

Adaptive Investigation of the Relationship between Physical Indicators of the Residential Part and Distribution of Heat Islands in Tabriz city (Case study: districts 2 and 8)

Shirin Badri Asl^{1*}, Mohammadreza Pourmohammadi² and Shahrivar Roostayi³

1. Ph.D. Candidate in Urban Planning, Dep. of Geography and Urban Planning, Faculty of Planning and Environmental Sciences, Tabriz University, Tabriz, Iran
2. Professor in Urban Planning, Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Geography and Environmental Sciences University of Tabriz, Tabriz, Iran
3. Associate Professor, Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Planning and environmental science, University of Tabriz University, Tabriz, Iran

Highlights:

The temperature of the earth's surface is a basic climatic parameter that determines the amount of surface energy radiation and its exchange.

The size of the city and its physical structure influence the strength and weakness of heat islands.

ARTICLE INFO

EXTENDED ABSTRACT

UPK, 2024

VOL. 8, Issue 2, PP, 97-113

Received: 10 Dec 2022

Accepted: 22 Aug 2023

Article Type:

Research article

Keywords: land surface temperature, urban areas, residential buildings, satellite images, Landsat satellite

Cite this article:

Badri Asl, SH, Roostayi, SH, Pourmohammadi, M. (2024). Adaptive Investigation of the Relationship between Physical Indicators of the Residential Part and Distribution of Heat Islands in Tabriz city (Case study: districts 2 and 8). *Urban Plan Knowl*, 8(2), 97-113.

DOI: [10.22124/upk.2023.23422.1822](https://doi.org/10.22124/upk.2023.23422.1822)

Introduction: Urban heat islands are one of the most common urban phenomena, and some metropolitan areas, especially city centers, are several degrees warmer than their surrounding areas. Heat islands create difficult environmental conditions for city residents and significantly impact air quality, energy consumption, and human comfort. The urban heat island phenomenon is generally studied in two ways: the atmospheric temperature of different locations is compared, and the ground surface temperature is analyzed using satellite images. Previous studies have demonstrated the usefulness of the ground surface temperature concept for measuring and estimating the amount of radiant energy emitted from the earth's surface, including areas under human construction, vegetation, wasteland, and water, which have been used in this study.

Methodology: In this study, an attempt has been made to use Landsat 8 OLI/TIRS bands initially. Using the Single Channel Algorithm (SCA), the land surface temperature was calculated for two urban districts using ENVI software. The impact of these changes on the physical indicators of the study areas, areas 2 and 8 of Tabriz, has been investigated. The indicators have been stratified in the Arc Map software environment to carry out analytical descriptions.

Results: According to the physical indicators studied, the number and shape of heat islands and the average surface temperature are higher in Region 8 than in Region 2.

Discussion: Study area and data used Tabriz metropolis is the largest city in the northwest region and the third largest city in Iran in terms of area. This city is located in East Azerbaijan province, with an area of about 25056 hectares and 38 degrees, 1 minute to 38 degrees, 8 minutes north latitude, 5 minutes to 46 degrees, and 22 minutes east longitude. In the study area, physical indicators including the total area of the residential infrastructure, the building density of the residential sector, the number of floors of the residential sector, the age of the residential sector structures, the quality of the residential sector structure, and the condition of the residential sector structure in terms of the type of building area used were selected as key indicators and examined to determine the relationship between these indicators and the distribution of heat islands in Tabriz city. In this regard, Landsat 8 OLI/TIRS satellite images were used to extract the land surface temperature.

*Corresponding Author: pourmohammadi@tabrizu.ac.ir



Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

After preparing the photos, the data preprocessing stage, including geometric and radiometric corrections, was performed in the ENVI software environment to minimize the errors related to the images. Using Arc Map software, maps related to land surface temperature were examined and analyzed comparatively in regions 2 and 8 of Tabriz Municipality regarding physical indicators.

Conclusion: The findings of this study indicate a clear and measurable difference in the average ground surface temperature between Regions 8 and 2 on 05/01/2021, with Region 8 consistently displaying higher surface temperatures. This discrepancy can be attributed to a range of interrelated factors. One of the most significant contributors is the age of the building stock in the two regions. Region 8 contains a higher proportion of buildings older than 30 years compared to Region 2. These aging structures are more likely to lack the modern materials and energy-efficient designs that are increasingly implemented in newer constructions.

In addition to age, the structural standards in Region 8 lag behind those of Region 2. A greater number of buildings in Region 8 fail to meet basic structural and energy-efficiency criteria, while the proportion of acceptable structures in terms of construction quality is significantly lower. This suggests that construction practices and regulatory enforcement have historically been weaker in Region 8, which has resulted in an urban environment that is less resilient to thermal challenges. As a result, there is an urgent need to prioritize adherence to construction and energy standards in Region 8 to mitigate the thermal inefficiencies observed.

Region 8 also exhibits notable differences in the type of structural systems used. A substantial number of buildings in Region 8 are constructed with traditional masonry structures, which are typically less effective at minimizing heat transfer compared to modern materials such as reinforced concrete or steel. This structural characteristic further exacerbates the region's vulnerability to heat accumulation.

Vertical development patterns further distinguish the two regions. The majority of buildings in Region 8 are limited to four floors or fewer, while Region 2 demonstrates a trend toward taller buildings. This disparity in building heights is significant because taller buildings are often associated with greater wind circulation and a reduction in localized heat accumulation. By contrast, the predominantly low-rise building profile of Region 8 contributes to reduced air circulation and, consequently, a higher retention of heat within the urban environment.

Another critical aspect is the density of buildings and the size of the built infrastructure. Region 8 is characterized by higher population and building densities, as well as smaller average building footprints. This combination creates a more compact urban fabric, which is known to contribute to the intensification of urban heat islands. In Region 2, the presence of larger and taller buildings, combined with lower population and building densities, results in a relatively more dispersed urban layout that is less prone to overheating.

The interplay of these factors—building age, structural standards, density, and vertical development—results in Region 8 experiencing higher ground surface temperatures compared to Region 2. In addition to these urban characteristics, it was observed that the thermal inefficiencies in Region 8 are further exacerbated by the lower quality of construction and the lack of energy-efficient designs. Collectively, these conditions create a feedback loop that intensifies the formation and persistence of heat islands in the region.

From a thermodynamic perspective, most of the heat energy generated in the residential sector is transferred through convection processes. The inefficient dissipation of thermal energy in Region 8, as compared to Region 2, aligns with the observed distribution of heat islands in the two areas. Region 8's higher building density and older, less efficient structures result in greater heat retention and slower heat dissipation, making the area more susceptible to the adverse effects of elevated surface temperatures.

These findings have significant implications for urban planning and policy development. In light of the observed differences, it is evident that targeted measures are required to address the underlying causes of thermal inefficiencies in Region 8. Such measures could include stricter enforcement of construction and energy standards, retrofitting aging buildings to improve their thermal performance, and promoting the use of modern materials and designs in new constructions. Additionally, urban design strategies aimed at reducing building density, increasing green spaces, and improving air circulation should be prioritized to mitigate the effects of urban heat islands.

In conclusion, the study highlights the critical role of urban morphology, construction quality, and density in influencing ground surface temperatures and the formation of heat islands. The results underscore the need for comprehensive urban planning interventions to optimize energy consumption and improve thermal resilience in regions with aging and substandard infrastructure. By addressing these challenges, policymakers and urban planners can work toward creating more sustainable and livable urban environments, particularly in areas such as Region 8, where the impact of inadequate standards is most pronounced.

بررسی انطباقی ارتباط شاخص‌های کالبدی بخش مسکونی با توزیع جزایر

حرارتی شهر تبریز (مطالعه موردی مناطق ۲ و ۸)

شیرین بدری اصل^{۱*}، محمدرضا پورمحمدی^۲ و شهرپور روستایی^۳

۱. دانشجوی دکتری برنامه‌ریزی شهری، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز

۲. استادگروه برنامه‌ریزی شهری، دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تبریز، ایران

۳. دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

نکات برجسته:

دمای سطح زمین یک پارامتر اقلیمی اساسی در تعیین میزان تابش سطح انرژی و تبادل آن است. زمین‌های بایر و دارای سازه بنایی، همچنین سطوح غیرقابل نفوذ موجود دارای بیشترین دمای حاصل شده هستند و باعث کالبدی آن در شدت و ضعف جزایر حرارتی تاثیر دارند.

چکیده

اطلاعات مقاله

بیان مسئله: گسترش کلان شهرها طی سال‌های اخیر پیامدهای اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی را به دنبال داشته است. یکی از این پیامدها ایجاد جزایر حرارتی در محیط شهرها و تغییرات الگوی آن است. بررسی تغییرات دمای سطح زمین در ارتباط با جزایر حرارتی و آن تغییرات الگوی مصرف انرژی در مناطق شهری حائز اهمیت است. با توسعه فناوری در حوزه سنجش از دور، امکان مطالعه دمای سطح زمین در شهرها فراهم شده است. شدت گرمای سطوح ساختمان‌های شهری در طول روز بیشتر از روستاهای اطراف شهر است؛ چرا که از سپیده دم، دیوارهای ساختمان‌ها مانع تشعشعات خورشید می‌شود. در این حالت اگرچه تبخیر و تعرق ضعیف است، اما اثر حرارتی تشعشعات تشدید می‌گردد. این اثر ساختمان‌ها در برخی نقاط از شهرها، به خصوص مراکز شهری به دلیل ارتفاع و فشردگی بیشتر بوده و سبب افزایش درجه حرارت در این نقاط می‌شود. زمین‌های بایر و دارای سازه بنایی، همچنین سطوح غیرقابل نفوذ موجود در منطقه ۸ دارای بیشترین دمای حاصل شده هستند دمای بالای حرارتی شهر، افزایش مصرف انرژی در ساختمان‌ها، افزایش غلظت آلاینده‌ها، کاهش کیفیت محیط‌زیست در شهرها، کاهش سطح آسایش محیط داخلی و خارجی و غیره در شهرها، سبب کاهش سلامت انسان‌ها و آسایش زیستی آن‌ها در شهر و محل زیست می‌گردد.

