



## Investigating the Relationship Between Heat Waves and Thermal Islands of the City (Case Study: Abadan City)

Kobra Shojaeizadeh <sup>a\*</sup>, Shahriar Khaledi <sup>b</sup>, Tayebeh Akbari Irani <sup>c</sup>

<sup>a</sup> PhD Student in Climatology, Department of Geography, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

<sup>b</sup> Professor, Department of Geography, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

<sup>c</sup> Assistant Professor, Department of Geography, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Received: 25 May 2021

Revised: 17 July 2021

Accepted: 4 August 2021

### Abstract

Numerous human and natural factors are involved in the creation of thermal islands. Accordingly, the purpose of this study was to analyze the occurrence of heat wave in Abadan city and its impact on thermal islands. Heat waves were identified using the 95th percentile index and its application to daily maximum temperature data during the period 1985-2017. Among the heat waves that had occurred, two waves with more continuity during the hot and cold seasons of the years were selected and their satellite images were received from the MYD11A2 MODIS during the day and night. Then, using image processing techniques, Earth surface temperature map was extracted and used for determining thermal islands of Abadan city. Land use map with 4 land use classes was extracted from MOD12Q1 MODIS by supervised classification method. The results showed that the average incidence of hot flashes in each month of the year is between 3 and 8 waves. The most persistent heat waves occurred in the period of 6/11/2010 to 6/16/2010 and 19/3/2008 to 27/3/2008 with a duration of 6 and 8 days, respectively. Thermal islands in Abadan have specific spatial and temporal fluctuations and the surface temperature is higher in the warm season. The high temperature in barren lands is due to the increase of fuel consumption of 2 hours per day and in the industrial area due to the burning of fossil fuels and the production of polluting gases, which cause the greenhouse effect, heat intensification and, eventually, the high density of the heat islands and intensity of the effects of heat waves.

**Keywords:** Heat Waves, Thermal Islands, Modis Products, Abadan

\*. Corresponding author: Kobra Shojaeizadeh E-mail: shojaeizadeh.1996@yahoo.com Tel: + 989171887058

**How to cite this Article:** Shojaeizadeh, K., Khaledi, S., Akbari Iranian, T. (2021). Investigation of the relationship between heat waves and thermal islands of the city (Case study: Abadan city). *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 10(4), 205-220.

doi: 10.22067/geoeh.2021.70560.1063



Journal of Geography and Environmental Hazards are fully compliant with open access mandates, by publishing its articles under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).



Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

# Geography and Environmental Hazards

Volume 10, Issue 4 - Number 40, Winter 2022

<https://geoeh.um.ac.ir>

<https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.70560.1063>

جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال دهم، شماره چهارم، زمستان ۱۴۰۰ صص ۱۹۳-۲۰۷

مقاله پژوهشی

## واکاوی ارتباط امواج گرمایی با جزایر حرارتی شهر (مطالعه موردی: شهرستان آبادان)

کبری شجاعی زاده<sup>۱</sup> - دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، گروه جغرافیا، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

شهریار خالدی - استاد گروه جغرافیا، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

طیبه اکبری ایرانی - استادیار گروه جغرافیا، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۳/۴ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۴/۲۶ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۵/۱۳

### چکیده

عوامل انسانی و طبیعی متعددی در ایجاد جزایر حرارتی نقش دارند. بر این اساس هدف مقاله حاضر تحلیل وقوع موج گرمایی در شهرستان آبادان و تأثیر آن در جزایر حرارتی است. امواج گرمایی با استفاده از شاخص صدک ۹۵ و اعمال آن بر داده دمای بیشینه روزانه طی بازه زمانی ۲۰۱۷-۱۹۸۵ شناسایی شد. از میان امواج گرمایی حادث شده دو موج با تداوم بیشتر طی فصل گرم و سرد سال انتخاب، تصاویر ماهواره‌ای آن‌ها از فرآورده MYD11A2 سنجنده مودیس طی شبانه روز دریافت سپس با اجرای تکنیک‌های پردازش تصاویر، نقشه دمای سطح زمین استخراج و به منظور تعیین محدوده جزایر حرارتی در شهرستان آبادان استفاده گردید. نقشه کاربری اراضی با ۴ کلاس کاربری از فرآورده MCD12Q1 سنجنده مودیس به روش طبقه‌بندی نظارت شده استخراج شد. نتایج نشان داد که متوسط وقوع موج گرم در هر یک از ماه‌های سال بین ۳ تا ۸ موج است. ماندگارترین امواج گرمایی در بازه زمانی ۲۰۱۰/۶/۱۱ تا ۲۰۱۰/۶/۱۶ و ۲۰۰۸/۳/۱۹ تا ۲۰۰۸/۳/۲۷ به ترتیب با تداوم ۶ و ۸ روزه رخ داده‌اند. جزایر حرارتی در آبادان دارای نوسانات مکانی و زمانی مشخص و مقدار دمای سطحی در فصل گرم بیشتر است. دمای بالا در زمین‌های بایر به علت انعکاس زیاد تشعشعات حرارتی ساطع شده از خورشید به لحاظ وجود قشری از نمک در سطح زمین و در محدوده صنعتی به علت سوزاندن سوخت‌های فسیلی و تولید گازهای آلاینده

Email: [shojaeizadeh.1996@yahoo.com](mailto:shojaeizadeh.1996@yahoo.com)

۱ نویسنده مسئول: ۹۲۱۷۲۴۴۵۸۷

نحوه ارجاع به این مقاله:

شجاعی زاده، کبری؛ خالدی، شهریار؛ اکبری ایرانی، طیبه؛ ۱۴۰۰. واکاوی ارتباط امواج گرمایی با جزایر حرارتی شهر

(مطالعه موردی: شهرستان آبادان). *جغرافیا و مخاطرات محیطی*. ۱۰(۴). صص ۱۹۳-۲۰۷

<https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.70560.1063>

است که باعث اثر گلخانه‌ای، تشدید گرما و در نهایت تراکم بالا جزایر حرارتی و تشدید اثرات امواج گرمایی می‌شود.

