University of Sistan and Baluchestan

Geography and Territorial Spatial Arrangement

Print ISSN: 2345 - 2277 Online ISSN: 2783 - 5278

Association of Geography and Planning of Border Areas of Iran

Using Landscape Metrics for Assessing Spatial Distribution Pattern of Urban Green Space in Mashhad

Soroush Yasini [1], Azadeh Karimi [2]✉

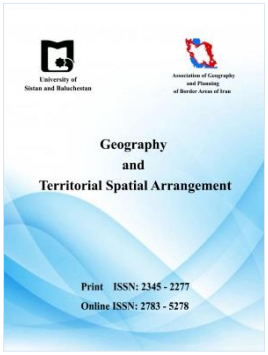
1. Department of Environment, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
E-mail: soroush.yasini@mail.um.ac.ir
2. Associate Professor Department of Environment, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
✉ E-mail: az-karimi@um.ac.ir

How to Cite: Yasini, S & Karimi, A. (2024). Using Landscape Metrics for Assessing Spatial Distribution Pattern of Urban Green Space in Mashhad. *Geography and Territorial Spatial Arrangement*, 14 (52), 217-222.

DOI: http://dx.doi.org/ 10.22111/GAIJ.2024.48286.3193

Article type:
Research Article

Received:
27/03/2024
Received in revised form:
3/05/2024
Accepted:
24/09/2024
Publisher online:
01/10/2024



Keywords:
GIS, landscape, Mashhad, spatial justice, urban park.

ABSTRACT

Urban green spaces are generally available for free to city dwellers which have a vital and key role in people's mental and physical health. Despite the fact that many cities in the country have urban green space, it differs in terms of the distribution and other spatial parameters, both at the level of the cities in Iran and at the level of the regions within each city. This study evaluates the different characteristics of the green space of the holy city of Mashhad by applying the satellite image processing and analyzing data provided by the city municipality. In this research, utilizing the spatial data of the parks of the thirteen districts of Mashhad municipality and the land cover maps generated by Google Earth Engine system, eight landscape metrics of the land surface were calculated in GIS software for each of the districts. The results show the difference between the parks of each one of the thirteen districts of the city of Mashhad in terms of various landscape metrics. Also, the analysis of the results of this study showed that the 10th district of Mashhad municipality has a more favorable situation than other regions, both in terms of the number of parks and the ease of access to green space for citizens. The findings can be used as a ideal model for the development and improvement the spatial characteristics of other parks within thirteen regions of Mashhad.

© the Author(s).

Publisher: University of Sistan and Baluchestan

Extended Abstract

Introduction

According to the United Nations report, between 1950 and 2018, the population of urban dwellers on Earth increased from 751 million people to 2.4 billion people, and the quality of air in cities has continuously decreased. For example, in the developing countries of the Asian continent, the air quality of 97% of cities is reported to be unhealthy since the cities of the planet are becoming increasingly crowded and polluted.

Urban green spaces can provide a wide range of ecological services to improve the lives of city dwellers and fight against diseases. In addition to the ecological services that urban parks provide for city residents, natural areas located in cities also provide many social and psychological services in addition to ecological services that will be vitally important for the livability of cities and the health of city residents, including the social services provided by urban parks. Children's entertainment, group or individual sports for citizens, as well as a place to meet friends and other people are some of these services.

Urban parks are defined as areas with open and non-covered spaces in which vegetation and water prevail. The Sentinel-2 satellite is one of the satellites that has multi-spectral collection systems and optical imaging, and is being operated by the European Space Agency. This mission provides data for many services such as agricultural monitoring, environmental risk management, as well as land-use and land-cover surveys and is used all over the world. Since the knowledge of urban vegetation is important for natural resource management, ecological analyzes and hydrological modeling, the use of NDVI index in remote sensing to identify areas with vegetation has many applications.

In the present study, we compared state of green space in each of the thirteen regions of Mashhad by using satellite images and processing them in the open source system of Google Earth Engine and comparing the vegetation obtained from satellite images with the parks of Mashhad city with the help of different landscape metrics, to be able to inform urban planning.

Study Area

This paper focuses on the holy city of Mashhad which currently has a population of more than 3.3 million people, and is known as the second most populous city in Iran after Tehran. In terms of the size, with an area of more than 351 square kilometers, it is the second largest metropolitan city in Iran. Mashhad is located in the northeast of Iran and in Razavi Khorasan province.

Material and Methods

In order to investigate the features of the land cover according to the thirteen regions of Mashhad municipality, satellite images were first used to determine the amount of vegetation in each region. In the next step, the amount of green space distribution in this city was studied using the map of Mashhad city parks.

Urban parks were generally classified according to their area in the following three classes: Neighborhood Park with an area of less than 3 hectares, district park with an area between 3 and 5 hectares, and regional parks with an area of more than 5 hectares. It should be noted that forest parks are also included in this class.

Result and Discussion

In this study, the results of measurements for the vegetation layer obtained from the Google Earth Engine system were first examined, then the measurements for the parks layer of thirteen urban areas were studied. For a more detailed study of Mashhad's parks, measures were also examined at three levels of local, district and regional parks.

Considering the distribution maps of vegetation patches, local parks, patches of regional parks and patches of regional parks, it can be seen that the percentage distribution of vegetation and parks in the thirteen districts of Mashhad Municipality is not similar.

The analysis of the spots obtained from the processing of satellite images showed that the district No. 9 has the highest number of green patches (2350), while Samen district has the lowest number of patches (175). The parks of districts No. 5, 11 and 12 contained 616, 769, 478 and 734 patches, respectively. District No. 4 had the largest area of patches (about 455 hectares) and also had the highest percentage of patches in relation to the district area (33%) compared with other districts.

Examining the parameters at the level of parks in Mashhad showed district No. 9 had the largest park area (about 570 hectares) and was also the second district in terms of the number of parks (94) and the highest percentage of parks compared to the district area (2.12%).

Conclusion

According to the results of the study, the interpretation of Shannon's diversity and uniformity index, along with the measures of the number of spots and the density of spots, we can say that districts No. 10 of Mashhad municipality can be considered the most suitable area among all districts of Mashhad. Because this area has the largest number and density of parks in the region. This factor indicates the ease of access for citizens. Also, the results of Shannon's diversity and uniformity measures show that the parks of this region have high diversity as well as high uniformity. It is possible to consider Mashhad Municipality's district No. 10 as a successful example in the construction and development of urban green areas, where spatial justice and distribution are considered.

Key words: GIS, landscape, Mashhad, spatial justice, urban park.

References

André Botequilha-Leitão & Jack Ahern (2002). Applying Landscape Ecological Concepts and Metrics in Sustainable Landscape Planning. Landscape and Urban Planning, *59*, 65-93.

https://doi.org/10.1016/S0169-2046(02)00005-1

Blanco, H., et al. (2009). Hot, congested, crowded, and diverse: Emerging research agendas in planning. Progress in Planning, *71*(4), 153-205.

https://doi.org/10.1016/j.progress.2009.03.001

Cai, W., Zhao, S., Zhang, Z., Peng, F., & Xu, J. (2018). Comparison of different crop residue indices for estimating crop residue cover using field observation data. In Proceedings of the 2018 7th International Conference on Agro-geoinformatics.

https://doi.org/10.1109/Agro-Geoinformatics.2018.8476112

Changyue Hu, Wu Wu, Xuexia Zhou, Zhijie Wang (2023). Spatiotemporal Changes in Landscape Patterns in Karst Mountainous Regions Based on the Optimal Landscape Scale: A Case Study of Guiyang City in Guizhou Province, China. Ecological Indicators, *150*, (2023).

https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110211

Chiesura, A. (2004). The Role of Urban Parks for the Sustainable City. *Landscape and Urban Planning*, *68*(1), 129-138.

https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.08.003

Dahmann, N., et al. (2010). The active city? Disparities in provision of urban public recreation resources. *Health & Place*, *16*(3), 431-445.

https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2009.11.005

Duranton, G., & Puga, D. (2014). The Growth of Cities. In P. Aghion & S. N. Durlauf (Eds.), Handbook of Economic Growth, Volume 2, 781-853. Elsevier.

https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53540-5.00005-7

eballos-Silva, A., & Lopez-Blanco, J. (2003). Delineation of Suitable Areas for Crops Using a Multi-Criteria Evaluation Approach and Land Use/Cover Mapping: A Case Study in Central Mexico. Agricultural Systems, *77*, 117-136.

https://doi.org/10.1016/S0308-521X(02)00103-8

Fakour, A,. Joybari, Sh. Mikaeeli, A. Saleh Nasab, Abu Talib. (2015). Quantitative status of Mashhad's tree green space and investigating the possibility of its development with GIS and WLS methods. Wood and Forest Science and Technology Research Journal. *(In Persian)*

https://civilica.com/doc/953454/

Farina, A. (2000). Landscape Ecology in Action. London: Kluwer Academic Publisher.

https://doi.org/10.1007/978-94-011-4082-9

Frohn, R. C., & Hao, Y. (2006). Landscape Metric Performance in Analyzing Two Decades of Deforestation in the Amazon Basin of Rondonia, Brazil. Remote Sensing of Environment, *100*, 237-251.

https://doi.org/10.1016/j.rse.2005.10.026

Ghasemi Khozani, M., Sarafi, M., Momeni, M. (1387). The structure and function of religious-cultural tourism and the necessity of integrated management in the metropolis of Mashhad, Journal of Geography and Development 6(11), 13-38. *(In Persian)*

https://gdij.usb.ac.ir/article_1255.html

Godben, G., Grafe, A., & James, W. (1992). The Benefits of Local Recreation and Park Services. College of Health and Human Development, Pennsylvania State University.

https://www.nrpa.org/contentassets/0bcf1f38edc14207a886f0eb07ed5609/the-benefits-of-local-recreation-and-park-services-1992-study.pdf

Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. Remote Sensing of Environment, *202*, 18-27.

https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031

Hashim, H., Abd Latif, Z., & Adnan, N. A. (2019). Urban vegetation classification with NDVI threshold value method with very high resolution (VHR) Pleiades imagery. *ISPRS* - International Archives of the Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences, *XLII-4/W16*, 237-240.

http://dx.doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-4-W16-237-2019

Hatami, M,. Sotoudeh, A., Mokhtari, M., Kiyani, B. (2013). Evaluation of composition and spatial distribution of green space spots in Mashhad city using land surface measurements. The sixth urban planning and management conference. *(In Persian)*

https://civilica.com/doc/349448 /

Huang, S., Tang, L., Hupy, J. P., et al. (2021). A commentary review on the use of normalized difference vegetation index (NDVI) in the era of popular remote sensing. *J. For. Res. 32*, 1–6.

https://doi.org/10.1007/s11676-020-01155-1

Immitzer, M., Vuolo, F., & Atzberger, C. (2016). First Experience with Sentinel-2 Data for Crop and Tree Species Classifications in Central Europe. Remote Sensing, *8*, 166.

https://doi.org/10.3390/rs8030166

Jridi, L., Kalaitzidis, C., & Alexakis, D. D. (2023). Quantitative Landscape Analysis Using Earth-Observation Data: An Example from Chania, Crete, Greece. *Land*, *12*(5), 999.

https://doi.org/10.3390/land12050999

Konijnendijk, C.C., Annerstedt, M., Nielsen, A.B., & Maruthaveeran, S. (2013). Benefits of Urban Parks: A systematic review.

https://worldurbanparks.org/images/Newsletters/IfpraBenefitsOfUrbanParks.pdf

Lu, J., Li, B., Li, H., & Al-Barakani, A. (2021). Expansion of city scale, traffic modes, traffic congestion, and air pollution. *Cities*, *108*, 102974.

