است (Şenik & Uzun, 2021) ؛ همچنین در این بازهٔ زمانی به طراحی و مدل‌سازی شبکه‌ای حفاظتی از انواع کریدورهای زیست‌محیطی توجه شده است.(Hofman et al., 2018) . از سویی، در این بازهٔ زمانی، با توجه به اهمیت چند کارکردی بودن این شبکه‌ها، تأکید فراوانی بر مزایای ارائه‌شدهٔ آنها می‌شود. به‌گونه‌ای که مزایای چند منظوره‌ای ازجمله: حمایت از زندگی، سلامت و رفاه انسان، تنظیم آسایش حرارتی شهری، هوای پاک، تأمین آب و مدیریت طوفان ارائه کند. از دیدگاه برنامه‌ریزان، شبکهٔ سبز شهری تأثیر مثبتی نیز بر شکل شهرهای سبز و پایدار دارد (Wu et al., 2018). در میانهٔ خوشهٔ کلمات موردبررسی، مهم‌ترین موضوعات وجود دارند که مشخص‌کنندهٔ تمامیت مجموعهٔ متون موردبررسی هستند. این مسئله نشان‌دهندهٔ آن است که مفاهیمی مانند دسترسی، سلامت، آلودگی هوا و کیفیت زندگی به‌طور مداوم در مباحث علمی تجزیه‌وتحلیل و بررسی شده‌اند.

به‌طور خلاصه، چشم‌انداز علمی فعلی نشان‌دهندهٔ چارچوبی کلی دربارهٔ مسئلهٔ شبکهٔ سبز است که محتوای آن ضرورت گنجاندن پارامترهای جدید برای توصیف و طراحی زیرساخت‌های سبز و کشف شواهد علمی جدید دربارهٔ رابطهٔ بین فرآیندهای طبیعی و اثرات نسبی آن بر محیط انسان ساخت به‌ویژه با توجه به عواقب تغییرات اقلیم است. همان‌گونه که در شکل (۲) مشاهده می‌شود، به‌صورت کلی روند توجه به این مسئله و تعداد پژوهشگرانی که در این زمینه تحقیق کرده‌اند، در سال‌های گذشته افزایش چشمگیری داشته است و به‌طور واضح تکامل این مفهوم در طول ۲۱ سال گذشته مشاهده می‌شود.



شکل (۲) سیر تحول و روند افزایشی مفهوم زیرساخت سبز در پر استنادترین مقاله‌های مجلات معتبر علمی طی ۲۱ سال گذشته

مأخذ: نگارندگان

Figure (2) Evolution and increasing trend of the concept of green infrastructure in the most cited articles of prestigious scientific journals during the last 21 years

جدول (٤) تحولات در مفهوم زیرساخت سبز طی ۲۱ سال گذشته

Table (4) Developments in the concept of green infrastructure during the last 21 years

ردیف	بازه‌های زمانی	نظریه‌پردازان	تحولات زیرساخت سبز
۱	(2000-2006)	Zhang, Wang, IPCC, Tzoulas et al	– رابطهٔ معقول و پایدار میان انسان، شهر و طبیعت – سرآغاز توجه به مفاهیمی همچون شبکه‌های اکولوژیکی – توجه به نقش فضاهای سبز شهری به‌عنوان یکی از مهم‌ترین زیرساخت‌های سبز در شهرها – کاهش اثرات جزایر گرمایی شهری از طریق فضاهای سبز شهری – تأکید بر نقش اجتماعی زیرساخت سبز علاوه بر نقش اکولوژیکی آن – حمایت از فعالیت‌ها و فرآیندهای اکولوژیکی و اجتماعی
۲	(2011-2007)	Jim , Chen, Tian, Jim, Wang, Mell	– توجه به فضاهای اکولوژیک به‌عنوان یکی از عناصر مهم و باقی‌ماندهٔ زیستگاه‌های طبیعی در شهر – توجه به عناصر، کارکردها و مزایای متعدد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی فضاهای اکولوژیک
۳	(2013-2012)	IPCC, Bunster-Ossa & Rouse	– ضرورت مداخلات جدید در الگوهای موجود شهری – توجه به موضوع ارزش اقتصادی زیرساخت سبز – بهره‌گیری از بهترین روش برای جلوگیری و کاهش اثرات مخرب تغییرات اقلیمی با توجه به ارزش اقتصادی زیرساخت سبز – تأکید بر سیستمی‌بودن زیرساخت سبز
٤	(2017-2014)	Inostroza, Gargiulo, Tulisi, Zucaro, Roca	–توجه به مفاهیم تاب‌آوری شهری و ارتباط آن با مفاهیم ساختار سبز – نقش زیرساخت سبز در سیاست‌های برنامه‌ریزی شهری – توجه به نقش فضاهای سبز موجود در شهرها به عناصر مهم برنامه‌ریزی برای مدیریت خطرات احتمالی همچون سیل و ... – ساخت بام‌های سبز، کاهش میزان استفاده از انرژی در ساختمان – استفاده از انرژی کمتر برای مدیریت آب – نقش زیرساخت سبز در حفاظت یا احیای ویژگی طبیعی (سبز) رودخانه‌های شهری –زیرساخت سبز به‌عنوان یک استراتژی کلی برای کمک به مردم و جوامع در مقابل تأثیرات آب‌وهوایی
٥	(2021-2018)	Ersoy, Jorgensen, Warren, Hofman, Hayward, Kelly, Balkenhol, Şenik , Uzun, Pozoukidou, Wu et al	– توجه فزاینده به مسئلهٔ شبکه‌های سبز – شبکهٔ سبز شهری شامل فضاهای عمومی و مناطق تحت مالکیت خصوصی – نقش شبکه‌های سبز برای افزایش پیوستگی فضاهای اکولوژیک شهری و درنتیجهٔ آن زیادکردن میزان کیفیت محیط‌زیست شهری – طراحی و مدل‌سازی شبکه‌ای حفاظتی از انواع کریدورهای زیست‌محیطی – اتصال و چند کارکردی بودن شبکه‌های سبز – چند منظوره بودن مزایای ارائه‌شده با شبکه‌های سبز

مأخذ: نگارندگان.

تجزیه‌وتحلیل متن شبکه: به سوی تعریفی روشن از مفهوم شبکهٔ سبز شهری

در بررسی‌های به‌عمل‌آمده از تحقیقات علمی دربارهٔ نقش و جایگاه فضای سبز شهری، ضرورت کشف روش‌ها و ابزارهای جدید برای طراحی و بومی‌سازی این فضاها در سیستم شهری با توجه به چالش‌های پیش روی شهرها پدیدار می‌شود؛ از این رو، فضاهای سبز به‌طور فزاینده‌ای به‌عنوان گره‌های شبکه‌ای گسترده‌تر در تعامل با سیستم شهری در نظر گرفته می‌شوند؛ به همین دلیل است که اصطلاح «شبکهٔ سبز» در حال تبدیل‌شدن به بخشی از واژگان حوزه‌های مختلف تحقیقاتی است.

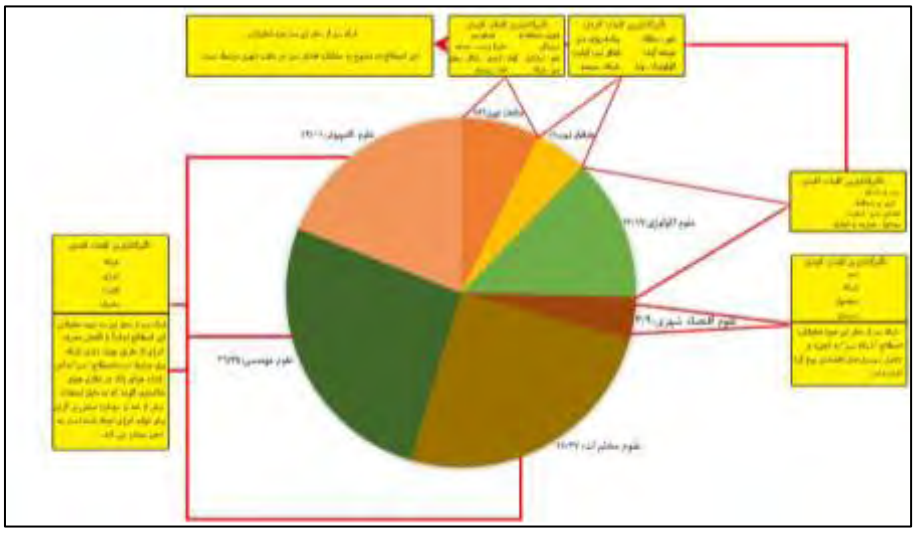
دسته‌بندی مقاله‌ها با توجه به حوزه‌های علمی موردبررسی

با تجزیه‌وتحلیل گروهی از متون با عنوان «شبکهٔ سبز» به‌عنوان موضوع اصلی از طریق ابزار تجزیه‌وتحلیل واژگانی، بینش اولین سؤال اصلی دیگر در مقدمه ارائه می‌شود:

– شبکهٔ سبز شهری با چه علومی به‌طور مستقیم در ارتباط است؟

با گردآوری مقاله‌ها با عنوان موضوع اصلی «شبکهٔ سبز» در ۲۱ سال گذشته از پایگاه علمی– تحقیقاتی معتبر و دسته‌بندی آنها براساس حوزه‌های مختلف تحقیقاتی، ابتدا مشاهده می‌شود که اصطلاح شبکهٔ سبز در بسیاری از موارد تکرار شده است. مقاله‌ها در زمینه‌های مختلف تحقیقاتی اعم از مخابرات، علوم کامپیوتر و مهندسی است و هنوز هم در زمینه‌های مطالعات شهری، علوم اکولوژی، جغرافیا و علوم اقتصاد شهری بسیار کم استفاده می‌شود. تنها با در نظر گرفتن این اطلاعات، به نظر می‌رسد که در چند سال گذشته، مفهوم شبکهٔ سبز به موضوعی مهم برای گروه اول رشته‌ها تبدیل شده است که متمرکز بر ایجاد ابزارها، نظریه‌ها و روش‌ها برای مدل‌سازی محیط طبیعی به‌عنوان شبکه است. از سوی دیگر به نظر می‌رسد، گروه دوم از رشته‌ها، ادغام این یافته‌ها را در زمینهٔ تحقیقاتی خود آغاز کرده‌اند.

