Journal Research and Urban Planning

Autumn 2022. Vol 13. Issue 50

ISSN (Print): 2228-5229 - ISSN (Online): 2476-3845

Research Paper

Presenting the optimal pattern of residential complexes with an emphasis on reducing heat island (Case example: mid-rise residential complexes in Shiraz city)

Ali akbar Heidari [*1], Malihe Taghipour [2], Neda Ghahraman izadi[3]

1, Associate Professor of Faculty of Architecture, yasouj university, Yasouj, Iran.
2, Associate Professor of Art and Architecture, Islamic Azad University of Shiraz, Shiraz, Iran.
3, Ph.D. Student in Architecture, Faculty of Art and Architecture, Islamic Azad University of Shiraz, Shiraz, Iran.

Received: 2019/12/19
Accepted: 2020/07/25
PP: 224-239

Use your device to scan and read the article online

Keywords:
Organization, Residential complex, Heat island, Envi-met.

Abstract

In the last half century, big cities have faced over population and Unreasonable construction of residential complexes resulted in an increase in the air temperature of urban areas compared to the suburbs and rural areas. Since the form of organization of residential complexes plays a great role in creating environmental comfort conditions, this research aims to reduce the effects of the heat island phenomenon in the space created by mid-rise residential complexes, seeking to present the optimal form of residential complexes for the Shiraz city. Therefore, the research hypothesis has been formed by focusing on the 6 common form of residential complexes. the research method used in this article is applied research in terms of purpose and quantitative research in terms of methodology. So, the research is based on two strategies of logical reasoning .On one hand analysis of library resources and on the other hand quantitative assessment based on the software (Envi-met 4 Basic version). the temperature data of 12 noon on July 1, 2017 as the summer solstice has been used as the basis for evaluation. The results of the research indicate that linear plans and a regular set have performed better in temperature, relative humidity and wind speed. Single-element central and multi-element central plans have similar behavior and were placed in the next category, and the most unfavorable situation belongs to the form of an irregular set. This is while the best situation in the average radiation temperature belongs to the single-element central plan.

Citation: : Heidari, A; Taghipour M; Ghahraman izadi, N. (2022): Presenting the optimal pattern of residential complexes with an emphasis on reducing heat island. Case example: mid-rise residential complexes in Shiraz city, Journal Research and Urban Planning, Vol 13, No 50, PP 224-239.

DOI: 10.30495/JUPM.2022.23417.3350

*. **Corresponding author:** Ali akbar Heidari
Address: Associate Professor of Faculty of Architecture, yasouj university, Yasouj, Iran.
Tell: +989173138043
Email: aliakbarheidari.iust@gmail.com

Extended Abstract

Introduction

Cities are always formed and expanded under the influence of various forces and factors and become bigger in terms of body and more complex in terms of construction. These changes have created different effects on the climate on a local and global scale and have caused climate change in cities (Mi. et al, 2018). The purpose of this article is to look at the heat island category in order to understand this phenomenon. And the main goal of this research is to investigate the effect of the plan form of residential complexes in reducing the heat island with the aim of achieving more comfort. Therefore, this research aims to investigate how the plan form of residential complexes affects the creation of a heat island. the present research tries to examine different types of organization of residential complexes from to answers the following questions:

What is the relationship between the different types of organization of residential complexes and the creation of a heat island?

What is the optimal organization for a residential complex in Shiraz?

The main purpose of the research is to investigate the relationship between heat island in residential complexes according to the plan form.

The following are the motivations for the creation of this article:

1-Attention to the form of buildings and the need to check it in terms of thermal comfort.

2- Attention and recognition of hidden rules in the architecture of residential complexes in Shiraz to reduce the heat island effect.

3-Finding the fields and conditions that increase environmental comfort according to the design of the form of residential complexes.

Methodology

In this research, assuming that the organization of residential complexes affects the amount of heat islands in residential areas, the organization of residential complexes has been considered as an independent variable and the heat island as a dependent variable. the research method is applied and based on two parts. In the first part, documentary method has been used to formulate the theoretical framework. In the next part of the research, the selection of the case sample and the simplification of the models have been done based on the highest frequency. collecting climate information was extracted based on fifty years of weather data (taken from the official site Energyplus.com) of Shiraz and analyzed with weather tool software and hourly output was taken. For this, the data of 12 noon on July 1, 2017, which is the summer solstice, has been analyzed. Envi-met software has been used in order to identify the effects of influential components on the organization of residential complexes. The results of this software have been used for heat island analysis and also for graphic contours, according to the outputs of Leonardo software.

Results and discussion

After After modeling, the climate model outputs by Envi-met software for the desired time period four effective items in the creation of thermal particles have been analyzed and investigated in the software. These factors include temperature in degrees Celsius, wind speed in meters per second, relative humidity expressed as a percentage, and finally, the average radiant temperature. In terms of temperature results indicate liner plans and regular sets experience lower temperatures, respectively(37.8 °C). The main cause of these conditions can be seen in the shading caused by nearby buildings. Single-element and multi-element central plans have similar temperature conditions(38.85) and better than liner plans and regular sets.

For relative humidity the highest percentage is allocated to liner plans and regular sets respectively (10%). Single-element and multi-element central plans have similar pattern (9%) and are their humidity is lower than liner plans and regular sets.

About wind speed and according to the outputs, it seems that the forms do not have a great effect on the wind speed, and the highest wind speed is seen in the outer ears of the forms (more than 1.6 m/s). But liner plans and regular sets experience a relatively lower wind speed (about 0.77 m/s).

The highest average radiant temperature is related to the linear plan with 72.01 °C, and the regular set plan is in the next rank with 71.85 °C. Plans of irregular and multi-element central set with 71.35 °C have similar behavior and the lowest amount of radiant temperature is related to single-element central plan with 70.73 °C.

Conclusion

Given One of the methods used to study the heat island is simulation. . In this research, Envi-met, was used for investigating the effects of the form of complexes on the temperature pattern of the heat island of Shiraz city among mid-rise residential complexes. In this research, linear plans and regular sets have performed better in 3 criteria of normal temperature, relative humidity and wind speed. Single-element central and multi-element central plans have similar behavior and were placed in the next category, and the most unfavorable situation belongs to the form of an irregular set. This is while the best situation in the average radiant temperature belongs to the single-element central plan. In most cases, the average radiant temperature is the decision criterion. It is suggested that tall and short buildings be integrated in residential complexes. mid-rise buildings in the south can allow the entry of radiation in winter. It is recommended to place tall buildings on the southwest and northwest to prevent radiation in summer afternoons. Due to the fact that the heat island is highly dependent on the details of the building (type of materials, etc.) and especially the plant masses and trees, and due to the fact that these details have been neglected in this research, it is suggested these factors be investigated in future researches.

فصلنامه علمی پژوهش و برنامه‌ریزی شهری

پاییز ۱۴۰۱، سال ۱۳، شماره ۵۰

شاپا چاپی: ۵۲۲۹- ۲۲۲۸ - شاپا الکترونیکی: ۳۸۴۵- ۲۴۷۶

مقاله پژوهشی

ارائه الگوی بهینه چیدمان مجتمع‌های مسکونی با تاکید بر کاهش پدیدهٔ جزیرهٔ گرمایی (نمونهٔ موردی: مجتمع‌های مسکونی میان‌مرتبهٔ شهر شیراز)

علی‌اکبر حیدری [۱]، ملیحه تقی‌پور [۲]، ندا قهرمان‌ایزدی

۱- استادیار گروه معماری، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران.

۲- استادیار، گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران.

۳- دانشجوی دکتری، گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران.

۴- دانشیار گروه مدیریت دولتی دانشکده مدیریت و حسابداری دانشگاه علامه طباطبائی، تهران.ایران.

تاریخ دریافت: ۲۸/ ۰۹/ ۱۳۹۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۵/۰۴

شماره صفحات: ۲۳۹-۲۲۴

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید

چکیده

در نیم قرن اخیر، به ویژه در کلان شهرهای کشور با افزایش جمعیت شهرنشین ساخت بی‌رویه مجتمع‌های مسکونی رواج بیشتری یافته‌است. این مسئله افزایش دمای هوای مناطق شهری نسبت به حومه شهر و مناطق روستایی را به همراه داشته‌است. از آن‌جایی که فرم سازماندهی مجتمع‌های مسکونی در ایجاد شرایط آسایش محیطی نقش بسزایی را ایفا می‌کنند، این پژوهش با هدف دستیابی به آسایش حرارتی و کاهش اثرات پدیدهٔ جزیرهٔ‌گرمایی در فضای ایجاد شده به واسطه مجتمع‌های مسکونی میان‌مرتبه، به دنبال ارائه فرم بهینه مجتمع‌های مسکونی برای شهر شیراز می‌باشد. از این رو فرضیه پژوهش با تمرکز بر فرم مجتمع‌های مسکونی و تاثیر عوامل اقلیمی موثر بر آن که تاثیر بسزایی در تعیین و ایجاد شرایط آسایش حرارتی بیرونی در فضای باز شهری دارد، شکل گرفته‌است. در این راستا، روش تحقیق به کار رفته در این مقاله به لحاظ هدف از نوع تحقیقات کاربردی و به لحاظ روش‌شناسی، روش تحقیق کمی است. لذا تحقیق بر پایه دو راهبرد استدلال منطقی تجزیه و تحلیل منابع کتابخانه‌ای از یک سو و سنجش کمی، بر پایه نرم افزار (نسخه Envi-met 4 Basic) از سوی دیگر بنا شده‌است. این پژوهش به تحلیل و مقایسه شش الگوی متفاوت فرم در شهر شیراز پرداخته‌است. از این رو داده‌های دمایی ۱۲ ظهر ۱تیر ماه ۱۳۹۷ به عنوان انقلاب تابستانی مبنای ارزیابی و مورد استفاده قرار گرفته‌است. معیارهای مورد سنجش عبارتند از: متغیرهای اصلی آسایش حرارتی بیرونی نظیر، دمای هوا، رطوبت نسبی و سرعت باد و دمای متوسط تابشی. نتایج تحقیق حاکی از آن است که پلان‌های خطی و مجموعه‌ای منظم در ۳ معیار دمای معمولی، رطوبت نسبی و سرعت باد مطلوب‌تر عمل کرده‌اند. پلان‌های مرکزی تک عنصری و مرکزی چند عنصری دارای رفتار مشابه و در ردهٔ بعد قرار گرفتند و نامطلوب‌ترین وضعیت متعلق به فرم مجموعه‌ای نامنظم می‌باشد. این در حالی‌ست که بهترین وضعیت در دمای متوسط تابشی متعلق به پلان مرکزی تک عنصره است.

