

Evaluation of the Ecological Structure of the Green Space with the Landscape Approach (Case study: The city of Some Sera- Gilan)

Hosein Hataminejad^{1✉}, Rana Yazdi², Hossein Iraj³

1. Associate Professor of Geography and Urban Planning, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran
✉E-mail: Hataminejad@ut.ac.ir
2. Ph. D Student of Geography and Urban Planning, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran
E-mail: ranayazdi20@gmail.com
3. Ph. D Student of Geography and Urban Planning, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran
E-mail: iraji.hossein@ut.ac.ir



How to Cite: Hataminejad, H; Yazdi, R; & Iraj, H. (2023). Evaluation of the Ecological Structure of the Green Space with the Landscape Approach (Case study: The city of Some Sera- Gilan). *Geography and Development*, 21 (71), 93-115.

DOI: <http://dx.doi.org/10.22111/GDIJ.2023.7591>

Received:

13 September 2022

Received in revised form:

19 February 2023

Accepted:

21 February 2023

Published online:

20 May 2023

ABSTRACT

Earth metrics are usually the broadest and most diverse measurements of space metrics. Many of these metrics have been developed specifically for urban studies, focusing on spatial patterns such as density, sprawl/compression, centrality, land use mix, connectivity, or accessibility. The current research is applied in terms of purpose and in terms of descriptive-analytical method and based on remote sensing data. In this research, firstly, the land use map of 2013 and 2015 was prepared using Landsat satellite images and using ENVI 5.3 software with a supervised classification method in 4 classes of urban space, fields, gardens and man-made wastelands. . which shows the ecological changes of the green space of the study area in a period of 7 years. Then the land use changes of the region were prepared with the help of ArcGIS and finally analyzed using Fragastat software. The findings of the research show that the green space of the city of Soumesara is decreasing and turning into a man-made space, that indiscriminate constructions have had important effects on the ecological structure of the region, as a result of which the green and barren spaces are not used for residential purposes. and the highest rate of conversion of green space use to artificial uses and after that was waste use.

Keywords:

Ecological structure,
Green space,
Land landscape,
Someh Sara,
Gilan.



© the Author(s).

Publisher: University of Sistan and Baluchestan

Extended Abstract

1. Introduction

Today, urban environments are increasingly important in terms of resilience and healthy and sustainable ecosystems. Over the past 40 years, the rate of urbanization has increased more than double (OECD, 2020). Meanwhile, it is predicted that by 2050, the amount of population living in the world's cities will reach more than 60% (UN, 2018). Therefore, the cities will not be able to meet the

needs of this increased population and this will cause double pressure on the urban ecosystem. Understanding the landscape patterns and the concept of urban ecology is essential for urban management. After that, the landscape ecology debates were raised in the 1980s and advanced a lot in the 1990s. The image of the land studies the composition of the structure and functions of the image of the land based on various metrics that are

used to quantify the features of the image of the land, including diversity, communication (Afrakhte et al., 2014: 198). Based on the studies, it can be seen that most of the natural (vegetation) and unnatural (man-made) phenomena are facing changes (irregularity, dispersion) over time. natural and man-made within a certain period of time.

2. Method and Material

In this research, by using land surface metrics, using Fragstats software, the amount of scattered surface of 4 types of man-made uses, orchards, and agricultural lands has been investigated. Soumesara city, which has an area of 579.68 square kilometers. And the population of this city is 47083 people based on the last census of 2015. It is located in Gilan province. The longitude of this city is 04:19 049 and its latitude is 54:17 037. The city of Soumesara constitutes 4.12% of the area of Gilan province. The physical growth of the city of Suma Sera was dense and coherent in the past, but now it is scattered. The purpose of this research is to measure the physical expansion of green space in the period of 2014-2021, which has been calculated through satellite images and spatial metrics.

3. Results and Discussion

3.1. Analysis of land use maps

According to the information obtained from the satellite images of 2014, the use of man-made urban space is the largest with 35,545.21 hectares and the barren lands with 10,093.62 are the smallest. Also, in the satellite images in 2021, which is related to the studied area, it is clear that the highest amount is related to man-made urban space with 68.44244 hectares and the lowest amount belongs to barren lands with 18.4800 km. By comparing the years 2014 and 2021, it was found that the man-made space has increased and the green space and barren lands have decreased. According to the obtained results, it is clear that the increase in man-made space is due to the recent activities of the municipality of the region, which due to the structural changes in the previous vegetation of the region will not function as before. The largest amount of changes between 2014 and 2021 is

related to the urban space, which increased by 13 percent, and then the barren land, which decreased by 8 percent.

3.2. Analysis of metrics at the class level between 2014 and 2021

The evaluation of the number of spots showed that the number of spots in the green and barren floor has increased. The biggest change in the number of spots during the period of time was related to the use of green space. The increase in green spots indicates fragmentation and disturbance in the land, which is caused by the expansion of man-made and barren lands. Comparing the density of spots on the surface showed that the density of spots increased in green spaces, but decreased in man-made and barren areas. This means that the man-made space is scattered and the man-made and barren space is more fragmented than the green space class. Based on the results, the biggest spot showed that the reduction of the biggest spot is related to barren lands, which shows that the integrated destruction of land cover is for barren lands. Reducing the scale of the biggest spot for barren lands means excessive use of barren lands in the direction of using and turning some parts of barren lands into man-made lands and green spaces. The analysis of the shape of the land shows that the use of barren lands with the highest number (change) has led to more complexities and an increase in the irregularity of the shape of the spot. The assessment of Sanjeh gave the highest ratio of edge density to barren land use and during the study period, this ratio has increased. The area of the spot in man-made land use has increased more than two vegetation land use and barren land use (89.28) and then barren land use has the second place with 35.63. Vegetation with a negative value of 75.24 shows the decrease of this land use and turning it into man-made land use. Mps or average spot size other than green space has increased in barren and man-made land use. The analysis of the mean shape of the spot (MSI) in the green space is decreasing and in the barren and man-made use it is associated with an increase. Based on the changes in the percentage of land cover (Plan), the percentage of barren and man-made lands has increased in the period from

2014 to 2021, and the percentage of green space use has decreased, which indicates that the expansion of urbanization leads to the loss of green spaces from the total land. Agriculture and gardens have been. According to diagram number 12 (fractal) in the topic of green space usage in 2014, it was 1.0379 and this amount has reached 1.2955 in 2021.

4. Conclusion

Based on human activities and natural phenomena, the face of the earth is always changing, therefore, for the optimal management of natural areas, knowing the ratio of changes in land use is considered essential in planning. Changes in land use cover are important for current and future planning of land use in the direction of sustainable development, and understanding the structure and how to combine patterns of the land surface will lead to integrated planning and planning of the land surface, which can help reduce the degradation of the land surface. slow down and prevent the degradation of the quality of land use (Nazarnejad et al., 2018). The findings of the research show that the green space in the city of Soumesara is decreasing and becoming a man-made space, that the indiscriminate constructions have had important

effects on the ecological structure of the region, as a result of which the green and barren spaces are not being used. have become residential, and the highest rate of conversion of green space use to man-made use and then wasteland use. The results obtained from land surface measurements indicate that the number of spots in the green spaces of the monastery has increased from 2014 to 2021, which indicates fragmentation and disturbance in the landscape, and the area of the spots has decreased and the density of the edges has increased. . The large patches of green spaces in 2014 have been replaced by smaller patches with lower ecological value, and the connection between the patches of green spaces has been broken. Finally, to improve the state of the ecological structure and continuity of the green space of the region, the following suggestions are recommended:

"Protection of existing green spaces with high ecological value and large size and connecting these large pieces by smaller pieces or natural corridors of rivers to create continuity in the natural matrix of the city."

Keywords: Ecological structure, Green space, Land landscape, Someh Sara, Gilan.

5. References

- Afarakhte, R., Nohagar, A (2014). Land use analysis in the central part of Gilan with the approach of landscape ecology, geography and land use, (5) 15, 197-213.
<https://sid.ir/paper/236733/fa>
- Aswathy, R.K., Sunil Mathew (2016). On different forms of self similarity, Chaos, Solitons & Fractals Volume 87, June 2016, 102-108.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096007791630100X>
- Rhodes, Edward C., Jay P. Angerer, William E. Fox, and Jason R. McAlister. "Woody vegetation cover, attrition, and patch metrics over eight decades in central Texas, United States." *Rangeland Ecology & Management* 78 (2021): 54-66.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1550742421000592>
- Balasubramanian, A (2017). 150 Branches of Geology(Earth Science), Department of Studies in Earth Science, University of Mysore, Mysore-6, 1-47 (Researchgate)
https://www.researchgate.net/publication/318602166_150_BRANCHES_OF_GEOLOGYEARTH_SCIENCES
- Bhatti, Saad Saleem (2018). Spatial Metrics: The Static and Dynamic Perspectives, In book: Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. 181-196.
https://www.researchgate.net/publication/316972211_Spatial_Metrics_The_Static_and_Dynamic_Perspectives

- Cepic, Michael (2022). Modelling human influences on biodiversity at a global scale—A human ecology perspective, *Ecological Modelling* Volume 465, March 2022, 109854, 1-13.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304380021003926>
- Chehrager, Y., and Chehrager, F., and Amiri, M (2021). Investigating and comparing the effects of urban growth on the landscape of districts 4 and 9 of Karaj city in order to review the process of planning settlements. *Environment and cross-sectoral development*, 6(71), 25-40.
SID. <https://sid.ir/paper/405622/fa>
- Cushman, Samuel A., Brad H. McRae, and Kevin McGarigal (2015). Basics of landscape ecology: An introduction to landscapes and population processes for landscape geneticists. *Landscape genetics*, 9-34.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781118525258.ch02>
- Cushman, Samuel A., Kevin Gutzweiler, Jeffrey S. Evans, and Kevin McGarigal (2010). "The gradient paradigm: a conceptual and analytical framework for landscape ecology." *Spatial complexity, informatics, and wildlife conservation* (2010), 83-108.
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-4-431-87771-4_5
- E ,Amy (2019). Emerging trajectories for spatial pattern analysis in landscape ecology, *Landscape ecology*, 2073-2082.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10980-019-00880-1>
- Faraniza, Zara (2021). Application of urban ecological concepts towards healthy and humane cities, *Journal of Physics Conference Series* 1940(1):01205, 1-10.
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1940/1/012054/pdf>
- Feng, Yongjiu, and Yan Liu (2015). "Fractal dimension as an indicator for quantifying the effects of changing spatial scales on landscape metrics." *Ecological Indicators* 53 (2015): 18-27.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X15000217>
- Gökkyer, E, Oğuztürk, T, C, Omer LUTFU (2020). Evaluating Landscape Changes in a Coastal City Case of Amasra City, 355-364.
https://www.researchgate.net/publication/347983388_Evaluating_Landscape_Changes_in_a_Coastal_City_Case_of_Amasra_City
- Hataminejad, H., and Hatami, A., and Moradi, A (2021). Analysis of the spatial growth patterns of Khorram Abad city with the approach of landscape ecology. *Studies in the Geography of Mountainous Regions*, 2(3 (series 7)), 39-62.
SID. <https://sid.ir/paper/414503/fa>
- Hepcan, C. C (2013). Quantifying landscape pattern and connectivity in a Mediterranean coastal settlement: the case of the Urla district, Turkey, 143-155.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22331453/>
- Jagalingam, P,& Hegde, A.V (2015). A review of quality metrics for fused image. *Aquatic Procedia*, 4,133-142.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214241X15000206/pdf?md5=20520bc5cafb6ec63ed93952fe6310bc&pid=1-s2.0-S2214241X15000206-main.pdf>
- Kumar, Mukesh, Derrick M. Denis, Sudhir Kumar Singh, Szilárd Szabó, and Shakti Suryavanshi (2018). Landscape metrics for assessment of land cover change and fragmentation of a heterogeneous watershed. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 10, 224-233.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S235293851730246X>
- Lam, N.S (2009). Fractal Analysis, *International Encyclopedia of Human Geography* 2009, 263-270.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780080449104004405>