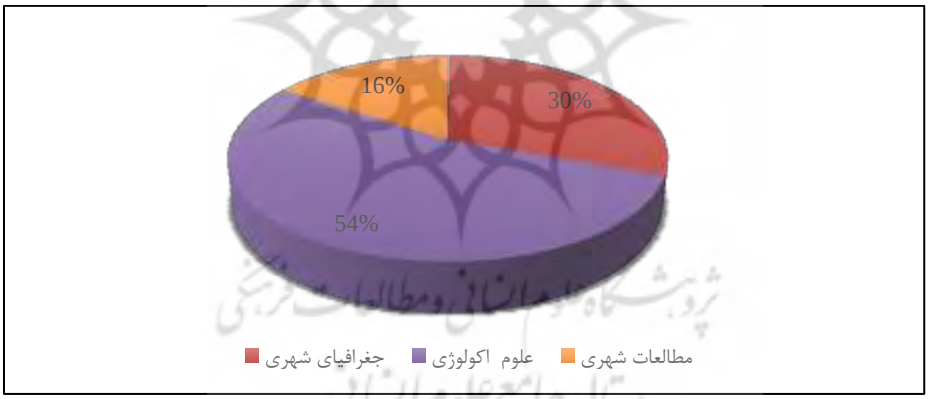
با بررسی و تجزیه‌وتحلیل بیشتر اطلاعات به‌دست‌آمده، اولین ابهام‌زدایی از این واژه واضح به نظر می‌رسد؛ بنابراین با فرضیهٔ ذکرشده مغایرت دارد. درواقع با تجزیه‌وتحلیل اثرگذارترین کلیدواژه‌ها در هر گروه از متون متعلق به حوزه‌های مختلف تحقیقاتی، معنای متفاوت این اصطلاح برای دو گروه اصلی حوزهٔ تحقیقاتی مشخص می‌شود: گروه اول، متشکل از رشته‌های مطالعات شهری، جغرافیا و علوم اکولوژی است. در این حالت، این اصطلاح به‌وضوح به عملکرد فضای سبز در بافت شهری مرتبط است (Tulisi, 2017). گروه دوم، از رشته‌های علوم کامپیوتر، مخابرات و مهندسی تشکیل شده است. در این گروه، این اصطلاح با کاهش مصرف انرژی از طریق بهینه‌سازی شبکهٔ برق مرتبط است. اصطلاح «سبز» تداعی‌کنندهٔ هوای پاک در مقابل هوای خاکستری آلوده که به دلیل استفادهٔ بیش از حد از سوخت مبتنی بر کربن برای تولید انرژی ایجاد شده است، به ذهن متبادر می‌کند. حوزهٔ تحقیقاتی اقتصاد شهری با این دو گروه متفاوت است. در این مورد، به نظر می‌رسد، اصطلاح «شبکهٔ سبز» به تجزیه‌وتحلیل سیستم‌های اقتصادی بوم‌گرا اشاره دارد (Matke et al., 2016: 818). این مسئله نشان‌دهندهٔ آن است که گروه دوم در تعریف استراتژی شبکهٔ سبز در شهرسازی مورداستفاده قرار نمی‌گیرد.



شکل (۳) درصد مقالات علمی و نتایج تجزیه‌وتحلیل متن شبکه. مأخذ: نگارندگان

Figure (3) Percentage of scientific articles and results of network text analysis, Source: Authors

به نظر می‌رسد سهم عمده‌ای از بررسی‌های به‌عمل‌آمده در زمینهٔ شبکهٔ سبز به حوزه‌های جغرافیای شهری، علوم اکولوژی و مطالعات شهری اختصاص دارد؛ به همین علت تمرکز اصلی در این پژوهش با توجه به گروه اول انجام شد تا زمینه‌های اصلی‌ای که در آن مفهوم شبکهٔ سبز است، بهتر درک شود.



شکل (٤) درصد مقاله‌ها با موضوع اصلی «شبکهٔ سبز شهری» متعلق به سه حوزهٔ مؤثر و مرتبط تحقیقاتی براساس طبقه‌بندی پایگاه‌های علمی. مأخذ: نگارندگان

Figure (4) Percentage of articles on the main topic of "Urban Green Network" belonging to three effective and related research areas based on the classification of scientific databases. Source: Authors

تجزیه‌وتحلیل محتوای اثرگذارترین حوزه‌های تحقیقاتی در زمینهٔ «شبکهٔ سبز شهری»

با تفسیر نتایج یادشده، تعاریف متفاوتی از شبکهٔ سبز با توجه به محتوای اثرگذارترین حوزه‌های تحقیقاتی به‌دست‌آمده برای هر حوزه استخراج می‌شود. به همین منظور برای تعیین روند محتوای اثرگذارترین حوزه‌های تحقیقاتی از کلیدواژه‌های به‌کاررفتهٔ نویسندگان آن مقاله‌ها استفاده شد؛ زیرا این اطلاعات را افرادی ارائه کرده‌اند که متخصصان آن حوزه محسوب می‌شوند و نقش مؤثری در توسعهٔ علمی آن حوزهٔ تحقیقاتی دارند. نقشهٔ شبکهٔ هم

واژگانی محتوای اثرگذارترین حوزه‌های تحقیقاتی با بهره‌گیری از نرم‌افزار VOSviewer انجام شد. در نقشهٔ به‌دست‌آمده از شبکهٔ کلیدواژه‌ها هر مفهوم به‌صورت دایرهٔ رنگی نمایش داده می‌شود. رنگ‌ها نشان‌دهندهٔ خوشه‌های موضوعی و اندازهٔ فونت و بزرگی دایره نشان‌دهندهٔ وزن آن مفهوم یا به عبارت دیگر تعداد تکرار یا هم وقوعی آن مفهوم است؛ همچنین نشان از محوریت و پیونددهنده‌ترین کلمات در گروه تحلیل‌شدهٔ متن دارد. این بدان معناست که تمامی محتوای اثرگذارترین حوزه‌های تحقیقاتی مرتبط با یکدیگر هستند (Van & Waltman, 2009)؛ از این رو، اثرگذارترین و مرتبط‌ترین حوزه‌های تحقیقاتی، که به مفهوم شبکهٔ سبز شهری به‌عنوان رویکردی محیطی می‌نگرد، سه حوزهٔ زیر است که برای روشن‌کردن دو سؤال اصلی مطرح‌شده در بخش مقدمه حائز اهمیت است:

– مهم‌ترین واژگان کلیدی مرتبط با مفهوم شبکهٔ سبز شهری کدام‌اند؟

– ابعاد، رویکردها و نگرش‌های علوم محیطی در مفهوم شبکهٔ سبز شهری چیست؟

جغرافیای شهری

پس از بررسی‌های صورت‌گرفته در این زمینهٔ تحقیقاتی، به‌طور خلاصه مهم‌ترین واژگان به‌دست‌آمده در چهار بخش دسته‌بندی می‌شود: ۱. بخش اول، به مقیاس در سطح مداخله (شهر و منطقه) و موضوع (برنامه‌ریزی و سبز) اشاره دارد؛ ۲. بخش دوم نیز در محدودهٔ (شهری) و به موضوعات (توسعهٔ آینده) در شهرها توجه می‌کند؛ ۳. در بخش سوم، عناصر تحلیلی سه رویکرد مهم (فضای سبز و کیفیت) را تعریف می‌کند؛ ٤. بخش چهارم، رویکرد مورداستفاده برای تجزیه‌وتحلیل ویژگی‌های عناصر (اکولوژیک و پایه) و رابطهٔ بین آنها (شبکه و سیستم) را توضیح می‌دهد. از آنجا که فضاهای سبز به‌عنوان آخرین نشانه‌های طبیعت در شهر در نظر گرفته می‌شوند و با توجه به مزایای محیط‌زیستی فضاهای سبز شهری، امروزه نگرش‌ها و رویکردهای اکولوژیک در باب این مفهوم یکی از مهم‌ترین مباحث روز دنیا در برنامه‌ریزی شهری محسوب می‌شود (Sadeghi Banis, 2015) و ارزیابی ویژگی‌های زیست‌محیطی، به‌ویژه فضاهای سبز شهری که به‌عنوان عناصر پایه‌ای در شهرها محسوب می‌شوند، موردتوجه برنامه‌ریزان و طراحان است. به‌گونه‌ای که این رویکرد سبب می‌شود تا سیستم فضای سبز شهری به‌طوری مدیریت و برنامه‌ریزی شود که هم انسان و نیازهای زندگی شهری و هم طبیعت و نیازهای اکولوژیکی آن برطرف شود. فضای سبز شهری براساس کارکردهای گوناگون خود، نقش بالقوه در ارتقای کیفیت زندگی شهروندان دارد و به این دلیل عامل کلیدی در شکل‌گیری شهر پایدار است و باعث شکل‌گیری شبکه‌ای از فضاهای سبز می‌شود (Senanayake et al., 2013). هر یک از بخش‌های به‌دست‌آمده با یکدیگر رابطه دارند و در کل دارای ارتباطی به‌هم‌پیوسته هستند؛ بنابراین این امکان فراهم می‌شود که تعریف واحدی از شبکهٔ سبز در این حوزهٔ تحقیقاتی ارائه شود. به‌طور خلاصه نتیجه گرفته می‌شود که شبکهٔ سبز اغلب عنصری استراتژیک در ساختار شهری برای آیندهٔ پایدار شهرهاست (Li et al., 2005) و از طریق رویکردی که کیفیت فضای سبز را در نظر می‌گیرد (Moseley et al., 2013)، در یک شبکه متصل (Frazier & Bagchi-Sen, 2015) و براساس اصول اکولوژیکی بنا شده است (Jim & Chen, 2003).

