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

Modeling the Spatial Expansion of Urban Heat Islands in Rasht Metropolitan

Seyed Reza Azadeh [1]✉, Hossein Etemadi kia [2]

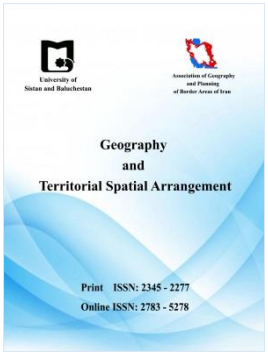
1. Assistant Professor, Department of Urban Planning, Faculty of Engineering, Lorestan University, Khorramabbad, Iran.
✉ E-mail: azadeh.r@lu.ac.ir
2. Undergraduate Students, Department of Urban Planning, factually of Art and Architecture, University of Guilan, Rasht, Iran.
E-mail: hosseinetemadikia@gmail.com

How to Cite: Azadeh, S. R & Etemadi kia, H. (2024). Modeling the Spatial Expansion of Urban Heat Islands in Rasht Metropolitan. *Geography and Territorial Spatial Arrangement*, 14 (50), 29-34.

DOI: http://dx.doi.org/ 10.22111/GAIJ.2024.47715.3176

Article type:
Research Article

Received:
17/01/2024
Accepted:
10/02/2024
Publisher online:
12/02/2024



Keywords:
Urban Heat Island, Spatial Analysis, Spatial Expansion, Rasht.

ABSTRACT

Today, in many countries of the world, environmental issues are very important for researchers. In this field, the spatial expansion of urban heat islands is one of the most important environmental issues. Urban heat islands are formed due to the growth of human activities and the dominance of artificial environments on the natural environments. The main purpose of this research was spatial analysis and identification of urban heat islands in Rasht metropolitan. In this regard, four main indicators (Density of land use, Green Infrastructure, Transportation, and Urban density) were selected. Environmental studies, Google Earth software, the master plan of Rasht, and the questionnaire method were used to collect information. The pairwise comparison method was used to investigate the relative weight of the indicators. For data analysis, the Arc Map software used spatial analysis tools such as point density, line density, kernel density, interpolation, Euclidean distance, and Zonal Statistic model. Results showed that the transportation index with a coefficient of 0.44 was more important than other indices in the formation of urban heat islands. The index of the land use density with a comparative weight of 0.341 was the second most important index. The indicators of urban density and natural infrastructure were the third and fourth most important indicators. According to the results obtained from the overlaying of the indicators, the center of urban heat islands was identified in Bagharabad, Chelekhane and Bazar neighborhoods. Spatial analysis showed that the spatial expansion of urban heat island is towards the western neighborhoods of Rasht such as Pirsera and Ziabri. According to the results of the research, in 26% of the Rasht area, the possibility of the formation of urban heat islands was high and very high. Also, in 48 percent of the neighborhoods of Rasht city, in other words, 26 out of 55 neighborhoods of the city the intensity of urban heat islands was high and very high. Therefore, managers and city officials must pay more attention to this issue in planning for the future of Rasht City and adopt policies that reduce the negative effects and consequences of this issue.

© the Author(s). **Publisher**: University of Sistan and Baluchestan

Extended Abstract

Introduction

Today, in many countries of the world, environmental issues are very important for researchers. In this field, the spatial expansion of urban heat islands is one of the most important environmental issues. Urban heat islands are formed due to the growth of human activities and the dominance of artificial environments on the natural environments (Kim and Brown, 2021). The urban heat island leads to air pollution and a decrease in the quality of human habitats (Mirzaei, 2015: 201). Rising temperatures cause premature deaths in cities (Basu and Samet, 2002; Doyon et al., 2008). The formation of urban heat islands has increased due to the expansion of human activities and the dominance of artificial environments over natural environments (Piracha & Chaudhary, 2022). Along with climate change and global warming, the increase in the temperature of the earth's surface in metropolises has turned into an environmental problem (Abolhassani et al., 2023). Iran is not exempt from this issue. Examining the issue of heat islands in metropolitan cities like Rasht, which experience high humidity and temperature in many months of the year, is more important. Therefore, this research was conducted to answer the following questions:

- What indicators in urban planning play a role in the formation of heat islands in Rasht metropolitan?
- Where are the centers of heat islands formed in Rasht metropolitan?
- Which neighborhoods in the Rasht metropolitan are facing the problem of heat islands?

Study Area

Rasht is a city in the Central District of Rasht County, Guilan province, in Iran. Rasht is the largest city on Iran's Caspian Sea coast. Due to being between the coast and the mountains, the local environment is rainy with humid subtropical and Mediterranean influences. It also has a temperate rainforest to its south, contrasting to the mostly arid Iran. It is a major trade center between Caucasia, Russia, and Iran using the port of Bandar-e Anzali. Rasht is also a major tourist center with the resort of Masouleh in the adjacent mountains and the beaches of Caspian as some of the major attractions. The city has a history that goes back to the 13th century but its modern history dates back to the Safavid era during which Rasht was a major silk trade center with numerous textile workshops. In 2015, this city joined the network of creative cities of the world as a creative gastronomy city under the supervision of UNESCO.

Material and Method

The main purpose of this research was spatial analysis and identification of urban heat islands in Rasht metropolitan. In this regard, four main indicators (Density of land use, Green Infrastructure, Transportation, and Urban density) were selected. Environmental studies, Google Earth software, the master plan of Rasht, and a questionnaire method were used to collect information. The pairwise comparison method was used to investigate the relative weight of the indicators. For data analysis, the Arc Map software used spatial analysis tools such as point density, line density, kernel density, interpolation, Euclidean distance, and Zonal Statistic model.

Result and Discussion

Results showed that the transportation index with a coefficient of 0.44 was more important than other indices in the formation of urban heat islands. The index of the land use density with a comparative weight of 0.341 was the second most important index. The indicators of urban density and natural infrastructure were the third and fourth most important indicators. According to the results obtained from the overlaying of the indicators, the center of urban heat islands was identified in Bagharabad, Chelekhane, and Bazar neighborhoods. Spatial analysis showed that the spatial expansion of urban heat island is towards the western neighborhoods of Rasht such as Pirsera and Ziabri. According to the results of the research, in 26% of the Rasht area, the possibility of the formation of urban heat islands was high and very high. Also, in 48 percent of the neighborhoods of Rasht city, in other words, 26 out of 55 neighborhoods of the city the intensity of urban heat islands was high and very high.

Conclusion

Heat islands are urbanized areas that experience higher temperatures than outlying areas. Structures such as buildings, roads, and other infrastructure absorb and re-emit the sun’s heat more than natural landscapes such as forests and water bodies. Urban areas, where these structures are highly concentrated and greenery is limited, become “islands” of higher temperatures relative to outlying areas. Therefore, urban planners, managers, and

city officials must pay more attention to this issue in planning for future metropolitans such as Rasht City and adopt policies that reduce the negative effects and consequences of this issue. Efforts to reduce heat islands can help mitigate climate change. In addition to lowering urban temperatures, heat island reduction strategies lessen electricity demand for air conditioning and thereby reduce the greenhouse gas emissions associated with electricity generation that contribute to climate change. Simultaneously, these measures can help communities become more resilient to climate change impacts. For example:

- Strategies such as planting shade trees or installing cool roofs can lower surface and air temperatures in cities, while reducing the amount of energy needed to cool buildings, resulting in improved reliability of the electric system, particularly during extreme weather events.
- Green roofs and some types of cool pavements can diminish heat islands, while also reducing stormwater runoff and limiting flooding risks during heavy rainstorms. In the same way, increasing the tree canopy helps protect against high winds, erosion, and flooding.

Smart growth can cool urban areas, while also decreasing dependence on fossil fuel-powered transportation and making it easier for people to get to cooling centers by increasing mobility and walkability and reducing urban sprawl.

Key words: Urban Heat Island, Spatial Analysis, Spatial Expansion, Rasht.

References

Akbari, H., & Kolokotsa, D. (2016). Three decades of urban heat islands and mitigation technologies research. Energy and buildings, 133, 834-842.

https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.09.067

Azimi, N., Zali, N., & Azadeh, S. R. (2016). Analysis of the Patterns of Physical Development of Iranian Cities According to Population, Natural and Physical Variables. Human Geography Research, 48(3), 461-473. *(In Persian)*

DOI: 10.22059/JHGR.2016.52187

Abolhassani, S. S., Joybari, M. M., Hosseini, M., Parsaee, M., & Eicker, U. (2023). A systematic methodological framework to study climate change impacts on heating and cooling demands of buildings. Journal of Building Engineering, 63, 105428.

https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.105428

Ashraf, B., Faridbhosseini, A., & Mianabadi, A. (2012). The Investigation of Mashhad's Heat Island Using Satellite Images and Applying Fractal Theory. Journal of Geography and Environmental Hazards, 1(1), 35-48. *(In Persian)*

DOI: 10.22067/GEO.V1I1.16521

Arvin (spanani), A. (2021). Investigation of Urban Thermal Island Based on Information of Urban Meteorological Stations. Geographical Planning of Space, 11(41), 81-94. (In Persian)

DOI: 10.30488/GPS.2020.229523.3238

Borhani, K., Goodarzi, S., & Esmaeili, S. (2020). Feasibility study on the implementation of adaptation and mitigation strategies in coping with urban heat islands (case study: Tehran metropolis). Human Geography Research, 52(1), 263-281. *(In Persian)*

DOI: 10.22059/JHGR.2018.263461.1007759

Basu, R., & Samet, J. M. (2002). Relation between elevated ambient temperature and mortality: a review of the epidemiologic evidence. Epidemiologic reviews, 24(2), 190-202.

https://doi.org/10.1093/epirev/mxf007

Doyon, B., Bélanger, D., & Gosselin, P. (2008). The potential impact of climate change on annual and seasonal mortality for three cities in Québec, Canada. International journal of health geographics, 7(1), 1-12.

https://doi.org/10.1186/1476-072X-7-23

Debbage, N., & Shepherd, J. M. (2015). The urban heat island effect and city contiguity. Computers, Environment and Urban Systems, 54, 181-194.

https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2015.08.002

Edward, N. & Liang, Ch., Yingna, W. & Chao, Y. (2012). A study on the cooling effects of greening in a high-density city: An experience from Hong Kong, Building and Environment 47, 256-271.

https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.07.014

Emmanuel, R., & Loconsole, A. (2015). Green infrastructure as an adaptation approach to tackling urban overheating in the Glasgow Clyde Valley Region, UK. Landscape and Urban Planning, 138, 71-86.

https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.02.012

Gunawardena, K. R., Wells, M. J., & Kershaw, T. (2017). Utilising green and bluespace to mitigate urban heat island intensity. Science of the Total Environment, 584, 1040-1055.

https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.158

Hui .Sam C.M. (2001) Low energy building design in high density urban cities, Renewable Energy 24, 627-640.

https://doi.org/10.1016/S0960-1481(01)00049-0

Hoseinisiahgoli, M., Amanpour, S., & Malaki, S. (2023). Future Study of the Role of Population Structures on Urban Land Use Changes in Ahvaz Metropolis. Geography and Territorial Spatial Arrangement, 13(49), 33-6. *(In Persian)*

DOI: 10.22111/GAIJ.2023.46211.3132

Hsu, A., Sheriff, G., Chakraborty, T., & Manya, D. (2021). Disproportionate exposure to urban heat island intensity across major US cities. Nature communications, 12(1), 1-11.

https://doi.org/10.1038/s41467-021-22799-5

Heaviside, C., Macintyre, H., & Vardoulakis, S. (2017). The urban heat island: implications for health in a changing environment. Current environmental health reports, 4(3), 296-305.

https://doi.org/10.1007/s40572-017-0150-3

He, B. J., Wang, J., Liu, H., & Ulpiani, G. (2021). Localized synergies between heat waves and urban heat islands: Implications on human thermal comfort and urban heat management. Environmental Research, 193, 110584.

https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110584

Km, S. W., & Brown, R. D. (2021). Urban heat island (UHI) intensity and magnitude estimations: A systematic literature review. Science of the Total Environment, 779, 146389.

DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.146389

Li, D., Liao, W., Rigden, A. J., Liu, X., Wang, D., Malyshev, S., & Shevliakova, E. (2019a). Urban heat island: Aerodynamics or imperviousness?. Science Advances, 5(4), eaau4299.

