I.A.U
Yadegar -e- Imam Khomeini (RAH) Shahr-e-Rey

Journal Organization of Space Economy

JOSE

Home Page: https://sanad.iau.ir/journal/jose

Investigating the vulnerability of cities to thermal islands (Case study: Tehran and Varamin)

Hassan Jafari Sirizi[1], Mojtaba Jafari Sirizi [2] Leila Hosseinjani [3] , Seyedeh elham Davari[4*]

1. MSc Department of Climatology, Urban Orientation, University of Tehran, Iran
2. MSc of Rural Geography, Department of Sustainable Rural Development Management, Tarbiyat Modares University, Tehran, Iran
3. PhD in water and meteorology, Zanjan University, Zanjan, Iran
4. Ph.D. in Geography and Urban Planning, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

ARTICLEINFO

Article type:

Research Article

History Article:

Received:
08 December 2023

Revised:
07 January 2024

Accepted:
07 January 2024

Keywords:

Vulnerability,
thermal island,
urban density,
Tehran,
Varamin.

ABSTRACT

Introduction: Urban heat islands (UHI) reflect the amount of temperature difference observed between cities and their surrounding areas.

Objectives: The current research aims to identify the heat island phenomenon in two cities, Tehran with an industrial business background and Varamin, which is growing with an agricultural background. The aim is to identify the vulnerability of the society to the effects of the heat island and to try to adapt the society related to the heat island.

Methods: The current research used a combination of quantitative and qualitative research methods. Data analysis was done using SPSS, EXCEL, ENVI and ARCGIS software. The tool for collecting information is a structured questionnaire based on the LVI index and according to the characteristics of the study areas. The validity of the questionnaire was verified with the help of a panel of experts, and the reliability of the present questionnaire was confirmed using Kornbach's alpha method. The statistical data includes 99 heads of households in three districts in Tehran and two districts in Varamin.

Results and Discussion: The results showed that Tehran is more vulnerable than Varamin. The first part of this research is dedicated to the investigation and identification of the urban heat island, which was investigated using the field temperature measurement data and satellite images. The results showed that urban heat accumulation exists in both cities, but Tehran is more intense. The thermal island in Tehran was quite clear compared to Varamin on clear and sunny days. On cloudy days, the temperature difference between the regions was small, and also on days with wind, Tehran had a higher night temperature than Varamin, which is related to the high density and greater extent of this city. The second part of this research is based on the LVI index to evaluate the vulnerability of the urban heat island. The average level of vulnerability in Varamin is due to the low level of community awareness of temperature changes and its effects, but there was a sign of adaptation, which is in the form of natural adaptation.

Conclusion: Varamin also has a better situation than Tehran in terms of interaction and relations. Tehran is facing an increase in temperature as well as a low adaptation level, which is one of the reasons for urban density.

Highlight:

- Thermal Island in both Tehran and Varamin cities it is obvious
- But the intensity of heat islands in Tehran is higher due to land cover patterns.

Cite this article:

Jafari Sirizi. H., Jafari Sirizi, M., Hosseinjani. L., & Davari. S. E. (2024). Investigating the vulnerability of cities to thermal islands (Case study: Tehran and Varamin). *Organization Of Space Economy*, 1(2), 30-50.

© The Author(s)

[1]. Corresponding Author: Seyedeh elham Davari
Email: Elham.davari70@yahoo.com

نشریه ساماندهی اقتصاد فضا

JOSE

Home Page: https://sanad.iau.ir/journal/jose

بررسی وضعیت آسیب‌پذیری شهرها به جزایر حرارتی (مطالعه موردی: تهران و ورامین)

حسن جعفری سیریزی[۱]، مجتبی جعفری سیریزی[۲]، لیلا حسینجانی[۳] و سیده الهام داوری[۴*]

۱. کارشناسی ارشد اقلیم شناسی گرایش شهری، دانشگاه تهران، ایران
۲. کارشناسی ارشد جغرافیای روستایی، گرایش مدیریت توسعه پایدار روستایی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۳. دکتری آب و هواشناسی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
۴. دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی‌شهری، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران

مشخصات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۲/۰۹/۱۷

تاریخ بازنگری:
۱۴۰۲/۱۰/۱۷

تاریخ پذیرش:
۱۴۰۲/۱۰/۱۷

کلیدواژه‌ها:
آسیب پذیری، جزیره حرارتی، تراکم شهری، تهران، ورامین

چکیده

بیان مسئله: جزایرحرارتی شهری (UHI) منعکس کننده مقدار تفاوت مشاهده درجه حرارت بین شهرستان‌ها و مناطق اطراف خود هستند.

هدف: شناسایی پدیده جزیره حرارتی در دو شهرستان، تهران با یک پس زمینه کسب و کار صنعتی و ورامین در حال رشد با پس زمینه‌های کشاورزی است. هدف شناسایی آسیب‌پذیری جامعه به اثرات جزیره حرارتی و تلاش در جهت سازگاری جامعه مربوط به جزیره حرارتی است.

روش: پژوهش حاضر، از ترکیب روش‌های تحقیق کمّی و کیفی بهره گرفته شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار EXCEL, ENVI, SPSS و ARCGIS انجام گردید. ابزار گردآوری اطلاعات پرسشنامه ساختارمند بر اساس شاخص LVI و با توجه به ویژگی‌های مناطق مورد مطالعه است. روایی پرسشنامه به کمک پانل متخصصین تأیید و پایایی پرسش‌نامه حاضر ازروش آلفای کرونباخ استفاده گردید. جامعه آماری شامل ۹۹ سرپرست خانوار در سه منطقه در تهران و دو منطقه در ورامین می‌باشد.

یافته‌ها و بحث: نتایج نشان داد، تهران آسیب پذیری بیشتری نسبت به ورامین دارد. بخش اول این پژوهش به بررسی و شناسایی جزیره حرارتی شهری اختصاص دارد که با استفاده از داده‌های اندازه گیری میدانی دما و تصاویر ماهواره‌ای بررسی شد. نتایج نشان داد که تجمع حرارت شهری در هر دو شهرستان وجود دارد، اما تهران شدت بیشتری دارد. جزیره حرارتی در در تهران نسبت به ورامین در روزهای صاف و افتابی کاملا مشخص بود. در روزهای ابری اختلاف دما بین مناطق کم بود و هم چنین در روزهای همراه با وزش باد تهران دمای شبانه بیشتری نسبت به ورامین داشت که این دمای بالا در ارتباط به تراکم بالا و گستردگی بیشتر این شهر است. بخش دوم این پژوهش براساس شاخص LVI به ارزیابی آسیب‌پذیری جزیره حرارتی شهری پرداخته شده است. سطح متوسط آسیب‌پذیری در ورامین به دلیل پایین بودن سطح آگاهی جامعه از تغییرات دما و اثرات آن است اما نشانه‌ای از سازگاری وجود داشت که در قالب سازگاری طبیعی است.

نتیجه‌گیری: ورامین هم چنین در زمینه تعامل و روابط وضعیت بهتری نسبت به تهران دارد. تهران با افزایش دما و هم چنین سطح سازگاری پایین مواجه است که از دلایل آن تراکم شهری است.

نکات برجسته:

- جزیره حرارتی در هر دو شهرستان تهران و ورامین مشهود است.
- اما شدت جزایر حرارتی در تهران به دلیل الگوهای پوشش زمین، بیشتر است.

ارجاع به این مقاله: جعفری سیریزی، حسن ، جعفری سیریزی، مجتبی، حسینجانی و داوری، سیده الهام. (۱۴۰۲). بررسی وضعیت آسیب‌پذیری شهرها به جزایر حرارتی (مطالعه موردی: تهران و ورامین)، ۱(۲)، ۵۰-۳۰.

© نویسندگان

۱. نویسنده مسئول: سیده الهام داوری
پست الکترونیک: Elham.davari70@yahoo.com

بیان مسئله

طی چند دهه اخیر، فعالیت‌های انسانی و تغییراتی که در چشم اندازهای کره زمین به وجود آورده است، مساله‌ای را به نام گرمایش جهانی شکل داده که هم‌اکنون یکی از مو ضوعات بحث برانگیز در تمام مجامع جهانی می‌با شد (پاک اندیش و همکاران، ۲۴۲:۱۳۹۸). جزایر حرارتی با تغییر الگوی بادهای محلی، تقویت ر شد ابرها و مه، افزایش رعدوبرق و تأثیر بر میزان بارش، شرایط هوا و اقلیم محلی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (رنجبرسعادت آبادی و همکاران، ۱۳۸۵: ۶۱). هم‌چنین افزایش مصرف انرژی برای خنک‌کنندگی، کیفیت هوای شهری را پایین آورده و سبب ناراحتی مردم و عدم آ سایش شهرنشینان می شود و با تأثیر بر سلامتی ان سان‌ها، احتمال بروز آ سم و انواع بیماری‌ها تنف سی دیگر را افزایش می‌دهد (Liu & Zhang, 2011). جزایر حرارتی شهری (UHIS) پتانسیل این را دارند به یکی از بزرگ‌ترین م شکلات ان سان در ارتباط با شهرنشینی و صنعتی شدن تمدن ب شر، تبدیل شوند که به تهدید سلامت انسان توسط تنش‌های حرارتی منجر شوند (Harlan et al., 2006: Larsen, 2003).

امروزه جزایر حرارتی شهری را می‌توان گرمایش جهانی در مقیاس خرد بیان کرد که انسان در به وجود آوردن این پدیده نقش ا صلی را ایفا می‌کند (Han et al., 2011). عوامل مؤثر در شکل‌گیری جزایر حرارتی شهری شامل: ۱. تغییرات در ویژگی‌های فیزیکی سطح زمین مانند بازتاب، نشر و یا هدایت حرارتی و جایگزینی پوشش گیاهی طبیعی توسط سطوح غیرقابل نفوذ و درنتیجه تغییرات در تعادل انرژی سطح. ۲. انت شار بالای گرمای ان سانی. ۳. کاهش تبخیر و تعرق سطح در مناطق شهری ۴. و تغییرات در جریان‌های سطوح مربوط به هند سه پیچیده از خیابان‌ها و ساختمان‌های بلند ا ست(پور امین و همکاران، ۱۳۹۸: ۷۱). برر سی‌های ماهواره‌ای نا سا نشان می‌دهد که تمامی ابر شهرهای روی زمین دلیل از بین بردن ر ستنی‌ها و گیاهان و جایگزینی آن‌ها با م صالح به‌ویژه تیره‌رنگ ساختمانی دچار چنین مشکلی شده‌اند. در طول روز مواد تیره ساختمانی، گرما را جذب می‌کنند و تا ساعت‌ها پس از غروب آفتابان را نگه می‌دارند این فرایند علاوه برتابش به جسم و گسیل طول‌موج بلندتر از آن باعث تشدید هوای گرم در ابر شهر می‌شود. بین تراکم ساختمان‌ها و درجه حرارت هوا رابطه‌ای مشاهده می‌شود بدین معنی که نواحی با تراکم زیاد ساختمان‌های بلند مستعد داشتن درجه حرارت‌های بالایی هستند؛ بنابراین شهرهای بزرگ با تراکم جمعیتی بالا و دارای ساختمان‌های بلند و پوشش گیاهی اندک شدیدترین جزایر گرمایی را ایجاد می‌کنند. سطوح سخت خیابان‌ها و ف ضاهای سنگ‌فرش شده و سطوح بتونی و سنگی ساختمان‌ها گرما را بیشتر و سریع‌تر از سطوح خاکی و دارای پوشش گیاهی ذخیره و هدایت می‌کنند.آسمان خراش‌ها می‌توانند ۶ برابر زمین هموار گرما جذب کنند و شب‌هنگامان را بازتاب دهند شکل هندسی ساختمان‌ها یکی از عوامل مهم شکل‌گیری جزایر گرمایی به شمار می‌روند (Okumus, 2021). گرمای شهر باعث بالا رفتن آلودگی نیز می‌شود و آلودگی ایجادشده در ذرات فلز، باعث افزایش اثر پدیده جزیره حرارتی خواهد شد. این مطالعه بررسی است بر روی پدیده جزیره حرارتی شهری و هم‌چنین ارزیابی از آسیب‌پذیری به اثرات UHI در دو شهر تهران و ورامین که اولی به‌عنوان یک ناحیه توسعه‌یافته و دومی به‌عنوان ناحیه کمتر توسعه‌یافته مطرح نموده است. با توجه به تغییرات کاربری اراضی شهری و رشد افقی و پراکنده در سال اخیر شهرهای مورد بررسی سبب شده است بسیاری از مناطق کشاورزی و طبیعی جای خود را به مناطق شهری بدهند(رحیمی،۳۰:۱۴۰۰). تغییرات پوشش اراضی در این مناطق باعث شده که دمای بالاتری نسبت به سایر نقاط داشته باشند. از این رو مقاله حا ضر با انتخاب بخ شی از محدوده مرکزی تهران و ورامین که پدیده جزیره حرارتی در آن م شهود ا ست به برر سی تعیین شاخص آسیب‌پذیری امرارمعاش در شهر تهران و ورامین و شناسایی جزایر حرارتی در تهران و ورامین و همچنین ایجاد آگاهی از اثرات بالقوه جزیره گرمایی در مناطق در معرض خطر پرداخته ا ست.بنابراین این پژوهش درپی پا سخگویی به این سوال است. ۱. شهر تهران در مقایسه با شهر ورامین آسیب‌پذیری بیشتری نسبت به جزیره حرارتی دارد؟

پیشینه تحقیق

جزیره حرارتی شهری برای اولین بار در سال ۱۸۱۹ توسط لاک هاوارد در شهر لندن مطرح شد. اصطلاح جزیره حرارتی شهری را مانلی در سال ۱۹۵۸ وضع کرد و جزایر حرارتی را در ۱۱ شهر اروپایی اندازه گیری کرد.در نخستین مطالعاتی که کوشیدند با استفاده از داده‌های مادون قرمز حرارتی چشم انداز حرارتی شهری را مطالعه کنند و از داده‌های NOAA AVHRR استفاده نموده‌اند

