Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

Investigating the effect of Tehran city morphology on the formation of heat islands with emphasis on air performance

Fariba Sayadi [1] | **Zahra Hejazizadeh** [2]

1. Corresponding author, Professor of Climatology, Faculty of Geographical Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran. **E-mail:** sayadifariba@yahoo.com
2. Professor of Climatology, Department of Natural Geography, Faculty of Geographical Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran. **Email:** hejazizadeh@khu.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received
2024/02/12
Received in revised
2024/04/27
Accepted
2024/05/23
Published
2024/05/24
Published online
2025/12/22

Keywords:
Thermal Island Intensity,
Oke Equation,
THIS,
Envi-met,
Tehran.

ABSTRACT

Considering that urban land-use change in metropolises such as Tehran has been increasing in recent decades; Therefore, the formation of the thermal island phenomenon in the city can be studied as one of the environmental problems. Increasing construction, density, and building heights will change the complexes' geometry and shape, followed by changes in climatic conditions and micro-urban climates. Therefore, in this study, we tried to investigate urban geometry's effect on forming a thermal island in Tehran. The study region in this research includes regions one, two, and three of Tehran.

The methods used in this research included (1) Oak's numerical equation and algorithm design to simulate the intensity of the heat island. In the first stage, digital GIS data including building blocks (parcels) in polygon format and street widths, which were prepared and prepared by Tehran Municipality based on the 2016 detailed audit plan, were used. (2) Modeling was performed in Envi-met software to study the effect of city geometry on wind. The results of the studies showed that the two factors of building height and street width (ratio (H/W)) play an important role as two key factors in studying urban geometry; therefore, in studying the intensity of the heat island, the factor of building height and high-rise construction can play an important role in the formation of the heat island. However, the higher the height of the building compared to the width of the streets, the more it acts as a barrier against the heat island. The intensity of the heat island adjusted with the Oak equation showed that the factor of building roughness coefficient can be an important factor in adjusting the intensity of the heat island. Spatial analysis of images and outputs of the Envi.met model showed that the two main factors of construction density And the height of the building has a greater impact on wind speed transmission than the slope and topography of the area. Therefore, in the study of urban design for future studies, appropriate planning and proper management of resources are needed for the climatic comfort of residents, which can be designed to be beautiful and safe cities by considering the principles of architectural safety.

Cite this article: Sayadi, Fariba., & Hejazizadeh, Zahra. (2025). Investigating the effect of Tehran city morphology on the formation of heat islands with emphasis on air performance. *Applied Researches in Geographical Sciences*, 25 (79), 1-31. DOI: http://dx.doi.org/10.61882/jgs.25.79.25

© The Author(s). Publisher: Kharazmi University
DOI: http://dx.doi.org/10.61882/jgs.25.79.25

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-05]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.25]

Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

Extended Abstract

Introduction

Urban morphology is an important factor in determining urban microclimate (Jamei et al, 2016), which in turn directly affects the access to elements such as sunlight and wind flow (Krüger, et al., 2011, Saud Alznafer, 2014). Urban structure and configuration, including natural and artificial environments, lead to the formation of different microclimatic conditions (Battisti, 2020). Since climate plays an important role in human life and is reciprocally affected by human activities, the rapid growth of urbanization is one of the factors affecting the increase in the surface temperature of the earth in cities (Flores et al., 2018; Hosseini et al., 2024; Sadigov, 2022; Soja, 2016). The impact of urban development in a warm environment creates an effect known as the "urban heat island" (Kalnay, 2003; Jones, 1990.). The study of the heat island caused by urban settlements has been considered by most foreign and domestic researchers, and its consequences for urban planning and global warming have been considered over the past decade. With the expansion of urbanization and the occurrence of city-related phenomena, studies on the urban heat island have begun in most densely populated areas of the world, some examples of which are mentioned below. Ok (1981) was one of the first to investigate and develop a simple empirical model of the heat island by considering the morphometry of the city. In many studies (Lovermong and Chiugue, 2012, Oliveira et al., 2009, Marquito et al., 2010) the morphometry of the city has been considered with the ratio (H/W) of building height/street width. Various tools have also been used in foreign studies in the field of heat island, including various types of satellite images (Landsat, MODIS, etc.) and recently GIS software has been used to estimate the intensity of the heat island and simulate it with the THIS tool (Nakata et al. (2015, 2018), Li Yang et al. (2016), Haidong Li et al. (2018)). In another study, Sayadi et al. (1401) studied the effect of urban geometry on the formation of the heat island in Tehran (case study: Districts Two and Six of District 3). The results of the study showed that the low coefficient of the H/W ratio caused most of the blocks to have a homogeneous distribution. In other words, the intensity of the heat island in urban blocks of Districts Two and Six of District 3 of Tehran is between 4-7 degrees Celsius, which is not significant, and the reason for this can be attributed to the appropriate configuration of the geometry of the buildings using the indicators used in the principles of architecture and urban planning of this region. A number of studies have been conducted on the impact of wind flow on urban design. The effect of vegetation on thermal comfort at different levels of urban open space in parks, streets, and courtyards has also been evaluated (Lin, Tsai, Hwang, and Matzarakis, 2012; Yilmaz and Matzarakis, 2015). Street orientation is one of the most important indicators of urban geometry. This parameter is influential in determining the amount of light entering and wind speed in urban valleys, which, in turn, has a significant impact on thermal comfort at the pedestrian level (Yang, Qian, and Lau, 2013:125). The objectives of this study are to investigate the heat island using the OKE equation and develop a 3D ENVI-MET model to simulate the effects of urban geometry and landscape changes on the spatial and temporal dynamics of air and its impact on the urban microclimate in Tehran. We will investigate (1) the heat island calculation and its simulation (2) the impact of horizontal and vertical urban development on the spatial distribution of urban airflow, (3) the effects of urban morphology (e.g., building height and density) on air circulation in three selected areas of Tehran and their impact on airflow.

Material and Methods

In this study, several databases were used to investigate the heat island of zones one, two, and three of Tehran. In the first stage, GIS digital data, including building blocks (parcels) in polygon and shapefile format and the width of streets (streets), which were prepared and prepared by Tehran Municipality based on the detailed plan of 2016, were used. In the second stage, considering the street-facing facade of the buildings, the area of the spillway and the angled facade of the buildings

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-05]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.25]

Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

were used. Finally, to study the flow and direction of the wind, data including urban physical information, surface cover of streets and squares including the type and amount of vegetation, soil type and surface cover, building height and density, and area roughness indices, which were obtained from two photogrammetric images prepared for the mapping organization, were used and modeled in Envi-met software.

The method used in this study included the oke numerical equation and an algorithm's design to simulate the thermal island intensity. In the first stage, digital GIS data includes building blocks (parcel) in polygon format, and the width of passages (streets) prepared by the Tehran Municipality based on a detailed audit plan in 2016 was used. According to the buildings' street-facing view, the sloping area and the buildings' angled perspective were used using mathematical equations in the second stage. Finally, to study city geometry's effect on the wind, data obtained from aerial images and taken by the municipal organization were used and modeled in Envi-met software. These data included urban physical data, street surface cover, and squares including type and amount of vegetation, soil type and surface cover, building height and density, and roughness indicators of the study area.

Results and Discussion

Among the three regions, region three has the highest building density and the width of the passages varied across the regions. In terms of building height, region two has the highest height with 45 meters in region seven. The study of heat island intensity using the Oak numerical model showed that among the regions of region one, region three and region one have the highest heat island intensity (maximum 22 degrees) because in these regions the average height of buildings is greater than the width of the passages (H/W ratio). In region two, the study of the Oak heat island intensity in region eight showed that in most parts the heat island intensity was medium, which could be due to the width of the streets and the presence of urban green space, which has moderated the heat island of the region. In region three, given that most areas have high building density; therefore, the highest heat island intensity in most areas is 22 degrees. The output of the Envi.met model showed that wind direction has a significant effect in relation to building height, which was 63 percent. According to the analysis, buildings between 28 and 39 meters have the greatest impact, and tall buildings and towers do not play a significant role in changing wind patterns. In terms of building density, a 52 percent positive impact on changing wind direction is seen, which is concentrated in areas above 300 units per hectare. In this regard, it was found that the topography and slope of the area do not play a significant role in changing wind direction and speed.

Conclusion

In the three regions studied in terms of building density, region two has the highest building density and the highest building height, and the lowest is related to region three. Then, considering that building height and passage width are two important factors in the formation of heat island intensity; therefore, the study of heat island intensity showed that among the regions of region one, region three and region one have the highest heat island intensity (maximum 22 degrees) because in these regions the average height of buildings is greater than the width of passages (H/W ratio). Therefore, in the study of heat island, the height and high-rise building factor was considered as a key factor. Considering that high-rise building has received much attention in urban design for cities with a compact texture in terms of building density; therefore, this case has been more applicable in region one. The simulation study of the Oak equation showed that with an increase in the H/W ratio, the growth of UHImax is more noticeable, this result is somewhat consistent with the study of Gonzalez et al. (2011). Therefore, in the study of the intensity of the adapted heat island, the factor of roughness

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-05]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.25]

Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

coefficient or in other words, the area of the facade facing the street compared to the area occupied by each building is an important factor in urban design; so that in areas where the area of the facade facing the street is greater than the area occupied by the building, the trend of heat island intensity has increased (Charalampopoulos et al, 2013). Simulation results using Envi.met showed that buildings facing the wind cause a significant decrease in wind speed, while in region three, due to the density of vertical space, the wind speed changes due to friction in the walls of the buildings and the wind channeling process does not occur easily (Sayadi et.al, 2025; Bady et.al. 2011; Yang et al, 2013); for this reason, it has increased the intensity of the heat island, air pollution and temperature inversion in region three. According to the results, it can be said that in regions one to three of Tehran metropolis, high-rise buildings, narrow passages, and construction of buildings perpendicular to the wind have strengthened the heat island in the studied areas. Therefore, the human factor, namely, excessive construction in the studied areas, which includes the lack of proper economic, social, and environmental planning and the lack of proper urban planning, has increased the intensity of the heat island in the studied areas.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-05]

[DOI: 10.61882/jgs.25.79.25]

تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی
شاپا چاپی: ۷۷۳۶-۲۲۲۸ شاپا الکترونیکی: ۵۱۳۸-۲۵۸۸
https://jgs.khu.ac.ir/

بررسی تأثیر مورفولوژی شهر تهران در تشکیل جزایر حرارتی با تأکید بر عملکرد هوا[۱]

فریبا صیادی[۱]✉، زهرا حجازی زاده[۲]

۱. نویسنده مسئول، دکتری جغرافیای طبیعی گرایش اقلیم‌شناسی شهری، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
رایانامه: sayadifariba@yahoo.com

۲. استاد اقلیم‌شناسی، گروه جغرافیا، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
رایانامه: Hejazizadeh@khu.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۲/۱۱/۲۳
تاریخ بازنگری:
۱۴۰۳/۰۲/۰۸
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۳/۰۳/۰۳
تاریخ انتشار:
۱۴۰۳/۰۳/۰۴
تاریخ انتشار آنلاین:
۱۴۰۴/۱۰/۰۱

کلیدواژه‌ها:
شدت جزیره حرارتی،
معادله اوک،
THIS،
Envi.met،
تهران.

چکیده

با توجه به اینکه تغییر کاربری اراضی شهری در کلان‌شهرهای از جمله تهران در دهه‌های اخیر روند افزایشی داشته است؛ لذا شکل‌گیری پدیده جزیره حرارتی شهر به‌عنوان یکی از معضلات زیست‌محیطی قابل بررسی است. افزایش ساخت‌وساز، تراکم و ارتفاعات ساختمانی باعث تغییر در هندسه و فرم مجتمع‌ها شده و در پی آن تغییر شرایط آب‌وهوایی و خرد اقلیم شهری را در پی خواهد داشت. در این پژوهش سعی شد به چگونگی تأثیر مورفومتری شهری بر شکل‌گیری جزیره حرارتی در شهر تهران پرداخته شود. منطقه موردمطالعه در این پژوهش شامل مناطق یک، دو و سه تهران است. روش‌های مورداستفاده در این پژوهش شامل (۱) معادله عددی اوک و طراحی الگوریتم جهت شبیه‌سازی شدت جزیره حرارتی بوده است. در مرحله اول از داده‌های رقومی GIS که شامل بلوک‌های ساختمانی (پارسل) با فرمت پلیگون و عرض معابر (خیابان) که بر اساس طرح تفضیلی ممیزی سال ۱۳۹۵ توسط شهرداری تهران تهیه و آماده گردیده بود، استفاده شد.(۲) جهت مطالعه تأثیر هندسه شهر بر روی باد در نرم‌افزار Envi-met مدل‌سازی شد. نتایج بررسی‌ها نشان داد دو عامل ارتفاع ساختمان و عرض معابر (H/W) به‌عنوان دو عامل کلیدی در بررسی هندسه شهری نقش مهمی دارند؛ بنابراین در بررسی شدت جزیره حرارتی عامل ارتفاع ساختمان‌ها و بلندمرتبه‌سازی می‌تواند نقش مهمی در شکل‌گیری جزیره حرارتی داشته باشند. این در حالی است که هر چه ارتفاع ساختمان نسبت به عرض معابر بیشتر باشد به صورت مانعی در برابر خروج جزیره حرارتی عمل می‌کند. شدت جزیره حرارتی تطبیق داده شده با معادله اوک نشان داد که عامل ضریب ناهمواری ساختمان می‌تواند به‌عنوان عامل مهمی در تعدیل شدت جزیره حرارتی تأثیرگذار باشد. آنالیز فضایی تصاویر و خروجی‌های مدل Envi.met نشان داد که عوامل اصلی تراکم ساخت‌وساز و ارتفاع بنا تأثیر بیشتری نسبت به شیب و توپوگرافی منطقه بر انتقال سرعت باد دارند؛ بنابراین در بررسی طراحی شهری جهت مطالعات آینده به برنامه‌ریزی مناسب و مدیریت صحیح منابع جهت آسایش اقلیمی ساکنان نیاز است که با در نظر گرفتن اصول ایمنی معماری می‌توان به طراحی شهرهای زیبا و ایمن پرداخت.

استناد: صیادی، فریبا؛ و حجازی‌زاده، زهرا (۱۴۰۴). بررسی تأثیر مورفولوژی شهر تهران در تشکیل جزایر حرارتی با تأکید بر عملکرد هوا. *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۲۵ (۷۹)، ۳۱-۱. http://dx.doi.org/10.61882/jgs.25.79.25

ناشر: دانشگاه خوارزمی تهران.

© نویسندگان.

[۱] این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی «واکاوی تأثیر هندسه فضایی شهر تهران بر شکل‌گیری و تشدید جزیره گرمایی» به شماره «۴۰۰۲۳۹۰» و تحت حمایت مادی صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور (INSF) می‌باشد.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-05]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.25]

مقدمه

مورفولوژی شهری به‌عنوان عامل مهم تأثیر بسزایی در تعیین خرد اقلیم شهری دارد (Jamei et al,2016) که این مورد به نوبه خود روی دسترسی به عناصری همچون نور خورشید، جریان باد تأثیرگذاری مستقیمی دارد (Krüger, et al., 2011, Saud Alznafer, 2014). ساختار و پیکربندی شهری، از جمله محیط‌های طبیعی و مصنوعی، باعث شکل‌گیری شرایط ریزاقلیمی مختلف می‌شود (Battisti,2020). با گسترش شهرها و به دنبال آن افزایش ساخت‌وسازهای انسانی تغییراتی در اقلیم شهری به وجود آمده است. شهرهای بزرگ با ساخت‌وسازهای به هم فشرده و وجود انواع فعالیت‌ها به‌ویژه در بخش مرکزی کاملاً بر اقلیم خود و پیرامون اثر می‌گذارند(هاورتر[2]،۲۰۱۲).