https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102974

McGarigal, K., & Marks, B. (1995). *Fragstats: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure*. Reference Manual. For. Sci. Dep. Oregon State University, Corvallis, Oregon.

https://doi.org/10.2737/PNW-GTR-351

Novelli, A., Aguilar, M. A., Nemmaoui, A., Aguilar, F. J., & Tarantino, E. (2016). Performance Evaluation of Object-Based Greenhouse Detection from Sentinel-2 MSI and Landsat 8 OLI Data: A Case Study from Almería (Spain). International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, *52*, 403-411.

https://doi.org/10.1016/j.jag.2016.07.011

Phan, T. N., Kuch, V., & Lehnert, L. W. (2020). Land Cover Classification using Google Earth Engine and Random Forest Classifier—The Role of Image Composition. Remote Sensing, *12*(15), 2411.

https://doi.org/10.3390/rs12152411

Razzagian, F., Aghajani, H. (2023). An analysis of the deficiencies and spatial distribution of urban gardens in Mashhad. Arid Geographical Studies 14(51): 114-135. *(In Persian)*

https://civilica.com/doc/1749413/

Su, Y., Guo, Q., Fry, D. L., Collins, B. M., Kelly, M., Flanagan, J. P., & Battles, J. J. (2016). A Vegetation Mapping Strategy for Conifer Forests by Combining Airborne LiDAR Data and Aerial Imagery. Canadian Journal of Remote Sensing/Journal Canadien de Télédétection, *42*(1), 1-15.

https://doi.org/10.1080/07038992.2016.1131114

Suleimannejad, L; Feghhi, J; Makhdoom, M; Nemiranian, M (2014).; Jahangir Fakhi; Majid Makhdoom; Manouchehr Nemiranian (2014). (2014). Investigating the spatial pattern of parks in twenty-two districts of Tehran by land surface measurements, Environmental Research 6, 123-134. *(In Persian)*

https://civilica.com/doc/2059499/

Tahmasebi Moghadam, H., Zanganeh, M., Heydari, M., Imani, M. (2019). Explaining the pattern of spatial distribution of inner-city parks with the approach of spatial justice, study area: Sabzevar city. Scientific Quarterly of Urban Ecology Research 12, 31-48. *(In Persian)*

https://civilica.com/doc/1598861/

Yu, Z., Wang, Y., Deng, J., Shen, Z., Wang, K., Zhu, J., & Gan, M. (2017). Dynamics of Hierarchical Urban Green Space Patches and Implications for Management Policy. Sensors, *17*(6), 1304.

https://doi.org/10.3390/s17061304

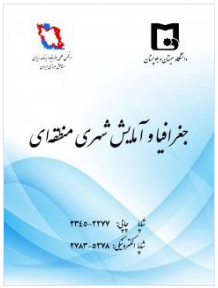
جغرافیا و آمایش شهری منطقه‌ای
شاپا چاپی: ۲۳۴۵-۲۲۷۷ شاپا الکترونیکی: ۲۷۸۳-۵۲۷۸
دانشگاه سیستان و بلوچستان

کاربرد سنجه‌های سیمای سرزمین در ارزیابی الگوی توزیع مکانی فضای سبز شهری در مشهد

سروش یاسینی [۱]، آزاده کریمی [۲*]

مقاله پژوهشی

جغرافیا و آمایش شهری-منطقه‌ای
پاییز ۱۴۰۳، سال ۱۴، شمارهٔ ۵۲
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۰۸
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۳/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۰۳
صفحات : ۲۴۰-۲۱۷



واژه‌های کلیدی:
پارک شهری، سنجه‌های سیمای سرزمین، عدالت مکانی، شهر مشهد، سیستم اطلاعات جغرافیایی.

چکیده

فضای سبز شهری و پارک‌ها، از مناطقی هستند که به‌طور معمول به‌صورت رایگان برای شهرنشینان در دسترس می‌باشند و نقش کلیدی در سلامت روحی و جسمی افراد ایفا می‌کنند. با وجود این‌که بسیاری از شهرهای کشور دارای فضای سبز شهری هستند اما این فضا از نظر پراکنش و سایر پارامترهای مکانی، چه در سطح شهرهای کشور ایران و چه در سطح مناطق هر شهر، متفاوت است. مطالعهٔ کاربردی حاضر، به ارزیابی ویژگی‌های مختلف فضای سبز شهر مشهد مقدس به‌وسیلهٔ روش پردازش تصاویر ماهواره‌ای و استفاده از داده‌های تأمین‌شده توسط شهرداری پرداخته است. در این تحقیق، با کمک داده‌های مکانی پارک‌های مناطق سیزده‌گانهٔ شهرداری مشهد و تولید نقشهٔ پوشش اراضی در سامانه گوگل ارث‌انجین، هشت سنجهٔ سیمای سرزمین در فضای «GIS» برای هر یک از این مناطق محاسبه شده است. نتایج حاصل از این بررسی، نشان‌دهندهٔ تفاوت میان پارک‌های هر یک از مناطق سیزده‌گانهٔ سطح شهر مشهد از نظر سنجه‌های گوناگون می‌باشد. همچنین تحلیل نتایج این بررسی نشان داد که منطقهٔ ۱۰ شهرداری مشهد، نسبت به سایر مناطق، از وضعیت مطلوب‌تری چه از نظر تعداد پارک‌ها و چه از نظر سهولت دسترسی فضای سبز برای شهروندان، برخوردار است. نتایج این تحقیق می‌تواند به‌عنوان الگویی برای توسعه و بهبود وضعیت مکانی سایر پارک‌ها در مناطق سیزده‌گانهٔ شهر مشهد، مورد استفاده قرار گیرد.

مقدمه

بر پایهٔ گزارش سازمان ملل متحد، در بازهٔ ۱۹۵۰ تا ۲۰۱۸ میلادی، جمعیت شهرنشینان زمین از ۷۵۱ میلیون نفر به ۲/۴ میلیارد نفر افزایش یافته و به‌صورت پیوسته از کیفیت هوای شهرها کاسته شده‌است. برای مثال در کشورهای درحال توسعهٔ قارهٔ آسیا، کیفیت هوای ۹۷ درصد شهرها، ناسالم گزارش شده است (Lu, Li et al., 2021: 1). از آن‌جایی که شهرهای کرهٔ زمین به‌طور فزاینده‌ای در حال شلوغ‌تر و آلوده‌ترشدن هستند (Blanco, Alberti et al., 2009: 22) و رشد جمعیت و مساحت شهرها به‌صورت یکنواخت نیست (Duranton and Puga, 2014: 2)، فضای سبز شهری می‌تواند گسترهٔ وسیعی از خدمات اکولوژیکی را در جهت بهبود زندگی شهرنشینان و مبارزه با بیماری‌ها، برای آنان فراهم می‌کند. این فضای سبز می‌تواند در اندازه، میزان پوشش گیاهی، غنای گونه‌ای و میزان دسترسی‌پذیری برای عموم مردم متفاوت باشد (Dahmann, Wolch et al., 2010: 2). علاوه‌بر خدمات اکولوژیکی‌ای که پارک‌های شهری برای ساکنان شهر تأمین می‌کنند، مناطق طبیعی واقع در شهرها، خدمات اجتماعی و

۱- دانش آموخته کارشناسی، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران soroush.yasini@mail.um.ac.ir
۲- دانشیار و عضو هیأت علمی گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. (نویسنده مسئول)
az-karimi@um.ac.ir

روان‌شناختی بسیاری را نیز در کنار خدمات اکولوژیکی فراهم می‌آورند که برای زیست‌پذیری شهرها و سلامت شهرنشینان، اهمیت حیاتی خواهد داشت (A. Chiesura, 2004: 2). از جمله خدمات اجتماعی فراهم‌شده توسط پارک‌های شهری می‌توان به: تفریح کودکان، ورزش گروهی یا انفرادی شهروندان و نیز محلی برای ملاقات دوستان و سایر افراد، اشاره کرد (Godben et al., 1992: 48). پارک‌های شهری، به‌صورت مناطقی با فضای باز و غیر سرپوشیده‌ای تعریف شده‌اند که پوشش گیاهی و آبی در آن‌ها غالب است و نیز به‌صورت کلی برای استفادهٔ عموم مدنظر قرار گرفته‌اند. این مناطق معمولاً توسط مقامات محلی یا در نقشه‌ها، به‌عنوان "پارک" نامیده می‌شوند (Konijnendijk et al, 2013: 5).

مطالعه و ایجاد نقشهٔ پوشش اراضی، دارای دو چالش عمده است. از آن‌جایی که تصاویر سنجنده‌هایی نظیر سنتینل-۲ اساساً به وجود ابر در محدودهٔ مورد مطالعه حساس هستند و این ابرها باعث از دست رفتن داده‌های آن ناحیه می‌شوند، برای غلبه بر این مشکل، نیاز به استفاده از تعداد زیادی از تصاویر ماهواره‌ای جهت فیلترکردن اثرات ابر در محدودهٔ مورد مطالعه است. از طرف دیگر، پردازش و ذخیرهٔ این حجم از داده‌ها، چالش‌های بسیاری ایجاد کرده و پردازش تصاویر ماهواره‌ای را برای محققین هزینه‌بر و زمان‌بر نموده است (Phan et al., 2020: 2). گوگل ارث‌انجین[1] سامانه‌ای رایگان در فضای ابری برای اجرای محاسبات سنگین[2] است که امکان فراخوانی و پردازش تعداد بسیار زیادی از سنجنده‌های فعال دنیا را به کاربر عرضه می‌کند. از آن‌جایی که تمامی این اطلاعات در خود این سامانه وجود دارد و پردازش داده‌ها نیز توسط همین سامانه انجام می‌گیرد، کاربر می‌تواند بدون نیاز به دانلود داده‌ها انواع مختلف پردازش را در سامانه پیاده‌سازی کرده و صرفاً نتیجهٔ نهایی را دانلود کند (Gorelick et al., 2017: 19). ماهواره سنتینل-۲ از جمله ماهواره‌هایی است که دارای سیستم‌های جمع‌آوری چند طیفی و تصویربرداری اپتیکی است (Immitzer et al. 2016: 1) و توسط سازمان فضایی اروپا درحال بهره‌برداری می‌باشد که این مأموریت تامین‌کنندهٔ داده‌های خدمات بسیاری مانند: پایش کشاورزی، مدیریت مخاطرات محیط‌زیستی و همچنین بررسی کاربری اراضی و پوشش اراضی در سرتاسر دنیا است (Cai et al. 2018: 2). از آن‌جایی که شناخت پوشش گیاهی شهری برای مدیریت منابع طبیعی، آنالیزهای اکولوژیکی و مدل‌سازی‌های هیدرولوژیکی حائز اهمیت است (Su et al. 2015: 1)، استفاده از شاخص «NDVI[3]» در سنجش از دور برای شناسایی مناطق دارای پوشش گیاهی دارای کاربردهای زیادی است (Huang et al., 2021: 1). با توجه به اهمیت شهر مشهد به‌عنوان دومین کلان‌شهر ایران از نظر جمعیت و نیز جایگاه اجتماعی-فرهنگی این شهر در کشور ایران و همچنین توسعهٔ نامتوازن این شهر در دهه‌های اخیر، لزوم مطالعهٔ وضعیت پوشش گیاهی و پارک‌های شهری مشهد برای برنامه‌ریزی‌های مدیریتی آتی، به‌شدت احساس می‌شود. در مطالعهٔ حاضر، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و پردازش آن‌ها در سامانهٔ متن‌باز گوگل ارث‌انجین و مقایسهٔ پوشش گیاهی حاصل‌شده از تصاویر ماهواره‌ای با پارک‌های شهر مشهد به کمک سنجه‌های مختلف سیمای سرزمین، وضعیت فضای سبز هر یک از مناطق سیزده‌گانهٔ این شهر مورد بررسی قرار گرفت.

