Journal of Geography
Vol.19, No.71, Winter 2022

http://dor.net/dor/20.1001.1.27833739.1400.19.71.9.6

The Relationship between Air Temperature, Mean Radiant Temperature and Albedo in the Reduction of Urban Thermal Islands

Mahsa Hajifathali[1*], Mohsen Faizi[2], Atefeh Dehghan[3]

1- Assistant Professor of Architecture, Tehran west, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2- Professor of Architecture, Iran University of Science & Technology, Tehtan, Iran.
3- Assistant Professor of Architecture, Tehran west, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Received: 31 August 2021 **Accepted: 2 February 2022**

Extended Abstract

Introduction

Urban population, urbanization growth, Reduce green spaces, High fossil fuel consumption, greenhouse gas emissions, and Use of inappropriate materials They have created a heat island over the cities That cause the city's air several degrees Celsius warmer surroundings. Nowadays, science has proven that there has been a lot of climate change throughout the life of the planet Earth, and many indicators show that human intervention in nature is accelerating natural processes. Humans have been known to be involved in the occurrence of many natural disasters including global warming, sea-level rise, forest destruction, ozone depletion, acid rain, and biodiversity decline. Population growth, urbanization, green space decrease, fossil fuels overuse, greenhouse gas emission, and the use of inappropriate building materials have caused the emergence of thermal island microclimates over cities which make cities warmer than their vicinities (villages) by several centigrade degrees.

Methodology

This phenomenon is influenced by several factors such as city location, city size and population, urban density, urban geometry, thermal properties of urban surfaces, waterproof surfaces, human-caused heat and air pollution. Some of these factors require long-term urban planning, but others such as using appropriate building materials can be considered as an early yielding decrease strategy to mitigate the destructive effects of heat islands. Therefore, this paper, after identifying the factors affecting the creation of heat islands and introducing the decrease strategies, tries to examine parameters such as mean radiant temperature and air temperature in three high albedo (0.8), medium albedo (0.5) and low albedo (0.3). In this regard, by choosing Poonak street in Qazvin, which has a variety of building materials, and by studying through Envi_met simulation software.

Results and Discussion

Materials used in urban environments absorb and accumulate solar and infrared rays and transmit them to the atmosphere, so materials play an important role in reducing the reception, storage of heat, and its transfer to the urban environment.

The findings show that, it was concluded that changes in the amount of ambient radiant and temperature power can have a significant effect on the mean radiant temperature and

* . Corresponding Author (Email: m.hajifathali@yahoo.com)

Copyright © 2022 Journal of Geography. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution- noncommercial 4.0 International License which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages provided the original work is properly cited.

consequently on outdoor thermal comfort. The results show that although cool materials with high albedo are suitable for roadbeds and roofs, but high albedo materials in the façade, due to their high reflectivity, bring lower thermal comfort and warmer environments in cities. In cities with heat islands, cool materials can warm the environment, but in cities with no heat islands, use of high albedo materials reduces indoor energy consumption in summer.

Conclusion

The results indicate that in order to reduce the mean radiant temperature (the most important factor of thermal comfort), direct and indirect radiant flux values must be controlled. Therefore, with the decrease in the amount of albedo in the facade materials, the radiant flux of the environment decreases leading to a simultaneous decrease in air temperature and the mean radiant temperature (Tmrt). Materials with albedo have the highest reflectivity, as a result of which the materials remain cold and heat is not transferred to the interior; however high albedo is not suitable for facade materials in cities that have a heat island, because it causes an increase in ambient temperature. The solution is to use materials with low albedo; thus, the ambient temperature does not increase and because the heat from the materials to the interior is not transferred. Use suitable thermal insulation in the wall so that the heat absorbed by the materials is not transferred to the interior**.**

Keywords: Urban Heat Islands, air temperature, The mean radiant temperature, albedo, building facade

فصلنامه جغرافیا، دورهٔ ۱۹، شمارهٔ ۷۱، زمستان ۱۴۰۰
صص. ۱۹۰-۱۷۳

http://dor.net/dor/20.1001.1.27833739.1400.19.71.9.6

رابطه گرمای هوا، میانگین گرمای تابشی و آلبدو در کاهش جزایر حرارتی شهرها *

مهسا حاجی فتحعلی [۱]- استادیارمعماری، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
محسن فیضی – استاد معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران.
عاطفه دهقان– استادیارمعماری، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۰۹ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۲۷**

چکیده

افزایش جمعیت وگسترش شهرنشینی، کاهش فضاهای سبز، مصرف زیاد سوخت‌های فسیلی، انتشار گازهای گلخانه ای و استفاده از مصالح نامناسب پدید آورندهٔ میکروکلیمای جزیرهٔ حرارتی بر فراز شهرها شده؛ که چندین درجهٔ سانتی‌گراد هوای شهر را از پیرامون خود (روستاها) گرم‌تر نموده. لذا این مقاله بعد از شناخت عوامل مؤثر بر ایجاد جزایر حرارتی (همچون موقعیت شهر؛ اندازه شهر و جمعیت؛ تراکم محیط ساخته شده؛ هندسهٔ شهری؛ ویژگی حرارتی سطوح شهری؛ سطوح ضد آب؛ گرمای انسان ساخت و آلودگی هوا) و معرفی استراتژی‌های کاهشی(همچون استراتژی های سبز شهری، سطوح سرد شهری، طراحی شهری، کاهش گرمای انسان ساز)، به بررسی پارامترهایی همچون میانگین دمای تابشی و دمای هوا در سه آلبدوی بالا(۰,۸)، آلبدوی متوسط(۰,۵) و آلبدوی پایین(۰,۳) می‌پردازد. در این راستا، با انتخاب خیابان پونک در شهر قزوین که دارای تنوع در مصالح می باشد، با بررسی از طریق شبیه سازی با نرم افزار Envi met به این نتیجه رسیدیم که تغییرات در میزان توان تابشی و دمایی محیط می‌تواند تأثیر بسزایی در میزان میانگین دمای تابشی محیط و به تبع آن بر آسایش حرارتی فضای باز محیط بگذارد، نتایج حاکی از آن است که با وجود مناسب بودن مصالح سرد با آلبدوی بالا برای کف خیابان‌ها و بام‌ها، اما مصالح دارای آلبدوی بالا در نما بخاطر انعکاس زیادی که به محیط دارند، آسایش حرارتی را پایینتر می‌آورند و محیط را گرمتر می‌کند و در شهرهایی که دارای جزیرهٔ حرارتی هستند مصالح روشن باعث گرم شدن محیط می شوند اما در شهرهایی که هنوز مشکل تشکیل جزایر حرارتی وجود ندارد، استفاده از مصالح روشن با آلبدوی بالا سبب کاهش مصرف انرژی در داخل ساختمان می گردد و سبب می‌گردد، سرمایش ساختمانها در تابستان کمتر شده و بالتبع مصرف انرژی کاهش یابد.

واژگان کلیدی: تاب‌آوری، رشد فیزیکی شهر، تاب‌آوری زیست‌محیطی، شهر بابل.

---

* . این مقاله برگرفته از رساله خانم حاجی فتحعلی به راهنمایی نویسنده دوم و مشاوره نویسنده سوم در دانشگاه آزاد اسلامی می‌باشد.