(بالینگ و برازل اون[1]؛۸۹۹–۹۰۸ :۱۹۹۳، گالو و همکاران[2] ۱۹۹۳: ۸۹۹، گالو و اون[3]، ۱۹۸۸: ۱۷۲، استروتگر[4]، ۲۰۰۲: ۲۸۹) قدرت تفکیک مکانی باند حرارتی برای تمامی این مطالعات۱/۱ کیلومتر بود که فقط برای تهیه نقشه کوچک مقیاس دمای شهر مناسب است. بعدها داده‌های مادون قرمز حرارتی لندستTM، ETM و ASTER ، به ترتیب با قدرت تفکیک مکانی ۱۲۰ ۶۰ و ۹۰ متر امکان استخراج درجه حرارت سطح زمین و مطالعه دقیق تر حرارتی شهری را فراهم نمود (وونگ[5]، ۲۰۰۱؛ ونگ و همکاران، ۲۰۰۶؛ امیری و همکاران، ۲۰۰۹؛ فلاحتکار و همکاران، ۲۰۱۱؛ موسوی و همکاران۱۳۹۱، وانگ[6] و همکاران، ۲۰۱۹). در پژوهشی تغییرات کاربری اراضی و دمای سطح زمین را در دلتای رودخانه پیارل در چین به صورت چند زمانه مورد بررسی قرار دادند. به این نتیجه رسیده‌اند رشد شهر در این ناحیه و الگوهای دمای سطح زمین با تخریب کاربری اراضی افزایش یافته است(شی و همکاران[7]، ۲۰۱۸). در مطالع‌های تاثیرات تغییرات مکانی – زمانی جزایر حرارتی شهری را با استفاده از رویکرد رگرسیون کاربری اراضی مدل سازی کردند. به این تیجه رسیده‌اند: الگوی فضایی جزایر حرارتی شهری (UH) به طور وسیع با نقشه‌های LULC و ئومورفوتری شهری در نواحی مسکونی با تراکم زیاد به ویژه در شب تعیین می شود و مدل‌های حاصل به منظور غنی سازی دستور کارهای طراحی شهری فعلی و کمک به مقابله با UH به کار می‌روند. وانگ و همکاران (۲۰۱۸)، در مطالعه‌ی تغییرات کاربری اراضی و تاثیر آن بر کاربری اراضی در یانگون میانمار بررسی کردند. و به این نتیجه رسیده‌اند که تغییرات کاربری اراضی تاثیرات پیچیده و مستقیمی بر تغییرات دمای سطح زمین دارد، به طوری که در این مطالعه نواحی شهری بیشترین دما سطح زمین را نشان می‌دهند. سلطانی مقدم (۱۳۸۹)، در تحقیقی با عنوان پیامدهای مکانی و فضایی تغییر کاربری اراضی سکونتگاه‌های روستایی (شهرستان قرچک–استان تهران): به این نتیجه رسید افزایش کاربری‌های مسکونی به علت جذب جمعیت تاثیرات اجتماعی از قبیل تفاوت‌های اجتماعی، پیامدهای اقتصادی از جمله افزایش مشاغل واسطه‌گری و بورس بازی زمین، تاثیرات زیست‌محیطی را در قالب کاهش فضایی سبز و کشاورزی به همراه داشت. رحیمی (۱۴۰۰)، در پایان نامه‌ای با عنوان نقش کاربری اراضی بر الگوی جزایر حرارتی (مطالعه موردی: شهر اصفهان) به بررسی تغییرات مکانی جزایر حرارتی مناطق مختلف شهر اصفهان به منظور تهیه نقشه دمایی و امکان تشکیل جزایر حرارتی با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور پرداخته‌اند و نتیجه حاکی از افزایش دما در مناطق دارای فاقد پوشش گیاهی بوده اند بوده است. فربودی و همکاران (۱۴۰۰)، در پژوهشی با عنوان کاهش جزایر حرارتی شهری از طریق افزایش سبزینگی و سطوح نفوذپذیر در تهران با هدف بررسی جزیره حرارتی درمراکز شهر و محل‌های پرتردد و پر ترافیک بوده است. و هدف پژوهش حاضر تعدیل این پدیده در بخشی از محدوده مرکزی تهران و ارایه راهکارهایی جهت تعدیل دما بوده است. نتایج نشان داد با افزایش زیر ساخت‌های سبز شهری و کفپوش‌های نفوذپذیر تعدیل می‌گردد. همچنین درخت نسبت به سایر پارامترها بیشترین تاثیر کاهش دما را ایجاد می‌کند.

روش تحقیق

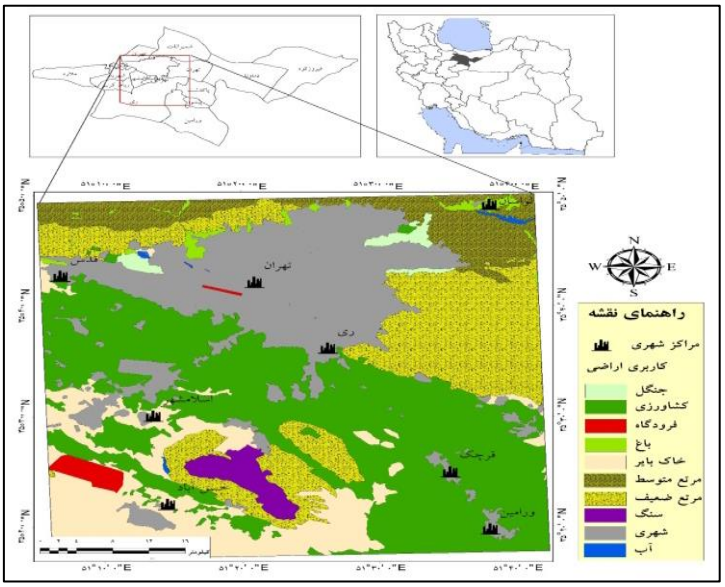
بر این اساس پژوهش حاضر ازنظر هدف کاربردی و ازنظر روش اسنادی–پیماشی است. داده‌های این تحقیق با استفاده از روش کتابخانه‌ای و پیمایشی گردآوری شده‌اند. جامعه آماری این تحقیق خانوارهای ساکن در نقاط مورد مطالعه در تهران و ورامین می‌باشند. در تحقیق حاضر از شیوه نمونه‌گیری تصادفی-طبقه‌بندی استفاده شده است. در این تحقیق ازآنجاکه حجم جامعه مشخص نبود ابتدا ۳۰ پرسش‌نامه به منظور به دست آوردن واریانس نمونه (پراکندگی پاسخ‌ها) استخراج شد.حجم نمونه بر طبق فرمول ۹۹ می‌با شد؛ و در آخر به صورت تصادفی و توجه به پراکندگی همگن در توزیع تعداد پرسش‌نامه‌ها در محله اقدام به جمع آوری اطلاعات از خانوارها شده است. توزیع فضایی دما برای اندازه‌گیری جزیره حرارتی شهر از طریق مراحل زیر اندازه‌گیری شده است: درجه حرارت هوا در مناطق موردمطالعه توسط دماسنج Data Logger در نقاطی که انتخاب شده بود اندازه‌گیری شد. میانگین تمام داده‌های مشاهده شده در هر مکان همراه با موقعیت جغرافیایی موردا ستفاده قرار گرفت. اندازه‌گیری درجه حرارت در

1. Balling and Brazell
2. Gallo
3. Owen
4. Streutker
5. Wong
6. Weng
7. Shi

پنج نقطه (سه نقطه در تهران و دونقطه در ورامین) به صورت هفت مرتبه از اسفندماه تا اردیبهشت‌ماه ۱۴۰۱ انجام شد. اندازه‌گیری‌ها به این صورت بود که سه روز آفتابی، دو روز ابری و دو روز همراه با وزش باد انتخاب شدند. روزهای آفتابی شامل ۱۲ اسفند، ۴ اردیبهشت و ۱۲ اردیبهشت، روزهای ابری شامل ۲۱ اسفند و ۷ اردیبهشت و روزهای همراه با وزش باد شامل ۱۷ اسفند و ۲۹ فروردین می شوند. برای انتخاب این روزها از قبل سایت هواشناسی شده است. پس از تهیه محصول دمای سطح زمین روزانه MOD11A1 و MYD11A1 با استفاده از ابزار MODIS Conversion Toolkit در نرم‌افزار Envi، این داده‌ها از فرمت HDF به فرمت ENVI و درنهایت به فرمت GeoTiff تبدیل‌شده‌اند. همچنین با استفاده از همین ابزار لایه‌ها ژئورفرنس می شوند. پس از تبدیل داده‌ها به GeoTiff لایه مربوطه در محیط ARCMAP وارد شده و مقادیر دمای سطح زمین مربوط به هر نقطه اندازه‌گیری در ساعات ۱۱، ۱۳، ۲۳ و ۱ از تصاویر استخراج شد تا همبستگی بین داده‌های اندازه‌گیری شده در محل با داده‌های ماهواره‌ای به دست آید. همچنین برای خروجی تصاویر دمای سطح زمین لایه‌های مربوط به دمای سطح زمین در ساعات ۱۱ و ۱۳ و همچنین ۲۳ و ۱ باهم ترکیب شد تا به‌عنوان نماینده دمای سطح زمین در روز و شب به نمایش درآید.

قلمرو تحقیق

مناطق موردمطالعه در این تحقیق بخش‌هایی از شهر تهران و شهر ورامین به‌عنوان یکی شهر حاشیه‌ای در کنار شهر تهران انتخاب شده است. در ابتدا مروری خواهیم داشت بر ویژگی‌های کلی تهران و ورامین و بعد از انبه معرفی نقاط انتخاب شده در این پژوهش پرداخته می‌شود. تهران، پایتخت جمهوری اسلامی ایران است که ازنظر جغرافیایی در ۵۱ درجه و ۱۷ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۳۳ دقیقه شرقی و ۳۵ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۴۶ دقیقه شمالی قرارگرفته است (نامداری، ۱۳۹۸). این شهر در دامنه جنوبی رشته کوههای البرز و حاشیه شمالی کویر مرکزی ایران در دشتی نسبتاً هموار واقع شده است. ورامین در ۳۵ کیلومتری جنوب شرقی استان تهران با جمعیتی بالغ بر ۵۴۰۰۰۰ نفر و مساحت ۲۴۳۱ کیلومترمربع شهر ستان ورامین در جلگه‌ای صاف و حاصلخیز واقع شده است. ازلحاظ مختصات تقریباً هم‌عرض با تهران است (فرهنگی و صفر زاده، ۱۳۹۰). فعالیت مردم در ورامین بیشتر تکیه‌بر کشاورزی دارد با این‌حال ورامین یک شهر صنعتی نیز محسوب می شود ازجمله کارخانه‌های صنعتی و تولیدی نقش عمده و مؤثری در اقتصاد این شهر ستان دارند. اقلیم شهر ورامین خشک می‌باشد و از ویژگی‌های آن بارندگی کم، گرمای زیاد و دوره خشک طولانی می‌باشد. نقاط اندازه‌گیری میدانی دما شامل: محدوده میدان امام حسین تهران، محدوده آزادی محدوده میدان انقلاب، محدوده میدان امام حسین ورامین، محدوده میدان امام خمینی ورامین است.