در ایران و سایر کشورهای خارجی، مقالات متعددی در زمینهٔ کاربرد سنجه‌های سیمای سرزمین انجام گرفته‌است که با بررسی این تحقیقات، مرسوم‌ترین سنجه‌های سیمای سرزمین برای مطالعات شهری استخراج شد. هو و

[1] Google earth engine
[2] Cloud-based computing platform
[3] Normalized Differnce

همکاران[1] (۲۰۲۳) در تحقیقی بر روی منطقه‌ای در استان گوانژو واقع در کشور چین، با کمک سنجه‌هایی مانند ED[2]، MSI[3]، SHDI[4] و تعدادی سنجهٔ دیگر متناسب با منطقهٔ مورد مطالعه، نشان‌دادند که در طی بازهٔ زمانی ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۹ میلادی، این منطقه دچار تخریب و کاهش وسعت و کیفیت مناطق جنگلی به‌دلایل متعددی مانند افزایش شهرنشینی و فعالیت‌های کشاورزی شده‌است. جریدی و همکاران[5] (۲۰۲۳) با بررسی منطقه‌ای در جنوب کشور یونان، به‌وسیلهٔ توسعهٔ یک مدل چند متغیره در سامانهٔ «GIS» که متغیرهای ورودی آن، سنجه‌های مختلف سیمای سرزمین، شاخصه‌های تاریخی-فرهنگی منطقه، تصاویر ماهوارهٔ لندست و مشاهدات میدانی بود، نقشهٔ پیش‌بینی‌شده تا سال ۲۰۴۵ میلادی برای منطقهٔ فوق را تدوین کردند. مخدوم و همکاران (۱۳۹۰) با مطالعهٔ پارک‌های شهر تهران به‌وسیلهٔ تعداد نسبتاً زیادی از سنجه‌های سیمای سرزمین از قبیل PLAND[6]، LPI[7]، LSI[8]، SHDI[9]، SHEI[10] و برخی سنجه‌های دیگر، پراکنش پارک‌های شهری در مناطق مختلف شهری تهران را مورد بررسی قرار دادند که از نتایج آن می‌توان به پراکندگی ناعادلانهٔ فضای سرسبز شهری در شهر مذکور، اشاره کرد. یو و همکاران[11] (۲۰۱۷)، در تحقیقی بر روی تغییرات فضای سبز شهر هانگژو با کمک سنجه‌های PD[12]، PLAND، LPI، SHDI و AI[13] در سه زمان مطالعاتی ۱۹۹۰، ۲۰۰۲ و ۲۰۱۳ نشان دادند که این شهر، وسعت زیادی از مناطق سبز خود را در طول این بازهٔ زمانی از دست داده است.

برخی محققان به‌صورت ویژه به مطالعهٔ کمی فضای سبز در شهر مشهد پرداخته‌اند. فکور و همکاران (۱۳۹۵) با استفاده از منطق فازی، سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی و تعدادی متغیر از قبیل تراکم جمعیت و انواع مراکز اصلی شهری، سرانهٔ پارک‌ها را در مناطق ۱۳گانهٔ شهر مشهد مدل‌سازی کرده‌اند. رزاقیان و آقاجانی (۱۴۰۲) به کمک مدل ارزیابی اکوسیستم‌های طبیعی «DPSIR» میزان سطح دسترسی شهروندان این شهر به فضای سبز شهری را مورد ارزیابی قرار داده‌اند. حاتمی و همکاران (۱۳۹۳) با تصاویر ماهوارهٔ لندست-۸ و استخراج پوشش گیاهی این شهر با نرم‌افزار «ENVI»، وضعیت شش سنجهٔ سیمای سرزمین در این شهر را مورد بررسی قرار داده‌اند.

بررسی ساختار، عملکرد و روند تغییرات فضای سبز و پوشش گیاهی شهری، سه خصیصهٔ اصلی و حائز اهمیت در جهت مطالعهٔ پارک‌ها و شرایط اکولوژیکی آن‌ها است و از آن‌جایی که الگوهای سیمای سرزمین رابطهٔ معناداری با فرآیندهای اکولوژیکی و سایر خدمات پارک‌های شهری دارند (Huang et al., 2021: 8)، مطالعهٔ این موارد برای شناخت بهتر عملکرد پارک‌ها حائز اهمیت است (Norton et al., 2016: 1). با این تفاسیر، سنجه‌های سیمای سرزمین ساختارِ فضاییِ یک منطقه را با فراهم‌آوردن اطلاعاتی از ساختارهای بخش‌بندی شدهٔ منطقهٔ مورد مطالعه مانند ارتباط میان آن‌ها، عناصرِ شکل‌دهنده و شکل هندسی آن‌ها، توصیف می‌کنند؛ به بیانی دیگر، این شاخص‌ها با تبدیل بسیاری از خصیصه‌های سیمای سرزمین از قبیل: شکل هندسی، پراکندگی و تراکم آن‌ها به مقادیر کمی، به

[1] Hu et al.
[2] Edge Density
[3] Mean Shape Index
[4] Shannon’s Diversity Index
[5] Jridi et al.
[6] Percent of Landscape
[7] Largest Patch Index
[8] Landscape Shape Index
[9] Shannon’s Diversity Index
[10] Shannon’s Evenness Index
[11] Yu et al
[12] Patch Density
[13] Aggregation index

متخصصین برنامه‌ریزی شهری و نیز اکولوژیست‌ها امکان بررسی دقیق‌تر این مناطق را خواهد داد (Lausch and Herzog, 2002: 8).

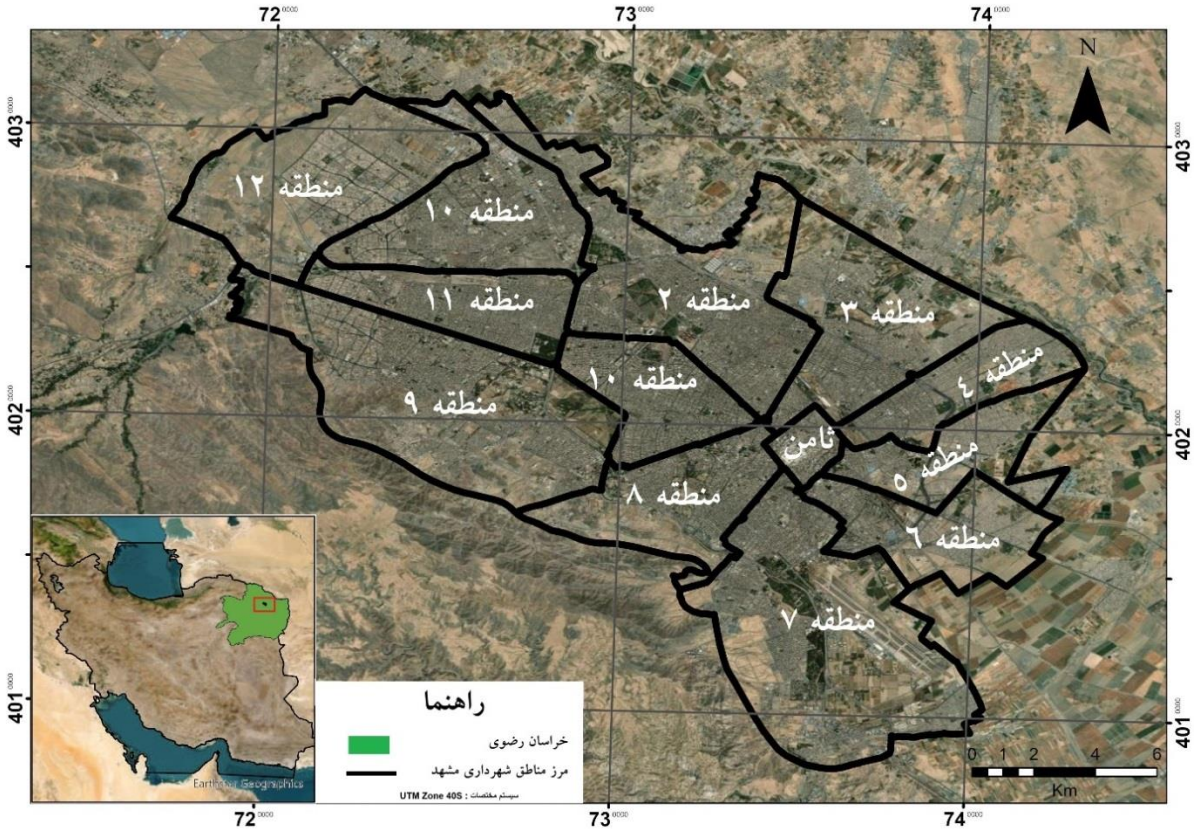
تمرکز سنجه‌های سیمای سرزمین بر خصیصه‌های فضایی و الگوی پراکنش آن‌ها در گسترهٔ سیمای سرزمین است. هرچند که لکه‌ها خود به تنهایی واجد خصوصیات فضایی نسبتاً اندکی هستند، دسته‌ای از لکه‌ها می‌توانند دارای خصوصیات جمعی متنوعی باشند. با این تفاسیر، عموماً سنجه‌های سیمای سرزمین در سه سطح طبقه‌بندی و محاسبه می‌شوند (Farina, 2000: 169)؛ سنجه‌های سطح لکه[1]: این سنجه‌ها برای هریک از لکه‌ها تعریف می‌شوند و خصوصیات فضایی لکه را مورد بررسی قرار می‌دهند. سنجه‌های سطح کلاس[2]: این سنجه‌ها برای کلاس خاصی از لکه‌ها اعمال خواهند شد. سنجه‌های سطح سیمای سرزمین[3]: این سنجه‌ها در واقع برآیندی از خصیصه‌های دو سطح فوق هستند و خصوصیات لکه‌ها را در گسترهٔ محدودهٔ مورد بررسی قرار می‌دهند.

در طی بحث‌ها و تحقیقات فراوان در مورد میزان سرانهٔ پارک‌های شهری، مطالعهٔ روند تغییرات آنان و نحوهٔ پراکنش فضای سبز شهری نشان داده است که وسعت زیاد پارک‌ها در یک منطقه، لزوماً به غنی بودن آن منطقه از لحاظ سرانهٔ فضای سبز شهری منجر نخواهد شد. این موضوع به روشنی لزوم مطالعهٔ سنجه‌های سیمای سرزمین در گسترهٔ شهری را آشکار می‌سازد. چرا که آگاهی از غنا یا فقر مناطق از حیث پارک‌ها، موجب بهبود برنامه‌ریزی شهری خواهد شد (یو و همکاران، ۲۰۱۷؛۱۲)؛ از سوی دیگر، با توجه به عدم انجام مطالعهٔ جامع در خصوص پراکنش پارک‌های شهری و پوشش گیاهی در شهر مشهد، نیاز به انجام بررسی دقیق ویژگی‌های کمّی فضای سبز مشهد با توجه به رشد ناهمگون این شهر در سالیان اخیر به‌شدت احساس می‌شود.