هدف: بررسی نحوه تقلیل میزان جزایر حرارتی با رعایت شاخص‌های کالبدی شهری تاثیرگذار بر دمای سطح زمین در مناطق ۲ و ۸ شهر تبریز هدف اصلی این تحقیق می‌باشد

روش: ابتدا با استفاده از باندهای ماهواره Landsat 8 OLI/TIRS و با بهره‌گیری از الگوریتم تک کانال SCA دمای سطح زمین برای دو منطقه شهری در نرم‌افزار ENVI محاسبه شده و تاثیر آن بر شاخص‌های کالبدی مناطق ۲ و ۸ تبریز مورد بررسی و لایه‌بندی شاخص‌ها در محیط نرم‌افزاری Arc Map انجام شده است.

یافته‌ها: میزان جزایر حرارتی و شکل آن، همچنین میانگین دمای سطح زمین با توجه به شاخص‌های کالبدی مورد مطالعه در منطقه ۸ نسبت به منطقه ۲، بیشتر است.

نتیجه‌گیری: با توجه به داده‌های به‌دست آمده از طبقه‌بندی شاخص‌های کالبدی در بخش مسکونی مناطق و مقایسه تطبیقی آن‌ها با دمای سطح زمین و پراکندگی جزایر حرارتی در آن بخش، نقش شاخص‌هایی نظیر قدمت، تعداد طبقات، وضعیت سازه، تراکم، کیفیت و مساحت کل زیربنا در نحوه تغییرات دمای سطح زمین بیشتر مشهود است. نتایج حاصل گویای این موضوع است که میانگین دمای سطح زمین در منطقه ۸ نسبت به منطقه ۲، در تاریخ ۲۰۲۱/۰۱/۰۵ گرم تر بوده است و با توجه به تحلیل‌های صورت گرفته بر روی شاخص‌های مورد نظر، زمین‌های بایر و دارای سازه بنایی، همچنین سطوح غیرقابل نفوذ موجود در منطقه ۸ دارای بیشترین دمای حاصل شده هستند.

دانش شهرسازی، ۱۴۰۳

دوره ۸، شماره ۲، صفحات ۱۱۳-۹۷

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۳۱

نوع مقاله:

پژوهشی

کلید واژه‌ها: دمای سطح زمین، مناطق شهری، بنای مسکونی، تصاویر ماهواره ای، ماهواره لندست

ارجاع به این مقاله:

بدری اصل، شیرین، پورمحمدی، محمدرضا و روستایی، شهرپور. (۱۴۰۳). بررسی انطباقی ارتباط شاخص‌های کالبدی بخش مسکونی با توزیع جزایر حرارتی شهر تبریز (مطالعه موردی مناطق ۲ و ۸). دانش شهرسازی، ۸(۲)، ۹۷-۱۱۳.

DOI: [10.22124/upk.2023.23422.1822](https://doi.org/10.22124/upk.2023.23422.1822)

نویسنده مسئول: pooya.kntu@gmail.com



Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

بیان مسئله

طی سالیان گذشته توسعه مناطق شهری، افزایش جمعیت، رشد سریع صنعتی شدن، افزایش آلودگی هوا و... به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، از جمله چالش‌های جدی برنامه‌ریزی کشورها بوده و تغییرات عمده اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی را به دنبال داشته است. در واقع جهان امروز جریان بی‌سابقه‌ای از شهری شدن را از سر می‌گذراند که سبب دگرگونی محیط‌زیست از مقیاس خرد، محلی تا مقیاس کلان جهانی شده و نسبت به گذشته خود غالب‌ترین چشم‌اندازهای انسانی را تشکیل داده است. این امر تاثیر قابل توجهی بر روی اکوسیستم جهانی بر جای گذاشته و یکی از این تغییرات مهم، تغییرات دمای سطح زمین^۱ است که موجب تغییر در انتقال گرمایش و تبخیر سطح زمین می‌شود (Taghvayi & Ajhdari, 2018).

شدت گرمای سطوح ساختمان‌های شهری در طول روز بیشتر از روستاهای اطراف شهر است؛ چرا که از سپیده دم، دیوارهای ساختمان‌ها مانع تشعشعات خورشید می‌شود. در این حالت اگرچه تبخیر و تعرق ضعیف است، اما اثر حرارتی تشعشعات تشدید می‌گردد. این اثر ساختمان‌ها در برخی نقاط از شهرها، به خصوص مراکز شهری به دلیل ارتفاع و فشردگی بیشتر بوده و سبب افزایش درجه حرارت در این نقاط می‌شود. در نتیجه الگوی گرمایی سطح زمین دستخوش تغییر شده و موجب می‌گردد دمای برخی نواحی در شهرها با دمای اطراف آن متفاوت باشد که از این پدیده با عنوان جزایر حرارتی شهری یاد می‌گردد. در حقیقت افزایش دمای سطح زمین و شکل‌گیری جزایر حرارتی در مناطقی که بدون برنامه‌ریزی قبلی به شهر یا کلان شهر تبدیل شده‌اند یکی از مشکلات اساسی زیست‌محیطی است. دمای سطح زمین یکی از پارامترهای موثر در مطالعات جهانی به حساب می‌آید و فاکتورهای مهم در کنترل فرایندهای بیولوژی، شیمی و فیزیکی زمین است (Soleymani, Rouhani, Shaabani & Rouhani, 2020).

مصرف انرژی در شهر به ویژه در بخش ساختمان علاوه بر فاکتورهای فرم فیزیکی شهر نظیر تراکم، ساختار داخلی شهر در مقیاس خرد، طرح و چیدمان فضاهای شهری و شبکه‌های ارتباطی، به عواملی نظیر شرایط اقلیمی، ویژگی‌های اجتماعی-اقتصادی و شرایط تکنولوژیکی شهر بستگی دارد (Shoja, Pourjafar & Tabibian, 2019). دمای بالای حرارتی شهر، افزایش مصرف انرژی در ساختمان‌ها، افزایش غلظت آلاینده‌ها، کاهش کیفیت محیط‌زیست در شهرها، کاهش سطح آسایش محیط داخلی و خارجی و غیره در شهرها، سبب کاهش سلامت انسان‌ها و آسایش زیستی آن‌ها می‌گردد. به طور کلی اندازه‌گیری دما در سطح زمین در ایستگاه‌های هواشناسی اعم از سینوپتیک^۲ و کلیماتولوژی^۳، انجام می‌شود. این نکته حائز اهمیت است که ایستگاه‌های هواشناسی فقط قادرند دما را در نقاط خاصی که، قبلاً در آن جا نصب شده‌اند، اندازه‌گیری کنند. آنچه نقص اساسی در پایش دمای سطح زمین به شمار می‌آید نبود ایستگاه‌های هواشناسی کافی برای آگاهی از مقادیر دمایی در نقاط فاقد ایستگاه است که امروزه این کمبودها با استفاده از تکنولوژی سنجش از دور، تا حدودی برطرف شده است. نقش سنجش از دور در مطالعه و برآورد دمای سطح زمین بسیار حائز اهمیت است. داده‌های سنجش از دور حرارتی امکان بررسی و تخمین دمای سطح زمین و همچنین جزایر حرارتی را فراهم می‌کند که از بین داده‌های حرارتی سنجش از دور، تصاویر ماهواره‌ای جایگاه خاصی دارند و تصاویری همچون لندست، استر و مودیس به دلیل داشتن باندهای حرارتی می‌توانند در برآورد دمای سطح زمین مفید واقع می‌شوند (Soleymani et al, 2020). جزایر حرارتی شهری نخستین بار توسط مانلی در سال ۱۹۵۸ مور استفاده قرار گرفت. علت این نام‌گذاری از آن جهت است که الگوی پهنه‌های دمایی شکل گرفته با استفاده از خطوط هم دما به شکل جزایر ظاهر می‌شوند. این پدیده در حقیقت، از افزایش دما در مناطق شهری نسبت به مناطق اطراف حکایت دارد (Ahmadi, Dadashi Roudbari & Esfandiari, 2019).

الگوریتم‌های مختلفی برای محاسبه دمای سطح زمین توسعه داده شده‌اند که از جمله آن‌ها می‌توان به الگوریتم تک کاناله^۴، پنجره مجزا^۵، پنجره مونو^۶ و معادله انتقال^۷ و تابشی^۸ اشاره کرد (Isaya Ndossi & Avdan, 2016). دمای سطح زمین همچنین برای مدل‌های مبادلات فضای سطح زمین و نیز برای تحلیل ارتباط میان دما و کاربری اراضی به کار می‌رود.

^۱ Land Surface Temoerature

^۲ Synoptic

^۳ Climatology

^۴ single channel

^۵ split window

^۶ Mono window

^۷ Transfer Equation

از طرفی با رشد روند شهرنشینی و همچنین تغییر کاربری اراضی کشاورزی و جنگلی به ساختمان‌هایی با کاربری‌های مختلف و مناطق صنعتی سبب تغییر دمای مناطق شهری نیز شده است و تغییر انواع پوشش زمین در نواحی شهری به شکل‌گیری آب و هوای متمایزی منجر می‌گردد. این تفاوت‌ها عمدتاً به جهت تبدیل سطوح طبیعی به سطوح مصنوعی و انسان‌ساخت از قبیل سنگ فرش، ساختمان‌های بلند مرتبه، خیابان‌های باریک، بتن، آسفالت و همچنین وجود وسایل نقلیه، کارخانه‌ها و غیره ایجاد شده‌اند. در این میان عوامل متعددی در سطح شهر و بافت کالبدی آن وجود دارند که در شدت یا ضعف پدیده افزایش دما و تشکیل جزیره حرارتی دخالت دارند، از جمله این عوامل می‌توان به کاهش تعداد طبقات، انفعال ساختمان‌ها از یکدیگر در برخی نقاط و سایر عوامل کالبدی اشاره کرد (Mahmoudzadeh & Amanzadeh, 2021).