ساختمان‌های بلند، برج‌ها و آسمان‌خراش‌ها در زندگی مدرن، به بخش بزرگی از فعالیت‌های فرهنگی، اقتصادی و اجتماعی روزانه در مناطق شهری تبدیل می‌شوند(Al Kodmany, 2018; Wang & Cheng, 2024) این ساختمان‌های بلند، الگوها و چشم‌انداز شهری و همچنین فضاهای سبز و آسایش در فضای باز را تغییر می‌دهند(Li &Liu, 2024). تغییر آسایش حرارتی در فضای باز می‌تواند باعث اختلالات شدید در زندگی روزمره شهرهای شلوغ شود (Jay et al., 2021)بنابراین از مهم‌ترین عوامل ایجاد بحران دمای سطح در شهرها، فقدان نگرش به مفهوم بهبود میکرو اقلیم و مدیریت شهری است. جهت بررسی چالش‌های فقدان آسایش اقلیمی در رابطه با بحران افزایش دمای سطح شهرها، در سه بعد اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی طبقه‌بندی شوند (افشارمنش و همکاران،۱۴۰۰: ۱). از آنجا که اقلیم نقش مهمی در حیات انسانی دارد و به صورت متقابل متأثر از فعالیت‌های انسانی می‌باشد؛ لذا رشد سریع شهرنشینی یکی از عوامل مؤثر در افزایش دمای سطحی زمین در شهرها است (Flores et al., 2018; Hosseini et al., 2024; Sadigov,2022; Soja, 2016) تأثیر توسعه شهری در محیط گرم باعث ایجاد اثری به‌عنوان "جزیره حرارتی شهری" می‌شود(.Kalnay,2003; Jones,1990). که از مباحث مهم اقلیم شهری به‌حساب می‌آید که ریشه در پدیده‌های اقلیمی دارد و باعث تغییرات آب‌وهوایی در محیط شهری شده است و این پدیده در شهرها نسبت به مناطق پیرامونی آن‌ها بیشتر می‌باشد که خود باعث تشدید پدیده آلودگی هوا شده است (خالدی، ۱۳۹۶). جزیره حرارتی با تغییر الگوی بادهای محلی، تقویت رشد ابرها و مه، افزایش تعداد رعد و برق و تأثیر بر میزان بارش، شرایط هوا و اقلیم محلی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این در حالی است که جزیره حرارتی شهری در شهرهای بزرگ باعث به وجود آمدن مشکلات عدیده‌ای از جمله ناراحتی در افراد و مشکلات سلامتی برای شهرنشینان شده است. مطالعه جزیره حرارتی ناشی از سکونتگاه‌های شهری توسط اغلب محققین خارجی و داخلی مورد توجه قرار گرفته است و تبعات آن برای برنامه‌ریزی شهری و گرم شدن کره زمین در طول دهه گذشته در نظر گرفته شده است. با گسترش شهرنشینی و رخداد پدیده‌های مربوط به شهر، مطالعه در زمینه جزیره حرارتی شهری در اکثر مناطق پرجمعیت جهان آغاز شده است که در ذیل به نمونه‌هایی از آن اشاره شد.

اوک (۱۹۸۱) جزو اولین کسانی بود که با در نظر گرفتن مورفومتری شهر به بررسی یک مدل تجربی ساده در مورد جزیره حرارتی مبادرت نموده و به توسعه آن پرداخت. در بسیاری از مطالعات (لوورمونگ وچیوگ،۲۰۱۲، اولیویرا و همکاران،۲۰۰۹، مارکیوتو و همکاران،۲۰۱۰) مورفومتری شهر با نسبت (H/W) ارتفاع ساختمان‌ها/عرض خیابان‌ها در نظر گرفته‌اند.

کالیر[3](۲۰۰۶) در لندن با توجه به دو موضوع لایه‌های مرزی شهری و مورفولوژی شهری توانست به این نتیجه دست یابد که این دو موضوع می‌تواند دارای پیچیدگی زیادی روبه‌رو بشود؛ که باعث افزایش دمای شهر به میزان ۱۰ درجه سانتی‌گراد نسبت به پیرامون شهری بشود که خود در بارش منطقه شهری لندن و مناطق اطراف آن شود. مطالعه علیجانی و همکاران (۱۳۹۶) با عنوان بررسی نقش هندسه شهری در شدت جزیره حرارتی، نشان دادند که هندسه شهر به‌عنوان یکی از عوامل مهم در شکل‌گیری جزایر حرارتی نقش مهمی ایفا می‌کند. مزیدی و همکاران (۱۳۹۸)، به آشکارسازی تغییرات جزیره گرمایی شهر اصفهان با تأکید بر توسعه شهری با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای پرداختند. نتایج نشان داد که بین تراکم ساخت‌وساز و

2. Haverter
3. Collier

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-05]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.25]

پوشش گیاهی با دمای سطح زمین رابطه معکوس وجود دارد یعنی عدم وجود برهنگی و وجود رطوبت باعث کاهش جزیره گرمایی در شهر اصفهان و نهایتاً موجب تعدیل دما در این شهر شده است. در مطالعه مشابه ملکی و همکاران، ۱۴۰۲ به ارزیابی اثر تغییرات کاربری بر الگوی مکانی-زمانی دمای سطح زمین و جزایر حرارتی در شهر اهواز با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای پرداختند نتایج نشان داد که پوشش‌گیاهی اثر مهمی در کاهش دمای سطح زمین و شدت جزایر حرارتی دارد.

منصوری و همکاران (۱۳۹۸) به بررسی اثر تغییرات کاربری و کاهش فضای سبز شهری بر تشدید جزیره گرمایی و آلودگی هوای شهر تهران (منطقه یک) با استفاده از داده‌های ایستگاه شمیرانات و اقدسیه طی دوره آماری ۱۲ ساله پرداختند. نتایج نشان داد به علت ساخت‌وسازهای غیراصولی و قطع درختان و فضای سبز رعایت استانداردهای شهری صورت نگرفته است. همچنین تشدید جزیره گرمایی باعث شده است بادهای جنوب‌غربی تا جنوب‌شرقی تشدید شود. در تحقیق مشابه دیگر (صلاحی و همکاران،۱۴۰۳)، به این نتیجه دست یافتند که آنومالی دما در مناطق شهری و مسکونی افزایش قابل‌توجهی داشته و منجر به تشکیل جزیره حرارتی با دمای متوسط ۸/۲۲ درجه سانتی‌گراد شده که در تیرماه به بیشینه خود رسیده است.

با توجه به مطالعات اوک (۱۹۸۱) و (سونسون[۴] و همکاران،۲۰۰۳) سه نوع مدل می‌توان برای تحقیقات مربوط آب‌وهوا در محیط‌های شهری اعمال کرد: عددی، فیزیکی و مدل‌های تجربی. در بین مدل‌های تجربی، روش‌های محیطی رایج‌ترین می‌باشند که این روش به رابطه بین شدت جزیره حرارتی شهر و پارامترهای هواشناسی و دیگر پارامترهای فیزیکی مؤثر بر شکل‌گیری آن‌ها می‌پردازد. کیونگ لی[۵] و همکاران (۲۰۲۰) با تحلیل روند، شدت جزیره گرمای شهری با توجه به تغییرات شدت UHI فصلی بر اساس مناطق شهری برای هشت مگاشهر آسیایی از سال ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۲ را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان می‌دهد که تغییر الگوی شدت UHI برای شهرها و فصول مختلف متفاوت است. شدت UHI با افزایش اندازه منطقه شهری افزایش می‌یابد. علاوه بر این، وابستگی شدت UHIبه وضعیت اقتصادی نیز نشان داده شد. با توجه به فصل‌ها، روند قابل توجهی در طول تابستان افزایش می‌یابد. هم‌چنین ابزارهای مختلفی در مطالعات خارجی در زمینه جزیره حرارتی بکار گرفته شده است از جمله انواع تصاویر ماهواره‌ی (لندست، مودیس و...) و اخیراً نرم‌افزار GIS با برآورد شدت جزیره گرمایی و شبیه‌سازی آن با ابزارTHIS(ناکاتا و همکاران (۲۰۱۵،۲۰۱۸)، لی یانگ و همکاران (۲۰۱۶)، هیدنگ لی[۶] و همکاران (۲۰۱۸)) پرداخته‌اند. در پژوهش دیگر صیادی و همکاران (۱۴۰۱) به بررسی تأثیر هندسه شهری بر چگونگی شکل‌گیری جزیره حرارتی شهر تهران (مطالعه موردی: ناحیه دو و شش منطقه۳) پرداختند که نتایج بررسی نشان داد ضریب پایین نسبت H/W باعث شد که بیشتر بلوک‌ها دارای توزیع همگنی باشند. به‌عبارتی‌دیگر شدت جزیره حرارتی در بلوک‌های شهری نواحی دو و شش منطقه سه تهران بین ۴-۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد که چشمگیر نبوده است و دلیل این امر را می‌توان در پیکربندی مناسب هندسه ساختمان‌ها با استفاده از شاخص‌های بکار گرفته شده در اصول معماری و شهرسازی این منطقه دانست. تعدادی از مطالعات در زمینه‌ی تأثیر جریان باد بر طراحی شهری صورت پذیرفته است. تأثیر پوشش گیاهی بر آسایش حرارتی در سطوح مختلف فضای باز شهری در پارک‌ها، خیابان‌ها و حیاط نیز مورد سنجش قرارگرفته است (Lin, Tsai, Hwang, and Matzarakis,2012; Yilmaz and Matzarakis,2015). جهت‌گیری خیابان یکی از مهم‌ترین شاخص‌های هندسه‌ی شهری است. این پارامتر در تعیین میزان ورود نور و سرعت باد در دره‌های شهری تأثیرگذار است که و در نتیجه آن بر آسایش حرارتی در سطح عابران پیاده تأثیر قابل توجهی دارد(Yang, Qian, and Lau, 2013:125).

در دهه گذشته، مدل‌های زیادی بر اساس پیشینه فیزیکی، دما و دقت مکانی، اهداف و مقیاس جغرافیایی مختلف (Castro et al., 2010; Jackson et al., 2010; Karlický et al., 2018; Lehnert et al., 2021; Park et al., 2021) توسعه‌یافته‌اند، مانند مدل‌های خرد(Li et al., 2025) ، ENVI-MET (Rui et al., 2019)، دینامیک سیالات محاسباتی (CFD) (Tsoka et al., 2018)، مدل‌های میان‌مقیاس(Shen et al., 2020) ، مدل تحقیقات و پیش‌بینی آب‌وهوا (WRF)

4. Svensson et al
5. Kyungil Lee
6. Huidong Li

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-05]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.25]

(Wang et al., 2011)، مدل سایبان شهری(UCM) (Lo et al., 2008) ، مدل‌های کلان‌مقیاس (Müller et al., 2021) ۲۰۲۰)، مدل‌های اقلیمی جهانی Abramopoulos) (GCM) و همکاران، ۱۹۸۸) و مدل اقلیمی منطقه‌ای (RegCM) (Elguindi و همکاران، ۲۰۱۴). از بین این مدل‌ها، مدل ENVI-MET یک ابزار مدل‌سازی خرداقلیمی محبوب برای تحلیل خرداقلیمی شهری در برنامه‌ریزی و طراحی شهری است زیرا قادر است هندسه ساختمان و پوشش گیاهی را برای شبیه‌سازی محیط‌های شهری دقیق، از جمله سرعت باد، دمای هوا و میانگین دمای تابشی، در نظر بگیرد (Crank و همکاران، ۲۰۱۸)؛ بنابراین، مدل ENVI-MET به طور گسترده برای شبیه‌سازی اثرات تراکم ساختمان، پوشش گیاهی و طراحی شهری بر دما و کیفیت هوا استفاده شده است(Cortes et al., 2022; Rui et al., 2019).

افزایش فضای سبز و بهینه‌سازی طراحی شهری می‌تواند به کاهش دمای سطح، بهبود آسایش حرارتی و کاهش آلودگی هوا کمک کند. (منصوری و همکاران،۱۴۰۳) (Faragallah and Ragheb,2022)بنابراین، مدل ENVI-MET ابزاری مؤثر برای ارزیابی و بهبود شرایط خرداقلیم شهری است .تهران با ۱۶.۸ میلیون نفر جمعیت، پرجمعیت‌ترین شهر در منطقه کلان‌شهری ایران و غرب آسیا است .به دلیل توسعه سریع آن، هندسه و چشم‌انداز شهری به طور قابل توجهی بر جریان هوا و ریزاقلیم در تهران تأثیر می‌گذارد و منجر به آلودگی هوا و تشدید آسایش در فضای باز می‌شود که منجر به یکی از آلوده‌ترین شهرهای جهان می‌شود (Atash,2007).

در سال‌های اخیر، استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی خرداقلیم مانند ENVI-MET در مطالعات شهری به طور قابل توجهی افزایش یافته است .این مدل‌ها امکان تجزیه‌وتحلیل دقیق پنجره باد، کیفیت هوا و تأثیر سازه‌های شهری بر شرایط اقلیمی محلی را فراهم می‌کنند. مطالعات متعددی نشان داده‌اند که هندسه شهری، شامل فرم ساختمان، ارتفاع، تراکم و جهت‌گیری، نقش کلیدی در هدایت و مدیریت جریان باد ایفا می‌کند و می‌تواند به کاهش آلودگی هوا کمک کند (به‌عنوان‌مثال لی و همکاران، ۲۰۲۳؛ یانگ و همکاران۲۰۲۰؛ محمدی و همکاران،۱۳۹۸). علاوه بر این، ساختار خیابان، شامل عرض خیابان‌ها و انحنای خیابان‌ها، تأثیر قابل توجهی بر جریان هوا دارد.

اهداف این مطالعه، بررسی جزیره حرارتی با استفاده از معادله OKE و توسعه مدل سه‌بعدی ENVI-MET برای شبیه‌سازی اثرات هندسه شهری و تغییرات چشم‌انداز بر دینامیک مکانی و زمانی هوا و تأثیر آن بر خرداقلیم شهری در تهران است. ما (۱) محاسبه جزیره حرارتی و شبیه‌سازی آن (۲) تأثیر توسعه افقی و عمودی شهری بر توزیع مکانی جریان هوای شهری، (۳) اثرات مورفولوژی شهری (به‌عنوان‌مثال، ارتفاع و تراکم ساختمان‌ها) بر گردش هوا در سه منطقه منتخب تهران و تأثیر آن‌ها بر جریان هوا را بررسی خواهیم کرد.

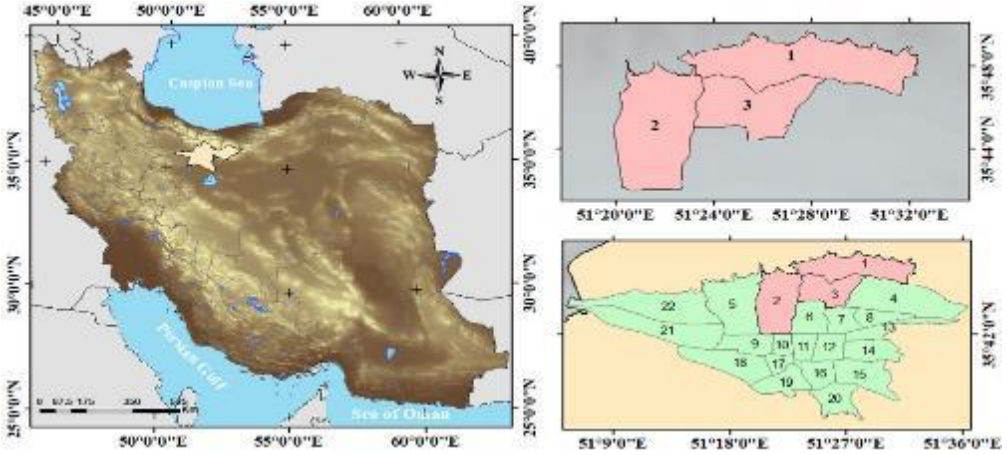
روش‌شناسی

منطقه موردمطالعه

شهر تهران با وسعتی بالغبر ۷۳۰ کیلومترمربع، بین ۳۵ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۵۹ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه ۵ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۵۳ دقیقه طول شرقی قرار دارد. ارتفاعات جنوبی البرز مرکزی، شمال و شمال‌شرقی تهران را در بر گرفته و از سمت غرب دشت ساوجبلاغ و در جنوب کوه‌های منطقه ری و بی‌بی شهربانو و دشت‌های منتهی به کویر نمک این شهر را محصور کرده است. شهر تهران به طور متوسط بین ارتفاع ۱۴۰۰ تا ۱۵۰۰ متر واقع شده است. همچنین آب‌وهوای استان تهران متأثر از عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا، جهت و امتداد کوه‌ها و وزش بادهای محلی است. با بررسی بارش استان تهران به نظر می‌رسد نقش ناهمواری‌ها در بارش بعضی از ایستگاه‌ها این استان چشمگیر است. بادهای استان تهران از نظر شدت، در اوایل فصل زمستان نسبتاً شدید و در اواخر زمستان دوباره به علت افزایش شیو گرادیان فشار رفته‌رفته به میزان ماکزیمم بادهای شدید افزوده می‌شود. (صیادی،۱۳۹۹). منطقه موردمطالعه در این پژوهش شامل مناطق ۱، ۲ و ۳ شهر تهران می‌باشد که نقشه موقعیت جغرافیایی و واقعی آن در ذیل نشان داده شده است اشکال (۱ و ۲).