معرفی محدودهٔ مورد مطالعه

کلان‌شهر مشهد مقدس در حال حاضر با جمعیت بیش از ۳/۳ میلیون نفری، پس از تهران، دومین شهر پر جمعیت ایران و از نظر وسعت، با مساحت بیش از ۳۵۱ کیلومتر مربع، دومین کلانشهر وسیع ایران می‌باشد. این شهر در شمال شرقی ایران و در استان خراسان رضوی واقع شده‌است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵).

[1] Patch
[2] Class
[3] Landscape



شکل ۱ - موقعیت شهر مشهد در کشور ایران

این شهر پس از شهادت حضرت امام رضا(ع)، در حدود سال ۱۹۷ یا ۱۹۸ هجری شمسی، بر اثر نقش و کارکرد زیارتی آن، به‌تدریج توسعه پیدا کرد و پس از آن در اواخر قرن ۴ هجری شمسی، به مشهدالرضا معروف گشت. در سدهٔ اخیر به‌دلیل تحولات عظیم ساختاری در دوران پهلوی و جمهوری اسلامی، با رشد سریع زیرساخت‌ها و اماکن مختلف شهری، این شهر به یکی از مهمترین کلان‌شهرهای ایران بدل گشت. به‌صورت ویژه پس از انقلاب اسلامی در سال ۱۳۵۷، بنابه‌دلایلی از قبیل: توسعهٔ آستان قدس رضوی، رشد گردشگری مذهبی، ناامنی در دیگر شهرهای مذهبی مانند نجف و کربلا، سکنی‌گزینی اتباع افغانستان و برخورداری از توان رشد محیطی، در نهایت موجب شد که این شهر رشد جمعیتی چشمگیری با نرخ ۴/۴ درصد را در بازه زمانی ۱۳۵۵ تا ۱۳۸۵ شمسی تجربه کند (قاسمی‌خوزانی و همکاران، ۱۳۸۷؛ ۳). شهر مشهد با سرانهٔ فضای سبز حدود ۱۹ متر به ازای هر نفر (ایلنا، ۱۴۰۲)، در مقایسه با بسیاری از کلان‌شهرهای دنیا از قبیل میلان در ایتالیا با ۹۳ متر، پورتو در پرتقال با ۸۷ متر، ملبورن در استرالیا با ۱۵۲ متر و مکزیکوسیتی در مکزیک با ۵۳۸ متر به ازای هر نفر (OECD[1], 2018)، از حیث سرانهٔ فضای سبز نسبتاً فقیر است.

[1] Organisation for Economic Co-operation and Development

روش‌شناسی

جهت بررسی سنجه‌های سیمای سرزمین با توجه به مناطق سیزده‌گانهٔ شهرداری مشهد، ابتدا از تصاویر ماهواره‌ای استفاده شد تا میزان پوشش گیاهی در هر منطقه مشخص شود، آن‌گاه در گام بعد به‌وسیلهٔ نقشهٔ پارک‌های شهر مشهد، میزان پراکنش فضای سبز در این شهر مورد مطالعه قرار گرفت.

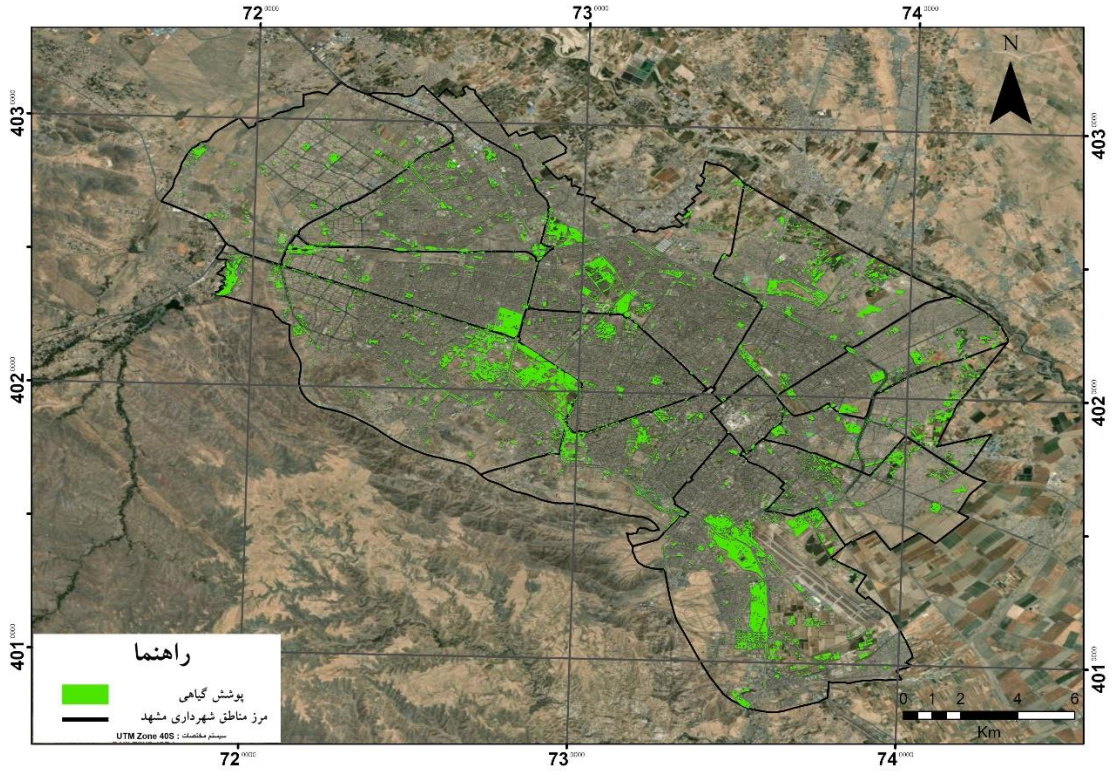
از آن‌جایی که داده‌های سنجنده سنتینل-۲[1] نسبت به سایر سنجنده‌های رایگان در دسترس مانند لندست-۸ دارای برتری‌هایی در فرآیند طبقه‌بندی تصاویر است (نوولی و همکاران، ۲۰۱۶[2])، در این مطالعه از این سنجنده برای محاسبهٔ پوشش گیاهی شهری استفاده شد. برای تولید نقشهٔ پوشش گیاهی شهر مشهد، به‌وسیلهٔ سامانه گوگل ارث‌انجین ۳۸ تصویر بین تاریخ ابتدای ژوئن تا ابتدای سپتامبر سال ۲۰۲۲ فراخوانده شدند و به‌وسیلهٔ لایه مناطق سیزده‌گانهٔ مشهد در این سامانه برش خوردند. برای کاهش اثرات ابر بر روی تصاویر، همهٔ این تصاویر با یکدیگر تلفیق شده و یک تصویر میانه[3] از این تصاویر تولید شد. آن‌گاه باندهای B08 و B04 که به‌ترتیب طیف مادون قرمز نزدیک و قرمز هستند، از تصویر خام استخراج شدند. سپس با استفاده از پیاده‌سازی شاخص «NDVI» بر روی تصویر میانه با توجه به رابطهٔ زیر میان طیف قرمز و مادون‌قرمز نزدیک، میزان پوشش گیاهی شهر مشهد محاسبه شد.

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$$

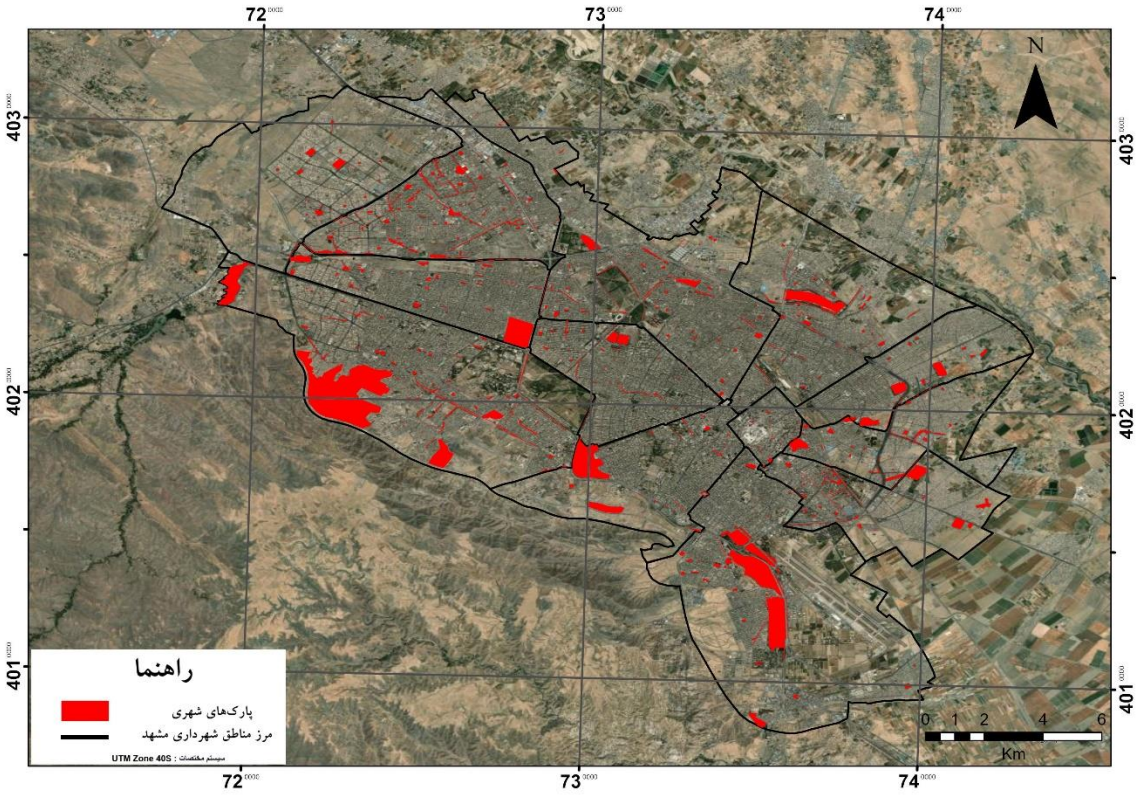
بر اساس مقادیر شاخص فوق، برای هر پیکسل از تصویر و با استفاده از رویکرد تصمیم‌گیری بر مبنای حد آستانه شاخص «NDVI» پیکسل‌ها در دو کلاس فاقد پوشش گیاهی (۱- تا ۰/۱۹) و دارای پوشش گیاهی (۰/۲تا ۱) تقسیم طبقه‌بندی شدند (هشیم و همکاران، ۲۰۰۰[4]، ص.۲) که میزان صحت طبقه‌بندی در این روش تا ۹۷ درصد برآورد شده است (Aryal et al., 2022). در نهایت رستر تولیدشده در نرم‌افزار ArcGIS به وکتور تبدیل شد تا بتوان سنجه‌های مختلف سیمای سرزمین را برای پوشش گیاهی مناطق سیزده‌گانهٔ مشهد محاسبه کرد. شکل ۲ نشان‌دهندهٔ مناطق دارای پوشش گیاهی در سطح شهر مشهد است.

لایه پارک‌های شهر مشهد توسط شهرداری مشهد برای این مطالعه فراهم شد که با توجه به اطلاعات این لایه، حدود ۶۱۰ پارک در گسترهٔ مناطق ۱۳گانهٔ مشهد شناسایی شده است. پارک‌های شهری به‌صورت کلی براساس مساحتشان در سه کلاسِ زیر، طبقه‌بندی شدند: پارک محله‌ای با وسعت کمتر از ۳ هکتار ، پارک ناحیه‌ای با وسعتی بین ۳ تا ۵ هکتار و پارک‌های منطقه‌ای با وسعت بیش از ۵ هکتار. لازم به‌ذکر است که پارک‌های جنگلی هم در این کلاس لحاظ می‌شوند (مخدوم و همکاران، ۱۳۹۴؛۳).