۱. نویسنده مسئول E: m.hajifathali@yahoo.com

مقدمه

گسترش صنایع و رشد صعودی بخش‌های مختلف اقتصادی در کشورهای پیشرفته، بدون توجه و رعایت ملاحظات مربوط به حفاظت محیط زیست، موجب تخریب اکوسیستم‌های طبیعی و بروز آثار شدید بهداشتی در این کشورها گردیده است. اما متأسفانه توسعه شهری ضرورتاً با تسلط ساختمان ها، صنایع، سیستم های حمل و نقل و فعالیت های اقتصادی بر فضاهای طبیعی همراه است و این تسلط، به مرور زمان و با افزایش مهاجرت های روستاشهری که منجر به افزایش جمعیت در کشورهای در حال توسعه است، به شکل چیرگی شهر بر طبیعت تغییر یافته است و زمینه ساز آلودگی های گستردهٔ شهری می‌شود. نتیجهٔ این روند، ناسازگاری و عدم تعادل میان انسان و طبیعت و به هم خوردن تعادل اکوسیستم می باشد. با گسترش شهرها، مظاهر و ارزش های محیط طبیعی در معرض نابودی و فرسایش بیشتر قرار گرفته و شهرنشینان از جاذبه های طبیعی محروم شده اند و مشکلات متعدد روانی و اجتماعی نمود یافته است. تمرکز جمعیت در شهر ها و مناطق حاشیه ای آنها و عدم تناسب بین رشد خدمات و زیربناهای شهری، به ویژه در کشورهای در حال توسعه، مناطق شهری را به مکان های آلوده و دارای مشکلات بهداشتی تبدیل کرده است (زبردست،۱۳۸۳). امروزه، مسئله آسیب‌های منتهی به تضعیف و تخریب محیط زیست، که بیشتر پیامد اقدامات و فعالیت‌های انسان هستند، از مهم‌ترین مسائل جهانی است که جوامع بشری اعم از جوامع توسعه یافته با آنها مواجه‌اند. اهمیت این موضوع، نه تنها از جنبهٔ زیست محیطی آثار آن بر روی سامانه‌های منابع طبیعی، بلکه از نظر اقتصادی نیز دارای اهمیت است. رشد اقتصادی و افزایش جمعیت، به ویژه جمعیت شهر نشین، مستلزم مصرف بیشتر انرژی است (فطرس،۱۳۹۰:۱۳). در این میان مصرف منابع فسیلی در جهت پاسخ به نیازهای شهری، به حدی افزایش یافته که بسیاری از این منابع، به سمت نابودی پیش می‌روند. حجم، اندازه و سرعت تولید این گازها و این گرما چنان زیاد است که پروسه های طبیعی جذب و انعکاس آن‌ها به فضا دیگر پاسخگو نمی‌باشد. درضمن گازهای تولیدی حالا عاملی برای جذب و به دام افتادن امواج گرمایی شده‌اند. کار به گونه‌ای است که زمین چون یک گلخانه بزرگ روز به روز به سمت گرم تر شدن حرکت می‌کند. کاهش روز افزون فضاهای سبز و جایگرینی انها با سطوح کم بازتاب مانند اسفالت، آجر و بتون در شهرها باعث ایجاد پدیده ای به نام جزایر گرمایی می شود و اختلاف دمای زیادی میان هوای درون شهر و هوای پیرامون شهر در شهرهای بزرگ ایجاد می‌نماید. این پدیده چالشهایی به لحاظ محیطی، اجتماعی و اقتصادی برای شهر ها ایجاد می‌نماید. چالش محیطی شامل آلودگی هوا می‌باشد که افزایش دما باعث افزایش واکنشهای فتو شیمیایی در هوا می‌گردد؛ همین آلودگی سلامت انسانها را تهدید می‌نماید که در زمره چالشهای اجتماعی قرار می‌گیرد. از طرفی افزایش دما باعث افزایش مصرف انرژی برای سیستم‌های خنک کننده می‌گردد و اقتصاد شهر را تحت الشعاع قرار می‌دهد. حال با توجه به اهمیت چالشهای ایجاد شده و آسیب های فیزیکی (از سطح جهانی آغاز شده و تا سطح محلی تحت الشعاع قرار می‌دهد) و آسیب های اجتماعی (از سطح محلی آغاز شده و تا سطوح بالا را تحت الشعاع قرار می‌دهد) برای شهرها ایجاد می‌نماید، اهمیت توجه به موضوع را نمایان می‌سازد. امید است با شناسایی معضل و ارائه راهکارهایی برای کاهش اثرات مخرب آن گامی در جهت داشتن زمینی پاک برداشته شود. لذا باید تمهیداتی در زمینه معماری و شهرسازی اندیشید تا اثرات مخرب این تغییرات در شهرها کاهش یابند. کم کردن دما در جزیرهٔ گرمائی، به معنای پیش‌گیری از هدر رفتن سرمایه، ذخیره سازی انرژی و پول و جلوگیری از آلودگی هوا و آثار زیان‌بار آن و در نهایت تندرستی و سلامت جسمی، روحی و روانی جامعه است. مجموعه عوامل ذکر شده اهمیت توجه به این معضل زیست محیطی را روشن می نماید.لذا مقاله حاضر درصدد است با یافتن عوامل ایجاد کننده جزایرحرارتی و شناخت استراتژیهایی برای کاهش اثرات مخرب جزایر گرمایی و بررسی نقش آلبدو در کاهش یا افزایش دمای محیط و بررسی نقش میانگین دمای تابشی بر دمای هوا بتواند به راهکارهایی برای کاهش اثرات مخرب جزیرهٔ حرارتی دست یابد.

اولین مستند ساری در خصوص پدیده جزایر گرمایی نخستین بار از سال۱۸۱۸ آغار شد(Gartland,2008,1) زمانیکه لوک هاوارد متوجه گرمای بیش از حد مرکز شهر لندن در مقایسه با اطراف شهر، مطرح شد؛ و ۱۵ سال بعد توسط هاوارد این پدیده معرفی گشت. (Howard, 1833) سپس تحقیقات وسیعی توسط گروه جزایر گرمایی در آزمایشگاه لورنس

واقع در برکلی انجام شده است و راهکارهایی مانند ایجاد سطوح سرد شهری و بام‌های سرد، توسط این گروه ارائه گشت. در ایران نیز ازدهه ۸۰ به این پدیده در زمینه جغرافیا واندکی شهرسازی توجه شده اما در راستای مصالح کمتر مورد توجه قرار گرفته. در جدول شماره ۱ به بعضی از آنها اشاره گشته.

جدول شماره ۱. پیشینه پژوهش

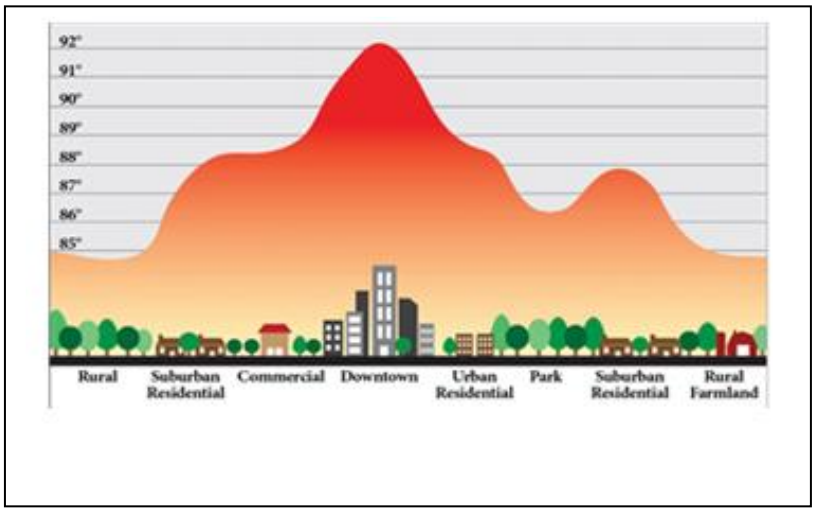
عنوان	نویسنده و سازمان حمایت کننده	مدل، روش یا نرم افزار
عنوان: طبقه بندی مصالح ساختمانی در بلوک های شهری با توجه به ظرفیت آنها برای کاهش جزیرهٔ گرمایی	نوئلیا ال الچپر و دیگران در سال ۲۰۱۴ به دسته بندی مصالح مورد استفاده در سطوح شهری و تاثیر آن در کاهش جزایر حرارتی .رفتارهای دمایی و شاخص بازتابش خورشیدی مصالح (SRI)را بررسی کرده.	با استفاده دوربین IR و ترموکوپل و پیرانومتر
ذخیره سازی حرارتی پیاده رو و اثر آن بر جو پایین تر	آسائدا،۲۰۱۴ تاثیر جنس و ذخیره حرارتی و انتشارهای متعاقب به جو مصالح را بررسی کردند. نتایج نشان داد که دمای سطحی و انتشاربه جو در آسفالت خیلی بیشتر از بتن و خاک است.	با استفاده دوربین IR و ترموکوپل و پیرانومتر
آب و هوای شهری	برِگ و همکارانش ۲۰۱۵ گزارش دادند که در نیمه تابستان، جاده های رنگ شده سفید با توان بازتاب نزدیک به ۰/۵۵، دمای مشابهی با محیط اطراف خود دارد، در حالیکه جاده های رنگ نشده با توان بازتاب نزدیک به ۱۵/. تقریبا ۱۱ درجه سانتیگراد از هوا گرمتر بودند.	با استفاده دوربین IR و ترموکوپل و پیرانومتر
نقش مواد خنک کننده منفرد فضای شهری در فضای باز .	متیوس سانتاموریس ۲۰۱۵ طی آزمایشاتی بر مصالح متوجه عدم تاثیر سایز تایلها و فاکتور رنگ مصالح در شب و بافت در روز در دماهای سطحی شدند . از مطالعه تعدادی از مصالح پیاده رو براساس رنگ سطح مصالح همانطور که انتظار میرود تایلهای سفید رنگ سردتر بوده	با استفاده دوربین IR و ترموکوپل و پیرانومتر
تاثیر جزیرهٔ گرمای شهری در مصرف انرژی	تز دکتری و پست دکتری پریسا شاه محمدی، در دانشکده مهندسی و محیط زیست Kebangsaanاز ۲۰۱۶ تا کنون	استفاده از نقشه های , LST NDVI و شبیه سازی با ENVI-met
شبیه سازی برای برآورد تاثیر جزیرهٔ حرارتی نسبت به تغییرات مواد نما	کانچین گونا واردنا، تریستان کرشاو و کوئن استیمرز، ۲۰۱۹، جایگزینی نماهای سنگین با جایگزینهای سبک را پیشنهاد می نماید.	شبیه ساری کانیونهای شهری
آسایش حرارتی بیرونی و تاثیر جزایر حرارتی شهری	فرهادی و دکتر محسن فیضی، رساله دکتری، ۲۰۱۹اثرات پوشش گیاهی شهری (بر سطح خیابان و روی سقف)، سطوح بالای آلبدو و جهت گیری ساختمان ها از طریق شبیه سازی های عددی مورد بررسی قرار داده اند.	شبیه سازی با ENVI-met

مبانی نظری

اولین مستند سازی از ایجاد جزایر حرارتی در سال ۱۸۱۸ شکل گرفته است. زمانی که لوک هووارد[۱]در مطالعه ای بر روی شرایط آب و هوایی لندن، متوجه گرمای بیش از حد شهر نسبت به محیط پیرامون آن شد (Gartland, 2008: 16). دراین رابطه و به صورت مستقل از مطالعات هووارد، امیلی رینو[۲]هم مشاهدات مشابهی را در مورد شهر پاریس در نیمه دوم قرن نوزدهم به دست آورد. علاوه بر این دو، شخصی به نام ویلهلم اسمیت[۳]نیز شرایط مشابهی را در شهر وین[۴]تریش در قرن بیستم مشاهده کرد.(Gartland, 2008: 17) این روند گرم شدن همچنان ادامه داشته و مطالعات اخیر نشان داده اند که دمای هوای مراکز شهرها می تواند تا ۱۲ درجه سانتی گراد بیشتر از مناطق بکر اطراف آن باشد.(EPA, 2013) جزایر حرارتی به طور کلی دارای درجهٔ حرارت بیشتری نسبت به محیط های طبیعی و دست نخورده اطراف خود هستند. تفاوت درجه حرارت هوای شهر و محیط های بکر و روستایی اطراف به عنوان شدت جزیرهٔ

۱-Luke Howard
۲-Emilin Renou
۳ Wilhelm Schmidt
۴-Vienna

حرارتی مطرح می‌شود. معمولا ازاین شاخصه برای اندازه گیری و تشخیص جزایر حرارتی استفاده می‌شود. این شدت در طول یک دوره شبانه روزی مقادیر متفاوتی دارد. در صبحگاهان، تفاوت دمایی بین شهر و محیط های طبیعی بکر اطراف آن در کمترین وضعیت خود است. این تفاوت دمایی در طول روز با افزایش دمای سطوح شهری به تدریج افزایش یافته و در طول شب به حداکثر مقدار خود می رسد. این همان زمانی است که سطوح شهری در حال بازتابش حرارت ذخیره شده در طول روز می باشند. این بازتابش شبانگاهی به صورت امواج گرمایی با طول موج های بلند صورت می گیرد. در روزهای مختلف سال دما در مراکز شهری همیشه بالاتر از مناطق بکر اطراف شهر است. همچنین، شدت جزایر حرارتی در شب هنگام بیشتر از ساعات روشن روزانه است.