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-05]

[DOI: 10.61882/jgs.25.79.25]



شکل (۱). نقشه موقعیت جغرافیایی مناطق سه‌گانه (۱، ۲ و ۳) در ایران و تهران

شکل (۲). نقشه واقعی از ساختمان‌ها، خیابان‌ها و فضای سبز در مناطق موردمطالعه Google Earth, 2/8/2025

در این پژوهش جهت بررسی جزیره حرارتی مناطق یک، دو و سه شهر تهران از چندین پایگاه داده استفاده شد. در مرحله اول از داده‌های رقومی GIS که شامل بلوک‌های ساختمانی (پارسل) با فرمت پلیگون و شیپ فایل مربوطه و عرض معابر (خیابان) که بر اساس طرح تفضیلی سال ۱۳۹۵ توسط شهرداری تهران تهیه و آماده گردیده استفاده شد. در مرحله دوم با توجه به نمای رو به خیابان ساختمان‌ها، از مساحت پرتی و نمای زاویه‌دار ساختمان‌ها استفاده گردید. نهایتاً جهت مطالعه جریان و جهت باد از داده‌ها دربردارنده اطلاعات کالبدی شهری، پوشش سطحی خیابان و میدان‌ها شامل نوع و میزان پوشش گیاهی، تیپ خاک و پوشش سطحی، ارتفاع و تراکم ساختمانی و شاخص‌های ناهمواری محدوده که از دو تصویر فتوگرامتری تهیه شده برای سازمان نقشه‌برداری بود استفاده و در نرم‌افزار Envi-met مدل‌سازی شد.

مدل‌سازی جزیره حرارتی

با توجه به پیشینه تحقیق، مدل‌های عددی توسط شرایط خاصی می‌توانند به برنامه‌ریزی در زمینه آب‌وهوا بپردازند، لذا از مقیاس‌های خرد اقلیم در برنامه‌های کاربردی استفاده می‌کنند. در دهه‌های اخیر تحت شرایط توسعه‌یافته شهرها مدل‌های عددی به طور گسترده‌ای مورداستفاده قرار گرفته‌اند، از جمله این مدل‌ها، مدل عددی Oke می‌باشد که با مقایسه نتایج داده‌های مشاهده شده با توجه به الگوریتم عددی به تجزیه‌وتحلیل شکل‌گیری جزایر حرارتی شهری با استفاده از یکسری از

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-05]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.25]

توابع و کسرهای ریاضی پرداخته است که نهایتاً یک مدل عددی برای بررسی جزیره حرارتی در نواحی شهری و پرجمعیت طراحی کردند. در این پژوهش جهت استفاده از مدل فوق مراحل پنجگانه به شرح ذیل اجرا گردید.

مرحله (۱): محاسبه شدت جزیره حرارتی (UHImax)

$$\Delta T_{u\text{-}r(max)}=7.45+3.97\ln(H/W)$$ رابطه (۱)

$\Delta_{Tu\text{-}r(max)}$ حداکثر شدت جزیره حرارتی

H: میانگین ارتفاع طبقات ساختمان‌های شهری است.

W: میانگین عرض خیابان (معابر) شهری است.

مرحله (۲): محاسبه ضریب ناهمواری ساختمان

$$Z_0 = 0.5H\,(A^*/A')$$ رابطه (۲)

Z_0: طول زبری یا ناهمواری (متر) است.

H: متوسط ارتفاع ساختمان‌ها در ساختمان شهری (متر) است.

A^* : متوسط سطح عمودی رو به دره (مترمربع) است.

A': میانگین مساحت اشغال شده توسط هر ساختمان شهری است (سطح افقی (مترمربع))

مرحله (۳): محاسبه شدت جزیره حرارتی تصحیح شده اوک با در نظرگرفتن ضریب ناهمواری

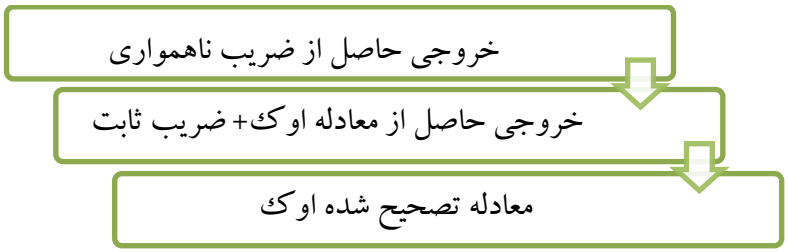
در این مرحله با توجه به ضرایب به‌دست‌آمده از مرحله دوم، معادله اوک تصحیح شد. معادله تصحیح شده اوک از رابطه (۳) به دست آمد. هدف از این مرحله مقایسه خروجی مرحله اول با مرحله دوم با در نظر گرفتن ضریب ناهمواری ساختمان‌هاست که این عامل می‌تواند تأثیر بسیاری در شکل‌گیری شدت جزیره حرارتی در محیط‌های شهری داشته باشد. مراحل محاسبه در شکل (۳) نشان داده شده است.

$$UHI = C1 * [UHIOke] + C2,\ Z0 < 2$$ ← ضریب تصحیح شده اوک

$$UHI = C3 * [UHIOke] + C4,\ Z0 \geq 2$$ ← ضریب تصحیح شده اوک

رابطه (۳)

در رابطه بالا C1, C2, C3 وC4 دارای ضریب‌های ثابت هستند.



شکل (۳). مراحل محاسبه ضریب تصحیح شده اوک با استفاده از ضریب ناهمواری

مرحله (۴): طراحی الگوریتم با برنامه‌نویسی در محیط پایتون جهت شبیه‌سازی حداکثر شدت جزیره حرارتی (THIS)

در این مرحله با توجه به گستردگی منطقه موردمطالعه و تعداد زیاد ساختمان‌های شهری در محیطGIS و با کدنویسی در محیط Python یک الگوریتم جدید با توجه به نوع ساختمان‌ها و معابر شهر تهران طراحی شد. نام این الگوریتم THIS یا Tool for Heat Island Simulation است. این ابزار قادر است حداکثر شدت جزیره حرارتی را با توجه به منطقه موردمطالعه شبیه‌سازی کند. از نقاط قوت این ابزار می‌توان به ظرفیت بالای آن جهت پردازش دیتاهای ورودی دانست که می‌توان تحت

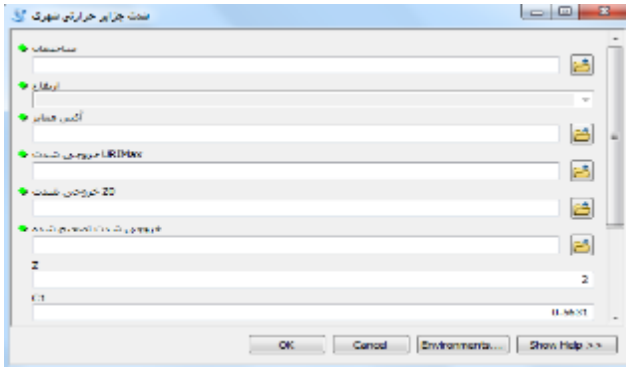
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-05]

[DOI: 10.61882/jgs.25.79.25]

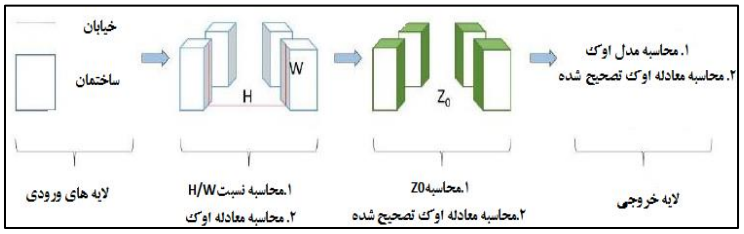
هر شرایط آب‌وهوایی برای هر منطقه شهری آن را بکار برد. این مورد برای اولین بار است که در کشور ایران و تحقیقات علمی و دانشگاهی طراحی شده است.

مرحله (۵): انتخاب ورودی‌ها و اجرای برنامه THIS

با توجه به توضیحاتی که در قسمت داده‌ها داده شد، برای اجرای برنامهTHIS نیاز به ورودی‌هایی است که با استفاده از آن‌ها بتوان به شبیه‌سازی پرداخت. در این پژوهش برای اجرای برنامه نیاز به دو تا ورودی است که این ورودی‌ها باید دارای فرمت‌های پلیگون و لاین باشند. ابتدا در محیط نرم‌افزار ArcGIS10.8 از قسمت تولباکس، ابزار مورد نظر اضافه شد. سپس اولین ورودی ساختمان‌های شهری که دارای ارتفاع و با فرمت شیپ فایل و پلیگون و دومین ورودی اکس خیابان‌ها (عرض محور معابر تا شعاع ۱۰ متری) که به صورت لاین (Line) است، فراخوانی شد. بعد از فراخوانی ورودی‌ها، شعاع مورد نظر باید وارد شود که در این پژوهش با توجه به میانگین عرض معابر در بیشتر مناطق، متوسط عرض معابر یعنی ۱۰ متر در نظر گرفته شد. بعد از وارد کردن موارد فوق، محل ذخیره را در قسمت Output ابزار وارد و نهایتاً برنامه را می‌توان ران کرد شکل (۴). در شکل (۵) نمای کلی برنامه نشان داده شده است.



شکل (۴). پنجره ورودی برنامه THIS جهت شبیه‌سازی حداکثر شدت جزیره حرارتی



شکل (۵). فرایند اجرای برنامه THIS از مرحله اول تا پنجم

مرحله (۶): خروجی برنامه THIS

خروجی حاصل از برنامه به‌عنوان یک ژئودیتابیس که شامل محاسبه Z_0 یا ضریب ناهمواری ساختمان، حداکثر شدت جزیره حرارتی و حداکثر شدت جزیره حرارتی تطبیق داده شده بر اساس معادله اوک است که این سه خروجی به صورت گرافیکی و عددی نمایش داده می‌شود که می‌توان سپس برای تجزیه‌وتحلیل نتایج بعدی از آن‌ها استفاده کرد. خروجی برنامه به صورت گرافیکی با استفاده از روش کریجینگ درون‌یابی و نقشه‌های خروجی ترسیم شده است.

مدل‌سازی باد

باد، نقش تعیین کننده‌ای در حذف شدت جزیره حرارتی و یا تضعیف و کاهش آن دارد (دراست و همکاران، ۲۰۱۸)؛ بنابراین جهت بررسی تأثیر هندسه شهری بر جهت و گسترش جریان باد، مراحل زیر به ترتیب صورت گرفت:

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-05]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.25]

مرحله (۱): مطالعه کاربری شهری

جهت تهیه نقشه کاربری اراضی از تصاویر با رزولوشن بالا موجود در گوگل ارث بهره گرفته شد. بدین منظور در تهیه تصاویر موجود از نرم‌افزار Google Maps Downloader استفاده شد. تصاویر اخذ شده در دوره مربوط به تاریخ ۱۳۹۹/۶/۲۰ با رزولوشن یا قدرت تفکیک مکانی یک متر و قدرت طیفی ۳ باند اصلی بودند.

مرحله (۲): طبقه‌بندی تصاویر

پس از اخذ تصاویر موجود به ارزیابی و تصحیح رادیومتریکی و هندسی این تصاویر با نقاط زمینی موجود در مناطق موردمطالعه به تفصیل پرداخته شد. نهایتاً داده‌های موجود به‌صورت تفکیکی در نرم‌افزار $ENVI_{5.3}$ معرفی گردیده و در بخش طبقه‌بندی نظارت‌شده شیءگرا سعی شد تصاویر موجود در ۵ کلاس کاربری به‌صورت عمده تمرکز روی ساختمان‌های موجود شامل جدول (۱) طبقه‌بندی شوند.

جدول (۱). طبقات نقشه کاربری اراضی

کد	طبقه نقشه	ویژگی‌ها
۱	درختان مشجر	این طبقه شامل انواع درختان با تاج پوشش مشخص به‌صورت انفرادی و متراکم در سطوح منطقه موردمطالعه می‌باشد.
۲	فضای سبز	این طبقه شامل تمام موارد بوته‌ای یا علفی به‌صورت طبیعی یا پوشش مصنوعی چمن در سطح منطقه موردمطالعه بود.
۳	خاک و پوشش سیمانی	در این مطالعه سعی شد تا راه و مسیرهای خاکی، مناطقی بدون پوشش یا پوشش ضعیف همچنین معابر و پیاده‌روهای سیمانی در این طبقه قرارگرفته‌اند.
۴	جاده‌های آسفالت	سطوح سفت و محکم آسفالت که یک طبقه مشخص
۵	ساختمان‌ها	کلیه موارد شامل خانه‌ها و سوله‌های انسانی و حتی تأسیسات فلزی و بتنی مشخص که نشان‌دهنده حضور و فعالیت انسانی باشد.

مرحله (۳): معادلات ریاضی طبقه‌بندی تصاویر

پس از تعیین نمونه‌های تعلیمی برای نرم‌افزار و تعیین شاخص‌های هر طبقه یا کلاس کاربری در نرم‌افزار نیازمند یک روش آماری متناسب برای اختصاص هر شیء به طبقه متناسب بود؛ بنابراین روش آموزشی ماشین بردار پشتیبانی (SVMs[7]) یکی از روش‌های یادگیری نظارت‌شده است که از آن برای طبقه‌بندی و معادلات تجربی استفاده می‌کنند.

مرحله (۴): استخراج بعد سوم از تصاویر استریوی

سه منبع تأمین‌کننده داده‌های موردنیاز در DTM شامل موارد زیر است:

۱. نقشه‌برداری زمینی

۲. فتوگرامتری

۳. نقشه‌های کارتوگرافی دیجیتایز شده

منابع و روش‌های دیگری نیز در جمع‌آوری داده‌ها وجود دارد؛ نظیر روش‌های رادار و لیدار وجود دارد؛ لذا در طرح اخیر از دو تصویر فتوگرامتری تهیه شده برای سازمان نقشه‌برداری در سال ۱۳۹۸ استفاده گردید. مدل‌سازی عددی با مدل سه‌بعدی ENVI-MET انجام شد که معادلات ناویه-استوکس را برای محاسبه جریان باد، تبادل انرژی و توزیع آلاینده‌ها حل می‌کرد (حسین‌زاده، ۲۰۲۲).