در گذشته مطالعه جزایر حرارتی شهری به طور سنتی با داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی یا پیمایش‌های انجام شده به کمک وسایل نقلیه صورت می‌گرفت. اما امروزه از داده‌های ماهواره‌های و سنجش از دور به دلیل داشتن وضوح مکانی بیشتر و قوی‌تر نسبت به داده‌های زمینی ایستگاه‌های هواشناسی، کاهش ضعف روش‌های سنتی و مطالعه دقیق‌تر، بیشتر استفاده می‌شود. تصاویر سنجش از دور و ماهواره‌ای به دلیل پوشش سریع و وسیع، به هنگام بودن و توانایی کسب اطلاعات در محدوده حرارتی طیف الکترومغناطیس منبع اطلاعاتی مناسبی در تهیه نقشه‌های حرارتی و تخمین انرژی تشعشعی سطح زمین به شمار می‌آیند (Mahmoudzadeh, Pouyan Jam & Amanzadeh, 2020). تحقیقات جزیره گرمایی شهری معمولاً بر دماهای متفاوت هوا یا سطح زمین در مناطق شهری متمرکز است (Youshui, Balzter & Xiongchang, 2013) اندازه‌گیری جزایر حرارتی شهری با استفاده از دمای اتمسفر در بررسی فضایی این پدیده در مقیاس یک کلان شهر مورد مطالعه کاربرد ندارد چراکه عمدتاً تنها یک یا دو ایستگاه هواشناسی برای مطالعه دمای اتمسفر کل منطقه وجود دارد و اطلاعات زیادی در اختیار محققان قرار نمی‌گیرد (Taghvayi & Ajhdari, 2018).

استفاده از داده‌های تصاویر ماهواره‌ای این امکان را می‌دهد تا جزایر حرارتی با دقتی بسیار بالا مورد مطالعه قرار گیرند (Qihao, 2009). دمای سطح زمین یکی از پارامترهای اقلیمی اساسی در تعیین میزان تابش سطح و تبادل انرژی بوده است (Juelin, Zhao, Ainong, Fengping & Daijun, 2019) و یکی از پارامترهای مهم در شناسایی آب و هوای شهری در نظر گرفته می‌شود که به‌طور مستقیم اثر جزیره حرارتی- شهر را کنترل می‌کند (Mahmoudzadeh & Amanzadeh, 2021). نگرانی‌های موجود در مورد اثرات مخرب و منفی شهرنشینی و تاثیرات آب بر محیط‌زیست، شرایط و ویژگی‌های مناطق شهری را به طور قابل توجهی در حوزه برنامه‌ریزی، به ویژه در شهرهای پرتراکم متاثر و حائز اهمیت کرده است. در این مطالعه سعی بر آن است تا میزان تغییرات شاخص‌های کالبدی و تغییرات دمای سطح زمین در دو منطقه متفاوت ۲ و ۸ شهر تبریز با یکدیگر مقایسه گردد. منطقه ۸ شهر تبریز با توجه به موقعیت قرارگیری خود در مرکز شهر تبریز، بافتی تاریخی و ارگانیک‌تری نسبت به منطقه ۲ دارد که می‌توان با شناخت دقیق متغیرها و شاخص‌های کالبدی بناهای مسکونی و تاثیرات آن بر توزیع جزایر حرارتی به تحلیلی یکپارچه و تخصص در جهت کاهش اثرات مخرب و ارائه تمهیداتی دست یافت.

مبانی نظری

پدیده جزایر حرارتی شهری به طور کلی از دو طریق مطالعه می‌شود؛ یا دمای اتمسفر نقاط مختلف مقایسه می‌شود یا دمای سطح زمین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای تحلیل می‌گردد. هر دوی این روش‌ها معایب و مزایای خود را دارند، اما در این میان اندازه‌گیری جزایر حرارتی شهری با استفاده از دمای اتمسفر در بررسی فضایی این پدیده در مقیاس ناحیه کلان شهری کارایی ندارد. زیرا معمولاً تنها یک یا دو ایستگاه هواشناسی برای کل یک ناحیه کلان شهری وجود دارد که در نهایت یک یا دو دما برای کل آن ناحیه در اختیار قرار می‌دهد. اما در مقابل اندازه‌گیری جزایر حرارتی شهری با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای این فرصت را به پژوهشگران می‌دهد تا تفاوت دمای نواحی شهری را با نواحی اطراف آن با دقتی بسیار بالا اندازه‌گیری کنند (Taghvayi & Ajhdari, 2018).

تعریف جزیره حرارتی

جزایر حرارتی شهری به پدیده‌ای اطلاق می‌گردد که در آن دمای مناطق شهری در مقایسه با مناطق اطراف، نمودی آشکار داشته باشد. این پدیده‌ها با تغییر الگوی بادهای محلی، تقویت رشد ابرها و مه، افزایش رعد و برق و تاثیر بر میزان بارش هوای شهری را پایین می‌آورد و سبب بروز ناراحتی و عدم آسایش شهروندان می‌شود که این موضوع احتمال بروز بیماری‌هایی همچون آسم و انواع بیماری‌های تنفسی دیگر را افزایش می‌دهد (Mahmoudzadeh & Amanzadeh, 2021).

جزایر حرارتی شهری از معمول‌ترین پدیده‌های شهر هستند که در آن‌ها برخی از مناطق شهری و به خصوص مراکز شهرها چند درجه از مناطق اطرافشان گرم‌تر می‌گردند. جزایر حرارتی شرایط زیست‌محیطی دشواری را برای ساکنان شهرها به وجود آورده و تاثیر زیادی بر کیفیت هوا، مصرف انرژی، آسایش انسان دارند. نوع سازه، پوشش سطح زمین، ترافیک، ازدحام جمعیت و فعالیت‌های صنعتی منجر به شکل‌گیری جزایر حرارتی شهری می‌شوند. جایگزین شدن پوشش طبیعی زمین با سنگفرش، سازه‌ها، آسفالت و سایر ساخت‌وسازهای شهری اثرات خنک‌کنندگی سطوح طبیعی را از بین می‌برند. همچنین سازه‌های مرتفع و خیابان‌های باریک جریان هوا را کاهش داده و هوای پیرامون را گرم می‌کنند. علاوه بر این حرارت وسایل نقلیه، کارخانه‌ها و وسایل تهویه کننده هوا، گرمای محیط را افزایش داده و اثرات جزایر حرارتی را تشدید می‌کند. جزایر حرارتی با تغییر الگوی بادهای محلی، تقویت رشد ابرها و مه، افزایش تعداد رعد و برق و تاثیر بر میزان بارش، شرایط هوا را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Kerami, Zandi & Taheri, 2020).

جزایر حرارتی شهری می‌توانند به عنوان یک تله، برای آلاینده‌های جوی عمل کنند که در نتیجه آن، به افزایش تشکیل مه دود شهری کمک خواهند کرد. همچنین از اثرات سوء دیگر جزایر حرارتی شهری می‌توان به تنش حرارتی، آزون تروپوسفری، مشکلات بهداشتی و تبعات منفی اجتماعی و اقتصادی بی‌شماری بر زندگی شهرنشینان اشاره کرد. جزایر حرارتی شهری سه مشخصه بنیادین دارند که هر کدام از خود رفتار متفاوتی را نشان می‌دهند:

- شکل و پیکربندی؛
- شدت؛
- هسته اصلی.

تغییرات روزانه و فصلی دما دو عامل مهم دیگری هستند که شناسایی مناسب آن‌ها می‌تواند کمک شایانی برای مقابله با این پدیده داشته باشد. برای مثال در مقیاس روزانه، ساعات روز برای ظهور جزایر حرارتی شهری بسیار مناسب‌اند. در صورتی که در مقیاس فصلی این پدیده بسته به سامانه‌های جوی می‌تواند به ایفای نقش گوناگونی بپردازد. به طوری که یک موج گرم یا شرایط جوی خشک، شدت جزایر حرارتی شهری را افزایش داده و در مقابل شرایط مرطوب‌تر می‌توانند از شدت جزایر حرارتی بکاهند (Ahmadi et al, 2019). جزایر حرارتی شهری پدیده بالاتر بودن دما در مناطق شهری نسبت به مناطق روستایی و حومه را توصیف می‌کند. به طوری که همزمان با افزایش شهرنشینی، آثار جزایر حرارتی شهر نیز شدت می‌یابد. دمای هوای جزایر حرارتی شهر دارای کیفیت موقتی و بازه زمانی گسترده است که، می‌تواند تغییرات موقتی جزایر حرارتی را توصیف کند، اما به تصویر کشیدن تغییرات مکانی این عامل امری دشوار و تقریباً عمل‌نشدنی است که با استفاده از دمای سطح زمین که به طور همزمان دمای کل شهر را نشان می‌دهد، قابل حل است.

عوامل تاثیر گذار بر پدیده جزیره حرارتی

- هر چه میزان پوشش خاکی و کشاورزی در یک منطقه یا ناحیه شهری بیشتر باشد، دمای سطحی افزایش می‌یابد؛
 - زمان و روز گرفتن تصاویر ماهواره‌ای دارای نقش تعیین‌کننده در تعیین و ارزیابی پدیده جزایر حرارتی هستند؛
 - نحوه پیچیدگی شکل پوشش زمین تحت عنوان پیکربندی فضایی تاثیر به‌سزایی در این پدیده دارد.
- همچنین آثار تخریبی جزایر حرارتی به شرح ذیل است:
- افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلودگی هوا؛
 - افزایش مصرف انرژی؛
 - تهدید سلامتی؛ و کاهش کیفیت آب (Mahmoudzadeh & Amanzadeh, 2021).