شکل شماره ۱. تفاوت دمای میان شهر و روستا
منبع : (https://bayareamonitor.org)

برای اولین بار محققان جزایر حرارتی را با کمک عکس های هوایی مشاهده کردند. سطوح شهری گرم‌تر یکیدیگر از ویژگی‌های معمول در جزایر حرارتی است. در طول روز تغییرات بیشتری در دمای سطوح نسبت به دمای هوا دیده می شود. بسیاری از سطوح شهری، نظیر بام‌ها و کف سازی‌ها در طول روز در حدود ۲۷ تا ۵۰ درجه سانتی گراد گرم‌تر از هوای اطراف خود هستند و شب هنگام، سطوح شهری این گرمای ذخیره شده را بازتابش می‌کنند و باعث افزایش دمای هوای شهر می‌شوند. برعکس، درختان، چمن و دیگر پوشش های گیاهی معمولا گرمای کمتری جذب کرده و در فصول گرم سال خنک تر از دیگر سطوح هستند(Gartland, 2008: 17).

انواع جزایر حرارتی شهری:

به طور کلی جزایر حرارتی را می توان در سه دسته طبقه بندی کرد:(Voogt, 2004: 5)

- جزیرهٔ حرارتی ایجاد شده در سطوح شهری[1]
- جزیرهٔ حرارتی ایجاد شده در لایه تاج پوش شهر[2]
- جزیرهٔ حرارتی ایجاد شده در لایه مرزی[3]

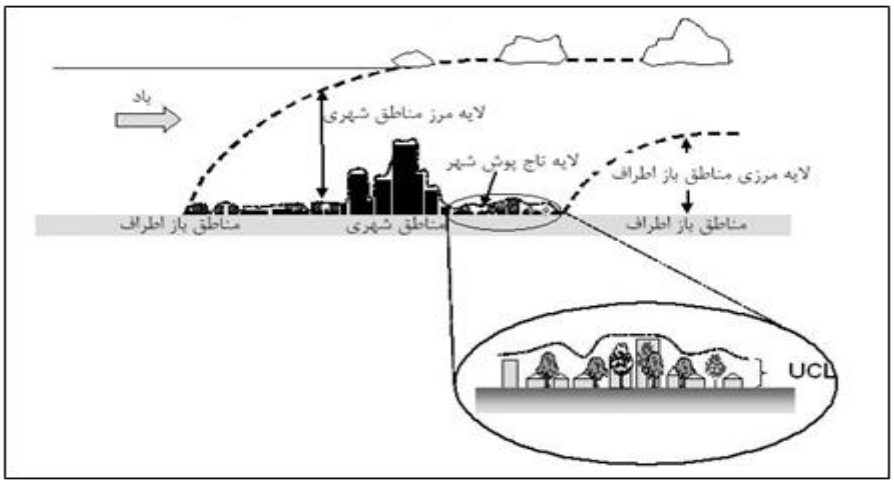
الف)جزیرهٔ حرارتی در سطوح شهری: این نوع جزیرهٔ حرارتی توسط افزایش دما در سطوح شهری نظیر ساختمان‌ها، جاده

1. Phoenix
2. Canopy layer Urban Heat Island (CLUHI)
3. Boundary Layer Urban Heat Island (BLUHI)

ها، کف سازی ها، فضاهای باز، احجام آبی[4]و پوشش های گیاهی ایجاد می‌شود. در واقع در این نوع جزایر حرارتی، با اندازه گیری اشعه مادون قرمز منتشر شده توسط سطوح می‌توان مناطق داغ شهری را شناسایی کرد.(تحقیق حاضر نیز به بررسی جزیرهٔ حرارتی در همین سطح می پردازد).

ب)جزیرهٔ حرارتی در لایه تاج پوش (UCL[2]) یا لایه هوای نزدیک به خط آسمان شهر شکل می‌گیرد. لایه تاج پوش در حقیقت جایی است که ما در آن زندگی می‌کنیم. در واقع، این محدوده لایه هوایی است که از سطح زمین تا سطح بالایی درختان و ساختمان ها وجود دارد. در مطالعات مربوط به جزایر حرارتی، دمای هوای لایه تاج پوش معمولا در ارتفاع مردم یا در حدود ۱,۵ تا ۳ متر بالاتر از سطح زمین در نظر گرفته می شود.

ج)جزیرهٔ حرارتی در لایه مرزی: این نوع جزیرهٔ حرارتی در لایه مرزی هوا تشکیل می شود. لایه مرزی در بالای لایه تاج پوش قرار گرفته (در ارتفاع ۲۰۰۰ متری) و ضخامت این لایه از ۱۰۰۰–۱۰۰ متر متغیر است. به طور کلی به جزایر حرارتی تشکیل شده در هر دو لایه تاج پوش و لایه مرزی،جزایر حرارتی اتمسفریک نیز گفته می شود؛ زیرا هر دوی آن ها مربوط به دمای هوا می باشند.



شکل شماره ۲. معرفی تصویری لایه مرزی و تاج پوش
منبع: (Gartland, 2008)

عوامل ایجاد جزایر گرمایی

گارتلند ۵ پارامتر، کاهش برودت تبخیری، افزایش ظرفیت حرارتی، افزایش تابش خالص، کاهش تهویه طبیعی و افزایش گرمای انسان ساز را در ایجاد جزایر حرارتی موثر دانسته؛ اما در مطالعات اخیر پارامترهای دیگری نیز ذکر شده که عبارتند ازموقعیت شهر، اندازه شهر، جمعیت، تراکم محیط ساخته شده، هندسه شهری، ویژگی حرارتی سطوح شهری، سطوح ضد آب، گرمای انسان ساخت، آلودگی هوا، کاربری و کاهش پوشش گیاهی(Shahmohamadi et al, 2013:19).

4. Water Bodies
1. Uraban Boundary Layer

جدول شماره ۲. عوامل ایجاد جزیرهٔ حرارتی

عامل ایجاد جزیرهٔ حرارتی	شهر و طراحی شهری (نیازمند راهبردهای بلند مدت)	هندسه دره های شهری	ارتفاع ساختمانها	نسبت ارتفاع به عرض بیشتر باشد جریان هوا کمتر می شود
			جریان باد	
		تراکم ساختمان	سطح اشغال و توزیع افقی و عمودی ساختمانها	هر چه سطح اشغال کمتر و توزیع افقی و عمودی تصادفی تر باشد بهتر است
		چیدمان ساختمان	موازی با جهت باد	بهره گیری از باد
			عمود بر جهت باد	
		جهت گیری و هندسه ساختمان	جهت گیری شرقی- غربی	بهره گیری از باد و آفتاب
			جهت گیری شمالی- جنوبی	
		اندازه شهر	جمعیت	هرچه شهر بزرگتر، جمعیت بیشتر و گرمای انسان ساز بیشتر
			گرمای انسان ساز	
		اندازه معابر	نسبت عرض معابر به ارتفاع ساختمانها	درمعابر عریض تهویه هوا بهتر صورت می گیرد
		کاربری	توزیع نامناسب کاربری ها	کاربری صنعتی باعث افزایش آلودگی و کاربری فضای سبز باعث تصفیه هوا می شود.
	مصالح	هدایت حرارتی	تمایل به هدایت حرارت درون	حرارت را از خود عبور دهند
		ظرفیت حرارتی	تمایل به ذخیره حرارت در توده خود	حرارت را در خود ذخیره می کنند.
		ضریب انتشار	توانایی در انتشار تابش‌های خورشیدی به بیرون از مصالح	هرچه بیشتر باشد بهتر
		ضریب انعکاس	توانایی مصالح در بازتاب تابش خورشید	برای کف و بام هر چه بیشتر بهتر
				برای نما هر چه ضریب انعکاس کمتر، بهتر
		انرژی نهفته مصالح	انتشار کربن کمتر	آلودگی کمتر
		نفوذ پذیری مصالح	عملکرد برودتی بهتر	با افزایش دما ، آب موجود در بافت مصالح بخار شده و دما کاهش می یابد

منبع: (نگارندگان)