DOI: 10.1126/sciadv.aau4299

Li, X., Zhou, Y., Yu, S., Jia, G., Li, H., & Li, W. (2019b). Urban heat island impacts on building energy consumption: A review of approaches and findings. Energy, 174, 407-419.

https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.02.183

Levermore, G., Parkinson, J., Lee, K., Laycock, P., & Lindley, S. (2018). The increasing trend of the urban heat island intensity. Urban Climate, 24, 360-368. https://doi.org/10.1016/j.uclim.2017.02.004

Mirzaei, P. A. (2015). Recent challenges in modeling of urban heat islands. Sustainable cities and society, 19, 200-206.

https://doi.org/10.1016/j.scs.2015.04.001

Mallick, J. & Atiqur, R. & Chander, K. (2013) Modeling urban heat islands in heterogeneous land surface and its correlation with impervious surface area by using night-time ASTER satellite data in highly urbanizing city, Delhi-India, Advances in Space Research 52, 639–655.

https://doi.org/10.1016/j.asr.2013.04.025

Matthews, T., Lo, A. Y., & Byrne, J. A. (2015). Reconceptualizing green infrastructure for climate change adaptation: Barriers to adoption and drivers for uptake by spatial planners. Landscape and urban planning, 138, 155-163.

https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.02.010

Martilli, A., Krayenhoff, E. S., & Nazarian, N. (2020). Is the urban heat island intensity relevant for heat mitigation studies? Urban Climate, 31, 100541.

https://doi.org/10.1016/j.uclim.2019.100541

Menberg, K. & Peter, B. & Kai, Z. & Sven, R. & Philipp, B. (2013). Subsurface urban heat islands in German cities, Science of the Total Environment 442, 123-133.

https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.10.043

Nasehi, S., Yavari, A., & Salehi, E. (2022). The Investigation of the Relationship between Urban Morphology Changes and Land Surface Temperature for Urban Heat Island Management (A Case Study: Tehran). Geography and Environmental Sustainability, 12(3), 107-130. *(In Persian)*

DOI: 10.22126/GES.2022.7625.2517

Pouramin, K., Khatami, S. M., & Shamsodini, A. (2020). Effective Factors of Forming Urban Heat Islands; With an Emphasis on Urban Design Challenges and Features. Urban Design Discourse-a Review of Contemporary Litreatures and Theories, 1(1), 69-83. *(In Persian)*

http://udd.modares.ac.ir/article-40-35601-fa.html

Phelan, P. E., Kaloush, K., Miner, M., Golden, J., Phelan, B., Silva III, H., & Taylor, R. A. (2015). Urban heat island: mechanisms, implications, and possible remedies. Annual Review of Environment and Resources, 40, 285-307.

https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102014-021155

Piracha, A., & Chaudhary, M. T. (2022). Urban air pollution, urban heat island and human health: a review of the literature. Sustainability, 14(15), 9234.

https://doi.org/10.3390/su14159234

Rizwan, A. M., Dennis, L. Y., & Chunho, L. I. U. (2008). A review on the generation, determination and mitigation of Urban Heat Island. Journal of environmental sciences, 20(1), 120-128.

DOI: 10.1016/s1001-0742(08)60019-4

Radhi, H. & Fikr, F. & Sharples, S. (2013) Impacts of urbanisation on the thermal behaviour of new built up environments: A scoping study of the urban heat island in Bahrain, Landscape and Urban Planning, 113, 47– 61.

https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.01.013

Rajagopal, P., Priya, R. S., & Senthil, R. (2023). A review of recent developments in the impact of environmental measures on urban heat island. Sustainable Cities and Society, 88, 104279.

https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104279

Solecki, W. D., Rosenzweig, C., Parshall, L., Pope, G., Clark, M., Cox, J., & Wiencke, M. (2005). Mitigation of the heat island effect in urban New Jersey. Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards, 6(1), 39-49.

https://doi.org/10.1016/j.hazards.2004.12.002

Shamsipour, A., Mahdian Mahforouzi, M., Akhavan, H., & Hoseinpour, Z. (2013). An Analysis on Diurnal Actions of the Urban Heat Island of Tehran. Journal of Environmental Studies, 38(4), 45-56. *(In Persian)*

DOI: 10.22059/JES.2013.29862

Sadeghinia, A., Alijani, B., & Zeaieanfirouzabadi, P. (2013). Analysis of Spatial-Temporal Structure of the Urban Heat Island in Tehran through Remote Sensing and Geographical Information System. Journal of Geography and Environmental Hazards, 1(4), 1-17. (In Persian)

DOI: 10.22067/GEO.V1I4.16950

Tursilowati, L., Sumantyo, J. T. S., Kuze, H., & Adiningsih, E. S. (2012). The integrated wrf/urban modeling system and its application to monitoring urban heat island in Jakarta, Indonesia. Journal of Urban and Environmental Engineering, 6(1), 1-9.

DOI: 10.4090/juee.2012.v6n1.001009

Ulpiani, G. (2021). On the linkage between urban heat island and urban pollution island: Three-decade literature review towards a conceptual framework. Science of the total environment, 751, 141727.

https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141727

Yang, L., Qian, F., Song, D. X., & Zheng, K. J. (2016). Research on urban heat-island effect. Procedia engineering, 169, 11-18.

https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.10.002

Yousefi, Y., Kardel, F., Roradeh, H., & Mohtasebi Khalatbari, M. (2017). The effects of urbanization and Heat island over summer temperature variations in Babol. Physical Geography Research, 49(3), 491-501. (In Persian)

DOI: 10.22059/JPHGR.2017.213105.1006913

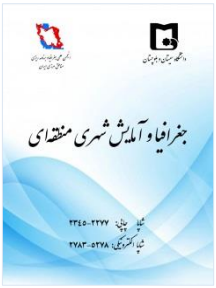
جغرافیا و آمایش شهری منطقه‌ای
شاپا چاپی: ۲۳۴۵-۲۲۷۷ شاپا الکترونیکی: ۲۷۸۳-۵۲۷۸
دانشگاه سیستان و بلوچستان

مدلسازی گسترش فضایی جزایرگرمایی شهری در کلان‌شهر رشت

سیدرضا آزاده [۱*]، حسین اعتمادی کیا [۲]

مقاله پژوهشی

جغرافیا و آمایش شهری–منطقه‌ای
بهار ۱۴۰۳، سال ۱۴، شمارهٔ ۵۰
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۲۷
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۱/۲۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۲۳
صفحات : ۵۴-۲۹



واژه‌های کلیدی:
جزیرهٔ گرمایی شهری، تحلیل فضایی، گسترش فضایی، رشت.

چکیده

امروزه در بسیاری از کشورهای دنیا، مسائل زیست‌محیطی اهمیت بالایی برای پژوهشگران دارد. در این زمینه گسترش فضایی جزایر حرارتی شهری یکی از مهم‌ترین مسائل زیست‌محیطی است. جزایر گرمایی شهری به‌دلیل گسترش فعالیت‌های انسانی و غلبهٔ محیط‌های مصنوعی بر محیط‌های طبیعی شکل می‌گیرند. هدف اصلی از انجام این پژوهش، تحلیل فضایی و شناسایی کانون‌های جزایر گرمایی شهری در کلان‌شهر رشت بود. تعداد چهار شاخص اصلی شامل تراکم کاربری‌ها، زیرساخت‌های سبز، حمل و نقل و تراکم شهری برای مطالعه انتخاب شد. برای گردآوری اطلاعات، از مطالعات میدانی، نرم‌افزار Google earth، طرح تفصیلی و پرسشنامه استفاده شد. برای بررسی وزن نسبی شاخص‌ها از روش مقایسهٔ زوجی استفاده شد. برای تجزیه‌وتحلیل اطلاعات، از ابزارهای تحلیل فضایی و مدل Zonal Statistic در نرم‌افزار Arc Map استفاده شد. نتایج نشان داد، شاخص حمل و نقل با ضریب ۰/۴۴ نسبت‌به سایر شاخص‌ها از اهمیت بیشتری در زمینهٔ شکل‌گیری جزایر گرمایی شهری برخوردار بود. شاخص تراکم کاربری‌ها با وزن نسبی ۰/۳۴۱ در رتبهٔ دوم قرار گرفت. شاخص‌های تراکم شهری و همچنین زیرساخت‌های طبیعی به‌ترتیب در رتبهٔ سوم و چهارم قرار گرفتند. براساس نتایج به‌دست‌آمده از همپوشانی شاخص‌ها، کانون جزایر گرمایی شهری در کلان‌شهر رشت، در محلات باقرآباد، چله‌خانه و محلهٔ بازار شناسایی شد. تحلیل‌های فضایی نشان داد که روند گسترش فضایی جزایر گرمایی به سمت محلات غربی شهر مانند پیرسرا و ضیابری است. مطابق با نتایج پژوهش، در ۲۶ درصد از محدودهٔ قانونی شهر رشت، احتمال شکل‌گیری جزایر گرمایی شهری، بالا و بسیار بالا بود. همچنین ۴۸ درصد از محلات شهر رشت یعنی، ۲۶ محله از ۵۵ محلهٔ شهر، با شدت بالا و بسیار بالای جزایر گرمایی شهری مواجه بودند؛ ازاین‌رو ضرورت دارد تا مدیران و مسئولان شهری، در برنامه‌ریزی برای آیندهٔ شهر رشت، به این مسئله توجه بیشتری داشته باشند و سیاست‌هایی در پیش بگیرند که کاهش اثرات و پیامدهای منفی این مسئله را به همراه داشته باشد.

مقدمه

در قرن بیستم و به‌خصوص بعد از سال‌های ۱۹۵۰، جمعیت دنیا به‌شدت افزایش یافته و این افزایش جمعیت بیشتر متوجه نقاط شهری شده است (Azimi et al., 2016) و انتظار می‌رود تا سال ۲۰۵۰، بیش از ۶۶ درصد جمعیت دنیا در شهرها زندگی کنند (Gunawardena et al., 2017: 1041). شهرنشینی، به‌مثابهٔ توسعهٔ اقتصادی و شکوفایی جامعه است، اما در کوتاه‌مدت و بلندمدت نیز پیامدها و اثرات منفی‌ای در شهرها ایجاد می‌کند. در واقع شهرنشینی و گسترش بی‌رویهٔ جمعیت باعث فشار و بار اضافی بر محیط می‌شود (حسینی سیاه‌گلی و همکاران، ۱۴۰۲: ۴۰) ایجاد جزایر گرمایی شهری (UHI) یکی از این مسائل است؛ به بیان دیگر آنکه علاوه‌بر چالش‌های اقتصادی، مدیریتی و اجتماعی مرتبط با شهرهای درحال‌رشد، یک شرایط جدید آب و هوایی گرم‌تر

۱- استادیار گروه مهندسی شهرسازی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران (نویسنده مسئول) azadeh.r@lu.ac.ir
۲- دانشجوی کارشناسی گروه مهندسی شهرسازی، دانشکده معماری و هنر، دانشگاه گیلان، رشت، ایران hosseinetemadikia@gmail.com

معروف به جزیرۀ گرمایی شهری درحال شکل‌گیری است (Rajagopal et al., 2023).

شدت جزایر گرمایی شهری به‌دلیل تغییرات آب و هوایی جهانی و تغییر در ساختار فضاهای شهری در حال افـزایش بوده و خسارات ناشی از مسئله نیز در حال رشد اسـت (Kim and Brown, 2021). تخمـین زده مـی‌شـود کـه سـه میلیارد نفر در مناطق شهری جهان به‌طور مستقیم در معرض مشکلات و پیامدهای جزیرۀ گرمـایی شـهری هسـتند که در آیندۀ نزدیک به میزان قابل‌توجهی افزایش خواهد یافت (Rizwan et al., 2008: 120). جزیرۀ گرمایی شهری، آلودگی هوا و کاهش کیفیت زیستگاه‌های انسانی را به دنبال دارد (Mirzaei, 2015: 201). هم‌افزایـی موضـعی بـین امواج گرما و جزایر گرمایی شهری، از طریق افزایش دمای شهرها، پیامدهای منفی بر زندگی شهرنشـینان دارد (He et al., 2021). افزایش دما باعث مرگ‌ومیر زودرس در شـهرها مـی‌شـود (Basu and Samet, 2002; Doyon et al., 2008). قرارگرفتن در معرض گرما همچنین با چنـدین پیامـد بهداشـتی غیرکشـنده ازجملـه گرمـازدگی، کـم‌آبـی، ازدست‌دادن بهره‌وری کار و کاهش یادگیری همراه است (Hsu et al., 2021: 1). یکی از اثـرات منفـی و قابـل‌توجـه جزیرۀ گرمایی شهری، تأثیر این موضوع بر مصرف انرژی در ساختمان‌هاست. بـه بیـان دیگـر آنکـه جزیـرۀ حرارتـی شهری می‌تواند با افزایش تقاضای سرمایش فضا تأثیرات قابـل‌تـوجهی بـر مصـرف انـرژی سـاختمان داشـته باشـد. مطالعه‌ای که توسط لی و همکاران در سال ۲۰۱۹ انجام شد، نشان داد که در مناطق مرکزی شهرها، UHI می‌توانـد منجر به افزایش متوسط ۱۹ درصدی در مصرف انرژی خنک‌کننده و کاهش متوسط ۱۸/۷ درصدی در مصرف انرژی گرمایشی شود (Li et al., 2019a: 407). تشکیل جزایر گرمایی شهری که به‌دلیل گسـترش فعالیـت‌هـای انسـانی و غلبۀ محیط‌های مصنوعی بر محـیط‌هـای طبیعـی افـزایش یافتـه اسـت (Piracha & Chaudhary, 2022) در کنـار تغییرات اقلیمی و گرم‌شدن کرۀ زمین (Abolhassani et al., 2023) افزایش دمای سطح زمین در کلان‌شهرها را بـه یک معضل زیست‌محیطی تبدیل کرده است.

