

Research Article

Dor: 20.1001.1.25385968.1403.19.1.5.9

## Investigating the Role of Vegetation and Land use in the Formation of heat Island Hazard (Case Study: Isfahan City)

Zohreh Golestani<sup>1</sup>, Reza Borna<sup>\*2</sup>, Hossein Mohammadi<sup>3</sup> & Farideh Asadian<sup>4</sup>

1. Ph.D Candidate in Climatology, Department of Geography, Science & Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2. Associate Professor, Department of Geography, Science & Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

3. Professor, Department of Physical Geography, Faculty of Geography, Tehran University, Tehran, Iran

4. Assistance Professor, Department of Geography, Science & Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

\* Corresponding author: Email: [Bornareza@yahoo.com](mailto:Bornareza@yahoo.com)

Receive Date: 11 March 2020

Accept Date: 30 April 2023

### ABSTRACT1

**Introduction:** The role of climate in the study of urban environments is important in terms of its impact on climate change in urban environments. The heat island is one of the hazards that has recently affected the environmental conditions of cities due to urban development.

**Research Aim:** The purpose of this research is to investigate the role of vegetation and land use in the thermal island of Isfahan city.

**Methodology:** For this purpose, Landsat ETM satellite images were used during the period 1990-2019. In this regard, LST and NDVI indices, urban coverage and land use were used.

**Studied Areas:** The city of Isfahan has been considered in this study.

**Results:** The results showed that the high temperature is mostly in the central core of Isfahan and the surrounding city is covered by the middle temperature class. Most of the low temperature class also includes agricultural use due to high humidity. Parks and green spaces in the city are among the middle temperature classes due to the impact of high and very high temperature areas around them.

**Conclusion:** In general, it can be said that in the last three periods, the highest area has been related to the average temperature, and this trend will continue in the coming years. Due to the reduction of agricultural land use and the physical expansion of the city, the area of heat islands in the upper range has increased. On the one hand, the reasons for the increase in high temperatures are the increase in population, the increase in industries and the number of cars in the city, the multiplication of traffic volumes, the increase in asphalt levels and urban and interurban roads, and the increase in wasteland due to grazing. He pointed to overcrowding and damage to pastures, as well as clearing of green lands and deforestation.

**KEYWORDS:** Satellite Imagery, Thermal Island, NDVI Index, Isfahan City



فصلنامه علمی مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی  
دوره ۱۹، شماره ۱ (پیاپی ۶۶)، بهار ۱۴۰۳  
شاپای چاپی ۰۵۹۶۸-۲۵۳۸ شاپای الکترونیکی ۰۵۹۵۸-۲۵۳۸  
<http://jshsp.iaurasht.ac.ir>  
صص. ۶۷-۷۷

Dor: 20.1001.1.25385968.1403.19.1.5.9

مقاله پژوهشی

## واکاوی نقش پوشش گیاهی و کاربری اراضی در رخداد جزیره گرمایی (مطالعه موردی: شهر اصفهان)

زهره گلستانی<sup>۱</sup>، رضا برنا<sup>۲\*</sup>، حسین محمدی<sup>۳</sup> و فریده اسدیان<sup>۴</sup>

۱. دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، گروه جغرافیا، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲. دانشیار گروه جغرافیا، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۳. استاد گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۴. استادیار گروه جغرافیا، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

\* نویسنده مسئول: Email: [Bornareza@yahoo.com](mailto:Bornareza@yahoo.com)

تاریخ دریافت: ۲۰ اسفند ۱۴۰۰

تاریخ پذیرش: ۱۰ اردیبهشت ۱۴۰۲

### چکیده

**مقدمه:** نقش اقلیم در مطالعات شهری از لحاظ تأثیری که تغییرات اقلیمی در محیط‌های شهری دارد حائز اهمیت است. جزیره گرمایی از جمله مخاطراتی است که اخیراً به دلیل توسعه شهرها شرایط زیست محیطی شهرها را تحت تأثیر قرار داده است.