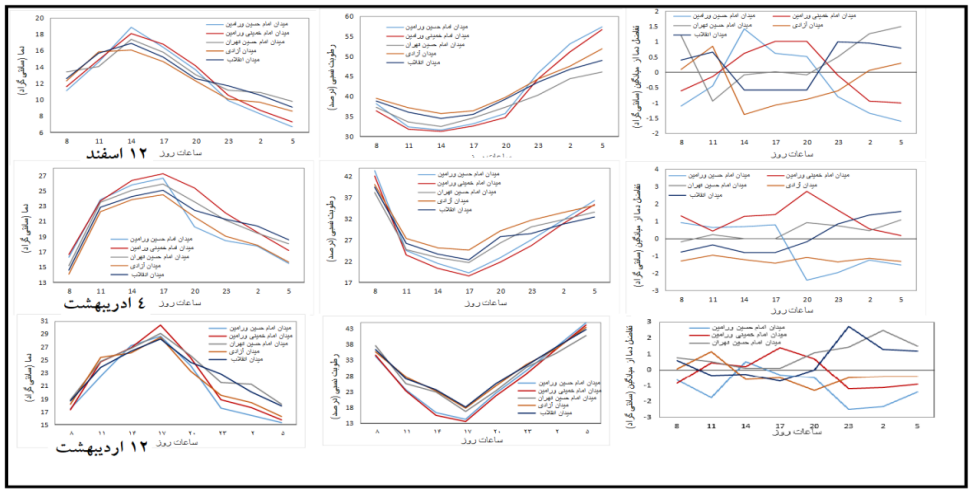


نقشه ۱. نقشه کاربری اراضی محدوده موردمطالعه

برگرفته از: ترسیم نگارندگان، ۱۴۰۲

یافته‌ها

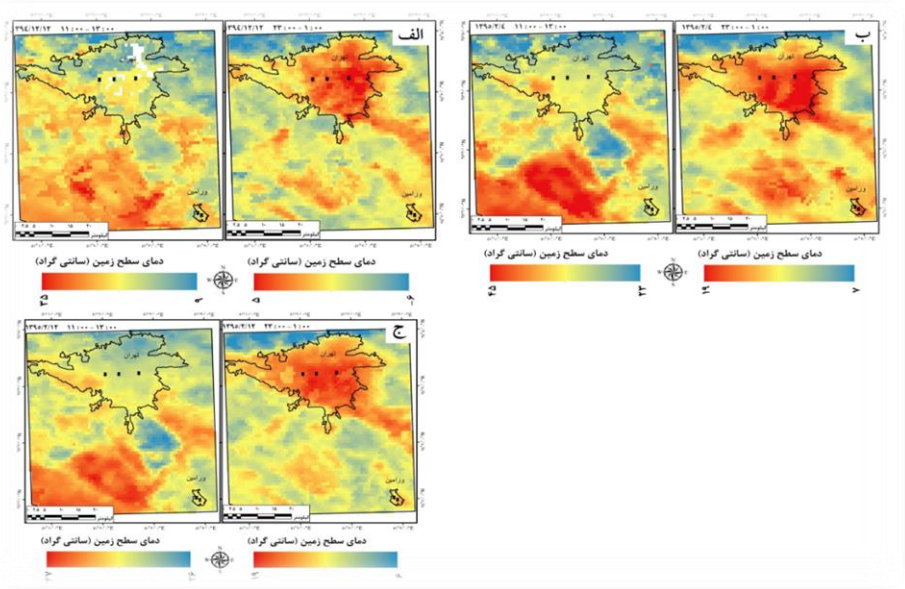
یافته‌های پژوهش در مناطق مورد مطالعه ارزیابی آسیب‌پذیری جزیره حرارتی شهری براساس پرسش‌نامه توزیع شده بین خانوار می‌باشد. پس از جمع‌آوری داده‌های میدانی و اخذ تصاویر ماهواره‌ای مربوط به زمان برداشت میدانی، داده‌ها در سه بازه مختلف مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. این سه بازه عبارت‌اند از ۱) روزهای صاف و آفتابی ۲) روزهای ابری و ۳) روزهای همراه با وزش باد؛ داده‌های روزهای صاف و آفتابی شامل سه روز (۱۲ اسفند، ۴ و ۱۲ اردیبهشت) هستند. داده‌های دما و رطوبت نسبی جمع‌آوری شده توسط دستگاه (data loger) برای روزهای مورد مطالعه در نمودارهای شکل (۱) نشان داده شده است. با توجه به شکل در ۱۲ اسفند ایستگاه‌های اندازه‌گیری ورامین در اواسط روز و ایستگاه‌های امام حسین تهران و انقلاب در شب بیشترین شدت جزیره حرارتی را نشان می‌دهند. داده‌های اندازه‌گیری شده در ۴ اردیبهشت در شکل (۱) نشان می‌دهد که در طول روز دما در مکان‌های اندازه‌گیری تفاوت چندانی باهم ندارد و در غروب از هم فاصله می‌گیرند. درمجموع سه مکان میدان امام خمینی ورامین، میدان انقلاب و میدان امام حسین تهران در شب دماهای بالاتری را تجربه کرده‌اند. در این روز رطوبت نسبی در ساعات صبح مقدار بالاتری را نشان می‌دهد. در این روز تفاضل داده‌ها از میانگین برای میدان امام خمینی ورامین بیشترین مقدار و برای میدان آزادی کمترین مقدار را نشان می‌دهد. داده‌های مربوط به دما برای ۱۲ اردیبهشت در شکل (۱) نمایش داده شده است. با توجه به این نتایج در شروع ساعات روز و پس از طلوع آفتاب دمای ایستگاه‌های اندازه‌گیری تفاوت چندانی باهم ندارند اما در اواسط روز دمای اطراف میدان امام خمینی ورامین و اطراف میدان امام حسین تهران به ترتیب بیشترین دما رادارند. در اواسط شب تفاوت دمای ایستگاه‌های اندازه‌گیری بیشتر می‌شود؛ و بیشترین دما در شب مربوط به اطراف میدان امام حسین تهران و اطراف میدان انقلاب به دلیل تراکم بالای ساختمانی، تردد بالای وسایل نقلیه حتی تا اواسط شب و همچنین کمبود پوشش گیاهی در این مناطق می‌باشد. میدان آزادی نیز تردد وسایل نقلیه بالایی دارد ولی به علت وجود پوشش گیاهی مناسب چه در روز و چه در شب دمای کمتری نسبت به دو ایستگاه دیگر واقع در تهران دارد. داده‌های مربوط به رطوبت نسبی در شکل (۱) نمایش داده شده است. به‌طور کلی ایستگاه‌های واقع در تهران نسبت به ایستگاه‌های اندازه‌گیری واقع در ورامین به علت ارتفاع بالاتر شهر تهران نسبت به ورامین، در طول روز رطوبت نسبی بالاتری دارند. تفاضل داده‌های دمای هر ایستگاه اندازه‌گیری از میانگین همه ایستگاه‌ها را نشان می‌دهد. با توجه به نتایج این قسمت حوالی میدان امام حسین تهران در تمام ساعات شب و روز تفاضل مثبت و بالایی را نشان می‌دهد که نشان‌دهنده شدت جزیره حرارتی در حوالی میدان امام حسین تهران است. میدان امام حسین ورامین دقیقا عکس وضعیت میدان امام حسین تهران را دارد. میدان انقلاب در روز تفاضل منفی و در شب تفاضل مثبت بالایی را نشان می‌دهد و میدان امام خمینی ورامین در روز تفاضل مثبت و در شب تفاضل منفی را نمایش می‌دهد.



شکل ۱. مودار سری زمانی داده‌های دما، رطوبت نسبی و تفاضل داده‌های دمای هر ایستگاه اندازه‌گیری از میانگین همه ایستگاه‌ها در هر ساعت اندازه‌گیری در روزهای ۱۲ اسفند، ٤ و ۱۲ اردیبهشت

برگرفته از: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۲

به‌منظور بررسی توزیع مکانی دمای سطح زمین (LST)[1] در ۱۲ اسفند از محصولات LST مادیس (ترا و آکوا) در ساعات (۱۱، ۱۳، ۲۳ و ۱) استفاده شد. تصاویر مربوط به ساعات ۱۱ و ۱۳ به‌عنوان توزیع مکانی LST در روز و تصاویر مربوط به ساعات ۲۳ و ۱ به‌عنوان توزیع مکانی LST در شب میانگین‌گیری شد. شکل (۲) توزیع مکانی دمای سطح زمین در روز و شب در ۱۲ اسفند را نشان می‌دهد. با توجه به شکل توزیع مکانی دمای سطح زمین در روز و شب کاملاً باهم متفاوت است. در روز، غرب ورامین دمای سطح زمین بالای با توجه به خاک خشک (به علت ظرفیت حرارتی پایین به‌سرعت گرم شده و در طول روز دمای بالاتری نسبت به سایر پوشش‌ها) و بدون پوشش را نمایش می‌دهد. در طول شب خاک بایر به‌سرعت دمای خود را از دست می‌دهد این در حالی است که مناطق شهری به علت پوشش‌های مصنوعی آسفالت و سیمان که دارای ظرفیت حرارتی بالایی هستند هنوز دمای خود را حفظ کرده و نسبت به سایر پوشش‌ها دمای بالاتری را نشان می‌دهند. به‌منظور بررسی رابطه بین دمای سطح زمین به‌دست‌آمده از تصاویر ماهواره‌ای با داده‌های میدانی، ارزش‌های متناظر با مکان‌های اندازه‌گیری میدانی از تصاویر ماهواره‌ای در چهار ساعت از شبانه روز (۱۱، ۱۳، ۲۳ و ۱) استخراج شد و سپس با استفاده از ضریب همبستگی پیرسن شدت همبستگی بین این داده‌ها بررسی شد. ضریب همبستگی پیرسون در ۱۲ اسفند ۰/۸۹ و ضریب R2 ۰/۸ به دست آمد. توزیع مکانی دمای سطح زمین در روز و شب در ۴ اردیبهشت در شکل (۲) نمایش داده شده است. با توجه به شکل در روز بازهم مناطق بایر غرب ورامین بالاترین دما را دارد. در طول شب جنوب شهر تهران بالاترین دما را دارد و دو جزیره حرارتی در این قسمت از تهران تشکیل‌شده است. ضریب همبستگی پیرسون بین دمای اندازه‌گیری شده در محل با دمای سطح زمین به‌دست‌آمده از تصاویر مادیس در این روز ۰/۸۶ و ضریب R2 ۰/۷۴ به دست آمد. با توجه به شکل توزیع مکانی دمای سطح زمین در روز و شب کاملاً باهم متفاوت است. در روز مناطق شهری برخلاف انتظارات دمای پایین‌تری را از مناطق غیرشهری نمایش می‌دهند. به خصوص در غرب ورامین دمای سطح زمین بسیار بالاست و تا ۴۷ درجه سانتی‌گراد در ساعت ۱۱ تا ۱۳ می‌رسد. این به علت خشک شدن و بدون پوشش شدن خاک در این مناطق است. در روز ارتفاعات دمای سطح پایین‌تری از سایر مناطق دارند. در تهران فقط یک منطقه گرم قابل‌مشاهده است که در مناطق صنعتی جنوب غرب تهران قرار دارد.



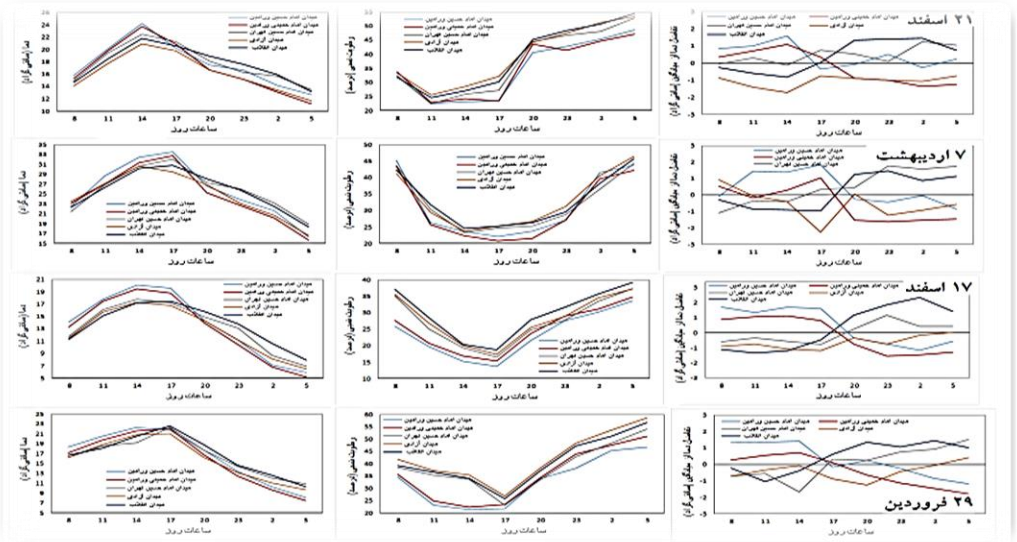
شکل۲. توزیع مکانی دمای سطح زمین در روز و شب برای ۱۲اسفند، ٤ و ۱۲ اردیبهشت

برگرفته از: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۲

[1]. Land Surface Temperature

در مرحله بعدی پژوهش، برای انجام ارزیابی آسیب پذیری در شهر تهران و ورامین سه نقطه در تهران و دو نقطه در ورامین انتخاب شد. در تهران برای هر مکان ۲۳ پرسش نامه و در وارمین ۱۵ پرسش نامه با توجه به معیارهای خاص توزیع شد. پرسش‌نامه بر اساس تجربه از مطالعات آسیب پذیری قبلی توسط کاترینا ماینک (۲۰۱۵) گرداوری شده است.

نتایج ضریب همبستگی پیرسون ۰/۹۵ و ضریب R2 ۰/۸۹ را نشان داد که نشان‌دهنده نزدیکی داده‌های اندازه‌گیری شده با داده‌های به‌دست‌آمده از تصاویر ماهواره‌ای است.

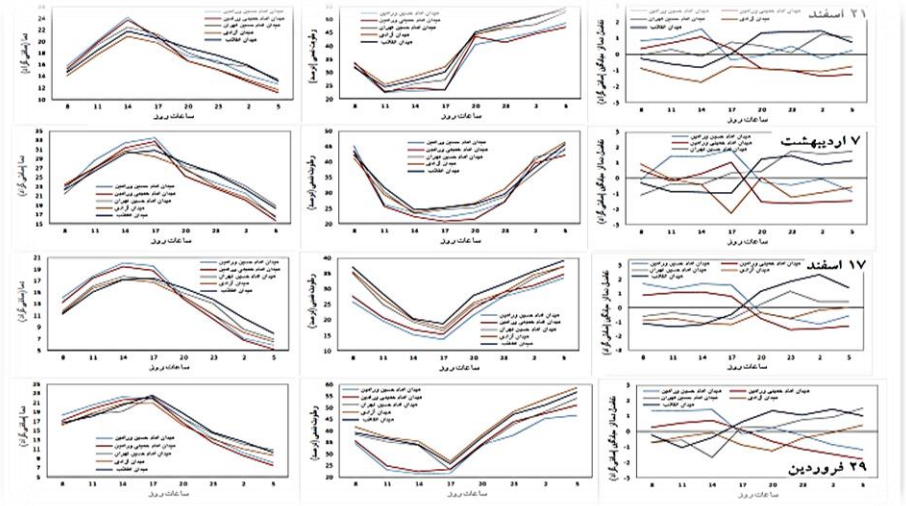


شکل ۳. نمودار پراکندگی از دمای اندازه‌گیری شده در محل با دمای سطح زمین به‌دست‌آمده

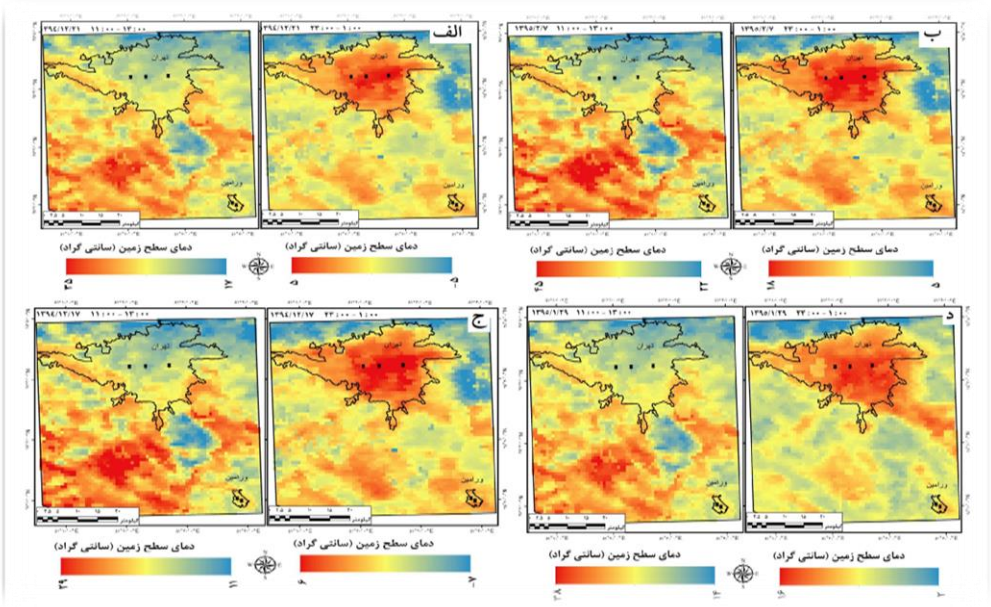
برگرفته از: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۲