واژه‌های کلیدی:
سازماندهی، مجتمع مسکونی، جزیره حرارتی، Envi-met.

استناد: حیدری، علی‌اکبر، تقی‌پور، ملیحه، قهرمان‌ایزدی، ندا (۱۴۰۱): **ارائه الگوی بهینه چیدمان مجتمع‌های مسکونی با تاکید بر کاهش پدیدهٔ جزیرهٔ گرمایی (نمونهٔ موردی: مجتمع‌های مسکونی میان‌مرتبهٔ شهر شیراز)**، فصلنامه پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، سال۱۳، شماره ۵۰، مرودشت، صص ۲۳۹-۲۲۴.

DOI: 10.30495/JUPM.2022.23417.3350

[۱] . **نویسنده مسئول:** علی‌اکبر حیدری

نشانی: استادیار گروه معماری، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران.

تلفن: ۰۹۱۷۳۱۳۸۰۴۳

پست الکترونیکی: aliakbarheidari.iust@gmail.com

مقدمه:

در قرن اخیر گسترش شهرنشینی، افزایش جمعیت شهرها و فعالیت های صنعتی موجب شکل‌گیری خرد اقلیم شهر شده است. برآوردها نشان می‌دهد، بیش از ۱۵ درصد جمعیت جهان در شهرها زندگی می‌کنند و تا سال ۲۰۳۰ این میزان جمعیت به بیش از ۶۰ درصد می‌رسد (Small & Miller, 1999). این افزایش جمعیت موجب توسعهٔ فیزیکی شهر، تغییر بافت درون شهری، کاهش زمین زراعی حومه به نفع ساخت‌وساز شهری، خیابان‌کشی و دیگر فعالیت‌های شهری شده‌است . با تغییر کاربری‌های اراضی و تخریب پوشش گیاهی، دمای سطحی زمین در مناطق شهری نسبت به حومه افزایش داشته و جزیرهٔ گرمایی ایجاد می‌شود (mousavi et al, 2010). هاوارد برای اولین بار در سال ۱۸۱۸ اصطلاح جزیرهٔ گرمایی را مطرح کرد . جزیرهٔ گرمایی شهر نتیجهٔ تأثیرات پیچیدهٔ فرآیندهای شهری و جزء ریزاقلیم آن بوده و این پدیده موجب شده شهرها را هوای گرم در بر بگیرند. (khaledi, 1995). گرمایش ساختمان‌ها، آلودگی هوا و استفاده از مصالح نامناسب در کف سازی خیابان‌ها و کوچه‌ها (مانند آسفالت خیابان‌ها به واسطه رنگ تیره در جذب انرژی)، مناسب نبودن هندسه شهری و بناها از عوامل تأثیرگذار بر پدیدهٔ جزایر حرارتی شهری به حساب می‌آیند. این اثر شرایط نامطلوبی را برای شهروندان باعث می‌شود. مقصود از این مقاله نگاه به مقولهٔ جزیره گرمایی به منظور شناخت این پدیده می‌باشد. و هدف اصلی از این پژوهش بررسی تاثیر فرم پلان مجتمع‌های مسکونی در کاهش جزیره گرمایی با هدف دستیابی به آسایش بیشتر می‌باشد. شهرها همواره تحت تأثیر نیروها و عوامل گوناگونی شکل گرفته و گسترش می‌یابند و از لحاظ کالبد بزرگتر و از لحاظ ساخت پیچیده‌تر می‌شوند. این تغییرات اثرات متفاوتی بر آب و هوا در مقیاس محلی و جهانی ایجاد کرده و موجبات تغییر اقلیم در شهرها را فراهم آورده است (Mi. et al, 2018) .امروزه موضوع تغییر اقلیم به دلیل پیامدهای زیست محیطی، اقتصادی، اجتماعی و حتی سیاسی به یکی از مباحث مهم برای آشکارسازی نمودهای مختلف این پدیده تبدیل شده است. یکی از چالش‌های اصلی شهرها در این زمینه، افزایش منابع حرارتی است که به پدیده جزایر گرمایی مشهور است. جزایر حرارتی شهر نتیجه تأثیرات پیچیدهٔ فرآیندهای شهری و جزء ریزاقلیم آن بوده‌است و این پدیده موجب شده شهرها را هوای گرم در برگیرد. شرایط گرمایی جدید در شهرها بر مصرف انرژی و آسایش حرارتی در مقیاس کلان اثرگذار است و خسارات سنگینی را به بار می‌آورد (Swain et al, 2014). امروزه مطالعات اقلیم شهری بیشتر بر روی آن دسته از عناصر شهر متمرکز و تثبیت شده که نقش مهمی در تغییر عناصر اقلیمی بازی می‌کنند. ارتباط بین کاربری اراضی و دمای سطحی در شهرها ارتباط نزدیکی با ساختار فضایی محیط شهری دارد (Rangzan et al, 2012). این ارتباط نشان می‌دهد که در بعضی از مناطق شهری حرارتی نقاط خاصی پدید می‌آیند که دمای سطحی آن ها نسبت به سایر مناطق تغییرات چشم‌گیری دارند. لذا این پژوهش در صدد آن است که به بررسی چگونگی تاثیر فرم پلان مجتمع‌های مسکونی بر ایجاد جزیره گرمایی بپردازد.

تحقیق حاضر به منظور گسترش دیدگاه معاصر در مورد ساخت مجتمع‌های مسکونی تلاش دارد گونه های مختلف سازماندهی مجتمع های مسکونی را از منظر ایجاد جزیره گرمایی مورد بررسی قرار دهد و بر این اساس به سوالات زیر پاسخ گوید:

چه ارتباطی بین گونه های مختلف سازماندهی مجتمع های مسکونی و ایجاد جزیره گرمایی وجود دارد؟

سازماندهی بهینه برای مجتمع مسکونی شهر شیراز چیست؟

از این رو، این پژوهش با انگیزهٔ توجه به جزیرهٔ گرمایی، یافتن قابلیت‌های نهفته در فرم پلان مجتمع‌های مسکونی در کاهش اثرات منفی گرمایی و از سوی دیگر توجه به جایگاه مهم کالبد و فرم مسکن در شکل‌گیری بخش اعظمی از کیفیت محیطی زندگی افراد شکل گرفته است.

هدف اصلی پژوهش بررسی رابطه جزیره گرمایی در مجتمع‌های مسکونی با توجه به فرم پلان می‌باشد.

موارد زیر نیز در نگاهی خردتر از انگیزه‌های شکل‌گیری این مقاله‌اند:

۱- توجه به فرم بناها و لزوم بررسی آن در آسایش حرارتی.

۲- توجه و شناخت قواعد مستتر در معماری مجتمع های مسکونی شیراز برای کاهش اثر جزیره گرمایی.

۳- یافتن زمینه‌ها و شرایط افزایش دهنده آسایش محیطی با توجه به طراحی فرم مجتمع‌های مسکونی.

پیشینه و مبانی نظری تحقیق:

در بررسی پدیده جزایر حرارتی، مطالعات بسیاری صورت پذیرفته است. بخش مهمی از این مطالعات در ارتباط با اندازه‌گیری این پدیده است. اولین بار سندبرگ ارتباط شدت جزیره گرمایی را با عناصر هواشناسی نظیر ابرناکی، باد، دما و رطوبت با استفاده از مدل رگرسیونی چندگانه بررسی کرد. او نشان داد که پارامترهای ابرناکی و سرعت باد به طور منفی با شدت جزیرهٔ گرمایی سازگاری دارد (Sundborg ,1950). اوک با در نظر گرفتن جمعیت به عنوان پارامتر مشخص کنندهٔ اندازه شهر، رابطه لگاریتمی بین بیشینه تغییرات شدت جزایر گرمایی