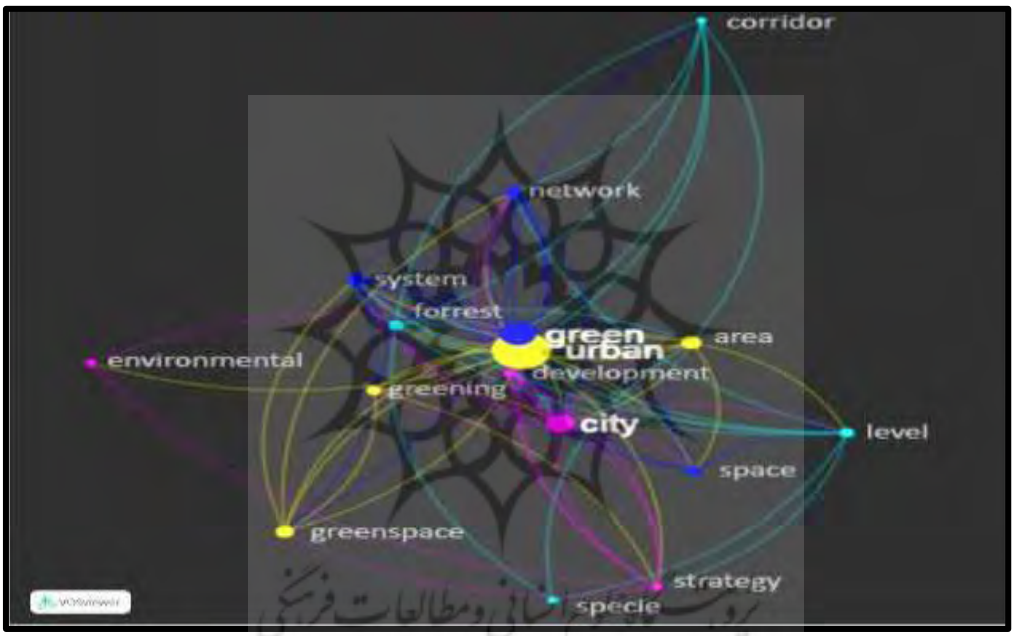
شکل (۵) اثرگذارترین کلیدواژگان حوزهٔ تحقیقاتی جغرافیای شهری

Figure (5) The most influential keywords in the field of urban geography research

مطالعات شهری

در این زمینهٔ تحقیقاتی نیز مهم‌ترین واژگان به‌دست‌آمده از بررسی‌های به‌عمل‌آمده در چهار بخش دسته‌بندی می‌شوند: ۱. بخش اول از محتوای به‌دست‌آمده، به تعریف واژگان اصلی مجموعه ازنظر مقیاس (شهری و منطقه‌ای)، عناصر اصلی (فضای سبز) و رویکردی مهم (سبزینگی) توجه می‌کند. به‌گونه‌ای که به صراحت به ارتباط با فضاهای سبز مربوط می‌شود و سبزینگی عاملی اثرگذار بر شکل‌گیری این شبکه‌ها محسوب می‌شود (SNH, 2012)؛ ۲. در امتداد بخش اول، بخش دوم نیز به استفاده از شبکهٔ سبز به‌عنوان عنصر اصلی استراتژی‌های شهرسازی (شهر و استراتژی) برای توسعهٔ پایدار (محیط‌زیست و توسعه) اشاره دارد. به‌طوری که شبکه‌های سبز در شهرها اغلب مجموعه‌ای از فضاهای سبز، حوضچه‌های آب (لکه‌ها) و مسیرهای سبز، دره‌ها و کانال‌های آب (کریدورها) در نظر گرفته می‌شوند که هرچه لکه‌ها و کریدورها به‌لحاظ اندازه گسترده‌تر باشند، عملکرد شبکه به‌لحاظ محیط‌زیستی بهتر خواهد بود و هرچه به هم نزدیک‌تر باشند، کارایی اکولوژیکی بهتری خواهند داشت (Zhang et al, 2019) و شرایط مناسبی را برای ایجاد سبزینگی شهری فراهم می‌کنند. به‌طوری که گسترش شبکهٔ سبز شهری، اغلب از طریق حفاظت از فضاهای سبز موجود، ایجاد فرم‌های جدید فضایی، ترمیم و نگهداری از اتصالات موجود میان تکه‌های سبز و احداث کریدورها یا دالان‌های اکولوژیکی جدید صورت می‌گیرد. به‌طور کلی مفهوم شبکه‌های سبز شهری در ارتباط با غلبهٔ انسان بر محیط‌های طبیعی و تکه‌تکه‌شدن تدریجی آن نمایان می‌شود (Kong et al., 2010: 20) و طراحان این مفهوم را به‌عنوان رویکردی پایدار و مناسب برای بهبود ارزش‌های اکولوژیک فضاهای سبز شهری در مقیاس‌های مختلف استفاده می‌کنند (Kong et al., 2010: 21). ۳. بخش سوم نیز هدف مشخصی را برای گنجاندن مفاهیم خاص علوم زیست‌محیطی (گونه، کریدور، جنگل و سطح) در سیاست‌های عمومی در نظر می‌گیرد؛ ٤. بخش چهارم به

تعامل زیرساخت‌های سبز (سبز و شبکه) با سیستم شهری (فضا و سیستم) اشاره دارد. زیرساخت‌های سبز علاوه بر ایجاد تعادل میان محیط طبیعی و مصنوع، ابزاری استراتژیک در برنامه‌ریزی‌ها به‌منظور افزایش کارایی و بازدهٔ فضاهای شهری برای دست‌یافتن به شهرهای پایدار و نیز راهکاری هوشمندانه برای حفاظت از منابع هستند. حوزهٔ عملکرد زیرساخت‌های سبز کل شهر است که مزایای متعددی را در تلفیق با عملکردهای چندمنظوره ایجاد می‌کند (Ahern, 2007). به‌طور کلی این نتیجه حاصل می‌شود که در حوزهٔ تحقیقاتی مطالعات شهری، شبکهٔ سبز اغلب به‌عنوان سیستمی از عناصر در نظر گرفته شده است که با روابط مبتنی بر محیط‌زیست در تعامل با سایر سیستم‌های شهری مشخص می‌شود (Jim & Chen, 2003; Mahmoud & El-Sayed, 2011; Oh et al., 2011). تا با بهره‌گیری از استانداردهای فضایی موردنیاز، به ایجاد فضاهایی با فواید اکولوژیکی و همچنین ارائهٔ عملکردهای اجتماعی، فرهنگی و زیبایی‌شناسی در قالب پیوند مردم و طبیعت و اتصال داخل و حومهٔ شهر منجر شود (Şenik & Uzun, 2021: 209).



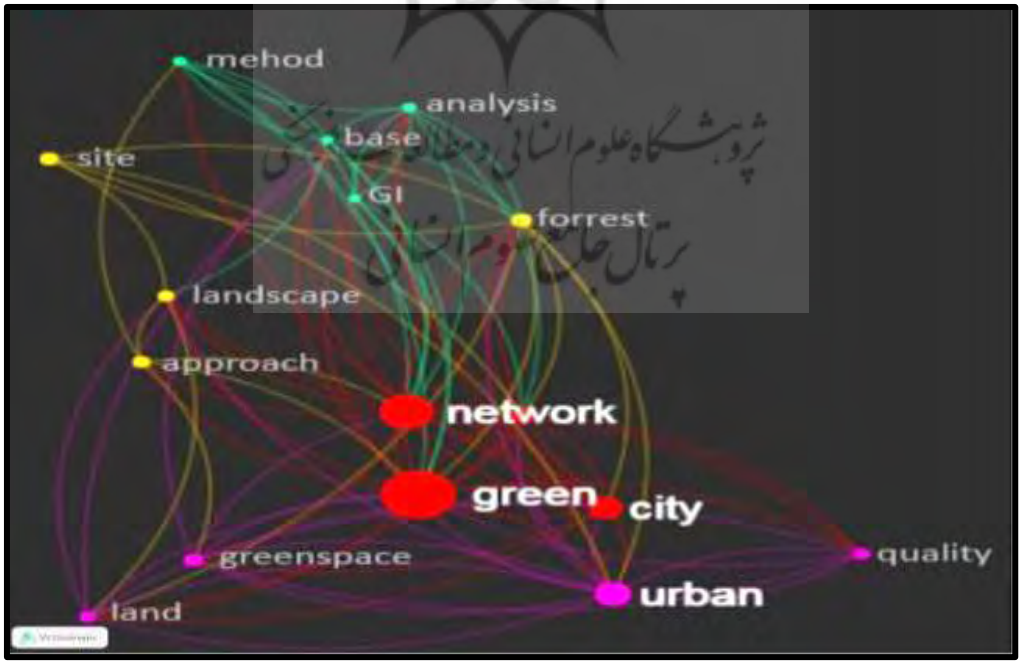
شکل (٦) اثرگذارترین کلیدواژگان حوزهٔ تحقیقاتی مطالعات شهری