- Masoudi, H., Mahmoudzadeh, H (2018). An analysis of the structural changes of the landscape of Tabriz metropolis by using the basics of ecology of the landscape and emphasizing the concept of continuity, *Land Survey* 11(2), 179-204.
<https://sid.ir/paper/377595/fa>
- McGarigal, Kevin (2015). Basics of Landscape Ecology: An Introduction to Landscapes and Population Processes for Landscape Geneticists, In book: *Landscape Genetics: Concepts, Methods, Applications*. 9-34.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781118525258.ch02>
- J.Lawrence, Roderick (2021). Human Ecology, *International Encyclopedia of Transportation* 2021, 95-115.
https://www.researchgate.net/publication/350845281_Overcoming_Barriers_to_Implementing_Sustainable_Development_Goals_Human_Ecology_Matters
- Mansour, Shawky, Eman Ghoneim, Asmaa El-Kersh, Sayed Said, and Shima Abdelnaby (2023). "Spatiotemporal Monitoring of Urban Sprawl in a Coastal City Using GIS-Based Markov Chain and Artificial Neural Network (ANN)." *Remote Sensing* 15, No. 3 (2023). 601.
<https://doi.org/10.3390/rs15030601>
- Qobadi, A., and Pourrajbi, M (2018). Investigating the role of urban management on the development of the tourism industry (case study: the city of Moemasera). *Sustainable development of geographic environment*, 1(2), 68-84.
<https://sid.ir/paper/269727/fa>
- Steiner, Frederick (2018). The ecological wisdom of plan-making, *Journal of Urban Management* Volume 7, Issue 3, December 2018, 124-130.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2226585617300894>
- Termorshuizen, J. W., & Opdam, P (2009). Landscape services as a bridge between landscape ecology and sustainable development. *Landscape ecology*, 24, 1037-1052.
https://idp.springer.com/authorize/casa?redirect_uri=https://link.springer.com/article/10.1007/s10980-008-9314-8&casa_token=AMIf5uuV1UIAAAAA:aGB9UPxM1LxJIG4RHwKU4h_BSGfA0eWlQ2rup1JR6DRmraAtrRIgKoV4w-BuH7KR2uBPWjwiOfCR2tCB1I
- Wu, Q., Li, Z., Yang, C., Li, H., Gong, L., & Guo, F (2022). On the Scale Effect of Relationship Identification between Land Surface Temperature and 3D Landscape Pattern: The Application of Random Forest. *Remote Sensing*, 14(2), 279.
<https://www.mdpi.com/2072-4292/14/2/279>
- Yu, H., Liu, X., Kong, B., Li, R., & Wang, G (2019). Landscape ecology development supported by geospatial technologies: A review. *Ecological Informatics*, 51, 185-192.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1574954119300329>



ارزیابی ساختار اکولوژیکی فضای سبز با رویکرد سیمای سرزمین مطالعه موردی: شهر صومعه سرا - گیلان

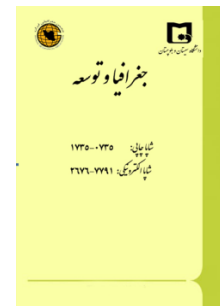
دکتر حسین حاتمی نژاد^{۱*}، رعنا یزدی^۲، حسین ایرجی^۳

مقاله پژوهشی

چکیده

متریک سیمای سرزمین معمولاً گسترده ترین و متنوع ترین اندازه گیری از معیار مکانی است. بیشتر این معیارها به طور خاص برای مطالعات شهری با تمرکز بر الگوهای فضایی مانند تراکم، پراکندگی/فشرده گی، مرکزیت، ترکیب کاربری زمین، اتصال، یا دسترسی توسعه داده شده اند. پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و از نظر روش توصیفی-تحلیلی و مبتنی بر داده های سنجش از دور است. در این تحقیق ابتدا نقشه های کاربری زمین مربوط به سال ۲۰۱۴ و ۲۰۲۱ با استفاده از تصاویر ماهواره لندست و استفاده از نرم افزار ENVI 5.3 به روش طبقه بندی نظارت شده در ۴ کلاس فضای شهری انسان ساخت، مزارع، باغات، زمین های بایر تهیه شد که تغییرات اکولوژیکی فضای سبز منطقه مورد مطالعه را در یک دوره ۷ ساله نشان می دهد. سپس تغییرات کاربری زمین های منطقه به کمک آرک جی.آی.اس آماده سازی شدند و در نهایت با استفاده از نرم افزار Fragatas مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. یافته های پژوهش بیانگر این است که فضای سبز در شهر صومعه سرا در حال کاهش و تبدیل شدن به فضای انسان ساخت است که ساخت و سازهای بی رویه تأثیرهای مهمی روی ساختار اکولوژیکی منطقه داشته است که در نتیجه آن فضاهای سبز و بایر به کاربری مسکونی تبدیل شده اند که بیشترین میزان تبدیل کاربری فضای سبز به کاربری انسان ساخت و سپس کاربری بایر بوده است. نتایج به دست آمده از سنجش سیمای سرزمین بیانگر این است که لکه های فضاهای سبز صومعه سرا از سال ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۱ تعداد لکه های بیشتر شده که نشانگر خردشدگی و وجود اختلال در سیمای سرزمین است و مساحت لکه ها کم شده و تراکم حاشیه بیشتر شده است. لکه های بزرگ فضاهای سبز سال ۲۰۱۴ جای خود را به لکه های کوچک تر با ارزش اکولوژیکی پایین تر داده و ارتباط بین لکه های فضاهای سبز قطع شده است.

جغرافیا و توسعه، شماره ۷۱، تابستان ۱۴۰۲
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۲۲
تاریخ بازنگری داوری: ۱۴۰۱/۱۱/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۰۲
صفحات: ۹۳-۱۱۵



واژه های کلیدی:

ساختار اکولوژیکی، فضا، فضای سبز، سیمای سرزمین، صومعه سرا، گیلان.

مقدمه

زمین باعث از بین رفتن اراضی جنگلی، توسعه شهرنشینی و گسترش بیابان زدایی شده است (طالبی امیری و همکاران، ۱۳۸۸: ۱۳۴). در دهه های اخیر، ساختار اکولوژیکی فضای سبز شهر صومعه سرا که سریع ترین رشد شهری را در میان شهرهای شمال کشور دارد، به دلایل مختلف از جمله توسعه شهر از سوی مدیران و گاهی خود شهروندان، قربانی سودجویی اقتصادی و کاربری های خاکستری شده است؛ درک الگوهای سیمای سرزمین، تغییرات و تعاملات میان فعالیت های انسانی و پدیده های طبیعی

در حال حاضر تقریباً ۴ میلیارد نفر (۵۵ درصد از جمعیت جهان) در شهرها و مناطق شهری زندگی می کنند. پیش بینی می شود که جمعیت شهری جهان تا سال ۲۰۵۰ دو برابر شود (Mansour et al, 2023:1). بر این اساس شهرهای امروزی به عنوان یک چالش مهم برای محیط زیست مطرح می شود. تغییرات پوشش گیاهی و کاربری سرزمین اثرات گسترده ای بر سیمای سرزمین دارد. در سال های اخیر به دلیل عدم استفاده مناسب از سرزمین و تبدیل و تحول در نوع استفاده از

Hataminejad@ut.ac.ir

rana.yazdi@ut.ac.ir

iraji.hossein@ut.ac.ir

۱. دانشیار جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران (نویسنده مسئول)

۲. دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۳. دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران

کونار^۳ در پژوهشی با عنوان شاخص‌های چشم‌انداز برای ارزیابی تغییر پوشش زمین و تکه‌تکه‌شدن یک حوزه آبخیز ناهمگن بر اثر فعالیت‌های انسانی را بررسی می‌کند. نتایج نشان داد تغییرات قابل توجهی در منطقه رخ داده است که ضرورت اتخاذ تدابیر مناسب برای حفظ این حوزه طبیعی را نشان می‌دهد. نظارت و به‌ویژه تعیین کمیّت، تأثیر فعالیت‌های انسانی بر مناظر ما نیز ممکن است طراحی منابع چشم‌انداز، سیاست‌ها و مطالعات ارزیابی ریسک کارآمد و قابل‌ارزیابی را تسهیل کند (Kumar et al, 2018: 226). براساس مطالعات انجام‌شده می‌توان دریافت که اکثر پدیده‌های طبیعی (پوشش گیاهی) و غیرطبیعی (انسان‌ساخت) در طول زمان با تغییراتی (بی‌نظمی، پراکندگی) روبه‌رو هستند که با استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین می‌توان میزان تغییرات پوشش طبیعی و انسان‌ساخت طی بازه زمانی مشخص به‌دست آورد. هدف از این پژوهش ارزیابی ساختار اکولوژیکی فضای سبز با رویکرد سیمای سرزمین شهر صومعه‌سرا است که از طریق تصاویر ماهواره‌ای و متریک‌های فضایی محاسبه شده است. در واقع رشد روزافزون کالبدی شهر صومعه‌سرا طی سال‌های اخیر موجب تخریب اراضی مرغوب کشاورزی، محیط‌زیست و تغییرات اقلیمی و تشدید بیابان‌زایی منطقه مورد بررسی شده است؛ از این‌رو در پژوهش پیش‌رو تکنیک‌های سنجش‌از‌دور به‌منظور آنالیز تغییرات کاربری اراضی بین سال‌های ۲۰۲۱-۲۰۱۴ است. به‌وسیله تفسیر تصاویر لندست ۸ و سنجنده OLI و ارزیابی تغییر ساختار چشم‌انداز از طریق Fragstats به‌کار برده شد.