[1] Sentinel
[2] Novelli et al. 2016
[3] Median
[4] Hashim et al., 2019



شکل ۲ – پوشش گیاهی شهر مشهد تولیدشده در سامانهٔ گوگل ارث‌انجین



شکل ۳ – نقشهٔ پارک‌های شهر مشهد

برای تقسیم‌بندی پارک در نرم‌افزار «ArcGIS» لایهٔ پارک‌ها، با توجه به کلاسه‌بندی بالا، مناطق سبز شهری به سه دسته تقسیم شدند.

جهت سهولت کار نیز پارک‌های محلی با عدد ۱، پارک‌های ناحیه‌ای با عدد ۲ و پارک‌های منطقه‌ای با عدد ۳ کد گذاری شدند. آن‌گاه هر یک از سه لایهٔ تولیدشدهٔ پارک‌ها، بر اساس مناطق سیزده‌گانهٔ مشهد برش خورده و در مجموع ۳۹ لایه تولید شد که هرکدام از این ۳۹ لایه، نمایندهٔ یک کلاس از پارک‌های شهر مشهد در یکی از مناطق شهری می‌باشد. لایهٔ پوشش گیاهی نیز با توجه به مناطق سیزده‌گانه برش خورد و ۱۳ لایهٔ پوشش گیاهی به تفکیک مناطق مشهد تولید شد. در وهلهٔ اخیر، هر یک لایه‌های فوق، با ابزار «Patch Analysis» در نرم‌افزار «ArcGIS» مورد پردازش قرارگرفت و سنجه‌های گوناگون سیمای سرزمین برای آن‌ها محاسبه شد. مزیت نرم‌افزار «PatchAnalysis» در مقایسه با سایر ابزارهای محاسبهٔ سنجه‌های سیمای سرزمین، در آن‌است که اولاً این نرم‌افزار برخلاف بسیاری از نرم‌افزارهای مشابه، توانایی کار با لایه‌های وکتوری را نیز دارد. این امر موجب افزایش دقت محاسبات شده چرا که به‌دلیل ماهیت ذاتی لایه‌های رستری، اگر ابتدا لایه از فرمت وکتور به فرمت رستر تبدیل گردد موجب می‌شود که دقت آنالیز به‌خصوص در قسمت لبهٔ لکه‌ها، کاهش بیابد. دوماً از آن‌جایی که محیط کار این نرم‌افزار در نرم‌افزار «ArcGIS» است، می‌توان سنجه‌های محاسبه‌شده را مستقیماً به نقشهٔ مربوطه مرتبط ساخت و از این رو، نیاز به نرم‌افزار واسطه از بین خواهد رفت. در مجموع ابزار فوق امکان ایجاد تحلیل‌های سیمای سرزمین را به‌طور مؤثرتری فراهم خواهد آورد.

در این مطالعه، از هشت سنجه برای تفسیر ویژگی‌های مکانی پارک‌ها و پوشش گیاهی شهر مشهد استفاده شده است، بدین‌صورت که سنجه‌های مورد نظر بر لایه‌های پوشش گیاهی و پارک‌های هر منطقه اعمال شدند. روش محاسبهٔ هشت سنجهٔ مورد استفاده در این تحقیق به شرح زیر می‌باشد (Frohn and Hao, 2006: 4) :

۱- میانگین اندازهٔ لکه[۱] (MPS): از تقسیم مساحت کل لکه‌های یک کلاس بر تعداد آن‌ها به‌دست می‌آید و بیانگر میانگین اندازهٔ لکه‌ها است. واحد این سنجه هکتار می‌باشد.

۲- تعداد لکه (NP): نمایانگر تعداد لکه‌های واقع‌شده در سیمای سرزمین یا یک کلاس به‌خصوص می‌باشد.

۳- مساحت کلاس (CA): مجموع مساحت لکه‌های کلاس مورد نظر می‌باشد که واحد آن هکتار است.

۴- سنجهٔ تنوع شانون (SHDI): از مرسوم‌ترین سنجه‌های اندازه‌گیری تنوع می‌باشد. عدد صفر در این سنجه نمایانگر یک لکهٔ بدون تنوع است و هرچه در سطح لکه‌های فراوان‌تر و متنوع‌تری موجود باشد، مقدار سنجه بدون آستانه خاصی افزایش پیدا می‌کند (Mcgarical and Marks, 1995:59).

۵- سنجهٔ یکنواختی شانون (SHEI): این سنجه نمایانگر میزان یکنواخت‌بودن در پراکنش لکه‌ها است. عدد صفر در این سنجه به‌معنای وجود تنها یک لکه در سطح می‌باشد و عدد یک نیز به‌معنای یکنواختی کامل در پراکنش لکه‌ها است (Mcgarical and Marks, 1995:59).

۶- سنجهٔ درصد مساحت از سیمای سرزمین (PLAND): بیانگر درصدی از مساحت سیمای سرزمین می‌باشد که توسط لکه‌های آن کلاس اشغال شده است.

۷- سنجهٔ تراکم لکه (PD): نشان دهندهٔ تعداد لکه در هر صد هکتار از سیمای سرزمین است.

---

[۱] در مطالعات سیمای سرزمین، لکه واحدی است که با متفاوت با نواحی اطراف خود است؛ در این مطالعه لکه به معنای منطقه‌ای دارای پوشش گیاهی یا پارک است که توسط مناطق فاقد این ویژگی یعنی مناطق مسکونی یا زمین بایر، احاطه شده است.

۸- سنجهٔ میانگین فاصله اقلیدسی نزدیک‌ترین همسایه (MNN): بیانگر مقدار میانگین فاصله میان لکه‌ها است.

این سنجه نمایانگر میزان جداافتادگی یا ایزوله بودن لکه‌ها می‌باشد.

یافته‌های تحقیق (تجزیه‌وتحلیل یافته‌ها)

جهت بررسی نتایج این مطالعه، ابتدا نتایج سنجه‌ها برای لایهٔ پوشش گیاهی أخذ شده از سامانهٔ گوگل ارثانجین مورد بررسی قرارگرفت سپس سنجه‌ها برای لایهٔ پارک‌های مناطق سیزده‌گانهٔ شهری بررسی شد. جهت مطالعهٔ جزئی‌تر پارک‌های مشهد، سنجه‌ها در سه سطح پارک‌های محلی، ناحیه‌ای و منطقه‌ای هم مورد بررسی قرارگرفت.

با در نظر گرفتن نقشه‌های پراکنش لکه‌های پوشش گیاهی، پارک‌های محلی، لکه‌های پارک‌های ناحیه‌ای و لکه‌های پارک‌های منطقه‌ای (شکل ۲ و ۳) می‌توان دریافت که پراکنش درصد پوشش گیاهی و پارک‌ها در مناطق سیزده‌گانهٔ شهرداری مشهد یکنواخت نیست.

الف) بررسی سنجه‌ها در سطح پوشش گیاهی شهر مشهد

با توجه به جدول ۱، منطقهٔ هفت شهرداری مشهد دارای بیشترین میانگین وسعت لکه‌ها (۰/۳۲ هکتار به ازای هر لکه) و منطقهٔ ثامن شهرداری نیز با مقدار حدود ۰.۰۵ هکتار به ازای کمترین میزان میانگین وسعت لکه‌های دارای پوشش گیاهی است. از این حیث پارک‌های مناطق دو، سه و ده در وضعیت مشابهی (حدود ۰/۱۵) قرار دارند.

منطقه نه شهرداری مشهد دارای بیشترین تعداد لکه‌های سبز (۲۳۵۰) و منطقه ثامن[1] دارای کمترین تعداد لکه (۱۷۵) می‌باشد. پارک‌های مناطق پنج، شش، یازده و دوازده نیز از این حیث مشابه با یک دیگر هستند و به‌ترتیب دارای ۶۱۶، ۷۶۹، ۴۷۸ و ۷۳۴ لکه هستند. منطقه چهار شهرداری مشهد دارای بیشترین وسعت لکه (حدود ۴۵۵ هکتار) و همچنین دارای بیشترین درصد لکه نسبت به مساحت (۳۳ درصد) است.

نتایج به‌دست‌آمده برای سنجهٔ تنوع شانون نشان‌می‌دهد که منطقهٔ ده شهرداری مشهد نسبت به سایر مناطق از تنوع بیشتری در شکل و اندازهٔ لکه‌ها برخوردار است. به‌همین ترتیب منطقهٔ هشت از کمترین میزان تنوع برخوردار است. بررسی نتایج سنجهٔ یکنواختی شانون مشخص کرد که منطقهٔ یازده مشهد کمترین میزان یکنواختی را دارا است و به همین ترتیب ثامن شهرداری مشهد دارای بیشترین یکنواختی لکه‌ها می‌باشد؛ بدین‌صورت که لکه‌های این منطقه دارای شباهت زیاد نسبت به یکدیگر هستند. لکه‌های پوشش گیاهی منطقهٔ شش و منطقهٔ چهار به‌ترتیب با میانگین فاصلهٔ اقلیدسی ۴۶/۳۷ و ۷۳/۵۹ دارای کمترین و بیشترین فاصلهٔ اقلیدوسی در بین مناطق شهردارای مشهد هستند. منطقهٔ ۹ شهرداری مشهد دارای بیشترین نسبت پوشش گیاهی به مساحت (۱۲/۱۰ درصد) و منطقهٔ ۲ دارای کمترین مقدار نسبت پوشش گیاهی به مساحت (۱/۳۵) می‌باشند.

جدول ۱ – نتایج محاسبهٔ سنجه‌های سیمای سرزمین برای لکه‌های دارای پوشش گیاهی

سنجه	MPS	NP	CA	SHDI	SHEI	PLAND	PD	MNN
یک	۰.۰۶	۱۲۱۹	۷۶.۶۹	۴.۶۵	۰.۶۵	۶.۲۱	۸۴.۴۲	۵۱.۶۱
دو	۰.۱۵	۱۵۸۰	۱۱۸.۰۹	۴.۱۴	۰.۵۶	۱.۳۵	۴۴.۸۵	۵۵.۶۸

[1] منطقه ثامن با وجود این که جزو مناطق ۱۳ گانه شهر مشهد است، اما در نامگذاری خود فاقد شماره است و همواره به همین صورت به عنوان منطقه ثامن شناسایی می‌شود.