بیشینه پژوهش

مطالعات پیشین سودمندی مفهوم دمای سطح زمین را برای اندازه‌گیری و تخمین میزان انرژی تابشی ساطع شده از سطح زمین، از جمله مناطق تحت ساخت‌وساز بشر، پوشش گیاهی، زمین بایر و آب را نشان می‌دهد (Arnfield, 2003). همچنین در سال‌های اخیر مطالعاتی در مورد ارتباط میزان مصرف انرژی و دمای سطح زمین پرداخته‌اند.

سعادت آبادی علی اکبری و صادقی حسینی (2006) در مطالعه‌ای، آثار جزایر حرارتی و رشد شهر نشینی را بر روی وضعیت آب‌وهوا و اقلیم محلی در تهران بررسی کرده‌اند. به این منظور روند سری‌های زمانی کمیت‌های دمای کمینه، بیشینه و باد تهران و ورامین را طی یک دوره چهار ساله مطالعه کردند که نتایج حاصل، بیانگر افزایش قابل ملاحظه روند دمای کمینه تهران در مقایسه با بیشینه آن است. همچنین شدت جزیره گرمایی تهران در مقایسه با شهرهای بزرگ و صنعتی جهان مشخص شد.

اژدری و تقوایی (2018) در پژوهش خود حول تحلیل اثر پیکربندی فضایی پوشش شهری و ویژگی‌های کالبدی ساختمان‌ها بر پدیده جزایر سطحی سرد شهری، با مطالعه تاثیر پیکربندی و ترکیب‌بندی نواحی ساخته شده بر دمای سطحی شهر شیراز با استفاده از سنج‌های سرزمین به این نتیجه دست یافتند که هر چه پیچیدگی شکل نواحی ساخته شده کم‌تر باشد و تراکم ساختمانی و ریزدانی نواحی شهری افزایش یابد، پدیده جزایر سرد شهری تشدید می‌شود.

سلیمانی و همکاران (2020) برای بررسی نقش الگوریتم تک کاناله در تحلیل جزیره حرارتی منطقه شهری، از تصاویر سنجنده TIRS و TM لندست ۵ و ۸ در بازه زمانی سی ساله استفاده کرده‌اند که نتایج نشان می‌دهد، با کاهش سطح فضای سبز شهری و افزایش سطح اشغال اراضی شهر ساری، وسعت جزایر حرارتی به میزان ۲۱ درصد افزایش یافته است. همچنین رابطه معنادار بین شاخص پوشش گیاهی و سطح اشغال شهر با دمای سطح زمین به دست آمد. بنابراین می‌توان چنین استلال کرد که تغییرات کاربری اراضی، پوشش گیاهی و ترافیک که ناشی از افزایش جمعیت و تغییر کاربری اراضی است، از عوامل اصلی افزایش تغییرات مکانی در جزایر حرارتی شهر ساری محسوب می‌شوند.

محمودزاده و همکاران (2020) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ و الگوریتم پنجره مجزا در شهر ارومیه، دمای سطح طمین و استخراج جزایر حرارتی را مورد بررسی قرار داده‌اند که از نقشه کاربری اراضی شهری نیز در روند تحلیلی استفاده کرده‌اند. نتایج به دست آمده در این مطالعه نشان می‌دهد که در فصل تابستان پوشش گیاهی کم تراکم، مناطق مسکونی، کارگاهی و صنعتی با سطوح نفوذناپذیر مانند اسکلت فلزی، آسفالت و بتن و آجر-آهن دارای بیشترین درجه حرارت و در زمستان کاملاً برعکس به غیر از پوشش گیاهی کم تراکم است و در هر دو فصل پوشش گیاهی و مناطقی با سطوح آجر-چوب و خشت-چوب دارای کم‌ترین درجه حرارت است.

محمودزاده و امان‌زاده (2021) با بررسی تطبیقی شدت جزایر حرارتی بر اساس هندسه شهری در محلات کوی ولیعصر و شب‌غازان تبریز، به این نتیجه رسیده‌اند که هر چه بناها بلند مرتبه‌تر و عرض معابر کم‌تر باشد، شدت جزایر حرارتی بیشتر و هر چه عکس این شرایط حاکم باشد مقدار این پدیده کم‌تر خواهد بود و عرض معابر در محلات مورد نظر نسبت به ارتفاع ساختمان‌ها اثر بیشتری در تغییرات جزایر حرارتی دارد. همچنین نتایج حاصل از دمای سطح زمین نشان داد کوی ولیعصر در دو فصل زمستان و تابستان به ترتیب بیشترین و کم‌ترین دما را دارد در حالی که در منطقه شب‌غازان تفاوت چندانی نداشته و دما در سطح پایینی قرار دارد.

همچنین در جهت کاهش ایجاد جزایر حرارتی از انطباق سه تفکر برنامه‌ریزی شهری، طراحی شهری و توسعه پایدار تحقیقاتی انجام شده است که با تمرکز بر تیپولوژی بهینه محیط‌های مسکونی، جذب انرژی‌های خورشیدی، باد و غیره درصدد کاهش اثرگذاری جزایر حرارتی در محیط‌های مسکونی هستند که در ذیل به نمونه‌هایی اشاره شده است:

ژانگ^۱ و همکاران (2019)، نتایج تحقیقی را در مورد رابطه‌ی بین گونه‌شناسی بلوک شهری، پتانسیل برداشت انرژی خورشیدی و کارایی مصرف انرژی ساختمان در زمینه شهر سنگاپور ارائه می‌کنند. چندین پارامتر کلیدی برنامه‌ریزی و هندسی که ویژگی‌های رسمی بلوک‌های شهری را نشان می‌دهند، به‌عنوان متغیرهای مستقل مورد بررسی قرار گرفتند و متغیرهای وابسته شامل شاخص‌های عملکرد در پتانسیل برداشت انرژی خورشیدی و شدت مصرف انرژی خالص ساختمان است، مشخص شدند. نتایج تحقیق نشان داد که تحت شرایط یکسان برنامه‌ریزی و طراحی مکان‌ها، تفاوت‌ها در گونه‌شناسی بلوک‌های شهری می‌تواند منجر به افزایش تا حد ۲۰۰ درصدی پتانسیل برداشت انرژی خورشیدی و برق تولید شده از پشت بام شود.

¹ Zhang

لیو و همکاران^۱ (2017)، در پژوهشی شهر جدید ویدونگ را از جنبه‌های دما، رطوبت، تهویه و تابش نور از طریق نرم‌افزارهای کلاسیک کنسالتنت^۲ و اکوتکت^۳ ارزیابی می‌کنند. این پژوهش نرم‌افزار اکوتکت را برای تجزیه و تحلیل استراتژی طراحی سازگار با آب و هوا، که راهنمایی برای ساخت‌وساز پروژه و طراحی ساختمان مسکونی کم‌مصرف انرژی است را در منطقه مسکونی ارائه می‌دهد. استراتژی طراحی سازگار اقلیمی محدوده پروژه و ارزیابی آسایش حرارتی فضای فعالیت اصلی در منطقه مسکونی، ارزش بسزایی جهت صرفه‌جویی در انرژی ساختمان دارد. با توسعه جامعه و شهرها، صنعت املاک، انرژی و منابع زیادی را در کل چرخه زندگی هدر می‌دهد که به‌طور جدی بر ساخت تمدن اکولوژیکی شهری و توسعه تملک پایدار تأثیر می‌گذارد. که از این طریق به دنبال ایجاد یک رابطه منطبق با معماری و اقلیم است که کلید دستیابی به توسعه پایدار و مصرف کربن پایین محسوب می‌شود.

کانترز و هوروات^۴ (2012)، در پژوهشی با فرض بر اینکه کشورهای عضو اتحادیه اروپا در ساخت‌وسازهای جدید باید بر روی ساختمان‌های صفر انرژی متمرکز شوند، بیان می‌کنند که جایی که دسترسی به منابع تجدیدپذیر (مانند باد و نور خورشید) محدود است، باید تا حد امکان برنامه‌ریزی دقیق‌تری بر روی تولید انرژی به‌صورت محلی با منابع تجدیدپذیر شوند. بنابراین برنامه‌ریزی برای چنین شرایط فنی (مانند دانش کافی جهت تعیین کمیت سهم انرژی خورشیدی در طرح‌های شهری) در شهر کار دشواری است. در این پژوهش مشخص شد که تأثیر شکل هندسی بر پتانسیل دریافت انرژی خورشیدی قابل توجه است. در انتها، در نتایج پژوهش خود بیان می‌کنند که هنگامی که بلوک‌های شهری وضعیت یک شهر متراکم را دارند، سهم انرژی خورشیدی کاهش می‌یابد بنابراین بام‌ها، نماها و پوسته ساختمان منطقی‌ترین مکان جهت بهره‌وری از انرژی خورشیدی هستند.

روش پژوهش

پژوهش از نظر هدف، کاربردی بوده و با بهره‌گیری از مطالعات اسنادی و کتابخانه‌ای، اطلاعات مورد نیاز استخراج شده و با به کارگیری روش توصیفی-تحلیلی می‌توان در راستای دستیابی به هدف مورد نظر حرکت کرد. با توجه به این که هدف نوشتار حاضر، نحوه تشکیل و تأثیر شاخص‌های کالبدی بخش مسکن بر ساختار جزایر حرارتی و تغییرات دمایی مناطق شهری بوده، ابتدا با استفاده از نرم‌افزار Arc Gis، هر کدام از شاخص‌های موثر بر وضعیت موجود، در قالب نقشه‌هایی استخراج گردیده و سپس با بهره‌گیری از باندهای ماهواره Landsat 8 OLI/TIRS و الگوریتم تک کانال SCA دمای سطح زمین برای دو منطقه شهری ۲ و ۸ شهر تبریز، در نرم افزار ENVI محاسبه و نقشه‌های هم‌دمایی دو منطقه ذکر شده، تولید گردیده است. در نهایت تأثیر شاخص‌های مورد نظر در نحوه تشکیل جزایر حرارتی در دو منطقه مورد ارزیابی و بررسی قرار گرفته است.