مبانی نظری

مفهوم اکولوژی شاخه‌ای از زیست‌شناسی است. در واقع علم اکولوژی به مطالعه رابطه میان موجودات و

برای مدیریت زمین امری ضروری است (محمودزاده و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۸۱). سیمای سرزمین براساس سنجه‌های مختلفی که به‌منظور کمی‌کردن خصوصیات سیمای سرزمین از جمله تنوع، ارتباطات به‌کار برده می‌شود، نحوه ترکیب ساختار و عملکردهای سیمای سرزمین را مطالعه می‌کند (نوحه‌گر و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۹۸). سیمای سرزمین عبارت است از موزاییکی با کیلومترها وسعت که در آن اکوسیستم‌های محلی و کاربری‌های زمین تکراری شده باشد. در واقع سیمای سرزمین سرشت و ویژگی کلی یک منطقه محسوب می‌شود (محمدی‌جو و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۳۱). امروزه بسیاری از محققان در تحقیقات خود از این تکنیک استفاده می‌کنند. ادوارد^۱ و همکاران در مطالعه‌ای با عنوان معیارهای پوشش گیاهی ایالات متحده، شاخص‌های پوشش گیاهی برای دوره‌ای از سال ۱۹۳۸ تا ۲۰۱۸ در حوضه‌های آبخیز بنت و سولفور کریک دشت لامپاساس کات در تگزاس مرکزی مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. تجزیه و تحلیل نشان داد که کمتر از ۱۰ درصد از پوشش گیاهی اولیه باقی مانده است. این تحقیق بر اهمیت مجموعه داده‌های بلندمدت و مبتنی بر دانش محلی در کاربرد و تفسیر پارادایم‌های مدیریت تاریخی تأکید می‌کند (Rhodes et al, 2021: 57). در مطالعه‌ای دیگر یان لیو^۲ به بررسی بعد فراکتال به‌عنوان شاخصی برای تعیین کمیّت اثرات تغییر مقیاس‌های فضایی بر متریک‌های منظر پرداخته و روش فراکتالی را برای اندازه‌گیری حساسیت مقیاس معیارهای چشم‌انداز شهری در جنوب کوئینزلند، به‌عنوان مطالعه موردی به‌کار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که بیشتر معیارهای منظر در منطقه و لبه، شکل و گروه‌های تجمع، قانون فراکتالی را نشان می‌دهند که در طیف وسیعی از مقیاس‌ها سازگار است (Feng & Liu, 2015: 18).

به‌طور خاص، تأثیرات توزیع عوامل زنده و غیرزیست در یک اکوسیستم بر علل و پیامدهای این فرایندها تعریف می‌کند (Yu et al, 2019: 185).

منظر ابتدا توسط الکساندر فون هامبدالت^۵ به‌عنوان «همهٔ ویژگی‌های یک سرزمین» تعریف شد. منظر به‌عنوان یک ناحیه از زمین است که به‌طور ناهمگن تکرار می‌شود (فورمن و گادرون، ۱۹۸۶). کنوانسیون منظر اروپایی منظر را منطقه‌ای تعریف می‌کند که توسط مردم درک می‌شود. ویژگی یک منظر کنش و تعامل عوامل طبیعی و انسانی است (Ercan Gökyer, 2020: 357). بوم‌شناسی منظر، بین‌رشته‌ای است که براساس نظریه‌ها و روش‌هایی از سراسر علوم فیزیکی، طبیعی و اجتماعی تعریف می‌شود؛ زیرا هدف از تحلیل آن می‌تواند جنبهٔ زیست‌محیطی، اجتماعی، اقتصادی و سیاسی داشته باشد (Amy E. Frazier, 2019: 2073-2082).

بوم‌شناسی منظر یک بُعد مهم از ویژگی‌های محیطی است که برای حفظ سلامت اکوسیستم و تنوع زیستی حیاتی است و شکاف دانش در توسعهٔ پایدار را از بین می‌برد (W. Termorshuizen, 2009: 1039). بوم‌شناسی منظر با استفاده از تکنیک عناصر تشکیل‌دهنده، یک سرزمین را کمی‌سازی کرده و سپس نحوهٔ چیدمان و اثرگذاری آن‌ها را بر یکدیگر می‌سنجد.

اکولوژی شهری: همان‌طور که گفته شد، یک سرزمین در مقیاس‌های متفاوتی قابل‌بحث است. درواقع یک واحد سرزمین ممکن است از روستاها، شهرها، استان و کشورها نیز تشکیل شود؛ بنابراین مطالعهٔ روابط میان عنصر در سطح شهر را اکولوژی شهری می‌نامند. درواقع اکولوژی شهری تلاشی برای بررسی تعدادی از جنبه‌های مختلف بوم‌شناسی شهری، با تکیه بر بررسی‌ها، فراتحلیل‌ها و مطالعات موردی واقع در نقاط مختلف جهان است. شهرها در

محیط بیوفیزیکی آن‌ها می‌پردازد. واژهٔ «اکولوژی» (Ökologie) اولین بار در سال ۱۸۶۶ توسط دانشمند آلمانی ارنست هکل^۱ ابداع شد. مفهوم اکولوژی براساس ریشهٔ آن (Oikos) (خانه) و logos (دخل و خرج) در یونان باستان به معنای دخل و خرج خانه است (Balasubramanian, 2017: 197). یک ناحیهٔ جغرافیایی واحد از عناصر طبیعی و مصنوع تشکیل می‌شود که دارای روابط متقابل با یکدیگر هستند. به این ناحیهٔ جغرافیایی واحد سرزمین نیز گفته می‌شود. از اکولوژی می‌توان مفاهیم مختلفی همچون اکولوژی شهری، اکولوژی منظر و اکولوژی انسانی نیز استخراج کرد که می‌توان به شرح آن پرداخت.

اکولوژی منظر: اکولوژی منظر بر چگونگی تأثیر توزیع عوامل زنده و مصنوع در یک اکوسیستم می‌پردازد. علاوه‌براین، اکولوژی منظر نحوهٔ شکل‌گیری عناصر یک اکوسیستم و نحوهٔ تعامل میان آن‌ها را مطالعه می‌کند (Yu et al, 2019: 187). اصطلاح اکولوژی منظر برای نخستین بار توسط ترول^۲ در سال ۱۹۳۹ مطرح شد و تا سال ۱۹۸۰ با سرعت اندکی پیشرفت کرد؛ اما با پیشرفت تکنولوژی و فناوری به یکباره به‌عنوان یکی از بخش‌های مهم جغرافیا مبدل شد. اکولوژی منظر علم و هنر مطالعه و بهبود رابطهٔ بین الگوی فضایی و فرایندهای بوم‌شناختی در مقیاس‌ها و متنوعی است (Wu et al, 2022: 279). ترول بوم‌شناسی منظر را به‌عنوان «مطالعهٔ روابط علی پیچیدهٔ اصلی بین جوامع زندگی و محیط آن‌ها در یک بخش معین از چشم‌انداز توصیف کرد» (Cushman et al, 2010: 87).

فورمن^۳ و گسینگر^۴ نیز اکولوژی منظر را چگونگی تأثیر ناهمگونی فضایی بر فرایندهای اکولوژیکی و

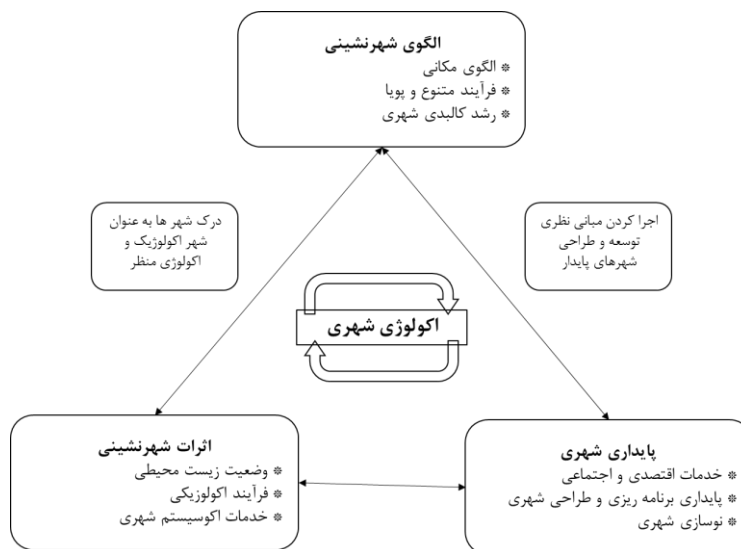
1. Ernest Hekel
2. Troul
3. Forman
4. Gesinger

5. Alexander von Humboldt

هنجارشکنی انسان و تخریب بی‌رویه اکوسیستم سبب شده است که باعث کاهش انعطاف‌پذیری آن از نظر کاهش مشکلات ناشی از شهرنشینی از جمله نزول کیفیت هوا، محدودیت فضای زندگی، اثر جزیره گرمایی شهری (UHI)، فقدان سلامت شهری، کمبود آب زیرزمینی، شود.

کارشناسان اکولوژی شهری را به‌عنوان «آوردن فضای سبز به رودن شهرها تعریف می‌کنند. به‌طور کلی اکولوژی شهری ۳ عمل را در نظر می‌گیرد: ۱. بوم‌شناسی و تکامل موجودات زنده‌ای که در مرزهای شهری زندگی می‌کنند؛ ۲. بوم‌شناسی بیولوژیکی، اقتصادی، سیاسی و فرهنگی انسان‌ها در مناطق شهری؛ ۳. مطالعه روابط انسانی و فرایندهای طبیعی. انسان و طبیعت نیروهایی هستند که الگوها و فرایندهای قابل‌اندازه‌گیری متقابل را در برنامه‌ریزی و توسعه شهری شکل می‌دهند (Faraniza, 2021: 3).

هسته خود از سیستم‌های اجتماعی تشکیل می‌شوند. اهمیت مطالعه اکولوژی شهری پس از کنفرانس زیستگاه در استکهلم در سال ۱۹۷۲ افزایش یافت (UN, 2022). برخی از کاربردهای اصطلاح «اکولوژی شهری» بر مفهوم تعادل است؛ زیرا شهر اکولوژیکی شهری است که در تعادل و تعامل با طبیعت است. مفهوم اکولوژی شهری با توجه به مفهوم اکولوژی بر این فرض استوار است که شهر یک سیستم باز است و از این رو به سمت تعادل حرکت نمی‌کند. این بدان معناست روابط میان پدیده‌های زیست‌محیطی و اجتماعی همواره در حال بی‌نظم شدن است (P. McManus, 2009: 296). اکولوژی شهری موضوعی جهان‌شمول در ابعاد اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی و توسعه پایدار است. امروزه کشورهای توسعه‌یافته از طریق توسعه پایدار سعی در ایجاد نوعی تعادل میان انسان و محیط‌زیست است. به‌دلیل



نمودار ۱: رویکردهای اکولوژی شهری

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۴۰۱

اکولوژی انسانی

تأثیرات انسانی به کاهش تنوع زیستی کمک می‌کند. مداخلات جهانی‌شده انسانی باعث بیشترین تلفات تنوع زیستی می‌شود (3: *Michael Cepic, 2022*). اکولوژی انسانی چارچوبی جامع برای مطالعات تحرک جمعیت و حمل‌ونقل افراد، کالاها و خدمات و چگونگی تأثیر این فرایندها بر اکوسیستم‌های طبیعی، منابع و سلامت انسان در طول قرن‌ها فراهم می‌کند (*J. Lawrence Roderick, 2021:109*). نظریه اکولوژی انسانی در تمرکز بر انسان به‌عنوان ارگانسیم‌های بیولوژیکی و موجودات اجتماعی در تعامل با محیط خود منحصربه‌فرد است. در این نظریه خانواده به‌عنوان یک سیستم تبدیل انرژی در نظر گرفته می‌شود که به طبیعت فیزیکی-بیولوژیکی ساخته‌شده توسط انسان و محیط اجتماعی-فرهنگی وابسته است. همچنین اکولوژی انسانی بر ایجاد استفاده و مدیریت منابع برای سازگاری خلاقانه، توسعه انسانی و پایداری محیط‌ها تأکید می‌کند. بوم‌شناسی انسانی مطالعه روابط متقابل بین انسان و محیط‌زیست است که از زمینه‌های گوناگون زیست‌شناسی و جغرافیا گرفته تا جامعه‌شناسی، مهندسی و معماری استفاده می‌کند. اشتاینر^۱ بوم‌شناسی انسانی را با دیدگاه معماری منظر ترکیب می‌کند و آگاهانه، انسان‌ها و محیط اطرافشان را به هم متصل کند (*Steiner, 2018: 127*).