کشور ایران نیز از این مسئله مستثنی نیست. بررسی مسئلۀ جزیرۀ گرمایی در کـلان‌شـهرهایی ماننـد رشـت کـه در بسیاری از ماه‌های سال رطوبت و دمای بالایی را تجربه می‌کنند، از اهمیت بیشتری برخـوردار اسـت. شـهر رشـت ۵ منطقۀ شهری دارد. مسائلی همچون ریزدانگی و فشردگی قطعات و بالابودن تراکم جمعیـت و تـراکم سـاختمانی در مناطق شهر رشت، مسئلۀ ترافیک و کمبود حمل‌ونقل عمومی، پایین‌بودن فضای سبز و پوشـش گیـاهی در منـاطق، سهم بالای فعالیت‌های اداری و تجاری در نقاط مختلـف شـهر، وضـعیت نابسـامان رودخانـه‌هـای شـهری، احتمـال شکل‌گیری جزایر گرمایی در این کلان‌شهر را افزایش می‌دهد. هم‌افزایی اثرات جزیرۀ گرمایی شهر در کنار رطوبت و دمای بالای شهر موجب افزایش بیش از اندازۀ دما در بسیاری از ماه‌های سال می‌شود. شناسـایی ایـن جزایـر باعـث می‌شود تا مدیریت شهری اقدامات مؤثری در محلات شهری برای کاهش اثرات منفی جزایر گرمـایی شـهری انجـام دهد؛ بنابراین ضرورت دارد تا محلاتی که از این موضـوع بیشـتر تأثیرپـذیر هسـتند، شناسـایی شـود؛ بنـابراین ایـن پژوهش در راستای پاسخ به سؤالات زیر انجام شده است:

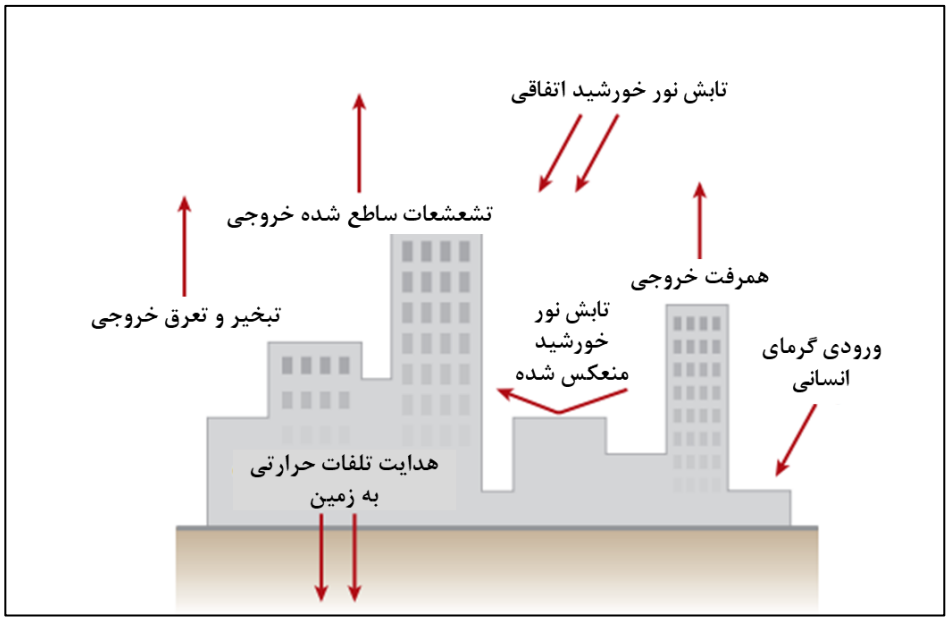
- چه شاخص‌هایی در برنامه‌ریزی شهری، در شکل‌گیری جزایر گرمایی کلان‌شهر رشت نقش دارند؟
- کانون‌های جزایر گرمایی در کلان‌شهر رشت در کجاها شکل می‌گیرند؟

کدام محلات در کلان‌شهر رشت بیشتر با مسئلۀ جزایر گرمایی شهر مواجه هستند؟

مبانی نظری

جزیرۀ گرمایی شهری مظهر تغییرات شدید در الگوهای سکونت انسانی، استفاده از انرژی، حمل‌ونقل، صنعت و فشار بر منابع طبیعی ناشی از شهرنشینی سریع و رشد جمعیت است (Ulpiani, 2021: 2). مطابق با تعریف اوکه (۱۹۹۸)، تفاوت در درجه حرارت سطح هوا بین مرکز شهر و مناطق پیرامونی شهر به‌عنوان شدت جزیرۀ گرمایی شهری شناخته می‌شود (Menberg et al., 2013: 443). با این تعریف، واژۀ جزیرۀ حرارتی برای نخستین‌بار حدود یک قرن قبل و در سال ۱۸۳۳ توسط هاوارد مطرح شد. پس از آن پژوهش‌های متعددی در شهرهای بزرگ و صنعتی جهان انجام گرفت که نتایج آن‌ها بیانگر این است که شهرنشینی موجب ایجاد تغییرات قابل‌ملاحظه‌ای بر پارامترهای هواشناسی و ویژگی‌های سطح زمین شده است و به‌تبع آن تغییرات زیادی در وضع هوا و اقلیم محلی به‌وجود آورده است (اشرف و همکاران، ۱۳۹۱: ۳۶).

مکانیسم جزیرۀ گرمایی شهری به زبان ساده، بدین صورت است که مواد ساخته‌شده توسط انسان مانند بتن و روسازی، حرارت بیشتری ذخیره می‌کنند. همچنین گرمای دفع‌شده توسط تهویۀ مطبوع و سایر منابع انسانی، اثرات مستقیم بر افزایش دمای مناطق درونی شهری نسبت‌به حومه دارند (Phelan et al., 2015: 287). این درحالی است که زمین‌های بکر و پوشش گیاهی، انرژی کمتری را ذخیره می‌کنند و همچنین نور خورشید را کمتر منعکس می‌کنند.

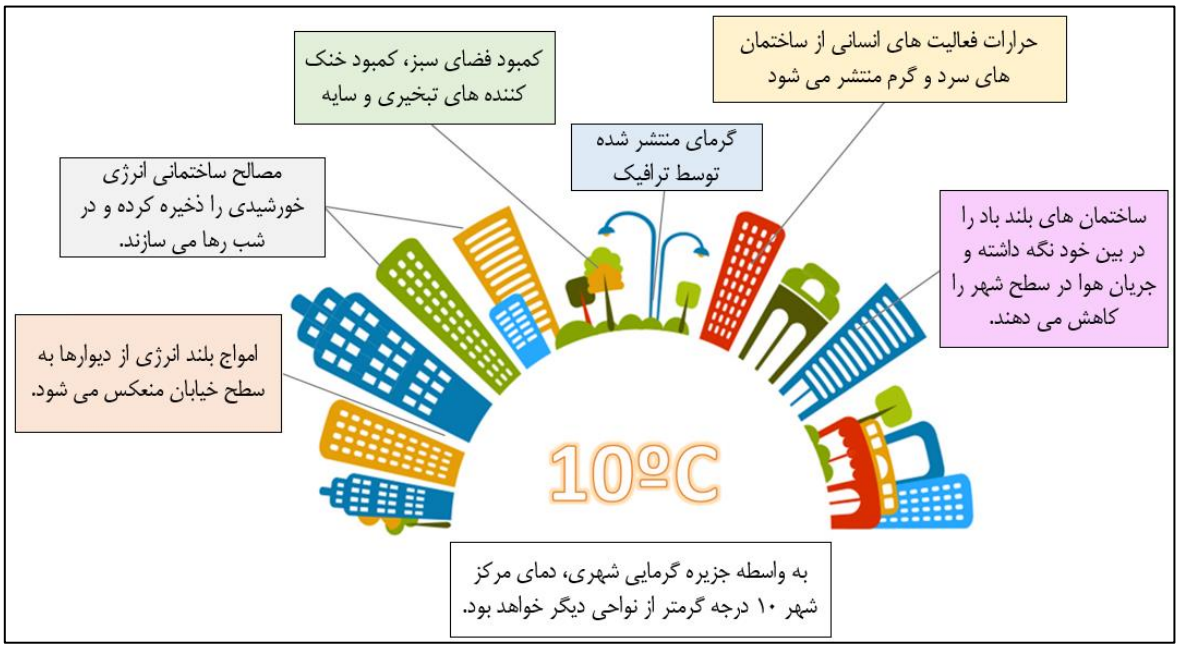


شکل ۱: جریان انرژی مربوط به جزایر گرمایی شهری

منبع: (Phelan et al., 2015)

در زمینۀ عوامل مؤثر بر شکل‌گیری جزیرۀ گرمایی شهری، عوامل مختلفی عنوان شده است. ساختمان، بتون، آسفالت و فعالیت‌های صنعتی منجر به پیدایش جزیرۀ حرارتی شهری می‌شود. جایگزین‌شدن پوشش طبیعی زمین با سنگ‌فرش، ساختمان، بتن، آسفالت و سایر ساخت‌وسازهای شهری اثرات خنک‌کنندگی سطوح طبیعی را از بین می‌برند. همچنین ساختمان‌های بلند و خیابان‌های باریک جریان هوا را کاهش داده و هوای پیرامون را گرم

می‌کنند؛ علاوه‌برآن حرارات وسایل نقلیه، کارخانه‌ها و وسایل تهویه، گرمای محیط را افزایش داده و اثرات جزیرۀ گرمایی را تشدید می‌کنند. (صادقی‌نیا و همکاران، ۱۳۹۱: ۲). از دیگر دلایل تشدید جزیرۀ گرمایی، می‌توان به افزایش گرمای انسان‌ساخت آزادشده (مانند سوخت‌های فسیلی)، تغییر در پوشش سطح اراضی (مانند ازبین‌بردن پوشش گیاهی، استفاده از مصالح غیرقابل‌نفوذ مثل آسفالت و بتن)، هندسۀ شهری (ایجاد ساختمان‌های بلند که منجر به سکون هوا یا کاهش سرعت باد شده و درنتیجه هوای سرد به داخل شهر کمتر ورود پیدا می‌کند)، افزایش مساحت شهر و... اشاره کرد. در کنار فرایند جذب پرتو فرابنفش و گسیل پرتو فروسرخ، سقف ساختمان‌ها و خیابان‌ها و سطوح تیره‌رنگ شهری، گرما را جذب کرده و با طول موج بالا به هوا گسیل می‌دارند، گرمای گسیل‌شده، دمای منطقۀ مسکونی را تا حدود ۲ تا ۱۵ درجۀ سانتی‌گراد افزایش می‌دهد و سبب تشدید پدیدۀ جزیرۀ گرمایی می‌شوند. اثر جزیرۀ گرمایی شهری یک فاکتور بسیار مهم برای مدیریت کیفیت هوا و بهداشت عمومی در شهرنشینی است (Solecki et al., 2005: 42).



شکل ۲. عوامل اصلی تشکیل جزیرۀ گرمایی شهری

منبع: (نویسندگان، ۱۴۰۲)

براساس تجربیات جهانی، راهبردهای متفاوتی برای مقابله با جزیرۀ گرمایی شهری مطرح شده است. در این زمینه یکی از مهم‌ترین راهبردها، توسعۀ زیرساخت‌های سبز در شهرهاست. در این چارچوب، شبکه‌های به‌هم‌پیوستۀ برنامه‌ریزی‌شده از فضاهای سبز که مزایای اکولوژیک، اجتماعی و اقتصادی را ارائه می‌کنند و تاب‌آوری آب‌وهوایی شهرها را ایجاد می‌کنند، در گفتمان برنامه‌ریزی شهری، به‌عنوان «زیرساخت سبز» نامیده می‌شوند (Matthews and Byrne, 2015: 157). توسعۀ شهری کم‌تراکم و طراحی ساختمان‌هایی با انرژی کم، استراتژی پیاده‌رو سرد و توسعۀ فضاهای سبز و آبی نیز از سایر راهبردهاست. در جدول ۱، مهم‌ترین راهبردها توسط نویسندگان جمع‌آوری شده است.