در روزهای ابری با توجه به کمتر بودن انرژی گرمایی خورشید رسیده به زمین، تفاوت دمایی ایستگاه‌ها در روز و شب چندان تفاوتی ندارد. داده‌های مربوط به دما، رطوبت نسبی و تفاضل دما از میانگین برای ۲۱ و ۱۷ اسفند، ۷ اردیبهشت و ۲۹ فروردین در شکل (۴) نمایش داده‌شده است. مقدار رطوبت نسبی در ۲۱ اسفند در شب تقریباً دو برابر مقدار روزانه آن است. توزیع دمای سطح زمین در روز و شب در (شکل ۴) نمایش داده شده است. با توجه به شکل، در روز تفاوت بسیار فاحش بین مناطق خاک بایر غرب ورامین با دیگر مناطق و در شب تفاوت بین مناطق شهری با سایر مناطق وجود ندارد. بااین‌حال همبستگی بین دمای اندازه‌گیری شده در محل با دمای سطح زمین به‌دست‌آمده از تصاویر مادیس در ۲۱ اسفند، با ضریب همبستگی پیرسون (۰/۸۶) و R2 (۰/۷۸) مقدار قابل قبولی را نشان می‌دهد. در روز ۷ اردیبهشت نیز تفاوت زیادی بین دمای مکان‌های اندازه‌گیری در شب و روز مشاهده نشد (شکل ۴). رطوبت نسبی در این روز در صبح بالاتر از دیگر ساعات شبانه‌روز است. در این روز بیشترین تفاضل دما از میانگین مربوط به مکان‌های اندازه‌گیری در ورامین است، درحالی‌که در شب بالاترین مقدار تفاضل دما از میانگین مربوط به مکان‌های اندازه‌گیری انقلاب و میدان امام حسین تهران است و ایستگاه‌های ورامین در شب کمترین مقدار تفاضل دما از میانگین رادارند. تفاوت بیشینه دما از کمینه دما در این روز بیشتر از ۲۱ اسفند است، اما توزیع دمای سطح آن‌ها مشابه است. در این روز همبستگی بین دمای اندازه‌گیری شده در محل با دمای سطح زمین به‌دست‌آمده از تصاویر مادیس، با ضریب همبستگی پیرسون (۰/۸۴) و R2 (۰/۷۱) مقدار کمتر از ۲۱ اسفند را نشان می‌دهد (شکل ۴). وزش باد موجب کاهش رطوبت سطح خاک می‌شود؛ بنابراین انتظار می‌رود که در مناطقی که دارای خاک بایر است دمای آن در روز بالا برود. همچنین در شب موجب می‌شود در مناطق شهری به علت ساختمان‌های بلند و کاهش اثر باد دمای بالاتری نسبت به مناطق غیر شهری داشته باشد. در روز ۱۷ اسفند دمای مکان‌های اندازه‌گیری در ورامین از دمای اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های تهران بیشتر است اما در شب میدان انقلاب و میدان امام حسین تهران دمای بالاتری را تجربه می‌کنند. رطوبت نسبی در این روز در اواسط ظهر پایین است اما در بقیه ساعات روز بالا است. بیشترین تفاضل دما از میانگین در روز مربوط به مکان‌های ورامین و در شب مربوط به میدان انقلاب و میدان امام حسین تهران است. در توزیع مکانی دمای سطح زمین در این روز همان طور که ذکر شد در روز خاک بایر و در شب مناطق شهری بالاترین مقدار رادارند (شکل ۵). در این روز همبستگی بین دمای اندازه‌گیری شده در محل با دمای سطح زمین به دست آمده از تصاویر مادیس، ضریب همبستگی پیرسون (۰/۸۵) و R2 (۰/۷۲) را نشان می‌دهد (شکل ۵). در ۲۹ فروردین دمای مکان‌های اندازه‌گیری

تفاوت زیادی در روز و شب نشان نمی دهد. مقدار رطوبت نسبی در این روز بالا است. بیشترین تفاضل دما از میانگین در روز مربوط به مکان‌های ورامین و در شب مربوط به میدان انقلاب و میدان امام حسین تهران است. در توزیع مکانی دمای سطح زمین در این روز در روز خاک بایر و در شب مناطق شهری بالاترین مقدار رادارند. در این روز همبستگی بین دمای اندازه‌گیری شده در محل با دمای سطح زمین به دست آمده از تصاویر مادیس، ضریب همبستگی پیرسون (۰/۹) و R2 (۰/۸۱) مقدار بالایی را نشان می‌دهد.



شکل ٤. نمودار سری زمانی داده‌های دما، رطوبت نسبی اندازه‌گیری شده و تفاضل داده‌های دمای هر ایستگاه اندازه‌گیری از میانگین همه ایستگاه‌ها در هر ساعت اندازه‌گیری در روزهای منتخب

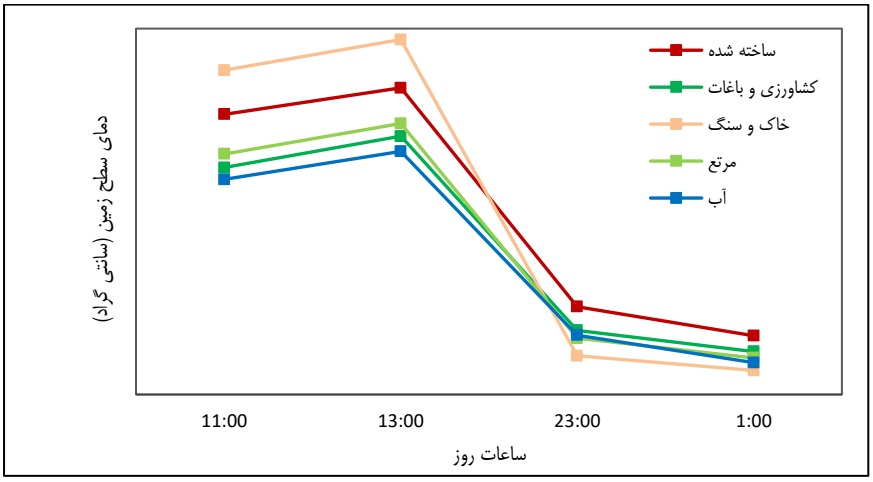


شکل۵. توزیع مکانی دمای سطح زمین در روز و شب برای ۲۱و ۱۷ اسفند،۷ اردیبهشت،۲۹ فروردین

برگرفته از: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۲

به منظور تحلیل تفاوت توزیع دمای سطح در روز و شب از پنج پوشش زمین معمول در منطقه (پوشش‌های: کشاورزی و باغات، ساخته‌شده، خاک و سنگ، مرتع و آب) استفاده شد و میانگین دمای سطح زمین در چهار ساعت از شبانه روز برای این پوشش‌ها محاسبه شد و نتایج در نمودار ۱. نمایش داده شد. یکی از عوامل مؤثر در تغییرات مکانی روزانه دمای سطح زمین، تفاوت در تعامل پوشش‌های مختلف زمین در برابر نور خورشید رسیده به سطح می‌باشد. با توجه به شکل ۵، در ساعت ۱۱، دمای سطح خاک به علت ظرفیت گرمایی پایین به‌سرعت بالا می‌رود. این در حالی است که مناطق ساخته‌شده، مرتع، پوشش گیاهی و آب دماهای بعدی را به ترتیب به خود اختصاص می‌دهند. در ساعت ۱۳، دمای سطح خاک همچنان بالاست و دمای مناطق ساخته شده نیز در حدود دمای خاک بالا می‌رود. در این ساعت دمای پوشش گیاهی از آب بالاتر است. در هنگام شب دمای سطح خاک به‌سرعت کاهش می‌یابد و از بقیه پوشش‌ها سردتر می‌شود. این در حالی است که دمای مناطق

ساخته شده هنوز دمای خود را حفظ کرده و دمای بالاتری نسبت به آب و پوشش گیاهی دارد. پوشش آب، مرتع و پوشش گیاهی در شب دماهای مشابه ی رادارند. این تغییرات دمای سطح در پوشش‌های مختلف در ماه‌های مختلف سال متفاوت است به‌طوری‌که در ایام تابستان تفاوت دمای سطح بین پوشش‌های مختلف، بیشتر است.



نمودار ۱. تغییرات روزانه دمای سطح در انواع پوشش زمین

برگرفته از: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۲

با توجه به نتایج این قسمت می‌توان نتیجه گرفت که بررسی جزیره حرارتی شهری نیازمند داده‌های چند زمانه است و نمی‌توان با داشتن یک سری داده‌ها در روز و یا در شب به صورت انفرادی تحلیل مناسبی از جزیره حرارتی شهری داشت. این امر به خصوص در بررسی جزیره حرارتی شهری با تصاویر ماهواره‌ای حائز اهمیت است زیرا در مناطق نیمه خشکی مانند شهر تهران، نمی‌توان با تصاویر روزانه جزیره حرارتی شهری را بررسی کرد زیرا این گونه شهرها، دارای خاک بایر در اطراف خود می‌باشند و تصاویر حرارتی روزانه که بین ساعات ۱۰ تا ۱۳ برداشت می شوند خاک بایر را گرم‌تر از مناطق شهری نشان می‌دهد و جزیره سرمایی شهری به وجود می‌آید؛ بنابراین حتما در چنین مناطقی باید از تصاویر شبانه نیز در تحلیل جزیره حرارتی استفاده کرد. چون دسترسی به داده‌های حرارتی شبانه مادیس امکان‌پذیر است بنابراین برای تحلیل جزیره حرارتی شهری می‌تواند منبع خوبی باشد هر چند که قدرت تفکیک مکانی پایینی دارد و نمی‌تواند توزیع دمای سطح زمین را با جزییات در اختیار قرار دهد. در مرحله بعدی پژوهش، برای انجام ارزیابی آسیب پذیری در شهر تهران و ورامین سه نقطه در تهران و دو نقطه در ورامین انتخاب شد. در تهران برای هر مکان ۲۳ پرسش نامه و در وارمین ۱۵ پرسش نامه با توجه به معیارهای خاص توزیع شد. پرسش نامه بر اساس تجربه از مطالعات آسیب پذیری قبلی توسط کاترینا ماینک (۲۰۱۵) گرداوری شده است.

ارزیابی شاخص آسیب‌پذیری برای نقاط مورد مطالعه در تهران و ورامین

- قرار گرفتن در معرض: آگاهی جامعه نسبت به تغییرات دما

زیر شاخص آگاهی جامعه نسبت به تغییرات دما برای نقاط مورد مطالعه محاسبه شد، به ترتیب از حیث آگاهی محدوده میدان امام حسین ۰/۲۳، محدوده میدان آزادی ۰/۲۹ و محدوده میدان انقلاب تهران ۰/۳۲ رتبه‌بندی شدند؛ بنابراین نتایج، محدوده میدان انقلاب آسیب‌پذیرترین محدوده مشخص شد. اکثر خانواده‌ها علت افزایش دما را تراکم افراد مشخص کردند. هم‌چنین از اثرات افزایش دما مصرف بالای برق و بروز بیماری‌های تنفسی مشخص کردند. با توجه به نتیجه به دست آمده می‌توان اینطور بیان کرد که سطح آسیب‌پذیری در این نقاط بالا نمی باشد. ارزش شاخص آگاهی در محدوده میدان امام خمینی ۰/۴۱۳ و در محدوده میدان امام حسین ورامین ۰/۳۹۱ مشخص شد. بدین ترتیب خانوار در محدوده میدان امام خمینی به نسبت آگاهی کمتری در مورد تغییرات دما داشته‌اند. مشاهده نتایج اندازه‌گیری میدانی دما در بین سه نقطه نشان داد که محدوده میدان امام حسین آسیب‌پذیرترین نقطه از حیث تغییرات دمایی می‌باشد؛ ارزش شاخص برای این محدوده ۰/۷۱ به دست آمد که آسیب‌پذیری بسیار بالایی را نشان می‌دهد. محدوده میدان انقلاب ارزش شاخص ۰/۶۸ می‌باشد که به نسبت محدوده میدان امام حسین کمتر، اما هنوز میزان آسیب‌پذیری بالا می‌باشد. کمترین آسیب‌پذیری هم مربوط به محدوده میدان آزادی باارزش شاخص ۰/۵۹ می‌باشد. با توجه به نتایج به دست آمده سطح آسیب‌پذیری تغییرات دمایی در این منطقه بالا می‌باشد. شاخص ارزیابی قرار گرفتن در معرض از بررسی آگاهی جامعه در

مورد تغییرات آب‌وهوا و افزایش درجه حرارت محاسبه می‌شود. ارزش شاخص آگاهی در محدوده میدان امام خمینی ۰/۴۱۳ و در محدوده میدان امام حسین ۰/۳۹۱ مشخص شد. بدین ترتیب خانوار در محدوده میدان امام خمینی به نسبت آگاهی کمتری در مورد تغییرات دما داشته اند. داده‌های اندازه‌گیری درجه حرارت برای ورامین نشان می‌دهد که محدوده میدان امام حسین با شاخص ۰/۴۴۷ تغییرات دمایی بیشتری در مقایسه با محدوده میدان امام خمینی باارزش شاخص ۰/۳۵۵ داشته است .