یافته‌ها و بحث

منطقه مورد مطالعه و داده‌های مورد استفاده کلانشهر تبریز بزرگترین شهر منطقه شمال غرب و سومین شهر بزرگ ایران، به لحاظ وسعت است. این شهر در استان آذربایجان شرقی، با وسعتی حدود ۲۵۰۵۶ هکتار و ۳۸ درجه و ۱ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۸ دقیقه عرض شمالی و ۵ دقیقه تا ۴۶ درجه و ۲۲ دقیقه طول شرقی واقع شده است. در واقع شهر تبریز در یکی از بی‌نظیرترین موقعیت‌های جغرافیایی شکل گرفته که علی‌رغم بسیاری از مشابهت‌های جغرافیایی در توان‌های سرزمین که باعث جذب جمعیت و استقرار سکونت‌گاه‌های انسانی می‌شوند، از پاره‌ای توان‌ها و محدودیت‌های آشکار و پنهان نیز بهره‌مند است که در روند توسعه شهر اثر گذار بوده است. همچنین این شهر دارای موقعیتی کوهپایه‌ای و دشتی است. دشت‌ها و کوهپایه‌ها به دلیل مساعدت‌های بیشتر محیط از دیرباز مورد استقبال جوامع بشری بوده و به عنوان کانون‌های جذب جمعیت و استقرار سکونت‌گاه‌ها از اهمیت فوق‌العاده برخوردارند (طرح توسعه و عمران جامع شهر تبریز، ۱۳۹۵).

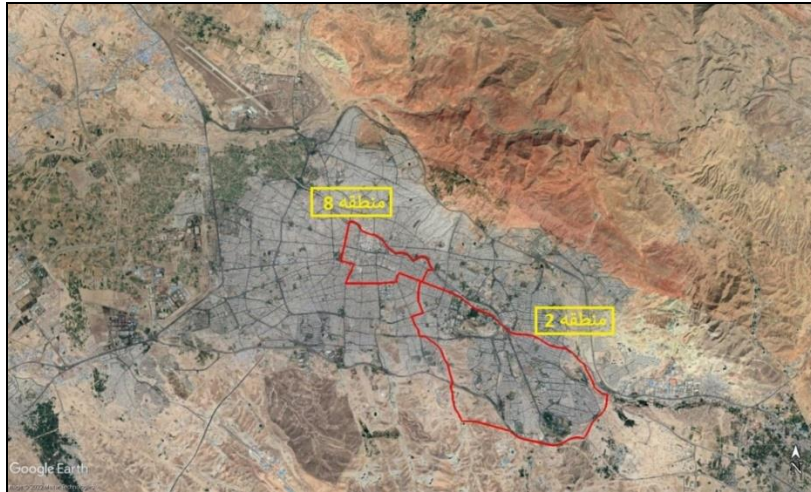
¹ Liu et al

² Climate Consultant

³ Ecotect

⁴ Kanterz & Horvat

این پژوهش برای مناطق ۲ و ۸ شهر تبریز انجام گرفته است (شکل ۱). تبریز به عنوان بزرگترین شهر شمال غرب کشور، با افزایش شتابان روند شهرنشینی و همچنین فعالیت‌های صنعتی و ساخت‌وسازهای عظیم ساختمانی در طی دهه‌های اخیر، لزوم بررسی جزایر حرارتی و تغییرات آن و همچنین شناسایی عوامل مؤثر بر آن را می‌طلبد.



شکل ۱. موقعیت محدوده مناطق ۲ و ۸ شهر تبریز

به منظور استخراج دمای سطح زمین از تصاویر ماهواره Landsat 8 OLI/TIRS همانند منابع دیگر استفاده گردید. پس از تهیه تصاویر، مرحله پیش پردازش داده‌ها شامل انجام تصحیحات هندسی و رادیومتریکی در محیط نرم‌افزار ENVI انجام گرفت تا خطاهای مربوط به تصاویر به حداقل برسد. برای اعمال تصحیحات رادیومتریکی، از الگوریتم FLAASH^۱ در نرم‌افزار ENVI استفاده گردید. شکل شماره ۲ باندهای طیفی و توان تفکیک مکانی آن‌ها را برای ماهواره سری Landsat 8 OLI/TIRS نشان می‌دهد.

Landsat 8		
Band Name	Bandwidth (µm)	Resolution (m)
Band 1 Coastal	0.43 – 0.45	30
Band 2 Blue	0.45 – 0.51	30
Band 3 Green	0.53 – 0.59	30
Band 4 Red	0.64 – 0.67	30
Band 5 NIR	0.85 – 0.88	30
Band 6 SWIR 1	1.57 – 1.65	30
Band 7 SWIR 2	2.11 – 2.29	30
Band 8 Pan	0.50 – 0.68	15
Band 9 Cirrus	1.36 – 1.38	30
Band 10 TIRS 1	10.6 – 11.19	100
Band 11 TIRS 2	11.5 – 12.51	100

شکل ۲. باندهای طیفی و توان تفکیک مکانی آن‌ها در ماهواره سری Landsat 8 OLI/TIRS

^۱ Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Hypercubes

شاخص‌های کالبدی مورد استفاده در این مطالعه عبارتند از :

- مساحت کل زیربنا بخش مسکونی

مساحت زیربنای قطعات مسکونی در محدوده مورد مطالعه، از داده‌های طرح جامع تبریز استخراج شده و برای منطقه ۲ در چهار کلاس و برای منطقه ۸ در سه کلاس طبقه‌بندی شد؛

- تراکم ساختمانی بخش مسکونی

منظور از تراکم ساختمانی، نسبت زیربنای سرپوشیده کل طبقات در یک قطعه مسکونی به مساحت کل قطعه زمین است. تراکم ساختمانی موجود در هر منطقه، با استفاده از داده‌های طرح جامع تبریز، در ۴ کلاس کیفی کم، متوسط، زیاد و شدید طبقه‌بندی شد؛

- تعداد طبقات بخش مسکونی

تعداد طبقات مربوط به بخش مسکونی در هر دو منطقه، با استفاده از داده‌های طرح جامع شهر تبریز در ۴ کلاس متعارف طبقه‌بندی شد؛

- قدمت سازه‌های بخش مسکونی

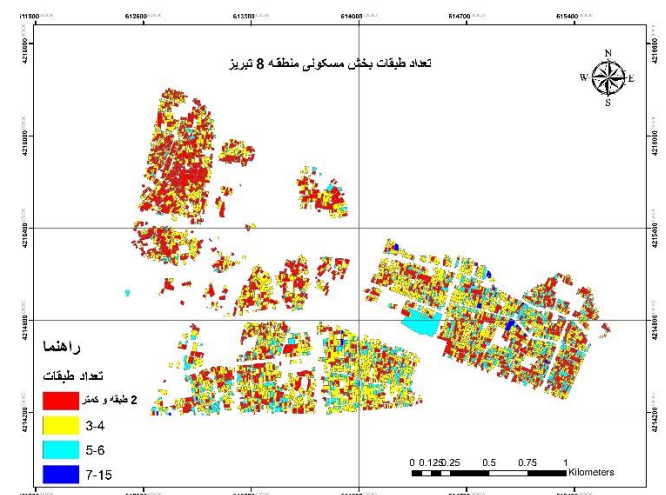
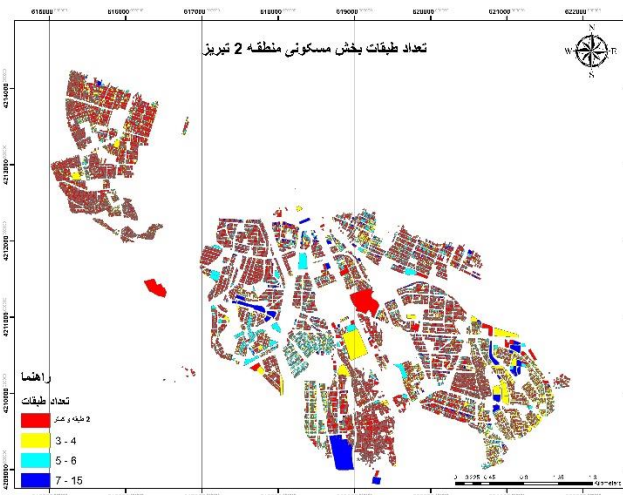
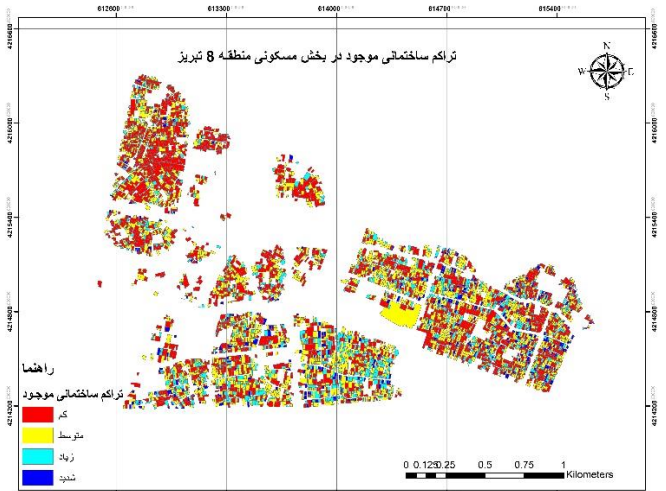
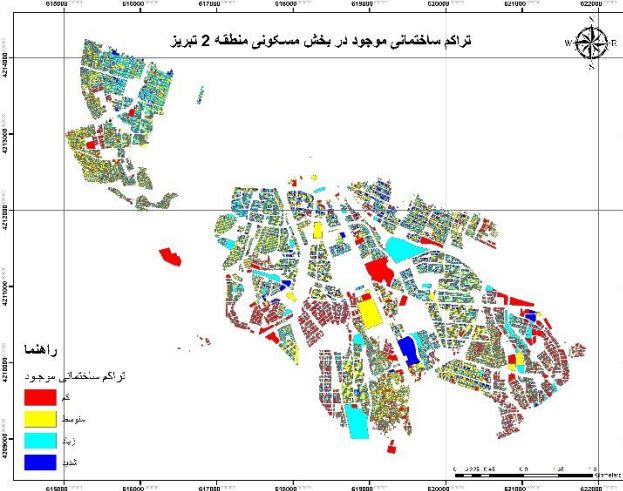
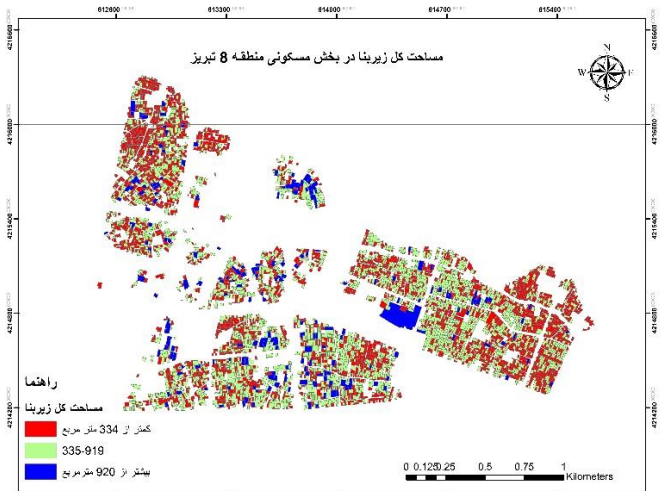
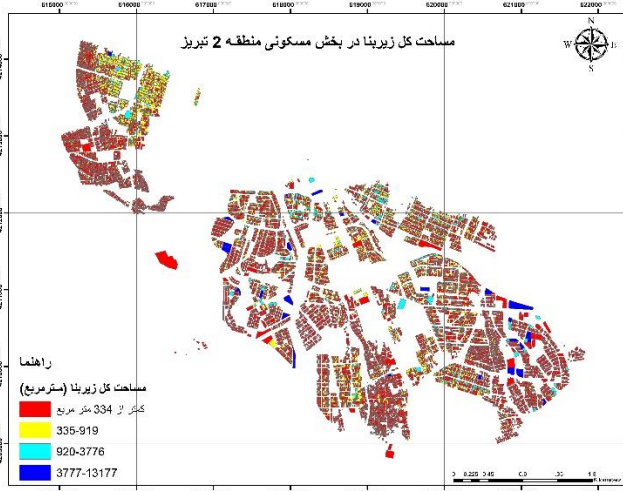
با استفاده از داده‌های طرح جامع شهر تبریز، عمر ابنیه موجود در هر دو منطقه در ۳ کلاس کلی زیر ده سال، بین ۱۰ تا ۳۰ سال و بالاتر از ۳۰ سال طبقه‌بندی شد؛