و جمعیت را به دست آورد. بر اساس نظر وی، بیشینه تغییرات شدت جزایر گرمایی با تغییرات جمعیت دارای رابطه‌ای مستقیم است (Oke, 1973). آتکینسون جزایر حرارتی را با استفاده از مدلسازی عددی شدت جزایر حرارتی مورد بررسی قرار داده‌است. بر اساس نتایج، شدت جزایر حرارتی با شار حرارتی، قابلیت تابش، ضریب دید آسمان، مقاومت سطحی برابر تبخیر و اینرسی گرمایی دارای ارتباط است (Atkinson ,2003). بتیان و انگر با استفاده از معادلات مدل آماری و آنالیز رگرسیون خطی چند مرحله‌ای به تخمین میانگین جزیره گرمایی شهری پرداختند. بر اساس نتایج به دست آمده، ارتباط روشنی بین توزیع فضایی مازاد حرارتی شهری و پارامترهای عامل دید آسمان و ارتفاع ساختمان وجود دارد. بنابراین این پارامترها نقش مهمی در تکامل میدان شدت جزایر حرارتی ایجاد می‌کنند (Bottyan and Unger ,2003). واینرت و همکاران با استفاده از رابطه لگاریتمی و شاخص‌های جمعیت، شرایط آب هوایی شامل سرعت باد و پوشش ابر به ارزیابی جزایر حرارتی پرداختند. نتایج نشان دهنده اثر مستقیم جمعیت بر جزایر حرارتی و اثر معکوس سرعت باد و پوشش ابر بر این پدیده است (Wienert et al ,2013). چن و همکاران طی مطالعه‌ای به بررسی اثرات شهرنشینی و جزیره گرمایی شهری پرداختند. این تحقیق با استفاده از داده‌های سنجش از دور و تحلیل همبستگی و تحلیل رگرسیون انجام شد. نتایج نشان دهنده رابطهٔ مستقیم جمعیت و اقتصاد با داده‌های سنجش از دور بود (Chen et al ,2016). خان و چاترجی با استفاده از یک مدل خطی ساده شده و دمای هوا به بررسی شدت جزایر حرارتی در مناطق شهری و حومه ای کلکته پرداختند. نتایج نشان داد مدل خطی ساده شده با شبیه سازی تغییرات دمای هوا دارای رابطهٔ مستقیم است. به صورتی که شرایط جزایر حرارتی دارای رابطه با دمای سطح و کمترین دمای روزانه محیط در مدل خطی است (Khan and Chatterjee ,2017). لی و همکاران روشی جدید را برای تعیین کمیت شدت جزیره حرارتی شهری مورد استفاده قرار دادند. این روش، با استفاده از رابطه بین دمای سطح زمین و سطوح غیرقابل نفوذ به تعیین شدت جزیرهٔحرارتی شهری می‌پردازد. برای ارزیابی سطوح غیر قابل نفوذ از داده‌های سنجش از دور و روش تراکم هسته‌ای استفاده شد. نتایج نشان داد، تابع خطی دمای سطح زمین با سطوح غیر قابل نفوذ مطابقت داشته است و بین دمای سطح زمین و تراکم هسته‌ای همبستگی مثبت وجود دارد(Li et al ,2018). رنجبر، سعادت‌آبادی و دیگران، به مطالعه جزایر حرارتی تهران و شبیه‌سازی عددی آن پرداختند. نتایج حاصل از شبیه سازی نشان می‌دهد که در زمان استقرار توده هوای سرد، جزیره گرمایی به خوبی در نیمه شمالی تهران تشکیل می‌شود و از شدت بیشتری برخوردار است. در حالی که در زمان استقرار توده هوای گرم، امکان تشکیل و توسعه جزایر گرمایی در ساعات شب به خوبی فراهم نمی شود و در نتیجه جزایر گرمایی از شدت ضعیفی برخوردار است. همچنین تغییر آهنگ‌های سرمایش در شب می‌تواند سبب ایجاد گردش‌های حرارتی شود که این گردش ها از افزایش پدیده جزیره حرارتی جلوگیری می‌کند (Ranjbar et al, 2005). شکری و بهنیا، تأثیر پدیده جزیره گرمایی بر تغییر اقلیم محلی را مورد بررسی قرار دادند. بر اساس نتایج به دست آمده، رشد سریع شهرنشینی و افزایش جمعیت اهواز سبب تغییرات قابل ملاحظه‌ای در بعضی از کمیت های هواشناسی شده است و از عوامل مهمی که سبب افزایش شدت اثر جزیره گرمایی و در نتیجه تغییر اقلیم محلی در کلان شهرها شده است، رشد جمعیت است (Sokri et al, ۲۰۱۳). احمدی و دیگران نیز تحولات کالبد شهر و بازتاب حرارتی آن را با مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج نشان دهنده ارتباط خشکسالی و کاهش سبزینگی بر دمای سطح و هم بر دمای هواست و یکی از مهمترین عوامل مؤثر بر دمای هوا سایه‌اندازی‌ها و ضریب آسمان قابل رؤیت بر پایه محصوریت کالبدی و فضای سبز است (Ahmadi et al , 2016). طی مطالعه‌ای، علیجانی و دیگران به محاسبه شدت جزیره حرارتی بر اساس هندسه شهری پرداختند. بر اساس نتایج به دست آمده شبیه سازی و محاسبه حداکثر شدت جزیره حرارتی با بناهای بلند مرتبه و عرض کم معابر دارای ارتباط مستقیم است (Alijani, et al 2016). در سال‌های اخیر رویکرد پژوهشگران در مطالعهٔ جزیرهٔ گرمایی به سمت ارائهٔ راهکار برای کاهش آثار این پدیده گرایش یافته است. از جمله محققانی که به ارائهٔ راهکارهایی برای کاهش شدت جزیرهٔ حرارتی روی آورده‌اند می‌توان یاماماتو(۲۰۰۶)[۱]، ساویو[۲] و همکاران (۲۰۰۶)، سوومی و کایک[۳](۲۰۱۰)، روزنفلد[۴] و همکاران(۱۹۹۵) ، اسمیت و لورمور(۲۰۰۸)[۵]، اکبری و رز (۲۰۰۸)، سولسکی[۶] و همکاران (۲۰۰۸)، کارلسی[۷] و همکاران (۲۰۱۰)، سینفا[۸] و همکاران

۱. Yamamato
۲. Savio
۳. Suomi and K¨ayhk
۴. Rosenfeld
۵. Smith and Levermore
۶. Solecki
۷. Karlessi
۸. Syennefa

(۲۰۱۱)، انیشـــی[۱] و همکاران (۲۰۱۰)، اوبرندورفر[۲] و همکاران (۲۰۰۷) و پمپی[۳] و هاوکینز[۴](۲۰۱۱) را نام برد.

همچنین از تحقیقات محققان ایرانی می توان به پژوهش‌های کرمی‌راد و همکاران(۱۳۹۷)، مرادزاده (۱۳۷۸)، معتمدی (۱۳۸۲)، رمضـــانی و دخت‌محمدی(۱۳۸۹)، امیری و همکاران(۱۳۸۹)، غ ضنفری مقدم و همکاران (۱۳۸۹)، رنجبر و همکاران (۱۳۸۵)، موســوی بیگی و همکاران (۲۰۱۰)، اربابی و همکاران(۲۰۱۰)، اربابی و یو سفی(۲۰۱۰)، رنجبر و همکاران (۱۳۸۵)، شم سی‌پور و همکاران(۱۳۹۱)، عزیزی و همکاران (۱۳۹۲)، ملکوتی(۲۰۱۰)، مهدلویی و همکاران (۲۰۱۲) و شاه‌محمدی و همکاران (۲۰۱۲) اشـــاره کرد. همهٔ مطالعات انجام گرفته در ایران بر دو روش استفاده از داده‌های آماری و سنجش از دوری مبتنی بوده است . البته بیشتر این مطالعات با استفاده از داده‌های سنجش از دور و ســنجنده‌هایی نظیر TM ، +ETM ، و ASTER بوده‌اســت. پارسایی و همکاران توجه به کاهش استراتژی‌های کمبود جزیره گرمای شهری (UHI) و نقشه‌های آب و هوایی شهری (UCM) به سمت مداخلات عملی و کارآمد در سیاست‌های توسعه شهری و بر نا مه های عملیاتی پرداخ ته‌ا ند(Parsaee etah, 2019). شانگ‌پینگ‌دوان تاثیر فرم شهر در ایجاد جزیره گرمایی را مورد بررسی قرار داده‌است(Duan etal, 2019). فرهادی و همکاران برر سی نقش جزیره حرارتی شهری در یک منطقه م سکونی در تهران با تاکید بر نقش پوشـــش گیاهی، مواد و جهت گیری ســـاختمان ها را مدنظر قرار داده‌ا ند(Farhadi etal, 2019). آلگرینی شـــبیه‌ســـازی جزایر گر مایی را با م طالعه موردی هـ ندســـه های ســـاخت مان پیچ یده در شـــهر زوریخ ارا ئه داده‌اســـت(Allegrini etal, 2018). یو و همکاران تاثیرات پیکربندی شـــهری بر روی جزیره گرمایی شـــهری با مطالعه تجربی در شـــهرهای بزرگ چین را انجام داده‌اند(Yue etal, ۲۰۱۹).

بیشـتر مطالعات مذکور نیز بر شـناسـایی شـرایط کنونی جزیرهٔ گرمایی ا ستوار بوده اند و از این رو می‌توان بیان کرد که در این مقوله خلأ پژوه شی م شاهده می شود. از سویی دیگر، تاکنون پژوهشی با استفاده از روش مدل‌سازی خرد مقیاس در این باب صـورت نگرفته اسـت. بنابراین، با توجه به خلأ پژوهشـی که میزان تغییرات شـدت جزیرهٔ گرمایی با فرم پلان مجتمع‌های مسـکونی بررسـی می‌کند، این پژوهش با هدف مدل‌سـازی و بررسی اثرگذاری فرم پلان بر تغییرات الگوی جزیرهٔ گرمایی در شهر شیراز صورت گرفته است.

مفهوم جزیره گرمایی

جزیرهٔ حرارتی شهری به افزایش دمای شهرها در برابر نواحی روسـتایی و حومه گفته می‌شـود. برخلاف تفاوت‌های منطقه ای اقلیم، شـهرهای جهان دارای یک ویژگی خاص به نام جزیره حرارتی شهر است.

جزایز گرمایی شهری از دویست سال پیش، شناخته شده بودند. لوک هاوارد در ســـال ۱۸۱۸ این پد یده و عـلل عـمدهٔ آن را شـــناســـایی کرد. امروزه تصـــاویر ماهواره‌ای نشـــان می‌دهد که افزایش دما، مناطق شهری را مانند جزیره‌ای گرم در کنار حومهٔ سرد درآورده‌ا ست. این افزایش دما در مناطق مرکزی، م سکونی و صـنعتی شـهر مشـهودتر اسـت(Kuang et al ,2017). این موضـــوع تنش‌های حرارتی را به دنبال دارد و مصـــرف انرژی ســـرمایشـــی ســـاختمان را افزایش می‌دهد. علاوه بر آن باعث تشـدید پدیده ی وارونگی هوا (اینورژن)[۵] می‌شـود و الگوهای باد را در اطراف شـــهر تغییر می‌دهد و همچنین به افزایش مرگ و میر در مناطق شـــهری می‌انجامد. امکان وقوع این پدیده در مناطق متراکم و دارای ترافیک زیاد بیشـتر اسـت. این پدیده به علت وجود اثر تجمعی، با گذشـت زمان افزایش می‌یابد. افزایش دما به علت بر هم خوردن موازنهٔ انرژی رخ می‌دهد.

عوامل موثر بر ایجاد جزایز گرمایی

افزایش دما به علت بر هم خوردن موازنهٔ انرژی رخ می‌دهد. علل مختلفی برای این پدیده ذکر شده‌است. از جمله:

– کاهش پوشـــش گیاهی و کاهش ضـــریب انعکاس ســـطوح (Price, 2015).

– گرمایش انسان زاد و کاهش نفوذپذیری سطوح(Debbage, ۲۰۱۵).

– کاهش سرعت باد بر اثر هندسه و ارتفاع ساختمان‌ها(Hove, ۲۰۱۵).

– جذب زیاد تابش مصـالح بتنی و آسـفالت خیابان‌ها(Loupa. ۲۰۱۶).

– آلودگی هوا(Vardoulakis, 2014).

عوامل فوق طبق جدول ۱ بر موازنه انرژی اثر می‌گذارند.