جدول ۱: راهبردهای کاهش اثرات جزیرهٔ گرمایی شهری مبتنی بر تجربیات جهانی

راهبرد	تشریح راهبرد	مأخذ	مطالعهٔ موردی
ساختمان‌هایی با انرژی کم	– منظور حداقل رساندن تقاضا برای انرژی و بهینه‌سازی عرضهٔ انرژی؛ – فرم شهری جمع‌وجور با منطقه‌بندی عمودی ازطریق خوشه‌های شهری چندسطحی و چندمنظوره؛ – ملاحظات آب‌وهوایی؛ – حداکثر رساندن تولید گیاهان با راندمان بالا؛ – آموزش مردم و آگاهی‌دادن.	Hui, 2001	هنگ‌کنگ
پیاده‌رو سرد و خنک	روسازی‌های سرد برای کاهش درجه حرارت؛ استفاده از مصالح مناسب برای سنگ‌فرش معابر؛	Akbari and Kolokotsa, 2016	-
توسعهٔ فضاهای سبز و آبی	افزایش سرانهٔ فضای سبز شهری؛ افزایش تعداد درختان و گیاهان در سطح شهر و مناطق با ترافیک و ازدحام بالا؛ بهینه‌سازی منظر شهری، ساخت بام سبز؛ توسعهٔ بام‌های سبز؛ توسعهٔ کریدورهای سبز شهری؛ فضاهای سبز مجاور ساختمان‌ها؛ خنک‌سازی فضاهای شهری ازطریق طراحی فضاهای آبی؛	Tursilowati et al., 2012	جاکارتا و اندونزی
		Mallick et al., 2013	دهلی نو
		Radhi et al., 2013	بحرین
		Phelan et al., 2015	-
		Yang et al., 2016	بوژو (چین)
		Gunawardena et al., 2017	-
تقویت زیرساخت‌های طبیعی	ساماندهی رودخانه‌های شهری؛ گسترش کشاورزی شهری و پارک‌های جنگلی؛ افزایش قابلیت تبخیر آب و بازتاب گرما در فضاهای شهری؛ تلفیق محیط مصنوعی و انسان‌ساخت با فضاهای طبیعی؛	Edward et al., 2012	هنگ‌کنگ
		Li et al.,2019b	-
توسعه شهری کم تراکم	توسعهٔ افقی شهر؛ توسعهٔ مرزها و نواحی پیرامونی شهرها؛	Debbage and Shepherd, 2015	۵۰ شهر پرجمعیت ایالات متحدهٔ آمریکا

منبع: (نویسندگان، ۱۴۰۲)

پیشینهٔ تحقیق

در رابطه با موضوع جزیرهٔ گرمایی شهری، تاکنون پژوهش‌هایی در داخل و خارج از کشور انجام شده است که در ادامه به برخی از مهم‌ترین پژوهش‌ها اشاره می‌شود. شمسی‌پور و همکاران (۱۳۹۱) به واکاوی رفتار روزانهٔ جزیرهٔ گرمایی شهر تهران پرداختند. نتایج واکاوی داده‌های ایستگاهی و خروجی مدل نشان می‌دهد که با وجود رسیدن باد به حد آستانهٔ محاسبه‌شده، شدت جزیرهٔ گرمایی همواره مثبت است. به‌علاوه سرعت و جهت باد بیشترین نقش را در الگوی فضایی و شدت جزیرهٔ گرمایی دارد و میان الگوهای فشار با جزیرهٔ گرمایی ارتباط خوبی وجود ندارد. یوسفی و همکاران (۱۳۹۶) به بررسی پدیدهٔ جزیرهٔ حرارتی و اثر آن بر تغییرپذیری روزبه‌روز دمای تابستان شهر بابل پرداختند. نتایج نشان می‌دهد جزیرهٔ حرارتی ایجادشده در بابل در تغییرپذیری روزبه‌روز دمای آن مؤثر است. در شهرهای متوسط می‌توان اثر جزیرهٔ حرارتی بر دما و رطوبت را دید و فضای سبز در کاهش دمای بابل نقش مهمی دارد. پورامین و همکاران (۱۳۹۹) به شناسایی عوامل مؤثر بر شکل‌گیری جزایر حرارتی شهری، با تأکید بر ویژگی‌ها و چالش‌های طراحی شهری پرداختند. نتایج نشان داد جزیرهٔ حرارتی شهری تحت‌تأثیر دو گونه از عوامل

اقلیمی (تابش خورشید، سرعت و جهت شدت باد، پوشش ابری و...) و عوامل مربوط به ساخت شهر (کاربری زمین، میزان تراکم شهری، نوع مصالح مصرفی در سطح بیرونی ساختمان‌ها و خیابان‌ها، فرم و هندسهٔ شهر و نوع حمل‌ونقل) تشکیل می‌شوند. برهانی و همکاران (۱۳۹۹) امکان‌سنجی بهره‌گیری از استراتژی‌های سازگاری و کاهش اثر در مقابله با جزایر گرمایی شهری (مطالعهٔ موردی: کلان شهر تهران) را مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق نشان داد که استراتژی‌های کاهش اثر (شامل تغییر رنگ پشت‌بام‌ها و جداره‌های شهری به رنگ‌هایی با انعکاس بیشتر و...) نسبت‌به استراتژی‌های سازگاری (شامل آموزش شهروندان با هدف وفق با دماهای بیشتر، ترویج و آموزش شهروندان در زمینهٔ صرفه‌جویی در مصرف برق و گاز و بهره‌گیری از روش‌های جلب مشارکت شهروندان) از قابلیت اجرایی بالاتری برخوردار هستند. آروین اسپنانی (۱۴۰۰) به بررسی جزیرهٔ حرارتی شهر مبتنی بر اطلاعات ایستگاه‌های هواشناسی شهری پرداخت. بررسی رژیم شبانه‌روزی دما در سطوح شهری و غیرشهری نشان داد که دمای شهر در شب‌هنگام به‌دلیل تراکم بیشتر آلاینده‌های شهری ناشی از دمای کمتر شب و وارونگی‌های دمایی به‌خصوص در فصل سرد، بالاتر از محیط پیرامونی است. در حالی که در روزهنگام به‌دلیل انعکاس بیشتر سطوح شهری، دمای سطح شهر از محیط پیرامون کمتر است. به این ترتیب جزیرهٔ حرارتی از نظر فصلی در فصل سرد و از نظر تغییرات شبانه‌روزی در شب‌هنگام بروز می‌کند. ناصحی و همکاران (۱۴۰۱) به بررسی ارتباط بین تغییرات مورفولوژی شهری با دمای سطح زمین به‌منظور مدیریت جزیرهٔ حرارتی شهری (مطالعهٔ موردی: شهر تهران) پرداختند. نتایج نشان داد که ساختمان‌های کوتاه‌مرتبهٔ متراکم نسبت‌به ساختمان‌های بلندمرتبه و ساختمان‌های میان‌مرتبهٔ متراکم، دمای بالاتری دارند. به‌طورکلی اختلاف حداقل و حداکثر دما در منطقهٔ موردمطالعه نشان‌دهندهٔ تأثیر قابل‌توجه فرم شهری بر دماست.

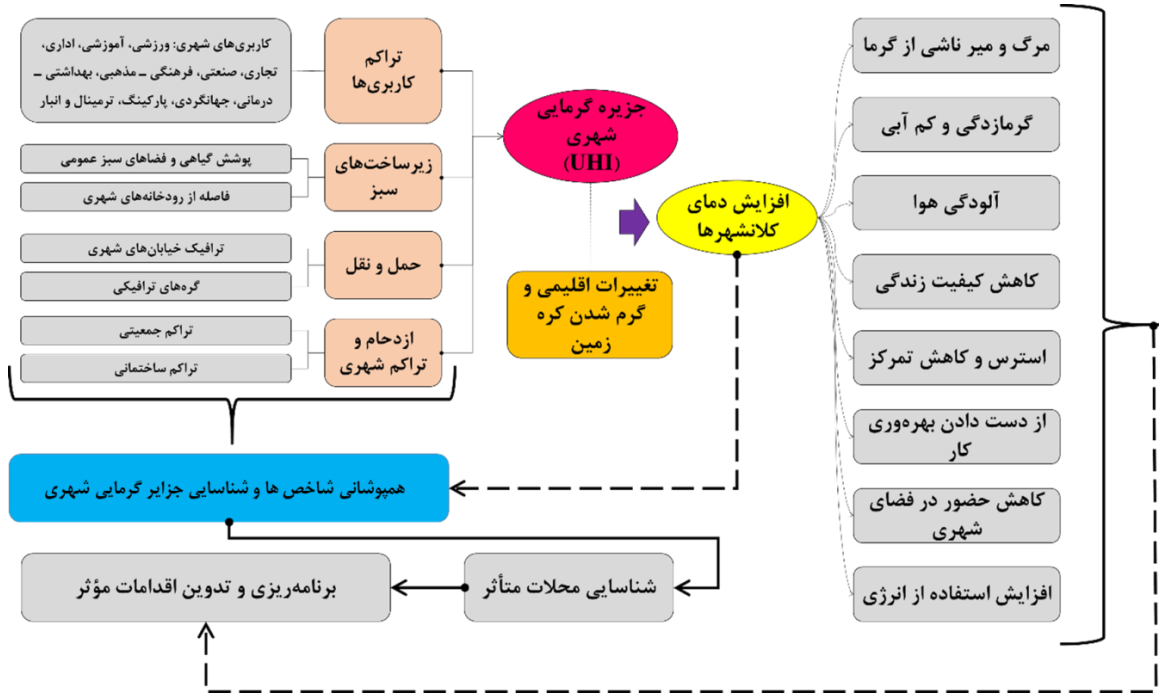
نتایج تحقیقات ریزوان[1] و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد که گرمای بازتابش‌شده توسط سازه‌های شهری مهم‌ترین نقش را در ایجاد جزیرهٔ گرمایی شهری ایفا می‌کند که این موضوع باید با جزئیات مورد بررسی قرار گیرد. همچنین نتیجه‌گیری شد که تحقیقات آتی باید بر پارامترهای طراحی و برنامه‌ریزی برای کاهش اثرات جزیرهٔ گرمایی شهری و درنهایت زندگی در محیطی بهتر متمرکز شود. فلان[2] و همکاران (۲۰۱۵) این موضوع را بیان کردند که در مناطق شهری با افزایش تراکم ساختمانی و مداخلات، انرژی بیشتری جذب و ذخیره شده که باعث شکل‌گیری پدیدهٔ گرمایی می‌شود. مطابق با نتایج پژوهش مذکور، تأثیر مستقیم این پدیده می‌تواند هم بر دمای روز و هم شب قابل‌توجه باشد و تأثیرات غیرمستقیم آن شامل بدترشدن کیفیت آب و هوا و کاهش طول عمر می‌شود. در پایان، پژوهشگران، استراتژی سقف‌های سرد را پیشنهاد دادند. امانوئل[3] و لاکونسول[4] (۲۰۱۵) در بررسی شهر گلاسکو به این موضوع دست یافتند که افزایش فضای سبز تا ۲۰ درصد بالاتر از سطح فعلی، می‌تواند بین یک‌سوم تا ۵۰ درصد از اثرات UHI را در سال ۲۰۵۰ از بین ببرد. یانگ[5] و همکاران (۲۰۱۶) این موضوع را بیان کردند که جزیرهٔ گرمایی شهری (UHI) نوعی پدیدهٔ انباشت گرما در محدودهٔ شهری به‌دلیل ساخت‌وساز شهری و فعالیت‌های انسانی است. نتایج پژوهش مذکور نشان داد که ازطریق بهبود بهره‌وری انرژی، بهینه‌سازی منظر شهری، ساخت بام سبز، استفاده از مواد با بازتاب بالا و افزایش فضای سبز و پوشش گیاهی، اثرات UHI می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی کاهش یابد.

1 Rizwan
2 Phelan
3 Emmanuel
4 Loconsole
5 Yang

هیوایزید[1] و همکاران (۲۰۱۷) به این نتیجه رسیدند که مهم‌ترین اثرات و پیامدهای جزیرۀ گرمایی شهری، سلامتی انسان را تهدید می‌کند که این موضوع در فصول گرم سال بسیار شدیدتر می‌شود. لورمور[2] و همکاران (۲۰۱۸) موضوع شدت جزیرۀ گرمایی را در شهر منچستر بررسی کردند. نتایج نشان داد که طی سال‌های اخیر پدیده جزیرۀ گرمایی شهری، در شهر مورد مطالعه روند افزایشی داشته و تا پایان قرن می‌تواند ۲/۴ کلوین به میانگین دمای سالانۀ شهری اضافه کند و همچنین تغییرات اقلیمی را به همراه داشته باشد. همچنین نتایج نشان داد که شهر منچستر طی ۹ سال اخیر با کاهش شدید فضاهای سبز شهری مواجه بوده که باعث تشدید مسئلۀ UHI شده است. نتایج تحقیقات لی[3] و همکارن (۲۰۱۹) نشان داد که جزیرۀ گرمایی شهری در اثر تغییر کارایی و افزایش فعالیت‌های انسانی در مناطق شهری ایجاد می‌شود و استراتژی‌های افزایش قابلیت تبخیر مانند زیرساخت‌های سبز، راه‌های مؤثری برای کاهش گرمای شهری هستند. مارتیلی[4] و همکاران (۲۰۲۰) به این موضوع دست یافتند که جزیرۀ گرمایی شهری اغلب برای توصیف گرمای اضافی مرتبط با مناطق شهری استفاده شده و به‌عنوان یک پدیدۀ منفی در نظر گرفته می‌شود که نیاز به کاهش دارد؛ اما در این پژوهش، نویسندگان برخلاف بسیاری از پژوهش‌ها، بر موضوع خنک‌سازی شهرها تمرکز کردند.

ارزیابی پیشینۀ پژوهش نشان داد که تاکنون پژوهش‌های گوناگونی در زمینۀ جزیرۀ گرمایی شهری در داخل و خارج از کشور انجام شده است. عمدتاً پژوهش‌ها به شناسایی عوامل شکل‌گیری و اثرات و پیامدهای این موضوع با استفاده از داده‌های هواشناسی و روش‌های عددی پرداخته‌اند. نوآوری پژوهش حاضر نسبت‌به سایر پژوهش‌ها، تحلیل فضایی و شناسایی جزایر گرمایی شهری در مناطق شهری مبتنی بر شاخص‌های برنامه‌ریزی شهری است. از سوی دیگر پیمایش محیطی برای تشکیل پایگاه داده‌های مکانی و همچنین استفاده از ابزارهای متنوع و به‌روز در محیط نرم‌افزار Arc Gis که در روش پژوهش تشریح خواهد شد، از دیگر نقاط متمایز پژوهش حاضر است. در این راستا مدل مفهومی مطابق با شکل ۳، ترسیم شده است. براساس مدل مفهومی ترسیم‌شده، در پژوهش حاضر چهار شاخص اصلی به‌عنوان مبنا برای شناسایی جزایر گرمایی در کلان‌شهر رشت انتخاب شده است.