Figure (6) The most influential keywords in the field of urban studies research

علوم اکولوژی

در بخش اول از این حوزهٔ تحقیقاتی ۱. وجود اصطلاحات (سبز و شبکه) بر محوریت موضوع تأکید می‌کنند؛ در حالی که اصطلاحات (شهر و منطقه)، کاربرد آن را در بافتی خاص از محیط و مناظر شهری تعریف می‌کنند. تجزیه‌وتحلیل ابعاد این بخش نشان‌دهندهٔ آن است که این کلمات دارای محوریت اصلی و «پیونددهنده‌ترین» کلمات در گروه تحلیل‌شدهٔ متن هستند. این بدان معناست که تمامی محتوای حاصلهٔ دیگر به‌طور کامل با محتوای بخش اول مرتبط هستند؛ ۲. محتوای به‌دست‌آمده از بخش دوم نشان‌دهندهٔ آن است که (علم اکولوژی) برای توصیف پدیده‌های علوم طبیعی در مقیاس شهری از همان اصول به‌کاررفته در اکوسیستم‌های بزرگ‌تر (جنگل و ...) استفاده

می‌کند (Weller & Ganzhorn, 2004; Ouin et al., 2008; Hladnik & Pirnat, 2011)، و این پدیده‌ها به‌صورت شبکه موردمطالعه قرار می‌گیرند (Yang et al., 2015). شبکه‌های سبز شهری از ایجاد، نگهداری و مدیریت شبکهٔ اکولوژیکی پشتیبانی می‌کنند؛ زیرا مبتنی بر اتصال طبیعت دوردست در سراسر مناظر با بهبود پتانسیل شبکه و تأمین خدمات اکوسیستم هستند (Fenu & Pau, 2018)؛ ۳. در بخش سوم بینش خاصی از ارتباط بین ویژگی‌های فضاهای سبز (فضای سبز و کیفیت) و موقعیت آنها در الگوهای شهری پدیدار می‌شود (Jim, 2013). کم‌توجهی‌های ممکن به پیچیدگی‌ها و ویژگی‌های فضاهای سبز در شبکه‌های سبز شهری تأثیر بسزایی بر عملکرد این فضاها دارد. علاوه بر این، به دلیل محدودیت‌های مالی، تخصیص محدود و کمبود ابزار سنجش برای ارزش‌گذاری انواع مختلف فضای سبز و همچنین نبودِ درک چگونگی تأثیر گونه‌های مختلف آن بر کیفیت ارائهٔ خدمات پایه‌ای (اکوسیستم)، اجرای فضای سبز جدید یا بهبود فضاهای سبز پیشین با مشکل مواجه می‌شود (Sandström et al., 2006; De Groot et al., 2010; Hunter & Luck, 2015)؛ ٤. با مطالعهٔ اصطلاحات به‌دست‌آمده در بخش چهارم، این نتیجه حاصل می‌شود که بسیاری از مقاله‌ها در این زمینهٔ تحقیقاتی روش‌های تحلیلی (روش‌ها و تجزیه‌وتحلیل) را برای ارزیابی زیرساخت‌های سبز (GI) از منظر شبکهٔ سبز پیشنهاد می‌کنند. به‌طور خلاصه به نظر می‌رسد که این حوزهٔ تحقیقاتی بیشترین درجهٔ بلوغ در مفهوم شبکهٔ سبز است (Kang & Kim, 2015). به‌طوری که با بهره‌گیری از روش‌های تحلیلی مختلف به چارچوبی مناسب برای تجزیه‌وتحلیل و ارتقای پیوستگی منجر شود که درنهایت با شناسایی فضاهای سبز واجد ارزش برای ایجاد و طراحی کریدورهای بهینه سبب اتصال آنها به یکدیگر و ایجاد ارتباط میان محیط طبیعی و مصنوع شود (Hofman et al., 2018) و به بهبود محیط‌های زندگی شهری و افزایش قابلیت‌های توسعهٔ پایدار شهری کمک کند (Chen et al., 2021).



شکل (۷) اثرگذارترین کلیدواژگان حوزهٔ تحقیقاتی علوم اکولوژی

Figure (7) The most influential keywords in the field of ecological science research

با مقایسهٔ نتایج حوزه‌های تحقیقاتی موردمطالعه، دربارهٔ یافته‌های به‌دست‌آمده این‌طور بیان می‌شود که به دلیل وجود اصطلاحاتی خاص در ارتباط با واژگان کلیدی بوم‌شناختی در تمام محتوای اصلی گروه‌های تجزیه‌وتحلیل‌شده حوزهٔ تحقیقاتی علوم اکولوژی، نقش و جایگاهی اصلی در تعریف مفهوم شبکهٔ سبز دارد. به‌طوری که در ارتباط مستقیم با سایر حوزه‌های مرتبط با شبکهٔ سبز شهری است که می‌توان به نقش فضای سبز به‌عنوان فضاهای عمومی که قادر به ارتقای کیفیت زندگی از منظر سلامت انسان و محیط‌زیست و دارای نقش اصلی در زیرساخت‌های سبز و کاهش اثرات تغییرات اقلیمی در گسترش این رویکرد در شهر اشاره کرد که در هر یک از حوزه‌ها به‌عنوان عامل اصلی شکل‌گیری شبکهٔ سبز شهری اشاره شده است؛ همچنین ازجمله عوامل مهم دیگر، به تأثیر الگوهای شهری و فرم‌های فضایی در شکل‌گیری این مفهوم اشاره می‌شود که در رویکردهای مطالعات شهری و علوم اکولوژی به صراحت به آن اشاره شده است. نگاه توسعه‌ای به مفهوم شبکهٔ سبز شهری نیز ازجمله عوامل مهم در دو زمینهٔ جغرافیا و مطالعات شهری محسوب می‌شود. از سویی نقش کیفیت فضاهای سبز، یکی دیگر از عواملی است که در حوزه‌های تحقیقاتی علوم اکولوژی و جغرافیای شهری به آن اشاره شده است. این عامل سبب ارائه و گسترش خدمات اکوسیستم شهری می‌شود. به‌طور کلی مفهوم شبکهٔ سبز به‌طور عام و خاص در زمینهٔ مطالعات شهری هنوز مبهم و دارای نگاهی کل‌نگر است؛ به همین دلیل در این حوزه، شبکهٔ سبز مترادف با زیرساخت‌های سبز در نظر گرفته می‌شود که عناصر اندکی در ارتباط با نظریهٔ سیستم شبکه دارد. در حوزهٔ تحقیقاتی جغرافیای شهری نیز به دلیل وجود نگاهی استراتژیک به این موضوع، از دیدگاه توسعه‌ای می‌نگرد که دارای نگاهی آینده‌نگر و در گسترهٔ شهری است.

جدول (۵) اثرگذارترین حوزه‌های تحقیقاتی در زمینهٔ «شبکهٔ سبز شهری»

Table (5) The most influential research areas in the field of "urban green network"

ردیف	حوزهٔ تحقیقاتی	واژگان کلیدی و تفاسیر آن	یافته‌های حاصل از هر یک از حوزه‌های تحقیقاتی
۱	جغرافیای شهری	۱. مقیاس در سطح مداخله (شهر و منطقه) و موضوع (برنامه‌ریزی و سبز) ۲. محدودهٔ (شهری) و موضوعات (توسعهٔ آینده) در شهرها ۳. تعریف عناصر مهم شبکهٔ سبز (فضای سبز و کیفیت) . تجزیه‌وتحلیل ویژگی‌های عناصر (زیست‌محیطی و پایه‌ای) و رابطهٔ بین آنها (شبکه و سیستم)	– دیدگاه توسعه‌ای و در گسترهٔ شهری است. – توجه به نگرش‌ها و رویکردهای اکولوژیک به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مباحث روز دنیا در برنامه‌ریزی شهری – ارزیابی ویژگی‌های زیست‌محیطی – رفع نیازهای انسان و زندگی شهری و طبیعت و نیازهای اکولوژیکی آن از طریق سیستم فضای سبز شهری – نقش بالقوهٔ فضای سبز شهری در ارتقای کیفیت زندگی شهروندان – عامل کلیدی شکل‌گیری شهر پایدار – عامل مهم در شکل‌گیری شبکه‌ای از فضاهای سبز شهری