**کلیدواژه‌ها:** امواج گرمایی، جزایر حرارتی، محصولات مودیس، آبادان

#### ۱-مقدمه

تغییرات کاربری‌ها، افزایش جمعیت و در پی آن افزایش تردد خودروها و همچنین وجود صنایع، موجب افزایش دمای برخی مناطق شهری نسبت به دیگر مناطق می‌شوند (معروف نژاد و قنوتی، ۱۳۹۳). در یک شهر، دمای هوا اغلب به اندازه ۳ تا ۴ درجه سانتی‌گراد بالاتر از سایر مناطق شهری است (کامیلونی و باروس<sup>۱</sup>، ۱۹۹۷). افزایش دمای سطح زمین به‌ویژه در شهرهای بزرگ و کلان‌شهر یکی از مشکلات اساسی زیست‌محیطی است (ولی زاده و همکاران، ۱۳۹۵)؛ بنابراین در مناطق شهری، بسته به پوشش زمین مناطقی با درجه حرارت بیشتر از سایر نواحی به وجود می‌آید، که این پدیده را جزیره حرارتی شهرها می‌نامند (شکیبا و همکاران، ۱۳۸۸). جزیره حرارتی شهرها در فصل تابستان به‌خصوص در مناطق گرمسیری و خشک اثرات ویرانگری را به بار می‌آورد. این شرایط باعث به هم خوردن آسایش زندگی مردم ساکن در مراکز شهری می‌شود. با توجه به گرمای بیش‌ازحد و ظرفیت تحمل پایین مردم در شرایط گرمای شدید باعث به وجود آمدن بیماری و در ادامه مرگ‌ومیر می‌شود. علاوه بر این افزایش دما باعث افزایش تقاضای انرژی جهت سرمایش ساختمان‌ها برای آسایش و راحتی بیشتر مردم در فصل گرم خواهد شد (رضایی راد، ۱۳۹۵). خطرات امواج گرمایی توسط جزایر گرمایشی شهری (UHI) افزایش می‌یابند (تان و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۰). موج‌های گرمایی به‌عنوان تداوم غیرمعمول و استثنائی هوای گرم، بخشی از رویدادهای حدی جو هستند. پیش‌بینی می‌شود که در آینده موج‌های گرما بیشتر اتفاق می‌افتند و به دلیل گرم شدن کره زمین شدت می‌یابند (گرا<sup>۳</sup>، ۲۰۰۴). تحقیقات اخیر نشان داده است که امواج گرما با افزایش دمای هوا و دمای سطوح شهری، امکان تقویت جزایر حرارتی را دارند (رامامورتی و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۱۵)، که عواقب نامطلوبی را برای ساکنان شهری به همراه خواهد داشت. پارک<sup>۵</sup> (۱۹۸۶) در مطالعه‌ای ویژگی‌های جزیره گرمایی در سنئول و شهرهای اطراف آن را بررسی کرد، نتایج نشان داد که ارتباط قوی بین شدت جزیره گرمایی، جمعیت و سطوح غیرقابل نفوذ وجود دارد، همچنین افزایش سرعت باد عامل محدود کننده شدت جزیره گرمایی در سنئول است. کارل و همکاران<sup>۶</sup> (۱۹۸۸) دریافتند که شدت جزیره گرمایی با توجه به ماهیت ذاتی شهر و سایر پارامترهای شهر از جمله اندازه شهر، ساخت‌وساز، توزیع

1 Camilloni and Barros

2 Tan et al

3 Gerald

4 Ramamurthy et al

5 Park

6 Karl et al

زمین و غیره تحت تأثیر قرار گرفته است. کواتروچی و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۰) توزیع مکانی دمای سطح زمین در چهار شهر ایالات متحده با استفاده از سنجش‌ازدور حرارتی را مطالعه کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که رشد گستره شهر، باعث افت کیفیت کلی هوای شهر شده است. یون و جونگ<sup>۲</sup> (۲۰۰۴) حداکثر شدت جزیره گرمای شهری روزانه در شهرهای بزرگ کشور کره را بررسی کردند. شدت جزیره گرمایی در شهرهای ساحلی ضعیف‌تر از شهرهای داخلی است. کیم و بایک<sup>۳</sup> (۲۰۰۵) به ارزیابی ساختار زمانی و مکانی جزایر حرارتی با استفاده از دمای سطحی زمین در شهر سئول پرداختند. نتایج نشان داد جزیره گرمایی شهری در سئول به‌طور قابل توجهی تحت تأثیر موقعیت بخش‌های اصلی تجاری و صنعتی و توپوگرافی محلی آن است. جزیره گرمایی شهری در سئول در شب نسبت به روز قوی‌تر است و با افزایش سرعت باد و پوشش ابر کاهش می‌یابد، اما کمترین میزان آن در تابستان است. ژیان و کرین<sup>۴</sup> (۲۰۰۶) با بررسی پوشش زمین و ویژگی‌های حرارتی آن به کمک داده‌های لندست در منطقه شهری تمپابای و لاس‌وگاس نشان دادند که می‌توان ویژگی‌های حرارتی سطح زمین و الگوهای آن را از طریق کاربری اراضی شناسایی کرد. جفری و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۱۰) به بررسی تأثیر جزایر حرارتی در شدت امواج گرمایی شهر اوکلاهما پرداختند. بررسی‌ها نشان داد یک الگوی پایداری از جزیره حرارتی در دوره مورد مطالعه بر شهر حاکم و درجه حرارت در هسته شهر نسبت به مناطق مجاور بیشتر بوده است. لسون<sup>۶</sup> (۲۰۱۱) به شبیه‌سازی جزایر حرارتی براساس مدل AR4 A1 پرداختند. نتایج حاصل نشان داد که میانگین دمای سالانه شهرها تا ۴ درجه سانتی‌گراد گرم‌تر از مناطق روستایی است. به‌طور متوسط در تمام مناطق شهری در مدل، جزیره گرما ۱٫۱ درجه سانتی‌گراد است، که ۶٪ از این گرمایش بر اثر گازهای گلخانه‌ای رخ داده است. سوبرینو و همکاران<sup>۷</sup> (۲۰۱۳) اثر جزیره حرارتی در شهر مادرید را با داده‌های سنجش‌ازدور حرارتی بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که اثر SUHI بالاترین ارزش را در شب داشت اما در طول روز، این وضعیت معکوس شده و در شهر جزیره حرارتی منفی می‌شود. رامامورتی و بوزید<sup>۸</sup> (۲۰۱۶) به اندرکنش امواج گرمایی و جزایر حرارتی چندین شهر ایالت متحده براساس مقیاس سینوپتیک و شهری با استفاده از مدل پیش‌بینی (wrf) پرداختند. نتایج نشان از اندرکنش امواج گرمایی و جزایر حرارتی در شهرهای بزرگ نسبت به شهرهای کوچک‌تر دارد، همچنین الگوهای جزایر حرارتی، تغییرپذیری و اندرکنش آن‌ها با امواج گرمایی با عوامل دینامیکی در ارتباط هستند. الکساندر و همکاران<sup>۹</sup> (۲۰۱۷) در مطالعه توزیع فضایی و زمانی جزیره گرمایی شهر ویلا