سه	۰.۱۵	۱۲۹۷	۱۳۵.۳۰	۴.۷۴	۰.۶۶	۷.۰۶	۴۷.۴۹	۵۳.۹۶
چهار	۰.۲۱	۳۸۰	۴۵۵.۹۶	۳.۴۹	۰.۵۹	۶.۱۴	۲۸.۳۸	۷۳.۵۹
پنج	۰.۱۸	۶۱۶	۱۲.۶۷	۴.۳۱	۰.۶۷	۹.۱۱	۴۳.۵۹	۵۵.۶۶
شش	۰.۱۲	۷۶۹	۴۵۵.۸۳	۴.۴۵	۰.۶۷	۵.۴۹	۴۵.۳۹	۴۶.۳۷
هفت	۰.۳۲	۱۴۴۴	۹۰.۸۲	۴.۰۵	۰.۵۲	۱.۷۴	۳۰.۸۲	۵۹.۱۷
هشت	۰.۱۱	۱۰۶۳	۱۱۰.۵۴	۴.۶۰	۰.۶۰	۶.۴۱	۵۵.۴۹	۵۰.۶۹
نه	۰.۱۹	۲۳۵۰	۸۱.۰۷	۴.۶۶	۰.۶۰	۱۲.۱۰	۵۲.۸۰	۵۲.۹۱
ده	۰.۱۴	۹۳۷	۱۹۱.۸۶	۵.۲۸	۰.۷۷	۶/۰۹	۴۰.۱۴	۶۲.۷۷
یازده	۰.۲۴	۴۸۷	۲۳۲.۸۴	۲.۹۵	۰.۴۸	۷.۹۷	۳۱.۷۱	۶۲.۴۷
دوازده	۰.۱۰	۱۷۳	۷۷.۸۳	۴.۸۴	۰.۷۳	۲.۵۷	۲۴.۲۳	۵۵.۶۴
ثامن	۰.۰۵	۱۷۵	۸.۰۲	۴.۰۷	۰.۷۹	۲.۷۸	۴۹.۰۹	۵۶.۳۸

(منبع: نویسندگان، ۱۴۰۳)

ب) بررسی سنجه‌ها در سطح پارک‌های مناطق شهر مشهد

همان‌طورکه در جدول شمارهٔ (۱) مشخص است، منطقهٔ هفت شهرداری مشهد دارای بیشترین میانگین وسعت پارک‌ها (۶/۷ هکتار به ازای هر پارک) و منطقهٔ ثامن شهرداری نیز با مقدار حدود ۰.۸۵ هکتار به ازای هر پارک، دارای کمترین میزان میانگین وسعت پارک‌ها است. از این‌حیث پارک‌های مناطق یک و دوازده در وضعیت مشابهی (حدود ۰/۸۵ هکتار) قرار دارند. منطقهٔ ده شهرداری مشهد دارای بیشترین تعداد لکه‌های پارک (۱۱۱) و منطقهٔ چهار دارای کمترین تعداد لکه (۱۸) می‌باشد. پارک‌های مناطق یک، شش، هفت و یازده نیز از این حیث مشابه با یکدیگر و به‌ترتیب دارای ۴۴، ۴۵، ۴۴ و ۴۲ پارک هستند. منطقهٔ نه شهرداری مشهد دارای بیشترین وسعت پارک (حدود ۵۷۰ هکتار) و همچنین دومین منطقه از نظر تعداد پارک‌ها (۹۴) و نیز بالاترین درصد پارک نسبت به مساحت منطقه (۲/۱۲درصد) می‌باشد. نتایج به‌دست‌آمده برای سنجهٔ تنوع شانون نشان‌می‌دهد که منطقهٔ ده شهرداری مشهد نسبت به سایر مناطق، از تنوع بیشتری در شکل و اندازهٔ لکه‌ها برخوردار است. به همین ترتیب منطقهٔ هشت از کمترین میزان تنوع برخوردار می‌باشد.

بررسی نتایج سنجهٔ یکنواختی شانون مشخص‌کرد که مناطق هشت و نه مشهد دارای کمترین میزان یکنواختی می‌باشند. به‌همین ترتیب، ده شهرداری مشهد دارای بیشترین یکنواختی لکه‌ها می‌باشند بدین‌صورت که لکه‌های این مناطق دارای شباهت زیادی نسبت به یکدیگر هستند.

جدول ۲ - مقایسهٔ مساحت مناطق و پارک‌های شهر مشهد

منطقه	مساحت منطقه	تعداد پارک	مساحت پارک‌ها	درصد مساحت پارک از منطقه
یک	۱۴۷۹	۴۴	۳۷.۲۴	۲.۵۲
دو	۳۵۲۳	۸۲	۸۱.۰۲	۲.۳۰
سه	۲۷۳۱	۵۲	۱۰۱.۰۳	۳.۷۰
چهار	۱۳۳۹	۱۸	۵۳.۲۳	۳.۹۸
پنج	۱۴۱۳	۳۸	۵۳.۵۰	۳.۷۹
شش	۱۶۹۷	۴۵	۶۸.۵۹	۴.۰۴
هفت	۴۶۸۶	۴۲	۲۸۲.۱۳	۶.۰۶

هشت	۱۹۱۶	۲۴	۱۳۳.۶۲	۶.۹۷
نه	۴۴۵۱	۹۴	۵۷۰.۶۴	۱۲.۸۲
ده	۲۳۳۴	۱۱۱	۱۰۸.۵۹	۴.۶۵
یازده	۱۵۳۶	۴۲	۱۰۹.۶۵	۷۰۱۴
دوازده	۳۰۲۹	۳۳	۲۷.۹۸	۰.۹۲
ثامن	۳۵۶	۲۵	۵.۶۴	۱.۵۸

(منبع: نویسندگان، ۱۴۰۳)

حدود ۱۳ درصد از وسعت کل منطقهٔ نه شهرداری مشهد، توسط پارک‌ها اشغال شده‌است که از این حیث نسبت به سایر مناطق مشهد به‌طور قابل توجه‌ای برتر است. در مقابل منطقهٔ دوازده با کمتر از ۱ درصد وسعت پارک نسبت به کل منطقه، کمترین وسعت پارک را بین مناطق سیزده‌گانهٔ شهر مشهد دارا است. تراکم تعداد پارک‌ها در منطقهٔ ثامن برابر با حدود ۷ پارک در هر ۱۰۰ هکتار است. همچنین کمترین مقادیر این سنجه متعلق به منطقه ۷ با کمتر از ۰/۹ پارک در هر ۱۰۰ هکتار می‌باشد.

در منطقهٔ ثامن شهرداری مشهد، میانگین فاصلهٔ اقلیدسی میان پارک‌ها، معادل با ۱۷۴/۱۴ می‌باشد، قراردادن این شاخص در کنار شاخص «PD» نشانگر میزان دسترسی‌پذیری بالای پارک‌ها در این مناطق است، چرا که از طرفی فاصلهٔ میانگین بین پارک‌ها در این منطقه نسبت به سایر مناطق مطلوب‌تر است و از سمت دیگر نیز این منطقه بالاترین میزان تراکم پارک‌ها را بین مناطق سیزده‌گانهٔ شهر مشهد دارد. منطقهٔ هفت شهرداری مشهد با میانگین فاصلهٔ اقلیدوسی ۵۰۵/۹۷ متری و تراکم پارک۰/۸۹، نامطلوب‌ترین وضعیت را بین مناطق سیزده‌گانهٔ شهرداری مشهد دارد.

جدول ۳ - نتایج آنالیز سنجه‌های مختلف برای هر منطقهٔ شهر مشهد

سنجه	MPS	NP	CA	SHDI	SHEI	PLAND	PD	MNN
یک	۰.۸۵	۴۴	۳۷.۲۵	۲.۶۶	۰.۷	۲.۵۲	۲.۹۸	۳۱۵.۲۵
دو	۰.۹۹	۸۲	۸۱.۰۲	۳.۵۴	۰.۸	۲.۳	۲.۳۳	۳۲۴.۷۶
سه	۱.۹۴	۵۲	۱۰۱.۰۴	۲.۳۵	۰.۵۹	۳.۷	۱.۹	۲۳۷.۲
چهار	۲.۹۶	۱۸	۵۳.۲۳	۱.۹۷	۰.۶۹	۳.۹۸	۱.۳۴	۳۹۸/۰۲
پنج	۱.۴۱	۳۸	۵۳.۵	۲.۷۷	۰.۷۶	۳.۷۹	۲.۶۹	۳۶۱.۲۴
شش	۱.۵۲	۴۵	۶۸.۵۹	۲۰۷	۰.۷۱	۴.۰۴	۲.۶۵	۲۸۹.۵۲
هفت	۶.۷۲	۴۲	۲۸۲.۱۳	۲.۱۲	۰.۵۷	۶.۰۲	۰.۹	۵۰۵.۹۷
هشت	۵.۵۷	۲۴	۱۳۳.۶۲	۱.۱۴	۰.۳۶	۶.۹۷	۱.۲۵	۴۷۸.۷۴
نه	۶.۰۷	۹۷	۵۷۰.۶۴	۱.۵۷	۰.۳۵	۱۲.۸۲	۲.۱۱	۳۴۶.۹
ده	۰.۹۸	۱۱۱	۱۰۸.۵۹	۴.۱۹	۰.۸۹	۴.۶۵	۴.۷۶	۲۳۶.۶
یازده	۲.۶۱	۴۲	۱۰۹.۶۴	۱.۷۹	۰.۴۸	۷/۱۴	۲.۷۳	۳۰۳.۷۴
دوازده	۰.۸۵	۳۳	۲۷.۹۸	۲.۵۳	۰.۷۲	۰.۹۲	۱.۰۹	۳۱۹.۸۹
ثامن	۰.۲۳	۲۵	۵.۶۴	۲.۶۸	۰.۸۳	۱.۵۸	۷.۰۱	۱۷۴.۱۴

(منبع: نویسندگان، ۱۴۰۳)

ج) بررسی سنجه‌ها در سطح با توجه به کلاس پارک‌های شهر مشهد

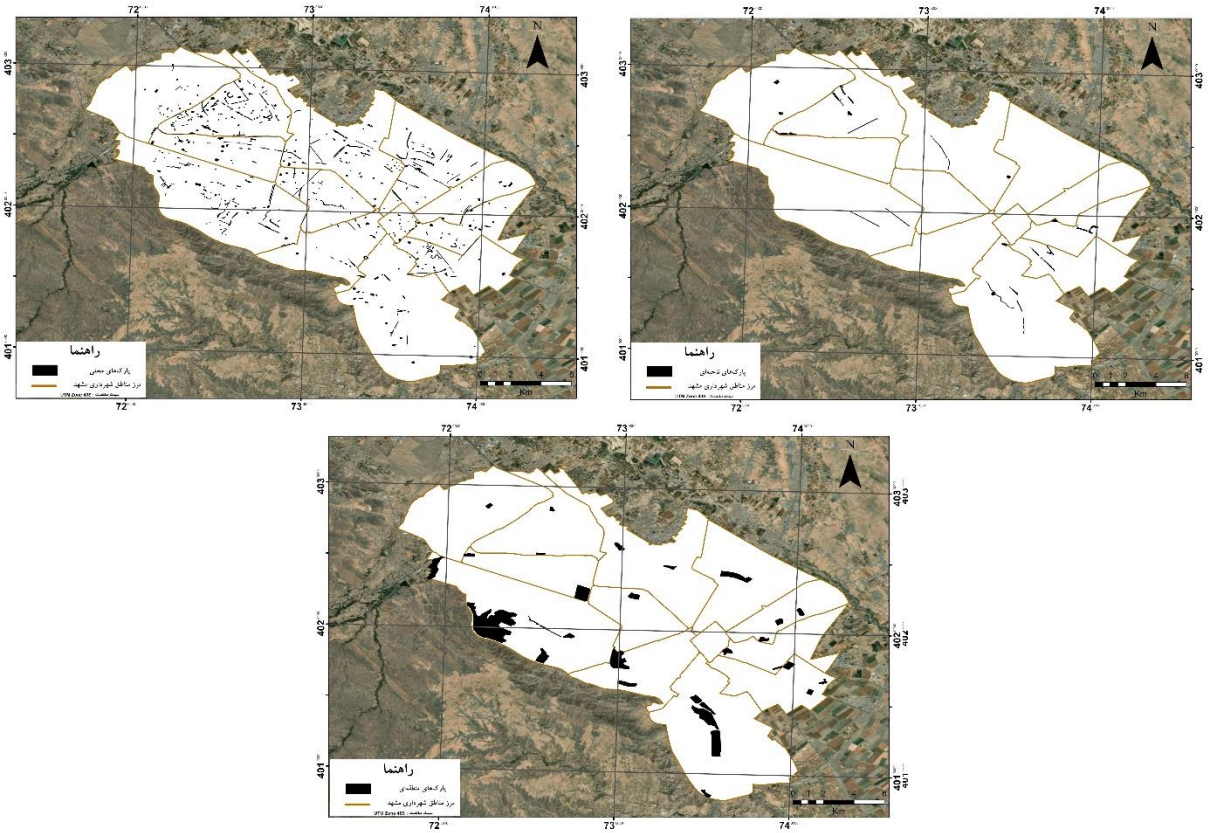
بررسی اندازهٔ سنجهٔ میانگین اندازهٔ لکه در مناطق مختلف مشهد برای پارک‌های محله‌ای نشان‌داد که منطقهٔ ثامن و منطقه سه به‌ترتیب کمترین و بیشترین میانگینِ اندازهٔ (مساحت) پارک‌ها را در خود جای‌داده‌اند. سنجهٔ درصد مساحت از سیمای سرزمین«PLAND» نشان داد که منطقهٔ ده دارای بیشترین و منطقهٔ دوازده دارای کمترین مقادیر برای این پارامتر هستند. این موضوع بدان معنا است که وسعت بیشتری از منطقهٔ ده شهرداری مشهد توسط پارک پوشیده شده است. آنالیزِ پارک‌های ناحیه‌ای مناطق سیزده‌گانه با کمک سنجه‌های سیمای سرزمین، با توجه به کلاسه‌بندی پارک‌ها مخدوم و همکاران (۱۳۹۰). مناطق یک، سه، چهار، هشت، یازده و ثامن فاقد کلاس پارک‌های ناحیه‌ای هستند. سنجهٔ میانگین اندازهٔ لکه برای این کلاس نشان‌داد که منطقهٔ ده دارای بالاترین مقدار در این پارامتر می‌باشد و نیز ۱/۱ درصد از منطقهٔ ده شهرداری مشهد توسط این کلاس از پارک‌ها پوشیده شده‌است که نسبت به سایر مناطق سیزده‌گانهٔ مشهد بالاتر است.