[7]. Support Vector Machines

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-05]

[DOI: 10.61882/jgs.25.79.25]

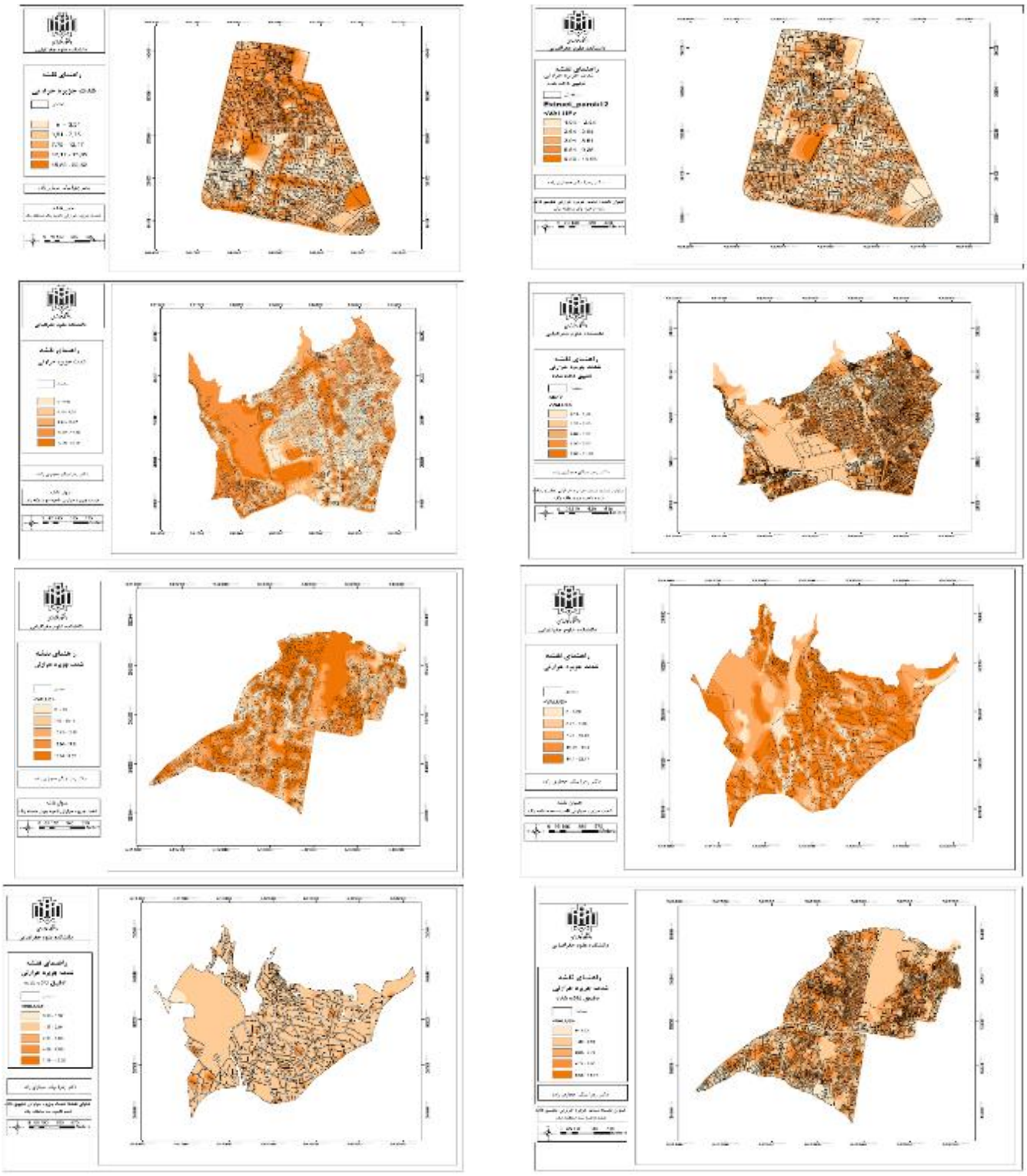
نتایج و بحث

بررسی شدت جزیره حرارتی و مقایسه آن با شدت جزیره حرارتی تطبیق شده در منطقه یک

منطقه یک شهر تهران در قسمت شمالی استان قرار دارد .این منطقه به لحاظ بافت شبه‌روستایی که از قدیم داشته است در بعضی منابع به «باغ شهر» معروف بوده و بر طبق سرشماری سال ۱۳۹۵، میانگین جمعیت ساکن در این منطقه ۴۸۰ هزار نفر با ۱۶۰ هزار خانوار است. از جمله محله‌های مهم در این منطقه شمیرانات، لواسانات، تجریش و ... است. این منطقه دارای ۱۰ ناحیه می‌باشد که در این پژوهش ۸ ناحیه آن مورد بررسی قرار گرفته است. نواحی ۹ و ۱۰ به دلیل عدم وجود لایه‌های رقومی مورد بررسی قرار نگرفت. تعداد ساختمان‌ها در کل ناحیه‌ها ۳۴۲۷۲ که ۲۸۸۷۸ ساختمان مورد بررسی قرار گرفت. میانگین ارتفاع ساختمان‌ها در منطقه یک، ۱۷ متر است و متوسط عرض خیابان‌ها در منطقه بین ۸-۱۵ متر می‌باشد که در ذیل به بررسی نواحی ۸ گانه پرداخته شد. در اشکال (۶ و ۷) به بررسی شدت جزیره حرارتی و مقایسه آن با شدت جزیره حرارتی تطبیق شده نواحی ۱ تا ۸ پرداخته شد. نتایج بررسی نشان داد که در این منطقه ناحیه هشت پرتراکم‌ترین ناحیه از لحاظ تراکم ساختمانی بوده است. با توجه به اینکه در دهه‌های اخیر در شهرهای پرجمعیت روند بلندمرتبه‌سازی در طراحی شهری رشد کرده است، لذا در این ناحیه با توجه به جمعیت زیاد و تراکم ساختمانی بالا روند بلندمرتبه‌سازی در دهه‌های اخیر رشد فراوانی داشته است. از نظر ارتفاعی بیشترین ارتفاع ساختمان ۳۰ متر (۱۰ طبقه) و کمترین ارتفاع ۳ متر (۱ طبقه) مربوط به ناحیه پنج است. در بین نواحی منطقه یک، ناحیه پنج دارای بیشترین ارتفاع متوسط یعنی ۱۰ متر (۳.۵ طبقه) است این در حالی است که کمترین عرض معابر مربوط به ناحیه دو با ۵۰-۲ متر است. نتایج بررسی اولیه نشان داد در منطقه یک روند بلندمرتبه‌سازی در سال‌های اخیر رشد چشمگیری داشته است ولی با توجه به اینکه در منطقه یک از گذشته بافت روستایی داشته است؛ لذا ساختمان‌های قدیمی بیشتر حالت ویلائی داشته‌اند، ولی در بافت جدید و نوسازی شهری ساختمان‌هایی با ارتفاع زیاد ساخته و یا در حال ساخت هستند (میانگین ارتفاع در کل منطقه ۱۷ متر است)؛ لذا بررسی شدت جزیره حرارتی نشان داد در بین نواحی منطقه یک، ناحیه سه و ناحیه یک دارای بیشترین میزان شدت جزیره حرارتی (حداکثر۲۲ درجه) هستند زیرا در این نواحی متوسط ارتفاع ساختمان‌ها نسبت به عرض معابر بیشتر است (نسبتH/W). لذا در بررسی جزیره حرارتی عامل ارتفاع و بلندمرتبه‌سازی ساختمان‌ها به‌عنوان عامل کلیدی مدنظر بود. با توجه به اینکه به بلندمرتبه‌سازی در طراحی شهری برای شهرهایی که دارای بافت فشرده از لحاظ تراکم ساختمانی هستند توجه زیادی شده است؛ لذا در ناحیه یک این مورد کاربرد بیشتری داشته است. نهایتاً برای بررسی تأثیر ضریب ناهمواری یا مساحت نمای روبه خیابان، معادله تطبیق داده شده با معادله اوک طراحی شد. نتایج شدت جزیره حرارتی در ناحیه یک نشان داد در بیشتر بخش‌ها، مساحت ناهمواری ساختمان‌ها یا به‌عبارتی‌دیگر مساحت نمای رو به خیابان اصلی کم بوده است و این نشان می‌دهد که نتایج حاصل از معادله تطبیق داده شده با حداکثر شدت جزیره حرارتی با در نظرگرفتن ضریب ناهمواری تأثیرگذار است. در ناحیه سه بررسی شدت جزیره حرارتی اوک نشان داد در قسمت‌های شرقی، مرکزی و جنوبی تراکم ساختمان‌ها بیشتر بوده است. ارتفاع ساختمان‌ها در ناحیه سه نشان داد که ارتفاع نسبت به عرض معابر بیشتر است که نسبت H/W گویای این مورد است اشکال (۵-۷). بررسی شبیه‌سازی معادله اوک نشان داد که با افزایش نسبتH/W رشد UHImax چشمگیرتر است. بررسی شدت جزیره حرارتی تطبیق داده شده نشان داد که در بیشتر ناحیه میزان جزیره حرارتی به‌شدت کاهش داشته است که به علت تراکم پایین ساختمان‌ها است. همچنین می‌توان گفت در این ناحیه با توجه به اینکه مساحت نمای ساختمان‌های مشرف به خیابان اصلی کمتر بوده است لذا شدت جزیره حرارتی تطبیق داده شده به نسبت نواحی قبلی کمتر است.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-05]

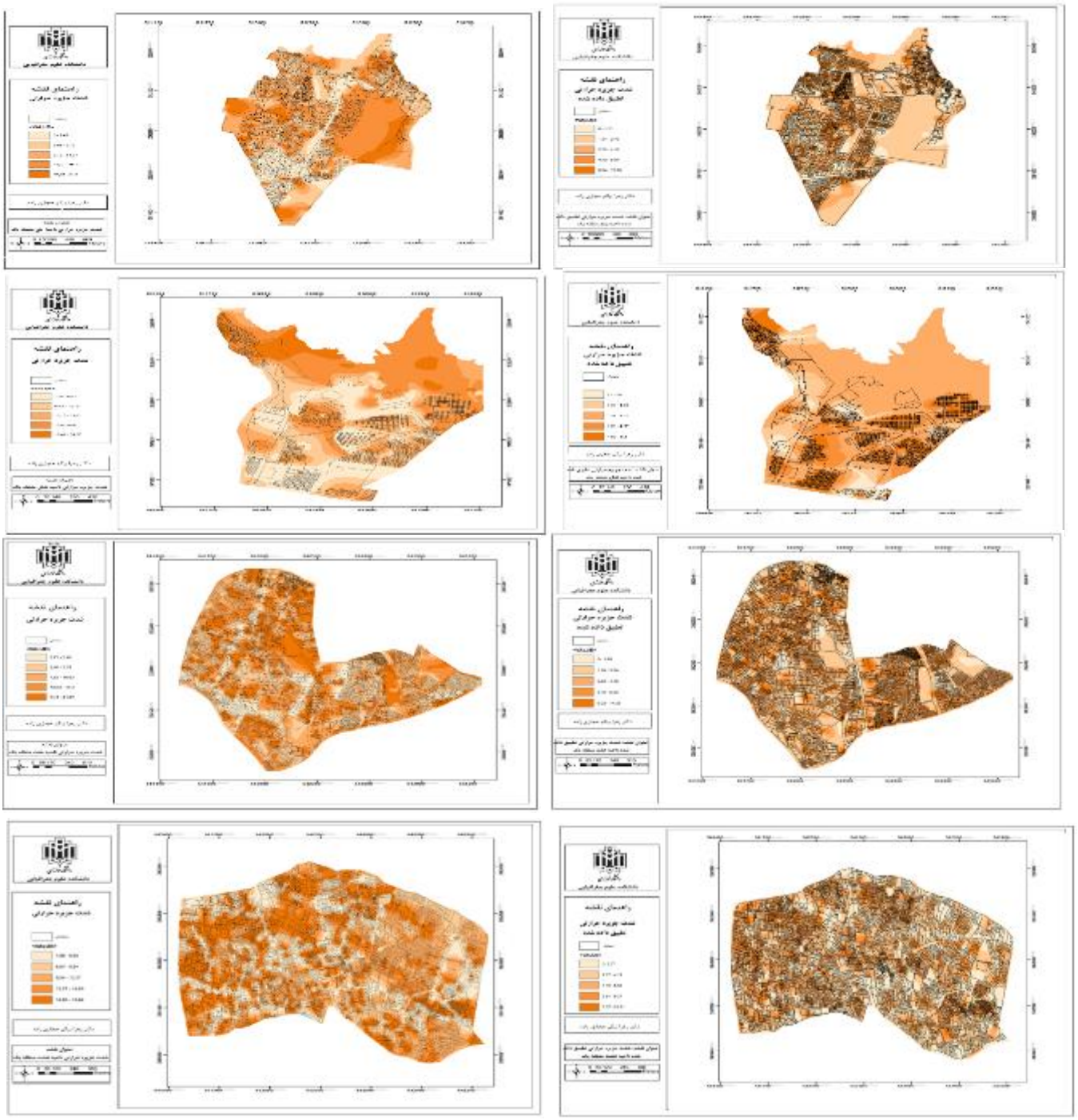
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.25]



شکل (۶). نقشه حداکثر شدت جزیره حرارتی ناحیه (۴-۱) (سمت چپ از بالا به پایین) و حداکثر شدت جزیره حرارتی تطبیق داده شده ناحیه (۱-۴) منطقه یک تهران (سمت راست از بالا به پایین)

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-05]

[DOI: 10.61882/jgs.25.79.25]



شکل (۷). نقشه حداکثر شدت جزیره حرارتی ناحیه (۸-۵) (سمت چپ از بالا به پایین) و حداکثر شدت جزیره حرارتی تطبیق داده شده ناحیه (۵-۸) منطقه یک تهران (سمت راست از بالا به پایین)

بررسی شدت جزیره حرارتی و مقایسه آن با شدت جزیره حرارتی تطبیق شده در منطقه دو

منطقه دو تهران در شمال‌شرقی میدان آزادی، از غرب تا شمال‌غرب تهران ادامه دارد. این منطقه یکی از بزرگ‌ترین مناطق تهران است که دارای بافت شهری است که نشانگر تراکم بالای ساختمان‌ها در این منطقه می‌باشد. این منطقه دارای ۹ ناحیه می‌باشد. از محله‌های مهم در این منطقه صادقیه، پل گیشا، سعادت‌آباد و ... است. در این پژوهش ۸ ناحیه مورد بررسی قرار گرفت. ناحیه ۹ به دلیل عدم وجود لایه رقومی مورد بررسی قرار نگرفت. تعداد ساختمان‌ها در کل ناحیه‌ها ۴۸۸۶۷ که

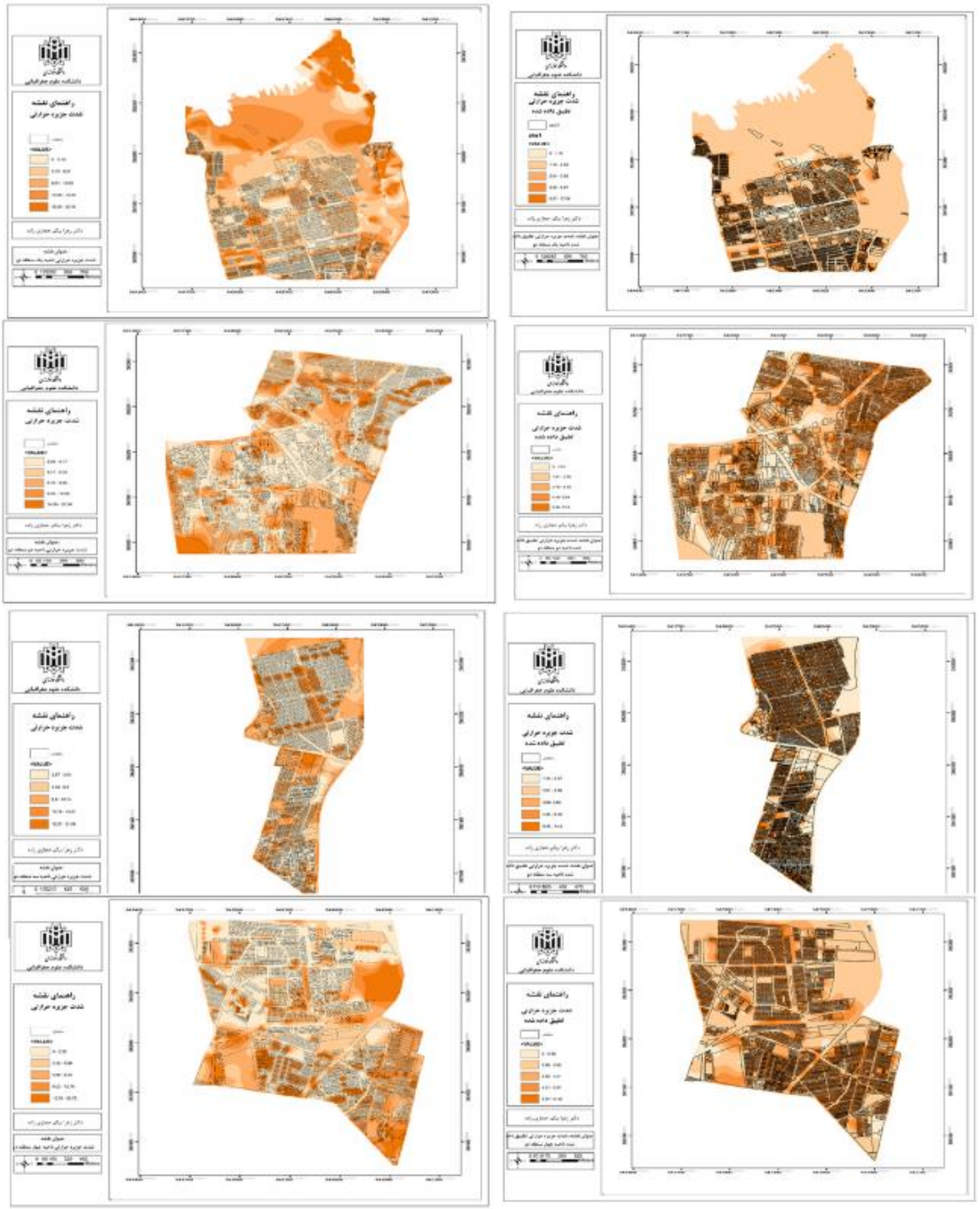
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-05]

[DOI: 10.61882/jgs.25.79.25]