1 Quattrochi et al

2 Kim and Baik

3 Yeon-Hee Kim; Jong-Jin Baik

4 Xian and Crane

5 Jeffrey B. Basara et al

6 Ison

7 Sobrino et al

8 P. Ramamurthy, and E. Bou-Zeid

9 Alexandre et al

در برزیل به این نتیجه رسیدند که میانگین دمای سطح مناطق شهری حداقل ۲,۳۴ تا ۷,۱۹ درجه سانتی‌گراد بالاتر از مناطق توسعه یافته است. در مناطقی با پوشش گیاهی غالب، خصوصیت جزیره گرما کاهش می‌یابد. لئوناردو و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۸) در مطالعه جزیره گرما ریودوژانیرو در برزیل در ۳۰ سال گذشته، با استفاده از تکنیک سنجش از دور نتیجه گرفت که دمای سطح زمین (LST) به‌طور قابل توجهی افزایش یافته است. کیخسروی (۲۰۱۹) اثرات امواج گرمایی را بر جزایر حرارتی کلان‌شهرهای ایران (مشهد، تبریز، اهواز و تهران) را با استفاده از شاخص بالدی و داده‌های ماهواره‌ای بررسی نمود. در کلان‌شهرهای مشهد، اهواز، تبریز و تهران به ترتیب در زمان وقوع موج گرما، شدت جزیره حرارتی به ترتیب در حدود ۴، ۶، ۴ و ۳ درجه سانتی‌گراد بوده است و از نظر سینوپتیکی حاکمیت کم‌فشار در سطوح پایین عامل اصلی فرونشست هواست. علاوه بر آن، شمسی‌پور و همکاران (۱۳۹۱) در پژوهشی تحت عنوان واکاوی تغییرات مکانی هسته جزیره گرمایی شهر تهران، تغییرات موقعیت مکانی جزیره گرمایی شهر را با استفاده از منحنی‌های هم دما بررسی کرده و نتایج نشان داد که در تمامی روزها میانگین دمای محدوده شهر تهران بیشتر از دمای ثبت شده در حومه آن است. احمدی و همکاران (۱۳۹۴) با بررسی تغییرات زمانی و مکانی الگوهای حرارتی و کاربری شهر شیراز با استفاده از داده‌های سنجنده ETM+ & TM به این نتیجه رسیدند که سطوح بایر خاکی فاقد پوشش گیاهی حاشیه شهر بیشترین میزان دما را دارند و در کاربری‌های شهری نیز دمای بافت‌های فشرده و فرسوده شهری بیش از دیگر مناطق مسکونی است. حلقه‌های دمایی با مناطق آلوده و پر ترافیک شهری انطباق دارند و سردترین مناطق نیز با کاربری پوشش گیاهی منطبق‌اند. احمدی و فرهمند (۱۳۹۶) در پژوهشی با عنوان «واکاوی تغییرات مکانی هسته‌های جزایر حرارتی شهر ارومیه از سال ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۵»، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای TIRS,OLI سنجنده لندست ۸ به شناسایی محدوده تشکیل جزایر حرارتی شهر ارومیه پرداختند. نتایج نشان داد، کمینه و بیشینه دمای شهر ارومیه طی سال ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۵ روند صعودی داشته و این افزایش دمایی در زمین‌های بایر شهر به‌مراتب چشمگیرتر است، همچنین تغییرات مکانی هسته جزیره حرارتی در شمال، غرب و قسمت مرکزی شهر ارومیه مشاهده شد. زرین و علوی پناه (۱۳۹۵)، به مقایسه الگوی حرارتی سطح زمین با استفاده از باندهای حرارتی تصاویر ماهواره لندست در آبادان در یک بازه زمانی ۳۰ ساله پرداختند. نتایج نشان داد که این الگو پس از سه دهه به طرز قابل توجهی تغییر کرده بود. بیشترین تغییر در نخیلات اروندکنار مشاهده شد. در این منطقه در بعضی نواحی دمای سطح زمین نسبت به ۳۰ سال پیش تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد تفاوت نشان می‌دهد مسعودیان و ترکی (۱۳۹۸) به مطالعه جزیره گرمایی کلان‌شهر اهواز از لحاظ تغییرات زمانی و مکانی با استفاده از داده‌های دمای رویه زمین سنجنده مودیس طی سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۶ پرداختند. نتایج نشان داد شهر اهواز طی روز جزیره سرمایی و هنگام شب جزیره گرمایی دارد. شهر اهواز هنگام روز به‌طور متوسط ۲ درجه سلسیوس خنک‌تر و در شب ۲,۲ درجه سلسیوس گرم‌تر از پیرامون خود است. به علت عبور رودخانه کارون از داخل شهر، جزیره گرمایی به دو

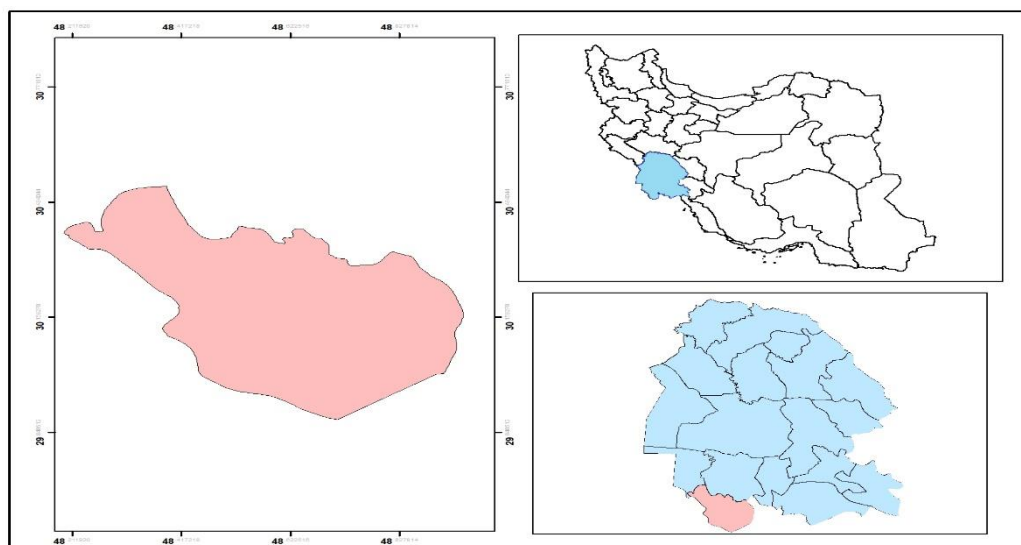
1 Leonardo et al

بخش شرقی و غربی تقسیم می‌شود که دمای رویه بیشتری نسبت به میانه شهر دارند. جزایر حرارتی شهری آثار سوء بر ناهنجاری‌های دمایی و امواج گرمایی تولید شده دارند (تان و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۰). پژوهش‌های انجام شده در خصوص ارتباط امواج گرمایی و جزایر حرارتی شهر در سطح کشور بسیار اندک است. شهرستان آبادان با توجه به شرایط محیطی از یک سو و عوامل درونی و انسانی از سوی دیگر در ظهور شرایط حرارتی ویژه در کشور قابل توجه است. از طرفی شهر آبادان به دلیل برخورداری از دما و رطوبت بالا در معرض امواج گرمایی شدید قرار دارد (مولودی و همکاران، ۱۳۹۵). لذا این پژوهش با توجه به ساختارهای شهری، وجود صنایع و پالایشگاه‌ها در آبادان و درجه حرارت بالا در پی بررسی ارتباط امواج گرمایی و جزایر حرارتی آن است.

## ۲- مواد و روش

### ۲-۱- منطقه مورد مطالعه

شهرستان آبادان بین طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۷ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۲۰ دقیقه و با بلندای ۳ متر از سطح دریا و با پهناوری ۲۷۹۶ کیلومتر مربع در جنوب غرب کشور واقع گردیده است. میانگین سالانه دمای آن ۲۶ درجه سانتی‌گراد، میانگین حداکثر دمای آن ۵۲ درجه سانتی‌گراد و میانگین حداقل دمای آن ۲- درجه سانتی‌گراد است. میزان بارندگی سالانه در حدود ۱۴۹ میلی‌متر گزارش شده است (سازمان هواشناسی خوزستان). بر پایه نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن در سال ۱۳۹۰ تعداد جمعیت ساکن شهر آبادان بالغ بر ۲۱۲،۷۴۴ نفر است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰) و دارای دو بخش، مرکزی و اروندکنار، سه شهر و شش دهستان است. آبادان با دارا بودن یکی از بزرگ‌ترین پالایشگاه‌های نفت جهان طی سال‌های اخیر با رشد و توسعه قابل توجه اقتصادی و اجتماعی همراه بوده است.