متریک سیمای سرزمین

متریک‌های سیمای سرزمین از دهه ۱۹۸۰ در محیط‌زیست چشم‌انداز برای تعیین کمیّت شکل و الگوی پوشش گیاهی مورد استفاده قرار گرفته است. متریک‌های سیمای سرزمین، شاخص‌هایی هستند که

الگوهای کاربری اراضی را در یک منطقه شهری توصیف می‌کنند. متریک‌ها همانند عبارات ریاضی، قادرند ویژگی‌های پوشش مناطق را در قالب پیچ‌ها، کریدورها و چشم‌انداز را مورد تجزیه و تحلیل قرار دهند (*حاتمی‌نژاد و همکاران, ۱۴۰۰: ۴۵*). استفاده از سنج‌های سیمای سرزمین، ابزاری مفید در تحلیل و بررسی خصوصیت‌های مکانی و پوشش سرزمین محسوب می‌شود. همچنین سنج‌های سیمای سرزمین ابزاری قدرتمند در توصیف و تحلیل تغییرات کاربری و پوشش شهری به‌کار می‌رود و می‌تواند برخی جنبه‌های پنهان تغییر سیمای سرزمین را آشکار کند (*عسگریان و همکاران, ۱۳۹۴: ۴۴۱-۴۳۱*).

معیارهای سیمای سرزمین معمولاً گسترده‌ترین و متنوع‌ترین اندازه‌گیری از معیار مکانی است. معیارها به‌طور خاص برای مطالعات شهری با تمرکز بر الگوهای فضایی مانند تراکم، پراکندگی/فشرده‌گی، مرکزیت، ترکیب کاربری زمین، اتصال، یا دسترسی توسعه داده شده‌اند (*Bhatti, 2018:183*). معیارهای منظر، الگوریتم‌هایی هستند که ساختار فضایی الگوهای پوشش زمین را در یک منطقه جغرافیایی تعریف شده کمی می‌کنند. اصطلاح «سنج‌های چشم‌انداز» به معیارهایی برای کمی‌سازی الگوها در نقشه‌های طبقه‌بندی اشاره می‌کند (*Cushman et al, 2015:11*). به‌طور کلی متریک‌ها از ماتریکس، کریدور و پیچ تشکیل می‌شود. پیچ، محل تجمع عناصر است که به‌صورت لکه دیده می‌شود. کریدور، به محل اتصال پیچ‌ها گفته می‌شود. ماتریکس، به سطحی گفته می‌شود در عملکرد سیمای سرزمین بیشترین عملکرد را دارند. درواقع بیشترین عناصر پراکنده را احاطه می‌کند.

جدول ۲: متریک‌های سرزمین

دسته‌بندی	نام (مخفف)	شرح	واحد	فرمول
PLAND	درصد چشم‌انداز	درصد منظره متشکل از نوع پیچ مربوط	%	$\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{A} * 100$
FRMN	شاخص بُعد فراکتال متوسط	مجموع ۲ برابر لگاریتم محیط پیچ تقسیم بر لگاریتم مساحت کل برای نوع پیچ مربوط تقسیم بر تعداد وصله‌ها	-	$\frac{2 \ln(0.25 p_{ij})}{\ln a_{ij}}$
LSI	شاخص شکل منظره	نسبت محیط به مساحت برای کلاس مربوط	-	$\frac{0.25 \sum_{k=1}^m e_{ik}}{\sqrt{A}}$
ED	تراکم لبه	طول کل همه بخش‌های لبه تقسیم بر مساحت کل برای نوع پیچ مربوط	m/ha	$\frac{\sum_{k=1}^m e_{ik}}{A}$
NP	تعداد تکه‌ها	تعداد تکه‌های موجود در چشم‌انداز	-	n_{ij}
MPS	میانگین اندازه پیچ	تقسیم مجموع پیچ‌ها بر تعداد آن‌ها	-	$\frac{\sum_{j=1}^n (a_{ij})^2}{n_i} (10^{-4})$
MSI	شاخص میانگین شکل در ناحیه	مجموع محیط هر تکه تقسیم بر جذر مساحت وصله (هکتار) برای هر کلاس (سطح کلاس) یا همه تکه‌ها (سطح منظر)	-	$\frac{\sum_{j=1}^n (P_{ij})^2}{\sqrt{A_{ij}}}$
CA	مساحت کلاسه‌ها	مجموع مساحت همه تکه‌ها، تقسیم بر ۱۰۰۰۰ (برای تبدیل به هکتار)	Hectares	$\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{(10^4)}$

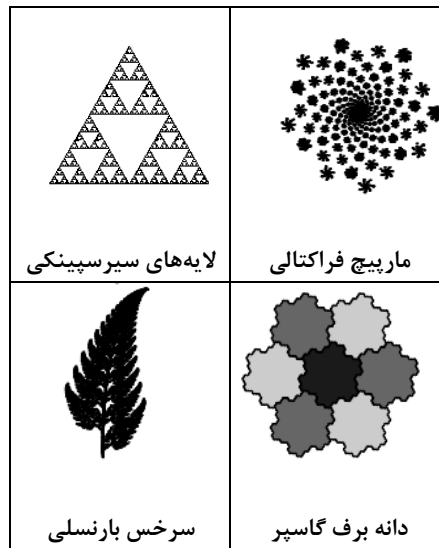
مأخذ: Jagalingam, 2015: 136

تئوری فراکتال

کاربرد ساختارهای غیرخطی در نگرش سیستمی از بعد از جنگ جهانی دوم روال علمی خود را در پژوهش‌های ترکیبی پیدا کرده است. بدیهی است که دیدگاه سیستمی مختص به یک زمینه علمی نیست و در سایر شاخه‌های علوم طبیعی و انسانی قابل محاسبه است. از آنجا که بحث حاضر یک قیاس سیستماتیک است که از اجزای طبیعی و انسانی تشکیل یافته است، می‌توان از تحلیل‌های آشوبی، برخالی، فازی و حتی خطی نیز در تبیین قوانین حاکم بر منطق سیستمی بحث بهره برد (کمانه و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۸۹). دیدگاه فراکتال سعی دارد با به‌کارگیری قواعد ساده تغییرات مقیاس، به شبیه‌سازی رفتار پیچیده سیستم‌ها بپردازد. فراکتال یا رفتار فراکتالی در واقع

رفتاری است که در طبیعت و هر چیزی وجود دارد که متمایل به داشتن حالتی متعادل است (سلطانی و همکاران، ۱۳۹۸: ۷۳). مندلیبروت در سال ۱۹۷۷ اصطلاح فراکتال را ابداع کرد، هندسه فراکتال عمدتاً به دلیل ناکارآمدی هندسه کلاسیک در توصیف اشکال و پدیده‌های پیچیده مطرح شد. کاربردهای فراکتال در جغرافیا عمدتاً به دو گروه تقسیم می‌شوند (R.K. Aswathy et al, 2016:106).

- ۱- از بُعد فراکتال برای توصیف پیچیدگی اشکال و الگوهای فضایی مانند خطوط ساحلی، شبکه‌های رودخانه‌ای، رشد شهر و مناظر استفاده می‌کند.
- ۲- برنامه‌ها بر شبیه‌سازی تصاویر مصنوعی برای آزمایش انواع مدل‌های جغرافیایی تمرکز دارند (N.S.Lam, 2009: 267)

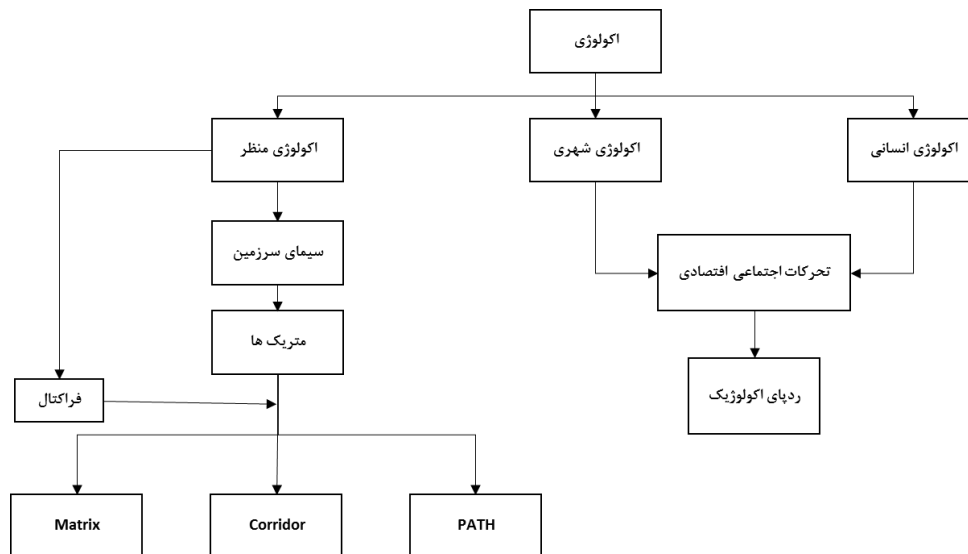


شکل ۱: مجموعه فراکتال

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۴۰۱

تکامل سیستم‌های شهری با ویژگی‌های مهم مورفولوژی شهری مرتبط باشد. در سنت بوم‌شناسی منظر، بعد فراکتال برای اندازه‌گیری تکه‌تکه‌شدن در الگوهای فضایی جنگل‌ها و لکه‌های سبز شهری برای مشخص کردن کیفیت محیطی مرتبط با آن‌ها استفاده می‌شود (C.Hepcan, 2013: 146).

اخیراً نظریه فراکتال در جغرافیای شهری رایج شده است. در واقع، مفهوم آن با بسیاری از ویژگی‌های سیستم‌های شهری سازگار است: خود شباهت در خوشه‌بندی و پراکندگی الگوهای فضایی در مقیاس‌های مختلف، سازماندهی سلسله‌مراتبی، سینوسی بودن مرزها و پویایی غیرخطی. ویژگی‌های فراکتال می‌تواند با



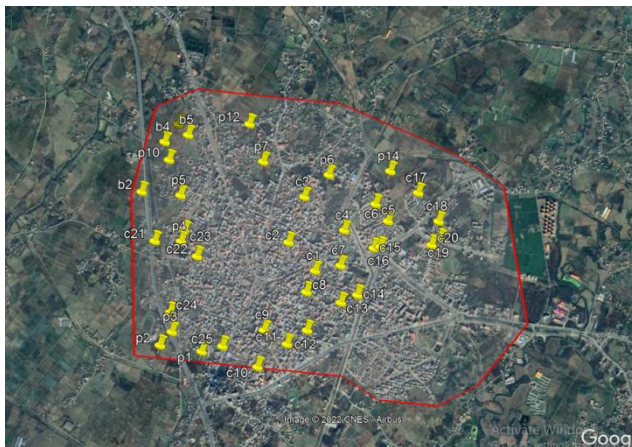
نمودار ۲: چارچوب مفهومی پژوهش

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۴۰۱

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و از نظر روش توصیفی-تحلیلی و مبتنی بر داده‌های سنجه‌ساز دور است. در این تحقیق ابتدا نقشه‌های کاربری زمین مربوط به سال ۲۰۱۴ و ۲۰۲۱ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ی لندست و استفاده از نرم‌افزار ENVI 5.3 به روش طبقه‌بندی نظارت‌شده در ۴ کلاس فضای شهری انسان‌ساخت، مزارع، باغات، زمین‌های بایر تهیه شد که تغییرات اکولوژیکی فضای سبز منطقه مورد مطالعه را در یک دوره ۷ ساله نشان می‌دهد. سپس تغییرات کاربری زمین‌های منطقه به کمک آرک جی.آی.اس آماده‌سازی شدند و در نهایت با استفاده از نرم‌افزار Fragatas مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. تصاویر ماهواره‌ای Landsat مربوط به سال‌های ۲۰۱۴ و ۲۰۲۱

از سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده تهیه شده که مربوط به لندست ۸ و سنجنده OLI است. تصحیح رادیومتریک و اتمسفریک گام‌های ضروری برای استخراج دقیق اطلاعات کمی از لندست است؛ از این رو، اولین مرحله بعد از دانلود تصاویر، اضافه کردن آن‌ها به نرم‌افزار ENVI و انجام تصحیحات رادیومتریک و اتمسفریک بوده است (حاتمی‌نژاد و همکاران، ۱۴۰۰: ۴۵). در تحقیق از طبقه‌بندی نظارت‌شده در نرم‌افزار ENVI استفاده شد. طبقه‌بندی انجام‌گرفته با استفاده از نرم‌افزار Google Earth مورد صحت‌سنجی قرار گرفته است و از ابزار Confusion Matrix using trthth Roi در نرم‌افزار ENVI استفاده شد. صحت‌سنجی کاپا در نرم‌افزار ENVI استفاده شد. صحت‌سنجی کاپا ۰,۸۰ و ۰,۸۷ که این مقدار بیانگر تطابق و دقت قابل قبول و بالا در کلاس‌بندی تصاویر و واقعیت است.



شکل ۳: فرایند صحت‌سنجی طبقه‌بندی در گوگل‌ارت

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۴۰۱

Confusion Matrix: C:\Users\User\Videos\2014\neural
Overall Accuracy = (47/54) 87.0370%
Kappa Coefficient = 0.8090

Class	Ground Truth (Pixels)				Total
	city143	bayer143	crop143	garden143	
Unclassified	0	0	0	0	0
city	25	0	0	0	25
bayer	0	10	0	0	10
crop	0	0	2	0	2
garden	0	3	4	10	17
Total	25	13	6	10	54

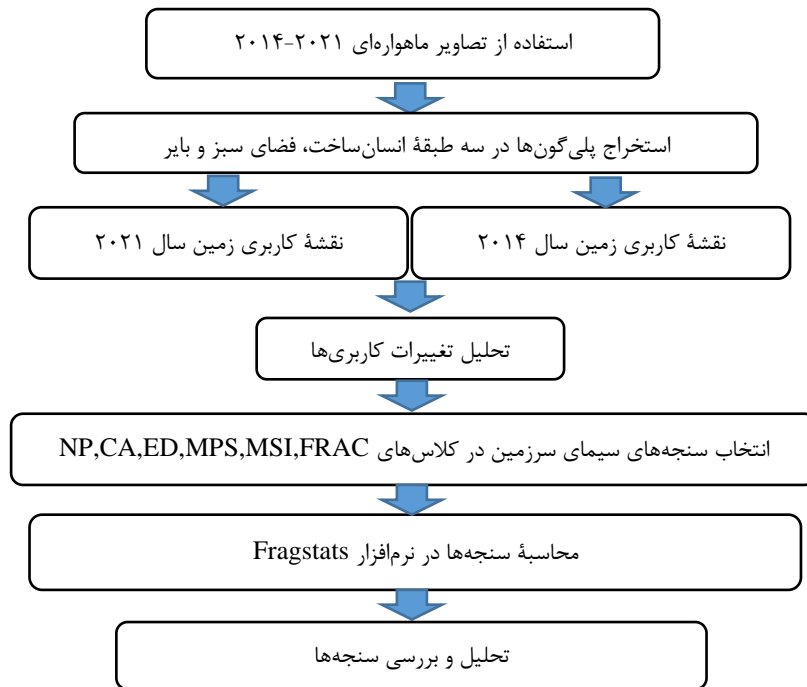
Class	Ground Truth (Percent)				Total
	city143	bayer143	crop143	garden143	
Unclassified	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
city	100.00	0.00	0.00	0.00	46.30
bayer	0.00	76.92	0.00	0.00	18.52
crop	0.00	0.00	33.33	0.00	3.70
garden	0.00	23.08	66.67	100.00	31.48
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Class	Commission (Percent)		Omission (Pixels)	
	city	bayer	crop	garden
city	0.00	0.00	0/25	0/25
bayer	0.00	23.08	0/10	3/13
crop	0.00	66.67	0/2	4/6
garden	41.18	0.00	7/17	0/10

Class	Prod. Acc. (Percent)		User Acc. (Pixels)	
	city	bayer	crop	garden
city	100.00	100.00	25/25	25/25
bayer	76.92	100.00	10/13	10/10
crop	33.33	100.00	2/6	2/2
garden	100.00	58.82	10/10	10/17

شکل ۲: شاخص کاپا

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۴۰۱

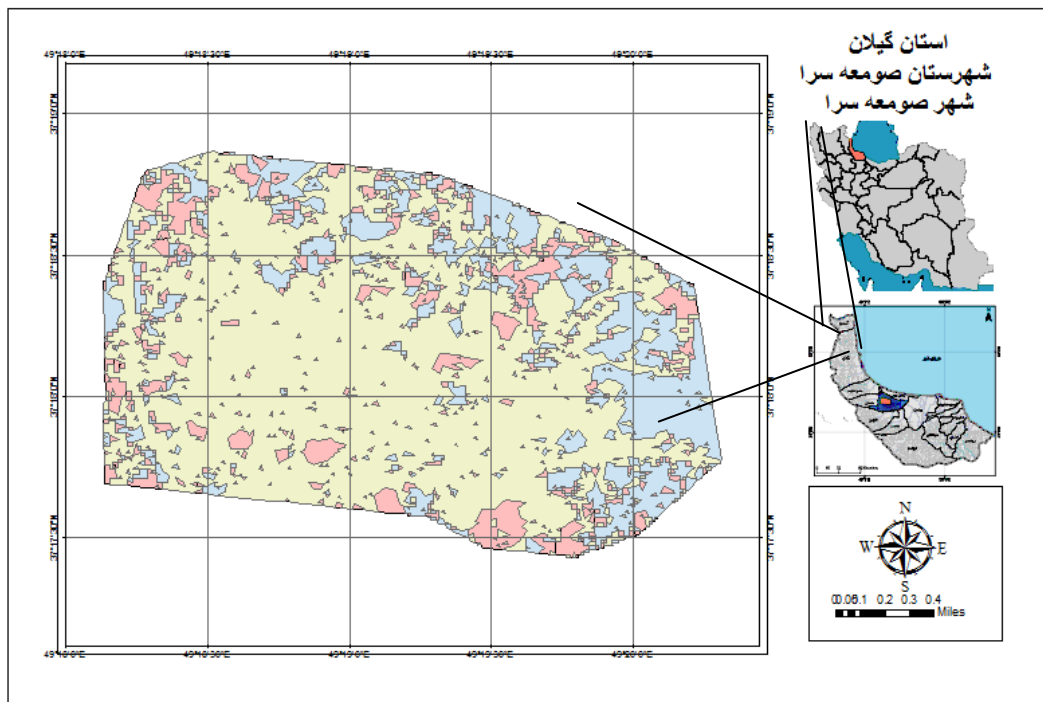


شکل ۴: فلوچارت مراحل انجام پژوهش

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۴۰۱

متریک‌های سیمای سرزمین الگوهای سیمای سرزمین را با کمک توصیف ویژگی‌های مؤلفه و پیکربندی فضایی پیچ‌های مختلف اندازه‌گیری می‌کنند (Wu et al, 2022: 2). سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی توانایی ذخیره، تجزیه و تحلیل و مدل‌سازی داده‌ها را دارند. بسیاری از اکولوژیست‌ها داده‌های سیمای سرزمین را برای مدیریت و نمایش بهتر در GIS ذخیره می‌کنند. برای انجام آنالیز روی داده‌ها بایستی آن‌ها را به فرمت رستری تبدیل کرد، بدین‌منظور سیمای سرزمین به‌صورت شبکه‌ای درمی‌آید که در آن شبکه پدیده‌های مشابه، شناسه یکسان می‌گیرند. در این حالت با انجام آنالیزهای مربوط می‌توان پارامترهای مختلف سیمای سرزمین را تعیین کرد (چهرآذر و همکاران، ۱۴۰۰: ۲۹). توانایی برای تشریح کمی ساختار سیمای سرزمین، پیش‌شرط مطالعه عملکرد و تغییرات در ساختار سیمای سرزمین است؛ بنابراین برای نیل به این هدف، متریک‌های مختلفی در اکولوژی سیمای سرزمین تدوین، تولید و مورد استفاده قرار می‌گیرند. استفاده از

متریک‌های سیمای سرزمین بهترین راه برای مقایسه وضعیت سیمای سرزمین طی زمان و ابزار مناسبی برای یافتن ارتباط دقیق بین ساختار و عملکرد کاربری‌های مختلف سیمای سرزمین است (حسن‌پور و همکاران، ۱۳۹۹: ۱۱۸۱). استان گیلان شامل ۱۶ شهرستان است؛ شهرستان صومعه‌سرا در ناحیه غربی استان گیلان واقع شده است که یکی از زیباترین، تاریخی‌ترین و بااهمیت‌ترین شهرستان‌های آن به‌شمار می‌آید (قبادی و رجبی، ۱۳۹۸: ۷۰). شهر صومعه‌سرا یکی از شهرهای شهرستان صومعه‌سرا است که در طول جغرافیایی از $49^{\circ}18'8.32''$ تا $49^{\circ}20'18.25''$ و عرض جغرافیایی $37^{\circ}18'51.58''$ تا $37^{\circ}17'18.05''$ در غرب استان گیلان قرار دارد. شهرستان صومعه‌سرا از سمت شمال به تالاب انزلی، از جنوب به جنوب شهرستان فومن، از شمال غرب به رضوانشهر و ماسال و از شرق به شهرستان رشت محدود می‌شود (قبادی و رجبی، ۱۳۹۸: ۷۱). شکل ۵ موقعیت جغرافیایی شهرستان صومعه‌سرا را نشان می‌دهد.