جدول ۴ – نتایج آنالیز سنجه‌ها برای هر کلاس از پارک‌های شهر مشهد

سنجه	MPS (هکتار)			NP (تعداد)			CA (هکتار)			PLAND (درصد)			PD (تعداد در ۱۰۰ هکتار)		
کد	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳
منطقه ۱	۰.۴۳	-	۸.۴۷	۴۱	-	۳	۱۷.۹۲	-	۱۹.۳۱	۱.۲۱	-	۱.۳	۲.۷۷	-	۳.۲۰
منطقه ۲	۰.۶۱	۳.۴۲	۱۳.۱	۷۸	۲	۲	۴۷.۹۶	۶.۸۴	۲۶.۲۱	۱.۳۶	۰.۱۹	۰.۷۴	۲.۲۱	۰.۰۵	۰.۰۶
منطقه ۳	۰.۸۹	-	۵۵.۶	۵۱	-	۱	۴۵.۴۰	-	۵۵.۶۲	۱.۶۶	-	۲.۰۳	۱.۸۶	-	۰.۰۴
منطقه ۴	۰.۸۵	-	۱۳.۴	۱۵	-	۳	۱۲.۸۸	-	۴۰.۳۴	۰.۹۶	-	۳.۰۱	۱.۱۲	-	۰.۲۲
منطقه ۵	۰.۶۶	۳.۸۱	۵.۲۰	۳۲	۳	۳	۲۱.۱۶	۱۱.۴۳	۲۰.۸۹	۱.۴۹	۰.۰۸	۱.۴۷	۲.۲۶	۰.۲۱	۰.۲۱
منطقه ۶	۰.۶۹	۳.۶۰	۱۰.۱	۴۰	۲	۳	۲۳.۷۱	۷.۲۰	۳۷.۶۷	۱.۳۹	۰.۴۲	۲.۲۲	۲.۳۵	۰.۱۱	۰.۱۸
منطقه ۷	۱.۰۱	۳.۵۸	۲۱.۱	۳۱	۵	۶	۳۱.۳۴	۱۷.۹۲	۲۳۲.۸۵	۰.۶۶	۰.۳۸	۴.۹۷	۰.۶۶	۰.۱۰	۰.۱۳
منطقه ۸	۰.۷۰	-	۵۹.۱	۲۲	-	۲	۱۵.۴۰	-	۱۱۸.۲۱	۰.۸۰	-	۶.۱۷	۱.۱۴	-	۰.۱۰
منطقه ۹	۰.۷۲	۳.۷۶	۱۲.۶	۸۵	۲	۷	۶۱.۹۱	۷.۵۲	۵۰۱.۲۰	۱.۳۹	۰.۱۶	۱۱.۲۶	۱.۹۱	۰.۰۴	۰.۱۶
منطقه ۱۰	۰.۷۰	۴.۲۸	۵.۳۱	۱۰۳	۶	۲	۷۲.۲۶	۲۵.۶۹	۱۰.۶۳	۳.۰۹	۱.۱۰	۰.۴۵	۴.۴۱	۰.۲۵	۰.۰۹
منطقه ۱۱	۰.۷۳	-	۴۰.۲	۴۰	-	۲	۲۹.۲۶	-	۸۰.۳۸	۱.۹۰	-	۵.۲۳	۲.۶	-	۰.۱۳
منطقه ۱۲	۰.۴۱	۲.۷۰	۴.۱۵	۲۸	۳	۲	۱۱.۵۶	۸.۱	۸.۳۱	۰.۳۸	۰.۲۶	۰.۲۷	۰.۹۲	۰.۰۹	۰.۰۷
منطقه ثامن	۰.۲۲	-	-	۲۵	-	-	۵.۶۴	-	-	۱.۵۸	-	-	۷.۰۱	-	-

(منبع: نویسندگان، ۱۴۰۳)

با توجه به دسته‌بندی پارک‌ها، منطقهٔ ثامن فاقد این کلاس از پارک‌ها است. منطقهٔ هشت با دو پارک و منطقهٔ سه با یک پارک، دارای مقادیر به‌ترتیب ۵۹/۱ و ۵۵/۶ هکتار سنجهٔ میانگین اندازهٔ لکه می‌باشند. همچنین منطقهٔ دوازده با دو پارک، دارای مقدار ۴/۱۵ برای سنجهٔ مذکور است. ۱۱/۲ درصد از مساحت منطقهٔ نه و ۰/۲۷ درصد از مساحت منطقهٔ دوازده، توسط این کلاس از پارک‌ها پوشیده شده‌است که به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقدار در بین مناطق سیزده‌گانهٔ شهر مشهد است.



شکل ۴ – پارک‌های ناحیه‌ای (بالا-راست)، پارک‌های محلی (بالا-چپ) و پارک‌های منطقه‌ای (پایین)

(منبع: نویسندگان، ۱۴۰۳)

بحث

یافته‌های مختلف حاصل از بررسی سنجه‌های سیمای سرزمین و تحلیل الگوهای مکانی لکه‌های پوشش گیاهی حاصل‌شده از تصاویر ماهواره‌ای و پارک‌ها در گسترهٔ مناطق سیزده‌گانهٔ شهرداری مشهد نشان‌دهندهٔ کاربرد کمی‌سازی ساختارهای مختلف موجود در مناطق شهری است. با توجه به این موضوع که صرفاً گزارش حداقل و حداکثر مقادیر یافت‌شده برای مناطق مختلف نمی‌تواند دید کاملی جهت تفسیر شرایط موجود ارائه دهد، لازم است به‌منظور تفسیری جامع به موقعیت نسبی هر منطقه نسبت به سایر مناطق نیز توجه نمود.

بنا بر نتایج تحقیق اخیر، تفسیر شاخص تنوع و یکنواختی شانون در کنار سنجه‌های تعداد لکه و تراکم لکه نشان‌داد که منطقهٔ ده شهرداری مشهد را می‌توان مناسب‌ترین منطقه در میان مناطق سیزده‌گانهٔ مشهد دانست؛ زیرا این منطقه دارای بیشترین تعداد و تراکم پارک در گسترهٔ منطقه است. این عامل نشان‌دهندهٔ سهولت دسترسی برای شهروندان می‌باشد. همچنین نتایج سنجه‌های تنوع و یکنواختی شانون نشان‌می‌دهد که پارک‌های این منطقه هم، دارای تنوع بالا و همچنین یکنواختی زیاد هستند؛ از سوی دیگر، تعداد لکه‌های فضای سبز در این منطقه، از سایر مناطق ۱۳گانهٔ مشهد بالاتر است. در مجموع می‌توان منطقهٔ ده شهرداری مشهد را نمونه‌ای موفق در ساخت و توسعهٔ مناطق سبز شهری دانست که در آن به عدالت مکانی و توزیع توجه شده است. در مقابل تحلیل نتایج برای مناطق هشت و نه شهرداری مشهد نمایان ساخت که تعداد کثیر پارک‌ها و مساحت زیاد آن‌ها، الزاماً نشانگر

مطلوبیت سیمای سرزمین نیست، چرا که در این مناطق بخش زیادی از مجموع مساحت پارک‌ها به‌دلیل وجود یک یا چند پارک بسیار بزرگ در منطقه می‌باشد. این امر به وضوح هم در نقشه‌ها و هم در سنجهٔ یکنواختی شانون مشخص شده‌است. به بیانی دیگر پایین‌بودن مقدار سنجهٔ یکنواختی شانون در این مناطق نشان‌دهندهٔ وجود پارکی به‌صورت چیره و با اختلاف وسعت فاحش نسبت به سایر پارک‌های این منطقه می‌باشد. از طرف دیگر نتایج سنجهٔ «PLAND» حاکی از کمبود شدید فضای سبز در منطقهٔ ۱۲ شهر مشهد است. این موضوع نشان‌دهندهٔ نیاز به توجه دوچندان مسئولان به امر احداث پارک‌ها در این منطقه است. نکتهٔ شایان توجه در بررسی وضعیت مکانی پارک‌ها این است که فراهم‌آوردن خدمات فضای سبز در گسترهٔ شهری، هنگامی صورت می‌گیرد که علاوه بر پراکندگی مناسب و منصفانه در تمامی مناطق شهری، دسترس‌پذیر بودن پارک‌ها نیز برای تمامی افراد شهر مدنظر قرار داده شود. این مهم جز با ملاحظات جامع و دخیل‌کردن متغیرهای مختلف، امکان‌پذیر نیست (مخدوم و همکاران، ۱۳۹۰؛۱۱)؛ از این‌رو اهمیت و تأثیر پراکنش مکانی پارک‌ها و دسترسی‌پذیری آن‌ها با صرف هزینه و زمان اندک از اهداف اصلی توسعه یعنی توسعهٔ عادلانه و عدالت اجتماعی است. بدین شکل که در مراکز خدمات‌رسانی شهری، تنها تعداد این مراکز اهمیت ندارد بلکه نحوهٔ توزیع آن‌ها در گسترهٔ شهر به‌صورتی که تمامی شهروندان بتوانند از آن‌ها بهره‌مند شوند، از اهمیت بیشتری برخوردار است (طهماسبی مقدم و همکاران، ۱۳۹۹؛۱۵). به‌طور مثال کمتر از ۱ درصد از منطقهٔ ۱۲ شهر مشهد با فضای سبز پوشیده شده‌است، در مقابل این مقدار برای منطقهٔ ۹ شهر مشهد، ۱۳ درصد است. این موضوع، لزوم بازنگری در سیاسیت احداث و توزیع مکانی پارک‌ها در این شهر را نشان‌می‌دهد. از طرف دیگر، مناطق شهری می‌توانند از نظر مجموع مساحت پارک‌ها در وضعیت مناسبی به سر برند اما از نظر سهولت دسترسی در وضعیت نامطلوب قرارگیرند، این موضوع به‌صورت خاص، در منطقهٔ ۷ شهرداری مشهد قابل مشاهده است؛ بدین‌صورت که میانگین نزدیک‌ترین فاصلهٔ پارک‌ها مقدار ۵۰۵ متر است که این عدد در منطقهٔ ثامن برابر با ۱۰۷ متر می‌باشد. اختلاف میان سطح دسترسی شهروندان، پراکنش مطلوب خدمات شهری و بهره‌گیری مناسب از فضاهای شهری برای مدیریت خدمات شهری، از مؤلفه‌های کلیدی برای دستیابی به عدالت مکانی در برنامه‌ریزی و مدیریت شهری است. پراکنش نامطلوب این خدمات در گسترهٔ شهر، باعث بروز معضلات عدیده‌ای همچون: آلودگی هوا، سختی دسترسی به خدمات شهری و نیز موجب ازدیاد سفرهای درون‌شهری شهرنشینان برای دسترسی به خدمات شهری می‌شود که در نهایت این شرایط زمینه‌ساز نامتوازن‌شدن جمعیت مناطق شهری خواهد شد؛ از این‌رو موقعیت مکانی و نحوهٔ ساماندهی آن، از کلیدی‌ترین مسائل در ساخت و توسعهٔ فضای سبز شهری محسوب می‌شود.