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه

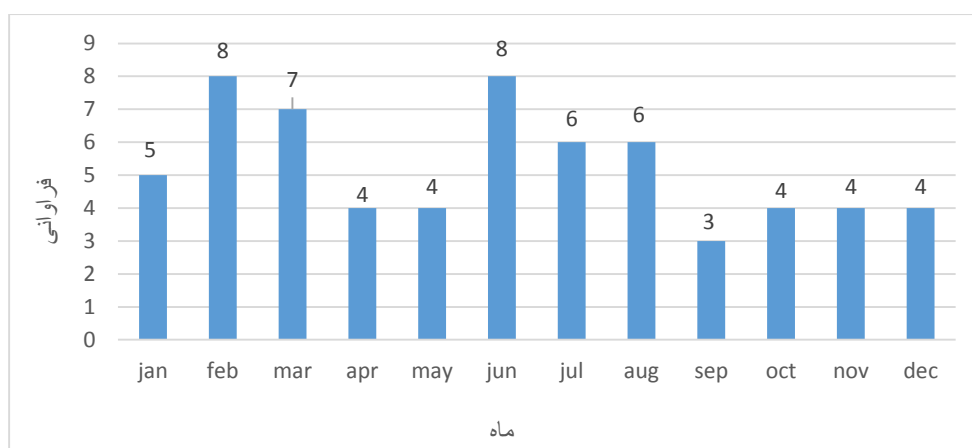
## ۲-۲- روش انجام پژوهش

به منظور بررسی امواج گرمایی در شهرستان آبادان، دمای حداکثر روزانه ثبت شده از ایستگاه سینوپتیک آبادان برای دوره اقلیمی ۳۲ ساله (۱۹۸۵-۲۰۱۷) دریافت، سپس برای هر روز اقلیمی صدک ۹۵ام داده‌های دمای حداکثر روزانه در کل دوره آماری محاسبه شد. با تعیین آستانه دمایی، روزهایی که حداقل ۳ روز یا بیشتر مقادیر دمایی آن مثبت بود به عنوان موج گرمایی شناخته شد. در ادامه جهت تأثیرگذاری امواج گرما در جزایر حرارتی منطقه مورد مطالعه، دو موج گرمایی در دوره سرد و گرم که دوام و ماندگاری طولانی تری داشتند به عنوان نمونه انتخاب و بر اساس آن، تصاویر ماهواره‌ای از سنجنده مادیس در روز و شب از سایت (<https://earthengine.google.com>) دریافت شد. سنجنده مودیس با قدرت تفکیک مکانی ابزاری است که بر روی ماهواره ترا در ماه دسامبر سال ۱۹۹۹ و ماهواره آکوا در ماه می سال ۲۰۰۲ راه اندازی و نصب شده است. این سنجنده، داده‌ها را در ۳۶ باند طیفی با عبور زمانی بالاتر از خط استوا در حدود ۱۰:۳۰ و ۲۲:۳۰ برای ماهواره ترا و ۱۳:۳۰ و ۰۱:۳۰ برای ماهواره آکوا جمع‌آوری می‌کند. MOD11-A2 و MYD11-A2، دمای سطح زمین (LST) و توان تشعشعی ۸ روزه در سطح ۳، تشکیل شده از محصول LST روزانه ۱ کیلومتر مادیس (MOD11A1 و MYD11A1) است و بر روی یک شبکه سینوسی ۱ کیلومتر به عنوان مقدار متوسط LST در آسمان صاف در طول ۸ روز در طول روز و شب (۱۰:۳۰ و ۲۲:۳۰ برای مودیس ترا و ۱۳:۳۰ و ۰۱:۳۰ برای مودیس آکوا) ذخیره شده است (لازارینی و همکاران، ۲۰۱۳). فرآورده مورد استفاده در این پژوهش برای بررسی تغییرات شبانه‌روزی جزایر حرارتی، MYD11A2 است که شامل دمای سطح

زمین (LST) در روز و شب با قدرت تفکیک مکانی ۱ کیلومتر و تفکیک زمانی ۸ روزه در دوره زمانی ۲۰۱۰ و ۲۰۰۸ است. با توجه به تأثیر عمده نوع کاربری اراضی بر میزان بازتاب طیفی لازم است که در ابتدا نوع کاربری‌های عمده موجود در منطقه مورد مطالعه تعیین گردد. در این رابطه از فرآورده Land cover سنجنده مودیس (فرآورده MCD12Q1) به روش طبقه‌بندی نظارت شده استفاده شده است. این فرآورده که به‌عنوان MODIS/Terra and Aqua Combined Land Cover and شناخته می‌شود و به MCD12 معروف است به‌صورت سالانه تصویر کاربری اراضی و پوشش سطحی زمین را تهیه می‌نماید. برای تهیه این تصویر از تصاویر سنجنده مودیس ماهواره تررا و آکوا به‌صورت ترکیبی استفاده شده است.

### ۳- نتایج و بحث

براساس شاخص صدک ۹۵، طی دوره آماری (۲۰۱۷-۱۹۸۵) در منطقه مورد مطالعه ۶۵ موج گرم رخ داده، به‌گونه‌ای که امواج گرمایی در هر دو دوره گرم و سرد سال به ترتیب با ۳۱ و ۳۴ موج قابل مشاهده است. پس از ژوئن که در دوره گرم سال قرار دارد، فوریه نیز دارای بیشترین موج گرمایی در دوره سرد سال در منطقه مورد مطالعه است. شکل (۲). فراوانی امواج گرمایی در دوره سرد سال نشان دهنده کوتاه شدن دوره سرد و دراز شدن دوره گرم می‌باشد. در این راستا بررسی‌های دمای کشور برای آینده نیز بیشترین افزایش دما در ماه‌های آبان، اسفند و دی به میزان ۰/۷ درجه سانتی‌گراد تأیید می‌کند (بابائیان و همکاران، ۱۳۸۸). امواج گرمایی رخ داده از آستانه‌های دمایی متفاوت برخوردار هستند. ماه‌های جولای و آگوست با توجه به افزایش دمای حداکثر روزانه، از آستانه دمایی بالاتر و در نتیجه شکل‌گیری موج گرمایی کوتاه و بلندمدت حکایت دارد. بیشترین فراوانی تعداد روزهای گرم بالای صدک ۹۵، در ماه مارس با ۶۴ روز و کمترین آن در ماه می با ۴۶ روز ثبت گردیده است (جدول ۱).



شکل ۲- فراوانی امواج گرمایی در مقیاس ماهانه طی بازه زمانی (۲۰۱۷-۱۹۸۵).

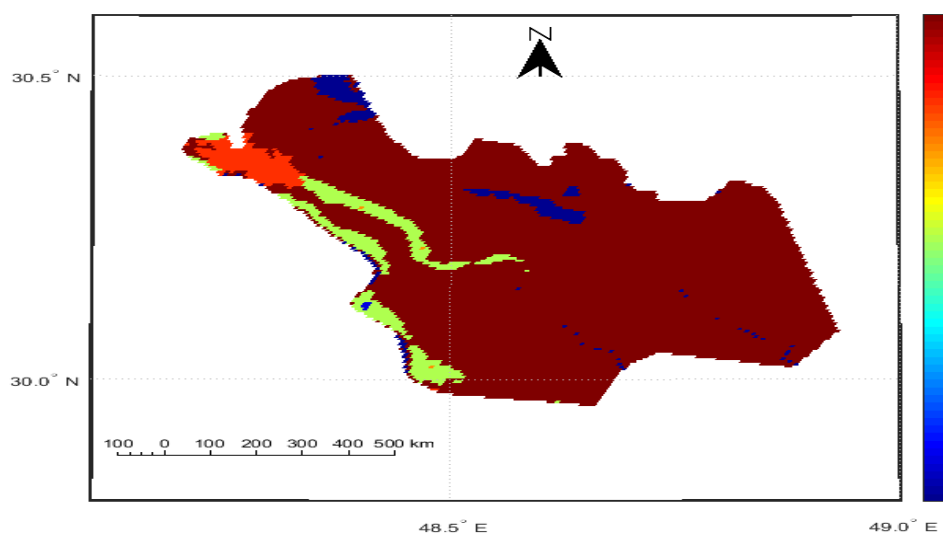


جدول ۱- آستانه دمایی و فراوانی روزهای گرم طی بازه زمانی (۲۰۱۷-۱۹۸۵).