راه های کاهش تأثیرات منفی جزایر حرارتی

افزایش جمعیت، سبب افزایش مصرف انرژی در شهرها برای رسیدن به محدوده های مطلوب آسایش زیستی می شود؛ و مصرف این انرژی که عمدتاً منبع فسیلی دارد، باعث انتشار گرما می‌گردد. در این‌میان عواملی نظیر تابش‌های خورشیدی و هندسه‌شهری سبب به دام افتان و تشدید اثر این امر شده و دمای کلی شهر را افزایش می‌دهند. این افزایش دمای شهر تحت عنوان اثر جزایر حرارتی شهری تأثیرات مخربی در ابعاد مختلف می‌گذارد و یافتن راهی برای کاهش اثرات منفی این پدیده بر محیط زیست شهری از ضروری‌ترین اقدامات می‌باشد. پیاده سازی استراتژیهای کاهشی به طیف وسیعی از پارامتر ها در حوزه هایی نظیر برنامه ریزی شهری، طراحی شهری، معماری قابل پیگیری است. این استراتژی ها که توسط گارتلند ارایه شده می‌توانند سبب کاهش مصرف انرژی، کاهش استفاده از منابع آبی، کاهش آلودگی و افزایش کیفیت هوا شوند. این راهکار ها عبارتند از:

۱- استراتژی‌های سبز شهری، ۲- سطوح سرد شهری، ۳- طراحی شهری، ۴- کاهش گرمای انسان‌ساز(خداکرمی، ۱۳۹۵)

استراتژی های سبز شهری

افزایش دمای تابستانه بر اثر افزایش شدت جزایر حرارتی سبب بالا رفتن میزان مصرف انرژی برای تأمین نیازهای سرمایشی می‌شود. این امر در شهر ها اغلب به علت کاهش سبزینگی و به تبع آن، افزایش جذب انرژی خورشیدی توسط سطوح صورت می‌گیرد. در این میان، استفاده از فضای سبز در مناطق شهری از جمله اقداماتی است که باعث خنک

سازی سطوح شهری شده و به کاهش مصرف انرژی کمک شایانی می‌کند(Akbari et al, 2001: 98). در واقع، پوشش های گیاهی در مناطق شهری از طریق برودت تبخیری و سایه اندازی می‌توانند در جهت کاهش دمای شهر مؤثر واقع گردند. این پدیده سبب ایجاد اثرات سرمایش در هوای اطراف آن‌ها می‌شود(Eumorfopoulou, 2010).

جدول شماره ۳. نقش پوشش گیاهی وسرمایش در مقیاس شهر و ساختمان

پوشش گیاهی و سرمایش	در مقیاس شهر	در طول خطوط حمل و نقل		کنار جاده ها، خیابانها، بلوار ها
		در مکان های عمومی		پارک ها، زمین های بازی، حیاط مدرسه ها، زمین های دولتی
		در مکان های خصوصی		زون های مسکونی، زون های صنعتی
	در مقیاس ساختمان	دیوارهای سبز	نماهای سبز	داربست‌های مدولار
				سازه شبکه‌ای
				سیستم‌های کابلی
				سیستم نمد پلیمری
				سیستم هیدروپونیک
			دیوارهای زنده	دیوار زنده غیرفعال
				دیوار زنده فعال
		بام های سبز		متراکم
				گسترده
				هیبرید

سطوح سرد شهری

در جهت کاهش دمای سطوح شهری، روش‌های مختلفی به وجود آمده و توسعه یافته‌اند که یکی از این روش‌ها، استفاده از مصالح سرد[۱]در سطوح شهری است. مصالح سرد، به مواد سفید با بازتاب پذیری وتابندگی بالای خورشیدی گفته می شود(Levinson et al, 2007). مواد سرد در موضوع جزیرۀ گرمایی با توجه به اثرآلبدوی آن مواد مورد توجه قرار می‌گیرند. (Aleksandrowicz, 2017) در تحقیقات، استفاده از مواد با آلبدو بالا در سقف‌ها مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. علاوه براین، مواد سرد در سنگ فرش نیز در بسیاری از موارد مورد بررسی قرار گرفته. استفاده از آسفالت های خنک کننده مانند آسفالت نازک سفید به جای آسفالت معمولی دمای متوسط هوا را تا ۲,۳ درجه پایین آورده (Karlessi, Gaitani, Synnefa, & Santamouris, 2013).

با این حال پیاده رو ها می‌توانند درجه حرارت هوا را کاهش دهند، اما احتمال کاهش آسایش حرارتی با افزایش MRT با توجه به افزایش انعکاس وجود دارد (Taleghani & Berardi, 2018:11). مصالح سرد در واقع، با افزایش نرخ انعکاس[۲]، افزایش نرخ انتشار[۳] گرما و افزایش میزان نفوذ و نگه داشت رطوبت در خود سبب خنک‌تر شدن سطوح می-شوند (Kolokotsa et al, 2012 &Synnefa etal, 2007).

۱-Cool materials

۲-Albedo

3- Emissivity

جدول شماره ۴. نقش سطوح شهری در کاهش اثرات مخرب جزایر گرمایی

سطوح سرد شهری	کف سرد	افزایش نرخ انعکاس سطوح	استفاده از افزودنی‌های بتن نظیر سرباره و خاکستر
			*استفاده از آسفالت با رویه سفید (بتنی)
			*استفاده از بتن غلتکی
			* استفاده از سنگ‌دانه‌های با رنگ روشن در سطوح آسفالت و بتن
			*استفاده از اندود قیر بارویه شن و ماسه
			*رنگ‌آمیزی سطوح با رنگ روشن
		افزایش نفوذپذیری سطوح	استفاده از کف‌سازی‌های نفوذپذیر شامل بتن متخلخل
		استفاده از سیستم‌های الحاقی	مانند لوله‌های گردش آب در درون توده مصالح
		سایه‌اندازی	ایجاد سایه بر روی سطوح کف سازی با استفاده از سایه‌اندازی
	بام سرد	بام‌های سرد PVC	بام ورقه ای با نرخ انعکاس بالا
		بام‌های سرد TPO	بام ورقه ای با نرخ انعکاس بالا
		بام‌های سرد CSPE	بام ورقه ای با خاصیت ترموپلاستیک
		بام های سرد EPDM	بام ورقه ای با رنگ روشن
	جداره های سرد	افزایش نرخ انعکاس سطوح	استفاده از رنگ‌های سفید با نرخ انعکاس بالا
			استفاده از رنگ‌های بازتابنده مادون قرمز
			استفاده از رنگ‌های بازتابنده گرما
			استفاده از مواد تغییر رنگ دهنده
		افزایش نفوذپذیری سطوح	استفاده از مصالح نفوذپذیر

منبع: (نگارندگان)

طراحی شهری

چگونگی توزیع ساختمان‌ها در شهر بر ایجاد و تشدید جزایر حرارتی شهری بسیار اثرگذار است. در واقع، این توزیع می‌تواند تعیین کننده میزان جذب انرژی خورشیدی و همچنین، میزان و چگونگی گردش هوا در شهر باشد. در نتیجه می‌توان اذعان داشت که واکنش شهر در برابر جریان هوا و تابش‌های خورشیدی به وسیله تغییر در طراحی شهری قابل کنترل است (Ratti et al, 2003). طراحی و مکان‌یابی بهینه بلوک‌های شهری سبب دستیابی مناسب به تابش‌های خورشیدی شده و به تبع آن، این امر از بار سرمایشی ساختمان‌ها می‌کاهد. این کاهش در بار سرمایشی، کاهش در میزان مصرف انرژی را به دنبال داشته و از انتشار گرمای اضافی و Co2 در محیط‌های شهری جلوگیری می‌کند. (Futcher et al, 2013).

جدول شماره ۵. نقش طراحی شهری در ایجاد یا کاهش جزایر حرارتی

طراحی شهری	تابش‌های خورشیدی	هندسه خیابانها	تاثیرگذار بر مصرف انرژی و آسایش حرارتی
		جهت گیری بنا	
		مساحت سایت	
		تراکم بافت	هرچه تراکم بیشتر جذب تابش خورشیدی کمتر
		شکل بنا	
	جریان هوا	دره‌های شهری	کاهش نسبت ارتفاع به عرض سبب کاهش مصرف انرژی در زمستان می شود.
		چیدمان ساختمان‌ها	عمود بر جریان باد
			موازی با جریان باد
		تنوع در ارتفاع ساختمان‌ها	رابطه مستقیم افزایش نسبت ارتفاع به عرض با افزایش مصرف انرژی

منبع: (نگارندگان)

کاهش گرمای انسان ساز

استراتژی نهایی برای کاهش اثرات جزایر حرارتی شهری، جلوگیری از انتشار نامطلوب گرمای زائد در شهرهاست که توسط فعالیت‌های انسانی تولید شده و از آن به عنوان گرمای انسان‌ساز یاد می‌شود. گرمای انسان ساز در واقع، حرارات تولید شده در ساختمان‌ها، فرآیندهای صنعتی و مصرف سوخت‌های فسیلی توسط وسایل نقلیه موتوری است. اثرات محیطی گرمای انسان‌ساز کاملاً چشم گیر است (Lehmann, 2015 & Hamilton et al, 2009). (جدول۶).

جدول شماره ۶. نقش گرمای انسان ساز در ایجاد یا کاهش جزایر حرارتی

گرمای انسان ساز در شهر	حمل و نقل	گرمای حاصل از استفاده سوختهای فسیلی
	ساختمان	گرمای حاصل از تأمین انرژی برای روشنایی
		گرمای حاصل از تأمین انرژی برای برق لوازم خانگی
		گرمای حاصل از تأمین انرژی برای سرمایش و گرمایش
	صنعت	مقدار مصرف انرژی ثابت است اما جانمایی مناسب و استفاده از انرژیهای پاک در کاهش آلودگی می تواند موثر باشد.
گرمای حاصل از متابولیسم	حدود ۱ درصد از گرمای انسان ساز را شامل می شود و رابطه مستقیمی با جمعیت دارد.	