- کیفیت سازه بخش مسکونی

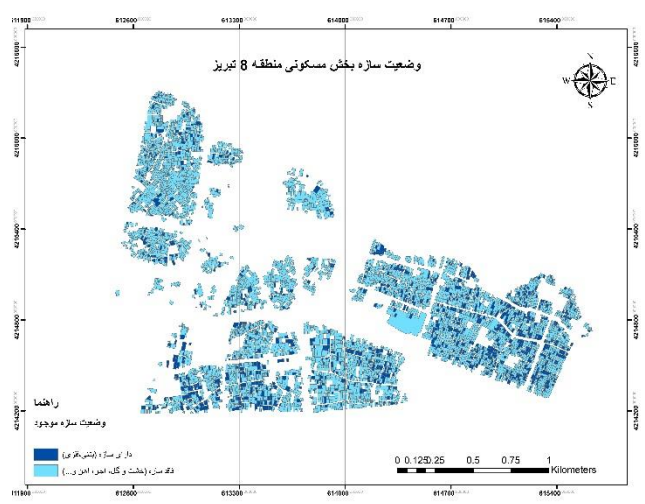
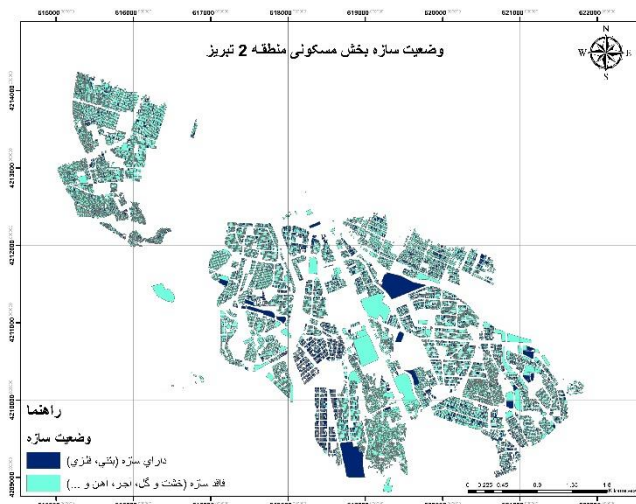
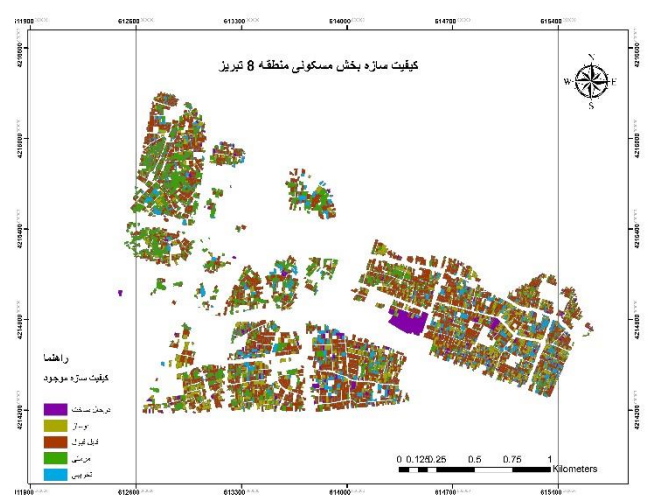
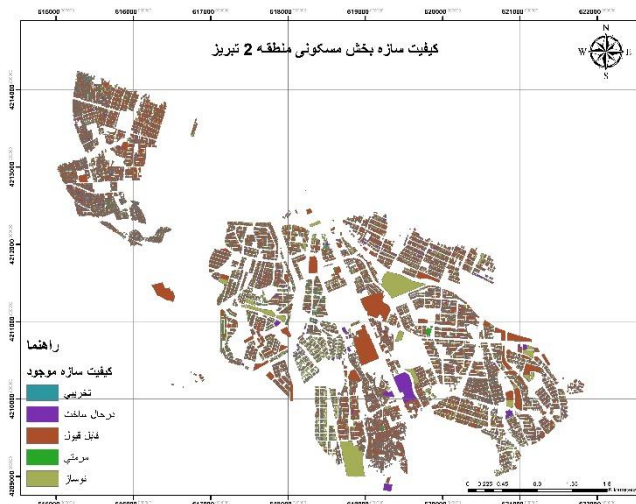
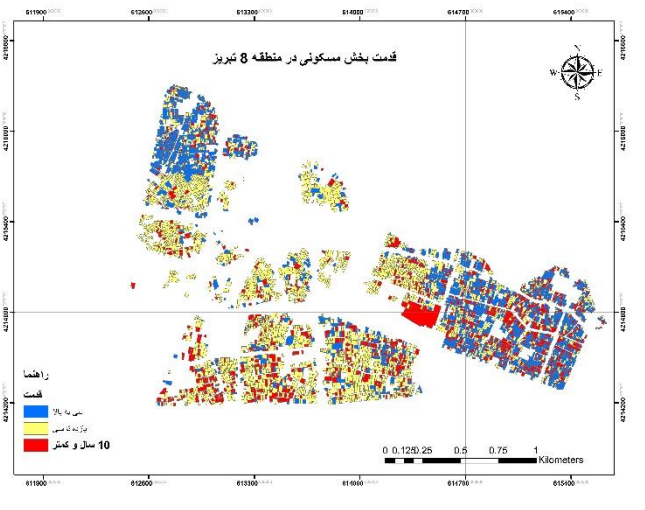
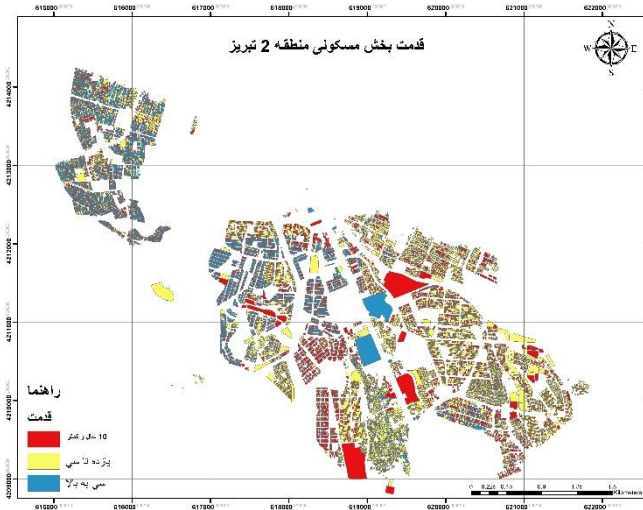
در پژوهش حاضر، با استفاده از داده‌های طرح جامع شهر تبریز، ابنیه مسکونی موجود در هر دو منطقه از حیث کیفیت سازه‌های موجود در پنج کلاس تخریبی، مرمتی، قابل قبول، نوساز و در حال ساخت طبقه‌بندی شدند؛

- وضعیت سازه بخش مسکونی

سازه‌های موجود در بخش مسکونی هر دو منطقه، با استفاده از داده‌های طرح جامع شهر تبریز، در دو کلاس کلی سازه‌هایی با مصالح بتنی و فلزی و سازه‌هایی با مصالح بنایی (خشت و گل، آجر، آهن و...) طبقه‌بندی شدند. برای انجام توصیفات تحلیلی منطبق بر دمای سطح زمین، نقشه‌های کلاسه بندی هر دو منطقه در محیط نرم افزار ArcMap و بر اساس داده‌های طرح جامع ۱۳۹۹ تبریز انجام گرفت. تصویر ۳ و تصویر ۴ پراکندگی کلاس‌های موجود در سطح هر منطقه و برای هر شاخص کالبدی را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است شاخص‌های کالبدی مورد مطالعه در این مقاله بر اساس اطلاعات دریافتی از معاونت شهرداری شهرداری کلانشهر تبریز و طرح جامع تبریز استخراج گردیده است.