۲	مطالعات شهری	۱. تعریف واژگان اصلی مجموعه، ازنظر مقیاس (شهری و منطقه‌ای)، عناصر اصلی (فضای سبز) و موضوع اصلی (شبکهٔ سبز) ۲. استفاده از شبکهٔ سبز به‌عنوان عنصر اصلی استراتژی‌های شهرسازی (شهر و استراتژی) برای توسعهٔ پایدار (محیط‌زیست و توسعه) ۳. گنجاندن مفاهیم خاص علوم زیست‌محیطی (گونه، کریدور، جنگل و سطح) در سیاست‌های عمومی ٤. تعامل زیرساخت‌های سبز (سبز و شبکه) با سیستم شهری (فضا و سیستم)	– شبکهٔ سبز مترادف با زیرساخت‌های سبز – در نظر گرفتن شبکهٔ سبز به‌عنوان سیستمی از عناصر طبیعی و مصنوع – تعامل شبکهٔ سبز با سایر سیستم‌های شهری با روابط مبتنی بر محیط‌زیست – در نظر گرفتن شبکه‌های سبز در شهرها در مجموعه‌ای از فضاهای سبز، حوضچه‌های آب (لکه‌ها) و مسیرهای سبز، دره‌ها و کانال‌های آب (کریدورها) – افزایش کارایی اکولوژیکی با توجه به گستردگی شبکهٔ سبز شهری – توسعهٔ شبکهٔ سبز شهری، از طریق حفاظت از فضاهای سبز موجود، ایجاد فرم‌های جدید فضایی، ترمیم و نگهداری از اتصالات میان اجزای آن – توسعهٔ شبکه سبز شهری، از طریق احداث کریدورها یا دالان‌های اکولوژیکی – در نظر گرفتن شبکهٔ سبز شهری به‌عنوان رویکردی پایدار و مناسب برای بهبود ارزش‌های اکولوژیک فضاهای سبز شهری در مقیاس‌های مختلف – ارائهٔ عملکردهای اجتماعی، فرهنگی و زیبایی‌شناسی – پیوند مردم و طبیعت – اتصال داخل و حومه شهر
۳	علوم اکولوژی	۱. تأکید بر محوریت موضوع شبکهٔ سبز با وجود اصطلاحات (سبز و شبکه) و وجود اصطلاحات (شهر و منطقه) کاربرد این موضوع را در بافتی خاص از محیط شهری تعریف می‌کند. ۲. (علم اکولوژی) برای توصیف پدیده‌های علوم طبیعی در مقیاس شهری از همان اصول به‌کاررفته در اکوسیستم‌های بزرگ‌تر (جنگل و ...) استفاده می‌کند و این پدیده‌ها به‌صورت شبکه موردمطالعه قرار می‌گیرند. ۳. بینش خاص به ارتباط بین ویژگی‌های فضاهای سبز (فضای سبز و کیفیت) و موقعیت آنها در الگوهای شهری ٤. پیشنهاد روش‌های تحلیلی (روش‌ها و تجزیه‌وتحلیل) را برای ارزیابی زیرساخت‌های سبز (GI) از منظر شبکهٔ سبز شهری	– دارای نقش و جایگاه اصلی در تعریف مفهوم شبکهٔ سبز – ارزیابی اثربخشی زیرساخت‌های سبز در یک بافت شهری خاص با بهره‌گیری از روش و ابزارهای پیشرفته – اثرپذیری عملکرد شبکه‌های سبز شهری با توجه به پیچیدگی‌ها و ویژگی‌های فضاهای سبز – ارزش‌گذاری انواع مختلف فضای سبز از طریق ابزار سنجش موردنیاز – تأثیر گونه‌های مختلف فضای سبز شهری بر کیفیت ارائهٔ خدمات اکوسیستم – بهره‌گیری از روش‌های تحلیلی مختلف به دلیل ایجاد چارچوبی مناسب در ارتقای پیوستگی – شناسایی فضاهای سبز واجد ارزش برای ایجاد و طراحی کریدورهای بهینه – ایجاد ارتباط میان محیط طبیعی و مصنوع

مأخذ: نگارندگان

بحث و نتیجه‌گیری

شهرنشینی گسترده، شهرها را بیش از گذشته پیچیده کرده است؛ به همین علت «دانش جدیدی در ارتباط با شهرها» در بحث‌های علمی در حال ظهور است و مدل‌های ریاضی پیشرفته‌تری به‌ویژه مدل‌های شبکه‌ای به‌منظور توصیف و بهینه‌سازی شبکه‌های کالبدی و تعاملات انسانی توسعه یافته‌اند. از این منظر، عناصر محیط طبیعی در الگوهای شهری نیز با ادغام یافته‌های علوم طبیعی و اجتماعی در رویکردی چند رشته‌ای، به‌عنوان شبکه‌ای طراحی و مدیریت می‌شود؛ بنابراین توجه روزافزون به نقش‌های متفاوتی که فضای سبز برای توسعهٔ پایدار مناطق شهری دارد، جامعهٔ علمی را بر آن داشته است تا مفهوم شبکهٔ سبز را در واژگان خود بگنجانند.

با تجزیه‌وتحلیل نتایج پژوهش حاضر که با استفاده از ابزار تجزیه‌وتحلیل هم واژگانی انجام شده است، مشخص شد که مهم‌ترین خلأ و چالشی که در این پژوهش در زمینهٔ مفهوم شبکهٔ سبز شهری وجود دارد، ارتباط مفهوم شبکهٔ سبز شهری با ابعاد و مفاهیم علوم محیطی مرتبط بوده که در این پژوهش، سعی شده است که به خلأ و چالش‌های این مسئله تا حد زیادی توجه و درنهایت به مدلی جامع در این زمینه منجر شود. ضمن آنکه در این فرآیند مجموعه‌ای از اطلاعات پایه‌ای و ذی قیمتی که به‌صورت کامل و جامع در راه دستیابی به این مدل مفهومی کمک کند، بررسی شده است، که با بهره‌گیری از این اطلاعات پایه‌ای و ابعاد و مفاهیم به‌دست‌آمده از علوم محیطی مطالعه‌شده، شناخت مطلوب از مفهوم شبکهٔ سبز شهری به دست می‌آید و با استفاده از این دانش، می‌توان از ظرفیت‌ها و پتانسیل‌های والای این مفهوم برای ارتقای سطح بهره‌گیری از مناطق اکولوژیک و سبز و همچنین ایجاد پایداری مطلوب در شهرها استفاده کرد.

شبکهٔ سبز شهری به‌عنوان معیار بسیار مهم کیفیت زندگی در توسعهٔ جوامع پایدار محسوب می‌شود (Benedict & Eward, 2006). از این منظر، مفهوم شبکهٔ سبز نه‌تنها به سیستم مناطق طبیعی شهری، به گروه‌های دیگری از عناصر به‌هم‌پیوسته مانند سیستم‌های کنترل دستگاه‌های ذخیرهٔ انرژی در شبکه‌های برق، با سهم زیادی از منابع انرژی تجدیدپذیر یا حتی شبکه‌های مصرف‌کننده برای استراتژی‌های بازاریابی زیست‌محیطی در نظر گرفته می‌شود. با بررسی رویکردها و نگرش‌های مختلف نسبت‌به مفهوم شبکهٔ سبز شهری نتیجه گرفته می‌شود که این مفهوم در مقیاس خرد در علوم مختلف به بحث اقتصاد محلی، تنوع عملکردی، مکان‌سازی عرصه‌های همگانی و سبز توجه می‌کند(Forman, 2016). به دلیل بهره‌گیری از حوزه‌هایی با سطح ارتباط وسیع‌تر با مفهوم شبکهٔ سبز شهری، تجزیه‌وتحلیل هم واژگانی با بهره‌گیری از منابع علمی منتشرشده طی ۲۱ سال گذشته در پایگاه‌های علمی مهم و دارای اعتبار و همچنین بهره‌گیری از کلیدواژهٔ اصلی مفهوم «شبکه سبز» انجام شد. در شکل (۸) جمع‌بندی مفاهیم مرتبط با شبکهٔ سبز شهری در قالب مدلی مفهومی به‌عنوان رویکردی در برنامه‌ریزی، طراحی و مدیریت شهری ارائه شده است. این مدل مفهومی، مبتنی بر حوزه‌های تحقیقاتی مرتبط به مفهوم شبکهٔ سبز شهری است. در این مدل، با پالایش مفاهیم مستخرج از پژوهش، ابعاد مختلف شبکهٔ سبز شهری در قالب بخش‌های مختلفی چون: لایهٔ مفهومی، رویکردهای غالب در مقاطع زمانی مختلف، مفاهیم کلیدی در هریک از حوزه‌های تحقیقاتی مرتبط ارائه شد. براساس

این مدل، مفهوم شبکهٔ سبز به‌عنوان رویکردی جامع و چند وجهی در توسعهٔ زیرساخت سبز شهری مطرح است. لایهٔ مفهومی شبکهٔ سبز شهری حاصل تعامل سه عنصر مهم زیرساخت سبز، فضای سبز شهری و خدمات اکوسیستم است. مؤلفهٔ محوری در فرایند شبکهٔ سبز شهری، زیرساخت سبز است که این مفهوم از بررسی ابعاد، راهبردها و ... حاصل می‌شود. این یافته با نتایج گرلینگ همسو است که اعتقاد دارد، اصطلاح زیرساخت سبز از سوی بیشتر رشته‌ها و علوم استفاده می‌شود تا ارزش منظر طبیعی شهر در برابر زیرساخت‌های خاکستری شهر نمایان و تلاش شود، شهرها برنامه‌ای برای هرچه سبزترکردن زیرساخت‌های خاکستری را در دستور کار خود قرار دهند (Girling, 2008). تلاش در راستای دستیابی به زیرساخت سبزی مطلوب در شهرها نیازمند بهره‌گیری و توسعهٔ شبکهٔ فضاهای سبز شهری است که هدف اساسی توجه به این مسئله، ارائهٔ خدمات به شهروندان در قالب خدمات اکوسیستم است.