روش پژوهش

هدف از این پژوهش شناخت عوامل موثر بر جزایر حرارتی، راه های کاهش آن و نقش آلبدو (ضریب انعکاس) مصالح موجود در نمای ساختمان ها بر تشدید جزایر حرارتی است. لذا محله پونک در شمال شهر قزوین به عنوان محدوده مورد مطالعه انتخاب گشت و برای بررسی خصوصیات حرارتی مصالح در نما، ترمومتر لیزری، دوربین حرارتی مادون قرمز،دماسنج سیار و ترموکوبل تماسی مورد استفاده قرار گرفت. به این صورت که دمای محیط توسط دماسنج سیار ثبت گشت و دمای مصالح نیز توسط ترمومتر لیزری برداشت شد. برای اطمینان از دمای خوانده شده دمای چند مصالح با دماسنج تماسی نیز برداشت شد و مشاهده شد اختلاف دمایی در حدود ۱ درجه در بعضی مصالح وجود دارد که علت آن را می توان در ضریب انتشارمصالح یافت. بعد از برداشت‌های میدانی اطلاعات خام با نرم افزار Envi met 5.3 شبیه سازی گشت، موقعیت رسیپتورها (گیرنده ها)انتخاب گشته و در نهایت از بین عوامل تاثیر گذاررابطه میان دمای هوا و میانگین دما تابشی و آلبدو مورد ارزیابی قرار گرفت بدین صورت که میانگین دمای تابشی و دمای هوا را در سه حالت آلبدوی بالا(۰٫۸)، آلبدوی متوسط(۰٫۵) و آلبدوی پایین (۰٫۳) مورد بررسی قراردادیم. دلیل انجام مدل سازی در سه حالت آلبدوی بالا، متوسط و پایین این بود که مشخص شود چه

آلبدویی در کاهش اثرات مخرب جزیرهٔ حرارتی در شهرها موثرتر است، لذا با انتخاب این سه حالت و مقایسه نتایج حاصله بتوانیم اعلام کنیم، در شهرهایی که جزیرهٔ حرارتی داریم مصالح با آلبدوی بالا(با مصالح روشن و انعکاس بالا) بهترند یا با آلبدوی پایین(مصالح تیره با انعکاس پایین)؟

محدوده مورد مطالعه

برای بررسی نقش مصالح در کاهش اثرات مخرب جزیرهٔ حرارتی شهر قزوین و محله پونک به عنوان محله نو سازی که تنوع بسیار بالایی از مصالح در آن یافت می شود، انتخاب گشت. منطقه پونک در قسمت جنوب اتوبان زنجان–قزوین و در نزدیکی رودخانه و پارک تفریحی باراجین و دانشگاه آزاد اسلامی قرار گرفته است.

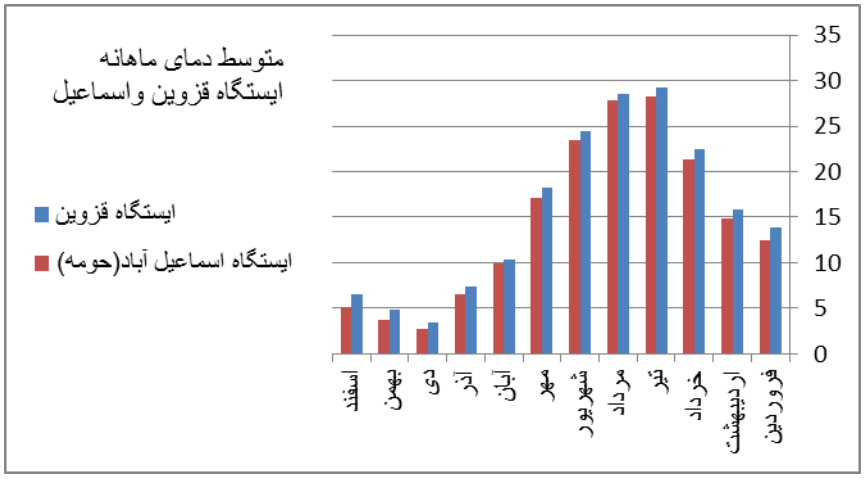
شکل شماره ۳. نقشه قزوین و بزرگنمایی محدوده مورد مطالعه (مقیاس خطی در گوشه سمت راست تصویر)
منبع: (www.maps.google.com)

اثبات وجود جزیرهٔ حرارتی

قبل از پرداختن به محدوده مورد مطالعه لازم است که وجود جزیرهٔ حرراتی در شهر را اثبات نماییم. برای اثبات وجود جزیرهٔ حرارتی در این شهربه دو طریق عمل می‌نماییم:

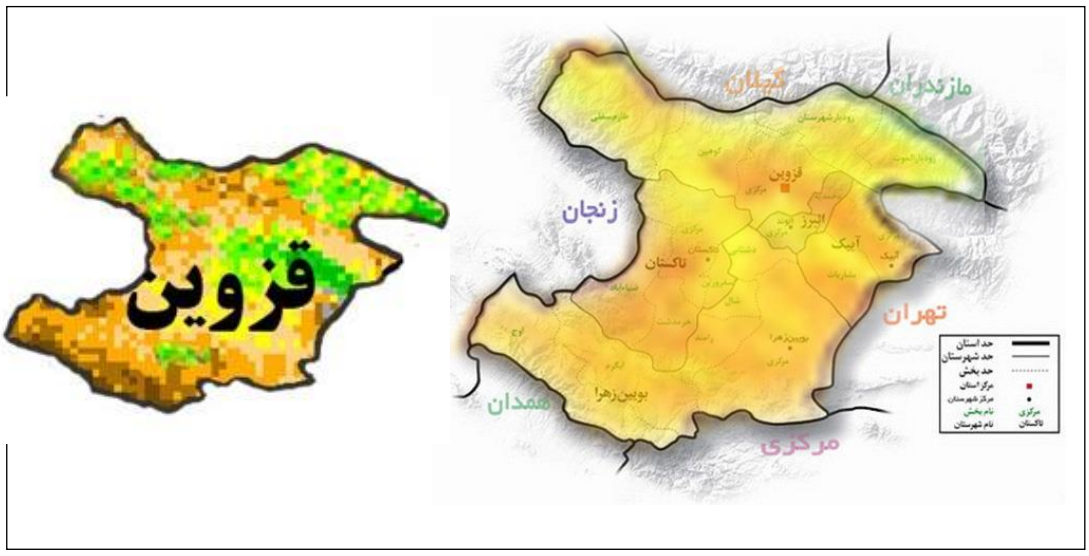
- ❖ مقایسه تطبیقی بین دمای مرکز شهر و محیط پیرامونی.
- ❖ نقشه LST یا نقشه دمای سطوح شهری.

روش اول؛ انتخاب دو ایستگاه در مناطق شهری و مناطق بکر و باز اطراف شهر برای بررسی جزایر حرارتی، برای بررسی تفاوت دمایی بین این دو ایستگاه بسیار مهم است. در این راستا، ایستگاه قزوین که درون ساختار و بافت شهر قرار گرفته باشد تا تأثیرات فعالیت های شهری و خود شهر به خوبی در نظر گرفته شودو ایستگاه دوم که در مناطق بکر و باز اطراف شهر(ایستگاه اسماعیل آباد) به عنوان ایستگاه مرجع یا شاهد، بیرون شهر انتخاب گشت. این سایت‌ها دارای ارتفاع یکسان قرار گرفته اند تا اطلاعات دقیق تری ارائه نماید.



شکل شماره ۴. تفاوت دمای بین شهر و اطراف شهر
منبع: (اداره هواشناسی استان قزوین)

همانگونه که از (شکل ۴) نمودار میانگین دمای روزانه در طی ۱ ماه– مشاهده می شود، اختلاف دمایی کـه بـین سـتون های آبی و قرمز وجود دارد حاکی از اختلاف درجه حرارت فاحشی بین دمای مرکز شهر و دمای اطـراف شـهر دارد کـه این اختلاف دما تحت عنوان شدت جزیرۀ گرمایی مطرح می گردد.
روش دوم؛ استفاده از نقشه LST می باشد:



شکل شماره۵. نقشه حرارتی از سطح و پوشش گیاهی (**NDVI**)
منبع: (Climatology.ir)

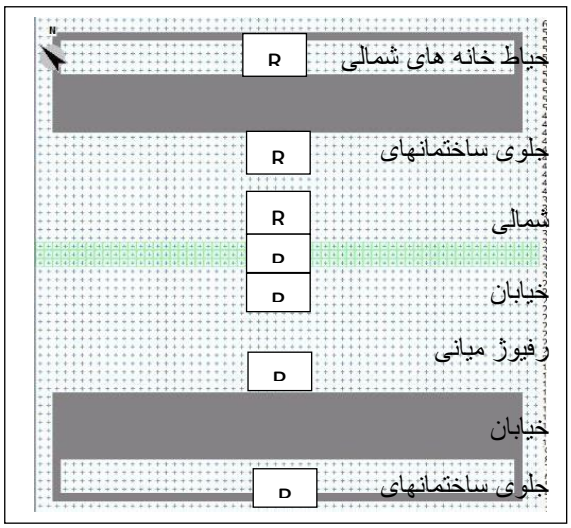
در (شکل۴) که از سایت ارث دیتا در یک برداشت روزانه توسط ماهواره ترا (tera) تهیه گشته مشخص است قسمتهای مرکزی قزوین به علت تراکم جمعیت و ساختمان‌ها و کاهش پوشش‌گیاهی (شکل۵) نقاط گرمتری هستند نسبت به نقاطی که تراکم کمتر و پوشش گیاهی بیشتر است؛ همچنین شهرهای آبیک و تاکستان به علت وجود کاربریهای صنعتی و آلودگی‌زا و کاهش پوشش گیاهی نیز نقاط گرمتری در نقشه می‌باشند. این نقشه علاوه بر وجود جزیرۀ حرارتی در بعضی از نقاط شهر قزوین اهمیت کاربری، تراکم، پوشش گیاهی و هندسه شهری را نیز به خوبی نشان می‌دهد. از

مقایسه شکل (۴) با (۵) می‌توان دریافت همانطور که در استراتژی های سبز شهری بدان اشاره شد؛ پوشش گیاهی در کاهش جزیرهٔ حرارتی نقش بسزایی دارد.