جدول۱. ارزش شاخص آگاهی از تغییرات دما و ضریب تغییرات دمایی برای نقاط انتخاب شده در تهران و ورامین

شاخص فرعی	استانداردسازی شاخص برای تهران			استانداردسازی شاخص برای ورامین	
	محدوده میدان امام حسین	محدوده میدان انقلاب	محدوده میدان آزادی	محدوده میدان امام حسین	محدوده میدان امام خمینی
درصد خانوارهایی که از افزایش دما آگاه هستند	۰/۱۹۲	۰/۲۱۷	۰/۲۵۴	۰/۵۴۵	۰/۳۷۵
درصد خانوارهایی که احساس می‌کنند دمای هوا در سه سال گذشته افزایش داشته است	۰/۲۲۴	۰/۲۷۳	۰/۱۸۹	۰/۶۳۶	۰/۲۷۸
درصد خانوار هایی که علت افزایش دما را می‌دانند	۰/۲۶۱	۰/۳۱۶	۰/۳۸۵	۰/۴۰۹	۰/۵۲۳
درصد خانوار هایی که اثرات افزایش دما را می‌دانند	۰/۴۱۱	۰/۴۹۱	۰/۵۳۴	۰/۵۹۱	۰/۳۶۱
ارزش شاخص اصلی آگاهی (حاصل‌ضرب مجموع وزن هر شاخص فرعی در خود شاخص)	۰/۲۳۵	۰/۲۹۲	۰/۳۲۰	۰/۴۱۳	۰/۳۹۵
ارزش شاخص اصلی تغییرات آب و هوایی (انحراف میانگین دمای برداشت‌شده از دمای بلند مدت)	۰/۷۱۳	۰/۶۸۴	۰/۵۹۱	۰/۴۴۷	۰/۳۵۵

برگرفته از: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۲

- حساسیت: دسترسی به آب

بر اساس نتایج به دست آمده، از لحاظ حساسیت دسترسی به آب به ترتیب محدوده میدان امام حسین باارزش شاخص ۰/۴۸۳ و محدوده میدان آزادی باارزش شاخص ۰/۴۵۸ محدوده میدان انقلاب تهران باارزش شاخص ۰/۴۴۲ مشخص شدند. از نظر تامین آب اکثر خانوارها مشکل خاصی برای تامین آب خود نداشتند هم‌چنین اکثریت خانواده‌ها معتقد بودند که افزایش دما موجب افزایش تقاضای آب می‌شود. در ارتباط با مصرف آب میانگین ارزش شاخص برای محدوده میدان امام حسین ۰/۵۸۴ به دست آمد که سطح بالایی از آسیب‌پذیری را نشان می‌دهد اما از آنجا که خانوارها مشکلی برای تامین آب نداشتند ارزش شاخص اصلی از لحاظ سطح آسیب‌پذیری پایین‌تر قرار گرفت. با توجه به نتایج سطح آسیب‌پذیری از حیث دسترسی به آب متوسط به پایین می‌باشد. بر اساس نتایج به دست آمده، از لحاظ حساسیت به دسترسی به آب محدوده میدان امام خمینی ورامین حساسیت بالاتری دارد. ارزش شاخص در این محدود ۰/۴۳۷ مشخص شد. در محدوده میدان امام خمینی ارزش شاخص ۰/۳۹۳ به دست آمد که به نسبت آسیب‌پذیری کم‌تر است. مشکل تامین آب در محدوده میدان امام خمینی بیشتر از محدوده میدان امام حسین گزارش شد. اکثر خانوارها مشکل قطعی آب دا شتند. در ارتباط با مصرف آب، ارزش شاخص برای هر دونقطه سطح مطلوبی را نشان می‌دهد و آسیب‌پذیری پایین است. با توجه به نتایج سطح آسیب‌پذیری از حیث دسترسی به آب متوسط به پایین می‌باشد. در ارتباط با سلامت، به ترتیب محدوده میدان انقلاب باارزش شاخص ۰/۴۸۷، محدوده میدان امام حسین باارزش شاخص ۰/۴۴۶ و سپس محدوده میدان آزادی تهران باارزش شاخص ۰/۴۲۳رتبه‌بندی شدند. بیشترین آسیب‌پذیری مربوط به محدوده میدان امام حسین و کمترین آسیب‌پذیری مربوط به محدوده میدان آزادی می‌باشد. سطح آسیب‌پذیری در این سه منطقه تحت تاثیر دو عامل افزایش‌یافته است؛ عامل اول وضعیت توان پرداخت هزینه‌های درمانی که اکثر خانوارها توان پرداخت آن را ندا شتند؛ عامل دوم وضعیت دسترسی به مراکز سلامت که مورد رضایت اکثر خانوارها نبوده است. ترافیک به عنوان مهم ترین عامل در بین خانوارها شناخته شد. در ارتباط با سلامت، محدوده میدان امام حسین ورامین باارزش شاخص ۰/۴۱۶ آسیب‌پذیری بیشتری در مقایسه با محدوده میدان امام خمینی دارد. ارزش شاخص برای محدوده میدان امام خمینی ۰/۳۷۵ به دست آمد. عامل اصلی که سطح آسیب‌پذیری را در این دو منطقه افزایش داده

ا ست این ا ست که اکثر خانواده‌ها توانایی پرداخت هزینه‌های درمانی را ندارند؛ و سطح آ سیب‌پذیری در این دو منطقه تحت تاثیر افزایش بیماری‌های مرتبط با گرما در این جوامع کم گزارش شده اند؛ بنابراین نتایج، سطح آ سیب‌پذیری متو سط به پایین در مناطق مورد مطالعه می‌باشد.

جدول۲. ارزش شاخص دسترسی به آب و سلامت برای نقاط مورد مطالعه

		استانداردسازی شاخص تهران			استانداردسازی شاخص برای ورامین	
	شاخص فرعی	محدوده میدان امام حسین	محدوده میدان انقلاب	محدوده میدان آزادی	محدوده میدان امام خمینی	محدوده میدان امام حسین
ارزش شاخص دسترسی به آب	درصد خانواده‌هایی که مشکل تامین آب دارند	۰/۱۶۵	۰/۳۲۳	۰/۲۷۲	۰/۵۳۷	۰/۴۵۴
	درصد خانواده‌هایی که افزایش تقاضای آب را مربوط به افزایش دما می‌دانستند	۰/۹۱۶	۰/۶۸۷	۰/۸۷۵	۰/۶۳۷	۰/۸۰۲
	میانگین مصرف آب (نیازهای شخصی، قابل شرب و پخت‌وپز)	۰/۵۸۴	۰/۴۸۵	۰/۴۷۶	۰/۳۶۴	۰/۲۸۹
	میانگین هزینه آب	۰/۴۲۰	۰/۳۳۱	۰/۴۵۳	۰/۳۶۳	۰/۳۹۰
	ارزش شاخص اصلی دسترسی به آب	۰/۴۸۳	۰/۴۴۲	۰/۴۵۸	۰/۴۳۷	۰/۳۹۳
ارزش شاخص سلامت	درصد خانوارهای: مبتلابه بیماری‌های مربوط به درجه حرارت بالا	۰/۳۳۷	۰/۲۵۳	۰/۳۴۳	۰/۲۳	۰/۱۶۳
	وضعیت دسترسی به مراکز سلامت	۰/۵۲۳	۰/۵۶۷	۰/۴۴۵	۰/۳۲۹	۰/۳۸۲
	درصد خانوارهایی که توان پرداخت هزینه‌های درمانی رادارند	۰/۶۵۴	۰/۷۳۶	۰/۷۲۷	۰/۹۰۹	۰/۸۱۶
	آیا اغلب مشکلات بهداشتی در شرایط گرما برای شما اتفاق می‌افتد	۰/۷۵۲	۰/۵۷۶	۰/۵۵۰	۰/۴۱۶	۰/۶۸۱
	علاوه بر اعضای خانواده افراد دیگری هم در خانه شما سکونت دارند	۰/۲۶۴	۰/۴۵۸	۰/۳۶۳	۰/۲۷۳	۰/۳۲۸
	درصد خانوارهایی مبتلابه بیماری مزمن (بیماری که بیش از شش ماه طول بکشد)	۰/۲۳۱	۰/۴۴۲	۰/۲۷۵	۰/۳۴۶	۰/۱۸۱
	ارزش شاخص اصلی سلامت	۰/۴۴۶	۰/۴۸۷	۰/۴۲۳	۰/۳۷۵	۰/۴۱۶

برگرفته از: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۲

- حساسیت: مصرف برق، بیمه درمانی و روابط اجتماعی

اکثر خانواده‌ها در مناطق مورد بررسی برای دسترسی به برق تقریبا هیچ مشکلی نداشتند. شاخص حساسیت در بین نقاط مختلف تهران، که عمدتا به علت م صرف بالای برق می‌با شد در محدوده میدان انقلاب بالاترین شاخص حسا سیت از لحاظ نیازهای برق م شخص شد ارزش شاخص در این محدوده ۰/۵۴۸ به د ست آمد، سپس محدوده میدان آزادی باارزش شاخص ۰/۴۷۶و محدوده میدان امام ح سین باارزش شاخص ۰/۴۵۵ قرار دارند. اکثر خانواده‌ها در مناطق موردبرر سی برای د ستر سی به برق تقریبا م شکلی نداشتند. مسئله قطعی مقطعی برق از سوی برخی خانواده‌ها مطرح شد. ارزش شاخص برای محدوده میدان امام خمینی ورامین ۰/۴۲۸محاسبه شد که در مقایسه با محدوده میدان امام حسین آسیب‌پذیری بیشتری را نشان می‌دهد. ارزش شاخص‌های به دست آمده نشان می‌دهد که محدوده میدان امام حسین خانوار کمتری تحت پوشش بیمه درمانی قرار دارند و آسیب‌پذیرترین نقطه می‌با شد. ارزش شاخص در این محدوده ۰/۳۴۳ می‌با شد. در محدوده میدان انقلاب ارزش شاخص ۰/۲۶۳م شخص شد. حداقل آ سیب‌پذیری هم مربوط به محدوده میدان آزادی باارزش شاخص ۰/۱۸ می‌با شد. اکثر خانواده‌هایی که بیمه ه ستند، تحت پو شش تامین اجتماعی ه ستند. بر ا ساس نتایج سطح آ سیب‌پذیری پایین می‌با شد. ارزش شاخص‌های به د ست آمده ن شان می‌دهد که محدوده میدان امام حسین خانوار کمتری تحت پوشش بیمه درمانی قرار دارند که در مقایسه با محدوده میدان امام خمینی آسیب‌پذیری بیشتری دارد. ارزش شاخص محدوده میدان امام خمینی ۰/۳۶۷ در محدوده میدان امام حسین ۰/۲۷۷ محاسبه شد. بر ا ساس نتایج سطح آ سیب‌پذیری پایین می‌با شد. این نظر سنجی ن شان داد که خانوارهای ساکن در محدوده میدان آزادی تهران

حمایت کمتری از جانب دیگران (همسایه، دوست و اقوام) در مواقع بیماری دریافت می‌کنند؛ ارزش شاخص برای این محدوده ۰/۵۳۷ به دست آمد که آسیب‌پذیری بالایی را نشان می‌دهد. ارزش شاخص برای محدوده میدان انقلاب ۰/۴۹۳و برای محدوده میدان امام حسین ۰/۴۷۵ مشخص شد. اکثر خانوارهای ساکن در محدوده انقلاب و میدان امام حسین از حمایت دولت در زمینه خدمات بهداشتی و فضای سبز ناراضی بودند. ارزش شاخص اصلی برای محدوده میدان امام حسین ورامین ۰/۳۹۲ و برای محدوده میدان امام خمینی ۰/۳۲۸ محاسبه شد. نتایج نشان می‌دهد که اکثر خانوارهای ساکن در محدوده میدان امام خمینی از حمایت دولت در زمینه خدمات بهداشتی و فضای سبز رضایت ندارند؛ این وضعیت در محدوده میدان امام حسین به نسبت بهتر است. با توجه به نتایج سطح آسیب‌پذیری پایین است.

جدول۳. ارزش شاخص مصرف برق و بیمه درمانی و روابط اجتماعی برای نقاط مورد مطالعه

		استانداردسازی شاخص تهران			استانداردسازی شاخص برای ورامین
	شاخص فرعی	محدوده میدان امام حسین	محدوده میدان انقلاب	محدوده میدان آزادی	محدوده میدان امام خمینی	محدوده میدان امام حسین
شاخص مصرف برق و بیمه درمانی	درصد خانوارهایی که مشکل تامین برق‌دارند	۰/۲۳۱	۰/۱۶۳	۰/۱۸۲	۰/۲۱۴	۰/۲۶۳
	میانگین هزینه‌های مصرف برق (ماهانه)	۰/۳۸۵	۰/۳۲۵	۰/۴۶۱	۰/۲۸۹	۰/۴۱۱
	میانگین مصرف برق قبل از افزایش دما	۰/۴۵۷	۰/۵۸۳	۰/۴۰۹	۰/۲۷۲	۰/۳۳۵
	میانگین مصرف برق بعد از فزایش دما	۰/۵۸۳	۰/۷۸۵	۰/۵۴۵	۰/۳۶۸	۰/۵۰۵
	ارزش شاخص اصلی مصرف برق	۰/۴۵۵	۰/۵۴۸	۰/۴۷۶	۰/۳۴۴	۰/۴۲۸
	ارزش شاخص اصلی بیمه درمانی	۰/۳۴۳	۰/۲۶۳	۰/۱۸۶	۰/۲۷۷	۰/۳۶۷
روابط اجتماعی	حمایت دیگران در مواقع بیماری	۰/۵۱۱	۰/۴۰۱	۰/۶۳۶	۰/۲۷۲	۰/۳۴۵
	حمایت شما از دیگران در مواقع بیماری	۰/۴۱۶	۰/۳۶۵	۰/۵۴۵	۰/۱۸۶	۰/۲۵۸
	خدمات پارک و فضای سبز وضعیت رضایت از	۰/۵۸۳	۰/۶۱۱	۰/۳۸۶	۰/۴۵۷	۰/۶۵۲
	از خدمات بهداشتی وضعیت رضایت	۰/۵۶۳	۰/۷۲۳	۰/۴۲۴	۰/۴۰۹	۰/۵۰۱
	وضعیت رضایت از کاشت درختان	۰/۵۰۹	۰/۴۴۴	۰/۵۹۰	۰/۳۹۳	۰/۳۶۷
	ارزش شاخص اصلی برای روابط اجتماعی	۰/۴۹۳	۰/۴۷۵	۰/۵۳۷	۰/۳۱۷	۰/۳۹۲

برگرفته از: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۲

- ظرفیت سازگاری: سطح تحصیلات و درآمد، هزینه‌های خانواده و سازگاری خانه

ارزش شاخص تحصیلات به ترتیب برای محدوده میدان امام حسین تهران ۰/۳۴۸، محدوده میدان انقلاب ۰/۲۹۱ و محدوده میدان آزادی ۰/۲۶۳محاسبه شد. بر این اساس سطح آسیب‌پذیری در ارتباط با تحصیلات برای این نقاط پایین است، این به این معنی است که هرچه سطح سواد و آگاهی خانواده‌ها بالاتر باشد از ظرفیت سازگاری بالاتری برخوردارند. در محدوده میدان امام حسین ارزش شاخص سطح تحصیلات ورامین ۰/۵۳۲ محاسبه شد. براین اساس سطح تحصیلات در این محدوده پایین است و متعاقب آن آسیب‌پذیری بالا می‌باشد. ارزش شاخص برای محدوده میدان امام خمینی ۰/۳۸۹ محاسبه شد که به نسبت وضعیت بهتری دارد. بر این اساس سطح آسیب‌پذیری در ارتباط با تحصیلات برای این نقاط متوسط محسوب می شود. این به این معنی است که هرچه سطح سواد و آگاهی خانواده‌ها بالاتر باشد از ظرفیت سازگاری بالاتری برخوردارند. با محاسبه ارزش‌ها برای میانگین درآمد به ترتیب سطح آسیب‌پذیری محدوده میدان امام حسین تهران باارزش شاخص ۰/۲۹۰ سپس محدوده میدان آزادی باارزش