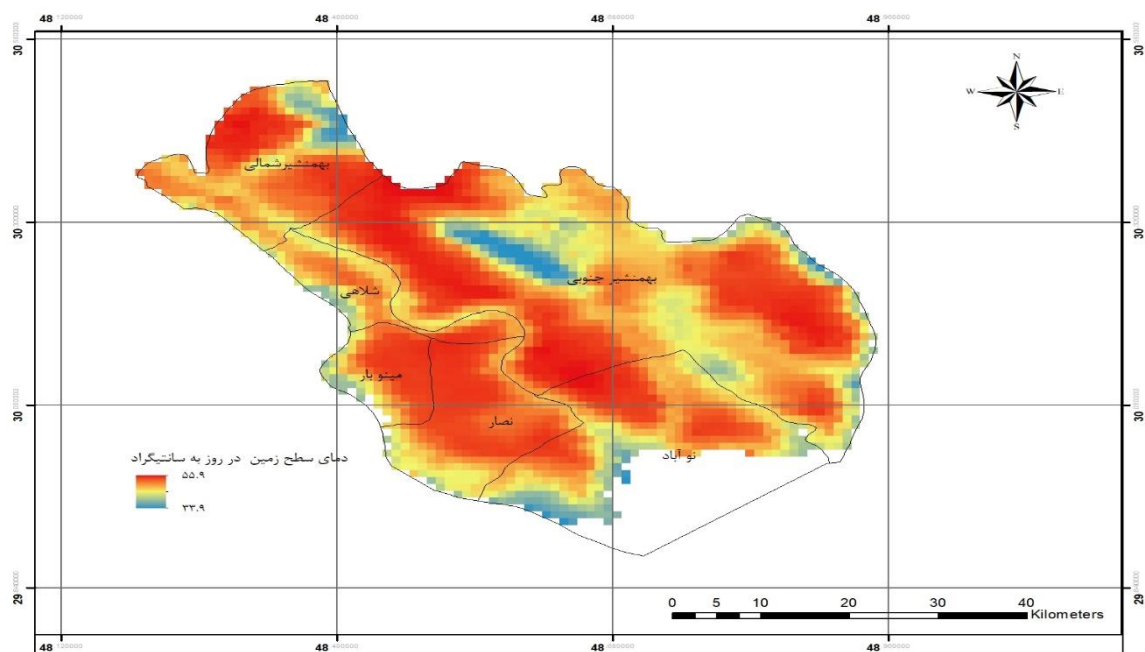
دسامبر	نوامبر	اکتبر	سپتامبر	آگوست	ژولای	ژوئن	می	آوریل	مارس	فوریه	ژانویه	
۲۶	۳۳,۶	۴۱,۶	۴۶,۸	۴۹,۸	۵۰,۲	۴۸,۸	۴۵,۶	۳۹,۲	۳۲,۶	۲۶,۴	۲۳,۴	آستانه دمایی
۶۳	۵۴	۵۱	۴۹	۵۴	۵۷	۵۴	۵۱	۵۲	۵۱	۴۶	۵۲	فراوانی

از میان ۶۵ موج شناسایی شده، موج گرم ۲۰۱۰/۶/۱۱ تا ۲۰۱۰/۶/۱۶ در دوره گرم سال (ژوئن) با بالاترین میانگین حداکثر دمایی و تداوم شش روزه و موج ۲۰۰۸/۳/۱۹ تا ۲۰۰۸/۳/۲۷ دوره سرد سال (مارس) با بالاترین میانگین حداکثر دمایی و تداوم نه روزه، جهت بررسی ارتباط و تأثیرگذاری امواج گرمایی دوره گرم و سرد سال در جزایر حرارتی شهر آبادان انتخاب شد. شکل ۳، نقشه کاربری اراضی مربوط به سنجنده مودیس را با ۴ طبقه (پهنه آبی، زمین بایر، شهر و انسان‌ساخت، کشاورزی مرکب با اراضی طبیعی) نشان می‌دهد. نوع کاربری تأثیر معنی‌داری بر متغیر دما دارد. در میان کاربری‌های شهری، کاربری بایر بالاترین مساحت و بیشترین دما را به خود اختصاص داده است. عدم وجود پوشش گیاهی و انعکاس زیاد تشعشعات حرارتی ساطع شده از خورشید باعث افزایش دما در کاربری بایر شده است. کاربری شهری و انسان‌ساخت (بخش‌های شمال غرب شهرستان) به دلیل وجود منابع خدماتی، تجاری، حمل‌ونقل و صنایع کوچک و بزرگ از دمای بالایی برخوردار است. کاربری آب و اراضی کشاورزی به‌صورت پراکنده و در مساحت کم، باعث کاهش دما در منطقه شده است. به‌صورت کلی کاربری‌های اراضی (بایر و اسان‌ساخت) با حرارت بالا افزایش بیشتری را نشان می‌دهند. شکل ۴، نقشه دمای روز هنگام سطح زمین را در زمان وقوع موج گرم ۲۰۱۰/۶/۱۱ تا ۲۰۱۰/۶/۱۶، نشان می‌دهد. در این روز دمای سطح زمین مناطق مختلف شهرستان آبادان، دارای تفاوت دمایی ۲۳ درجه سانتی‌گراد و گرید دمایی ۳۳-۵۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. مناطق قرمز رنگ محدوده‌های دمایی بسیار گرم را نشان می‌دهند که مساحت زیادی از شهر را به خود اختصاص داده‌اند. این مناطق اراضی بایر هستند، که به علت وجود عناصری چون کلسیم، سدیم، منیزیم در خاک توان تشعشعی بالایی دارند و به‌عنوان یک جزیره حرارتی شناخته شده‌اند. دمای سطح خاک به علت ظرفیت گرمایی پایین به‌سرعت بالا می‌رود. مناطق دارای کاربری غیر مسکونی شامل مراکز صنعتی همچون پالایشگاه، پتروشیمی و مخازن نفتی شهر آبادان، در نتیجه احتراق سوخت‌های فسیلی و نوع عملیات و فرایند تولیدی و مناطق شهری به علت وجود مصالح با ظرفیت حرارتی بالا باعث ایجاد جزایر حرارتی و دمایی در حدود دمای کاربری بایر می‌باشند، که در نقشه کاربری اراضی شهر با رنگ نارنجی مشخص و مطابقت دارند. کاهش دما به‌صورت نواری باریک در غرب شهرستان با توجه به موجودیت اروند رود و خلیج فارس در جنوب شهرستان (دهستان نوآباد) باعث ایجاد جزایر سرمایی شده‌اند که خود بیانگر ارتباط مستقیم بین نوع کاربری و دمای سطحی است (شکل ۴). وجود مناطق بایر و مناطق صنعتی گسترده و

همچنین پوشش گیاهی ضعیف باعث افزایش دما، تشکیل بیشترین تراکم جزایر حرارتی و در نهایت بروز امواج گرمایی شدید در طول تابستان در منطقه شده است.