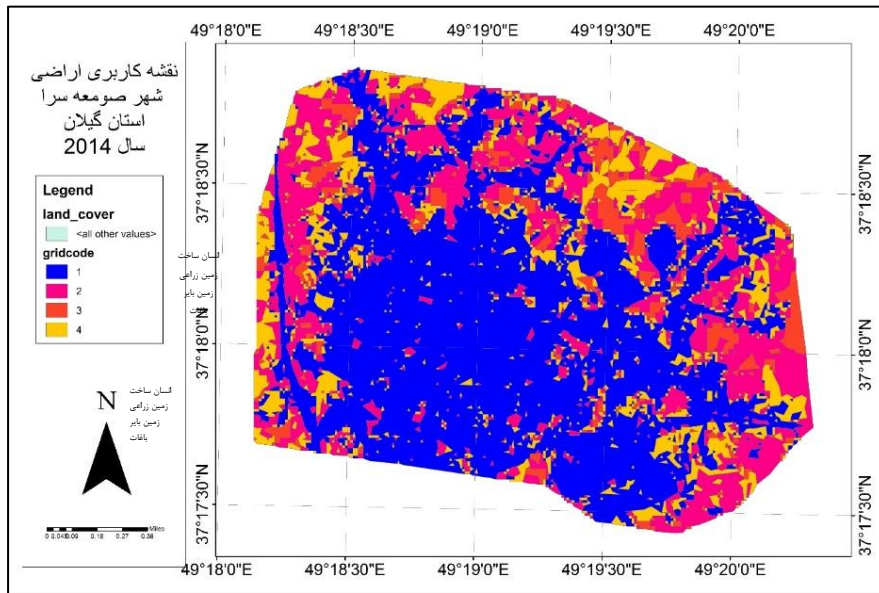
شکل ۵: نقشه منطقه مورد مطالعه

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۴۰۱

یافته‌های تحقیق

امروزه به دلیل اهمیت منابع تجدیدناپذیر، موضوع ساختار اکولوژیک در برنامه‌ریزی شهری نقش مهمی ایفا می‌کنند. سیمای سرزمین به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل اکولوژی و تنوع بیولوژیکی شناخته شده‌است. آشکارسازی و تحلیل تغییرات کاربری اراضی مبنای شناخت مسائل و مشکلات محیط‌زیست است. تغییر کاربری سرزمین ناشی از فعالیت انسان به دلیل عدم توجه به محدودیت‌های محیط‌زیستی بر سیمای محیط بسیار تأثیرگذار بوده است و روند در حال توسعه تغییر کاربری در نتیجه فعل و انفعالات پیچیده فاکتورهای ساختاری و عملکردی، آثار محیط‌زیستی شدیدی بر اکوسیستم‌های طبیعی داشته است؛ بنابراین با توجه به آثار منفی ناشی از استفاده نامناسب از سرزمین و تغییر کاربری اراضی، آگاهی و شناخت روند تغییرپذیری، در

ارزیابی آثار محیط‌زیستی ناشی از توسعه به‌منظور طرح‌ریزی و مدیریت پایدار سرزمین و ساختار اکولوژیکی فضای سبز با رویکرد سیمای سرزمین، تحلیل روند کلاسه‌های ۴ گانه از طریق بررسی نقشه‌های کاربری زمین طی سال‌های ۲۰۲۱-۲۰۱۴ ضروری است. براساس نقشه‌های کاربری زمین و اطلاعات به‌دست‌آمده از تصاویر ماهواره‌ای مربوط به سال ۲۰۱۴، کاربری فضای شهری انسان‌ساخت ۳۵۵۴۵٫۲۱ هکتار بیشترین و زمین‌های بایر با ۱۰۰۹۳٫۶۲ کمترین وسعت را دارا هستند. همچنین در تصاویر ماهواره‌ای در سال ۲۰۲۱ که مربوط به منطقه مورد مطالعه است، مشخص است که بیشترین میزان مربوط به فضای شهری انسان‌ساخت با ۴۴۲۴۴٫۶۸ هکتار و کمترین میزان به زمین‌های بایر با ۴۸۰۰۰٫۱۸ کیلومتر تعلق دارد.



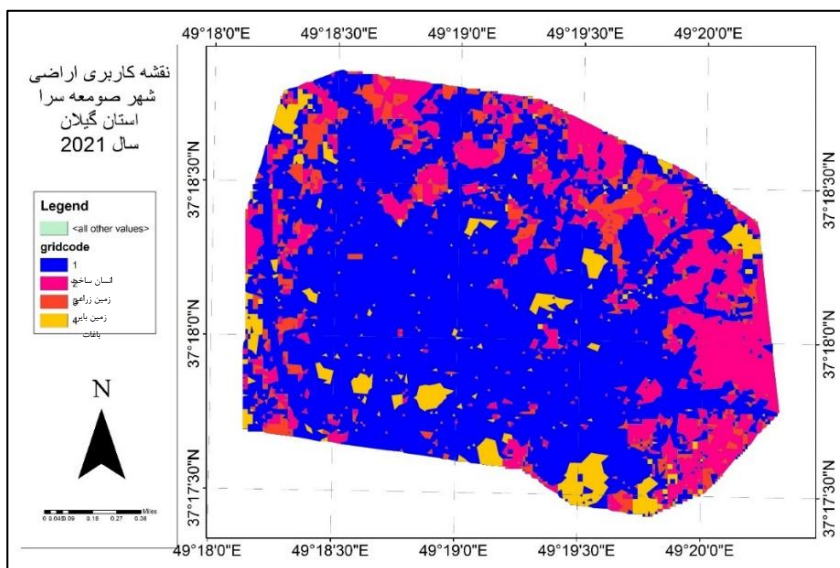
شکل ۶: نقشه کاربری زمین در سال ۲۰۱۴

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۴۰۱

جدول ۳: مساحت طبقات کاربری زمین در سال ۲۰۱۴

مساحت (درصد)	مساحت (هکتار)	کلاس کاربری زمین
۱۰۰۰۳.۵۴	۲۱۱۴۸.۳۵۵۴۵	فضای شهری انسان ساخت
۵۳۷۴۱.۳۰	۹۳.۲۰۰۶۳	فضای سبز
۳۶۲۵۵.۱۵	۶۲۱۶۰۶.۱۰۰۹۳	زمین های بایر
۱۰۰	۷۶۳۰۹.۶۵۷۰۲	مجموع

مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۱



شکل ۷: نقشه کاربری زمین در سال ۲۰۲۱

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۴۰۱

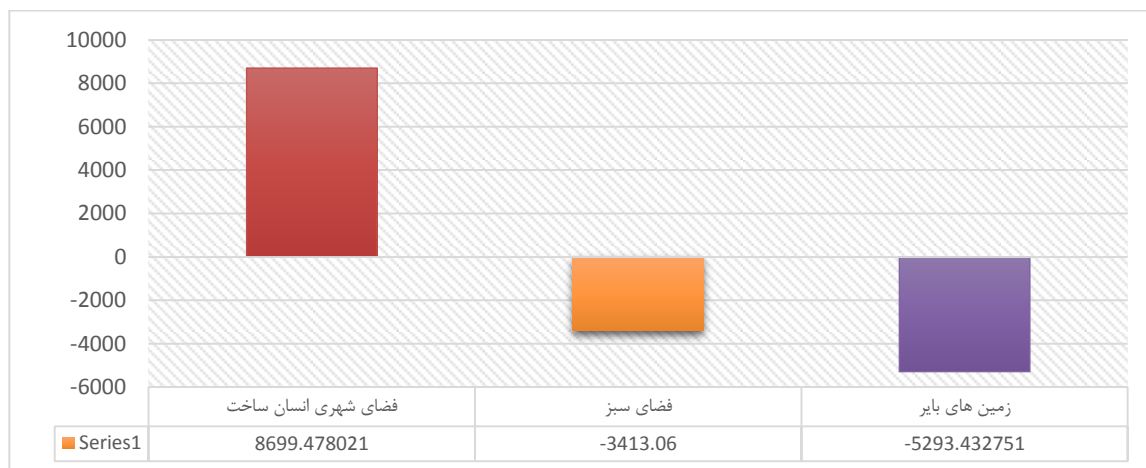
جدول ۴: مساحت طبقات کاربری زمین در سال ۲۰۲۱

کلاس کاربری زمین	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)
فضای شهری انسان ساخت	۶۸۹۵۰۱.۴۴۲۴۴	۳۴۷۸۸.۶۷
فضای سبز	۸۷.۱۶۶۵۰	۳۴۵۴۳.۲۵
زمین‌های بایر	۱۸۸۸۵۵.۴۸۰۰	۳۰۶۶۹۷.۷
مجموع	۷۴۸۳۶.۶۵۶۹۵	۱۰۰

مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۱

توجه به تغییرات ساختاری در پوشش گیاهی قبلی منطقه عملکرد سابق را نخواهد داشت. بیشترین میزان تغییرات بین سال‌های ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۱ مربوط به فضای شهری است که ۱۳ درصد افزایش یافته و سپس زمین‌های بایر که ۸ درصد کم شده است.

با مقایسه سال‌های ۲۰۱۴ و ۲۰۲۱ مشخص شد که فضای انسان‌ساخت افزایش یافته و فضای سبز و زمین‌های بایر کاهش پیدا کرده‌اند. با توجه به نتایج حاصل مشخص است که افزایش فضای انسان‌ساخت ناشی از فعالیت‌های اخیر شهرداری منطقه است که با



نمودار ۳: تغییرات کاربری اراضی ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۱

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۴۰۱

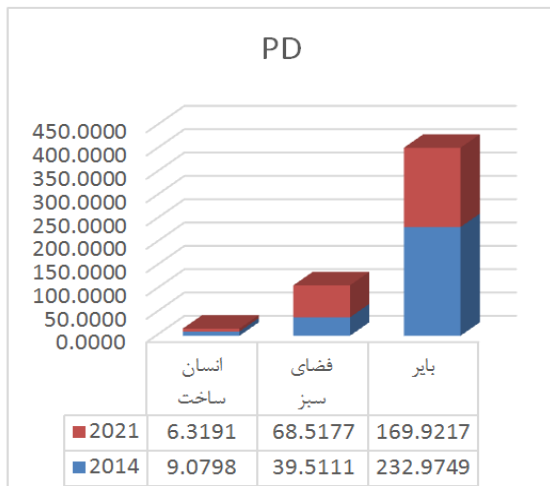
نشان داد، تراکم لکه‌ها در فضای سبز بیشتر شده، اما در کاربری انسان‌ساخت و بایر کم شده است. این بدان معنی است که فضای انسان‌ساخت دچار پراکنده‌رویی شده و فضای انسان‌ساخت و بایر حالت تکه‌تکه بیشتری را نسبت به کلاس فضای سبز دارد (نمودار ۵). براساس نتایج، بزرگ‌ترین لکه (نمودار ۶) نشان داد، کاهش بزرگ‌ترین لکه مربوط به اراضی بایر است که نشان می‌دهد تخریب یکپارچه پوشش اراضی برای زمین‌های بایر است. کاهش سنجه بزرگ‌ترین لکه برای اراضی

تحلیل متریک‌ها در سطح کلاس (طبقه) بین سال‌های ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۱

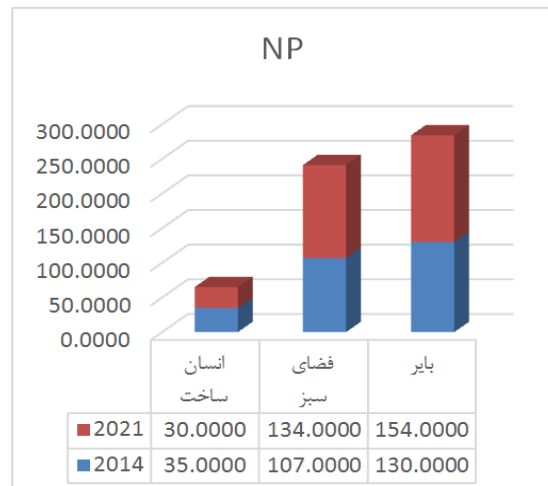
ارزیابی تعداد لکه در نمودار ۴ نشان داد، تعداد لکه‌های در طبقه فضای سبز و بایر زیاد شده است. بیشترین تغییر در طول بازه زمانی در تعداد لکه‌ها مربوط به کاربری فضای سبز بوده است که افزایش لکه فضای سبز نشانگر خردشدگی و وجود اختلال در سرزمین است که در نتیجه گسترش اراضی انسان‌ساخت و بایر ایجاد شده است. مقایسه تراکم لکه در سطح

انسان ساخت افزایش یافته است (نمودار ۱۰). تحلیل سنجه میانگین شکل لکه (MSI) در فضای سبز کاهش و در کاربری بایر و انسان ساخت با افزایش همراه است (نمودار ۱۱). براساس تغییرات درصد پوشش سیمای سرزمین (Pland)، درصد اراضی بایر و انسان ساخت در بازه زمانی ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۱ افزایش داشته و درصد کاربری فضای سبز کاهش یافته است که نشانگر این است که گسترش شهرنشینی منجر به از بین رفتن اراضی فضای سبز از جمع زمین های کشاورزی و باغات شده است. براساس نمودار ۱۲ (فراکتال) در مبحث کاربری فضای سبز در سال ۲۰۱۴، ۱,۰۳۷۹ بوده و این میزان در سال ۲۰۲۱ به ۱,۲۹۵۵ رسیده است. این اعداد به این معنی است که شکل فضای سبز منطقه به سمت بی نظمی میل پیدا کرده است و دچار پیچیدگی شده و از شکل ساده خارج شده است.