1 Heaviside
2 Levermore
3 Li
4 Martilli



شکل ۳. مدل مفهومی پژوهش

منبع: (نویسندگان، ۱۴۰۲)

روش تحقیق

هدف اصلی از انجام این پژوهش، تحلیل فضایی و شناسایی کانون‌های تشکیل جزایر گرمایی شهری در کلان‌شهر رشت است. در این راستا، روش انجام پژوهش توصیفی-تحلیلی انتخاب شد. با توجه به هدف پژوهش و مطالعاتی که در پیشینهٔ پژوهش انجام شد، چهار شاخص اصلی شامل تراکم کاربری‌ها، زیرساخت‌های سبز، حمل‌ونقل و تراکم برای تحلیل فضایی انتخاب شد. جدول ۲، شاخص‌ها، زیرشاخص‌ها و همچنین روش گردآوری اطلاعات و ابزار تجزیه‌وتحلیل اطلاعات در نرم‌افزار Arc Map را نشان می‌دهد.

جدول ۲. روش گردآوری اطلاعات و ابزار تجزیه‌وتحلیل اطلاعات در نرم‌افزار ARC GIS

شاخص	زیرشاخص	روش گردآوری اطلاعات	ابزار تحلیل فضایی
تراکم کاربری‌ها	کاربری‌های شهری: (آموزشی، اداری-انتظامی، تجاری، صنعتی، بهداشتی-درمانی، تفریحی و گردشگری، تأسیسات و تجهیزات)	مطالعات میدانی و برداشت کالبدی، طرح تفصیلی شهر رشت	Point Density
زیرساخت‌های طبیعی	اراضی منابع ملی	طرح تفصیلی شهر رشت	Euclidian Distance
	رودخانه‌های شهری	Google earth	Georeferencing and Euclidian Distance
	باغات	طرح تفصیلی شهر رشت	Euclidian Distance
	مرداب و تالاب	طرح تفصیلی شهر رشت	Euclidian Distance
	پارک و بوستان	مطالعات میدانی و برداشت کالبدی	Euclidian Distance
حمل‌ونقل	حجم ترافیک خیابان‌ها و معابر شهری	Goggle earth و مطالعات میدانی برای برداشت حجم ترافیک	Line Density
	گره‌های ترافیکی	Goggle earth و مطالعات میدانی برای برداشت حجم ترافیک	Point Density

شاخص	زیرشاخص	روش گردآوری اطلاعات	ابزار تحلیل فضایی
	انبار	طرح تفصیلی شهر رشت	Point Density
	پارکینگ	طرح تفصیلی شهر رشت	Point Density
	پایانه	طرح تفصیلی شهر رشت	Point Density
تراکم و ازدحام شهری	تراکم جمعیتی	سرشماری و اطلاعات بلوک‌های آماری	Kernel Density
	تراکم ساختمانی	طرح تفصیلی (تعداد طبقات) و نقشهٔ پایه برای محاسبهٔ ضریب سطح اشغال	Interpolation (IDW)

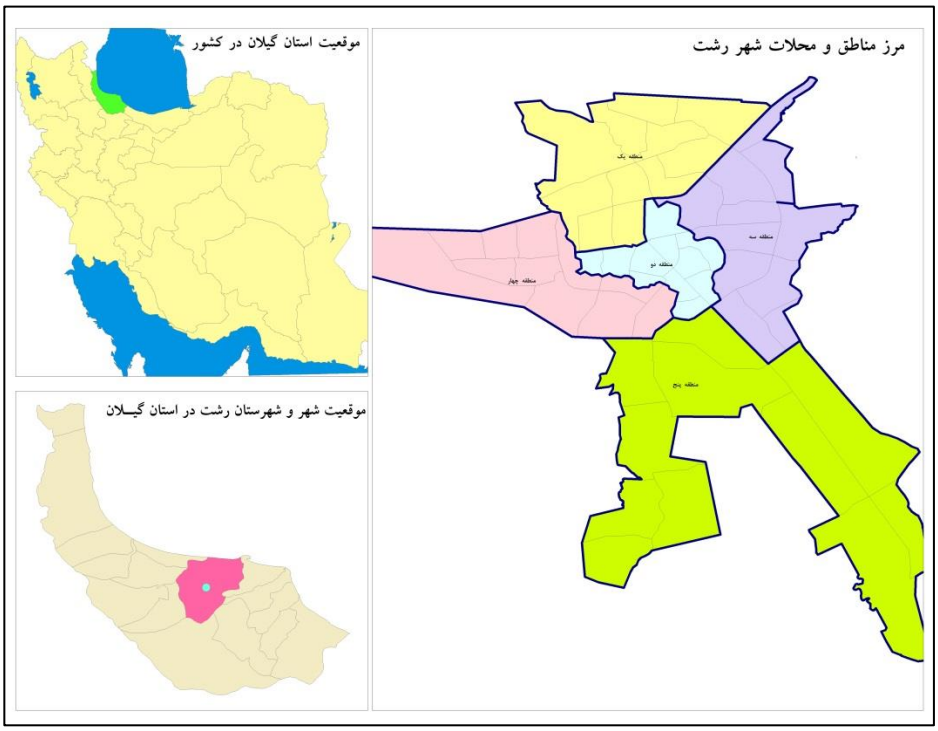
منبع: (نویسندگان، ۱۴۰۲)

مطابق با جدول مذکور، برای گردآوری اطلاعات از روش‌های متنوعی چون مطالعات میدانی و برداشت کالبدی، نرم‌افزار Google earth و طرح تفصیلی استفاده شد. برای همپوشانی نقشه‌ها و تحلیل فضایی، وزن نسبی شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها با استفاده از روش مقایسهٔ زوجی و همچنین پرسشنامهٔ کارشناسان برآورد شد. در این فرایند ۲۵ نفر از استادان و نخبگانی که در زمینهٔ موضوع مورد مطالعه، تجربیات کافی داشتند، در تکمیل پرسشنامه‌ها همکاری کردند. برای تجزیه‌وتحلیل اطلاعات و تولید نقشه‌های مورد نظر از فاصلهٔ اقلیدسی و انواع ابزارهای تراکم فضایی استفاده شد. هفت زیرشاخص شامل انواع کاربری‌های شهری از شاخص اصلی تراکم کاربری‌ها، پنج زیرشاخص حجم ترافیک خیابان‌ها و معابر شهری، گره‌های ترافیکی، انبار، پارکینگ و پایانه از شاخص اصلی حمل‌ونقل و درنهایت دو زیرشاخص تراکم جمعیتی و تراکم ساختمانی از شاخص اصلی تراکم و ازدحام شهری باعث افزایش جزایر گرمایی شهری و پنج زیرشاخص اراضی منابع ملی، رودخانه‌های شهری، باغات، مرداب و تالاب و پارک بوستان از شاخص اصلی زیرساخت طبیعی باعث کاهش جزایر گرمایی می‌شوند. با توجه به نکتهٔ مذکور و همچنین با استفاده از ابزارهایی که در جدول اشاره شده است، برای هر کدام از زیرشاخص‌ها نقشهٔ رستر تهیه شد. درادامه نقشه‌های تولیدشده برای هر زیرشاخص، استانداردسازی شد. در گام بعد، وزن نسبی و اهمیت هر کدام از زیرشاخص‌ها در تشکیل جزایر گرمایی شهری با استفاده از روش مقایسهٔ زوجی و پرسشنامهٔ کارشناسان تعیین شد. درنهایت با استفاده از روش روی‌هم‌قرارگیری وزنی (Weighted Overlay) به همپوشانی نقشه‌ها و شناسایی جزایر گرمایی شهری اقدام شد.

قلمرو مکانی پژوهش

شهر رشت در موقعیت جغرافیایی ۴۹ درجه و ۳۶ دقیقهٔ طول شرقی و ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه عرض شمالی یکی از کلان‌شهرهای ایران در شمال این کشور، مرکز استان گیلان و مرکز شهرستان رشت واقع در بخش مرکزی این شهرستان است و مادر شهر استان گیلان و بخش‌هایی از استان‌های همجوار محسوب می‌شود. شهرهای سنگر، کوچصفهان و خمام هم‌اکنون هم‌مرز مناطق شهری رشت هستند. آب‌وهوای رشت ازجمله آب‌وهوای معتدل کاسپین و شبه‌مدیترانه‌ای است که دارای تابستان‌های گرم و شرجی و زمستان‌های سرد و مرطوب است. همچنین شهر رشت دارای رتبهٔ اول میزان بارش مراکز استان‌های ایران است. از این سو به شهر باران معروف است. این کلان‌شهر با مساحت ۱۸۰ کیلومتر مربع و با تراکم جمعیتی ۴۱۴ نفر بر کیلومتر مربع بزرگ ترین و پرجمعیت ترین شهر شمال ایران در بین سه استان حاشیهٔ دریای خزر (گیلان، مازندران و گلستان)، بزرگترین و پرجمعیت‌ترین شهر گیلک‌نشین استان گیلان و بزرگ‌ترین سکونتگاه سواحل جنوبی دریای کاسپین محسوب می‌شود. شهر رشت

دارای پنج منطقهٔ شهرداری بوده و مطابق با آخرین تقسیمات دارای ۵۵ محله است. جمعیت شـهر مـذکور براسـاس آخرین آمار رسمی در سال ۱۳۹۵ برابر با ۶۷۹۹۹۵ نفر گزارش شده است.



شکل ۴. موقعیت مکانی محدودهٔ مورد مطالعه

منبع: (نویسندگان، ۱۴۰۲)

یافته‌ها

در این پژوهش ۴ شاخص اصلی برای شناسایی جزایر گرمایی شهری در کلان‌شهر رشت مورد بررسـی قـرار گرفـت. اولین شاخص الگو و تراکم کاربری‌های شهری بود. در این زمینه براساس آخرین طرح تفصیلی شـهر مـورد مطالعـه، هفت نوع از کـاربری‌هـا شـامل تجـاری، تأسیسـات و تجهیـزات، تفریحـی و گردشـگری، صـنعتی، اداری-انتظـامی، بهداشتی-درمانی و آموزشی مورد بررسی قرار گرفتند. برای این بررسی ابتدا موقعیت کاربری‌های مـذکور بـه شـکل فایل نقطه‌ای در محدودهٔ شهر رشت شناسایی شد. سپس با استفاده از ابزار Point Density در محیط نرم‌افـزار Arc map، تراکم هریک از کاربری‌ها در قالب نقشه‌های رستر تهیه شد. در ادامه برای همپوشانی کاربری‌ها بـا اسـتفاده از روش مقایسهٔ زوجی، ضریب اهمیت زیرشاخص‌ها با توجه به اهمیتی که در تشـکیل جزایـر گرمـایی شـهری دارنـد، تعیین شد. نتایج بررسی وزن نسبی زیرشاخص‌ها نشان داد که کاربری صنعتی با ضریب نسبی ۰/۴۳۴ نسبت‌به سایر کاربری‌ها در شکل‌گیری جزایر گرمایی شهری اهمیت بیشتری دارد. کاربری‌های تجاری و تأسیسات و تجهیزات نیـز به‌ترتیب با وزن نسبی ۰/۱۸۸ و ۰/۱۰۷ در رتبه‌های دوم و سوم قرار گرفتند. نتایج بررسی پهنه‌های جزایـر گرمـایی شهر براساس تراکم کاربری‌ها در کلان‌شهر رشت حـاکی از آن اسـت کـه ایـن مسـئله بیشـتر در محـلات درونـی و بافت‌های میانی شهر مانند محلات باقرآباد، چله‌خانه، محله بازار، محلات پیرامون خیابان سعدی و معلّـم در منطقـهٔ یک مشاهده شد. در سطح دوم بافت‌های میانی شهر و درواقع برخی از محلات شرقی و غربی مانند محلهٔ حمیـدیان با مسئلهٔ جزایر گرمایی شهری، مواجه هستند.

دومین شاخص مورد مطالعه در این پژوهش برای بررسی پهنه‌های جزایر گرمایی شهری در کلان‌شهر رشت، حمل‌ونقل بود. در این راستا پنج زیرشاخص شامل حجم ترافیک خیابان‌ها و معابر اصلی شهر، گره‌های ترافیکی، انبار، پارکینگ و پایانه‌ها و ایستگاه‌های مسافربری بررسی شدند. در این زمینه خیابان‌ها و شریان‌های اصلی شهر و همچنین گره‌های ترافیکی پس از شناسایی، براساس حجم ترافیکی که داشتند، در پنج سطح رتبه‌بندی شدند. موقعیت مکانی انبار، پارکینگ و پایانه‌های مسافربری نیز براساس طرح تفصیلی شهر مورد مطالعه، بررسی شد. برای تحلیل فضایی و پهنه‌بندی شهر براساس زیرشاخص‌های مذکور از دو ابزار Point Density و Line Density استفاده شد. برای همپوشانی پنج زیرشاخص مورد نظر نیز با استفاده از روش مقایسهٔ زوجی، ضریب اهمیت هرکدام از زیرشاخص‌ها محاسبه شد. نتایج نشان داد که زیرشاخص حجم ترافیک خیابان‌ها و شریان‌های اصلی با وزن نسبی ۰/۳۶۸ بیشترین اهمیت را در شکل‌دهی به جزایر گرمایی شهری داشت. شاخص گره‌های ترافیکی نیز با وزن نسبی ۰/۲۸۱ در رتبهٔ دوم قرار گرفت. نتایج پهنه‌بندی و همپوشانی زیرشاخص‌های حمل‌ونقل نشان داد که همچون شاخص کاربری اراضی، احتمال شکل‌گیری جزایر گرمایی و حرارتی در محلات درونی و بافت‌های تاریخی شهر نسبت‌به سایر نواحی بیشتر است. در رابطه با شاخص حمل‌ونقل، محلات بیشتری نسبت‌به شاخص کاربری اراضی با این مسئله مواجه بودند. مطابق با نقشه‌های به‌دست‌آمده، محلات رودبارتان، ساغریسازان، بازار، باقرآباد، چله‌خانه، محلهٔ پارک شهر، حمیدیان، محلاتی که در ورودی شهر قرار دارند، مانند محلهٔ باهنر و محلات پیرامون میدان گیل و ترمینال اصلی شهر در لکه‌های قرمز رنگ و با شدت بسیار بالا قرار داشتند. در سطح میانی می‌توان به برخی از محلات در منطقهٔ یک و شمال شهر که از محلات شهرک گلسار و تازه‌تأسیس شهر هستند، اشاره کرد. احتمال شکل‌گیری جزایر حرارتی در سایر نواحی نسبتاً کم و بسیار کم بود.