[۱] .Onishi
[۲] .Oberndorfer
[۳] .Pompeii and Hawkins
[۴] Hawkins
[۵] inversion

جدول ۱. تاثیر عوامل ایجاد کننده جزیرهٔ گرمایی بر موازنه انرژی

عوامل موثر بر ایجاد جزایز گرمایی	تاثیر آن بر موازنه‌ی انرژی
فقدان گیاه	کاهش تبخیر سطحی
استفاده گسترده از مصالح نفوذناپذیر در برابر اب	کاهش تبخیر سطحی
افزایش پخش گرمایی مصالح شهری	افزایش ذخیره گرمایی
کاهش ضریب انعکاس مصالح شهری	افزایش شبکه تابشی
فرم های شهری که گرما را به دام می‌اندازند	افزایش شبکه تابشی
فرم های شهری که موجب کاهش سرعت باد می‌شوند	کاهش جریان هوا
افزایش سطح آلودگی هوا	افزایش شبکه تابشی
افزایش مصرف انرژی	افزایش گرمایش انسان زاد

منبع: (Gartlan, 2010)

مجتمع مسکونی

مسکن شهری را می‌توان به طور کلی به دو الگوی تک‌خانواری و آپارتمانی تقسیم کرد. آپارتمان‌ها را می‌توان به دو گروه اصلی تقسیم نمود که در آن، ساختمان‌های متعارف یا کوتاه مرتبه تا ۸ طبقه و بیش از آن بلند مرتبه یا برج نامیده می‌شود (Chiara et al, 1995). مجتمع‌های مسکونی را نیز می‌توان شامل تعدادی بلوک ساختمانی در نظر گرفت که می‌توانند شامل گونه‌های مختلف مسکن (تک‌خانواری، آپارتمان‌های کوتاه، میان‌مرتبه و بلندمرتبه) باشد. در این مجتمع‌ها، بلوک‌های آپارتمانی در یک قطعه زمین بر اساس طرحی از پیش اندیشیده شده قرار دارند. بلوک‌ها می‌توانند در اشکال مختلفی با یکدیگر ترکیب شوند و فضای باز در ارتباطی معنادار با ساختمان‌ها قرار گیرد (Einifar et al, 2009). در این راستا، تفکر ایجاد چندین کانون یا اجتماعات الگو که هدف اصلی آن ها تامین بهداشت، سادگی، سلامت و ایمنی برای ساکنان بود، مورد توجه قرار گرفته است. (Council of Urban Planning and Architecture of Iran, 2004).

تعریف و معیارهای گونه‌شناسی فرم مسکن و مجتمع‌های مسکونی

برای پرداختن به موضوع گونه‌شناسی، تعریف گونه و معیارهای آن ضرورت دارد. طبقه‌بندی داده‌ها بر پایهٔ اصول و ویژگی‌های مشترک، گام مهمی در راستای شناخت پدیده‌ها است. به همین دلیل، طبقه‌بندی اشیا به کمک هندسه و نظم و یا به عبارت دیگر گونه‌شناسی، در نظریه‌های معماری قدمتی طولانی دارد(Pfeifer and Brauneck, 2008). برحسب نیازهای پژوهشی و پیشینهٔ شکل‌گیری الگوهای مسکن در کشورهای مختلف، گونه‌شناسی خانه از مقیاس مجموعه تا بلوک، شامل فضای داخلی واحد و کل واحد مسکونی با معیارهای مختلفی صورت گرفته است. یکی از گونه‌شناسی‌های در مقیاس طراحی شهری و مجموعه‌های غیرمرتفع، واحدهای مسکونی تک‌خانواری شامل: خانه‌های غیرمتصل، خانه‌های نیمه‌متصل، خانه‌های نواری و خانه‌های با حیاط مرکزی می‌شود. در این دسته‌بندی، نحوهٔ قرارگیری واحد مسکونی در زمین و همجواری، معیار گونه‌شناسی بوده‌است. معیارهای دیگری چون همنشینی فضای پر و خالی، دسترسی، حجم و ابعاد بنا عامل مشترک تعریف گونه‌ها می‌باشد. محقق ایتالیایی "کامبی"، خانه‌های حیاط‌دار را براساس موقعیت حیاط، به صورت خانه‌های I شکل، L شکل، U شکل، T شکل، Z شکل، چلیپایی و خطی دسته‌بندی کرده‌است(Cambi, 2012). محققان آمریکایی، "تیس"، "شروود" و "پلی زویدس"، خانه‌های حیاط‌دار لس‌آنجلس را بر حسب نحوهٔ اشغال زمین، به خانه‌های یک‌سویه، دوسویه، L شکل، U شکل و حیاط مرکزی‌دسته‌بندی کرده‌اند.

(Polyzoides&Sherwood&Tice, 2008).

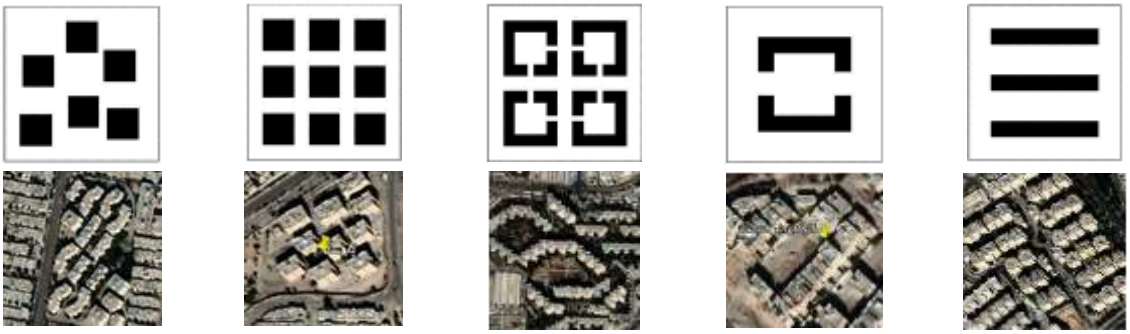
گونه‌شناسی مجتمع‌های مسکونی متشکل از بلوک‌های متفاوت، علاوه بر گونه‌شناسی مبتنی بر نوع دسترسی و روابط فضاهای داخلی، در نحوهٔ قرارگیری و همنشینی فضای باز و بسته نیز می‌باشد. گونه‌های غالب این مجتمع‌ها، چیدمان محیطی، بلوک‌های منفرد، بلوک‌های ردیفی و ترکیب مختلطی از سایر بلوک‌ها است (Biddulph, 2007). چیدمان محیطی، منطبق با اصول خانه‌های حیاط مرکزی سنتی ایران است. در این گونه، نمای اصلی بلوک‌ها رو به معبر عمومی دارد و فضای خصوصی در پشت بلوک قرار می‌گیرد. چیدمان بلوک‌ها به دور هستهٔ مرکزی، باعث شکل‌گیری فضای باز خصوصی می‌گردد که می‌تواند به صورت مشترک برای تمام بلوک‌ها باشد و یا به قطعات کوچک خصوصی تفکیک گردد. در چیدمان منفرد، بلوک‌های مسکونی به صورت مجزا در کنار یکدیگر می‌ایستند .در این گونه، امکان تهویه و نورگیری طبیعی بیشتری به نسبت سایر گونه‌ها فراهم است و فضای باز با کیفیات متفاوتی حاصل می‌گردد. گونهٔ نواری، ساده‌ترین راه‌حل چیدمان بلوک‌ها است. جهت‌گیری این بلوک‌ها تابع ملاحظات اقلیمی و یا ضوابط شهرسازی منطقه است.

گونه‌شناسی فرم مجتمع‌های مسکونی شیراز

با توجه به گرایش به ساخت مجتمع های چند واحدی و افزایش محسوس آن، می‌توان گفت جداره‌ها مهمترین نقش را در تعیین کالبد فضا به عهده دارند. کیفیت ادراکی مکان در مرحلهٔ اول، ناشی از تناسبات ارتفاع و عرض قالب تعریف کنندهٔ فضاست. ارتفاع ساختمان بر کیفیت دید و منظر و حس محصوریت و همچنین درک انسان از ابعاد و مقیاس فضا تأثیرگذار است. ارتفاع به عنوان عامل اولیهٔ گونه‌شناسی در بسیاری از تحقیقات (Schneider, 1977) مورد توجه قرار گرفته‌است. در پایان‌نامه‌ای با عنوان نقش جایگشت فضایی در طراحی محیط بر تعامل اجتماعی ساکنین، مجتمع های مسکونی شیراز(Taghpour, ۲۰۱۴) تفکیک مجتمعها به سه گروه کوتاه‌مرتبه (زیر۶ طبقه)، میان‌مرتبه (۶ تا ۱۲ طبقه) و بلندمرتبه (بالای ۱۲ طبقه) صورت گرفته‌است. لذا در اولین معیار گونه‌شناسی این پژوهش نیز، عینا تفکیک مجتمع‌ها را به همین شیوه (سه گروه کوتاه‌مرتبه، میان‌مرتبه، و بلندمرتبه) مورد کاوش قرار داده‌است، از آن جایی که بیشترین فراوانی در شهر شیراز مربوط به مجتمع‌های مسکونی میان‌مرتبه می‌باشد در این پژوهش این گونه از مجتمع ها به طور خاص مبنای بررسی قرار گرفته‌است. سپس سازماندهی مجتمع‌های موجود به عنوان عامل تأثیرگذار به عنوان معیار دوم گونه‌شناسی مد نظر واقع شده‌است.

طبقه‌بندی بر اساس سازماندهی مجتمع‌های مسکونی

علی‌رغم اطلاعاتی که از گونه‌شناسی مجتمع‌های مسکونی بر اساس ارتفاع آن‌ها حاصل می‌شود، هنوز درک کیفیت فضایی مبهم به نظر می‌رسد و معیار تفکیک دیگری برای تبیین گونه شناسی مجتمع‌ها مورد نیاز است. از این رو، نحوهٔ چیدمان بلوک‌های مسکونی در سایت و شکل هم‌نشینی فضای باز و بسته، عامل بعدی طبقه‌بندی در نظر گرفته‌شد. با توجه به پایان‌نامهٔ نقش جایگشت فضایی در طراحی محیط بر تعامل اجتماعی ساکنین مجتمع‌های مسکونی شیراز و بر اساس پلان‌های برداشت شده، مجتمع‌های مسکونی شهر به چهار گروه اصلی ۱.خطی یا نواری، ۲.مجموعه‌ای (منظم، نامنظم)، ۳.مرکزی یا محیطی(تک‌عنصری و چندعنصری) و ۴. مختلط قابل تفکیک هستند. لازم به ذکر است در این پژوهش سازماندهی مختلط به دلیل تنوع زیادی که در شیوهٔ چیدمان بلوک‌ها می‌تواند در خود جای دهد حذف گردیده‌است. گونه‌های مختلف چیدمان مجتمع‌های مسکونی را در تصویر ۱ نمایش داده شده‌است.