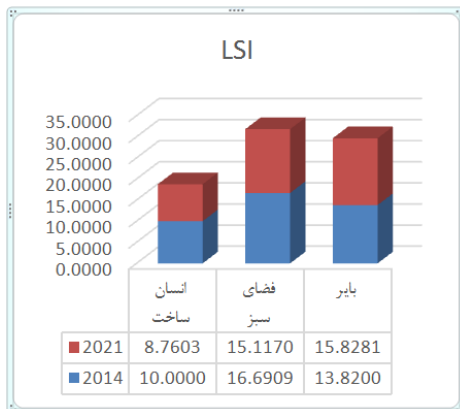
بایر به معنی استفاده بیش از حد از زمین های بایر در جهت استفاده و تبدیل شدن بعضی قسمت های زمین های بایر به اراضی انسان ساخت و فضای سبز است. تحلیل شکل سیمای سرزمین نشان می دهد که کاربری اراضی بایر با بیشترین عدد (تغییر) منجر به پیچیدگی های بیشتر و افزایش بی نظمی شکل لکه شده است (نمودار ۷). ارزیابی سنجه بیشترین نسبت تراکم حاشیه در نمودار ۸ به کاربری اراضی بایر تعلق داد و در طی دوره مطالعه این نسبت افزایش پیدا کرده است. مساحت لکه در کاربری انسان ساخت بیش از دو کاربری پوشش گیاهی و کاربری بایر افزایش یافته است (۸۹,۲۸) و پس از آن کاربری بایر با میزان ۳۵,۶۳ در رتبه دوم مساحت را دارد. پوشش گیاهی با میزان منفی ۷۵,۲۴ نشان از کاهش این کاربری و تبدیل شدن به کاربری انسان ساخت و بایر می دهد (نمودار ۹). Mps یا میانگین اندازه لکه غیر از فضای سبز در کاربری بایر و



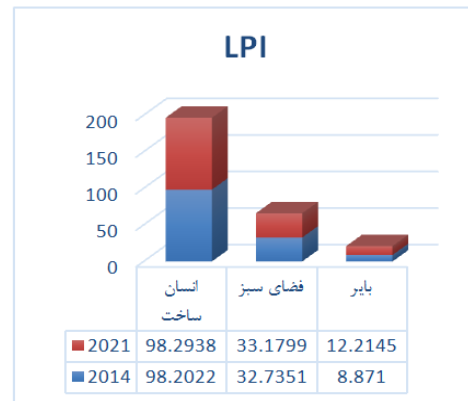
نمودار ۵: تحلیل سنجه تراکم لکه در سال های ۲۰۱۴ و ۲۰۲۱



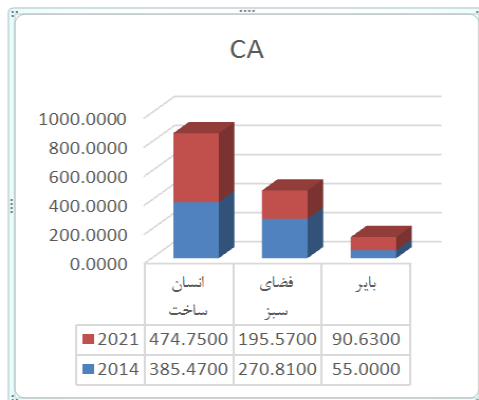
نمودار ۴: تحلیل سنجه تعداد لکه در سال های ۲۰۱۴ و ۲۰۲۱



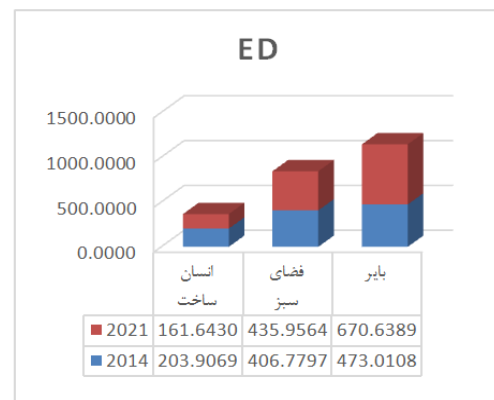
نمودار ۷: تحلیل سنجه شکل سیمای سرزمین در سال‌های ۲۰۲۱ و ۲۰۱۴



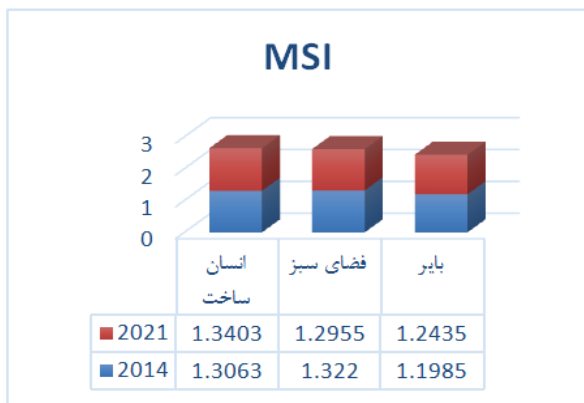
نمودار ۶: تحلیل سنجه بزرگ‌ترین لکه در سال‌های ۲۰۲۱ و ۲۰۱۴



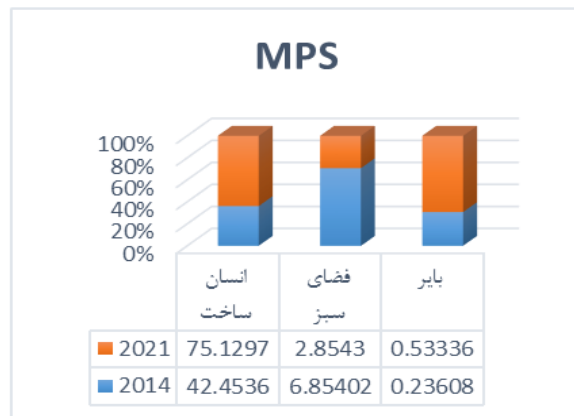
نمودار ۹: تحلیل سنجه مساحت کلاس در سال‌های ۲۰۲۱ و ۲۰۱۴



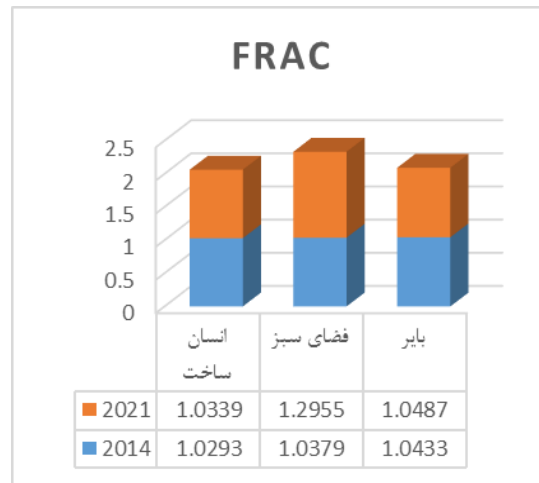
نمودار ۸: تحلیل سنجه تراکم حاشیه در سال‌های ۲۰۲۱ و ۲۰۱۴



نمودار ۱۱: تحلیل سنجه میانگین شکل لکه در سال‌های ۲۰۲۱ و ۲۰۱۴



نمودار ۱۰: تحلیل سنجه میانگین اندازه لکه در سال‌های ۲۰۲۱ و ۲۰۱۴



نمودار ۱۲: اطلاعات به دست آمده از متریک AWMFDP در سال‌های ۲۰۲۱ و ۲۰۱۴
تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۴۰۱

نتیجه

بر اساس فعالیت‌های انسانی و پدیده‌های طبیعی، کالبد زمین همواره دستخوش تغییر می‌شود؛ از این رو برای مدیریت بهینه مناطق طبیعی، آگاهی از نسبت تغییرات پوشش کاربری اراضی از موارد ضروری در برنامه‌ریزی محسوب می‌شود. تغییرات پوشش کاربری اراضی برای برنامه‌ریزی‌های فعلی و آتی استفاده از سرزمین در جهت توسعه پایدار حائز اهمیت است و درک ساختار و نحوه ترکیب الگوهای سیمای سرزمین سبب طرح‌ریزی و برنامه‌ریزی یکپارچه سیمای سرزمین می‌شود که می‌تواند به کاهش تخریب سیمای سرزمین کمک کند و از تنزل کیفیت استفاده از زمین جلوگیری کند. این در حالی است که بر اساس پژوهش انجام شده توسط نوحه‌گر و همکاران در سال ۱۳۹۴، حوزه سیمای سرزمین دخل و تصرف انسان، ساختار سیمای سرزمین ریزدانه شده و تعداد تکه‌های انسان‌ساخت مصنوعی و نیمه‌طبیعی افزایش یافته و عوامل مزبور منجر به هضم کاربری جنگل و بیشه‌زار متراکم شده است.

اتصال و پیوستگی سیمای سرزمین نیز به واسطه افزایش تکه‌های کاربری‌های متنوع، کاهش پیدا کرده و چشم‌انداز منطقه باهضم تکه‌های جنگل در میان پوشش‌های انسان‌ساخت، به‌ویژه یکپارچه‌سازی زمین‌های کشاورزی دچار تحول شده است. به‌طور کلی، بر اساس یافته‌های محمودزاده و همکاران در سال ۱۳۹۸، تحلیل نقشه‌های کاربری اراضی و متریک‌های سیمای سرزمین به‌وضوح آثار فعالیت‌های انسانی و شهرنشینی بر محیط اطراف را نمایان می‌سازد و نتایج حاکی از این است که سیمای سرزمین شهرها به‌مرور ریزدانه، پیچیده و از نظر هندسی نامنظم‌تر و با کاهش پیوستگی، از هم‌گسیخته‌تر شده است. یافته‌های پژوهش پیش‌رو، بیانگر این است که فضای سبز در شهر صومعه‌سرا در حال کاهش و تبدیل شدن به فضای انسان‌ساخت است که ساخت و سازهای بی‌رویه تأثیرهای مهمی بر ساختار اکولوژیک منطقه داشته است که در نتیجه آن فضاهای سبز و بایر به کاربری مسکونی تبدیل شده‌اند که بیشترین میزان تبدیل کاربری فضای سبز به کاربری انسان‌ساخت و سپس کاربری بایر بوده است. نتایج به دست آمده از سنجش‌های سیمای سرزمین

شده است. در نهایت برای بهبود وضعیت ساختار اکولوژیک و پیوستگی فضای سبز منطقه پیشنهاد‌های زیر توصیه می‌شود:

«حفاظت از فضاهای سبز موجود با ارزش اکولوژیکی بالا و با وسعت زیاد و اتصال این قطعات بزرگ توسط قطعات کوچک‌تر یا کریدورهای طبیعی رودخانه‌ها در جهت ایجاد پیوستگی در ماتریس طبیعی شهر.»