تحلیل دیدگاه شبیه سازی

بعد از برداشت اولیه همانطور که اشاره شد برای دستیابی به اطلاعات دقیق تر از شبیه سازی استفاده گشت. در دیدگاه شبیه سازی از نرم افزار Envi met استفاده گشت. که مراحل کار به شرح زیر می باشد.

شکل شماره ۶. برای بررسی نقش آلبدو۷ رسیپتور(گیرنده) انتخاب شد که در تصویر ۶ موقعیت نقاط در مقطعی از خیابان نمایش داده شده. بعد از انتخاب رسیپتورشبیه سازی انجام گرفت.



شکل شماره ۷. محل قرارگیری ریسپتورها در یک مقطع از خیابان
منبع: (نگارندگان،۱۴۰۰)

بحث و یافته‌ها

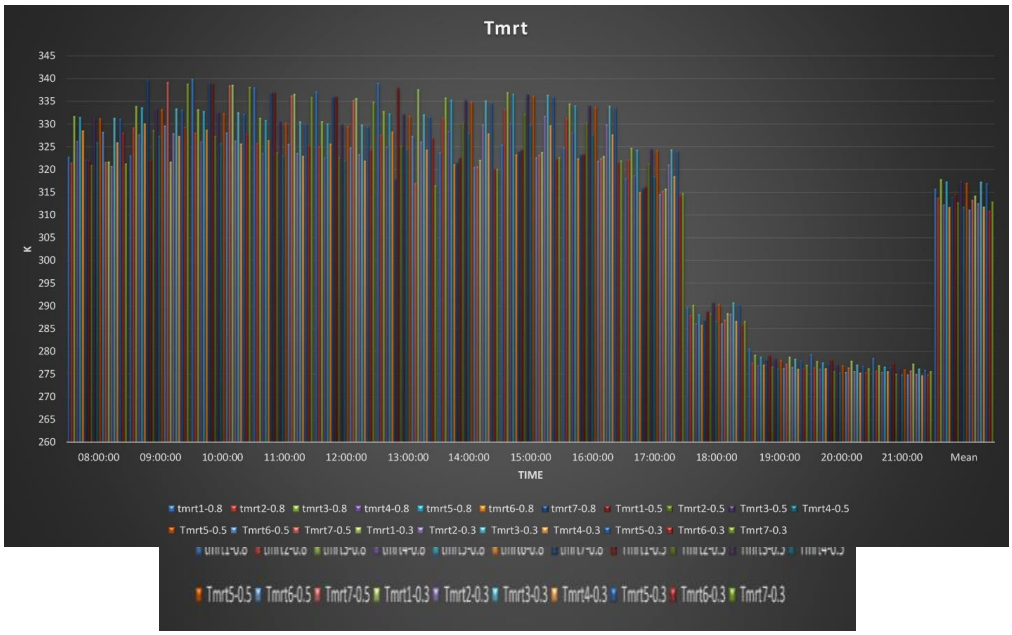
تحلیل تطبیقی میانگین دمای تابشی در هر سه حالت : میانگین دمای تابشی[۱] به عنوان مهمترین عامل در استرس و آسایش حرارتی به صورت یکپارچه در سه حالتِ مدل آلبدو ۰,۸ و ۰,۵ و ۰,۳ مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. مقادیر میانگین در بیشترین مقدار خود، در حدود ۶,۱ درجه تفاوت بین بیشترین مقدار (نقاط مربوط به خیابان) و کمترین مقدار(حیاط بلوک های جنوبی) را نشان می‌دهد. تغییرات در میزان توان تابشی و دمایی محیط می‌تواند تاثیر بسزایی در میزان میانگین تابشی محیط و به تبع آن بر آسایش حرارتی فضای باز محیط بگذارد. در نگاه کلی‌تر می‌توان دریافت که این متغییر در مدل آلبدو ۰,۸ بیشترین مقادیر را دارد. کاهش آلبدو از میزان ۰,۵ به ۰,۳ تغییر خاصی را در این متغییر بوجود نمی‌آورد. الگوی تغییرات میانگین دمای تابشی به طور کامل منطبق بر الگوی تغییرات عوامل اقلیمی نیست. لذا به بررسی ضریب همبستگی پیرسون میان میانگین دمای تابشی و دمای هوا پرداخته می‌شود؛ تغییرات در میزان ضریب همبستگی میان میانگین دمای تابشی و دمای هوای ذکرشده، تاثیر تغییر در میزان آلبدو را بر میانگین دمای تابشی را تشریح می‌کند. جدول ذیل ضرایب پیرسون را در سه حالت مدل آلبدو را بیان می‌کند. در حالت مدل آلبدو ۰,۸ ضرایب پیرسون بیانگر همبستگی ۶۸ درصدی میان میانگین دمای تابشی و دمای هوا را نشان می‌دهد. با کاهش میزان آلبدو به ۰,۵ میزان ضرایب همبستگی نیز تغییر کرده و میزان همبستگی دمای هوا با متغییر میانگین دمای تابشی به ۶۵ درصد کاهش پیدا کرده. در گام بعدی میزان آلبدو به ۰,۳ کاهش پیدا می‌کند و ضرایب همبستگی به ۶۱درصد تغییر پیدا می‌کند. تغییرات در میزان بازتابش مصالح الگوی همبستگی ها را تغییر می‌دهد و میزان همبستگی از دمای هوا به سوی شار تابشی تغییر پیدا می‌کند. این نتایج بیانگر آن است که برای کاهش میزان میانگین دمای تابشی(به عنوان مهمترین عامل آسایش حرارتی) بایستی مقادیر شار تابشی (مستقیم و غیر مستقیم) کنترل شود. لذا با کاهش میزان آلبدو در مصالح نما، شار تابشی محیط کاهش یافته که منجر به کاهش همزمان دمای هوا و دمای میانگین تابشی می‌شود.

جدول شماره۶. جدول همبستگی بین میانگین دمای تابشی با دمای هوا در آلبدوی۰,۸، ۰,۵ و ۰,۳

ضریب پیرسون	عامل اقلیمی۲	عامل اقلیمی۱	آلبدو
R=0.689665	دمای هوا	میانگین دمای تابشی	آلبدو ۰,۸
R=0.653562	دمای هوا	میانگین دمای تابشی	آلبدو ۰,۵
R=0.613362	دمای هوا	میانگین دمای تابشی	آلبدو ۰,۳

منبع: (نگارندگان)

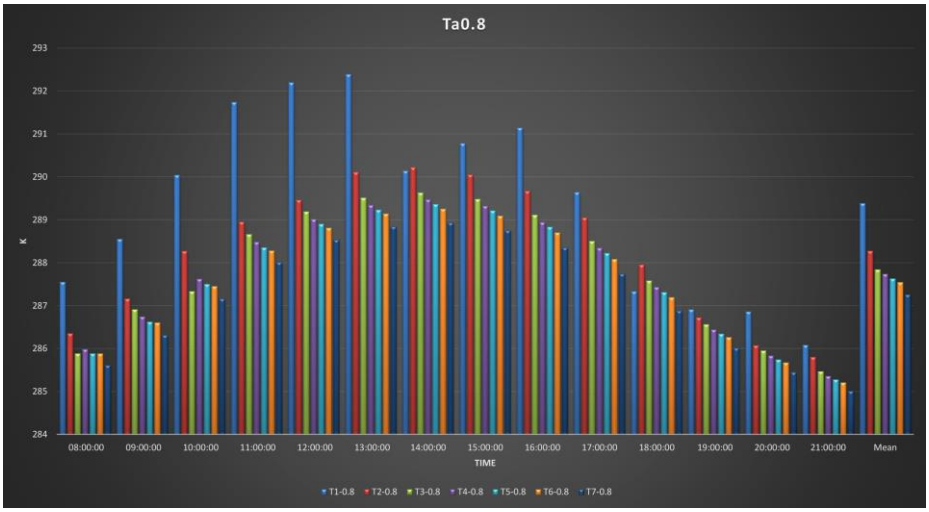
۱. میانگین دمای تابشی((Tmrt)به مجموع شار تابشی مستقیم و غیر مستقیم بر جسم در معرض تابش گفته می شود. این میزان، بالانس حرارتی را کنترل می‌کند. تاثیر تغییر در عوامل کالبدی و فیزیکی محیط معماری را می‌توان در تغییرات میانگین دمای تابشی جستجو کرد.