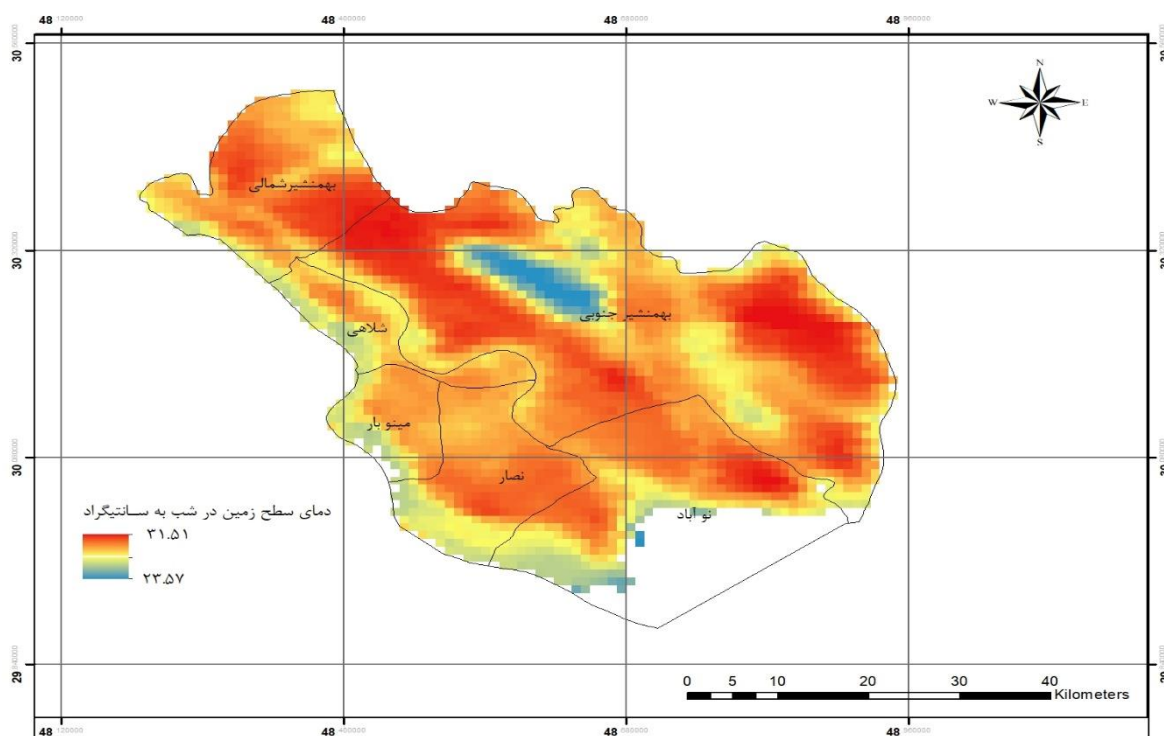


شکل ۳- کاربری اراضی شهرستان آبادان.



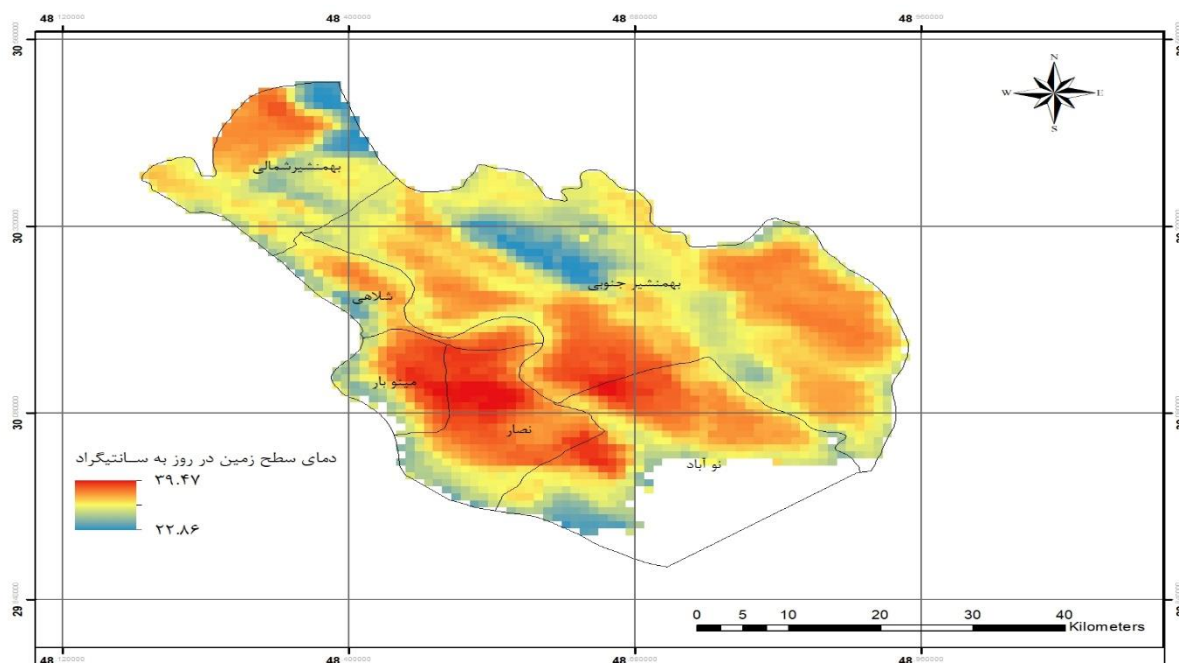
شکل ۴- دمای سطحی زمین در روز وقوع موج گرما ۲۰۱۰/۶/۱۱ تا ۲۰۱۰/۶/۱۶.

در طی شب، از شدت تفاوت دمایی سطح مناطق شهری و غیرشهری کاسته می‌شود اختلاف دمایی مناطق مختلف شهر آبادان ۸ درجه سانتی‌گراد است. ولی همچنان جزایر گرمایی در سطح شهر قابل مشاهده هستند. آزاد شدن گرمای ذخیره شده در ساختمان‌ها و مصالح شهری در طی شب باعث کند شدن روند کاهش دما و یکی از عوامل کمک کننده به جزایر حرارتی در شب می‌باشد. مناطق مختلف این شهر در گرید دمایی ۲۳-۳۱ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته‌اند. بیشترین میانگین دمایی را به مانند روز در محدوده بهمنشیر با دمای ۳۱ درجه سانتی‌گراد می‌توان مشاهده کرد. وجود بالاترین دما طی شب در زمین‌های بایر نشان دهنده نقش این نوع کاربری‌ها در میکرو اقلیم شهر است (شکل ۵). میانگین حداکثر دمای روزانه در زمان وقوع موج گرما ۵۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. با توجه به روند افزایش دما با سرعت زیاد در منطقه مورد مطالعه (سلحشور و همکاران، ۱۳۹۲) و همچنین افزایش فراوانی امواج گرمایی در دوره آینده براساس مدل‌های CANESM2 و CSIRO در ایستگاه آبادان (مولودی و همکاران، ۱۳۹۵) و ارتباط مستقیم این امواج با جزایر حرارتی، انتظار افزایش تراکم جزایر حرارتی به مقدار بیشتر در شهر آبادان وجود دارد.



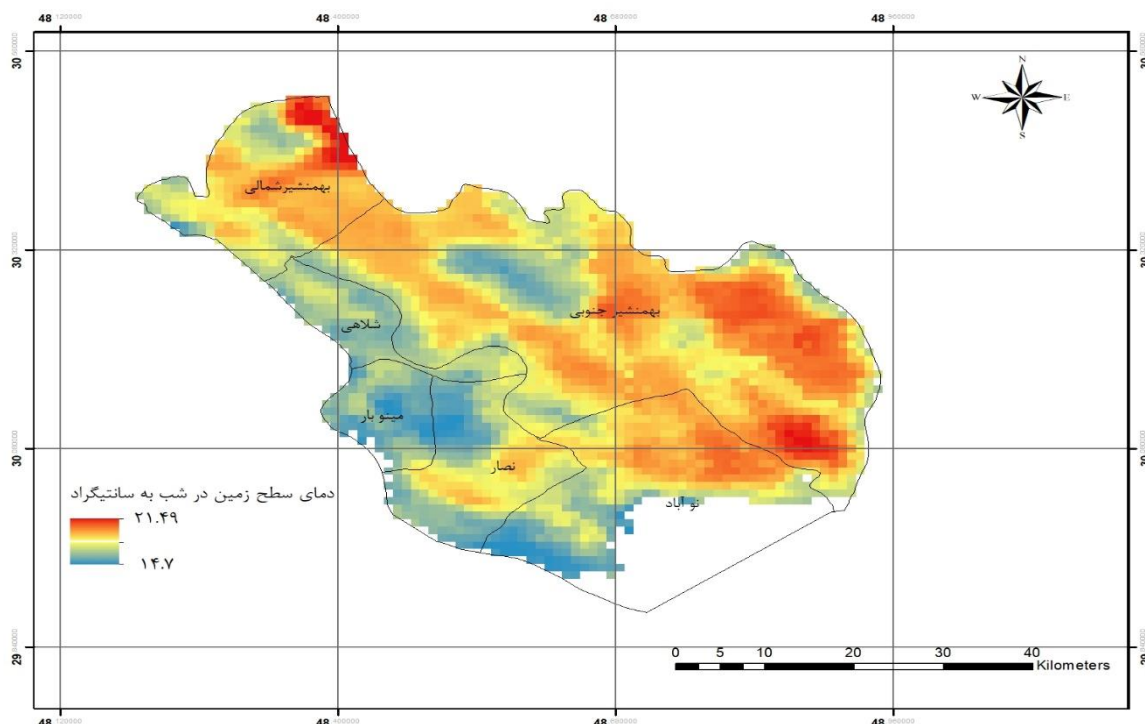
شکل ۵- دمای سطحی زمین در شب وقوع موج گرما ۲۰۱۰/۶/۱۱ تا ۲۰۱۰/۶/۱۶.