بیانگر این است که لکه‌های فضاهای سبز صومعه‌سرا از سال ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۱ تعداد لکه‌های بیشتر شده که نشانگر خردشدگی و وجود اختلال در سیمای سرزمین است و مساحت لکه‌ها کم شده و تراکم حاشیه بیشتر شده است. لکه‌های بزرگ فضاهای سبز سال ۲۰۱۴ جای خود را به لکه‌های کوچک‌تر با ارزش اکولوژیکی پایین‌تر داده و ارتباط بین لکه‌های فضاهای سبز قطع

منابع

چهرآذر، یحیی؛ فائزه چهرآذر؛ محمدجواد امیری (۱۴۰۰). بررسی و مقایسه آثار رشد شهری بر سیمای سرزمین مناطق ۴ و ۹ شهر کرج جهت بازنگری در روند برنامه‌ریزی سکونتگاه‌ها، محیط زیست و توسعه فراهشی. دوره ۶، شماره ۷۱. صفحات ۴۰-۲۵.

SID. <https://sid.ir/paper/405622/fa>

حاتمی‌نژاد، حسین؛ احمد حاتمی، احمد؛ اعظم مرادی (۱۴۰۰). تحلیل الگوهای رشد فضایی شهر خرم‌آباد با رویکرد بوم‌شناسی سیمای سرزمین، مطالعات جغرافیای مناطق کوهستانی. دوره ۲، شماره ۳. پی‌اپی ۷. صفحات ۶۲-۳۹.

SID. <https://sid.ir/paper/414503/fa>

حسن‌پور، پرستو؛ رومینا سیاح‌نیا؛ حسن اسماعیل‌زاده (۱۳۹۹). ارزیابی ساختار اکولوژیکی فضای سبز شهری با رویکرد سیمای سرزمین مطالعه موردی: منطقه ۲۲ تهران، فصلنامه علوم محیطی. دوره ۱۸، شماره ۱. صفحات ۲۰۲-۱۸۷.

https://envs.sbu.ac.ir/article_98125.html

سلطانی، شکور؛ منیژه قهرودی‌تالی؛ سیدحسن صدوق (۱۳۹۸). کاربرد سنجش از دور و مدل ریاضی فراکتال در بررسی رفتار و تغییرات لندفرم‌های ژئومورفولوژیکی رودخانه ارس، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی. دوره ۷، شماره ۴. صفحات ۹۲-۷۳.

SID. <https://sid.ir/paper/380215/fa>

طالبی‌امیری، شیما؛ فرود آذری‌دهکردی؛ سیدحمیدرضا صادقی؛ سیدرضا صوف‌باف (۱۳۸۸). تحلیل تخریب سیمای سرزمین حوزه آبخیز نکا با استفاده از متریک‌های اکولوژی سیمای سرزمین، علوم محیطی. دوره ۶، شماره ۳. صفحات ۱۴۴-۱۳۳.

<https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=103154>

عسگریان، علی؛ بهمن جباریان‌امیری (۱۳۹۴). بررسی اثر مقیاس بر حساسیت سنج‌های سیمای سرزمین، نشریه محیط زیست طبیعی. سال شصت و هشتم. شماره ۳. پاییز ۱۳۹۴. صفحات ۴۴۱-۴۳۱.

<https://sid.ir/paper/500416/fa>

قبادی، علیرضا؛ میلاد پوررجبی (۱۳۹۸). بررسی نقش مدیریت شهری بر توسعه صنعت گردشگری (مطالعه موردی: شهرستان صومعه‌سرا)، توسعه پایدار محیط جغرافیایی. دوره ۱، شماره ۲. صفحات ۸۴-۶۸.

<https://sid.ir/paper/269727/fa>

کمانه، سیدعبدالعلی؛ حیدر قادری؛ شهید دهقان (۱۳۹۴). بازخورد اقلیم و ژئومورفولوژی در برنامه‌ریزی توسعه شهری (مطالعه موردی: کلانشهر شیراز)، برنامه‌ریزی منطقه‌ای. دوره ۵، شماره ۱۹. صفحات ۱۹۸-۱۸۷.

<https://sid.ir/paper/230576/fa>

محمدی‌جو، مینو؛ مهرداد خان‌محمدی؛ سیدمحمد هاشمی (۱۳۹۷). ارزیابی روند تغییرات سیمای شهر لاهیجان با استفاده از مفاهیم و متریک‌های سیمای سرزمین، پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری. دوره ۶، شماره ۱. صفحات ۱۴۸-۱۲۹.

<https://sid.ir/paper/261246/fa>

- محمودزاده، حسن؛ حسن مسعودی (۱۳۹۸). تحلیلی بر تغییرات ساختاری سیمای سرزمین کلان شهر تبریز با استفاده از مبانی اکولوژی سیمای سرزمین و با تأکید بر مفهوم پیوستگی، آمایش سرزمین. دوره ۱۱. شماره ۲. صفحات ۲۰۴-۱۷۹. <https://sid.ir/paper/377595/fa>
- نوحه‌گر، احمد؛ بهمن جباریان‌امیری؛ روشنگر افراخته (۱۳۹۴). تحلیل کاربری سرزمین در بخش مرکزی گیلان با رویکرد اکولوژی سیمای سرزمین، جغرافیا و آمایش شهری- منطقه‌ای. دوره ۵. شماره ۱۵. صفحات ۲۱۳-۱۹۷. <https://sid.ir/paper/236733/fa>

References

- Aswathy, R.K., Sunil Mathew (2016). On different forms of self similarity, Chaos, Solitons & Fractals Volume 87, June 2016, 102-108. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096007791630100X>
- Rhodes, Edward C., Jay P. Angerer, William E. Fox, and Jason R. McAlister. "Woody vegetation cover, attrition, and patch metrics over eight decades in central Texas, United States." *Rangeland Ecology & Management* 78 (2021): 54-66. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1550742421000592>
- Balasubramanian, A (2017). 150 Branches of Geology(Earth Science), Department of Studies in Earth Science, University of Mysore, Mysore-6, 1-47 (Researchgate) https://www.researchgate.net/publication/318602166_150_BRANCHES_OF_GEOLOGYEARTH_SCIENCES
- Bhatti, Saad Saleem (2018). Spatial Metrics: The Static and Dynamic Perspectives, In book: Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. 181-196. https://www.researchgate.net/publication/316972211_Spatial_Metrics_The_Static_and_Dynamic_Perspectives
- Cepic, Michael (2022). Modelling human influences on biodiversity at a global scale—A human ecology perspective, *Ecological Modelling* Volume 465, March 2022, 109854, 1-13. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304380021003926>
- Cushman, Samuel A., Brad H. McRae, and Kevin McGarigal (2015). Basics of landscape ecology: An introduction to landscapes and population processes for landscape geneticists. *Landscape genetics*, 9-34. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781118525258.ch02>
- Cushman, Samuel A., Kevin Gutzweiler, Jeffrey S. Evans, and Kevin McGarigal (2010). "The gradient paradigm: a conceptual and analytical framework for landscape ecology." *Spatial complexity, informatics, and wildlife conservation* (2010), 83-108. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-4-431-87771-4_5
- E ,Amy (2019). Emerging trajectories for spatial pattern analysis in landscape ecology, *Landscape ecology*, 2073-2082. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10980-019-00880-1>
- Faraniza, Zara (2021). Application of urban ecological concepts towards healthy and humane cities, *Journal of Physics Conference Series* 1940(1):01205, 1-10. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1940/1/012054/pdf>
- Feng, Yongjiu, and Yan Liu (2015). "Fractal dimension as an indicator for quantifying the effects of changing spatial scales on landscape metrics." *Ecological Indicators* 53 (2015): 18-27. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X15000217>
- Gökyer, E, Oğuztürk, T, C, Omer LUTFU (2020). Evaluating Landscape Changes in a Coastal City Case of Amasra City, 355-364. https://www.researchgate.net/publication/347983388_Evaluating_Landscape_Changes_in_a_Coastal_City_Case_of_Amasra_City

- Hepcan, C. C (2013). Quantifying landscape pattern and connectivity in a Mediterranean coastal settlement: the case of the Urla district, Turkey, 143-155.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22331453/>
- Jagalingam, P,& Hegde, A.V (2015). A review of quality metrics for fused image. Aquatic Procedia, 4,133-142.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214241X15000206/pdf?md5=20520bc5cafb6ec63ed93952fe6310bc&pid=1-s2.0-S2214241X15000206-main.pdf>
- Kumar, Mukesh, Derrick M. Denis, Sudhir Kumar Singh, Szilárd Szabó, and Shakti Suryavanshi (2018). Landscape metrics for assessment of land cover change and fragmentation of a heterogeneous watershed. Remote Sensing Applications: Society and Environment, 10, 224-233.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S235293851730246X>
- Lam, N.S (2009). Fractal Analysis, International Encyclopedia of Human Geography 2009, 263-270.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780080449104004405>
- J.Lawrence, Roderick (2021). Human Ecology, International Encyclopedia of Transportation 2021, 95-115.
https://www.researchgate.net/publication/350845281_Overcoming_Barriers_to_Implementing_Sustainable_Development_Goals_Human_Ecology_Matters
- Mansour, Shawky, Eman Ghoneim, Asmaa El-Kersh, Sayed Said, and Shimaa Abdelnaby (2023). "Spatiotemporal Monitoring of Urban Sprawl in a Coastal City Using GIS-Based Markov Chain and Artificial Neural Network (ANN)." Remote Sensing 15, No. 3 (2023). 601.
<https://doi.org/10.3390/rs15030601>
- Steiner, Frederick (2018). The ecological wisdom of plan-making, Journal of Urban Management Volume 7, Issue 3, December 2018, 124-130.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2226585617300894>
- Termorshuizen, J. W., & Opdam, P (2009). Landscape services as a bridge between landscape ecology and sustainable development. Landscape ecology, 24, 1037-1052.
https://idp.springer.com/authorize/casa?redirect_uri=https://link.springer.com/article/10.1007/s10980-008-9314-8&casa_token=AMIf5uuV1UIAAAAA:aGB9UPxM1LxJIG4RHwKU4h_BSGfA0eWlQ2rup1JR6DRmraAtrRIgKoV4w-BuH7KR2uBPWjwiOfCR2tCB1I
- Wu, Q., Li, Z., Yang, C., Li, H., Gong, L., & Guo, F (2022). On the Scale Effect of Relationship Identification between Land Surface Temperature and 3D Landscape Pattern: The Application of Random Forest. Remote Sensing, 14(2). 279.
<https://www.mdpi.com/2072-4292/14/2/279>
- Yu, H., Liu, X., Kong, B., Li, R., & Wang, G (2019). Landscape ecology development supported by geospatial technologies: A review. Ecological Informatics, 51, 185-192.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1574954119300329>