شـــاخص ۰/۲۷۵ و محدوده میدان انقلاب باارزش شـــاخص ۰/۲۰۱ رتبه‌بندی شـــدند. به این ترتیب خانواده‌های مورد مطالعه در محدوده میدان امام حسین کمترین درآمد و خانواده‌های مورد مطالعه در محدوده میدان انقلاب بیشترین درآمد را دارند. با توجه به نتایج، سطح آسیب‌پذیری در ارتباط با درآمد پایین می‌باشد. ارزش شاخص‌ها برای میانگین درآمد برای محدوده میدان امام حسین ورامین ۰/۳۵۵ و برای محدوده میدان امام خمینی ۰/۳۱۱ محاسبه شد. بر این اساس خانواده‌ها در محدوده میدان امام خمینی درآمد بیشتری دارند. هزینه‌های خانواده شامل دو طیف پوشاک و غذای اصلی می شود. نتایج نشان داد که محدوده میدان امام حسین تهران باارزش شاخص ۰/۴۷۳ بالاترین سطح آسیب‌پذیری را دارد و بعد از آن محدوده میدان آزادی باارزش شاخص ۰/۴۴۸می‌باشد. پایین ترین سطح آسیب‌پذیری باارزش شاخص ۰/۳۸۱ در محدوده میدان انقلاب مشخص شد. براساس آمار به دست امده بیشتر هزینه‌های خانوار مربوط به غذای اصلی می‌باشد. بررسی نتایج نشان می‌دهد که هزینه‌های خانواده در محدوده میدان امام حسین بیشتراست که پیامد آن بالا بودن سطح آسیب‌پذیری در این محدوده مورد مطالعه می‌باشد. نتایج برای ورامین نشان داد که ارزش شـاخص در بین دو نقطه مورد مطالعه برای محدوده میدان امام خمینی، ۰/۴۰۵ و محدوده میدان امام حسـین ۰/۳۶۳ به این ترتیب می‌باشد. بر این اساس محدوده میدان امام خمینی سطح آسیب‌پذیری بالاتری دارد؛ به این معنی که هزینه‌های خانواده در محدوده میدان امام خمینی بیشتراست که پیامد آن بالا بودن سطح آسیب‌پذیری در این محدوده مورد مطالعه می‌باشد. شاخص سازگاری خانه یا انطباق خانگی از شاخص‌های مهم در این مطالعه می‌باشد. نتایج نظر سنجی نشان می‌دهد که محدوده میدان امام حسین تهران بالاترین سطح آسیب‌پذیری را دارد؛ ارزش شاخص در این محدوده ۰/۶۶۵ می‌باشد که آسیب‌پذیری بسیار بالایی است. ارزش شاخص در محدوده میدان انقلاب ۰/۵۸۶م شخص شد که آسیب‌پذیری بالایی را نشان می‌دهد. پایین‌ترین سطح آسیب‌پذیری مربوط به محدوده میدان آزادی با شاخص ۰/۴۷۶ می‌با شد. نتایج نشان داد که در محدوده میدان امام حسین وهم چنین محدوده میدان انقلاب اکثر خانوارها از نبود پارک یا فضای سبز نزدیک خانه‌هایشان ناراضی هستند. شرایط کاشت درخت در اکثر خانه‌ها که بیشتر به صورت آپارتمانی بودند، وجود نداشت. خانوارها هم‌چنین به نسبت زیادی معتقد بودند که شرایط محله باعث بالا رفتن دما در محدوده آن‌ها شده است. احساس راحتی در خانه‌ها نیز بسیار پایین بود؛ خانواده‌ها به دلیل گرمای زیاد مجبور به استفاده بیش از حد وسایل خنک‌کننده بودند. اکثر خانواده‌ها استفاده از آب برای استحمام را برای مقابله با گرما انتخاب کردند. این عوامل به نسبت در محدوده میدان آزادی کمتر احساس شد به‌طوری‌که در محدوده آزادی وجود پارک وفضای سبز شرایط بهتری رو برای برخی از خانوارهای موردسنجش در این محدوده فراهم کرده است. ارزش شاخص برای محدوده میدان امام حسین ۰/۴۴۶و محدوده میدان امام خمینی ورامین ۰/۳۹۸محاسبه شد. به این ترتیب محدوده میدان امام حسین از سازگاری کمتری برخوردار است؛ شرایط کاشت درخت در این محدوده که بیشتر خانه‌ها به صورت آپارتمانی بودند، وجود نداشت؛ اکثر خانواده‌ها استفاده از آب برای استحمام را برای مقابله با گرما انتخاب کردند البته این عوامل در محدوده میدان امام خمینی تاثیر کمتری دارند.

جدول ٤. ارزش شاخص سطح تحصیلات و میانگین درآمد برای نقاط مورد مطالعه

		استانداردسازی شاخص تهران			استانداردسازی شاخص برای ورامین	
	شاخص فرعی	محدوده میدان امام حسین	محدوده میدان انقلاب	محدوده میدان آزادی	محدوده میدان امام خمینی	محدوده میدان امام حسین
سطح تحصیلات و میانگین درآمد	ارزش شاخص اصلی سطح تحصیلات	۰/۳۴۸	۰/۲۹۱	۰/۲۶۳	۰/۳۸۹	۰/۵۲۳
	ارزش شاخص اصلی میانگین درآمد	۰/۲۹۰	۰/۲۰۱	۰/۲۷۵	۰/۳۱۱	۰/۴۲۶
هزینه‌های خانواده	میانگین هزینه‌های پوشاک (ماهانه)	۰/۴۴۰	۰/۳۵۳	۰/۳۶۶	۰/۳۵۶	۰/۲۸۵
	میانگین هزینه‌های غذایی (ماهانه)	۰/۵۰۷	۰/۴۰۶	۰/۵۲۷	۰/۴۵۴	۰/۴۴۱
	ارزش شاخص اصلی برای هزینه‌های خانواده	۰/۴۷۳	۰/۳۸۱	۰/۴۴۸	۰/۴۰۵	۰/۳۶۳
سازگاری خانه	وضعیت سکونت (مالک یا مستاجر)	۰/۵۸۳	۰/۳۷۵	۰/۳۶۳	۰/۲۷۳	۰/۱۹۶
	متراژ منزل	۰/۴۴۸	۰/۴۱۲	۰/۳۹۱	۰/۲۹۴	۰/۳۶۸
	وضعیت دریافت نور خورشید در طول روز	۰/۴۷۶	۰/۴۳۷	۰/۴۳۱	۰/۵۰۶	۰/۳۹۳
	وجود منطقه باز (پارک یا فضای سبز) در نزدیکی خانه	۰/۸۳۱	۰/۷۱۱	۰/۳۶۳	۰/۳۲۶	۰/۴۵۴

		استانداردسازی شاخص تهران			استانداردسازی شاخص برای ورامین	
	شاخص فرعی	محدوده میدان امام حسین	محدوده میدان انقلاب	محدوده میدان آزادی	محدوده میدان امام خمینی	محدوده میدان امام حسین
سطح تحصیلات و میانگین درآمد	ارزش شاخص اصلی سطح تحصیلات	۰/۳۴۸	۰/۲۹۱	۰/۲۶۳	۰/۳۸۹	۰/۵۲۳
	ارزش شاخص اصلی میانگین درآمد	۰/۲۹۰	۰/۲۰۱	۰/۲۷۵	۰/۳۱۱	۰/۴۲۶
	کاشت درخت در خانه	۰/۷۳۱	۰/۸۲۵	۰/۶۴۳	۰/۳۶۷	۰/۶۳۹
	احساس راحتی در محله مربوط به‌روزهای گرم	۰/۸۲۱	۰/۶۲۱	۰/۶۳۴	۰/۶۳۷	۰/۵۴۵
	تاثیر شرایط محله در افزایش دمای خانه	۰/۶۷۵	۰/۴۱۶	۰/۴۵۶	۰/۳۸۵	۰/۳۶۸
	راهکار خانواده‌ها برای مقابله با گرمای ناشی افزایش درجه حرارت	۰/۵۸۳	۰/۵۵۶	۰/۴۸۴	۰/۴۴۹	۰/۶۰۳
	ارزش شاخص اصلی سازگاری خانه	۰/۶۶۵	۰/۵۸۶	۰/۴۷۶	۰/۳۹۸	۰/۴۴۶

برگرفته از: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۲

میانگین وزنی تمام شاخص‌ها نشان می‌دهد که مناطق مورد مطالعه در تهران دارای یک سطح متوسط از آسیب‌پذیری می‌باشند. ارزش شاخص به ترتیب برای محدوده میدان امام حسین ۰/۴۹۶ محدوده میدان انقلاب ۰/۴۷۸ و محدوده میدان آزادی ۰/۴۴۲ می‌باشد. میانگین وزنی تمام شاخص‌ها نشان می‌دهد که مناطق مورد مطالعه در شهر ورامین دارای یک سطح متوسط به پایین از آسیب‌پذیری می‌باشند. ارزش شاخص به ترتیب برای محدوده میدان امام حسین ۰/۴۰۱و برای محدوده میدان امام خمینی ۰/۳۸۴ محاسبه شد.

ارزش شاخص آسیب‌پذیری بر اساس تعریف IPCC در تهران و ورامین

شاخص آسیب‌پذیری معیشت (LVI-IPCC) از طبقه‌بندی سه شاخص در معرض قرار گرفتن، ظرفیت سازگاری و حساسیت محاسبه می‌شود.

جدول۵. محاسبه شاخص‌های موثر در به دست آوردن شاخص آسیب پذیری IPCC در تهران و ورامین

شاخص اصلی	ارزش هر شاخص در تهران			ارزش هر شاخص در ورامین	
	محدوده میدان امام حسین	محدوده میدان انقلاب	محدوده میدان آزادی	محدوده میدان امام حسین	محدوده میدان امام خمینی
قرار گرفتن در معرض	۰/۵۲۲	۰/۵۴۴	۰/۴۷۱	۰/۴۲۶	**۰/۳۷۰**
حساسیت	۰/۴۴۶	۰/۴۶۶	۰/۴۲۸	۰/۴۰۸	**۰/۳۹۶**
ظرفیت سازگاری	۰/۵۱۳	۰/۴۵۷	۰/۴۱۸	۰/۴۳۳	**۰/۳۸٤**
شاخص آسیب‌پذیری معیشت از نظر IPCC	۰/۰۱۸	۰/۰۴۰	۰/۰۰۷	-۰/۰۰۲	**-۰/۰۰۹**

برگرفته از: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۲

قرار گرفتن در معرض که از دانش جامعه در مواجه تغییرات اقلیمی و تنوع آب و هوایی تشکیل‌شده است، نشان می‌دهد که محدوده میدان انقلاب بالاترین شاخص را داراست و بنابراین بیشترین در معرض قرار دارد. حساسیت با توجه به آب و نیازهای بهداشتی و برق نشان می‌دهد که محدوده میدان انقلاب بالاترین شاخص بوده و به این ترتیب این محدوده حساس ترین محدوده به اثرات تغییر آب‌وهوا بوده است. شاخص ظرفیت سازگاری متشکل از روابط اجتماعی، آموزش، درآمد، هزینه‌های خانواده و سازگاری خانه نشان می‌دهد که محدوده میدان امام حسین حداقل ظرفیت سازگاری را دارد. در نهایت شاخص آسیب‌پذیری معیشت نشان می‌دهد که محدوده‌های مورد مطالعه در تهران دارای یک شاخص در محدوده ۰/۰۰۷تا ۰/۰۴۰است؛ که می‌توان آن را به

عنوان یک سطح متو سط از آ سیب‌پذیری به افزایش درجه حرارت و جزیره حرارتی از محدوده شاخص ۱- آ سیب‌پذیری کم تا ۱+ آسیب‌پذیری بالا، طبقه بندی کرد. اینطور که از نتایج مشخص است برای ورامین محدوده میدان امام خمینی در مجموع سه شاخص (قرار گرفتن در معرض، حساسیت و ظرفیت سازگاری) در مقایسه با محدوده میدان امام حسین آسیب‌پذیری کمتری دارد.