شکل ۶ نشان دهنده دمای سطحی زمین در روز طی موج گرمایی دوره سرد سال در ماه مارس می باشد. این موج گرمایی شدید از ۱۹ مارس تا ۲۷ مارس ۲۰۰۸ روی داد. در فصل سرد سال جزایر حرارتی به لحاظ مکانی و شدت دارای نوسان است. با توجه به نتایج استخراج شده از نقشه دمای سطح زمین، بیشترین دما مربوط به محدوده نصار می باشد که دارای دمای ۳۹٫۴۷ درجه سانتی گراد است. در واقع مناطق اطراف شهر در روز دمای سطحی بالاتری از مناطق مرکزی شهر دارند. علت آن وجود خاک بایر است که در اطراف شهر وجود دارد و در طول روز به سرعت گرم می شود. محدوده های کوچک پراکنده حرارتی که بر روی نقشه به رنگ زرد مشخص شده اند و بیشتر شامل نواحی صنعتی همچون پالایشگاه، پتروشیمی، فرودگاه و زمین های بایر و زمین های مرتعی با پوشش علفی کم تراکم هستند در دامنه دمایی متوسط قرار گرفتند. خنک ترین مناطق با ۲۳ درجه سانتی گراد در قسمت های غربی شهرستان به صورت نوار باریکی در امتداد اروندرود مشاهده می شود. ظرفیت گرمایی بالا پهنه های آبی دمای سطحی پایین تری را ایجاد می کند (شکل ۶). میانگین حداکثر دمای روزانه در زمان وقوع موج گرمایی ۳۵ درجه سانتی گراد و آستانه دمایی برای موج مذکور ۳۲ درجه سانتی گراد می باشد. بررسی امواج گرمایی حاکی از بیشتر بودن تعداد آن ها در دوره سرد در شهر آبادان دارد. در این راستا خروجی مدل های پیش بینی CANESM2 و CSIRO نشان از افزایش امواج گرمایی در ایستگاه آبادان در طی فصل پاییز و زمستان در سال های آینده دارد (مولودی و همکاران، ۱۳۹۵).



شکل ۶- دمای سطحی زمین در روز وقوع موج گرما ۲۰۰۸/۳/۱۹ تا ۲۰۰۸/۳/۲۷.

در طی شب مقدار دمای سطحی زمین بین ۲۱,۴۹ تا ۱۴,۱۷ درجه سانتی‌گراد و نسبت به روز تفاوت دمایی بین سطوح مختلف بیشتر است. جزایر حرارتی در طی شب محدود به بخش‌های اندکی در بهمنشیر شمالی با ۲۱,۶ و بهمنشیر جنوبی با ۲۱,۲ درجه سانتی‌گراد مربوط به کاربری فضای سبز هستند و نوسانات کمینه دمایی به میزان ۱۴,۳ تا ۱۵,۱ مربوط به اراضی ساخته شده شهری است (شکل ۷).



شکل ۷- دمای سطحی زمین در شب و وقوع موج گرما ۲۰۰۸/۳/۱۹ تا ۲۰۰۸/۳/۲۷.

#### ۴- نتیجه‌گیری

در این تحقیق سعی بر آن بود که رابطه امواج گرمایی روی داده در منطقه موردنظر با تغییرات روزانه جزایر حرارتی استخراج شده از داده‌های چندزمانه مادیس طی بازه زمانی ۱۹۸۵-۲۰۱۷ بررسی شود. در مقایسه با تحقیقاتی که دیگر پژوهشگران بر روی ارزیابی جزیره حرارتی با استفاده از سنجش‌ازدور حرارتی انجام داده‌اند، تحقیق حاضر به دلیل بررسی ارتباط امواج گرمایی و جزایر حرارتی، نتایج جامع‌تری را ارائه می‌دهد. یافته‌ها نشان داد که روند تعداد امواج گرمایی طی دوره مورد مطالعه در حال افزایش است و بالاترین آستانه‌های دمایی طی ماه‌های گرم سال مشاهده شده‌اند. دمای سطح زمین در فصول تابستان و زمستان به لحاظ مکانی و شدت دارای نوسان است. همچنان که بالاترین آستانه‌های دمایی در فصل گرم سال قابل مشاهده است بالاترین دمای سطحی زمین نیز در این فصل جریان

دارد. تمرکز صنایع پتروشیمی و شیمیایی در منطقه‌ای محدود و مجاور هم، حجم بسیار زیاد جابجایی کالا و تردد کشتی‌های تجاری در منطقه سبب ایجاد آلودگی‌ها در منطقه، افزایش دمای هوا و تشدید تشکیل جزایر حرارتی شده است. با توجه به خروجی نقشه کاربری اراضی و دمای سطح زمین جزایر حرارتی در منطقه مورد مطالعه عمدتاً ناشی از زمین‌های بایر و محدوده‌های صنعتی است. با توجه به تابعیت دما از کاربری اراضی و در بر گرفتن مساحت زیادی از شهرستان توسط زمین‌های بایر ضروری است با مدیریت مناسب نسبت به تغییر کاربری آن‌ها اقدام و بالا بردن سرانه فضای سبز به‌عنوان یک عامل تعدیل کننده در الگوی حرارتی مدنظر قرار گیرد.