یکی دیگر از شاخص‌هایی که در شکل‌گیری جزایر حرارتی و گرمایی شهر رشت تأثیر دارند، تراکم و ازدحام شهری بود. در این رابطه دو زیرشاخص تراکم جمعیتی و تراکم ساختمانی بررسی شد. برای تراکم جمعیتی، کاربری‌های مسکونی شناسایی شدند. سپس جمعیت ساکن در هر پارسل مسکونی براساس آمار جمعیتی شهرداری رشت، برآورد و تراکم جمعیتی هر پارسل محاسبه و سپس به لایهٔ نقطه‌ای تبدیل شد. درنهایت برای تحلیل فضایی شاخص تراکم جمعیتی از ابزار Kernel Density استفاده شد. برای محاسبهٔ شاخص تراکم ساختمانی، ابتدا سطح اشغال برای پارسل‌ها و قطعات ساختمانی شهر محاسبه و سپس این سطح اشغال در تعداد طبقات هر ساختمان ضرب شد. درمجموع با استفاده از روش درون‌یابی ((Interpolation (IDW به پیش‌بینی و تهیهٔ نقشهٔ رستر تراکم ساختمانی اقدام شد. با مقایسهٔ زوجی دو زیرشاخص مذکور مشخص شد که زیرشاخص تراکم ساختمانی با ضریب نسبی ۰/۷۵ نسبت‌به زیرشاخص تراکم جمعیتی از تأثیرگذاری و اهمیت بالاتری برخوردار است. همپوشانی نقشه‌ها و تحلیل‌های فضایی نشان داد که سه محله در شرق شهر مورد مطالعه یعنی محلات دیانتی، پردیسان و شالکو و همچنین دو محلهٔ حمیدیان و سلیمان‌داراب در غرب شهر رشت، تراکم ساختمانی و جمعیتی بالایی داشته و این موضوع احتمال شکل‌گیری جزایر گرمایی را در این محلات بالا می‌برد. شدت جزایر گرمایی شهری در سایر محلات که در متن شهر قرار دارند، در حالت نسبی و متوسط بود.

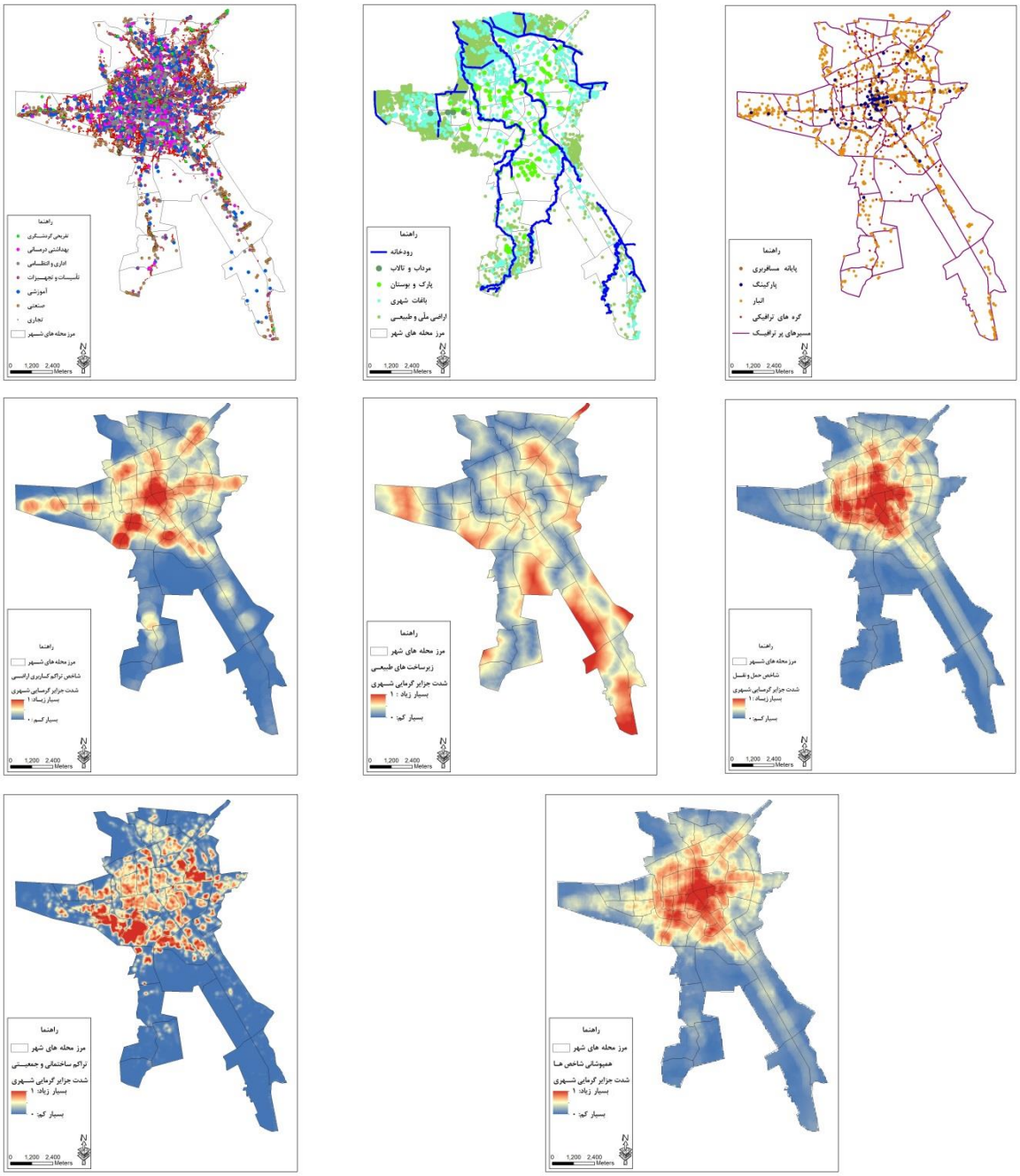
چهارمین و آخرین شاخصی که در این پژوهش بررسی شد، زیرساخت‌های طبیعی بود. این شاخص بر خلاف سه شاخص قبلی، در زمینهٔ شکل‌گیری جزایر گرمایی حالت بازدارنده داشته و هرچه تراکم زیرساخت‌های طبیعی بیشتر بوده و فاصلهٔ محلات شهری از این زیرساخت‌ها کمتر باشد، احتمال شکل‌گیری جزایر گرمایی شهر، کمتر می‌شود.

برای بررسی این شاخص، پنج زیرشاخص شامل پارک و بوستان، باغات شهری، مرداب و تالاب، اراضی و منابع طبیعی و همچین رودخانه‌های شهر انتخاب شدند. همان‌گونه که اشاره شد، فاصله از این زیرساخت‌های طبیعی باعث شکل‌گیری جزایر گرمایی خواهد شد؛ ازاین‌رو برای تحلیل‌های فضایی و تهیهٔ نقشهٔ رستر برای هر زیرشاخص، از ابزار فاصلهٔ اقلیدسی (Euclidian Distance) استفاده شد. نتایج وزن‌دهی زیرشاخص‌های زیرساخت طبیعی نشان داد که در موضوع جزایر گرمایی شهری، زیرشاخص رودخانه‌های شهری با وزن نسبی ۰/۴۱۰ بیشترین اهمیت را دارد. در رتبهٔ دوم و سوم زیرشاخص‌های اراضی و منابع ملّی و باغات شهری به‌ترتیب با وزن نسبی ۰/۲۰۸ و ۰/۱۸۲ قرار گرفتند. نتایج تحلیل‌های فضایی و همپوشانی نقشه‌ها در بخش زیرساخت‌های طبیعی نشان داد که محلات شمال شهر و درواقع محدودهٔ شهرک گلسار کمترین فاصله را از زیرساخت‌های طبیعی دارند که احتمال شکل‌گیری جزایر گرمایی شهری را در این منطقه بسیار کاهش می‌دهد. شدت جزایر گرمایی شهری در محلاتی مانند چمران، کسبخ، رودبارتان در ناحیهٔ شرقی و محلاتی مانند پاسکیاب در غرب شهر، با توجه به فاصلهٔ کمی که تا رودخانه‌های شهری دارند، بسیار پایین است. از سوی دیگر با توجه به فاصله از مجموعه زیرساخت‌های طبیعی، شدت جزایر گرمایی شهری، در محلاتی‌مانند سیمکو،مسکن مهر،کوی‌بهشت و محله‌صف سر در حاشیهٔ‌غربی شهر، بسیار بالاست.
تا این بخش از یافته‌های پژوهش، کانون‌ها و پهنه‌های جزایر گرمایی شهری براساس هریک از شاخص‌های چهارگانه تحلیل شد. در ادامه برای همپوشانی نقشه‌های مرتبط با چهار شاخص اصلی، ابتدا وزن نسبی هریک از شاخص‌های اصلی پژوهش با استفاده از روش مقایسهٔ زوجی محاسبه شد. نتایج در این زمینه نشان داد که شاخص حمل‌ونقل با ضریب ۰/۴۴ نسبت‌به سایر شاخص‌ها از اهمیت بیشتری در زمینهٔ شکل‌گیری جزایر گرمایی شهری برخوردار است. شاخص تراکم کاربری‌ها با وزن نسبی ۰/۳۴۱ در رتبهٔ دوم قرار گرفت. شاخص‌های تراکم و ازدحام شهری و همچنین زیرساخت‌های طبیعی به‌ترتیب با وزن نسبی ۰/۱۴۳ و ۰/۰۷۶ در رتبهٔ سوم و چهارم قرار گرفتند. مطابق با نتایج به‌دست‌آمده از همپوشانی شاخص‌ها، بیشترین احتمال شکل‌گیری جزایر گرمایی شهری به محلات موجود در منطقهٔ دو شهرداری رشت که درواقع بافت مرکزی شهر هستند، اختصاص دارد. بعد از بافت درونی، لکه‌ها پهنه‌های قرمز رنگ عمدتاً در بافت میانی و غربی شهر رشت مشاهده می‌شود که نشان می‌دهد گسترش جزایر گرمایی شهری در آینده به سمت نواحی غربی خواهد بود. شکل ۵، نقشه‌های مرتبط با هر شاخص را نشان می‌دهد.