۲۱۰۸۷ ساختمان مورد بررسی قرار گرفت. میانگین ارتفاع ساختمان‌ها در منطقه ۲۵ متر است که نسبت به مناطق دیگر بیشترین ارتفاع ساختمان دارد. متوسط عرض خیابان‌ها در منطقه بین ۱۰-۲۰ متر می‌باشد. در ذیل به بررسی نواحی ۸ گانه پرداخته شد. در اشکال (۸ و ۹) به بررسی شدت جزیره حرارتی و مقایسه آن با شدت جزیره حرارتی تطبیق شده نواحی ۱ تا ۸ پرداخته شد. نتایج بررسی نشان داد که این منطقه از لحاظ ارتفاع ساختمانی بالاترین ارتفاع را در بین سه منطقه دارد و میانگین ارتفاعی آن ۲۵ متر است. در بین نواحی منطقه دو ناحیه پنج دارای بیشترین تراکم ساختمانی با ۷۹۳۴ ساختمان و سپس ناحیه شش با ۷۵۲۰ و کمترین مربوط به ناحیه هشت با ۴۳۱۰ ساختمان است. با توجه به اینکه تراکم ساختمانی در ناحیه پنج بالاست لذا کمترین عرض معابر با ۵۰-۵ مربوط به همین ناحیه است؛ بنابراین می‌توان گفت در این منطقه با افزایش بلندمرتبه‌سازی و ساختمان‌های فشرده، عرض معابر با کمترین میزان طراحی شده است که می‌توان به‌عنوان یک نقطه‌ضعف در طراحی شهری این منطقه اشاره کرد. بیشترین ارتفاع ساختمانی در ناحیه هفت، حوالی بزرگراه آیت‌الله هاشمی رفسنجانی و همت است. در منطقه دو بیشترین ارتفاع متوسط ساختمان مربوط به ناحیه هفت با ۳۰ متر است؛ بنابراین در بررسی شدت جزیره حرارتی عامل ارتفاع ساختمان‌ها و بلندمرتبه‌سازی می‌تواند نقش مهمی در شکل‌گیری جزیره حرارتی داشته باشد. این در حالی است که هر چه ارتفاع ساختمان نسبت به عرض معابر بیشتر باشد به صورت مانعی در برابر خروج جزیره حرارتی عمل می‌کند. بررسی شدت جزیره حرارتی تطبیق داده شده با معادله اوک نشان داد که عامل ضریب ناهمواری ساختمان می‌تواند به‌عنوان عامل مهمی در شدت جزیره حرارتی تأثیر گذارد. در بین نواحی منطقه دو، ناحیه هشت کمترین میزان شدت جزیره حرارتی تطبیق داده شده را داشته است که نشان‌دهنده نقش تعدیل‌کننده‌ای فضای سبز علاوه بر عوامل دیگر همچون ارتفاع ساختمان‌ها و ضریب ناهمواری در میزان شدت جزیره حرارتی است.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-05]

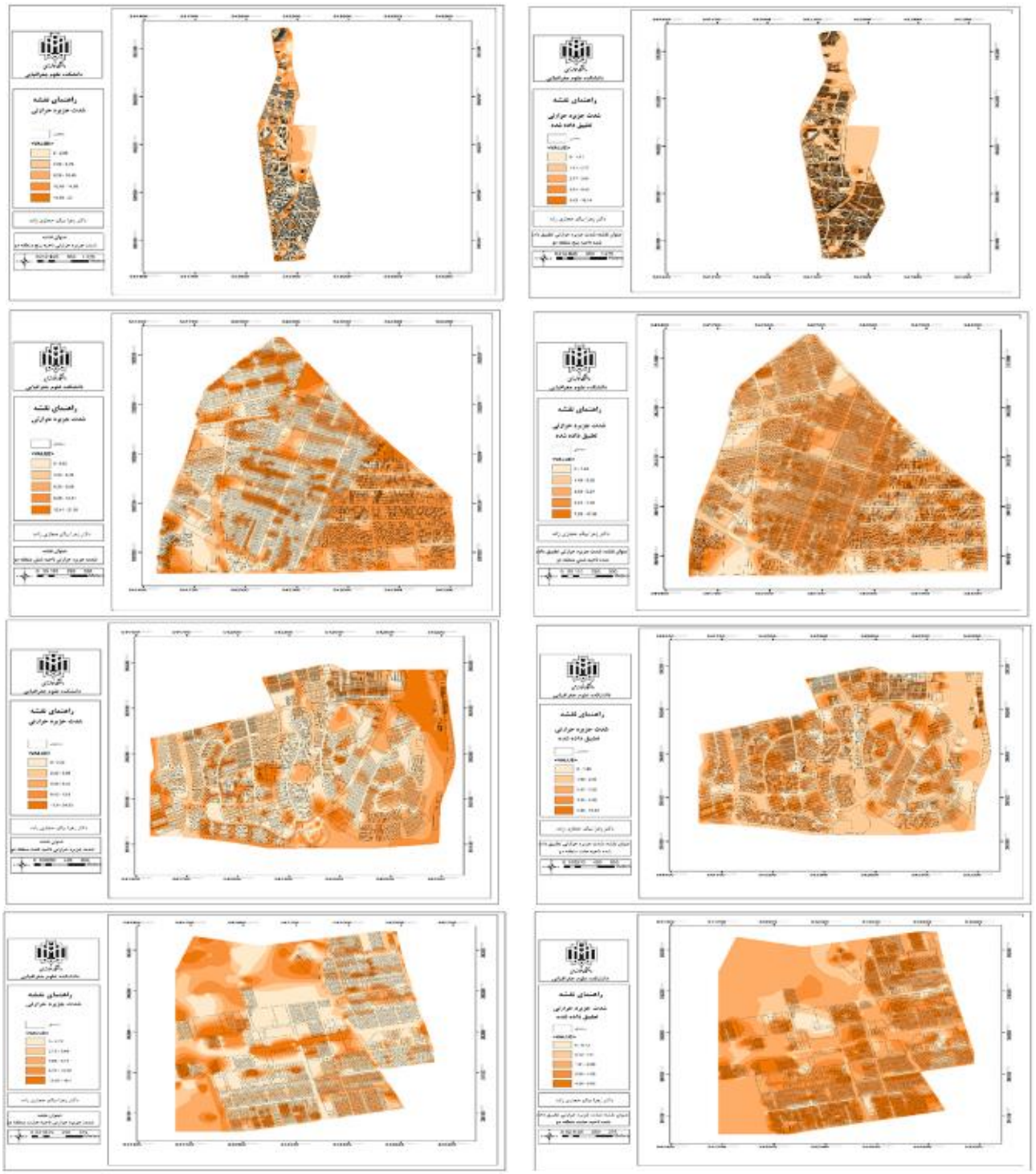
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.25]



شکل (۸). نقشه حداکثر شدت جزیره حرارتی ناحیه (۴-۱) (سمت چپ از بالا به پایین) و حداکثر شدت جزیره حرارتی تطبیق داده شده ناحیه (۱-۴) منطقه دو تهران (سمت راست از بالا به پایین)

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-05]

[DOI: 10.61882/jgs.25.79.25]



شکل (۹). نقشه حداکثر شدت جزیره حرارتی ناحیه (۸-۵) (سمت چپ از بالا به پایین) و حداکثر شدت جزیره حرارتی تطبیق داده شده ناحیه (۵-۸) منطقه دو تهران (سمت راست از بالا به پایین)

بررسی شدت جزیره حرارتی و مقایسه آن با شدت جزیره حرارتی تطبیق شده در منطقه سه

منطقه سه تهران یکی از مناطق ۲۲ گانه شهر تهران است که در بخش شمال شرقی شهر تهران قرار دارد. این منطقه از شمال با منطقه یک، از شرق با منطقه ۴، از جنوب با مناطق ۶ و ۷ و از غرب با منطقه دو هم‌مرز است. این منطقه در ابتدا دارای بافت روستایی و سپس بافت شهری به خود گرفت. ویژگی مهم این منطقه تراکم بالای ساختمان‌ها است. این منطقه

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-05]

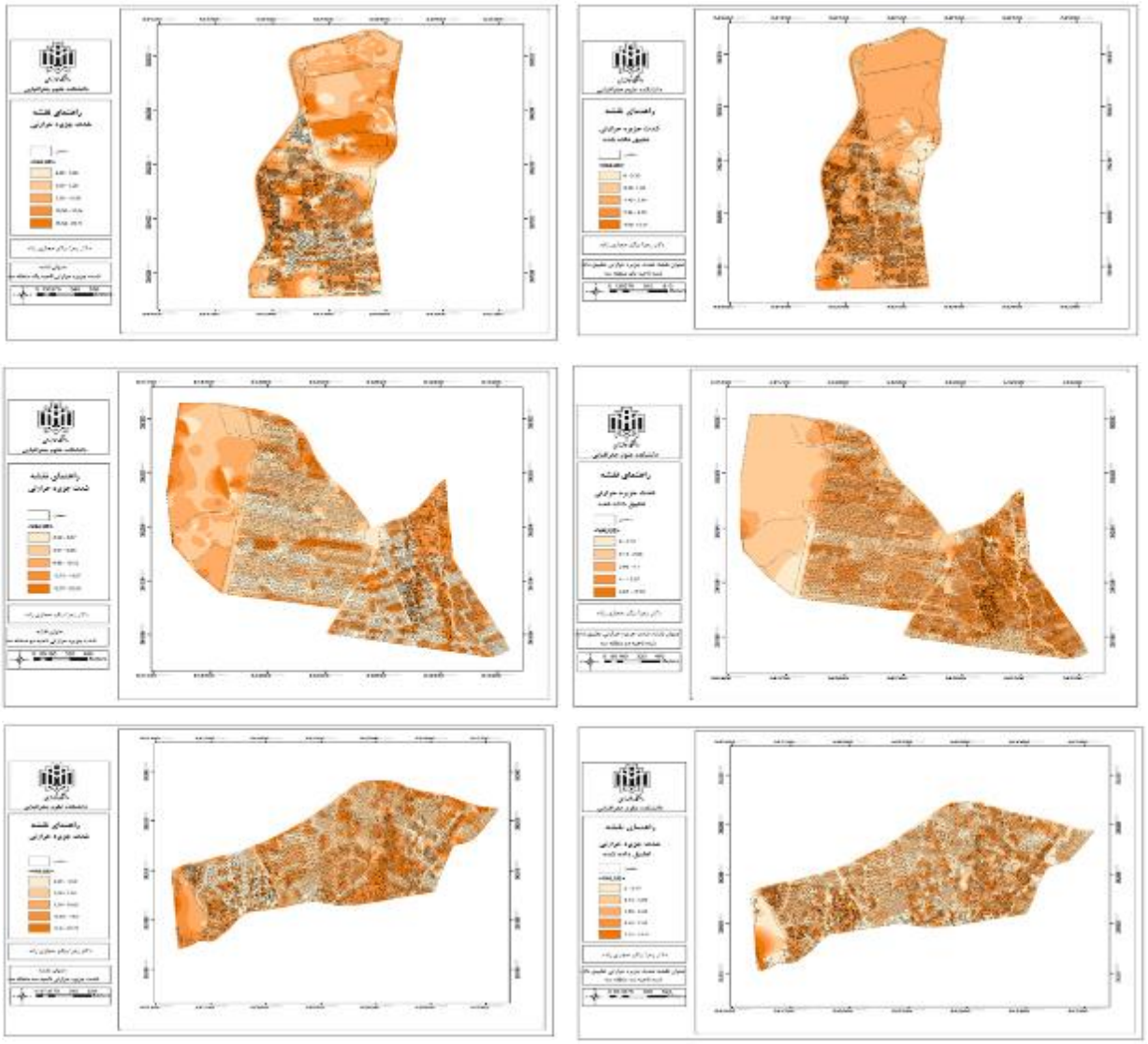
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.25]

دارای ۶ ناحیه می‌باشد که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفتند. تعداد ساختمان‌ها در کل ناحیه‌ها ۳۰۷۶۴ که ۱۴۹۰۶ ساختمان مورد بررسی قرار گرفت. میانگین ارتفاع ساختمان‌ها در منطقه سه، ۱۴ متر است. متوسط عرض خیابان‌ها در منطقه بین ۱۵-۲۵ متر می‌باشد. از ویژگی‌های مهم این منطقه وجود بوستان‌ها و پارک‌های متعدد است که این امر می‌تواند در تلطیف هوای این منطقه مؤثر باشد و به‌عنوان راهکاری برای کاهش جزیره حرارتی در نظر گرفت. در ذیل به ترتیب به بررسی نواحی ۶ گانه پرداخته شد.

در بین نواحی شش‌گانه، ناحیه دو با ۶۵۶۰ و ناحیه سه با ۶۲۱۰ پرتراکم‌ترین نواحی منطقه سه هستند و کمترین تراکم مربوط به ناحیه شش با ۲۷۵۷ ساختمان است. بررسی عرض معابر در منطقه سه نشان داد که متوسط آن بین ۵۰-۷۰ متر است که نشان‌دهنده این است با وجود اینکه منطقه سه جز مناطق پرتراکم از لحاظ بافت ساختمانی است اما طراحی معابر و بزرگراه‌ها نسبت به مناطق یک و دو مناسب‌تر است. میانگین ارتفاع ساختمانی در منطقه سه ۱۴ متر است. نهایتاً در سه منطقه موردمطالعه از لحاظ تراکم ساختمانی، منطقه دو بیشترین تراکم ساختمانی و بالاترین ارتفاع ساختمانی دارد و کمترین مربوط به منطقه سه است. نتایج بررسی جزیره حرارتی در منطقه سه نشان داد که در بین نواحی شش‌گانه، ناحیه شش بیشترین تراکم ساختمانی با ۶۵۶۰ ساختمان دارد. بیشترین ارتفاع ساختمان‌ها در نواحی دو و چهار منطقه با شش متر است این در حالی است که در بیشتر نواحی منطقه سه، تراکم ساختمان با ارتفاع بالاست؛ بنابراین بررسی عرض معابر در منطقه نشان داد که در ناحیه سه کمترین عرض معابر ۵-۷۱ متر است در حالی که در بقیه نواحی عرض معابر بالاست؛ بنابراین در ناحیه شش که ارتفاع ساختمان‌ها کم شده، شدت جزیره حرارتی کمتر است (۱۸ درجه). نکته مهم در بررسی منطقه سه این است با توجه به اینکه در بیشتر نواحی منطقه سه تراکم ساختمانی بالا است؛ لذا بالاترین شدت جزیره حرارتی در بیشتر نواحی ۲۲ درجه است. ارتفاع و بلندمرتبه‌سازی به‌عنوان عامل مهم در بررسی شدت جزیره حرارتی در منطقه سه نقش چشمگیری داشته است. شدت جزیره حرارتی تطبیق داده شده در ناحیه ۶ کمترین میزان را به خود اختصاص داده است (۸/۹ درجه)؛ بنابراین در بررسی شدت جزیره حرارتی تطبیق داده شده، عامل ضریب ناهمواری یا به‌عبارتی‌دیگر مساحت نمای روبه خیابان نسبت به مساحت اشغال شده توسط هر ساختمان به‌عنوان عامل مهم در طراحی شهری تأثیرگذار است؛ به‌طوری‌که در نواحی که مساحت نمای رو به خیابان نسبت به مساحت اشغال شده ساختمان بیشتر بوده، روند شدت جزیره حرارتی افزایش پیدا کرده است اشکال (۱۰ و ۱۱).