### کتابنامه

- احمدی، محمود؛ عاشورلو، داوود؛ نارنگی فرد، مهدی؛ ۱۳۹۱. تغییرات زمانی و مکانی الگوهای حرارتی و کاربری شهر شیراز با استفاده از داده‌های سنجنده *ETM+ & TM*. *سنجش‌زدور و GIS/ایران*. سال چهارم. شماره ۶۸، ۴-۵۵.
- احمدی، محمود؛ فرهنگ، قاسم؛ ۱۳۹۴. واکاوی تغییرات مکانی هسته‌های جزایر حرارتی شهر ارومیه از سال (۱۳۹۲-۱۳۹۵). *فصلنامه مطالعات عمران شهری*. دور اول. شماره ۲. ۶۰-۳۷.
- بابائیان، ایمان؛ نجفی نیک، زهرا؛ زابلی عباسی، فاطمه؛ حبیبی نوخندان، مجید؛ ادب، حامد؛ ملبوسی، شراره؛ ۱۳۸۸. ارزیابی تغییر اقلیم کشور در دوره ۲۰۳۹-۲۰۱۰ میلادی با استفاده از ریزمقیاس‌نمایی داده‌های مدل گردش عمومی جو *G-ECHO*. *جغرافیا و توسعه*. شماره ۱۶. ۱۵۲-۱۳۵.
- جواد زرین، ایمان؛ علوی پناه، سید کاظم؛ ۱۳۹۵. بررسی تغییرات الگوی حرارتی در بازه زمانی ۳۰ ساله با استفاده از باندهای حرارتی تصاویر ماهواره لندست (مطالعه موردی: اراضی جنوبی جزیره آبادان). اولین همایش بین‌المللی مخاطرات طبیعی و بحران‌های زیست‌محیطی ایران، راهکارها و چالش‌ها. تهران.
- رضایی راد، هادی؛ رفیعیان، مجتبی؛ ۱۳۹۵. برآورد تغییرات فضایی- زمانی شدت جزیره حرارتی کلان‌شهر تهران با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای *LANDSAT8* و *ASTER*. *فصلنامه برنامه‌ریزی منطقه‌ای*. سال ۷. شماره ۶۰، ۲۷-۴۷.
- شمسی‌پور، علی‌اکبر؛ مهدیان، مهراپروز؛ حسین پور، زینب؛ ۱۳۹۱. واکاوی تغییرات مکانی هسته جزیره گرمایی شهر تهران. *پژوهش‌های جغرافیایی طبیعی*. سال ۴۴. شماره ۳. ۶۵-۵۴.
- شکیبا، علیرضا؛ ضیائی‌ان فیروزآبادی، پرویز؛ عاشورلو، داوود؛ نامداری، سودابه؛ ۱۳۸۸. تحلیل رابطه کاربری و پوشش اراضی و جزایر حرارتی شهر تهران با استفاده از داده‌های *ETM+*. *سنجش‌زدور و GIS/ایران*. سال اول. شماره ۱. ۳۹-۵۶.
- کاشکی، عبدالرضا؛ کرمی، مختار؛ باعقیده، محمد؛ علیمردی، محمدرضا؛ ۱۳۹۸. واکاوی آماری امواج گرمایی زابل. *دگرگونی‌ها و مخاطرات آب و هوایی*. سال اول. شماره یک. ۵۵-۴۱.
- مولودی، گلاله؛ خورانی، اسدالله؛ مرادی، عباس؛ ۱۳۹۵. اثر تغییر اقلیم بر امواج گرمایی سواحل شمالی خلیج فارس. *نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*. سال سوم. شماره ۱. ۱۴-۱.

محمدرضائی، الهه؛ گلی، فریناز؛ سلطانی نیا، شاهرخ؛ موزون، مجید؛ ۱۳۹۵. راهکارهای سهم بنا در کاهش پدیده جزایر گرمایی شهرها در اقلیم گرم و خشک. ششمین کنفرانس بین‌المللی توسعه پایدار و عمران شهری. تهران. ولیزاده کامران؛ خلیل، غلام نیا؛ خلیل، عینالی، گلزار؛ موسوی، محمد؛ ۱۳۹۶. برآورد دمای سطح زمین و استخراج جزایر حرارتی با استفاده از الگوریتم پنجره مجزا و تحلیل رگرسیون چند متغیره (مطالعه موردی شهر زنجان). پژوهش و برنامه‌ریزی شهری. سال هشتم. شماره ۳۰. ۳۵-۵۰.

- Alexandre, R.S., Felicio, S.O., Aderbal, G.S., Jose Marinaldo, G., Wantuelfer, G., Giselle Lemos, M., 2017. Spatial and temporal distribution of urban heat islands. *Sci. Total Environment*, 605-606, 946-956.
- André, C., Ottlé, C., Royer, A., & Maignan, F., 2015. Land surface temperature retrieval over circumpolar Arctic using SSM/I-SSMIS and MODIS data. *Remote Sensing of Environment*, 162: 1-10.
- Basara, J. B., Basara, H. G., Illston, B. G., & Crawford, K. C., 2010. The impact of the urban heat island during an intense heat wave in Oklahoma City. *Advances in Meteorology*, 2010.
- Camilloni, I., & Barros, V. 1997. On the urban heat island effect dependence on temperature trends. *Climatic Change*, 37(4), 665-681.
- de Faria Peres, L., de Lucena, A. J., Rotunno Filho, O. C., & de Almeida França, J. R., 2018. The urban heat island in Rio de Janeiro, Brazil, in the last 30 years using remote sensing data. *International journal of applied earth observation and geoinformation*, 64, 104-116.
- Founda, D., & Santamouris, M., 2017. Synergies between Urban Heat Island and Heat Waves in Athens (Greece), during an extremely hot summer., 2012. *Scientific reports*, 7(1), 1-11.
- Gartland, L. M., 2012. Heat islands: understanding and mitigating heat in urban areas. Routledge.
- Karl, T. R., Diaz, H. F., & Kukla, G., 1988. Urbanization: Its detection and effect in the United States climate record. *Journal of climate*, 1(11), 1099-1123.
- Keikhosravi, Q., 2019. The effect of heat waves on the intensification of the heat island of Iran's metropolises (Tehran, Mashhad, Tabriz, Ahvaz). *Urban Climate*, 28, 100453.
- Kim, Y. H., & Baik, J. J., 2004. Daily maximum urban heat island intensity in large cities of Korea. *Theoretical and Applied Climatology*, 79(3), 151-164.
- Kim, Y. H., & Baik, J. J., 2005. Spatial and temporal structure of the urban heat island in Seoul. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 44(5), 591-605.
- Meehl, G. A., & Tebaldi, C., 2004. More intense, more frequent, and longer lasting heat waves in the 21st century. *Science*, 305(5686), 994-997.
- Oleson, K. W., Bonan, G. B., Feddema, J., & Jackson, T., 2011. An examination of urban heat island characteristics in a global climate model. *International Journal of Climatology*, 31(12), 1848-1865.
- Park, H. S., 1986. Features of the heat island in Seoul and its surrounding cities. *Atmospheric Environment* (1967), 20(10), 1859-1866.
- Quattrochi, D. A., Luvall, J. C., Rickman, D. L., Estes Jr, M. G., Laymon, C. A., & Howell, B. F., 2000. A decision support information system for urban landscape management using thermal infrared data. *PE&RS, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 66(10), 1195-1207.
- Ramamurthy, P., & Bou- Zeid, E., 2017. Heatwaves and urban heat islands: a comparative analysis of multiple cities. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 122(1), 168-178.
- Ramamurthy, P., Li, D., & Bou-Zeid, E., 2017. High-resolution simulation of heatwave events in New York City. *Theoretical and applied climatology*, 128(1-2), 89-102.

- Rchid, A., 2012. The effects of green spaces (Palme trees) on the microclimate in arides zones, case study: Ghardaia, Algeria. *Energy Procedia*, 18: 10-20.
- Sobrino, J. A., Oltra-Carrió, R., Sòria, G., Jiménez-Muñoz, J. C., Franch, B., Hidalgo, V., ... & Paganini, M., 2013. Evaluation of the surface urban heat island effect in the city of Madrid by thermal remote sensing. *International journal of remote sensing*, 34(9-10), 3177-3192.
- Tan, J., Zheng, Y., Tang, X., Guo, C., Li, L., Song, G., ... & Chen, H., 2010. The urban heat island and its impact on heat waves and human health in Shanghai. *International journal of biometeorology*, 54(1), 75-84.
- U.S.EPA., 2007. Basic Information about Heat Island. Available online from following website: <http://www.epa.gov/heatisland/about/index.html>.
- Voogt, J. A., & Oke, T. R., 2003. Thermal remote sensing of urban climates. *Remote sensing of environment*, 86(3), 370-384.
- 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.
- Xian, G., & Crane, M., 2006. An analysis of urban thermal characteristics and associated land cover in Tampa Bay and Las Vegas using Landsat satellite data. *Remote Sensing of environment*, 104(2), 147-156.