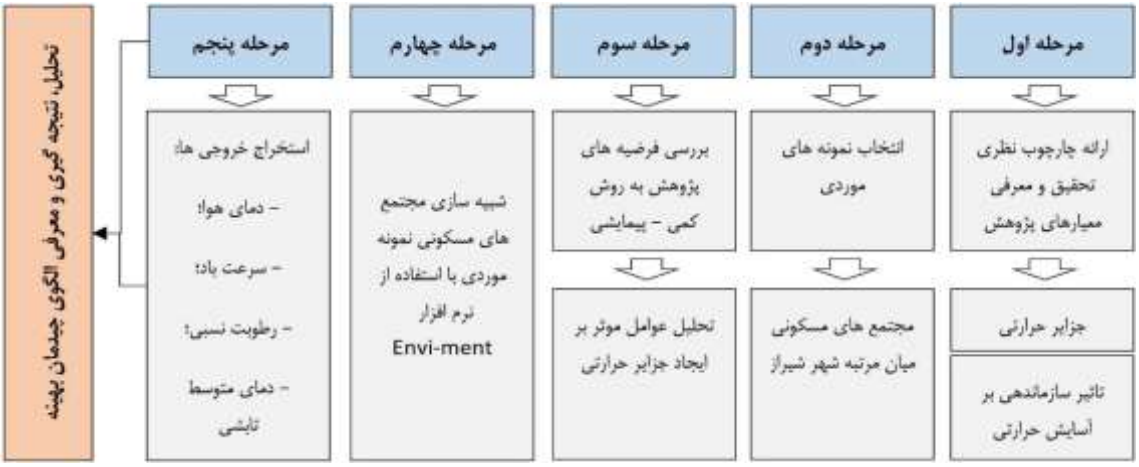


تصویر ۱. گونه‌های مختلف چیدمان مجتمع‌های مسکونی. الف. مختلط، ب. مجموعه‌ای منظم و نامنظم، ج مرکزی تک عنصری و چند عنصری، د. خطی یا نواری (منبع: نگارندگان، ۱۳۹۸)

مواد و روش تحقیق:

آنچه در این پژوهش، با فرض بر این موضوع که سازماندهی مجتمع‌های مسکونی بر میزان جزایر حرارتی نقاط مسکونی تاثیرگذار می‌باشد، سازماندهی مجتمع‌های مسکونی به عنوان متغیر مستقل و جزیره حرارتی به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شده‌است. روش تحقیق پژوهش با توجه به ماهیت موضوع، از نوع کاربردی و مبتنی بر دو بخش است. در بخش نخست برای تدوین چارچوب نظری از روش اسنادی استفاده شده‌است. به این ترتیب که با رجوع به مقاله‌ها، رساله‌ها و کتاب‌ها، به وسیلهٔ یادداشت‌برداری، اطلاعات مورد نیاز برای فهم ادبیات موضوعی و همچنین مطالعات انجام گرفته در حوزه سوال پژوهش گردآوری شده‌است و سپس با استفاده از روش‌های توصیفی و تحلیلی نسبت به تهیه و تدوین چارچوب مفهومی پوژوهش اقدام شده‌است.. در بخش بعدی پژوهش، انتخاب نمونه موردی و ساده‌سازی مدل‌ها بر اساس بیشترین فراوانی صورت گرفته‌است. با استفاده از روش پیمایشی، اطلاعات اقلیمی بر اساس داده‌های آب و هوایی پنجاه ساله (برگرفته از سایت رسمی Energyplus.com) شیراز استخراج شده و با نرم افزار weather tool مورد بررسی قرار گرفته و خروجی ساعتی گرفته شده‌است. برای این امر داده‌های ساعت ۱۲ ظهر ۱ تیرماه ۱۳۹۷ که انقلاب تابستانی می‌باشد، مورد تحلیل قرار گرفته‌است. در راستای شناسایی تاثیرات مولفه‌های تاثیرگذار بر سازماندهی مجتمع‌های مسکونی از نرم‌افزار Envi-met استفاده شده است.

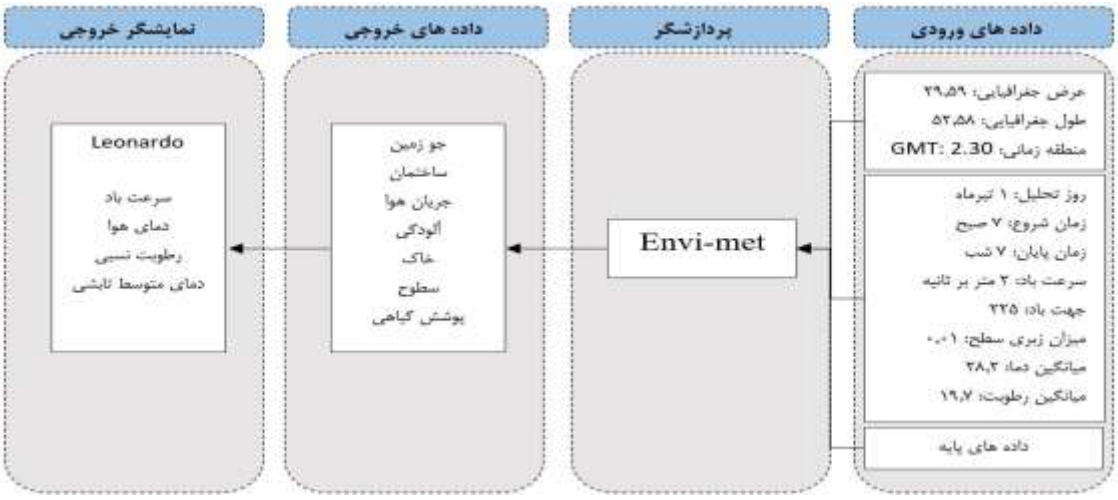
برای بررسی نتایج حاصل از این نرم‌افزار و تحلیل جزیره حرارتی و همچنین برای نمایش گرافیکی از نرم افزار Leonardo کمک گرفته شده‌است. تصویر ۲ به بررسی روند ساختار پژوهش می‌پردازد.



تصویر ۲. روند ساختار پژوهش(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۸)

بحث و ارائه یافته‌ها:

داده‌های آب و هوایی وارد شده به نرم افزار بر اساس داده‌های آب و هوایی پنجاه ساله (برگرفته از سایت رسمیEnergyplus.com) شیراز انتخاب شده و با نرم افزار weather tool مورد بررسی قرارگرفته و خروجی ساعتی گرفته شده‌است؛ که برای تاریخ یک تیرماه ۹۷ وارد نرم افزار Envi-met شده‌است. روند پردازش و اطلاعات اولیه ورودی به نرم افزار در تصویر شماره ۳ آورده شده‌است.



تصویر ۳. روند پردازش و اطلاعات ورودی به نرم‌افزار(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۸)

پس از اجرای مدل‌سازی، خروجی‌های مدل اقلیمی توسط نرم‌افزار Envi-met برای مقطع زمانی مورد نظر محاسبه و سپس برای نمایش گرافیکی، با توجه به خروجی‌ها و به کمک نرم‌افزار Leonardoقابل استخراج گردیده‌اند. در جدول شمارهٔ ۲ مواردی که در شبیه‌سازی یکسان در نظر گرفته شده‌اند نشان داده شده‌است.

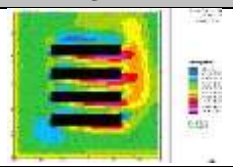
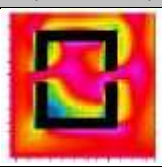
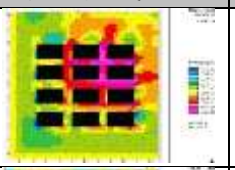
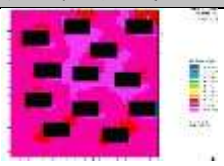
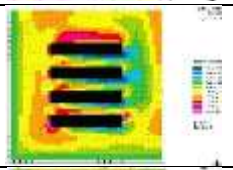
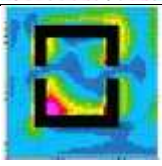
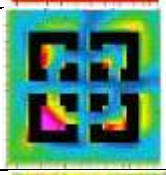
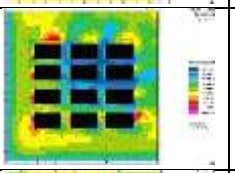
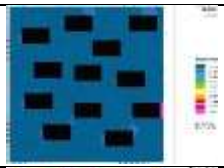
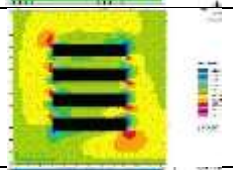
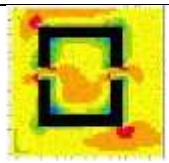
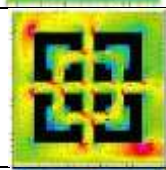
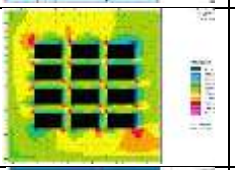
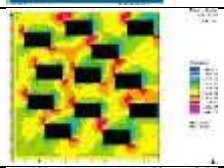
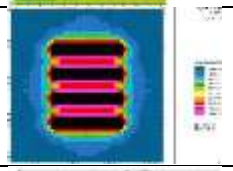
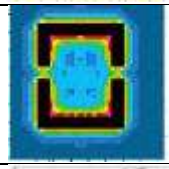
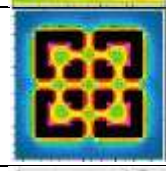
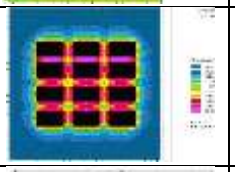
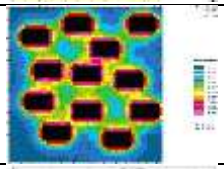
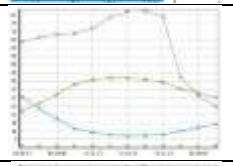
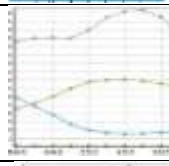
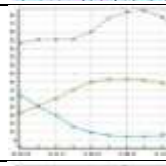
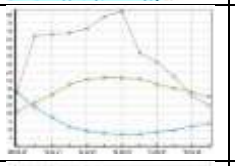
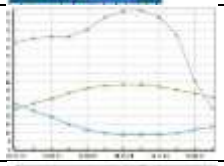
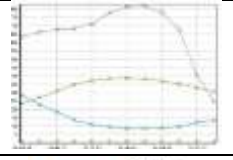
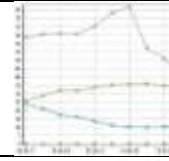
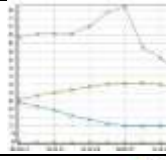
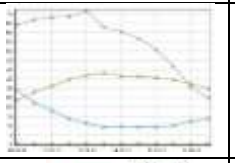
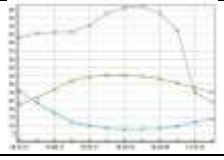
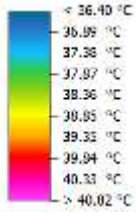
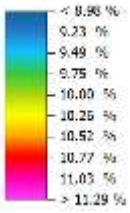
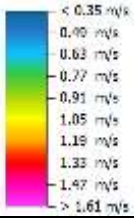
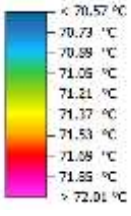
جدول ۲. مواردی که در شبیه سازی یکسان در نظر گرفته شده‌اند.