نتیجه‌گیری

برای بهبود عدالت مکانی در راستای توسعهٔ پایدار خدمات شهری مانند پارک‌ها و فضای سبز شهری، بنا بر نتایج تحقیق اخیر در مناطق سیزده‌گانهٔ شهر مشهد مقدس، پیشنهاد می‌گردد که نظر به عدم وجود پارک‌های ناحیه‌ای در مناطق یک، سه، چهار، هشت، یازده و ثامن و عدم وجود پارک منطقه‌ای در منطقهٔ ثامن، لزوم انجام مطالعات و اقدامات لازم، جهت توسعهٔ فضای سبز شهری در این مناطق، در اولویت برنامه‌ریزان شهری قرارگیرد. با آگاهی به این‌که حرم حضرت امام رضا(ع) در منطقهٔ ثامن قرار دارد و این منطقه با وجود زائرسراهای بسیار هرساله میزبان میلیون‌ها زائر از سراسر کشور و حتی دنیا می‌باشد، لازم است که توجه دو چندانی به تفرج و بهبود فضای سبز

شهری برای رفاه زائران و مجاوران - با توجه به وضعیت نه‌چندان مناسب این منطقه در انـواع سـنجه‌هـای سـیمای سرزمین – صورت‌گیرد. همچنین بنا بر نتایج، لزوم توجه بسیار بیشتر به منطقهٔ هفت شهرداری مشهد بـا توجـه بـه تراکم کم و فاصلهٔ زیاد میان هر پارک، به‌شدت احساس می‌شود.

منابع

حاتمی، مریم؛ ستوده، احد؛ مختاری، محمد حسین؛ کیانی، بهمن (۱۳۹۳). ارزیابی ترکیب و توزیع فضایی لکه‌های فضای سبز شهر مشهد با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین. ششمین کنفرانس برنامه ریزی و مدیریت شهری.

https://civilica.com/doc/349448 /

رزاقیان، فرزانه؛ آقاجانی، حسین (۱۴۰۲). تحلیلی بر کمبودها و توزیع فضایی بوستان‌های شهری مشهد. مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، دانشگاه حکیم سبزواری، دوره ۱۴، شماره ۵۴، صص ۱۳۵-۱۱۴.

https://civilica.com/doc/1749413/

طهماسبی مقدم، حسین؛ زنگنه، مهدی؛ حیدری، محمد تقی؛ ایمانی، محمد تقی (۱۳۹۹). تبیین الگوی توزیع فضایی پارک‌های درون‌شهری با رویکرد عدالت فضایی، منطقه مورد مطالعه: شهر سبزوار. فصلنامه علمی پژوهش های بوم شناسی شهری، دانشگاه پیام نور، دوره ۱۳، شماره ۴، صص۳۶-۱۹.

https://civilica.com/doc/1598861/

فکور، علی؛ شتابی جویباری، شعبان؛ میکائیلی، علی رضا؛ صالح نسب، ابوطالب (۱۳۹۵). وضعیت کمی فضای سبز درختی مشهد و بررسی امکان توسعه آن با روش GIS و WLS . مجله پژوهش های علوم و فناوری چوب و جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دوره ۲۳، شماره ۱، صص ۲۱۷-۱۹۵.

https://civilica.com/doc/953454/

قاسمی خوزانی، محمد؛ صرافی، مظفر؛ مؤمنی، مصطفی (۱۳۸۷). ساختار و کارکرد گردشگری مذهبی - فرهنگی و ضرورت مدیریت یکپارچه در کلان‌شهر مشهد، نشریه جغرافیا و توسعه، دانشگاه سیستان و بلوچستان، دوره ۶، شماره ۱۱، صص ۳۸-۱۳.

https://gdij.usb.ac.ir/article_1255.html

لیلا سلیمان نژاد؛ جهانگیر فقهی؛ مجید مخدوم؛ منوچهر نمیرانیان (۱۳۹۴). بررسی الگوی مکانی پارک‌ها در بیست و دو منطقه تهـران توسط سنجه‌های سیمای سرزمین، پژوهش های‌محیط‌زیست، انجمن‌ارزیابی محیط زیست ایران، دوره ۶، شماره ۱۲، صص ۱۳۴-۱۲۳.

https://civilica.com/doc/2059499/

References

André Botequilha-Leitão & Jack Ahern (2002). Applying Landscape Ecological Concepts and Metrics in Sustainable Landscape Planning. *Landscape and Urban Planning, 59*, 65-93.

https://doi.org/10.1016/S0169-2046(02)00005-1

Blanco, H., et al. (2009). Hot, congested, crowded, and diverse: Emerging research agendas in planning. *Progress in Planning, 71*(4), 153-205.

https://doi.org/10.1016/j.progress.2009.03.001

Cai, W., Zhao, S., Zhang, Z., Peng, F., & Xu, J. (2018). Comparison of different crop residue indices for estimating crop residue cover using field observation data. In *Proceedings of the 2018 7th International Conference on Agro-geoinformatics.*

https://doi.org/10.1109/Agro-Geoinformatics.2018.8476112

Changyue Hu, Wu Wu, Xuexia Zhou, Zhijie Wang (2023). Spatiotemporal Changes in Landscape Patterns in Karst Mountainous Regions Based on the Optimal Landscape Scale: A Case Study of Guiyang City in Guizhou Province, China. *Ecological Indicators, 150*, (2023).

https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110211

Chiesura, A. (2004). The Role of Urban Parks for the Sustainable City. *Landscape and Urban Planning, 68*(1), 129-138.

https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.08.003

Dahmann, N., et al. (2010). The active city? Disparities in provision of urban public recreation resources. *Health & Place, 16*(3), 431-445.

https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2009.11.005

Duranton, G., & Puga, D. (2014). The Growth of Cities. In P. Aghion & S. N. Durlauf (Eds.), *Handbook of Economic Growth, Volume 2*, 781-853. Elsevier.

https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53540-5.00005-7

eballos-Silva, A., & Lopez-Blanco, J. (2003). Delineation of Suitable Areas for Crops Using a Multi-Criteria Evaluation Approach and Land Use/Cover Mapping: A Case Study in Central Mexico. *Agricultural Systems, 77*, 117-136.

https://doi.org/10.1016/S0308-521X(02)00103-8

Farina, A. (2000). *Landscape Ecology in Action*. London: Kluwer Academic Publisher.

https://doi.org/10.1007/978-94-011-4082-9

Frohn, R. C., & Hao, Y. (2006). Landscape Metric Performance in Analyzing Two Decades of Deforestation in the Amazon Basin of Rondonia, Brazil. *Remote Sensing of Environment, 100*, 237-251.

https://doi.org/10.1016/j.rse.2005.10.026

Godben, G., Grafe, A., & James, W. (1992). The Benefits of Local Recreation and Park Services. College of Health and Human Development, Pennsylvania State University.

https://www.nrpa.org/contentassets/0bcf1f38edc14207a886f0eb07ed5609/the-benefits-of-local-recreation-and-park-services-1992-study.pdf

Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment, 202*, 18-27.

https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031

Hashim, H., Abd Latif, Z., & Adnan, N. A. (2019). Urban vegetation classification with NDVI threshold value method with very high resolution (VHR) Pleiades imagery. *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLII-4/W16*, 237-240.

http://dx.doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-4-W16-237-2019

Huang, S., Tang, L., Hupy, J. P., et al. (2021). A commentary review on the use of normalized difference vegetation index (NDVI) in the era of popular remote sensing. *J. For. Res. 32*, 1–6.

https://doi.org/10.1007/s11676-020-01155-1

Immitzer, M., Vuolo, F., & Atzberger, C. (2016). First Experience with Sentinel-2 Data for Crop and Tree Species Classifications in Central Europe. *Remote Sensing, 8*, 166.

https://doi.org/10.3390/rs8030166

Jridi, L., Kalaitzidis, C., & Alexakis, D. D. (2023). Quantitative Landscape Analysis Using Earth-Observation Data: An Example from Chania, Crete, Greece. *Land*, *12*(5), 999.

https://doi.org/10.3390/land12050999

Konijnendijk, C.C., Annerstedt, M., Nielsen, A.B., & Maruthaveeran, S. (2013). Benefits of Urban Parks: A systematic review.

https://worldurbanparks.org/images/Newsletters/IfpraBenefitsOfUrbanParks.pdf

Lu, J., Li, B., Li, H., & Al-Barakani, A. (2021). Expansion of city scale, traffic modes, traffic congestion, and air pollution. *Cities*, *108*, 102974.

https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102974

McGarigal, K., & Marks, B. (1995). *Fragstats: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure*. Reference Manual. For. Sci. Dep. Oregon State University, Corvallis, Oregon.

https://doi.org/10.2737/PNW-GTR-351

Novelli, A., Aguilar, M. A., Nemmaoui, A., Aguilar, F. J., & Tarantino, E. (2016). Performance Evaluation of Object-Based Greenhouse Detection from Sentinel-2 MSI and Landsat 8 OLI Data: A Case Study from Almería (Spain). *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, *52*, 403-411. https://doi.org/10.1016/j.jag.2016.07.011

Phan, T. N., Kuch, V., & Lehnert, L. W. (2020). Land Cover Classification using Google Earth Engine and Random Forest Classifier—The Role of Image Composition. *Remote Sensing*, *12*(15), 2411.

https://doi.org/10.3390/rs12152411

Su, Y., Guo, Q., Fry, D. L., Collins, B. M., Kelly, M., Flanagan, J. P., & Battles, J. J. (2016). A Vegetation Mapping Strategy for Conifer Forests by Combining Airborne LiDAR Data and Aerial Imagery. *Canadian Journal of Remote Sensing/Journal Canadien de Télédétection*, *42*(1), 1-15.

https://doi.org/10.1080/07038992.2016.1131114

Yu, Z., Wang, Y., Deng, J., Shen, Z., Wang, K., Zhu, J., & Gan, M. (2017). Dynamics of Hierarchical Urban Green Space Patches and Implications for Management Policy. *Sensors*, *17*(6), 1304.

https://doi.org/10.3390/s17061304