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-05]

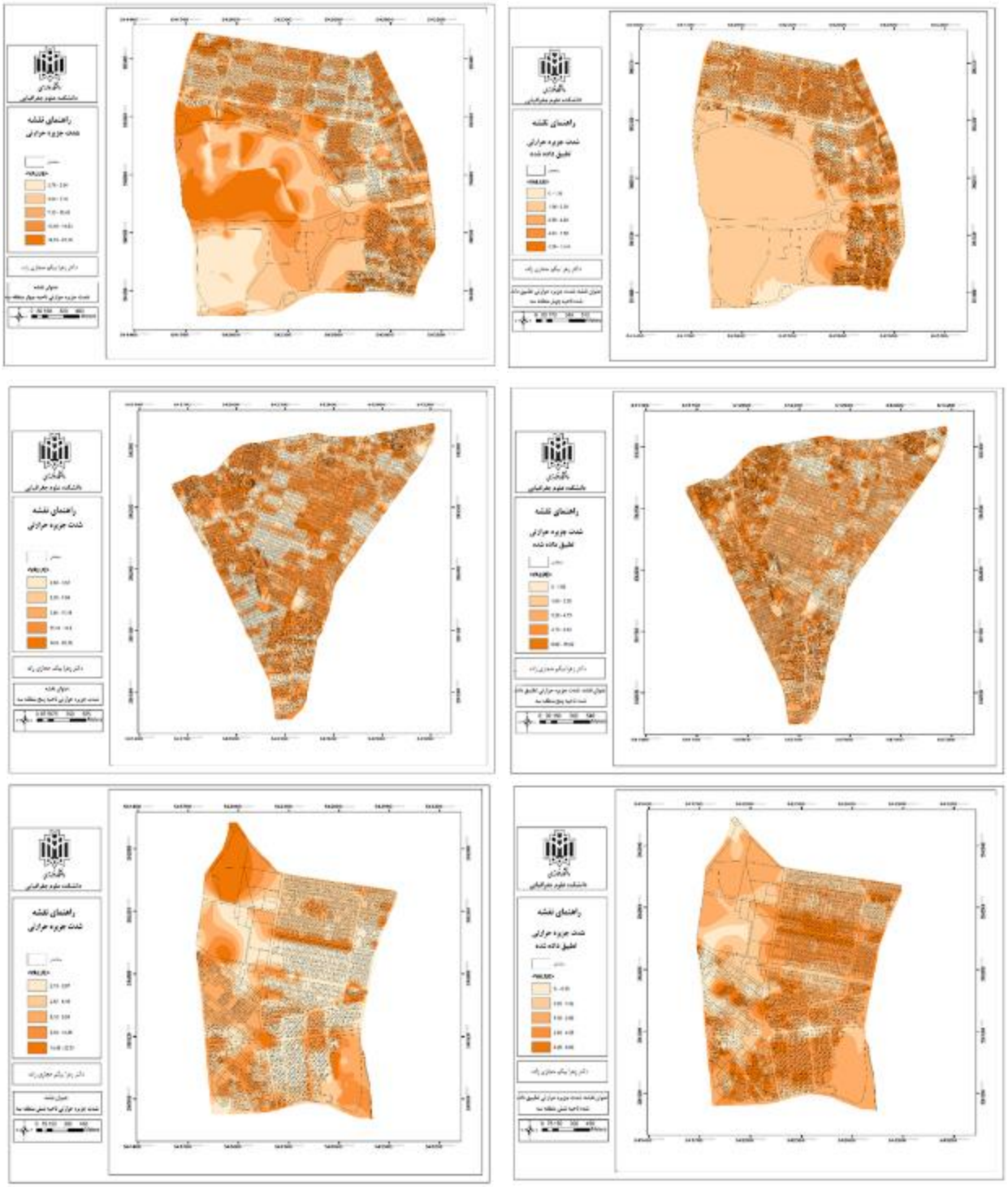
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.25]



شکل (۱۰). نقشه حداکثر شدت جزیره حرارتی ناحیه (۳-۱) (سمت چپ از بالا به پایین) و حداکثر شدت جزیره حرارتی تطبیق داده شده ناحیه (۳-۱) منطقه سه تهران (سمت راست از بالا به پایین)

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-05]

[DOI: 10.61882/jgs.25.79.25]



شکل (۱۱). نقشه حداکثر شدت جزیره حرارتی ناحیه (۶-۴) (سمت چپ از بالا به پایین) و حداکثر شدت جزیره حرارتی تطبیق داده شده ناحیه (۶-۴) منطقه سه تهران (سمت راست از بالا به پایین)

مدل‌سازی باد

آرایش فضایی کاربری‌ها

نتایج اولیه مطالعه پراکنش فضایی و ساختاری شهر تهران نشان می‌دهد که ۴۶۹۲۶ واحد ساختمانی در سه منطقه اصلی شهرداری‌های ۱،۲،۳ تهران در مساحتی بالغبر ۱۲ هزار و ۶۶۶ هکتار قرار گرفته است. منطقه یک دارای ۳۹۶۷ هکتار،

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-05]

[DOI: 10.61882/jgs.25.79.25]

منطقه دو با مساحتی بالغبر ۵۴۹۳ هکتار و نهایتاً منطقه ۳ با ۳۱۹۹ هکتار از مناطق حساس و مهم شهر تهران محسوب می‌گردد.

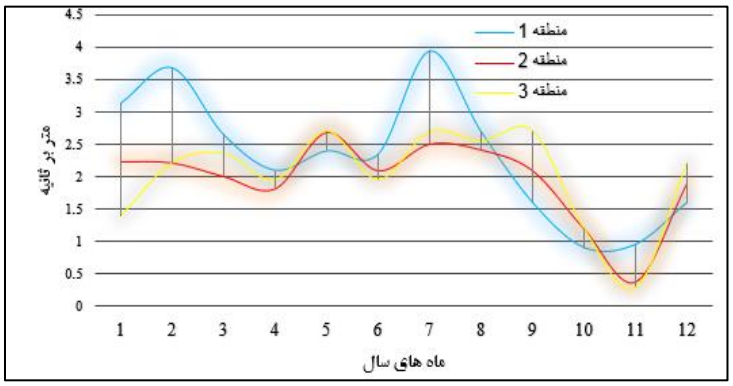
براساس جدول (۲) اطلاعاتی موجود منطقه دو با جمعیتی بالای ۶۳۳ هزارنفری تراکم بالای ساخت‌وساز را دارا می‌باشد. این بخش دارای ۵۴۹۳ هکتار پوشش فضای سبز درختان است که نسبت به سایر مناطق حجم بالای فضای سبز را هم دارا است. در منطقه ۱ کمترین تعداد واحدهای ساختمانی دیده می‌شود و از لحاظ توپوگرافی به بخش جنوبی رشته‌کوه البرز منتهی می‌گردد.

جدول (۲). مشخصات آرایش فضایی کاربری‌ها در مناطق موردمطالعه

منطقه	مساحت	جمعیت	واحدهای ساختمانی	فضای سبز
۱	۳۹۶۷	۴۶۱۵۲۰	۹۱۱۸۴	۳۹۶۷
۲	۵۴۹۳	۶۳۳۹۱۱	۱۰۷۱۶۳	۵۴۹۳
۳	۳۱۹۹	۳۲۵۲۳۹	۱۵۳۹۵۱	۳۱۹۹

خروجی مدل Envi.met

پس از مدل‌سازی و استخراج فایل NCDF، برای نمایش و تحلیل بیشتر به نرم‌افزار ARCGIS انتقال داده شد. براساس نتایج به دست آمده از مدل‌سازی جریان باد در مناطق سه‌گانه منطقه یک ۲.۴۱ متر بر ثانیه از پرسرعت‌ترین جریان‌ها در میان سایر بخش‌ها است. در مطالعه فصلی نیز اردیبهشت ماه با ۳.۵ متر بر ثانیه و مهر ماه با ۳.۹۵ متر بر ثانیه جریان در منطقه یک تهران دارای سرعت بالاتری نسبت به سایر نقاط است. با عبور به سمت مناطق مرکزی شهر تهران سرعت باد به شدت تحت تأثیر فضای کالبدی شهر و خیابان‌ها بوده به نحوی که منطقه ۲ و سه به ترتیب میانگین سرعت باد ۱.۹۵ و ۲.۰۳ را تجربه می‌کنند. در این دو منطقه سرعت باد میانگین فصلی به ندرت به ۲.۵ خواهد رسید؛ لذا تخلیه و استخراج آلاینده‌ها با سرعت کندتری انجام می‌گیرد. در این هنگام دی و بهمن ماه ثبات بالای باد در پروفایل‌های مختلف سبب می‌گردد که عمل وارونگی دمایی با شدت بیشتری اتفاق بیانجامد شکل (۱۲).

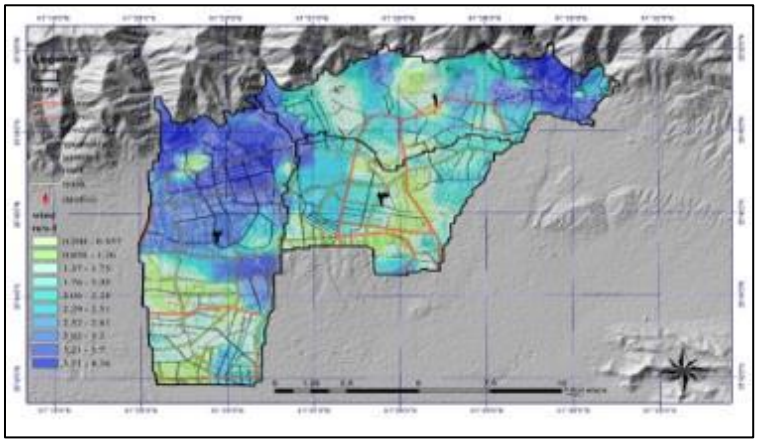


شکل (۱۲). میانگین سرعت باد در ماه‌های مختلف

بر اساس خروجی شکل (۱۳) کمترین سرعت‌ها معمولاً در طرفین تقاطع‌ها و در امتداد خیابان‌های شرقی-غربی رخ داده است. سرعت باد به علت اصطکاک در جداره ساختمان‌ها کم و به طرف شرق افزایش در سرعت مشاهده می‌شود. همچنین خروج و فشرده شدن هوا در جهت باد غالب از این خیابان موجب افزایش در سرعت باد می‌شود. به طور کلی می‌توان گفت در خیابان‌های شمالی-جنوبی سرعت باد بیشتر از خیابان‌های شرقی-غربی است. با توجه به شبیه‌سازی صورت گرفته مشاهده می‌شود که در بخش‌های جنوبی منطقه دو و سه خیابان‌های رو به باد دارای سرعت جریان بیشتری هستند در حالی که در فضاهای پشت به باد ساختمان‌ها، شدت جریان باد کاهش می‌یابد. همچنین ملاحظه می‌شود که بادها تحت تأثیر شبکه معابر

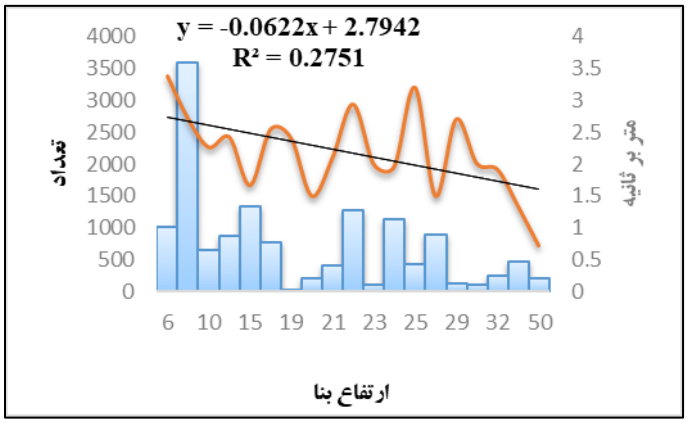
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-05]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.25]

و ارتفاع ساختمان‌ها تغییر جهت می‌دهند. نمونه بارز این مسئله را می‌توان در بخش‌های شمال‌شرقی مشاهده نمود. بلافاصله بعد از اتمام شبکه معابر و ساخت‌وسازها جهت باد براساس شرایط طبیعی و توپوگرافی محل تغییر کرده از جهت جنوب به جنوب‌غربی تغییر مسیر می‌دهند.



شکل (۱۳). خروجی جریان باد با مدل Envi.met

آنالیز اولیه اثر ارتفاع بر سرعت باد نشان می‌دهد هرچه ارتفاع ساختمان‌ها بیشتر می‌گردد سرعت باد دارای نزول است این نزول در محدوده ساختمان‌های ۱۵ متری تا ۵۰ متری بیشترین اثر را خواهد داشت. بیشترین مساحت یا واحدهای موجود در منطقه یک در حول‌وحوش ۶ تا ۱۵ متری هستند. توربلانس حاصل از ارتفاع بنا و سرعت باد در محدوده‌های ۱۵ متری شروع می‌گردد و تا ۲۸ متر دارای واریانس بسته به موقعیت قرارگیری است. در مقابل در منطقه یک شهرداری تهران از ساختمان‌های ۲۸ متری کاهش شدید و معناداری خواهد داشت شکل (۱۴)؛ لذا با این احتساب اثر و جایگاه منطقه یک تهران در گردش هوا مؤثر و مشخص است؛ بنابراین بکارگیری تضمین‌های توسعه عمودی و تراکم‌سازی باید با مکان‌گزینی و همراه با درج قوانین جلوگیری از توسعه بیشتر برج‌های محدوده با تراکم بالا باشد.

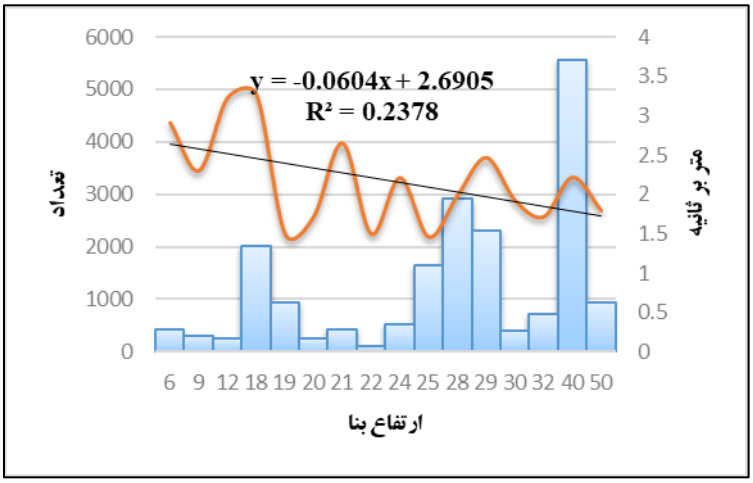


شکل (۱۴). نمودار ارتفاع ساختمان و سرعت باد منطقه یک

آنالیز اولیه اثر ارتفاع بر سرعت باد نشان می‌دهد هرچه ارتفاع ساختمان‌ها بیشتر می‌گردد سرعت باد دارای نزول است. هرچند بر طبق معادلات خطی این کمیت قابلیت قیاس و استناد کامل ندارد. این نزول در محدوده ساختمان‌های ۱۸ متری تا ۳۲ متری بیشترین اثر را خواهد داشت. بیشترین مساحت واحدهای موجود در منطقه دو، در حوالی۲۵ تا ۳۰ متری هستند. توربلانس حاصل از ارتفاع بنا و سرعت باد در محدوده‌های ۱۸ متری دارای بیشترین واریانس بسته به موقعیت قرارگیری است. در مقابل در منطقه دو شهرداری تهران از ساختمان‌های ۱۹ متری کاهش شدید و معناداری خواهد داشت لذا با این

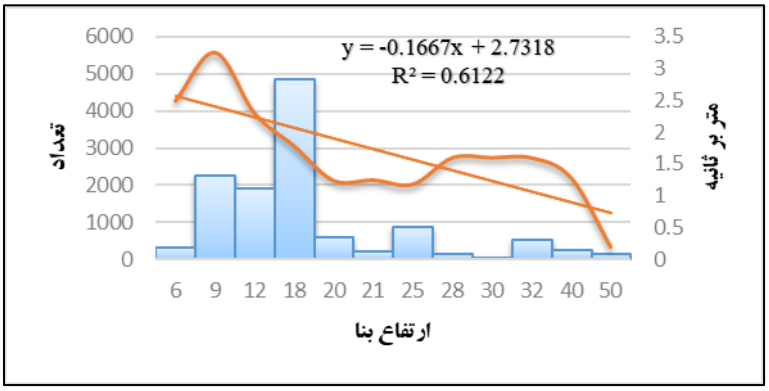
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-05]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.25]

احتساب جایگاه منطقه دو تهران در گردش هوا مؤثر و مشخص در مرکز شهر تهران پروفایل بادهای رسیده از سایر مناطق در حول‌وحوش ۱۸ متری قرار دارد که تداوم و اختلال بالاتری نسبت به سایر ارتفاعات دارد. تغییرات سرعت باد بین ۲.۵ تا ۲ متری بوده که افزایش ارتفاعات بنا معناداری بیشتری بر کاهش سرعت باد دارد شکل (۱۵).



شکل (۱۵). نمودار ارتفاع ساختمان و سرعت باد در منطقه دو

آنالیز اولیه اثر ارتفاع بر سرعت باد نشان می‌دهد هرچه ارتفاع ساختمان‌ها بیشتر می‌گردد سرعت باد دارای نزول است این نزول در محدوده ساختمان‌های ۱۲ متری تا ۵۰ متری بیشترین اثر را خواهد داشت. بیشترین مساحت یا واحدهای موجود در منطقه سه در حول‌وحوش ۱۰ تا ۱۸ متری هستند. توربلانس حاصل از ارتفاع بنا و سرعت باد در محدوده‌های ۹ متری شروع می‌گردد و تا ۱۲ متر دارای واریانس بسته به موقعیت قرارگیری است. در مقابل در منطقه سه شهرداری تهران از ساختمان‌های ۱۲ متری کاهش شدید و معناداری خواهد داشت؛ لذا با این احتساب اثر و جایگاه منطقه سه تهران محدودیت شدیدتری نسبت به دو منطقه دیگر دارد. بکارگیری تضمین‌های توسعه عمودی و تراکم‌سازی باید با مکان‌گزینی و همراه با درج قوانین جلوگیری از توسعه بیشتر برج‌های محدوده با تراکم بالا باشد. معادله خطی تأیید شده و همبستگی در رابطه با سرعت باد و ارتفاع ساختمان در این نقطه به تأیید می‌رسد شکل (۱۶).