عرض بنا	ارتفاع بنا	تعداد طبقات	مساحت قطعات
۱۰ متر	۱۵ متر	۵ طبقه	۱۰۰ مترمربع

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۸)

بدین منظور چهار آیتم تاثیرگذار در ایجاد جزیره گرمایی در نرم‌افزار مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته‌است. که این عوامل عبارت‌اند از دما بر حسب درجه سانتیگراد، سرعت باد بر حسب متر بر ثانیه، رطوبت نسبی که به صورت درصد بیان شده‌است و نهایتا دمای متوسط تابشی مورد ارزیابی قرار گرفته‌است. این چهار آیتم اقلیمی در شش گونهٔ متفاوت پلان خطی، مجموعه‌ای منظم و مجموعه‌ای غیرمنظم، مرکزی تک‌عنصری و چندعنصری لحاظ شده‌است. در کنار این موارد اطلاعات مربوط به یکی از گرم‌ترین و سردترین نقاط هر سازماندهی فرم تحت قالب نمودار نشان داده شده‌است، که خروجی حاصی از این موارد در جدول شماره ۳ قابل مشاهده‌است.

جدول ۳. آنالیز داده‌های نمایشگر خروجی (ماخذ: نگارندگان، ۱۳۹۸)

	خطی	مرکزی تک عنصره	مرکزی چند عنصره	مجموعه ای منظم	مجموعه ای غیر منظم
دما					
رطوبت نسبی					
سرعت باد					
دمای متوسط تابشی					
نمودار گرمترین نقطه					
نمودار سردترین نقطه					
راهنمای نقشه‌ها					
	دما	رطوبت نسبی	باد	دمای متوسط تابشی	نمودارهای گرمترین و سردترین نقاط

منبع: یافته‌های تحقیق ۱۳۹۸

دما

بررسی‌ها نشان می‌دهد در ساعت ۱۲ ظهر که ساختمان تابش خورشید را به صورت عمود دریافت می‌کند پلان‌های نواری و مجموعه‌ای منظم به ترتیب دمای کمتری را تجربه می‌کنند که حدود ۳۷,۸۷ درجه سانتیگراد می‌باشند. علت اصلی این شرایط را می‌توان در سایه اندازی ناشی از ساختمان های مجاور دانست؛ البته این وضعیت در ظهر به دلیل موقعیت خورشید استثنا است. پلان‌های مرکزی تک‌عنصری و چندعنصری با دمایی نزدیک به ۳۸,۸۵ درجه دارای شرایط دمایی مشابه نسبت به هم هستند و وضعیف بهتری نسبت به پلان‌های نواری و مجموعه‌ای منظم دارند. این پلان‌ها فقط در گوشه‌های داخلی فرم اختلاف دما با سطح کلی را نشان می‌دهند که این عدد برابر ۴۰,۳۳ درجه می‌باشد. نامطلوب‌ترین شرایط دمایی مربوط به پلان مجموعه‌ای نامنظم می‌باشد که در تمامی نقاط مجموعه دارای دمای حداکثری و بیش از ۴۰,۸۲ درجه می‌باشد.

رطوبت نسبی

بیشترین درصد رطوبت به ترتیب مربوط به پلان‌های نواری و مجموعه‌ای منظم می‌باشد که حدود ۱۰٪ است. پلان‌های مرکزی تک‌عنصری و چندعنصری دارای رطوبت نسبی مشابه نسبت به هم و نزدیک به ۹٪ هستند و وضعیف ضعیفت‌تری نسبت به پلان‌های نواری و مجموعه‌ای منظم دارند. این پلان‌ها فقط در گوشه‌های داخلی فرم اختلاف رطوبت معناداری را با سطح کلی را تجربه می‌کنند که برابر با ۱۱,۲۹٪ می‌باشد. حداقل رطوبت نسبی در پلان مجموعه‌ای نامنظم قابل مشاهده می‌باشد که کمتر از ۸,۹۸٪ گزارش شده‌است.

سرعت باد

با توجه به خروجی‌ها به نظر می‌رسد فرم‌ها تاثیر زیادی در سرعت باد ندارند و بیشترین میزان سرعت باد در گوشهٔ بیرونی فرم‌ها دیده می‌شود که بیشتر از ۱,۶۱ متر بر ثانیه گزارش شده‌است. اما پلان‌های نواری و مجموعه‌ای منظم نسبتا سرعت باد کمتری و نزدیک به ۰,۷۷ متر بر ثانیه را تجربه می‌کنند.

دمای متوسط تابشی

نتایج اصلی‌ترین عامل اثرگذار بر هندسه شهری در ایجاد شرایط آسایش حرارتی مناسب را دمای متوسط تابشی بیان می‌کنند. بیشترین دمای متوسط تابشی مربوط به پلان خطی با ۷۲,۰۱ درجه سانتی گراد می‌باشد و پلان مجموعه‌ای منظم با ۷۱,۸۵ درجه سانتی گراد در رتبهٔ بعدی قرار دارد. پلان‌های مجموعه‌ای نامنظم و مرکزی چندعنصری با ۷۱,۳۵ درجه سانتیگراد رفتاری شبیه به هم دارند و کمترین میزان دمای تابشی مربوط به پلان مرکزی تک‌عنصره با ۷۰,۷۳ درجه سانتیگراد می‌باشد.

پس از بررسی یافته‌ها به طور کلی می‌توان گفت، فرم شهر در دو مقیاس مختلف، ماکرو و میکرو قابل تعریف است. فرم شهری مقیاس کلان (ماکرو) به شکل کلی و نوع شهر مرتبط می‌شود. در مقابل شکل میکرو شهری مربوط به ویژگی هایی از شهر در مقیاس محله یا منطقه، مانند تراکم ساختمانی و ارتفاع، الگوی خیابان، نفوذپذیری، توزیع استفاده از زمین، نوع سازماندهی بلوک‌ها و ویژگی‌های طراحی شهری می‌باشد. با توجه به این که هدف این نوشتار بررسی مطالعات انجام شده در راستای پدیده جزیره گرمایی می‌باشد، اثر سازماندهی‌های مختلف در مقیاس مجتمع‌های مسکونی بررسی شده‌است. اثرات بالقوهٔ اندازه و ساختار پیکربندی‌های شهری (در مقیاس محله) در شکل‌گیری جزیرهٔ گرمایی و آسایش حرارتی واضح و مبرهن است. تاکنون الگویی جهانی و فراگیر برای فرم ساختمان‌ها توصیه نگردیده‌است. بیشتر الگوهای فرضی بستگی به اقلیمی خاص دارد. با توجه به یافته‌های پژوهش فرم مرکزی تک‌عنصره رفتار مطلوب‌تری را در برخورد با پدیده ی جزیرهٔ گرمایی و ارتقای آسایش حرارتی در شیراز نشان داده‌است. می‌توان گفت پلان مرکزی تک‌عنصره منطبق با اصول خانه‌های حیاط مرکزی سنتی ایران است. در واقع سازماندهی مرکزی، شکلی درون‌گراست که متوجه داخل و فضای مرکزی می‌باشد. نمای اصلی بلوک‌ها روبه معبر عمومی دارد و فضای خصوصی در پشت بلوک قرار می‌گیرد و فضای بزرگ و یک‌دست را در مرکز در اختیار همهٔ ساکنان قرار می‌دهد. از عواملی که می‌توان در موفق عمل کردن فرم مرکزی تک‌عنصره نام برد عملکرد این فرم در برابر درهٔ شهری می‌باشد. دره‌های شهری به معنای خیابانی است که از دو طرف به صورت خطی با ساختمان هایی احاطه شده‌است. ابعاد دره‌های شهری با یک سری عناصر تعریف می‌گردد که شامل نسبت ارتفاع ساختمان به پهنای خیابان می‌باشد. دره‌ای یکنواخت نامیده می‌شود که نسبت جنبه‌ها تقریبا برابر یک باشد(بدون هرگونه باز شوندگی در دیوارها). درهٔ کم عمق به این معناست که این نسبت زیر ۰,۵ باشد و نسبت برابر ۲ درهٔ شهری عمیق را توصیف می‌کند. علاوه بر عمق طول دره فاصلهٔ طول راه میان دو تقاطع اصلی را تعریف می‌کند. در صورتی که نسبت طول دره به ارتفاع برابر با ۳ یا ۵ باشد درهٔ شهری متوسط است و اگر این نسبت برابر با ۷ باشد درهٔ شهری طولانی است. اگر جناحین دارای ارتفاع یکسان باشند، درهٔ شهر را متقارن می‌نامند. دره‌های نامتقارن با ساختمان‌های بلند که در جهت باد قرار دارند step up و اگر در خلاف جهت باد باشند step down نامیده می‌شوند. سمتی که خلاف جهت باد در دره های شهری قرار دارد را پشت به باد leeward و سمتی که در جهت باد است، بادگیر windward

نامیده می‌شود(Peymanrad, 2014). برای رسیدن به یک دسته‌بندی مناسب در ایجاد دره حرارتی می توان عوامل مختلفی را دخیل دانست:

۱- ارتفاع بلوک‌ها(در این پژوهش ارتفاع تمام بلوک‌ها یکسان در نظر گرفته شد).

۲-پهنای معابر

۳- طول معابر

نتایج نمایانگر این واقعیت بود که شرایط فیزیکی و هندسی تأثیر بسیار زیادی بر افزایش جزیره حرارتی شهر بر جای می‌گذارد، به طوری که هر قدر عرض معابر کمتر باشد مقدار حداکثر شدت جزیره حرارتی بیش تر و هر قدرتر این شرایط عکس باشد مقدار شدت[1] UHI کمتر خواهد بود. با کاهش اندازه عرض معابر، الگوی جریان هوا تغییریافته و ندرت می‌توانند آزادانه در معابر گردش داشته و حرارت را به خارج از محیط هدایت و دمای آن جا را تعدیل نمایند. معابر کم عرض، در طول روز، گرما را جذب کرده و تا ساعت‌ها پس از غروب آفتاب آن را در محیط شهری نگه می‌دارد. این معابر کم عرض همانند دره‌ای عمیق و باریک منجر به کاهش طول بلند تابش از محیط عرض باریک خیابان شده و گرما را در سطح معابر نگه می‌دارد، که این عمل موجب بالا رفتن UHI_{max} می‌شوند. با توجه به موارد ذکر شده، سازماندهی مرکزی تک‌عنصره دارای اثرات مطلوب‌تری در کاهش دره حرارتی و به تبع آن کاهش جزیره حرارتی دارد.

نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها:

یکی از روش‌هایی که امروزه برای مطالعهٔ جزیرهٔ گرمایی به کار می رود، مدل‌سازی است .در این پژوهش با استفاده از یک مدل خرد مقیاس به نام Envi-met اثرات فرم مجتمع‌های بر الگوی دمایی جزیرهٔ گرمایی شهر شیراز در میان مجتمع‌های مسکونی میان‌مرتبه شبیه‌سازی شده است. هدف این پژوهش سنجش تاثیر فرم بنا بر آسایش حرارتی در فضای مجتمع‌های مسکونی می باشد، فرم‌های مختلف باعث تفاوت در تابش مستقیم خورشید بر جداره ها می‌شود و این عامل آسایش حرارتی متفاوتی را برای افراد رقم می‌زند. توجه به این عامل باعث بهبود در تصمیم‌گیری برنامه‌ریزی‌های منطقه‌ای پایدار، برای شهرسازان و معماران می‌شود. یافته‌ها نشان می‌دهد که صرفا فرم قرارگیری توده‌ها بدون تغییر در ماهیت، ابعاد کلی آن، مصالح یا نوع پوشش گیاهی تا چه میزان می‌تواند شرایط آسایش در فضای باز را ارتقا دهد و به کاهش تبادلات گرمایی بینجامد و به تبع آن، کاهش اتلاف انرژی را به دنبال داشته باشد. اما لازم به ذکر است که آسایش حرارتی و کاهش جزیره گرمایی به میزان زیادی به جزئیات منطقه، به ویژه توده‌های گیاهی وابسته است و با توجه به این که در پژوهش حاضر از اعمال این جزئیات چشم پوشی شده‌است می‌توان اختلاف مورد نظر را نیز نادیده انگاشت. در این پژوهش پلان‌های خطی و مجموعه‌ای منظم در ۳ معیار دمای معمولی، رطوبت نسبی و سرعت باد مطلوب‌تر عمل کرده‌اند. پلان‌های مرکزی‌تک‌عنصری و مرکزی‌چندعنصری دارای رفتار مشابه و در رده بعد قرار گرفتند و نامطلوب‌ترین وضعیت متعلق به فرم مجموعه‌ای نامنظم می‌باشد. این در حالیست که بهترین وضعیت در دمای متوسط تابشی متعلق به پلان مرکزی تک‌عنصره است که در اکثر مواقع دمای متوسط تابشی معیار تصمیم گیری قرار می‌گیرد. همچنین یادآوری این نکته ضروری می‌باشد که دست یابی به نتایج دقیق‌تر و بهتر در رابطه با الگوی جزایر گرمایی، نیازمند بررسی الگوهای دمایی در دوره زمانی بیشتری می‌باشد. پیشنهاد می‌شود در مجتمع‌های مسکونی ساختمان های بلند و کوتاه به صورت یکپارچه در جانمایی شوند، ساختمان های میان‌مرتبه در جنوب می‌توانند اجازه دهند که ورود تابش در زمستان وجود داشته باشد. قرارگیری ساختمان‌های بلند در جبهه‌های جنوب غرب و شمال غرب برای ممانعت ورود تابش در بعدازظهرهای تابستان پیشنهاد می‌گردد. از عوامل موثر دیگر توجه به تأثیر جهت‌گیری در مناطق مسکونی برای جلوگیری از تابش می‌باشد، گرچه نباید از مسیر ورود باد غالب که سبب حرکت باد در مجموعه مسکونی می‌شود و آسایش حرارتی را در پی خواهد داشت غافل شد. مطلوب است تعادلی میان انعکاس و جذب تابش خورشیدی به وجود آورد تا آسایش حرارتی را در طی روز ایجاد کنند و جزیره حرارتی را در طی شب تسکین دهد. وجود درخت در جای مناسب، در نظر گرفتن یک سایبان افقی جهت مقابله با تابش مستقیم و یا حتی یک فضای بدون مانع در بین ساختمان‌ها برای هدایت باد می‌توانند آسایش حرارتی را برای افراد در پی داشته باشد. وجود یک سایبان بزرگ از درختان در غرب یا شمال غرب هر ساختمان و محور پیاده کمک می‌کند تا از تأثیر منفی تابش خورشید با دمای بالا در بعد از ظهرهای گرم تابستان کاسته شود. افزایش ساخت و ساز، تراکم و ارتفاعات ساختمانی در مجتمع‌های مسکونی، باعث تغییر در هندسه و فرم مجتمع‌ها شده و در پی آن تغییر شرایط آب و هوایی خرداقلیم شهری را در پی خواهد داشت. با توجه به این که جزیره گرمایی به میزان زیادی به جزئیات ساختمان (نوع مصالح و ...) و به ویژه توده‌های گیاهی و درختان وابسته است و با توجه به اینکه در این پژوهش از اعمال این جزئیات چشم‌پوشی شده است می‌توان این فاکتورها

[1]. Urban Heat Island

را به عنوان متغییرهای مداخله‌گر در پژوهش‌های آتی مورد بحث قرار داد.

ملاحظات اخلاقی:

پیروی از اصول اخلاق پژوهش: در مطالعه حاضر فرم‌های رضایت نامه آگاهانه توسط تمامی آزمودنی‌ها تکمیل شد.

حامی مالی: هزینه‌های مطالعه حاضر توسط نویسندگان مقاله تامین شد.

تعارض منافع: بنابر اظهار نویسندگان مقاله حاضر فاقد هرگونه تعارض منافع بوده است.

References:

۱. Ahmadi Vanahri, Armaghan, Ghafari, Ali, Tahbaz, Mansour .(2016). Transformation of the city body and its thermal reflection: a case study: Isfahan, Letter of architecture and Urban Planning Journal – October 2016, Volume 9, Number 17, 155-171.

۲. Alijani, Bohloul, Tulabinejad, Maitham, Sayadi, Fariba. (2016). Calculation of heat island intensity based on urban geometry studie, Kuche Bagh neighborhood of Tabriz city. Journal of Spatial Analysis of Environmental Hazards, Year 4, Number 3, Autumn 2016, 99-112.

۳. Allegrini, Jonas, Carmeliet, Jan. (2018.) Simulations of local heat islands in Zürich with coupled CFD and building energy models. Urban Climate jurnal, Volume 24, 340-359.

٤. Akbari, H., Rose L. S. (2008). Urban surfaces and heat island mitigation potentials. Journal of the Human-Environmental System, number 11, 85-101.

٥. Amiri, Reza, Alimohammadi, Abbas, Alavi Panah, Seyed Kazem. (2016). Study of spatial-temporal variability of heat in connection with land cover use in the urban area of Tabriz using Landsat ETM+ and thermal and reflective TM data, Environment. year 33, number 43, autumn 2016, 107-120.

٦. Arbabi A., Yousefi A. (2010). a Survey on climatological elements (temperature, precipitation and relative humidity) impact on climatological changes in big city of Tehran and formation of heat islands in the last two decades. The 1st International Applied Geological Congress, Department of Geology, April 2010, Islamic Azad University - Mashhad Branch, Iran, 26-28.

۷. Atkinson, B W. (2003). Numerical modelling of urban heat-island intensity. Journal of Boundary Layer Meteorology, 109(3), 285-310.

۸. Azizi, Qasem. (2004). Climate Change. Qomos Publications, Tehran.

۹. Azizi, Qasem, Shamsipour, Ali Akbar, Mahdian Mahfrozi, Mojtabi, Miri, Morteza. (2012).Influence of intensity of urban heat island of Tehran on synoptic patterns. Environmental Science, year 39, number 4, 55-66.

۱۰. Biddulph, Mike. (2007). Introduction to Residential Layout, Amsterdam. Architectural Press.

۱۱. Bottyan, Z., Unger, J. (2003). A multiple linear statistical model for estimating the mean maximum urban heat island, Theor. Appl, Climatol, 75, 233–243.

۱۲. Cambi, Enrico, Mahotipour, Hossein. (2012). Typology of residential buildings with courtyards. Amin Dej, Tehran.

۱۳. Chen, W., Zhang, Y., Gao, W., Zhou, D. (2016). The Investigation of Urbanization and Urban Heat Island in Beijing Based on Remote Sensing. Journal of Social and Behavioral Sciences, 216, 141 – 150.

۱٤. Chiara, J, D, & Crosbie, M, J. (1999). Time-saver Standards for building Type. New York: McGraw-Hill pub.

۱٥. Debbage, N, Shepherd, J.M. (2015). The urban heat island effect and city contiguity. Computers, Environment and Urban System, Volume 54.

۱٦. Duana, Shuangping, Luob, Zhiwen , Yangc, Xinyan, Li,Yuguo. (2019). The impact of building operations on urban heat/cool islands under urban densification: A comparison between naturally-ventilated and airconditioned buildings. Applied Energy, Volume 235, 129-138.

۱۷. Farhadi, Hamed, Faizi, Mohsen, Sanaieian, Hanyieh. (2019). Mitigating the urban heat island in a residential area in Tehran: Investigating the role of vegetation, materials, and orientation of buildings. Sustainable Cities and Society jurnal, Volume 46, 101448.

۱۸. Einifar, Alireza, Ghazizadeh, Seyedeh Neda. (2009). Typology of residential complexes in Tehran with open space criteria. Armanshahr jurnal, Number 5.

۱۹. Gartland, L. (2010). Heat Island: understanding and mitigating Heat in Urban Areas. Routledge.

۲۰. Hove, L. W. et al. (2015). Temporal and spatial variability of urban heat island and thermal comfort within the Rotterdam agglomeration. Building and environment jurnal. Volume 83.

۲۱. Ghazanfari Moghadam, Mohammad Sadeq, Alizadeh, Amin, Naseri Moghadam, Mahyar, Farid Hosseini, Alireza. (2009). Investigation of the effect of urban heat island on the process of changes in Mashhad's atmospheric rainfall. Water and Soil Journal, June and July 2009, Volume 24, Number 2, 366-359.