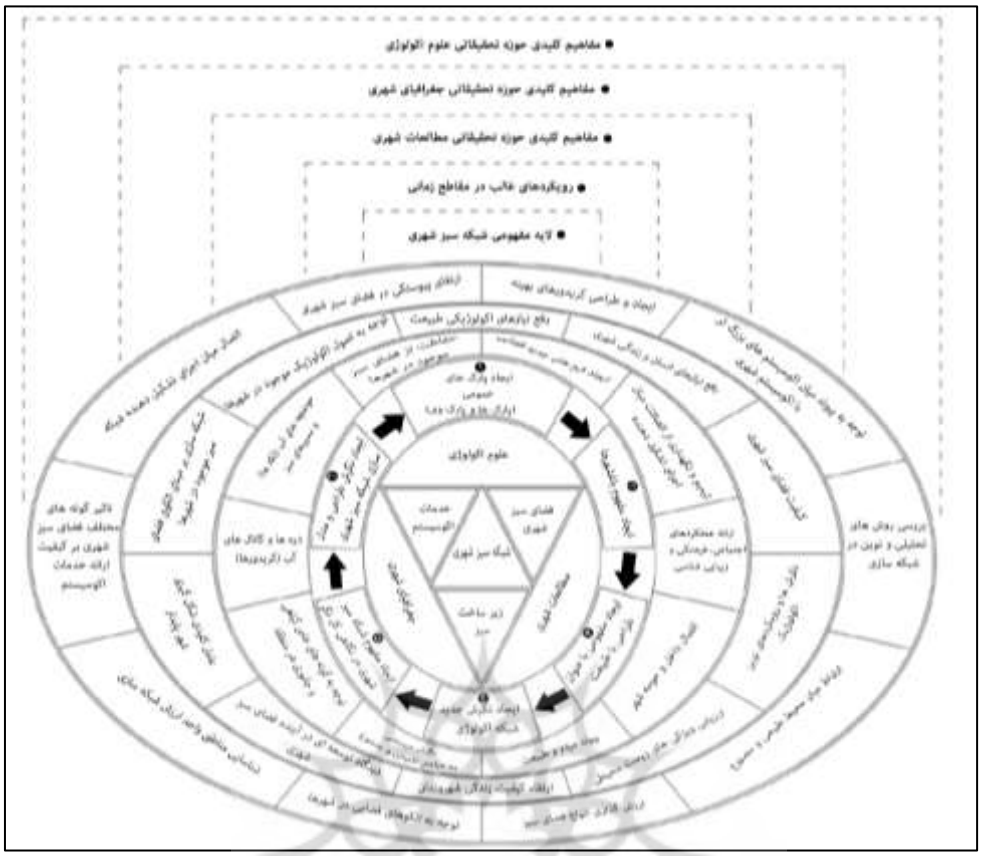
در این پژوهش به‌منظور دستیابی به این هستهٔ مفهومی و توسعهٔ آن مفاهیم هر یک از حوزه‌های تحقیقاتی مرتبط بررسی شد که همان علوم محیطی مرتبط است. در نگرش‌های مرتبط با مفهوم شبکهٔ سبز شهری، نه‌تنها بر ابعاد کالبد، به غیرکالبد نیز اشاره شد. به‌طوری که در ارتباط با مفاهیم مطالعات شهری که از حوزه‌های اصلی این مفهوم است، به حفاظت از فضای سبز موجود در شهرها، ایجاد فرم‌های جدید فضایی، ترمیم و نگهداری از اتصالات میان اجزای تشکیل‌دهنده، اتصال داخل و حومهٔ شهر، پیوند میان مردم و طبیعت، نگرش سیستمی به عناصر طبیعی و مصنوع، توجه به گونه‌های خاص گیاهی و جانوری هر منطقه، بهره‌گیری از دره‌ها و کانال‌های آب (کریدورها) و ایجاد حوضچه‌های آب (لکه‌ها) و مسیرهای سبز اشاره می‌شود. از سوی دیگر، مفاهیم و نگرش‌های جغرافیای شهری شامل توجه به اصول اکولوژیک موجود در شهرها، رفع نیازهای اکولوژیکی طبیعت، رفع نیازهای انسان و زندگی شهری، کیفیت فضای سبز شهری، نگرش‌ها و رویکردهای نوین اکولوژیک، ارزیابی ویژگی‌های زیست‌محیطی، ارتقای کیفیت زندگی شهروندان و دیدگاه توسعه‌ای در آیندهٔ فضای سبز شهری، عامل کلیدی شکل‌گیری شهر پایدار و شبکه‌سازی بر مبنای الگوی فضای سبز موجود در شهرهاست که این امر با دیدگاه‌های ناوه مبنی بر اهمیت نگرش‌ها و مفاهیم فوق در ایجاد تعادل پایدار میان عناصر طبیعی و مصنوع و همزیستی طبیعت و جامعهٔ انسانی در شهرها منطبق است (Naveh, 2007).

در ارتباط با مهم‌ترین حوزهٔ تحقیقاتی به دلیل سطح ارتباط و جامعیت آن در باب مفهوم شبکهٔ سبز شهری به علوم اکولوژی اشاره می‌شود. چنانچه بسیاری از مفاهیم و نگرش‌های سایر حوزه‌های تحقیقاتی را پوشش می‌دهد و عنصر اصلی شکل‌گیری مفهوم است؛ از این رو، مهم‌ترین مفاهیم این حوزه شامل ارتقای پیوستگی در فضای سبز شهری، ایجاد و طراحی کریدورهای بهینه، توجه به پیوند میان اکوسیستم‌های بزرگ‌تر با اکوسیستم شهری، بررسی روش‌های تحلیلی و نوین در شبکه‌سازی، ارتباط بین محیط طبیعی و مصنوعی، ارزش‌گذاری انواع فضای سبز، توجه به الگوهای فضایی در شهرها، شناسایی مناطق واجد ارزش شبکه‌سازی، تأثیر گونه‌های مختلف فضای سبز شهری بر کیفیت ارائهٔ خدمات اکوسیستم و اتصال میان اجزای تشکیل‌دهندهٔ شبکه است. در این رابطه نور و همکاران اعتقاد دارند که با بهره‌گیری، توسعه و حفاظت از فضاهای سبز موجود، ایجاد فرم‌های جدید فضایی برای ایجاد ارتباط میان محیط طبیعی و مصنوع، ایجاد اتصال میان تکه‌های سبز و احداث کریدورهای بهینه به توسعهٔ شبکه سبز شهری و پیوند میان

اکوسیستم‌ها در مقیاس‌های مختلف منجر می‌شود (Nor et al., 2017: 320)؛ همچنین ییِنگ و تریپلند نیز نیز بـر نقـش شبکهٔ سبز شهری در اتصال و هم‌پیوندی اجزا و عناصر شهری تأکیـد دارنـد (Yeang & Threipland, 2021)؛ از ایـن رو، شافر و همکاران معتقدند که با کاربست شبکه‌های سبز شهری بستر مناسبی فراهم می‌شـود تـا ضـمن حفاظـت از ارزش‌ها و عملکردهای شهری و زیست‌محیطـی، مجموعـه‌ای از خـدمات اکوسیسـتم شـهری را نیـز بـه دسـت آورد (Shaferet al, 2000).

به‌طور کلی و پس از بررسی‌های صورت‌گرفته حاصل از مدل مفهومی پژوهش حاضـر در ارتبـاط بـا عملکردهـای مختلف منتسب به مناطق طبیعی در بافت‌های شهری، چارچوبی نظری یا تعریفی کلی از این مفهوم به دست مـی‌آیـد: شبکه‌های سبز شهری «سیستمی متشکل از بخش‌هایی مشابه که به یکدیگر متصل شده‌اند تا امکان حرکـت یـا ارتبـاط بین آنها و امتداد این بخش‌ها حاصل گردد». نتایج نشان‌دهندهٔ آن بود که اصطلاح شبکه به‌عنوان مجموعه‌ای عمومی از مناطق طبیعی موجود در یک شهر اطلاق می‌شود که سیستم شبکه این عناصر را به یکدیگر مرتبط می‌کند (به اسـتثنای حوزهٔ اکولوژیکی که از همان اصول اعمال‌شده در اکوسیستم‌های بزرگ‌تر برای توصـیف روابـط بـین عناصـر طبیعـی (سبز) در مقیاس شهری و ارزیابی اثربخشی اکولوژیکی زیرساخت‌های سبز در یک بافت شهری خاص بهره می‌گیرد).

بدیهی است که مفهوم شبکهٔ سبز به‌عنوان موضوعی تعریف‌شده در شهرسازی و نظام شهری، چالش‌هـای فراوانـی دارد؛ از این رو، برای جلوگیری از ایجاد هرگونه ابهام و ارائـهٔ تعریـف منحصـربه‌فـرد از مفهـوم شـبکهٔ سـبز شـهری، این‌طور عنوان می‌شود که این مفهوم عمل برنامه‌ریزی با ابزارهای پشتیبانی تصمیم‌گیری بـرای ایجـاد زیرسـاخت‌هـای سبز به‌عنوان یک شبکهٔ متشکل از مناطق طبیعی و نیمه طبیعی که اتصالات و ارتباطـات آنهـا بـا توجـه بـه متغیرهـای خاص، به‌منظور توزیع برابر خدمات عمـومی بـرای افـزایش کیفیـت زنـدگی و همچنـین طیـف وسـیعی از خـدمات اکوسیستمی مدل‌سازی می‌شود. در این خصوص رجیستر معتقد است که رویکردهای مؤثر در توسعهٔ شبکه‌هـای سـبز در مقیاس شهری، به به‌هم‌پیوستگی، اتصالات، انسجام و یکپارچگی منظر اکولوژیکی منجـر خواهـد شـد (Register, 2006). به این ترتیب، مفهوم شبکهٔ سبز یک زمینهٔ تحقیقاتی چند رشته‌ای را ایجاد می‌کند که ترکیبی از علوم طبیعـی و اجتماعی با یافته‌های علوم رایانه است تا ابزارهایی را برای مدیریت دولتی فراهم که پیامدهای انتخـاب آنهـا را ازنظـر دسترسی به خدمات عمومی و پایداری در شهرها ارزیابی کند. به نظر می‌رسد که یافته‌های این پـژوهش در بسـترها و زمینه‌های متنوع جغرافیای و اقلیمی در کشورها و شهرها با شرایط زیست‌محیطی متنوع و مختلف قابلیت تعمیم‌پذیری داشته باشد. از سویی، پژوهش‌های آتی درصدد بهره‌گیری از از رویکردها و راه‌حل‌های مبتنی بر ابعاد و مفاهیم شـبکهٔ سبز شهری در حل مشکلات و پیچیدگی‌های شهرسازی معاصر حرکت و بر این اساس به‌صورت تجربـی و عملیـاتی راهکارهای مناسبی در تقویت و توسعهٔ زیرساخت‌های سبز شهری ارائه می‌کنند.