شکل شماره ۸. نمودارتحلیل تطبیقی میانگین دمای تابشی در هر سه حالت

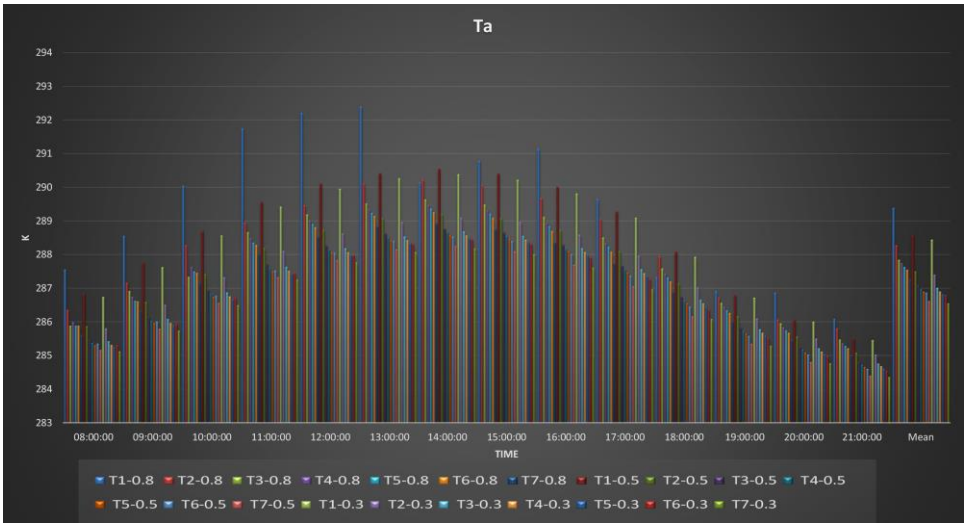
تحلیل تطبیقی دمای هوا در هر سه حالت

مطابق (شکل ۵ و ۸) نقطه شماره ۱ حیاط بلوک های شمالی (نمودار آبی کمرنگ) با دمای میانگین ۲۸۹,۳۸۲۱ درجه کلوین بیشترین مقدار دمای هوا را دارد و نقطه شماره ۷ حیاط بلوک های جنوبی(نمودار آبی پر رنگ) با ۲۸۷,۲۵ درجه کلوین کمترین میزان دمای هوا را دارد. در نگاه کلی به این نمودار درک می‌شود که به غیر از نقطه شماره ۱ مابقی نقاط در محدوده دمایی مشابهی قرار دارند اما نقطه شماره ۱ علی رقم الگوی رفتار مشابه مقادیر بیشتری از دمای هوا را تجربه میکند. با توجه به جهت شمال و تابش نسبتاً عمود در اوایل صبح به جداره های روشن حیاط های شمالی و کم بودن سرعت جریان هوا در این نقطه منجر به سکون فیزیکی نسبی جریان هوا می‌شود و منجر به انتقال مقدار انرژی جنبشی نمای اطراف این نقطه به گیرنده اقلیمی نقطه ۱ می‌شود. لذا این موضوع با بررسی مقدار ضریب همبستگی پیرسون بین دمای ساعات مختلف این نقطه با مقادیر متناظر جریان هوا در این نقطه، معلوم می‌گردد که همبستگی معکوس ۷۵ در صدی بین این دو دسته از مقادیر وجود دارد. در سایر نقاط با توجه به جریان سیال هوا، زمان لازم برای تبادل حرارت بین انرژی جنبشی منعکس شده از نما و جریان هوا وجود ندارد. این موضوع (تفاوت دمایی نقطه ۱ با سایر نقاط) با گذر زمانی از ساعت ۱۳,۰۰ رو به افول گذاشته و مقادیری نزدیک به سایر نقاط کسب می‌کند. تفاوت کمتر در ۱ درجه سانتی گراد بین نقاط ۲ تا ۷ ناشی از سرعت کم باد و میزان تابش بالا از نمای های این بلوک ها می‌باشد. این موضوع زمانی ساعات شبیه سازی به ساعات پایانی روز یعنی زمان بعد از غروب آفتاب می‌رسد بیشتر تشدید پیدا می‌کند و با افت جریان تابشی مقادیر دمای هوا نیز کاهش پیدا می‌کند.



شکل شماره ۹. نمودار تحلیل دمای هوا با آلبدوی ۰,۸
منبع: (نگارندگان)

حال به تحلیل میزان تغییرات دمای هوا به تحلیل همزمان دماهای هوا در سه حالت از آلبدو مصالح شامل ۰,۸، ۰,۵ و۰,۳ می‌پردازیم. با توجه به زاویه محیط کالبدی با شمال جغرافیایی محیط گیرنده اقلیمی ۱ تابش مستقیم و عمودی را در اوایل صبح تجربه می‌کند لذا در کلیه حالات شبیه سازی مقادیر دمای هوای این نقطه از سایر نقاط بیشتر است. در تحلیل این پدیده اشاره گشت که الگوی تغییرات مقادیر دمای هوا در این شبیه سازی به میزان ۷۵ درصد متاثر الگوی تغییرات جریان هواست. مقدار کم سرعت هوا، این امکان را به محیط می‌دهد تا مجال بیشتری برای تبادل گرمایی داشته باشد. لذا با میزان بازتابش بالای مصالح نما، سایر عناصر فیزیکی محیط انرژی بازتابش شده را به گرما تبدیل کرده و میزان سرعت کم هوای محیط این امر را تشدید می‌کند. با کاهش میزان بازتابش مصالح نمای عناصر معماری به ۵۰ درصد میزان بازتابش محیط کم شده و عملا توانایی بالقوه محیط برای تبادل حرارتی کمتر شده و موجب کاهش ۲درجه کلوینی دمای هوای محیط در حالت آلبدو ۰,۵ می‌شود. با کاهش آلبدو مصالح به ۳۰ درصد دیگر دمای هوای محیط متاثر از میزان باز تابش محیط نبوده و وابسته به سایر عوامل کلان اقلیمی می‌شود. با کاهش ۲۰ درصدی توان بازتابشی مصالح محیط عملا تغییر در مقدار دمای هوا رخ نمی‌دهد. مقدار ضریب پیرسون نشان دهنده تاثیر میانگین دمای تابشی ناشی از تغییرات دمای هوا است. این عامل از عوامل موثر بر دمای کروی محیط است بنابراین تغییرات در میزان توان تابشی و دمایی محیط می‌تواند تاثیر بسزایی در میزان میانگین دمای تابشی محیط و به تبع آن بر آسایش حرارتی فضای باز محیط بگذارد.



شکل شماره ۱۰. نمودار تحلیل تطبیقی دمای هوا در هر سه حالت
منبع: (نگازندگان)

نتیجه‌گیری

مطالعات صورت گزفته حاکی از آن است که توسعه شهرها و افزایش شهرنشینی باعث افزایش آلودگی‌های زیست محیطی شده و بالتبع افزایش مصرف انرژی و آلودگی سبب پیدایش جزایر حرارتی در مناطق شهری گردیده است. عواملی از قبیل هندسه دره‌های شهری، تراکم، چیدمان، جهت‌گیری و هندسه ساختمان‌ها، اندازه شهر، اندازه معابر و کاربری‌های آلودگی‌زا مانند کاربری‌های صنعتی در مقیاس شهر و در مقیاس ساختمان، مصالح و خصوصیات حرارتی مصالح (ظرفیت و هدایت حرارتی مصالح، ظریب انتشار و انعکاس مصالح، نفوذ پذیری مصالح و انرژی نهفته مصالح) از جمله عوامل تاثیر گذار بر شدت جریزه حرارتی می‌باشند. مصالحی که در محیط‌های شهری مورد استفاده قرار گرفته‌اند، پرتوهای خورشیدی و مادون‌قرمز را جذب و انباشته می‌کنند و به جو انتقال می‌دهند. تعادل حرارتی در محیط نیز عمدتاً ناشی از بازتاب پرتوهای خورشیدی و انتشار پرتو مادون‌قرمز مصالح به محیط پیرامون است. این بدین معناست که مصالح پوسته‌ی شهر نقش مهمی در کاهش دریافت و ذخیره حرارت و انتقال آن به محیط شهری دارند. نتایج حاصل از این پژوهش نیز اهمیت طبقه‌بندی عملکرد حرارتی مصالح نما در جهت توسعه پایدار شهری، را نشان می‌دهد. در این راستا شرایط آب و هوایی همچون دما، رطوبت، سرعت باد، میزان ابر آسمان و همچنین میانگین دمای تابشی نیر تاثیر گذارند که در این تحقیق به بررسی دمای هوا و میانگین دمای تابشی پرداخته شد. اطلاعات هواشناسی از نزدیکترین ایستگاه به سایت گرفته شد؛ سال های (۹۷-۹۲) خصوصیات تابشی و حرارتی مصالح نیز با استفاده از ابزارهای متعددی چون دوربین مادون قرمز، ترمومتر لیزری و دما سنج سیار بررسی گردیده است. اندازه‌گیری دمای سطح مصالح در طول ۱سال در فصل‌های زمستان و تابستان که جزیرهٔ حرارتی تاثیرگذار است مورد بررسی قرار گرفت. الگوی رفتاری نوسانات دمای مصالح و ارتباط آن با دمای هوای مجاور در طول روز، در دو نوبت صبح و غروب – در بازه زمانی که بیشترین و کمترین جزیرهٔ حرارتی وجود دارد– برداشت و بررسی گردید. اما چندین برداشت نیز به صورت شبانه روزی در طی ۲۴ ساعت صورت گرفت، بنابراین الگوی رفتاری مصالح در طول شب نیز مورد بررسی قرار گرفته شد تا همه تغییرات مورد توجه قرار گیرند. اندازه گیری دمای سطح مصالح یکبار در هر ساعت، به منظور افزایش دقت اندازه گیری و کاهش خطاهای احتمالی، ثبت گردید. در این راستا عملکرد حرارتی تعدادی از مصالح رایج مورد استفاده در نمای خارجی ساختمان های محله پونک شهر قزوین مورد مطالعه قرار گرفت. در این راستا، ابتدا اندازه‌گیری دمای هوا و مصالح توسط ترمومتر لیزری و دوربین مادون قرمز و دماسنج سیار، صورت گرفت بعد از ارزیابی از طریق دیدگاه شبیه سازی نتایج بدست آمده حاکی از آن است که مصالح براساس رفتارهای حرارتی و مشخصات فیزیکی، عملکردهای متفاوتی از