جدول ۳. وزن نسبی شاخص‌ها و زیرشاخص‌های پژوهش

شاخص	زیرشاخص	وزن نسبی زیرشاخص	شاخص	زیرشاخص	وزن نسبی زیرشاخص
تراکم کاربری‌ها (۰/۳۴۱)	بهداشتی-درمانی	۰/۰۸۸	زیرساخت طبیعی (۰/۰۷۶)	اراضی و منابع ملی	۰/۲۰۸
	آموزشی	۰/۰۷۲		رودخانه‌های شهری	۰/۴۱۰
	تجاری	۰/۱۸۸		باغات	۰/۱۸۲
	صنعتی	۰/۴۳۷		مرداب و تالاب	۰/۰۶۰
	اداری-انتظامی	۰/۰۵۹		پارک و بوستان	۰/۱۴۰
	تفریحی و گردشگری	۰/۰۴۹	حمل و نقل (۰/۴۴۰)	حجم ترافیک خیابان‌ها و معابر شهری	۰/۳۶۸
	تأسیسات و تجهیزات	۰/۱۰۷		گره‌های ترافیکی	۰/۲۸۱
تراکم و ازدحام شهری (۰/۱۴۳)	تراکم جمعیتی	۰/۲۵		انبار	۰/۰۷۶
	تراکم ساختمانی	۰/۷۵		پارکینگ	۰/۱۱۳
				پایانه	۰/۱۶۱

منبع: (نویسندگان، ۱۴۰۲)



شکل ۵. تحلیل فضایی جزایر گرمایی شهری در کلان‌شهر رشت براساس شاخص‌های پژوهش

منبع: (نویسندگان، ۱۴۰۲)

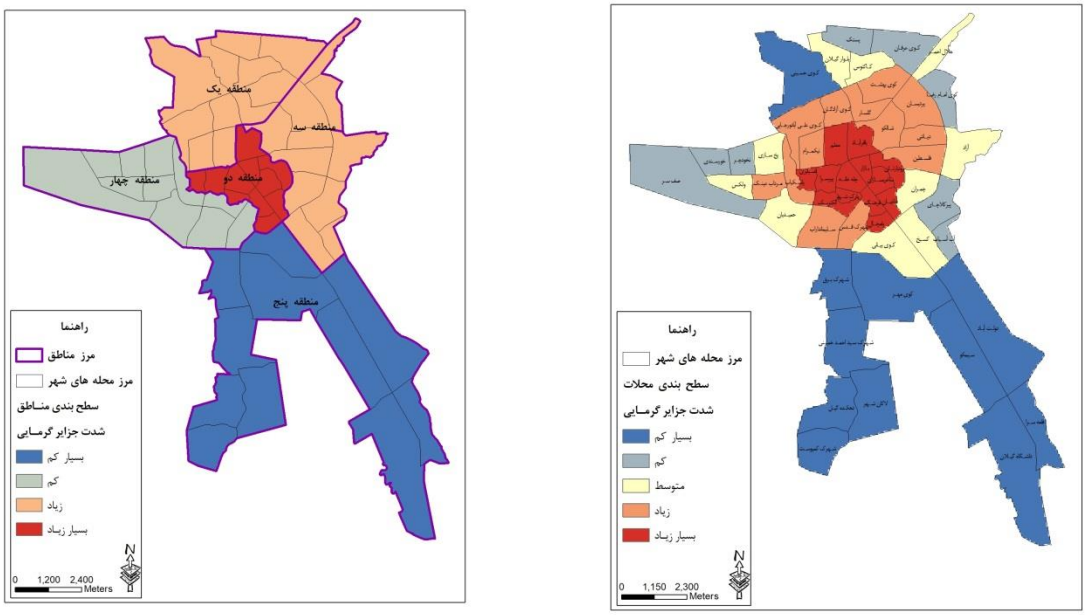
در ادامه پژوهش با استفاده از مدل Zonal Statistic، شدت جزایر گرمایی شهری برای محلات و مناطق شهر رشت به‌طور جداگانه در نرم‌افزار Arc Map مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که محلات شهر رشت از لحاظ شدت جزایر گرمایی شهری، در پنج سطح قرار دارند. در سطح اول که شدت جزایر گرمایی شهری بسیار بالا است، تعداد ۱۳ محله قرار گرفتند. براساس خروجی‌های نرم‌افزار Arc Map همهٔ محلات منطقهٔ دو و همچنین محلهٔ معلم از منطقهٔ یک و محلهٔ پارس الکتریک از منطقهٔ چهار در این سطح قرار گرفتند. درمجموع ۲۴ درصد از محلات شهر

رشت به لحاظ جزایر گرمایی شهری، در پهنه با شدت بسیار بالا قرار گرفتند. براساس نتایج به‌دست‌آمده، ۱۳ محله نیز در سطح دوم که شدت شکل‌گیری جزایر گرمایی شهری زیاد است، قرار داشتند. این محلات شامل محلات پیرامون بافت تاریخی می‌شود. درواقع می‌توان گفت موقعیت قرارگیری محلات سطح دوم، در بافت میانی شهر رشت است. چهار محله از منطقهٔ سه، پنج محله از منطقهٔ یک و همچنین چهار محله از منطقهٔ چهار در این پهنه قرار گرفتند. در پهنه با شدت متوسط، ۱۰ محله (۱۸ درصد) و در پهنه با شدت کم ۸ محله (۱۴ درصد) قرار گرفتند. براساس نقشهٔ نهایی تولیدشده، در زمینهٔ دو پهنه مذکور باید گفت که در همهٔ محلات حاشیهٔ شهر که در مناطق سه و چهار قرار دارند، شدت جزیرهٔ گرمایی شهری متوسط رو به پایین است. نهایتاً در پهنه با شدت بسیار کم، ۱۱ محله قرار گرفتند که شامل ۱۰ محله از منطقه ۵ شهرداری و یک محله (کوی حسینی) از منطقهٔ یک است؛ بنابراین ۲۰ درصد از محلات شهر رشت، به لحاظ شدت جزایر گرمایی شهری در پهنه با شدت بسیار کم قرار گرفتند. جدول ۴، نتایج این بخش را به تفصیل نشان می‌دهد. ارزیابی وضعیت جزایر گرمایی شهر رشت براساس مساحت محلات نیز حاکی از آن است که ۸/۳۴ درصد از مساحت شهر مورد مطالعه در پهنه با شدت بسیار زیاد قرار دارد. مساحت سطح دوم و درواقع پهنه با شدت زیاد برابر با ۱۸۰۲۳/۶۲ هکتار برآورد شد که سهم نسبی این سطح برابر با ۱۷/۷۴ درصد است؛ بنابراین در ۲۶ درصد از محدودهٔ قانونی شهر رشت، احتمال شکل‌گیری جزایر گرمایی شهری بالا و بسیار بالاست. ۷۴ درصد از مساحت شهر رشت نیز به لحاظ شدت جزیرهٔ گرمایی شهری، در پهنه متوسط رو به پایین است. سطح‌بندی و تحلیل وضعیت مناطق پنج‌گانه شهر رشت به لحاظ شدت جزایر گرمایی شهری، با استفاده از مدل Zonal Statistic در محیط نرم‌افزار Arc MAP، نشان داد که منطقهٔ دو در پهنهٔ با شدت بسیار زیاد، مناطق یک و سه در پهنهٔ با شدت زیاد، مناطق چهار و پنج نیز به‌ترتیب در پهنه‌ها با شدت کم و بسیار کم قرار گرفتند. هیچ کدام از مناطق در پهنه با شدت متوسط نبودند.

جدول ۴. سطح‌بندی مناطق و محلات شهر رشت به لحاظ شدت جزایر گرمایی شهری

شدت جزیرهٔ گرمایی شهری	تعداد محلات	تعداد نسبی (درصد)	مساحت محلات (هکتار)	مساحت نسبی (درصد)
بسیار زیاد	۱۳	۲۴	۸۴۷۵/۸۷	۸/۳۴
زیاد	۱۳	۲۴	۱۸۰۲۳/۶۲	۱۷/۷۴
متوسط	۱۰	۱۸	۱۶۳۲۳/۸۴	۱۶/۰۷
کم	۸	۱۴	۱۵۵۰۰/۵	۱۵/۲۶
بسیار کم	۱۱	۲۰	۴۳۲۸۱/۳۶	۴۲/۶
جمع	۵۵	۱۰۰	۱۰۱۶۰۵/۲۰	۱۰۰

منبع: (نویسندگان، ۱۴۰۲)



شکل ۶: سطح‌بندی مناطق و محلات به لحاظ شدت جزایر گرمایی شهری در کلان‌شهر رشت

منبع: (نویسندگان، ۱۴۰۲)

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش موضوع شکل‌گیری جزایر گرمایی شهری در کلان‌شهر رشت با توجه به عوامل و شاخص‌های برنامه‌ریزی شهر مورد بررسی جامع و کامل قرار گرفت. یکی از دستاوردهای پژوهش، ناظر بر این است که از بین عوامل مورد مطالعه، شاخص حمل‌ونقل بیشترین تأثیرگذاری و نقش را در گسترش جزایر گرمایی در کلان‌شهرها دارد. این نتیجه با پژوهش صادقی‌نیا و همکاران در سال ۱۳۹۱ همسو است. ایشان در پژوهش خود این موضوع را بیان کردند که حرارات وسایل نقلیه، گرمای محیط را افزایش داده و اثرات جزیرهٔ گرمایی را تشدید می‌کنند (صادقی‌نیا و همکاران، ۱۳۹۱: ۲). در پژوهش حاضر مشخص شد که تراکم کاربری‌ها به‌عنوان دومین عامل، تأثیر قابل‌توجهی بر شکل‌گیری جزایر گرمایی در کلان‌شهر رشت دارد. در این راستا می‌توان به پژوهش دباگه و شفرد[1] در سال ۲۰۱۵ اشاره کرد که با بررسی ۵۰ شهر پرجمعیت در ایالات متحده، به این نتیجه رسیدند که توسعهٔ افقی و توسعهٔ شهری کم‌تراکم، احتمال شکل‌گیری جزایر حرارتی را کاهش می‌هد (Debbage and Shepherd, 2015). در رابطه با دو عامل مذکور و در انطباق با پیشینهٔ تحقیق می‌توان به پژوهش پورامین و همکاران (۱۳۹۹) اشاره کرد. در پژوهش مذکور مشخص شد که عوامل مربوط به ساخت شهر همچون کاربری زمین، تراکم شهری و نوع حمل‌ونقل تأثیر قابل‌توجهی بر شکل‌گیری جزایر گرمایی در کلان‌شهرها دارند.

یکی دیگر از دستاوردهای این پژوهش آن بود که محلات درونی شهر، نسبت‌به سایر نواحی، بیشتر با مسئلهٔ جزایر گرمایی مواجه هستند. منبرگ[2] و همکاران (۲۰۱۳) نیز در بررسی شهرهای کشور آلمان، این موضوع را تأیید کردند که احتمال تشکیل جزایر گرمایی در نواحی مرکزی نسبت‌به نواحی پیرامونی و حاشیه‌ای بسیار بیشتر است.

1 Debbage and Shepherd
2 Menberg

(Menberg et al., 2013: 443). در این راستا فلان[1] و همکاران نیز اذعان کردند که گرمای دفع‌شده توسط تهویهٔ مطبوع و سایر منابع انسانی، اثرات مستقیم بر افزایش دمای مناطق درونی شهری نسبت‌به حومه را دارند (Phelan et al., 2015: 287). علاوه‌براین در پژوهش حاضر مشخص شد که گسترش جزایر گرمایی در کلان‌شهر رشت، از داخل و مرکز شهر به سمت محلات و نواحی غربی و تا حدودی جنوب غربی است. با بررسی‌های میدانی مشخص شد که در این محلات و نواحی شهر، بیشترین تغییر کاربری اراضی اتفاق افتاده و بسیاری از باغات و فضاهای سبز به ساخت‌وساز مسکن مهر و مجتمع‌های مسکونی اختصاص یافته‌اند. در تأیید این نتایج می‌توان به پژوهش لورمور[2] و همکاران (۲۰۱۸) اشاره کرد که موضوع شدت جزیرهٔ گرمایی را در شهر منچستر بررسی کردند. نتایج پژوهش مذکور نشان داد که شهر منچستر طی ۹ سال اخیر با کاهش شدید فضاهای سبز شهری مواجه بوده که باعث تشدید مسئلهٔ UHI شده است.

نتایج همپوشانی چهار شاخص اصلی براساس ضرایب مذکور نشان داد که محدودهٔ شهر رشت را به لحاظ شدت جزایر گرمایی شهری می‌توان به سه پهنهٔ درونی، میانی و بیرونی منطقه‌بندی کرد. مطابق با نتایج به‌دست‌آمده، محلات واقع در بافت تاریخی و منطقهٔ دو شهرداری رشت، بیشترین لکه‌های قرمز رنگ را داشته و احتمال شکل‌گیری جزایر گرمایی در این نواحی بسیار بالا است. هر اندازه که به نواحی شرقی و غربی و همچنین نواحی جنوبی شهر حرکت کنیم، از شدت این مسئله کاسته می‌شود. براساس نقشهٔ نهایی تولیدشده، روند گسترش فضایی جزایر حرارتی در آینده از محلات مرکز شهر به سمت محلات غربی خواهد بود. در این زمینه می‌توان به این موضوع اشاره کرد که نواحی مرکزی در شرایط فعلی از تراکم بالای کاربری‌ها، ترافیک بالا در بیشتر ساعات روز و تراکم ساختمانی بالایی برخوردار هستند. محلات غربی نیز در سال‌های اخیر، علاوه بر تغییرات کاربری اراضی، رشد کالبدی و جمعیتی بیشتری را نسبت‌به سایر نواحی شهر داشته‌اند که احتمال شکل‌گیری جزایر حرارتی در این نواحی را افزایش داده است. نتایج کلی پژوهش حاکی از آن است که در ۲۶ درصد از محدودهٔ قانونی شهر رشت، احتمال شکل‌گیری جزایر گرمایی شهری بالا و بسیار بالا است. همچنین ۴۸ درصد از محلات شهر رشت یعنی، ۲۶ محله از ۵۵ محلهٔ شهر، با شدت بالا و بسیار بالای جزایر گرمایی شهری مواجه هستند؛ ازاین‌رو ضرورت دارد تا مدیران و مسئولان شهری، در برنامه‌ریزی برای آیندهٔ شهر رشت، به این مسئله توجه بیشتری داشته باشند و سیاست‌هایی اتخاذ کنند که کاهش اثرات و پیامدهای منفی این مسئله را به همراه داشته باشد. در این راستا و براساس نتایج پژوهش، برخی از مهم‌ترین اقدامات و راهکارهای اجرایی به شرح زیر پیشنهاد می‌شود:

- توسعهٔ حمل‌ونقل عمومی در بخش‌های مرکزی شهر رشت و به‌ویژه منطقهٔ دو شهرداری با هدف کاهش دما در مرکز، کاهش آلودگی هوا و کاهش حجم ترافیک در معابر و خیابان‌های این منطقه؛
- توسعهٔ زیرساخت‌ها و فرهنگ دوچرخه‌سواری در شهر رشت با توجه به این موضوع که شاخص حمل‌ونقل تأثیر بالایی در شکل‌گیری جزایر حرارتی دارد و همچنین در شهر رشت، با توجه به پایین‌بودن شیب خیابان‌ها، امکان دوچرخه‌سواری بسیار بالاست؛

1 Phelan
2 Levermore

- حمل‌ونقل و کاربری زمین دو شاخص مهم در این پژوهش بود؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود در جانمایی و ساماندهی کاربری‌های بافت درونی و محلاتی که در لکه‌های قرمز رنگ قرار داشتند، علاوه‌بر خود کاربری به موضوع ترافیک و حمل‌ونقل نیز توجه شود (برنامه‌ریزی همزمان و تلفیق الگوی کاربری زمین و حمل‌ونقل)؛
- ساماندهی رودخانه‌های شهری با رویکرد افزایش فضاهای سبز و آبی در محلات حاشیهٔ رودخانه‌های زرجوب و گوهر رود؛
- طراحی فضاهای آبی و تلفیق محیط مصنوع با فضاهای آبی در محلات مرکزی و غربی شهر؛
- جلوگیری از تغییر کاربری فضای سبز پیرامون شهر و نظارت بیشتر بر ساخت‌وسازها در محلات پیرامونی و حاشیه‌ای شهر؛
- تدوین آیین‌نامه‌های جدید در زمینهٔ ساختمان‌سازی و توجه بیشتر به ایجاد بام‌ها و نماهای سبز و توسعهٔ فضاهای سبز بین ساختمانی، در محلات مرکزی و ناحیهٔ غربی شهر رشت؛

منابع

اشرف، بتول؛ فریدحسینی، علیرضا؛ میان آبادی، آمنه. (۱۳۹۱). بررسی جزیرهٔ حرارتی شهر مشهد با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و نظریهٔ فرکتال. جغرافیا و مخاطرات محیطی، دانشگاه فردوسی مشهد، دورهٔ اول، شمارهٔ ۱، صص ۳۵-۴۸.