شکل (۸) مدل مفهومی شبکهٔ سبز شهری. مأخذ: نگارندگان

Figure (8) Conceptual model of urban green network, Source: Authors

منابع

حریرچیان، مینو. (۱۳۹۷). **گزارش سیاستی زیرساخت‌های سبز در شهرهای جدید، کارگروه تحقیق و توسعهٔ شرکت مادر تخصصی عمران شهرهای جدید**، وزارت راه و شهرسازی.

صابونچی، پریچهر، ابرقویی، حمیده، متدین، حشمت‌الله. (۱۳۹۷). **شبکه‌های سبز منظرین؛ نقش مفصل‌بندی در یکپارچگی فضاهای سبز در منظر شهرهای معاصر ایران**، *باغ نظر*. ۱۵(۶۲)، ۱۶-۵.

doi: 10.22034/bagh.2018.66280

گلزار مقدم، ژابیز، کیان، مرجان، گرامی پور، مسعود و مهدوی نسب، یوسف. (۱۴۰۰). **تجزیه‌وتحلیل تولیدات علمی در حوزه تلفیق فناوری واقعیت افزوده در آموزش**، پژوهش در برنامه‌ریزی درسی، ۱۸(۷۰)، ۹۲-۷۶.

doi: 10.30486/jsre.2021.1920354.1820

نوروزی، مریم و بمانیان، محمدرضا. (۱۳۹۸). **تحلیل اثر زیرساخت‌های سبز شهری بر ارتقای مؤلفه‌های پایداری محیطی**، دو فصلنامهٔ اندیشه معماری.۳(۶)، ۱۸۹-۱۷۵.

نصرآزادانی، آزاده و هودجی، مهران. (۱۳۹۳). **ارزیابی تأثیر یک نمونهٔ پساب صنعتی بر آلودگی خاک با فلزات سنگین**. فصلنامهٔ علوم و تکنولوژی محیطزیست. ۱۶ (۱)، ۴۳۷-۴۵۰.

- Ahern, J. (2007). Green infrastructure for cities: The spatial dimension. In V. Novotny and P. Brown (Eds.), *Cities of the future: Towards integrated sustainable water and landscape management*. IWA Publishing Center. Retrieved from: http://people.umass.edu/ jfa/pdf/Chapter17_ Ahern2%20copy.
- Attwell, K., & Smith, D. T. (2017). Parenting as politics: Social identity theory and vaccine hesitant communities. *International Journal of Health Governance*, *22*(3), 183-198.
- Bai, Y., & Guo, R. (2021). The construction of green infrastructure network in the perspectives of ecosystem services and ecological sensitivity: The case of Harbin, China. *Journal of Global Ecology and Conservation*, *27*, e01534. Retrieved from: https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01534.
- Bastian, O., Haase, D., & Grunewald, K. (2012). Ecosystem properties, potentials, and services–The EPPS conceptual framework and an urban application example. *Ecological Indicators*, *21*, 7-16.
- Bennett, G. E., & Mulongoy, K. J. (2006). Review of experience with ecological networks, corridors, and buffer zones*. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Technical Series*, 23, 100.
- Brunetta, G., & Voghera, A. (2014). Resilience through Ecological Network. *TeMA Journal of Land Use, Mobility, and Environment*.
- Chen, C., Bi, L., & Zhu, K. (2021). Study on spatial-temporal change of urban green space in Yangtze River economic belt and its driving mechanism. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(23), 12498.
- De Falco, C., Punziano, G., & Trezza, B. (2021). A mixed content analysis design in the study of the Italian perception of COVID-19 on Twitter. *Athens Journal of Social Sciences*, *8*(3), 191-210.
- De Groot, R. S., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L., & Willemen, L. (2010). Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management, and decision-making. *Journal of Ecological Complexity*, *7*(3), 260-272.
- Ding, R., Ujang, N., Hamid, H. B., & Wu, J. (2015). Complex network theory applied to the growth of Kuala Lumpur's public urban rail transit network. *PloS One*, *10*(10), e0139961. doi: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0139961
- Ersoy, E., Jorgensen, A., & Warren, P. H. (2019). Identifying multispecies connectivity corridors and the spatial pattern of the landscape. *Journal of Urban Forestry & Urban Greening*, *40*, 308-322.
- EU Commission (2017). *Green Infrastructure*. Retrieved from: http://ec.europa. eu/environment/ nature/ ecosystems/index_en.html.
- Éva, S. (2011). *Research of town structure and green space system of Sopron, opportunities of development with a historical approach*. Ph.D. Thesis, University of West Hungary.
- Fenu, G., & Pau, P. L. (2018). Connectivity analysis of ecological landscape networks by cut node ranking. *Journal of Applied Network Science*, *3*(1), 22.
- Fichera, A., Frasca, M., Palermo, V., & Volpe, R. (2016). Application of the complex network theory in urban environments: A case study in Catania. *Energy Procedia*, *101*, 345-351. doi: https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.11.044
- Forman, R. T. T. (2016). Urban ecology principles: Are urban ecology and natural area ecology really different?. *Journal of Landscape Ecology*, *31*(8), 1653-1662.
- Frazier, A. E., & Bagchi-Sen, S. (2015). Developing open space networks in shrinking cities. *Journal of Applied Geography*, *59*, 1-9. doi: http://doi.org/10.1016/j.apgeog.2015.02.010
- Gargiulo, C., & Tulisi, A. (2016). The building aspect ratio for an energy efficient green

network design. In: G. Colombo, P. Lombardi, G. and Mondini (Eds.), *E-agorà|e-αγορά for the Transition toward Resilient Communities*, pp. 220-226, Torino: DIST-Politecnico di Torino, ISBN: 978-88-9052-964-1.

- Gargiulo, C., & Tulisi, A. (2017). *Climate change-oriented urban green network design: A decision support tool*. In J. K. Gakis & P. Pardalos (Eds.), Network Design and Optimization for Smart Cities, Series on Computer and Operations Research, Vol. 8, 255-278. World Scientific. doi: https://doi.org/10.1142/9789813200012_0011
- Gargiulo Morelli, V., Weijnen, M., Van Bueren, E., Wenzel, I., De Reuver, M., & Salvati, L. (2013). Towards intelligently–sustainable cities? From intelligent and knowledge city programmes to the achievement of urban sustainability. *TeMA Journal of Land Use, Mobility and Environment*, *6*(1), 73-86. doi: http://dx.doi.org/10.6092/1970- 9870/1496
- Girling, C. (2008). Mitigation, adaptation, uncertainty--univerCity: Building a new green neighborhood. *Journal of Places*, *20*(2).
- Grunwald, A. (2018). Diverging pathways to overcoming the environmental crisis: A critique of eco-modernism from a technology assessment perspective. *Journal of Cleaner Production*, *197*, 1854-1862.
- Hladnik, D., & Pirnat, J. (2011). Urban forestry—Linking naturalness and amenity: The case of Ljubljana, Slovenia. *Journal of Urban Forestry & Urban Greening*, *10*(2), 105-112. Doi: 10.1016/j.ufug.2011.02.002
- Hofman, M. P., Hayward, M. W., Kelly, M. J., & Balkenhol, N. (2018). Enhancing conservation network design with graph-theory and a measure of protected area effectiveness: Refining wildlife corridors in Belize, Central America. *Journal of Landscape and Urban Planning*, *178*, 51-59.
- Hu, C. P., Hu, J. M., Deng, S. L., & Liu, Y. (2013). A co-word analysis of library and information science in China. *Scientometrics*, *97*(2), 369-382.
- Hunter, A. J., & Luck, G. W. (2015). Defining and measuring the social-ecological quality of urban green space: A semi-systematic review. *Journal of Urban Ecosystems*, *18*, 1139-1163.
- Inostroza, L. (2014). Open spaces and urban ecosystem services: Cooling effect towards urban planning in South American cities. *TeMA-Journal of Land Use, Mobility, and Environment*, *1*.
- IPBES (2019). *Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. (n.p).
- IPCC (2014). *Climate Change: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II, and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 151-159. Retrieved from: http://ar5syr.ipcc.ch/ipcc/ ipcc/resources /pdf/IPCC SynthesisReport.
- Jim, C. Y. (2013). Sustainable urban greening strategies for compact cities in developing and developed economies. *Journal of Urban Ecosystems*, *16*(4), 741-761. Doi: 10.1007/s11252-012-0268-x
- Jim, C. Y., & Chen, S. S. (2003). Comprehensive green space planning based on landscape ecology principles in compact Nanjing city, China. *Journal of Landscape and Urban Planning*, *65*(3), 95-116. Doi: 10.1016/S0169-2046(02)00244-X
- Jim, C. Y., & Chen, W. Y. (2009). Ecosystem services and valuation of urban forests in