شکل ۳. توزیع شاخص های کالبدی در سطح مناطق ۲ و ۸ تبریز (قسمت اول)



شکل ۳. توزیع شاخص های کالبدی در سطح مناطق ۲ و ۸ تبریز (قسمت دوم)

محاسبه دمای سطح زمین

برای استخراج دمای سطح زمین از الگوریتم (SCA)^۱ استفاده گردید. این الگوریتم از جمله روش های دقیق و موثر در برآورد دمای سطح زمین محسوب شده و از ویژگی های مهم این روش حذف تاثیرات جوی است (Soleymani et al, 2020). الگوریتم SCA به منظور استخراج دمای سطح زمین از باند فرورسرخ حرارتی (به عنوان مثال: باند TIRS در ماهواره سری Landsat 8 OLI/TIRS) توسعه داده شده است (Dihkan, Fevzi & Guneroglu, 2015) روابط (۱) تا (۳) روابط مورد استفاده برای محاسبه LST را نمایش می دهند.

$$T_s = \gamma[\varepsilon^{-1}(\psi_1 L_{sensor} + \psi_2) + \psi_3] + \delta \quad \text{رابطه (1)}$$

$$\gamma = \left\{ \frac{C_2 L_{sensor}}{T_{sensor}^2} \left[\frac{\lambda^4}{C_1} L_{sensor} + \lambda^{-1} \right] \right\}^{-1} \quad \text{رابطه (2)}$$

$$\delta = -\gamma L_{sensor} + T_{sensor} \quad \text{رابطه (3)}$$

در روابط بالا T_s بیانگر دمای سطح زمین، ε نسبت انتشار رادیانس سطح زمین، L_{sensor} رادیانس باند حرارتی سنجنده، T_{sensor} دمای روشنایی سنجنده، λ طول موثر باند فرورسرخ حرارتی، C_1 و C_2 ثابت تابش پلانک و در نهایت پارامترهای ψ_1 ، ψ_2 و ψ_3 پارامترهای اتمسفری هستند که از روابط (۴) تا (۶) حاصل میگردند.

$$\psi_1 = 0.14714 \omega^2 - 0.15583\omega + 1.1234 \quad \text{رابطه (4)}$$

$$\psi_2 = -0.1836 \omega^2 - 0.3760\omega - 0.52894 \quad \text{رابطه (5)}$$

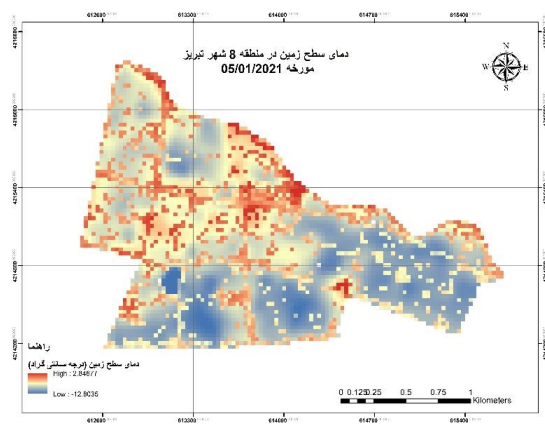
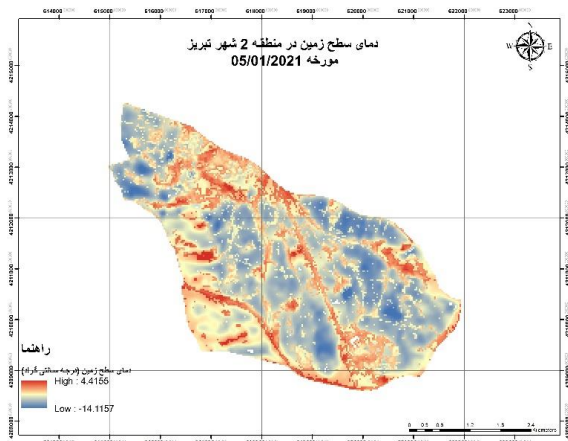
$$\psi_3 = -0.04554 \omega^2 + 1.8719\omega - 0.39071 \quad \text{رابطه (6)}$$

در روابط ۴ تا ۶ پارامتر ω نشان دهنده بخار آب جوی است که از رابطه (۷) حاصل میشود:

$$\omega_i = 0.0981 \left\{ 10 * 0.61.88 * \exp \left[\frac{17.27(T_0 - 273.15)}{237.3 + (T_0 - 273.15)} \right] RH \right\} + 0.1679 \quad \text{رابطه (7)}$$

در رابطه ۷، RH بیانگر درصد رطوبت نسبی است. برای حصول پارامتر بخار آب جوی می بایست از داده های ایستگاه سینوپتیک استفاده نمود که در این مطالعه برای شهر تبریز از داده های ایستگاه فرودگاه شهر تبریز استفاده شده و در مورخه ۰۵/۰۱/۲۰۲۱ مقدار T_0 برابر با ۳.۵- درجه سانتیگراد و مقدار RH برابر با ۶۱٪ است. با توجه با روش ذکر شده در قسمت قبل، دمای سطح زمین برای هر دو منطقه ۲ و ۸ شهر تبریز در محیط نرم افزار ENVI محاسبه شد. تصویر ۴ دمای سطح زمین و محدوده تغییرات آن را برای هر دو منطقه نشان می دهد. با توجه به نتایج حاصل شده در این قسمت، مشاهده می شود که بیشترین دمای حاصل شده برای LST به ترتیب متعلق به زمین های بایر، سطوح غیر قابل نفوذ (جاده و آسفالت) و مرکز شهر، مستقر در منطقه ۸ شهر تبریز، است. همچنین میزان پراکندگی کلاس های مختلف شاخص های کالبدی و میانگین دمای سطح زمین در بخش مسکونی هر منطقه در جداول ۱ و ۲ آورده شده است.

^۱ Single Channel Algorithm



شکل ۴. دمای سطح زمین در مناطق مورد مطالعه و محدوده تغییرات آن بر حسب درجه سانتی گراد

جدول ۱: شاخص‌ها، درصد فراوانی کلاس‌ها و میانگین LST بخش مسکونی منطقه ۲

میانگین LST در بخش مسکونی منطقه	درصد فراوانی (%)	کلاس شاخص‌ها	شاخص‌های کالبدی
-۶/۴۹°C	۸۱/۹۷	کمتر از ۳۳۴ مترمربع	مساحت کل زیربنا (m ²)
	۱۴/۸۶۲	۳۳۵-۹۱۹	
	۳/۰۳۹	۹۲۰-۳۷۷۶	
	۰/۱۰۹	۳۷۷۷-۱۳۱۷۷	
	۲۰/۴۷	کم	تراکم ساختمانی
	۴۱/۱۹	متوسط	
	۲۸/۳۷	زیاد	
	۹/۹۷	شدید	
	۷۱/۱۶	۲ طبقه و کمتر	تعداد طبقات
	۱۶/۳۳	۳-۴	
	۱۰/۵۱	۵-۶	
	۲	۷-۱۵	
	۲۱/۷۰	سازه بتنی و فلزی	وضعیت سازه
	۷۸/۳۰	سازه بنایی	
	۰/۲۸	تخریبی	کیفیت سازه موجود
	۳/۵۴	در حال ساخت	
۷۱/۸۰	قابل قبول		
۲/۷۰	مرمئی		
۲۱/۶۸	نوساز	قدمت سازه موجود	
۲۵/۲۸	۱۰ سال و کمتر		
۵۰/۰۱	۱۰-۳۰ سال		
۲۴/۷۱	بیشتر از ۳۰ سال		

جدول ۲: شاخص‌ها، درصد فراوانی کلاس‌ها و میانگین LST بخش مسکونی منطقه ۸

شاخص‌های کالبدی	کلاس شاخص‌ها	درصد فراوانی (%)	میانگین LST در بخش مسکونی منطقه
مساحت کل زیربنا (m ²)	کمتر از ۳۳۴ مترمربع	۹۸/۰۴	-۴/۴۸°C
	۳۳۵-۹۱۹	۱/۹۲	
	بیشتر از ۹۲۰ متر مربع	۰/۰۴	
تراکم ساختمانی	کم	۶/۸۴	
	متوسط	۴۹/۳۳	
	زیاد	۳۶/۷۱	
	شدید	۷/۲۲	
تعداد طبقات	۲ طبقه و کمتر	۷۸/۲۹	
	۳-۴	۱۷/۱۱	
	۵-۶	۴/۹۴	
وضعیت سازه	۷-۱۵	۰/۳۴	
	سازه بتنی و فلزی	۱۷/۸۹	
کیفیت سازه موجود	سازه بنایی	۸۲/۱۱	
	تخریبی	۹/۱۵	
	در حال ساخت	۲/۴۸	
	قابل قبول	۴۹/۶۲	
	مرمتی	۲۰/۸۶	
قدمت سازه موجود	نوساز	۱۷/۸۹	
	۱۰ سال و کمتر	۱۹/۵۵	
	۱۰-۳۰ سال	۴۸/۴۵	
	بیشتر از ۳۰ سال	۳۲	

نتیجه‌گیری

جزایر حرارتی یکی از مهم‌ترین پدیده‌هایی است که امروزه مورد توجه ویژه قرار گرفته و در این میان شاخص‌های کالبدی بخش مسکن در مناطق شهری، نقش برجسته‌ای بر این پدیده دارند، چنان که یک مشکل زیست‌محیطی ناشی از شهرنشینی تلقی شده و پیدایش و توسعه آن تحت تاثیر عوامل گوناگون قرار گرفته است. جزایر حرارتی نه تنها باعث افزایش مصرف انرژی برای خنک کردن ساختمان‌ها می‌شود، بلکه سبب تشدید آلودگی در جو مناطق شهری افزایش ترکیبات زیان بار گوگردی، وارونگی هوا و سایر آلاینده‌های آسیب رسان در سطح زمین می‌گردد. با توجه به این موضوع که جزیره حرارتی مناطق شهری تحت تاثیر چه شرایطی شکل می‌گیرد و رشد و توسعه می‌یابد، اهمیت ویژه ای یافته و در جهت کاهش تاثیرات آن در ابتدای امر بایستی شناخت کامل و دقیق نسبت به آن‌ها را داشت و سپس در قالب برنامه‌ریزی‌های کوتاه مدت و موثر وارد عمل شد.