DOI: 10.22067/GEO.V1I1.16521

آروین اسپنانی، عباسعلی. (۱۴۰۰). بررسی جزیرهٔ حرارتی شهر مبتنی بر اطلاعات ایستگاه‌های هواشناسی شهری. مجلهٔ آمایش جغرافیایی فضا، دانشگاه گلستان، دورهٔ یازدهم، شمارهٔ ۴۱، صص ۸۱-۹۴.

DOI: 10.30488/GPS.2020.229523.3238

برهانی، کاظم؛ گودرزی، صدراله؛ اسمعیلی، شیوا. (۱۳۹۹). امکان‌سنجی بهره‌گیری از استراتژی‌های سازگاری و کاهش اثر در مقابله با جزایر گرمایی شهری (مطالعهٔ موردی: کلان‌شهر تهران). پژوهش‌های جغرافیای انسانی، موسسه جغرافیا دانشگاه تهران، دورهٔ پنجاه‌ودوم، شمارهٔ ۱، صص ۲۶۳-۲۸۱.

DOI: 10.22059/JHGR.2018.263461.1007759

پورامین، کتایون؛ خاتمی، سید مهدی؛ شمس‌الدینی، علی. (۱۳۹۹). عوامل مؤثر بر شکل‌گیری جزایر حرارتی شهری؛ با تأکید بر ویژگی‌ها و چالش‌های طراحی شهری. گفتمان طراحی شهری مروری بر ادبیات و نظریه‌های معاصر، دورهٔ اول، شمارهٔ ۱، صص ۶۹-۸۳.

http://udd.modares.ac.ir/article-40-35601-fa.html

حسینی سیاه‌گلی، مهناز؛ امانپور، سعید؛ ملکی، سعید. (۱۴۰۲). آینده‌پژوهی نقش ساختارهای جمعیتی بر تغییرات کاربری اراضی شهری در کلان‌شهر اهواز، جغرافیا و آمایش شهری منطقه‌ای، دانشگاه تربیت مدرس، دورهٔ سیزدهم، شمارهٔ ۴۹، صص ۳۳-۶۴.

DOI: 10.22111/GAIJ.2023.46211.3132

شمسی‌پور، علی‌اکبر؛ مهدیان ماهفروزی، مجتبی؛ اخوان، هانیه؛ حسین‌پور، زینب. (۱۳۹۱). واکاوی رفتار روزانهٔ جزیرهٔ گرمایی شهر تهران. محیط‌شناسی، دانشگاه تهران، دورهٔ سی‌وهشتم، شمارهٔ ۴، صص ۴۵-۵۶.

DOI: 10.22059/JES.2013.29862

صادقی‌نیا، علیرضا؛ علیجانی، بهلول؛ ضیائیان فیروزآبادی، پرویز. (۱۳۹۱). تحلیل فضایی-زمانی جزیرهٔ حرارتی کلان‌شهر تهران با استفاده از سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی. جغرافیا و مخاطرات محیطی، دانشگاه فردوسی مشهد، دورهٔ اول، شمارهٔ ۴، صص ۱-۱۷.

DOI:10.22067/GEO.V1I4.16950

عظیمی، نورالدین؛ زالی، نادر؛ آزاده، سیدرضا (۱۳۹۵). تحلیل الگوهای توسعه فیزیکی شهرهای ایران با توجه به متغیرهای جمعیتی، طبیعی و کالبدی، پژوهش های جغرافیای انسانی، موسسه جغرافیا دانشگاه تهران، دوره ۴۸، شماره ۳، صص ۴۶۱-۴۷۳.

DOI: 10.22059/JHGR.2016.52187

ناصحی، سعیده؛ یاوری، احمدرضا؛ صالحی، اسماعیل. (۱۴۰۱). بررسی ارتباط بین تغییرات مورفولوژی شهری با دمای سطح زمین به‌منظور مدیریت جزیرۀ حرارتی شهری (مطالعۀ موردی: شهر تهران). جغرافیا و پایداری محیط، دانشگاه رازی، دورۀ دوازدهم، شمارۀ ۳، صص ۱۰۷-۱۳۰.

DOI: 10.22126/GES.2022.7625.2517

یوسفی، یدالله؛ کاردل، فاطمه؛ رورده، همت‌اله؛ محتسبی خلعتبری، مولود. (۱۳۹۶). بررسی پدیدۀ جزیرۀ حرارتی و اثر آن بر تغییرپذیری روزبه‌روز دمای تابستان شهر بابل. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، دانشگاه تهران، دورۀ چهل‌ونهم، شمارۀ ۳، صص ۴۹۱-۵۰۱.

DOI: 10.22059/JPHGR.2017.213105.1006913

References

Akbari, H., & Kolokotsa, D. (2016). Three decades of urban heat islands and mitigation technologies research. Energy and buildings, 133, 834-842.

https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.09.067

Abolhassani, S. S., Joybari, M. M., Hosseini, M., Parsaee, M., & Eicker, U. (2023). A systematic methodological framework to study climate change impacts on heating and cooling demands of buildings. Journal of Building Engineering, 63, 105428.

https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.105428

Basu, R., & Samet, J. M. (2002). Relation between elevated ambient temperature and mortality: a review of the epidemiologic evidence. Epidemiologic reviews, 24(2), 190-202.

https://doi.org/10.1093/epirev/mxf007

Doyon, B., Bélanger, D., & Gosselin, P. (2008). The potential impact of climate change on annual and seasonal mortality for three cities in Québec, Canada. International journal of health geographics, 7(1), 1-12.

https://doi.org/10.1186/1476-072X-7-23

Debbage, N., & Shepherd, J. M. (2015). The urban heat island effect and city contiguity. Computers, Environment and Urban Systems, 54, 181-194.

https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2015.08.002

Edward, N. & Liang, Ch., Yingna, W. & Chao, Y. (2012). A study on the cooling effects of greening in a high-density city: An experience from Hong Kong, Building and Environment 47, 256-271.

https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.07.014

Emmanuel, R., & Loconsole, A. (2015). Green infrastructure as an adaptation approach to tackling urban overheating in the Glasgow Clyde Valley Region, UK. Landscape and Urban Planning, 138, 71-86.

https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.02.012

Gunawardena, K. R., Wells, M. J., & Kershaw, T. (2017). Utilizing green and blue space to mitigate urban heat island intensity. Science of the Total Environment, 584, 1040-1055.

https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.158

Hui .Sam C.M. (2001) Low energy building design in high density urban cities, Renewable Energy 24, 627-640.

https://doi.org/10.1016/S0960-1481(01)00049-0

Hsu, A., Sheriff, G., Chakraborty, T., & Manya, D. (2021). Disproportionate exposure to urban heat island intensity across major US cities. Nature communications, 12(1), 1-11.

https://doi.org/10.1038/s41467-021-22799-5

Heaviside, C., Macintyre, H., & Vardoulakis, S. (2017). The urban heat island: implications for health in a changing environment. Current environmental health reports, 4(3), 296-305.

https://doi.org/10.1007/s40572-017-0150-3

He, B. J., Wang, J., Liu, H., & Ulpiani, G. (2021). Localized synergies between heat waves and urban heat islands: Implications on human thermal comfort and urban heat management. Environmental Research, 193, 110584.

https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110584

Kim, S. W., & Brown, R. D. (2021). Urban heat island (UHI) intensity and magnitude estimations: A systematic literature review. Science of the Total Environment, 779, 146389.

10.1016/j.scitotenv.2021.146389

Li, D., Liao, W., Rigden, A. J., Liu, X., Wang, D., Malyshev, S., & Shevliakova, E. (2019a). Urban heat island: Aerodynamics or imperviousness?. Science Advances, 5(4), eaau4299.

10.1126/sciadv.aau4299

Li, X., Zhou, Y., Yu, S., Jia, G., Li, H., & Li, W. (2019b). Urban heat island impacts on building energy consumption: A review of approaches and findings. Energy, 174, 407-419.

https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.02.183

Levermore, G., Parkinson, J., Lee, K., Laycock, P., & Lindley, S. (2018). The increasing trend of the urban heat island intensity. Urban Climate, 24, 360-368.

https://doi.org/10.1016/j.uclim.2017.02.004

Mirzaei, P. A. (2015). Recent challenges in modeling of urban heat islands. Sustainable cities and society, 19, 200-206.

https://doi.org/10.1016/j.scs.2015.04.001

Mallick, J. & Atiqur, R. & Chander, K. (2013) Modeling urban heat islands in heterogeneous land surface and its correlation with impervious surface area by using night-time ASTER satellite data in highly urbanizing city, Delhi-India, Advances in Space Research 52, 639–655;

https://doi.org/10.1016/j.asr.2013.04.025

Matthews, T., Lo, A. Y., & Byrne, J. A. (2015). Reconceptualizing green infrastructure for climate change adaptation: Barriers to adoption and drivers for uptake by spatial planners. Landscape and urban planning, 138, 155-163.

https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.02.010

Martilli, A., Krayenhoff, E. S., & Nazarian, N. (2020). Is the urban heat island intensity relevant for heat mitigation studies? Urban Climate, 31, 100541.

https://doi.org/10.1016/j.uclim.2019.100541

Menberg, K. & Peter, B. & Kai, Z. & Sven, R. & Philipp, B. (2013). Subsurface urban heat islands in German cities, Science of the Total Environment 442, 123-133.

https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.10.043

Phelan, P. E., Kaloush, K., Miner, M., Golden, J., Phelan, B., Silva III, H., & Taylor, R. A. (2015). Urban heat island: mechanisms, implications, and possible remedies. Annual Review of Environment and Resources, 40, 285-307.

https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102014-021155

Piracha, A., & Chaudhary, M. T. (2022). Urban air pollution, urban heat island and human health: a review of the literature. Sustainability, 14(15), 9234.

https://doi.org/10.3390/su14159234

Rizwan, A. M., Dennis, L. Y., & Chunho, L. I. U. (2008). A review on the generation, determination and mitigation of Urban Heat Island. Journal of environmental sciences, 20(1), 120-128.

10.1016/s1001-0742(08)60019-4

Radhi, H. & Fikr, F. & Sharples, S. (2013) Impacts of urbanisation on the thermal behaviour of new built up environments: A scoping study of the urban heat island in Bahrain, Landscape and Urban Planning, 113, 47– 61.

https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.01.013

Rajagopal, P., Priya, R. S., & Senthil, R. (2023). A review of recent developments in the impact of environmental measures on urban heat island. Sustainable Cities and Society, 88, 104279.

https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104279

Solecki, W. D., Rosenzweig, C., Parshall, L., Pope, G., Clark, M., Cox, J., & Wiencke, M. (2005). Mitigation of the heat island effect in urban New Jersey. Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards, 6(1), 39-49.

https://doi.org/10.1016/j.hazards.2004.12.002

Tursilowati, L., Sumantyo, J. T. S., Kuze, H., & Adiningsih, E. S. (2012). The integrated wrf/urban modeling system and its application to monitoring urban heat island in Jakarta, Indonesia. Journal of Urban and Environmental Engineering, 6(1), 1-9.

10.4090/juee.2012.v6n1.001009

Ulpiani, G. (2021). On the linkage between urban heat island and urban pollution island: Three-decade literature review towards a conceptual framework. Science of the total environment, 751, 141727.

https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141727

Yang, L., Qian, F., Song, D. X., & Zheng, K. J. (2016). Research on urban heat-island effect. Procedia engineering, 169, 11-18.

https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.10.002