مقایسه میانگین شاخص آسیب‌پذیری LVI در مناطق مورد مطالعه در تهران و ورامین

شاخص اصلی ارائه‌شده برای تنوع و تغییر آب‌وهوا نشان می‌دهد که شهر تهران از شهر ورامین (با شاخص ۰/۶۶۲ در مقایسه با ۰/۴۱۶) آسیب‌پذیری بیشتری دارد. شاید مهم‌ترین علل بروز تغییرات اقلیمی در تهران را دو عامل بیان کرد: نخست حضور فیزیکی شهر به‌عنوان پدیده‌ای بیگانه در محیط طبیعی و دوم فعالیت‌های مرتبط بازندگی شهری. گسترش بی‌رویه شهر تهران، افزایش جمعیت، افزایش تعداد خودروها، افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی در بخش‌های ساختمان، حمل‌ونقل و صنعت، افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای، افزایش بلندمرتبه‌سازی مخصوصا در کریدورهای شهری و گسترش جزایر حرارتی در شهر باعث شده است که روند تغییرات اقلیم شهر تهران به‌گونه‌ای باشد که پایتخت را در مسیر گرم شدن پیش ببرد. خانواده در ورامین نسبت به تهران آگاهی کمتری نسبت به تغییرات دما و اثرات آن داشتند (۰/۴۰۴ نسبت به ۰/۲۸۲). ورامین هنوز افزایش درجه حرارت قابل توجهی را تجربه نکرده است؛ بنابراین از سوی پاسخ‌دهندگان توجه خاصی به بحث پرداخته نشده است. برای در دسترس بودن آب، تهران نسبت به ورامین آسیب‌پذیرتر بود (۰/۴۶۱ نسبت به ۰/۴۱۱). از آنجا که برای هر دو منطقه آب به صورت لوله‌کشی توسط دولت نصب و راه‌اندازی شده است مشکلی در استفاده از آب نداشتند؛ در ورامین مردم تا حدودی مشکل قطعی آب داشتند؛ اما عاملی که باعث آسیب‌پذیری این دو منطقه شده است مصرف بی‌رویه آب است که خانواده‌ها در تهران نسبت به ورامین مصرف بیشتری داشتند. برای مسائل بهداشتی در ارتباط با افزایش دما، تهران نسبت به ورامین آسیب‌پذیرتر بود (۰/۴۵۲ نسبت به ۰/۳۹۵). از جمله نگرانی و مسئله‌ای که در تهران وجود دارد وضعیت دسترسی به مراکز سلامت است که به دلیل حومه ترافیک در بیشتر ساعات شبانه روز از سطح مطلوبی برخوردار نیست. یکی از مسائل و مشکلات مشترک برای هر دو منطقه این است که اکثر خانواده‌ها توانایی پرداخت هزینه‌های درمانی را نداشتند. در ارتباط با بیمه درمانی ورامین نسبت به تهران آسیب‌پذیرتر بود (۰/۳۲۲نسبت به ۰/۲۶۵) این به این معنی است که در ورامین خانوار کمتری بیمه درمانی دارند برای مصرف برق، تهران دارای ضریب حساسیت بالاتری نسبت به ورامین است (۰/۴۹۳ نسبت به ۰/۳۸۱). در ارتباط با تامین برق مشکل خاصی دیده نشد و فقط قطعی‌های مقطعی در این زمینه ذکر شد. مسئله و نگرانی که برای هر دو منطقه مشترک است مصرف برق است که این مسئله برای تهران قابل لمس تر است، به‌طوری‌که میانگین مصرف برق در تهران در ساعات شبانه روز به خصوص فصل گرم بیشتر است. با توجه به روابط اجتماعی، خانواده‌ها در ورامین روابط اجتماعی بهتری در مناطق مسکونی خود دارند (۰/۳۵۴ نسبت به ۰/۵۰۱). وضعیت رضایت متوسط از حمایت دولت در زمینه خدمات بهداشتی، پارک و کاشت درختان برای هر دو منطقه تقریبا مشترک است. برای سطح تحصیلات و درآمد تفاوت زیادی بین دو منطقه وجود دارد، به‌طوری‌که خانواده‌ها در تهران درآمد بیشتر و سطح تحصیلات بالاتر، و به‌تبع آن از ظرفیت سازگاری بالاتری برخوردارند. (۰/۳۰۰ نسبت به ۰/۴۵۶) و (۰/۲۵۵ به ۰/۳۶۹). برای محیط‌های مسکونی ورامین شرایط بهتری نسبت به تهران دارد (۰/۴۲۲ نسبت به ۰/۵۷۴). در ورامین به عنوان شهرستان کوچک با پس‌زمینه‌های کشاورزی مناطق باز و درخت بیشتری در خانه‌ها وجود دارد. با این حال با توجه به‌اندازه جمعیت شهر تهران، نمونه‌های انتخاب‌شده لزوما نماینده شرایط مسکن در کل شهرستان نیست. در نتیجه، شاخص آسیب‌پذیری محاسبه‌شده از میانگین وزنی تمام شاخص‌ها نشان می‌دهدکه ورامین ضریب آسیب‌پذیری پایین‌تری نسبت به تهران دارد (۰/۳۸۹ نسبت به ۰/۴۲۵). در نتیجه شهر تهران بیشتر در معرض خطر اثرات جزیره حرارتی است.

جدول٦. میانگین وزن تمام شاخص‌ها (آسیب پذیری ترکیبی) برای تهران و ورامین

شاخص اصلی	میانگین ارزش شاخص برای نقاط منتخب در تهران	میانگین ارزش شاخص برای نقاط منتخب در ورامین
آگاهی جامعه نسبت به تغییرات دما	۰/۲۸۲	۰/۴۰۴
تغییرات آب و هوایی ضریب	۰/۶۶۲	۰/۴۱۶
دسترسی به آب	۰/۴۶۱	۰/۴۱۱
سلامتی در ارتباط با دمای بالا	۰/۴۵۲	۰/۳۹۵
بیمه درمانی	۰/۲۶۵	۰/۳۲۲
مصرف برق	۰/۴۹۳	۰/۳۸۱
روابط اجتماعی	۰/۵۰۱	۰/۳۵۴
تحصیلات	۰/۳۰۰	۰/۴۵۶
درآمد	۰/۲۵۵	۰/۳۶۹
هزینه‌های خانواده	۰/۴۳۴	۰/۳۷۲
سازگاری خانه	۰/۵۷۴	۰/۴۲۲
شاخص آسیب‌پذیری معیشت (lvi)	۰/۴۲۵	۰/۳۸۹

برگرفته از یافته‌های پژوهش،۱۴۰۲

مقایسه شاخص آسیب پذیری معیشت از نظر IPCC در تهران و ورامین

مجموع تغییرات آب‌وهوا و آگاهی جامعه از تغییرات دما به عنوان شاخص قرار گرفتن در معرض نشان می‌دهد تهران بیشتر در معرض تغییر آب‌وهوا قرار دارد. (ارزش شاخص ۰/۵۱۰ در مقابل ۰/۴۱۱). آگاهی جامعه از تغییرات دما و اثرات تغییر دما در ورامین پایین‌تر است؛ اما از آنجا که تهران تغییرات دمایی بیشتری دارد می‌توان گفت،که بیشتر در معرض تغییرات آب و هوا قرار می‌گیرد. تهران هم‌چنین به مشکلات ناشی از افزایش دما از نظر نیازهای آب، مصرف برق و سلامت حساس‌تر است (ارزش شاخص ۰/۴۵۹ در مقابل ۰,۳۸۷). تهران نیاز به بهبود وضعیت دسترسی به مراکز سلامت و هم‌چنین تعادل در مصرف برق و آب دارد. ورامین از آنجا که روابط اجتماعی بهتر و محیط مسکن بهتری دارد از ظرفیت سازگاری بیشتری نسبت به تهران برخورداراست (شاخص ۴۰۶ در مقابل ۴۴۸). با این حال این بیشتر یک ظرفیت سازگاری خودبه‌خود طبیعی است؛ به صورتی که این نتیجه‌ی تلاش جامعه برای مقابله با تغییرات آب و هوایی یا افزایش دما نیست. بسیاری از مناطق هیچ برنامه یا فعالیت برای افزایش ظرفیت جامعه از نظر درک و پاسخ به اثرات تغییرات آب‌وهوا ندارند. درنتیجه شاخص آسیب‌پذیری معیشت از نظر سازمان بین دولتی آب‌وهوا نشان می‌دهد که ورامین آسیب‌پذیری کمتری در مقایسه با تهران دارد (ارزش شاخص ۰/۰۰۱در مقابل ۰/۰۲۲). با این حال هر دو در یک سطح متوسط هستند.

جدول۷. محاسبه ارزش شاخص آسیب پذیری از نظر سازمان بین المللی تغییر آب و هو IPCC

عوامل موثر در تهران	شاخص اصلی	ارزش شاخص در تهران	ارزش شاخص موثر در تهران	نتیجه	ارزش شاخص در ورامین	ارزش شاخص موثر در ورامین	نتیجه
در معرض قرار گرفتن	آگاهی از تغییر دما	۰/۲۸۲	۰/۵۱۰	۰/۰۲۲	۰/۴۰۴	۰/۴۱۱	۰/۰۰۱
	تغییرات آب‌وهوا	۰/۶۶۲			۰/۴۱۶		
سازگاری خانه	سازگاری خانه	۰/۵۷۴	۰/۴۴۸		۰/۴۲۲	۰/۴۰۶	
	روابط اجتماعی	۰/۵۰۱			۰/۳۵۴		
	تحصیلات	۰/۳۰۰			۰/۴۵۶		
	درآمد	۰/۲۵۵			۰/۳۶۹		
	هزینه‌های خانواده	۰/۴۳۴			۰/۳۷۲		
حساسیت	سلامت	۰/۴۵۲	۰/۴۵۹		۰/۳۹۵	۰/۳۸۷	
	آب	۰/۴۶۱			۰/۴۱۱		
	مصرف برق	۰/۴۹۳			۰/۳۸۱		
	بیمه	۰/۲۶۵			۰/۳۲۲		

برگرفته از: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۲

بحث و نتیجه گیری

زمین به‌عنوان یک سیستم یکپارچه از تعامل اجزاء آن، ازجمله خاک کره، هوا کره، آب‌کره و زیست‌کره در نظر گرفته شده است. بااین‌حال، رشد سریع شهرنشینی، عوامل استرس‌زای انسانی بی سابقه‌ای را به ارمغان آورده است که برخی بر این باورند که این عوامل ممکن است عملکرد و ساختار سیستم زمین و یا بخشی از آن را دچار تغییر کند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که جزیره حرارتی در هر دو شهرستان وجود دارد اما شدت آن در تهران به دلیل الگوهای پوشش زمین، بیشتر است؛ حتی اگر اثرات پوشش زمین در این مطالعه موردبررسی قرار نگرفته بود، این واقعیت وجود دارد که در مناطق با پوشش طبیعی دمای هوا به دلیل وجود رطوبت پایین‌تر است. تهران دماهای بالاتری به دلیل فعالیت‌های انسانی زیاد در مناطق شهری، همراه با تراکم ساختمانی بالا که که از انتشار حرارت به بیرون جلوگیری می‌کنند، را دارد. این پژوهش از بررسی برداشت‌های میدانی نشان داد بین دمای اندازه‌گیری شده در محل با دمای سطح زمین به‌دست‌آمده از تصاویر ماهواره‌ای، همبستگی قابل قبولی وجود دارد به این ترتیب می‌توان از برداشت میدانی دما برای شناسایی جزیره حرارتی استفاده کرد. همچنین، بررسی‌ها نشان داد برای اینکه بتوان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای تحلیل مناسبی از جزایر حرارتی داشت باید از تصاویر به صورت روز و شب در تحلیل جزیره حرارتی استفاده کرد؛ زیرا شهرهای مناطق خشک و نیمه خشک که در اطراف‌شان خاک بایر دارند تصاویر حرارتی روزانه که معمولا بین ساعات ۱۰ تا ۱۳ برداشت می شوند خاک بایر را گرم تر از مناطق شهری نشان می‌دهند و جزیره سرمایی شهری به وجود می‌آید؛ بنابراین حتما در چنین شرایطی باید از تصاویر شبانه نیز در تحلیل جزیره حرارتی استفاده کرد و چون دسترسی به داده‌های حرارتی شبانه مادیس(با وجود قدرت تفکیک مکانی پایینی وعدم ارائه جزئیات در توزیع دمای سطح زمین) امکان پذیراست بنابراین برای تحلیل جزیره حرارتی شهری می‌تواند منبع خوبی باشد، اما با توجه به اینکه تصاویر ماهواره‌ای مادیس جزئیات را نشان نمی دهند می‌توان گفت تصاوره ماهواره‌ای دقت متوسطی در نشان دادن جزایر حرارتی در مناطق خشک و نیمه خشک دارند. نتایج حاصل از آسیب‌پذیری نشان می‌دهد که ساکنان در مناطق مورد مطالعه در ورامین آسیب‌پذیری کمتری نسبت به تهران دارند اما به طور کلی سطح آسیب‌پذیری هر دو شهرستان سطح متوسطی از آسیب‌پذیری دارند. در ورامین آگاهی جامعه نسبت به تغییرات دما و هم‌چنین خدمات عمومی مانند بیمه درمانی پایین‌تر است؛ اما سازگاری بالاتری نسبت به تهران دارد که این لزوما به این دلیل نیست که ساکنین از افزایش دما آگاه هستند بلکه بیشتر به صورت سازگاری طبیعی است. در تهران حساسیت به افزایش دما بالاتر است. به دلیل آن‌که خانوار از روزهای گرم بیشتری رنج می‌برند و هم‌چنین مصارف آب و برق بالا و وضعیت نه‌چندان خوب در دسترسی به مراکز سلامت داشتند. تهران عمدتا به دلیل روابط اجتماعی کمتر و هم‌چنین سازگاری کمتر مناطق مسکونی ظرفیت سازگاری پایین‌تری دارد. در دهه‌های اخیر تکنیک‌های زیادی برای مقابله با اثر جزیره حرارتی شهری توسعه‌یافته است که هدف آن‌ها به تعادل رساندن بودجه حرارتی شهرها توسط افزایش تلفات حرارتی و کاهش جذب و ماندگاری حرارت می‌باشد. ازجمله مهم‌ترین این استراتژی‌ها افزایش فضای سبز شهری و استفاده از بام‌های سبز و افزایش آلبدو و استفاده از کف‌سازی‌های سرد است. افزایش فضای سبز شهری و استفاده از بام‌های سبز علاوه بر کاهش اثر جزیره حرارتی، می‌تواند آسایش حرارتی را بهبود دهد، آلودگی هوا را کاهش دهد و درنهایت موجب بهبود کیفیت زندگی شهرنشینان شود؛ اما در شهرهای درحال‌توسعه با تراکم بالای ساختمانی، فضای خالی برای ایجاد فضای سبز نایاب و پرهزینه است همچنین هزینه نصب بام سبز می‌تواند دو برابر سقف‌های معمولی باشد و جرم اضافی بستر خاک و آب ذخیره‌شده در آن می‌تواند فشار زیادی به بدنه ساختمان وارد کند و هزینه‌های مقاوم‌سازی ساختمان نیز به هزینه‌های نصب بام سبز اضافه می‌شود. یکی از راه‌های کاهش جزیره حرارتی و مصرف انرژی استفاده از مواد با بازتاب بالا در پیاده‌روها، دیوارها و پشت‌بام‌های ساختمان‌ها است که عملی به نظر می‌رسد. با توجه به اینکه در بیشتر مناطق شهری پیاده‌روها و پشت‌بام‌ها حدود ۶۰ درصد از مساحت شهری را به خود اختصاص می‌دهند، (سقف ۲۰ تا ۲۵ درصد و پیاده‌رو ۴۰ درصد) افزایش آلبدوی در حدود ۰/۲۵ و ۰/۱۰ به ترتیب، منجر به افزایش آلبدوی خالص در مناطق شهری در حدود ۰/۱ می‌شود. افزایش آلبدو در حدود ۰/۰۵ تا ۰/۱ منجر به کاهش دما در حدود ۱ تا ۲ درجه کلوین در حدود ۲۰ سال می‌شود (اکبری و همکاران، ۲۰۰۸). شاخص آسیب‌پذیری متوسط در هر دو شهرستان به دلایل اساسی مختلف باید به عنوان یک هشدار دیده شود: اگر تلاشی برای رسیدگی به این آسیب‌پذیری نشود هر دو شهرستان می‌توانند به شرایط بسیار آسیب‌پذیرتری تغییر حالت دهند. در هر دو شهرستان اینکه بدانیم بخش‌های جمعیت و مناطق مختلف چه سطحی از در معرض قرار گرفتن، حساسیت و ظرفیت سازگاری دارند مهم است که این تحقیق یک ارزیابی اولیه‌ای از این تنوع را ارائه می‌دهد اما تمام نقاط را پوشش نمی دهد. انجام مطالعات شناسایی جزیره حرارتی همراه با یک شاخص آسیب‌پذیری تصویر کامل‌تری از تغییرات احتمالی زیست محیطی با توجه به تغییرات آب و هوایی ارائه