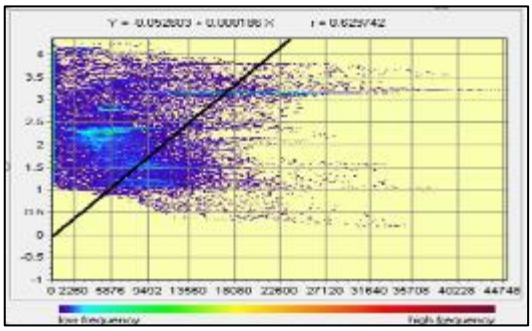
شکل (۱۶). نمودار ارتفاع ساختمان و سرعت باد منطقه سه

ارزیابی معناداری ساختار بر توسعه دامنه باد

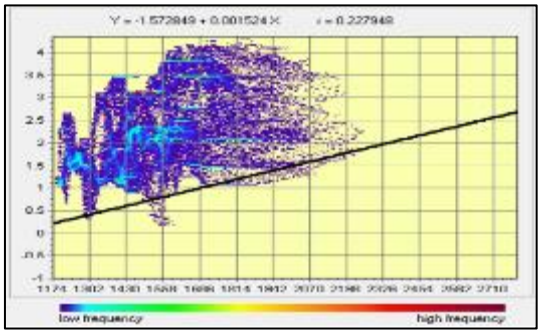
با توجه با آنالیز فضایی تصاویر و خروجی‌های مدل به استنباط رسید که دو عامل اصلی تراکم ساخت‌وساز و ارتفاع بنا تأثیر بیشتری بر انتقال سرعت باد دارند. این پارامترها به ترتیب ۷۶ و ۶۲٪ اثر بازدارنده بر جریان باد داخل شهری را دارند و بیشترین تأثیر در محورهای میانه شهری دارند. در رابطه با جهت هرچند تعیین این مقدار یک رابطه نسبی است، لذا مشخصاً

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-05]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.25]

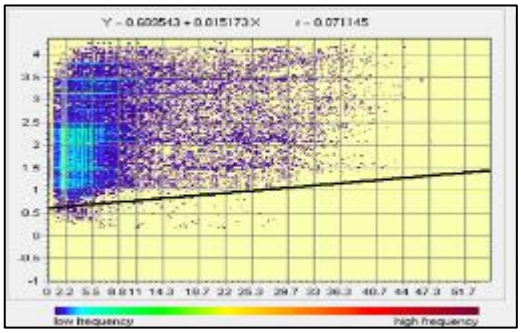
جهت باد در رابطه با ارتفاع اثر معناداری در تغییر دارد که به میزان ۶۳ درصد بوده است. بر طبق آنالیز، ساختمان‌های ۲۸ تا ۳۹ متری بیشترین اثر را وارد می‌کنند و ساختمان و برج‌های بلند نقش چندانی در تغییر رویه باد ندارند. در رابطه با تراکم نیز میزان ۵۲ درصد اثر مثبت در تغییر جهت دیده می‌شود که این موضوع متمرکز بر محدوده‌های بالای ۳۰۰ واحد در هکتار است. در این رابطه مشخص گردید توپوگرافی مناطق نقش چندانی در تغییر جهت و سرعت باد نداردشکال (ا ۱۷ تا ۲۳).



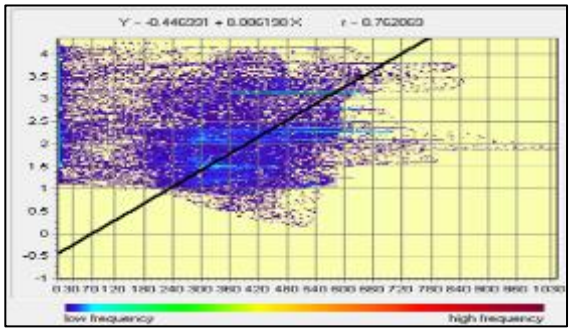
شکل (۱۷). تراکم ارتفاع ساختمان و سرعت باد در مناطق سه‌گانه



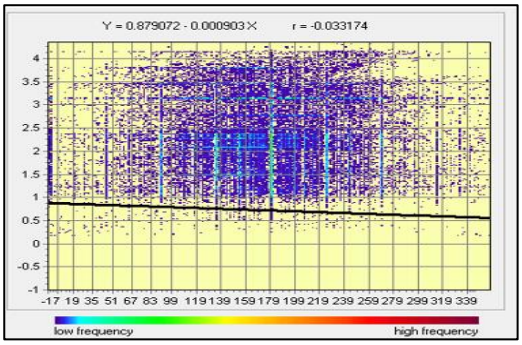
شکل (۱۸). ارتفاع توپوگرافی و سرعت باد در مناطق سه‌گانه



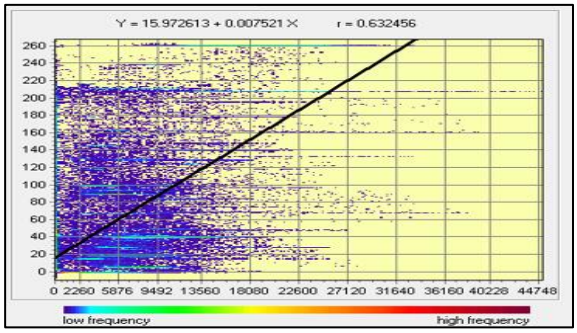
شکل (۱۹). شیب و سرعت باد در مناطق سه‌گانه



شکل(۲۰). تراکم ساختن و سرعت باد در مناطق سه‌گانه



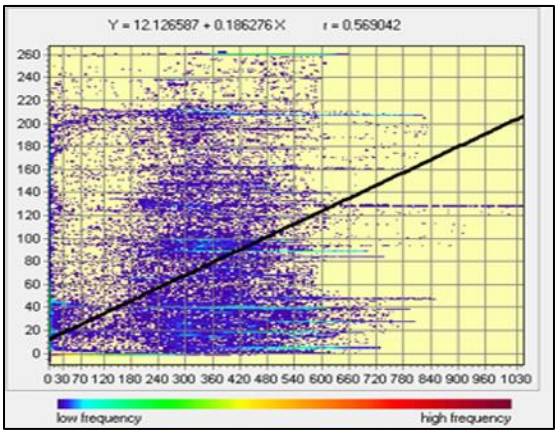
شکل (۲۱). جهت و سرعت باد در مناطق سه‌گانه



شکل (۲۲). ارتفاع بنا و جهت باد در مناطق سه‌گانه

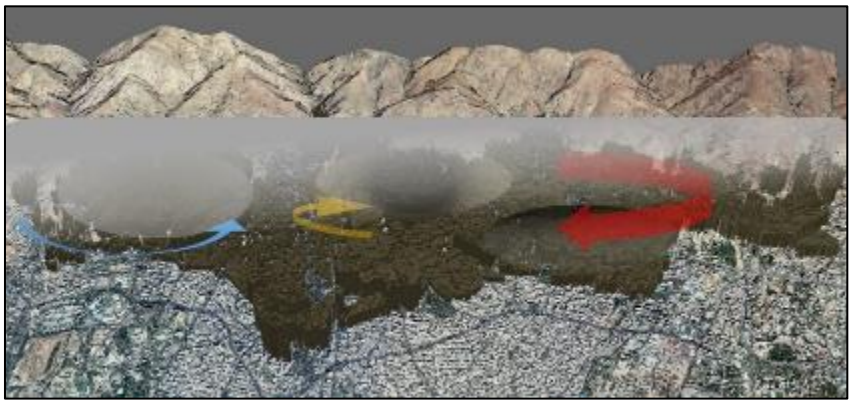
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-05]

[DOI: 10.61882/jgs.25.79.25]

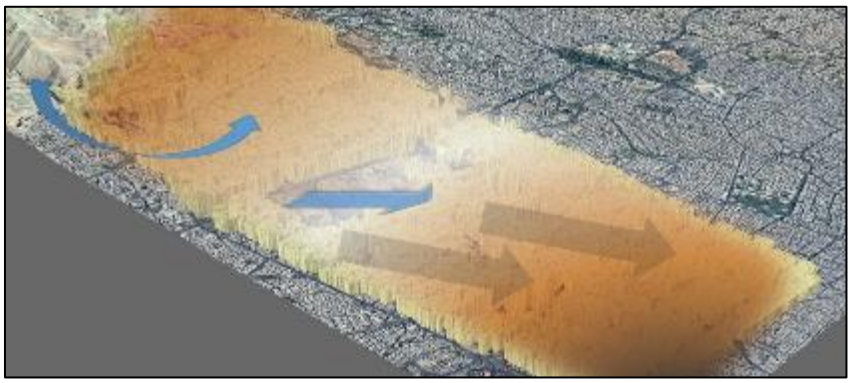


شکل(۲۳). تراکم ساخته شده و جهت باد در مناطق سه‌گانه

نتایج خروجی محاسبه شدت جزیره حرارتی با جریان باد به صورت شبیه‌سازی در مناطق موردمطالعه به تفکیک اشکال (۲۴ تا ۲۶) آورده شده است.



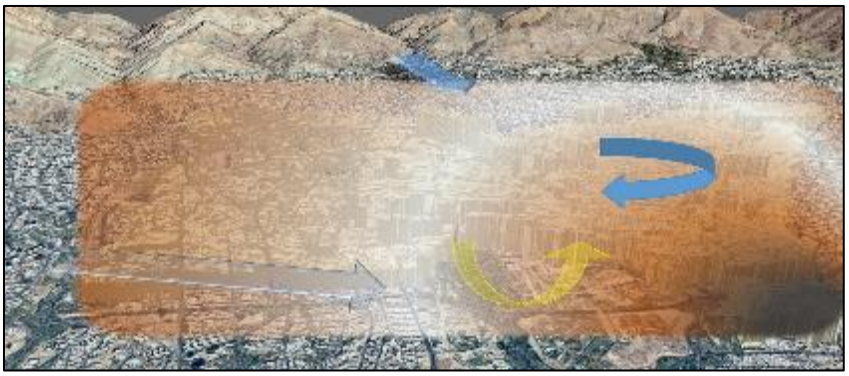
شکل(۲۴). شبیه‌سازی جزیره حرارتی و جریان باد در منطقه یک



شکل(۲۵). شبیه‌سازی جزیره حرارتی و جریان باد در منطقه دو

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-05]

[DOI: 10.61882/jgs.25.79.25]



شکل(۲۶). شبیه‌سازی جزیره حرارتی و جریان باد در منطقه سه

نتیجه‌گیری

در دهه‌های اخیر فعالیت‌های انسانی باعث تغییر محیط طبیعی شده؛ در نتیجه بر تعادل انرژی زمین تأثیرهای مخربی بجا گذاشته است. یکی از نتایج این فعالیت‌ها، تشکیل جزایر حرارتی در کلان‌شهرهای از جمله تهران است که باعث برهم خوردن محیط طبیعی و به دنبال آن محیط انسان‌ساخت است که شرایط را برای سکونت و فعالیت‌های انسانی مختل کرده‌اند؛ بنابراین در این پژوهش سعی شد ضمن بررسی شرایط تشکیل جزایر حرارتی، به ارائه راهکارهایی برای حل این معضل پرداخته شود. در این پژوهش منطقه موردمطالعه شامل مناطق یک، دو و سه تهران است. داده‌های مورداستفاده شامل دو پایگاه داده؛ ۱. لایه‌های رقومی شده مناطق سه‌گانه شهر تهران از طرح‌های ممیزی سال۱۳۹۵ که توسط سازمان شهرداری تهران تهیه شده است که شامل پارامترهای شهری از جمله تعداد طبقات و عرض معابر و ... می‌باشد.۲. جهت مطالعه جریان و جهت باد از داده‌ها دربردارنده اطلاعات کالبدی شهری، پوشش سطحی خیابان و میدان‌ها شامل نوع و میزان پوشش گیاهی، تیپ خاک و پوشش سطحی، ارتفاع و تراکم ساختمانی و شاخص‌های ناهمواری محدوده استفاده شد و در مدل Envi-met طراحی شد. مدل‌سازی عددی که مهم‌ترین قسمت پژوهش به شمار می‌رود، تمام ویژگی‌های فیزیکی-گرمایی و داده‌ها با مدل خرد مقیاس Envi-met برای شناسایی شرایط هوای خرد مقیاس محدوده و یا تأثیر این عوامل در آن مورد واکاوی قرار گرفت. جهت استفاده از نسخه کامل نرم افزا انوی میت Envi-met تمام دیتابیس اولیه تهیه و در سیستم میزبان دانشگاه باوهاوس وایمار آلمان به اجرا در آمد. روش مورداستفاده در این پژوهش معادله عددی (Oke) است که با استفاده از آن به طراحی الگوریتم جهت شبیه‌سازی شدت جزیره حرارتی پرداخته شد. در سه منطقه موردمطالعه از لحاظ تراکم ساختمانی، منطقه دو بیشترین تراکم ساختمانی و بالاترین ارتفاع ساختمانی دارد و کمترین مربوط به منطقه سه است. سپس با توجه به اینکه ارتفاع ساختمان و عرض معابر به‌عنوان دو عامل مهم در شکل‌گیری شدت جزیره حرارتی تأثیر دارند؛ لذا بررسی شدت جزیره حرارتی نشان داد در بین نواحی منطقه یک، ناحیه سه و ناحیه یک دارای بیشترین میزان شدت جزیره حرارتی (حداکثر۲۲ درجه) هستند زیرا در این نواحی متوسط ارتفاع ساختمان‌ها نسبت به عرض معابر بیشتر است (نسبتH/W). لذا در بررسی جزیره حرارتی عامل ارتفاع و بلندمرتبه‌سازی ساختمان‌ها به‌عنوان عامل کلیدی مدنظر بود. با توجه به اینکه به بلندمرتبه‌سازی در طراحی شهری برای شهرهایی که دارای بافت فشرده از لحاظ تراکم ساختمانی هستند توجه زیادی شده است؛ لذا در ناحیه یک این مورد کاربرد بیشتری داشته است. بررسی شبیه‌سازی معادله اوک نشان داد که با افزایش نسبتH/W رشد UHImax چشمگیرتر است، این نتیجه به نوعی با مطالعه گونسالس و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت دارد؛ بنابراین در بررسی شدت جزیره حرارتی تطبیق داده شده، عامل ضریب ناهمواری یا به‌عبارتی‌دیگر مساحت نمای روبه خیابان نسبت به مساحت اشغال شده توسط هر ساختمان به‌عنوان عامل مهم در طراحی شهری تأثیرگذار است؛ به‌طوری‌که در نواحی که مساحت نمای رو به خیابان نسبت به مساحت اشغال شده ساختمان بیشتر بوده، روند شدت جزیره حرارتی افزایش پیدا کرده است (Charalampopoulos et al,2013). نتایج شبیه‌سازی با استفاده از Envi.met نشان داد که ساختمان‌های پشت به باد باعث کاهش چشمگیری در سرعت باد می‌شوند این در حالی است که منطقه سه با توجه به تراکم فضای عمودی، سرعت باد به علت اصطکاک در جداره ساختمان‌ها باعث تغییر در سرعت باد شده و عمل کانالیزه باد به راحتی صورت

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-05]

[DOI: 10.61882/jgs.25.79.25]

نمی‌گیرد (Sayadi et.al,2025; Bady et.al. 2011; Yang et al, 2013)؛ به همین دلیل باعث افزایش شدت جزیره حرارتی، آلودگی هوا و وارونگی دمایی در منطقه سه شده است. با توجه به نتایج می‌توان گفت در مناطق یک تا سه کلان‌شهر تهران با بلندمرتبه‌سازی ساختمان‌ها، معابر کم‌عرض و احداث ساختمان‌ها در جهت عمود بر باد باعث تقویت جزیره حرارتی در مناطق موردمطالعه شده‌اند؛ بنابراین عامل انسانی یعنی ساخت‌وسازهای بی‌رویه در مناطق موردمطالعه که شامل فقدان برنامه‌ریزی درست اقتصادی، اجتماعی، زیست‌محیطی و فقدان برنامه‌ریزی صحیح شهری است، باعث افزایش شدت جزیره حرارتی در مناطق موردمطالعه شده است.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله بر خود لازم می‌دانند از مجله وزین تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی دانشگاه خوارزمی جهت انتشار مقاله تشکر و قدردانی نمایند.