۲۲. Karlessi T., Santamouris M., Synnefa A., Assimakopoulos D., Didaskalopoulos P., Apostolakis K. (2010). Development and testing of PCM doped cool colored coatings to mitigate urban

heat island and cool buildings. Building and Environmentjurnal, 1-10.
۲۳. Karmi Rad, Sina, Aliabadi, Mohammad, Habibi, Amin. (2017). Measuring the effect of urban geometry on external thermal comfort conditions at the micro-climatic scale; case study: open space of Goldasht residential complex, Shiraz. Regional Planning Quarterly jurnal, May 2017, Volume 8, Number 29, 161-172.
۲۴. Khalidi, Shahryar. (1995). applied hydrology and meteorology, Qoms publication.
۲۵. Khan, A., Chatterjee, S. (2017). Numerical simulation of urban heat island intensity under urban–suburban surface and reference site in Kolkata, India. Journal of Modeling Earth Systems and Environment, 2-71.
۲۶. Kuang, W., Yang, T., Liu, A., Zhang, C., Lu, D., Chi, W. (2017). An Eco City model for regulating urban land cover structure and thermal environment: taking Beijing as an example. Sci. China Earth Sci, 60 (6), 1098–1109.
۲۷. Li, H., Zhou, Y., Li, X., Meng, L., Wang, X., Wu, S., Sodoudi, S. (2018). A new method to quantify surface urban heat island intensity. Science of the Total Environment, 624, 262–272.
۲۸. Loupa, G. et al. (2016). Energy flux parametrization as an opportunity to get Urban Heat Island insights: the case of Athens, Greece (Thermopolis 2009 Campaign). Science of the Total Environment, Volume 542.
۲۹. Lowe, s. A. (2016). An energy and mortality impact assessment of the urban heat island in the US. Environmental impact Assessment Review, volume 56.
۳۰. Mahdeloei S., Hamidi Farahani F., Shakori M.J., (2012): "The role of roof gardens in saving energy and reducing the heat island phenomenon", Annals of Biological Research, 3 (4):1704-1707.
۳۱. Malakooti, H. (2010). Meteorology and air-quality in a mega-city: application to Tehran, Iran, PhD Dissertation of École des Ponts ParisTech. Universite Paris Est.
۳۲. Mi, Z., Guan, D., Liu, Z., Liu, J., Viguié, V., Fromer, N., Wang, Y, (2018): "Cities: the core of climate change mitigation", Journal of Cleaner Production 207, 582-589.
۳۳. Moradzadeh, Mohammad. (2008). Physical simulation of the heat island and temperature pattern of Tehran. Master's thesis in Meteorology, Institute of Geophysics, University of Tehran.
۳۴. Motamedi, Mina. (2003). A study of the reaction effect of local (mountainous) circulations and the heat island phenomenon in Tehran. Master's Thesis in Meteorology, Institute of Geophysics, University of Tehran.
۳۵. Mousavi Baygi, Mohammad, Ashraf, Samaneh, Faridhosseini, Alireza, Mianabadi, Amina. (2012). Investigation of Mashhad heat island using satellite images and fractal theory. Geography and Environmental Hazards jurnal, Volume 1, Number 1, 35-49.
۳۶. Mousavi-Baygi, Ashraf M., Miyanabady A. (2010). The Investigation of Tehran's Heat Island by using the Surface Ozone and Temperature Data. International Journal of Applied Environmental Sciences, Volume 5, Number 2, 189–200.
۳۷. Oberndorfer E., Lundholm J., Bass B., Coffman R.R., Doshi H., Dunnett N., Gaffin S., Kohler M., Liu K.K.Y., Rowe B. (2007). Green Roofs as Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions, and Services. BioScience, 57(10): 823-833.
۳۸. Oke, T. R. (1973). City size and the urban heat island. Atmos, Environ, volume 7, 769–779.
۳۹. Onishi, A., Cao X., Ito T., Shi F., Imura H. (2010), Evaluating the potential for urban heat-island mitigation by greening parking lots. Urban Forestry & Urban Greening, pp. 1-10.
۴۰. Peymanrad, Amirhossei. (2014). Examining the form of urban blocks with the approach of external thermal comfort in Tehran. master's thesis, supervisor: Nazanin Nasrallahi, Ilam University
۴۱. Pfeifer, Günter. & Brauneck, Per. (2008). Courtyard Houses: A Housing Typology. Berlin, Springer.
۴۲. Polyzoides, Stefanos. & Sherwood, Roger & Tice, James, (1992). Courtyard Housing in Los Angeles: A Typological Analysis. Princeton, Architectural Press.
۴۳. Pompeii W.C., Hawkins T.W. (2011). Assessing the Impact of Green Roofs on Urban Heat Island Mitigation: A Hardware Scale Modeling Approach. the Geographical Bulletin, volume 52, 52-61.
۴۴. Ramezani, Bahman, Dokht Mohammad, Seyyed Maryam. (2009). Knowledge of the spatial extent of heat island formation in Rasht city. Urban Research and Planning Magazine, year 1, number 1, 49-64.
۴۵. Rangzan, Kazem Firozi, Mohammad Ali, Taghizadeh, Ayoub, Mahdizadeh, Ramin. (2012). Investigation and analysis of the role of land use in the formation of thermal islands using S.R.GIS: case example: Ahvaz city. first National seminar on application of GIS for economic, social and urban planning of the month, may 2011, Tehran.
۴۶. Ranjbar Saadat Abadi, Abbas; Azadi, Majid; Ali Akbari Bidokhti, Abbas Ali; Sadeghi Hosseini, Seyed Alireza. (2005). study of Tehran's thermal island and its numerical simulation. Journal of Earth and Space Physics, Volume 31, Number 1, 63-78.
۴۷. Rosenfeld A.H., Akbari H., Romm J.J., Pomerantz M. (1998). Cool communities: strategies for heat island".
۴۸. Price, A, Jones, E.C, Jefferson, F. (2015). Vertical Greenery Systems as a Strategy in Urban Heat Island Mitigation. Water, Air, & Soil Pollution, voiume 226, number 8.
۴۹. Savio, P., and Team. (2006). Mitigating New York City's Heat Island with Urban Forestry, Living Roofs, and Light Surfaces, New York City Regional

Heat Island Initiative Final Report. New York State Energy.
۵۰. Schneider, Friederike. (1997). Floor Plan Atlas, Housing, Basel. Boston, Birkhäuser.
۵۱. Secretariat of the Supreme Council of Urban Planning and Architecture of Iran. (2004). Urban Planning and Architecture Regulations and Civil Development Plans, Development of Iran, Tehran.
۵۲. Shahmohamadi P., Cubasch U., Sodoudi S., Che-Ani A.I. (2012). Mitigating Urban Heat Island Effects in Tehran Metropolitan Area. Chapter 11 of the book: Air Pollution – A Comprehensive Perspective.
۵۳. Shamsipour, Ali Akbar, Mahdian Mahfrozi, Mojtabi, Akhwan, Haniyeh, Hosseinpour, Zainab. (2012). Studying the daily behavior of the heat island of Tehran city, Environmental Journal, year 38, number 4, 45-56.
۵۴. Shamsipour, Ali Akbar, Mahdian Mahfrozi, Mojtabi, Hosseinpour, Zainab. (2013) .Analysis of spatial changes of the thermal island core of Tehran city. Geographical Research jurnal, year 44, number 3, page 81, 14.
۵۵. Shirvani Moghadam, Sosan, Saidi Mofard, Sanaz. (2017). Measuring the effect of population spatial distribution on urban climate change with an emphasis on heat islands, case study: Mashhad metropolis. Sustainable Architecture and City, year 6, number 1.
۵۶. Shokri Kouchach, Saeed, Behnia, Abdol Karim. (2013). The effect of the heat island phenomenon on the local climate change in the city of Ahvaz, Irrigation Science and Engineering, Scientific Journal of Agriculture, Volume 34, Number 1, 35-43.
۵۷. Small, C., & Miller, R. B. (1999). Monitoring the Urban Environment from Space. Lamont Doherty Earth observatory. NY, USA: Columbia University Palisades.
۵۸. Smith, C., Levermore, G. (2008). Designing urban spaces and buildings to improve sustainability and quality of life in a warmer world, Energy Policy. volume 36, 4558–4562.
۵۹. Solecki W.D., Rosenzweig C., Pope G., Parshall L, Wiencke M. (2008). The Current and Future Urban Heat Island Effect and Potential Mitigation Strategies in the Greater Newark. New Jersey Region, United States Department of Energy (DOE).
۶۰. Sundborg, A. (1950). The local climatological studies of the temperature conditions in an urban areaTellus. volume 2, 222-232
۶۱. Suomi, J., Käyhkö J. (2010) The impact of environmental factors on urban temperature variability in the coastal city of Turku. SW Finland, International Journal of Climatology, DOI: 10.1002/joc.2277.
۶۲. Parsaee, Mojtaba, Mastani Joybari, Mahmood, A. Mirzaei, Parham, Haghighat, Fariborz. (2019). Urban heat island, urban climate maps and urban development policies and action plans.Environmental Technology & Innovation jurnal, Volume 14, 100341
۶۳. Swain, S., Therivel, R. (2014). Environmental impacts of civil emergency plans and their exemption from SEA. Journal of Environmental Assessment Policy and Management, 16(3), 1-16.
۶۴. Synnefa, A., Karlessi T., Gaitani N., Santamouris M., Assimakopoulos D.N., Papakatsikas C. (2011). Experimental testing of cool colored thin layer asphalt and estimation of its potential to improve the urban microclimate. Building and Environment, volume 46: 38-44.
۶۵. Taghipour, Malihe. (2013). The role of spatial permutation in the design of the environment on the social interaction of residents, residential complexes of Shiraz. PhD dissertation in architecture, supervisor: Hossein Sultanzadeh, Islamic Azad University of Tehran, Center.
۶۶. Vardoulakis, E. Karamanis, D. Mihalakakou, G. (2014). Heat island phenomenon and cool roofs mitigation strategies in a small city of the elevated tempertures. Advance in Buiding Energy Research, Volume 8, number 1.
۶۷. Yue, Wenze, Liu, Xue, Zhou, Yuyu, Liu, Yong. (2019), Impacts of urban configuration on urban heat island: An empirical study in China mega-cities. Science of The Total Environment, Volume 671, 1036-1046.
۶۸. Yamamato, Y. (2006). Measures to Mitigate Urban Heat Islands. Quarterly Review, voiume 18.