می‌دهد. جمع‌آوری این نوع از اطلاعات می‌تواند پایه خوبی برای برنامه‌ریزی کوتاه مدت و بلند مدت برای سازگاری با تغییرات آب‌وهوا و کاهش خطر بلایا باشد. براساس نتایج از اولویت‌های شهر ورامین باید بهبود آگاهی از تغییرات آب‌وهوا و اثرات آن بر جامعه باشد. در برنامه‌های جامعه باید به مسائل زیست محیطی و اثرات تغییر آب‌وهوا بیشتر پرداخته شود. هم از نظر بلایای طبیعی و هم از نظر هواشناسی مانند خشکسالی و مشکلات ایجادشده در زندگی روزمره ناشی از دمای بالا. حتی اگر پوشش زمین در حال حاضر در ورامین نقش زیادی در ایجاد جزیره حرارتی ندارد اما حفظ این شرایط و حتی بهبود پوشش زمین باید از برنامه‌های توسعه شهرستان باشد؛ اما به نظر می‌رسد در بسیاری از شهرستان‌ها برنامه‌ریزی خاصی جهت این امر مهم ندارند. بهبود امکانات عمومی مربوط به بهداشت و درمان، آب و مصارف برق در هر دو شهرستان لازم است، به دلیل اینکه هر سه از مؤلفه‌های اساسی آسیب‌پذیری هستند، دولت باید بودجه بیشتری برای تسهیل استفاده و افزایش این امکانات اختصاص دهد. جوامع باید چگونگی سازگاری با منابع و امکانات محدود را یاد بگیرند؛ مانند جلوگیری از بیماری با داشتن یک محیط سالم در محله، صرفه‌جویی در مصرف آب و برق، استفاده صحیح از امکانات و خدمات عمومی و ...تهران با مشکلات جدی مربوط به شهرنشینی به‌ویژه در بخش سازگاری خانه و پارک و فضای سبز و دسترسی به مراکز سلامت مواجه است. در تهران بیشتر پوشش زمین از سطوح نفوذناپذیر تشکیل شده است که یکی از دلایل مهم افزایش دما است. در این راه سیاستی مثل پشت بام‌های سبز می‌تواند تاثیر زیادی بر محدود کردن تجمع حرارت شهری داشته باشد. در ارتباط با فرضیه پژوهش نتایج حاصل از آسیب‌پذیری نشان می‌دهد که ساکنان در مناطق مورد مطالعه در ورامین آسیب‌پذیری کمتری نسبت به تهران دارند اما به طور کلی سطح آسیب‌پذیری هر دو شهرستان سطح متوسطی از آسیب‌پذیری دارند. در ورامین آگاهی جامعه نسبت به تغییرات دما و هم‌چنین خدمات عمومی مانند بیمه درمانی پایین‌تر است؛ اما سازگاری بالاتری نسبت به تهران دارد که این لزوما به این دلیل نیست که ساکنین از افزایش دما آگاه هستند بلکه بیشتر به صورت سازگاری طبیعی است. در تهران حساسیت به افزایش دما بالاتر است. به دلیل آن‌که خانوار از روزهای گرم بیشتری رنج می‌بردند و هم‌چنین مصارف آب و برق بالا و وضعیت نه‌چندان خوب در دسترسی به مراکز سلامت داشتند. تهران عمدتا به دلیل روابط اجتماعی کمتر و هم‌چنین سازگاری کمتر مناطق مسکونی ظرفیت سازگاری پایین‌تری دارد.

حامی مالی

بنا به اظهار نویسندهٔ مسئول، این مقاله حامی مالی نداشته است.

سهم نویسندگان

این مقاله مستخرج از کار گروهی است، کارهای میدانی، تحلیل و نگارش مقاله توسط نویسندهٔ اول و دوم مقاله انجام شده است؛ صحت، تأئید و راهنمایی در تدوین مقاله توسط نویسندهٔ سوم چهارم صورت گرفته است.

تضاد منافع

نویسندگان اعلام میدارند که هیچ تضاد منافعی در رابطه با نویسندگی و یا انتشار این مقاله ندارند.

تقدیر و تشکر

نویسندگان، از همهٔ افراد، به دلیل مشاوره و راهنمایی علمی و مشارکتشان در این مقاله تشکر و قدردانی مینمایند.

منابع

پاک اندیش، آرش، حبیب، فرح، و خانلو، نسیم. (۱۳۹۸). ارزیابی وضعیت تاب آوری شهری در برابر جزایر حرارتی شهری (مطالعه موردی: مناطق ۱۱ و ۶ شهرداری تهران). علوم و تکنولوژی محیطزیست، ۲۱(۷)، ۲۵۵-۲۶۵.

پورامین، کتایون، خاتمی، سیدمهدی و شمس‌الدینی، علی. (۱۳۹۸). عوامل موثر بر شکل‌گیری جزایر حرارتی شهری؛ با تاکید بر ویژگی‌ها و چالش‌های طراحی شهری، گفتمان طراحی شهری، ۱(۱)، ۶۹-۸۳

رحیمی، عاطفه. (۱۴۰۰). پایان نامه کارشناسی ارشد نقش کاربری اراضی بر الگوی جزایر حرارتی (مطالعه موردی: شهر اصفهان)،استادراهنما،محمد سلیمانی مقدم، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار.

رنجبر سعادت آبادی، عباس، علی اکبری بیدختی، عباسعلی و صادقی حسینی، سیدعلیرضا. (۱۳۸۵). آثار جزیره گرمایی و شهرنشینی روی وضع هوا و اقلیم محلی در کلان شهر تهران بر اساس داده‌های مهرآباد و ورامین. محیط شناسی، ۳۲(۳۹)، ۵۹-۶۸.

سلطانی مقدس، ریحانه. (۱۳۹۸). پیامدهای مکانی- فضایی تغییر کاربری اراضی سکونتگاه‌های روستایی (مطالعه موردی: شهرستان قرچک – استان تهران، *برنامه‌ریزی توسعه کالبدی*، (۲)۶، ۷۹-۹۴.

صفرزاده، حسین و فرهنگی، علی‌اکبر. (۱۳۹۲). روش‌های تحقیق در علوم انسانی (با نگرشی بر پایان‌نامه‌نویسی)، انتشارات پاپ.

فربودی، مرضیه و زمانی، زهرا. (۱۴۰۱). کاهش جزایر حرارتی شهری از طریق افزایش سبزینگی و سطوح نفوذپذیر در تهران علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۲۴(۲)، ۴۵-۳۱.

موسوی بایگی، محمد، اشرف، بتول، فرید حسینی، علیرضا و میان‌آبادی، آمنه. (۱۳۹۱). بررسی جزیره حرارتی شهر مشهد با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و نظریه فرکتال، مجلّه جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۱(۱)، ۳۵-۴۹.

ونگ، تای چی و وبلیندا، یوئن. (۱۳۹۲). برنامه‌ریزی شهری اکولوژیک؛ سیاست‌ها تجارب و طراحی، ترجمه محمد رحیم رهنما و الهه کریمی، انشارات جهاد دانشگاهی مشهد. چاپ اول، مشهد.

References

Amiri, K., Q., Weng., A., Alimohamadi., & Alavipanah, K. (2009). Spatial–temporal dynamics of land surface temperature in relation to fractional vegetation cover and land use/cover in the Tabriz urban area Iran. Remote Sensing of Environment, Vol. 113, 2606-2617.

Balling R. C. & Brazell, S. W. (1988).High Resolution Surface Temperature Patterns in a Complex Urban Terrain," Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 59(4), 1289-1293.

Falahatkar, S., Hosseini, M., & Soffianian, A. (2011).The relationship between land cover changes and spatial-temporal dynamics of land surface temperature. Indian Journal of Science and Technology, 4(2), 76-81.

Farboudi, M., & Zamani, Z. (2021).Reduction of urban heat islands through increasing greenery and permeable surfaces in Tehran, Environmental Science and Technology, twenty-fourth vol 2(2), 45-31.

Farboudi, M., & Zamani, Z. (2022). Reducing urban heat islands through increasing greenery and permeable surfaces in Tehran, Environmental Science and Technology, 24(2), 31-45. (In Persian)

Gallo K.P., & Owen, T. W. (1998). Assessment of urban heat island: A multi-sensor perspective for the Dallas-Ft. Worth, USA region. Geocarto International, 13(4), 35-41.

Gallo, K.P., McNab., A. L. Karl., T. R. Brown., J. F. Hood., J. J. & Tarpley, J. D. (1993). The use of NOAA AVHRR data for assessment of the urban heat island effect. Journal of Applied Meteorology. 32(5), 899-908.

Hahn, M., Riederer., & Foster, Q. (2011).The livelihood vulnerability index: a pragmatic approach to assessing risks from climate variability and change: a case study in mozambique. Global Environmental Change 19(1), 74–88.

HolySultani, R. (2018). Spatial-spatial consequences of land use change in rural settlements (case study: Qarchak city - Tehran province) Physical Development Planning, 2(6), 94-79..

Larsen, J. (2003). Record heat wave in Europe takes 35,000 lives. Earth Policy Institute.

Liu, L., & Zhang, Y. (2011).Urban heat island analysis using the Landsat TM data and ASTER data: A case study in Hong Kong. Remote Sensing, 3(7), 1535-1552.

Mousavi Baighi, M., Ashraf, B., Farid Hosseini, A., & Mianabadi, A. (2019). Investigating the thermal island of Mashhad city using satellite images and fractal theory, Geography and Environmental Hazards Magazine, 1, 35-49.

Mousavi Baighi, M., Ashraf, B., Farid Hosseini, A., & Mianabadi, A. (2012). Investigating the thermal island of Mashhad city using satellite images and fractal theory, Journal of Geography and Environmental Hazards, 1(1), 35-49. (In Persian)

Namdari, S. (2009). Extraction of urban heat island in urban regions by satellite images (the case study: Tehran). A dissertation submitted to shahidbeheshti University for degree of MA of remote sensing and GIS, department of geology sciences

Okumus, D., Erdem Terzi, F. (2021). Evaluating the role of urban fabric on surface urban heat island: The case of Istanbul, Sustainable Cities and Society, Vol 73, 103128.

Pakandish, A., Habib, Farah, & Khanlou, N. (2018). Evaluation of the state of urban resilience against urban heat islands (case study: Districts 11 and 6 of Tehran Municipality). Environmental Science and Technology, 21(7), 255-265. (In Persian)

Pakandish, A., Habib,F., .F., Khanlou, N. (2018). Assessing the state of urban resilience against urban heat islands (case study: Districts 11 and 6 of Tehran Municipality). Environmental Science and Technology, 21, 255-265.

Pouramin, K., K., S, M., & Shams-Aldini, A. (2018). Factors affecting the formation of urban heat islands; Emphasizing the features and challenges of urban design, Urban Design Discourse, 1(1), 69-83. (In Persian)

Pouramin,K., Khatami, S. &.Sham Aldini, A. (2018). Factors affecting the formation of urban heat islands; Emphasizing the characteristics and challenges of urban design, urban design discourse, first term, 1, 69-83.

Rahimi, A. (2021). Master's thesis on the role of land use on the pattern of thermal islands (case study: Isfahan city), supervisor, Mohammad Soleimani Moghadam, Hakim Sabzevari University, Sabzvar.

Rahimi, A. (2021). Master's thesis on the role of land use on the pattern of thermal islands (case study: Isfahan city), supervisor, Mohammad Soleimani Moghadam, Hakim Sabzevari University, Sabzevar. (In Persian)

Ranjbar Saadat Abadi, A., Ali Akbari Bidakhti, A., & Sadeghi Hosseini, S. A. R. (2006). Effects of heat island and urbanization on weather and local climate in Tehran metropolis based on Mehrabad and Varamin data. Ecology, 32(39), 59-68. (In Persian)

Ranjbarsaadabadi, A., Ali, A., Bidakhti, A., & SadeghiHosseini, S. (2006). Effects of heat island and urbanization on weather and local climate in Tehran metropolis based on Mehrabad and Varamin data. Environment, 32, 59-68.

Safarzadeh, H., & Farhani, A. (2012).Research methods in the humanities (with an attitude towards thesis writing), Barayin Puish Publications, Pop 15.

Safarzadeh, H., & Farhani, A. A. (2012). Research methods in human sciences (with an attitude towards thesis writing), Pop Publications. (In Persian)

Sharon, L., Harlan, Anthony, J., Brazel, L., Prashad, L., Stefanov, L. (2006). Neighborhood microclimates and vulnerability to heat stress, Social Science & Medicine, Volume 63, Issue 11, December 2006, Pages 2847-2863.

Shi,Y., & Katzschner, L., Ng, E. (2017).Modelling the fine-scale spatiotemporal pattern of urban heat island effect using land use regression approach in a megacity, Science of the Total Environment, 618(15), 891-904.

Soltani Moghadas, R. (2018). Spatial-spatial consequences of land use change in rural settlements (case study: Qarchak city - Tehran province, physical development planning, (2) 6, 79-94. (In Persian)

Weng Q., Lu, D., &Liang. B. (2006). Urban Surface Biophysical Descriptors and Land Surface Temperature Variations. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 72(11), 1275–1286.

Weng, Q. (2001). A remote sensing-GIS evaluation of urban expansion and its impact on surface temperature in the Zhujiang Delta. China.International Journal of Remote Sensing, 22(10), 1999-2014.

Weng, Q., Lu, D., & Schubring, J. (2004). Estimation of land surface temperature–vegetation abundance relationship for urban heat island studies. Remote sensing of Environment, 89(4), 467-483.

Wong, E., Akbari, H., Bell, R., & Cole, D. (2011). Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies.Environmental Protection Agency, retrieved May, 12, 2011.

Wong, T & Linda,Y.(2012).Ecological urban planning; Policies, experiences and design, translated by Mohammad Rahim Rahnama and Elaha Karimi, Mashhad Academic Jihad Publications. First edition, Mashhad.

Wong, T. C., & Weblinda, Y. (2012). ecological urban planning; Policies, experiences and design, translated by Mohammad Rahim Rahnama and Elaha Karimi, Mashhad Academic Jihad Publications. First edition, Mashhad.