حمایت مالی

این اثر تحت حمایت مادی صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور (INSF) برگرفته شده از طرح شماره «۴۰۰۲۳۹۰» انجام شده است.

منابع

افشارمنش، حمیده؛ حجازی‌زاده، زهرا؛ علیجانی، بهلول.۱۴۰۰، آینده‌پژوهی بحران افزایش دمای سطح زمین و کاهش آسایش اقلیمی شهروندان در کلان‌شهر تهران، تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، (۶۱)۲۱، صص ۱۶-۱.

خالدی، شهریار؛ متولی، صدرالدین؛ خالدی، شاهین. ۱۳۹۶، میکروکلیماتولوژی: شناخت آب‌وهوا در جهت توسعه پایدار، انتشارات پیشگام.

صلاحی، برومند؛ فروتن، مهدی؛ پاسبان، امیرحسام (۱۴۰۳). واکاوی ارتباط آلودگی‌های مناطق شهری با جزایر حرارتی شهرستان اردبیل، جغرافیا و روابط انسانی، شماره ۲۴. صص ۹۴۰ تا ۹۵۴.

صیادی، فریبا (۱۳۹۹). تأثیر هندسه شهر تهران بر تشدید جزیره حرارتی و آلودگی هوا، رساله دکتری جغرافیای طبیعی گرایش اقلیم شهری، دانشگاه خوارزمی تهران.

صیادی، فریبا؛ حجازی زاده، زهرا؛ سلیقه، محمد (۱۴۰۱). بررسی تأثیر هندسه شهری بر چگونگی شکل‌گیری جزیره حرارتی شهر تهران (مطالعه موردی: ناحیه دو و شش منطقه ۳)، مجله جغرافیا، دورهٔ۲۰، شمارهٔ۷۲. صص ۱۸-۱. http://dor.net/dor/20.1001.1.27833739.1401.20.72.1.7

علیجانی، بهلول؛ طولابی نژاد، میثم؛ صیادی، فریبا.۱۳۹۶، محاسبه شدت جزیره حرارتی بر اساس هندسه شهری (مطالعه موردی: محله کوچه‌باغ شهر تبریز)، تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، ۳، ص۱۱۲-۹۹.

مزیدی، احمد؛ امیدوار، کمال؛ مظفری، غلامعلی؛ تقی زاده، زهرا.۱۳۹۸، آشکارسازی تغییرات جزیره گرمایی شهر اصفهان با تأکید بر توسعه شهری، کاوش‌های جغرافیایی مناطق بیابانی، (۱) ۷، صص۳۹-۲۱.

ملکی، سعید، عبیات، محمود، عبیات ماجده. (۱۴۰۲) «ارزیابی اثر تغییرات کاربری بر الگوی مکانی-زمانی دمای سطح زمین و جزایر حرارتی در شهر اهواز با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای.» پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دوره پنجاه و پنجم - شماره ۲، صص ۳۹ - ۶۱.

منصوری، سحر؛ خالدی، شهریار؛ برنا، رضا؛ اسدیان، فریده.۱۳۹۸، اثر تغییرات کاربری و کاهش فضای سبز شهری بر تشدید جزیره گرمایی و آلودگی هوای شهر تهران (منطقه یک)، مجله جغرافیا، سال هفدهم، شماره ۶۳، ۱۱۴-۱۲۹.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-05]

[DOI: 10.61882/jgs.25.79.25]

منصوری، میلاد؛ رورده، همت اله؛ صفرراد، طاهر (۱۴۰۳). واکاوی تأثیر گسترش شهری بر تغییرات مکانی جزیره‌ی حرارتی شهر ساری، مجله مطالعات ساختار و کارکرد شهری، شماره ۳۸، صص ۲۱۸ تا ۲۴۰.

Abramopoulos, F., Rosenzweig, C., & Choudhury, B. (1988). Improved ground hydrology calculations for global cli mate models (GCMs): Soil water movement and evapo transpiration. Journal of Climate. https://doi.org/10. 1175/1520-0442(1988)001/3c0921:IGHCFG/3e2.0.CO;2.

Al-Kodmany, K. (2018). The sustainability of tall building developments: A conceptual framework. Buildings, 8(1), 7.

Atash, F. (2007). The deterioration of urban environments in developing countries: Mitigating the air pollution crisis in Tehran Iran. Cities,24(6), 399–409.

Bady, M., Kato, Sh., Takahashi, T. and Huang, H., 2011.An experimental investigation of the wind environment and air quality with in densely populated urban street canyon: Journal of Wind engineering and industrial aerodynamics, Vol.99, p.857-867

Battisti, A. (2020). Bioclimatic architecture and urban mor-phology. Studies on intermediate urban open spaces. Energies, 13(21), Article Article 5819.

Castro, S. L., Wick, G. A., Minnett, P. J., Jessup, A. T., & Emery, W. J. (2010). The impact of measurement uncertainty and spatial variability on the accuracy of skin and subsurface regression-based sea surface temperature algorithms. Remote Sensing of Environment,114(11), 2666–2678.

Charalampopoulos, I., et al. (2013). Analysis of thermal bioclimate in various urban configurations in Athens, Greece. Urban Ecosystems, 16(2), 217-233.

Collier, G. (2006). The impact of urban areas on weather, Meteorological,132, pp. 1–25 doi: 10.1256/qj.05.199

Cortes, A., Rejuso, A. J., Santos, J. A., & Blanco, A. (2022). Evaluating mitigation strategies for urban heat island in Mandaue City using ENVI-met. Journal of Urban Man agement, 11(1), 97–106.

Crank, P. J., Sailor, D. J., Ban-Weiss, G., & Taleghani, M. (2018). Evaluating the ENVI-met microscale model for suitability in analysis of targeted urban heat mitigation strategies. Urban Climate, 26, 188–197.

Droste Arjan, Gert-Jan Steeneveld, Bert Holtslag (2018). Introducing the Urban Wind Island Effect,Environmental Research Letters, 13:094007.DOI:10.1088/1748-9326/aad8ef.

Elguindi, N., Bi, X., Giorgi, F., Nagarajan, B., Pal, J., Solmon, F., & Giuliani, G. (2014). Regional climate model RegCM: Reference manual version 4.5. Abdus Salam ICTP, Trieste, 33.

Faragallah, R. N., & Ragheb, R. A. (2022). Evaluation of ther mal comfort and urban heat island through cool paving materials using ENVI-met. Ain Shams Engineering Jour nal, 13(3), Article 101609.

Flores, N., et al. (2018). Treatment of olive oil mill wastewater by single electrocoagulation with different electrodes and sequential electrocoagulation/electrochemical Fenton-based processes. Journal of Hazardous Materials, 347, 58–66.

Gonçalves, J. C. S., Mulfarth, R. K., Monteiro, L. M., Moura, N. C., Prata, A. R., Mianna, A.C., & Cavalcante, R. (2011). Adensamento urbano e desempenho ambiental no centroda cidade de São Paulo. Proceedings... XI Encontro Nacional e VII Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído. Búzios-RJ, 2011

Haverter sara P. 2012.” Adapting to Urban Heat: A Tool Kit for Local Governments”, Harrison Institute for Public Law Georgetown Climate Center, NP 81.

Hosseini, J., Shakeryari, M., Nejad, A. N., Mastalizadeh, H., Maleki, M., Wang, J., Rustum, R., Rahmati, M., Doost-vandi, F., & Mostafavi, M. A. (2024). Comparison of the analytic network process and the best–worst method in ranking urban resilience and regeneration prioritization by applying geographic information systems. Land, 13(7), 1008.

Hosseinzadeh, A. (2022). Numerical simulation of wind micro-climate and air quality in urban environments with vegetation. The University of Manchester (United Kingdom).

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-05]

[DOI: 10.61882/jgs.25.79.25]

Huidong Li, Yuyu Zhou, Xiaoma Li, Lin Meng, Xun Wang, Sha Wu, Sahar Sodoudi, 2018. A new method to quantify surface urban heat island intensity, Science of the Total Environment, 624, PP 262–272.

Jackson, T. L., Feddema, J. J., Oleson, K. W., Bonan, G. B., & Bauer, J. T. (2010). Parameterization of urban characteristics for global climate modeling. Annals of the Association of American Geographers, 100(4), 848–865.

Jamei, E., Rajagopalan.P. Seyedmahmoudian, M., & Jamei, Y. 2016. Review On The Impact Of Urban Geometry And Pedestrian Level Greening On Outdoor Thermal Comfort. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 54, 1002-1017.

Jay,O., Capon, A., Berry, P., Broderick, C., de Dear, R., Havenith, G., Honda, Y., Kovats, R. S., Ma, W., Malik, A., Morris, N. B., Nybo, L., Seneviratne, S. I., Vanos, J., & Ebi, K. L. (2021). Reducing the health effects of hot weather and heat extremes: From personal cooling strategies to green cities. The Lancet, 398(10301), 709–724.

Jones PD., Groisman PYa, Coughlan M, Plummer N, Wang W-C, et al, 1990, Assessment of urbanization effects in time series of surface air temperature over land. Nature, 347:169–172. DOI: 10.1038/347169a0.

Kalnay, E. & Cai, M., 2003. Impact of urbanization and land-use change on climate. Nature, 423(29), pp. 528-531.

Karlický, J., Huszár, P., Halenka, T., Belda, M., Žák, M.,Pišoft, P., & Mikšovský, J. (2018). Multi-model comparison of urban heat island modelling approaches. Atmospheric Chemistry and Physics, 18(14), 10655–10674

Krüger, E. L., Minella, F. O., & Rasia, F. 2011. Impact of urban geometry on outdoor thermal comfort and air quality from field measurements in Curitiba, Brazil. Building and Environment, 46(3):621-634.

Kyungil Lee, Yoonji Kim, Hyun Chan Sung, Jieun Ryu and Seong Woo Jeon, 2020. Trend Analysis of Urban Heat Island IntensityAccording to Urban Area Change in AsianMega Cities, Sustainability, 12(1), pp 2-11.

Lehnert, M., Savić, S., Milošević, D., Dunjić, J., & Geletič, J.(2021). Mapping local climate zones and their applications in European urban environments: A systematic literature review and future development trends. ISPRS International Journal of Geo-Information, 10(4), 260.

Levermore GJ, Cheug HKW. 2012. A low-order canyon model to estimate the influence of canyon shape on the maximum urban heat island effect. Building Services Engineering Research and Technology, 33(4):371-385, http://journals.sagepub.com/toc/bsea/33/4.

Li Yanga, b, Feng Qiana, b, De-Xuan Songa, b, Ke-Jia Zheng. 2016. Research on Urban Heat-island Effect, Procedia Engineering, Vol169, and pp11 – 18.

Li, K., & Liu, M. (2024). Combined influence of multi-sensory comfort in winter open spaces and its association with environmental factors: Wuhan as a case study. Building and Environment, 248, Article 111037.

Li, S., Zou, B., Ma, X., Liu, N., Zhang, Z., Xie, M., & Zhi, L. (2023). Improving air quality through urban form optimi zation: A review study. Building and Environment, 243, Article 110685.

Li, Y., Zhu, C., Li, X., & Yang, B. (2025). A review of nonuniform load distribution and solutions in data centers: Micro-scale liquid cooling and large-scale air-cooling. Energies, 18(1), 149

Lin, T.-P., et al. (2012). Quantification of the effect of thermal indices and sky view factor on park attendance. Landscape and Urban Planning, 107(2), 137-146.

Lo, J. C. F., Yang, Z. L., & Pielke, R. A., Sr. (2008). Assess ment of three dynamical climate downscaling meth ods using the weather research and forecasting (WRF) model. Journal of Geophysical Research: Atmospheres. https://doi.org/10.1029/2007JD009216.

Marciotto ER, Oliveira AP, Hanna SR. 2010. Modeling study of the aspect ratio influence on urban canopy energy fluxes with a modified wall canyon energy budget scheme, Building and Environment, 45(11):2497-2505, DOI: 10.1016/j.buildenv.2010.05.012.

Müller, B., Homann, F., Heckelei, T., Müller, C., Hertel, T. W., Polhill, J. G., van Wijk, M., Achterbosch, T., Alex ander, P., Brown, C., Kreuer, D., Ewert, F., Ge, J., Mil lington, J. D. A.,

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-05]

[DOI: 10.61882/jgs.25.79.25]

Seppelt, R., Verburg, P. H., & Webber, H. (2020). Modelling food security: Bridging the gap between the micro and the macro scale. Global Environ mental Change, 63, Article 102085.

Nakata O C. M, De Souza L. C. L, Rodrigues D.S. 2015. A GIS extension model to calculate urban heat island intensity based on urban geometry, Proceedings of CUPUM 2015, Conference Cambridge, Massachusetts (USA), PP:1-16,http://hdl.handle.net/1822/38845.

Oke T.R. 1981. Canyon geometry and the nocturnal urban heat island: comparison of scale model and field observations. Journal of Climatology. 1(3):237-254, DOI: 10.1002/ joc. 3370 010304.

Oliveira P, MJN, Gonçalves HJP, Ferrão PMC. 2009. Numerical analysis of the street canyon thermal conductance to improve urban design and climate, Building and Environment, 44(1):177-187, DOI: 10.1016/j.buildenv.2008.02.004.

Park, Y., Guldmann, J. M., & Liu, D. (2021). Impacts of tree and building shades on the urban heat island: Combining remote sensing, 3D digital city and spatial regression approaches. Computers, Environment and Urban Systems, 88, Article 101655.

Rui, L., Buccolieri, R., Gao, Z., et al. (2019). Study of the effect of green quantity and structure on thermal comfort and air quality in an urbanlike residential district by ENVI-met modelling. Building Simulation, 12, 183–194.https:// doi.org/10. 1007/ s12273- 018-0498-9.

Sadigov, R. (2022). Rapid growth of the world population and its socioeconomic results. The Scientific World Journal, 2022(1), 8110229.

Saud Alznafer, B. M. 2014. The impact of neighbourhood geometries on outdoor thermal comfort and energy consumption from urban dwellings a case study of the riyadh city, the kingdom of saudi arabia, Cardiff University. Doctor of Philosophy.

Sayadi, F., Hejazizadeh, Z., Mazinan, M.A.Z. et al. Spatiotemporal analysis of air flow and ecosystem function under changing heights and density of urban buildings and climate. Environ Monit Assess 197, 906 (2025). https://doi.org/10.1007/s10661-025-14313-x

Shen, R., Jiao, Z., Parker, T., Sun, Y., & Wang, Q. (2020).Recent application of computational fluid dynamics (CFD) in process safety and loss prevention: A review.Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 67, Article 104252.

Soja, E. W. (2016). Regional urbanization and the end of the metropolis era. In O. Nel-lo, R. Mele (Eds.), Cities in the 21st Century (pp. 71–89). Routledge.

Svensson MK, Thorsson S, Lindqvist SA .2003. A geographical information system model for creating bioclimatic maps – examples from a high, mid-latitude city. Int J Biometeorol 47:102-112.

Tsoka, S., Tsikaloudaki, A., & Theodosiou, T. (2018). Analyzing the ENVI-met microclimate model's performance and assessing cool materials and urban vegetation applications–A review. Sustainable Cities and Society, 43, 55–76.

Wang, H., & Cheng, G. (2024). Decoding culture-embedded urban forms: A hierarchical analysis of dongguan street area in Dalian, China. In Z. T. Chen, J. Han, X. Kuang, X. Liu (Eds.), Identity, space, and everyday life in con- temporary northeast China (pp. 171–192). PalgraveMacmillan Singapore.

Wang, W., Ge, W., Yang, N., & Li, J. (2011). Meso-scale modeling—the key to multi-scale CFD simulation. Advancesin Chemical Engineering, 40, 1–58.

Yang, F., et al. 2013. Urban form and density as indicators for summertime outdoor ventilation potential: A case study on high-rise housing in Shanghai. Building and Environment, 70, 122-137.

Yang, F., et al. 2013. Urban form and density as indicators for summertime outdoor ventilation potential: A case study on high-rise housing in Shanghai. Building and Environment, 70, 122-137.

Yang, J., Shi, B., Shi, Y., Marvin, S., Zheng, Y., & Xia, G. (2020). Air pollution dispersal in high density urban areas: Research on the triadic relation of wind, air pollution, and urban form. Sustainable Cities and Soci ety, 54, Article 101941.

Yilmaz, A. K. S., & Matzarakis, M. A. I. A. 2015. The role of trees in urban thermal comfort and SkyView Factor.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-05]

[DOI: 10.61882/jgs.25.79.25]