China. *Cities*, *26*(4), 187-194.
- Jongman R., & Pungetti G. (2004). *Ecological network and greenways*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Kang, J., Zhang, X., Zhu, X., & Zhang, B. (2021). Ecological security pattern: A new idea for balancing regional development and ecological protection (A case study of the Jiaodong Peninsula, China). *Journal of Global Ecology and Conservation*, *26*, e01472. https://doi.org/10.1016/j. gecco. 2021.e01472.
- Kang, S., & Kim, J. O. (2015). Morphological analysis of green infrastructure in the Seoul metropolitan area, South Korea. *Journal of Landscape and Ecological Engineering*, *11*(2), 259-268. Doi: 10.1007/s11355-014-0268-5
- Kong, F., Yin, H., Nakagoshi, N., & Zong, Y. (2010). Urban green space network development for biodiversity conservation: Identification based on graph theory and gravity modeling. *Journal of Landscape and Urban Planning*, *95*(1-2), 16-27.
- Kowalewska, A. (2011). Sustainable urban green network concept for the city of Gdynia, Poland. In *Gdynia Sustainable Green Network, 47th ISOCARP Congress*.
- Li, F., Wang, R., Paulussen, J., & Liu, X. (2005). Comprehensive concept planning of urban greening based on ecological principles: A case study in Beijing, China. *Journal of Landscape and Urban Planning*, *72*(4), 325-336. Doi:10.1016/j.landurbplan.2004.04.002
- Mahmoud, A. H. A., & El-Sayed, M. A. (2011). Development of sustainable urban green areas in Egyptian new cities: The case of El-Sadat City. *Journal of Landscape and Urban Planning*, *101*(2), 157-170. Doi: 10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000076
- Massa, P., & Campagna, M. (2014). Social media geographic information: Recent findings and opportunities for smart spatial planning. *TeMA-Journal of Land Use, Mobility and Environment*, *1*. doi: http://dx.doi.org/10.6092/1970-9870/2500
- Matke, C., Bienstock, D., Muñoz, G., Yang, S., Kleinhans, D., & Sager, S. (2016). Robust optimization of power network operation: Storage devices and the role of forecast errors in renewable energies. In: *Complex Networks & Their Applications V: Proceedings of the 5th International Workshop on Complex Networks and Their Applications*, Springer International Publishing Center, pp. 809-820. Doi: 10.1007/978-3-319-50901-3_64
- Matthews, T., Lo, A. Y., & Byrne, J. A. (2015). Reconceptualizing green infrastructure for climate change adaptation: Barriers to adoption and drivers for uptake by spatial planners. *Journal of Landscape and Urban Planning*, *138*, 155-163. Doi: 10.1016/j.landurbplan.2015.02.010
- Mell, I. C. (2010). *Green infrastructure: Concepts, perceptions, and its use in spatial planning*. PhD Thesis, Newcastle University.
- Moseley, D., Marzano, M., Chetcuti, J., & Watts, K. (2013). Green networks for people: Application of a functional approach to support the planning and management of green space. *Journal of Landscape and Urban Planning*, *116*, 1-12. Doi: http://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.04.004.
- Mougiakou, E., & Phoutis, Y. (2014). Urban green space network evaluation and planning: optimizing accessibility based on connectivity and raster GIS analysis. *European Journal of Geography*, *5*(4), 19-46.
- Nor, A. N. M., Corstanje, R., Harris, J. A., Grafius, D. R., & Siriwardena, G. M. (2017). Ecological connectivity networks in rapidly expanding cities. *Heliyon*, *3*(6), 310-325.
- Oh, K., Lee, D., & Park, C. (2011). Urban ecological network planning for sustainable

landscape management. *Journal of Urban Technology*, *18*(4), 39-59. Doi: 10.1080/10630732.2011.648433
- Ouin, A., Martin, M., & Burel, F. (2008). Agricultural landscape connectivity for the meadow brown butterfly (Maniola jurtina). *Journal of Agriculture, Ecosystems, & Environment*, *124*(3-4), 193-199. Doi: 10.1016/j.agee.2007.09.010
- Pozoukidou, G. (2020). Designing a green infrastructure network for metropolitan areas: A spatial planning approach. *Euro-Mediterranean Journal of Environmental Integration*, *5*(2), 40. Doi:https://doi.org/10.1007/s41207-020-00178-8
- Register, R. (2006). *Ecocities: Rebuilding cities in balance with nature*. Gabriola Island: New Society Publishers.
- Roca, M. (2017). *Green approaches in river engineering: Supporting implementation of Green Infrastructure*. United Kingdom: HR Wallingford.
- Rouse, D. C., & Bunster-Ossa, I. F. (2013). *Green infrastructure: A landscape approach*. (n.p).
- Sadeghi Banis, M. (2015). Using landscape metrics in improving urban ecological network (case study: Tabriz City). *Journal of Gardening News*, *32*, 53-62.
- Salata, K., & Yiannakou, A. (2016). Green Infrastructure and climate change adaptation. *TeMA-Journal of Land Use, Mobility and Environment*, *9*(1), 7-24. Doi: 10.6092/1970-9870/3723
- Sandström, U. G., Angelstam, P., & Mikusiński, G. (2006). Ecological diversity of birds in relation to the structure of urban green space. *Landscape and Urban Planning*, *77*(1-2), 39-53.
- Scottish Natural Heritage Information Note (SNH) (2012). *Green networks in development planning*. (n.p).
- Senanayake, I. P., Welivitiya, W. D., & Nadeeka, P. M. (2013). Urban green spaces analysis for development planning in Colombo, Sri Lanka utilizing THEOS satellite imagery–a remote sensing and GIS approach. *Journal of Urban Forestry and Urban Greening*, *12*(3), 307-314.
- Şenik, B., & Uzun, O. (2021). A process approach to the open green space system planning. *Journal of Landscape and Ecological Engineering*, *18*(2), 203-219.
- Shafer, C. S., Lee, B. K., & Turner, S. H. (2000). A tale of three greenway trails: User perceptions related to quality of life. *Journal of Landscape and Urban Planning*, *49*(3-4), 163-178.
- Sluis, T., & Jongman, R. (2019). *Green infrastructure and network coherence*. Routledge.
- Tannier, C., Bourgeois, M., Houot, H., & Foltête, J. C. (2016). Impact of urban developments on the functional connectivity of forested habitats: A joint contribution of advanced urban models and landscape graphs. *Journal of Land Use Policy*, 52, 76-91.
- Tian, Y., Jim, C. Y., Tao, Y., & Shi, T. (2011). Landscape ecological assessment of green space fragmentation in Hong Kong. *Journal of Urban Forestry & Urban Greening*, *10*(2), 79-86.
- Tulisi, A. (2017). Urban Green Network Design: Defining green network from an urban planning perspective. *TeMA Journal of Land Use, Mobility and Environment*, *10*(2), 179-192.
- Tzoulas, K., Korpela, K., Venn, S., Yli-Pelkonen, V., Kaźmierczak, A., Niemela, J., & James, P. (2007). Promoting ecosystem and human health in urban areas using green

infrastructure: A literature review. *Journal of Landscape and Urban Planning*, *81*(3), 167-178.
- Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2009). VOS viewer: A computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, *84*(2), 523-538.
- Verdú Vázquez, A., Fernández Pablos, E., López Zaldívar, Ó., & Lozano Diez, R. (2020). Development of a methodology for the characterization of urban and peri-urban green spaces in a context of supra-municipal strategies. *Journal of Land Use Policy*, *69*, 75-84.
- Weller, B., & Ganzhorn, J. U. (2004). Carabid beetle community composition, body size, and fluctuating asymmetry along an urban-rural gradient. *Journal of Basic and Applied Ecology*, *5*(2), 193-201. Doi: 10.1078/1439-1791-00220
- WHO Regional Office for Europe (2017). *Briefing note on process and results of indicator mapping exercise and proposal for a joint monitoring framework*. Copenhagen.
- World Health Organization (2019). *Global action plan on physical activity (2018-2030): More active people for a healthier world*. World Health Organization.
- Wu, X. Y., Liu, X. G., Wu, B., & Yuan, X. J. (2018). Regional green infrastructure space pattern identification based on urban air conditioning. *Landsc. Archit*., *29*, 33-37. Doi: https:// doi.org/10.14085/j.fjyl.2018.01.0033.05
- WWF (2020). *Living planet report 2020-bending the curve of biodiversity loss*. Gland, Switzerland.
- Yeang, K., & Threipland, E. (2021). *At one with nature: Advances in Ecological architecture in the work of Ken Yeang.* Routledge.
- Zhang, B., Li, N., & Wang, S. (2015). Effect of urban green space changes on the role of rainwater runoff reduction in Beijing, China. *Journal of Landscape and Urban Planning*, *140*, 8-16. Doi: 10.1016/j.landurbplan.2015.03.014
- Zhang, L., & Wang, H. (2006). Planning an ecological network of Xiamen Island (China) using landscape metrics and network analysis. *Journal of Landscape and Urban Planning*, *78*(4), 449-456.
- Zhang, Z., Meerow, S., Newell, J. P., & Lindquist, M. (2019). Enhancing landscape connectivity through multifunctional green infrastructure corridor modeling and design. *Journal of Urban Forestry & Urban Greening*, *38*, 305-317.

پرتال جامع علوم انسانی