خود نشان دادند: سطوح با رنگ تیره و سطح زمخت ، تمایل به جذب پرتوهای خورشیدی بیشتری نسبت به سطوح با رنگ روشن و سطح صاف و صیقلی دارند، بنابراین سطوح با رنگ تیره گرمتر از سطوح با رنگ روشن هستند. همچنین بررسی تعداد زیادی از مصالح نشان می‌دهد که مصالح با رنگ روشن هم از بقیه تایل‌ها دمای سطح پایینتری دارند. همانطور که انتظار می‌رود تایل‌های نخودی و سفید–خاکستری روشن از تایل‌های قرمز و خاکستری تیره سردتر هستند. اما بازتابش زیاد به هوا در مصالح روشن با آلبدوی بالا برای نما باعث کاهش آسایش حرارتی می گردد. دمای فضاهایی که در همنشینی با فضای سبز قرار گرفته اند به طور قابل ملاحظه ای خنک تر از دیگر مصالح می باشد لذا پیشنهاد می-گردد برای کاهش اثرات مخرب جزایر گرمایی و افزایش دما، میزان پوشش گیاهی در شهرها افزایش یابد. این افزایش در سطح خیابان‌ها، بام‌ها و نماها می‌تواند باشد. در پی یافتن راه حل‌هایی برای کاهش پدیده جزایر گرمایی به این نتیجه رسیدیم که مناسب‌ترین راه‌حل طراحی‌شهری و معماری متناسب با اقلیم می‌باشد. از مهمترین یافته‌ها اینکه مصالح سرد و مصالح سبز مصالح مناسبی هستند اما برای فضای داخل سودمند ترند تا فضای بیرون زیرا که مصالح با آلبدوی بالا بیشترین شار تابشی را به هوا بازتاب می‌کنند، خود مصالح سرد مانده در نتیجه گرما نیز به فضای داخلی منتقل نمی‌شود، اما برای دمای خارج آلبدوی بالا در مصالح، یعنی کاهش آسایش حرارتی و این در شهرهایی که دارای جزیرهٔ حرارتی اند مطلوب نیست؛ حال سوال این است که چه باید کرد؟ در شهرهایی که دارای جزیرهٔ حرارتی اند آلبدوی بالا برای فضای داخل ساختمان مناسب است اما برای فضای خارجی نه، لذا پیشنهاد می گردد از مصالح با آلبدوی پایین استفاده گردد، تا دمای خارج بالا نرود برای فضای داخل هم از عایقهای مناسب استفاده گردد تا گرمای جذب شده توسط مصالح به فضای داخل منتقل نگردد؛ اما در شهرهایی که جزیرهٔ حرارتی ندارند استفاده از مصالح با آلبدوی بالا مصرف انرژی داخل فضا را کم کرده، مصرف انرژی کمتر برای سرمایش در تابستان خود باعث کاهش آلودگی در شهر می‌گردد. نتایج این پژوهش می‌تواند به بهبود عملکرد حرارتی ساختمان‌ها در آینده کمک نماید. همچنین با توجه به اینکه پوسته شهر نقش بسزایی در ایجاد جزایرحرارتی دارند، لذا طراحی صحیح منجر به افزایش آسایش حرارتی می‌گردد. در شهرهایی که جزیرهٔ حرارتی وجود دارد افزایش پوشش گیاهی و استفاده از مصالح سرد با شاخص بازتاب خورشیدی بالا در کف و بام و استفاده از مصالح با آلبدوی پایین برای مصالح نما و استفاده از عایق مناسب برای جداره داخلی، می‌تواند راهبردی برای افزایش آسایش حرارتی و کاهش دمای هوا باشد. کاهش دمای سطح و بدنبال آن کاهش دمای هوا منجر به بهبود شرایط آسایش در محیط‌های شهری و کاهش تقاضا برای بار سرمایشی در ساختمان‌ها می‌شود.

تقدیر و تشکر

بنا به اظهار نویسنده مسئول، این مقاله که برگرفته از رساله دکتری می باشد، حامی مالی نداشته است.

منابع

۱) آبکار، علی (۱۳۹۴) مصالح سبز و کاربرد آن در جهت کاهش مصرف انرژی و میزان آلایندگی محیط زیست، کنفرانس بین المللی انسان، معماری، عمران و شهر، تبریز، ایران

۲) اسماعیل زاده، حسن؛ سعیدی فرد، فرانک؛ محمد نیا، محلا و اسدزاده، آمنه (۱۳۹۳) روش شناسی انجام پژوهش در مطالعات محیط زیست شهری، تهران، ا نتشارات مهگامه.

۳) اتمن، عثمان، ترجمه سارا زهری (۱۳۹۱) معماری سبز با مصالح و تکنولوژی پیشرفته، تهران،انتشارات مهرازان

۴) بخشی خانیکی، غلامرضا (۱۳۹۳)، آلودگی محیط زیست، دانشگاه پیام نور، دانشکده علوم کشاورزی

۵) پاکباز، مانلی، عبادی، تقی (۲۰۱۳) شهر سبز، شاخص ها، چالش ها و رویکردها، کنفرانس بین المللی مهندسی عمران، معماری و توسعه پایدار شهری، تبریز، ایران.

۶) خداکرمی، جمال؛ حاتمی، مجتبی (۱۳۹۵) جزیره حرارتی متغییری جدید در معماری و شهرسازی، تهران: انتشارات کتاب فکر نو.

۷) زبردست، اسفندیار(۱۳۸۳) اندازه شهر، چاپ اول، تهران، انتشارات مرکز مطالعاتی و تحقیقاتی شهرسازی و معماری.

۸) سیادتی، فریال سادات؛ شعاعی، حمیدرضا (۱۳۹۲) «باغ بام و دیوار سبز (باغ عمودی)، عناصری برای طراحی پایدار»، دومین همایش ملی اقلیم، ساختمان و بهینه‌سازی مصرف انرژی (با رویکرد توسعه پایدار)، اصفهان.

۹) عباس‌پور، مجید (۱۳۹۶) انرژی، محیط زیست و توسعه پایدار، تهران، انتشارات دانشگاه صنعتی شریف. جلد ۱ و ۲

۱۰) فطرس، محمدحسن؛ فردوسی، مهدی و مهرپیما، حسین (۱۳۹۰) بررسی تأثیر شدت انرژی و گسترش شهر نشینی بر تخریب محیط زیست در ایران، تحلیل هم جمعی، محیط شناسی، دوره۳۷، شماره ۶۰. صص. ۳۴-۱۳.

۱۱) مرئی، الهه (۱۳۹۳) نقش مصالح پوسته شهری در طراحی ساختمان بر اساس تغییرات دمایی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه هنر تهران.(به راهنمایی دکتر بهشید حسینی و مهرداد مظلومی) .

12) Abkar. A. (2015) Green materials and its application to reduce energy consumption and environmental pollution,The International Conference on Human, Architecture, Civil Engineering and City,Tabriz, Iran. [persian].

13) Esmailzade. H., Saidifard. F., Mohamadnia. M. & Asadzade. A. (2014) Methodology of conducting research in urban environmental studies, Tehran. [persian].

14) Bakhshi. GH. (2014) Environmental pollution, Payame Noor University, Agricultural Sciences. [persian].

15) khodakarami.J and hatami.m (2016) Thermal island is a new variable in architecture and urban planning, fekre no, Tehran. [persian].

16) Akbari. H, Pomerantz. M, Taha.H (2001) Cool surfaces and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban areas, Solar energy, Vol.70,pp.95-310. [persian].

17) ASHRAE (2019) Thermal environmental conditions for human occupancy ANSI-ASHRAE, PP. 55-1992.

18) Attmann, O. (2010 Green Architecture Advanced Technologies and Materials, McGraw-Hill.

19) EPA. (2013) Heat island impacts. Retrieved April2, 2013, from United State Environmental protection Agency (EPA).

20) Envi-Met. (2015) services: http:/www.envi-met.com/services

21) Farhadi.H., Faizi. M. & Sanaieian. H. (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 46.101448

22) Gartland., L. (2008) Heat Island. London: Earth scan.

23) Gunawardena, K.R., Wells. M.J,T. & Kershaw,.T. (2017) Utilising green and bluespace to mitigate urban heat island intensity, Sci. Total Environ. PP.584–585,

24) Gunawardena. K., Kershaw.T. & Steemers. K. (2019) Simulation pathway for estimating heat island influence on urban/suburban building space-conditioning loads and response to facade material changes, Building and Environment 150 .

25) Levinson, R., Berdahl, P., Akbari, H., Miller, W., Joedicke, I., Reilly, J. (2014) Methods of creating solar-reflective nonwhite surfaces and their application to residential roofing materials. In Solar Energy Materials and Solar Cells, Vol. 20, No. 2, pp. 312–302.
26) Montavez J.P., Rodriguez A. & Jimenez J.I. (2000) A study of the urban heat island of Granada, international journal of climatology,Vol.20, No. 100, pp. 899-911
27) Marceau M.L. & VanGeem M.G. (2007) Solar Reflectance of Concretes for LEED Sustainable Sites Credit: Heat Island Effect, Research an Development Information, Portland Cement Association
28) NASA (2015) Landsat science, the landsat program: http:// landsat.gsfc.nasa.gov/ U.S Department of energy.
29) Ooka, R. (2010) Development of assessment tools for urban climate and heat island mitigation, CPD Lecture.
30) SHahmohamdi p. Ulrich Cubasch. (2013) Conflict between Population and Urbanization Factors: Impact of Urban Heat Island on Energy Consumption, Balance. Journal of Civil Engineering and Architecture, pp. 16-2
31) Synnefa. A., Dandou. A., Santamouris. M., Tombrou, M & Soulakellis. N. (2008) Large scaleAlbedo changes using cool materials to mitigate heat island in Athens. Applied Meteorology and Climatology ,Vol.47, No.11 pp. 56-2846
32) Urban Heat Island. (2011) Technical Report, VCCCAR.
33) Wong. K.E. & Yau. R. (2009) Urban Ventilation as a Countermeasure for Heat Islands toward Quality and Sustainable City Planning in Hong Kong, International conference on countermeasures to urban heat islands, California, USA.
34) www.maps.google.com (ACCESS DATE 2019).