بر اساس مطالعات صورت گرفته، میانگین دمای سطح زمین در منطقه ۸ نسبت به منطقه ۲، در تاریخ ۲۰۲۱/۰۱/۰۵ دارای گرمای بیشتری است و همانطور که در جداول نشان داده شده است، ساختمان‌های با قدمت بیشتر از ۳۰ سال در منطقه ۸ بیشتر از منطقه ۲ بوده است. از آن جایی که تعداد بیشتری از سازه‌های موجود در منطقه ۸ نسبت به منطقه ۲ فاقد سازه استاندارد است. به علاوه تعداد سازه‌های قابل قبول از نظر کیفیت ساخت در منطقه ۸ نسبت به منطقه ۲ کمتر است. با توجه با آمار ارائه شده، استانداردهای سازه‌ای و انرژی، در منطقه ۸ کمتر رعایت شده است. همچنین در منطقه ۸ شهر تبریز تعداد بیشتری ساختمان دارای سازه‌های بنایی موجود می‌گردد. در مطالعات مربوط به طبقات نیز، در منطقه ۸ تعداد ساختمان‌های ۴ تا ۲ طبقه بیشتر از منطقه ۲ است. به علاوه در منطقه ۸ شهر تبریز ساختمان‌ها زیربنای کمتر و تراکم بیشتری نسبت به ساختمان‌های منطقه ۲ دارند. در نهایت، در منطقه مورد مطالعه ۸ شهر تبریز

پارامترهایی نظیر ارتفاع پایین تر سازه‌ها، تراکم ساختمانی بیشتر و عمر بالای سازه‌های موجود افزایش دمای سطح زمین در بخش مسکونی را موجب می‌شود؛ برخلاف منطقه ۲ که ساختمان‌ها مرتفع تر، دارای سازه و قدمت کمتری هستند. بنابراین مشاهده گردید، این شاخص‌ها تاثیر معناداری در ساختار و نحوه شکل‌گیری جزایر حرارتی و میانگین دمای سطح زمین در مناطق مورد مطالعه دارد. با استناد به موارد ذکر شده و اینکه قسمت اعظم انرژی گرمایی تولید شده در بخش مسکونی به طریق همرفت انتقال می‌یابد و توجه به توزیع جزایر حرارتی در هر دو منطقه ۲ و ۸ می‌توان نتیجه گرفت هدر رفت انرژی گرمایی در منطقه ۸ نسبت به منطقه ۲، در تاریخ ذکر شده بیشتر بوده و مطالعات موجود در این حیطه به برنامه‌ریزی در جهت بهینه‌سازی مصرف انرژی در مناطقی که استانداردهای لازم کمتر رعایت شده است، کمک شایانی خواهد نمود.

References

- Ahmadi, M., Dadashi Roudbari, A., & Esfandiari, N. (2019). Monitoring urban heat islands with special fractal evolutionary approach (FNEA) (case study: Tehran metropolis). *Iranian Remote Sensing and GIS Journal*, 11(1), 112-93. (in Persian) DOI: [10.52547/gisj.11.1.93](https://doi.org/10.52547/gisj.11.1.93)
- Ajhdari, A., & Taghvayi, A. (2018). Analysis of the effect of spatial configuration of urban cover and physical characteristics of buildings on the phenomenon of urban cold surface islands. *Environmental Journal*, 44(1), 189 – 203. (in Persian) DOI: [10.22059/jes.2018.244458.1007528](https://doi.org/10.22059/jes.2018.244458.1007528)
- Arnfield, A. (2003). Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. *International Journal of Climatology a Journal of the Royal Meteorological Society*, 23(1), 1-26. DOI: [10.1002/joc.859](https://doi.org/10.1002/joc.859)
- Dihkan, M., Fevzi, K., & Guneroglu, N. (2015). Evaluation of surface urban heat island (SUHI) effect on coastal zone: The case of Istanbul Megacity. *Ocean & Coastal Management*, 309-316. DOI: [10.1016/j.ocecoaman.2015.03.008](https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.03.008)
- Isaya Ndossi, M., & Avdan, U. (2016). Application of open source coding technologies in the production of land surface temperature (LST) maps from Landsat: a PyQGIS plugin. *Remote sensing*, 8(5), 413. DOI: [10.3390/rs8050413](https://doi.org/10.3390/rs8050413)
- Juelin, H., Zhao, W., Ainong, L., Fengping, W., & Daijun, Y. (2019). The impact of the terrain effect on land surface temperature variation based on Landsat-8 observations in mountainous areas. *International Journal of Remote Sensing*, 40(5), 1808-1827. DOI: [10.1080/01431161.2018.1466082](https://doi.org/10.1080/01431161.2018.1466082)
- Kanters, J., & Horvat, M. (2012). Solar energy as a design parameter in urban planning. *Energy Procedia*, 30, 1143-1152. DOI: [10.1016/j.egypro.2012.11.127](https://doi.org/10.1016/j.egypro.2012.11.127)
- Kerami, M., Zandi, R., & Taheri, J. (2020). Locating thermal islands and matching it with satellite images based on TOPSIS model in Mashhad city. *Applied Research Journal of Geographical Sciences*, 20(56), 75-92. (in Persian) DOI: [10.29252/jgs.20.56.75](https://doi.org/10.29252/jgs.20.56.75)
- Liu, S., & Wang, J. (2019). Climatic Adaptability Design Strategy of Residential Zones based on Climate Consultant and Ecotect Analysis--Taking Weidong New Town Community as an Example. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 384(1). IOP Publishing. DOI: [10.1088/1755-1315/384/1/012017](https://doi.org/10.1088/1755-1315/384/1/012017)
- Mahmoudzadeh, H., & Amanzadeh, F. (2021). Comparative study of intensity of heat islands based on urban geometry (Case study: Valiasr and Shanb Ghazan neighborhoods in Tabriz city). *Researches of human geography*, 54(2), 657 – 697. (in Persian). DOI: [10.22059/jhgr.2021.311999.1008192](https://doi.org/10.22059/jhgr.2021.311999.1008192)
- Mahmoudzadeh, H., Pouyan Jam, A., & Amanzadeh, F. (2020). Calculation of ground surface temperature and extraction of thermal islands using Landsat 8 satellite images and separate window algorithm in Urmia city. *Journal of Geography and Planning*, 24(73), 325 – 348. (in Persian) DOI: [10.22034/gp.2020.10794](https://doi.org/10.22034/gp.2020.10794)
- Qihao, W. (2009). Thermal infrared remote sensing for urban climate and environmental studies: Methods, applications, and trends. *Journal of photogrammetry and remote sensing*, 64(4), 335-344. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2009.03.007>
- Ranjbar Saadat abadi, A., Aliakbari, A., & Sadeghi hosseini, A. (2006). Effects of heat island and urbanization on local weather and climate in Tehran metropolis. *Environmental Journal*, 32(39). (in Persian) Doi: [20.1001.1.10258620.1385.32.39.7.4](https://doi.org/10.1001.1.10258620.1385.32.39.7.4)

- Shoja, S., Pourjafar, M., & Tabibian, M. (2019). Meta-Analysis of the Relationship between Urban Form and Energy: A Review of Approaches, Methods, Scales and Variables. *Urban Planning Knowledge*, 3(1), 85-107. DOI: [10.22124/upk.2019.13602.1220](https://doi.org/10.22124/upk.2019.13602.1220)
- Soleymani, K., Rouhani, F., Shaabani, M., & Rouhani, M. (2020). Application of single-channel algorithm in heat island analysis of urban area. *Journal of Iranian Remote Sensing & Gis*, 12(3). (in Persian) DOI: [10.52547/gisj.12.3.87](https://doi.org/10.52547/gisj.12.3.87)
- Youshui, Z., Balzter, H., & Xiongchang W. (2013). Spatial-temporal patterns of urban anthropogenic heat discharge in Fuzhou, China, observed from sensible heat flux using Landsat TM/ETM+ data. *International journal of remote sensing*, 34(4), 1459-1477. DOI: [10.1080/01431161.2012.718465](https://doi.org/10.1080/01431161.2012.718465)
- Zhang, J., Xu, L., Shabunko, V., Tay, S. E. R., Sun, H., Lau, S. S. Y., & Reindl, T. (2019). Impact of urban block typology on building solar potential and energy use efficiency in tropical high-density city. *Applied Energy*, 240, 513-533. DOI: [10.1016/j.apenergy.2019.02.033](https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.02.033)