**هدف:** هدف از این پژوهش بررسی نقش پوشش گیاهی و کاربری اراضی در جزیره گرمایی شهر اصفهان می‌باشد.

**روش‌شناسی تحقیق:** بدین منظور از تصاویر ماهواره‌ای Landsat ETM طی دوره ۱۹۹۰-۲۰۱۹ استفاده شد. در این راستا از شاخص‌های LST و NDVI، پوشش شهری و کاربری اراضی استفاده شد.

**قلمرو جغرافیایی پژوهش:** شهر اصفهان در این پژوهش مورد مطالعه قرار گرفته شده است.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که دمای بالا بیشتر در هسته مرکزی شهر اصفهان قرار دارد و اطراف شهر توسط طبقه دمایی متوسط پوشش داده می‌شود. بیشترین طبقه دمایی پایین را نیز کاربری زراعی به دلیل رطوبت بالا، در بر می‌گیرد. پارکها و فضای سبز در شهر به دلیل تأثیر گرفتن از مناطق با دمای بالا و بسیار بالای اطراف خود جزء طبقات دمایی متوسط قرار می‌گیرند.

**نتایج:** در مجموع می‌توان بیان کرد که در هر سه دوره گذشته بیشترین مساحت مربوط به دمای متوسط بوده است و این روند طی سالهای آینده نیز ادامه خواهد داشت. با توجه به کاهش مساحت کاربری زراعی و گسترش فیزیکی شهر، مساحت جزایر گرمایی در دامنه بالا افزایش داشته است. از دلایل افزایش دمای بالا از طرفی می‌توان به افزایش جمعیت، افزایش صنایع و تعداد خودروها در شهر و چند برابر شدن حجم تردد راههای ارتباطی و افزایش سطوح آسفالت و معابر شهری و بین شهری و از طرف دیگر به افزایش وسعت اراضی بایر به دلیل چرای بی رویه دام و آسیب به مراتع و نیز پاکسازی اراضی سبز و جنگل زدایی اشاره کرد.

**کلیدواژه‌ها:** تصاویر ماهواره‌ای، جزیره حرارتی، شاخص NDVI، شهر اصفهان

## مقدمه

جهان در حال گرم شدن است و جمعیت جهان به سکونت در شهرها روی می‌آورد. این دو حقیقت در ظاهر با هم ارتباطی ندارند؛ اما پدیده‌ای به نام "جزیره حرارتی شهری" این دو را به هم پیوند می‌دهد. به بیان ساده جزیره حرارتی شهری به هر محدوده‌ای اطلاق می‌شود که انسان در آن به ساخت‌وساز پرداخته و دمای آن منطقه در مقایسه با مناطق پیرامونی‌اش به‌طور قابل ملاحظه‌ای بالاتر است. این اختلاف دما در ساعات شب محسوس‌تر است و به حدود ۸ درجه سانتی‌گراد می‌رسد. اصطلاح "جزیره حرارتی شهری" از آن رو به این مناطق نسبت داده می‌شود که همچون جزیره‌ای گرم در پهنه خنک حومه خود حضور دارند. جزیره‌های حرارتی به این ترتیب ایجاد می‌شوند که مصالح ساختمانی نظیر آسفالت و سنگ حرارت را در درون خود ذخیره می‌سازند و با خنک شدن هوا در ساعات پس از غروب خورشید، این حرارت را باز می‌تابانند. این اثر در کنار تجمع مصرف انرژی در شهرها و تهویه ضعیف‌تر در مقایسه با مناطق روستایی موجب پدید آمدن جزایر حرارتی شهری می‌شود. همه شهرها لزوماً جزیره حرارتی ندارند. در اغلب مناطقی که آب و هوای مدیترانه‌ای دارند شهرها به‌طور سنتی به‌گونه‌ای ساخته می‌شدند که شهروندان را در طول روز از گرمای آفتاب در امان نگه می‌داشتند. در اروپای شمالی ایجاد جزیره حرارتی شهری به کاهش مصرف انرژی در زمستان‌های طولانی و سرد این مناطق کمک می‌کند؛ اما در بسیاری از نقاط جهان این پدیده مشکلات زیادی ایجاد کرده است. از جمله مسائل شهری که در نتیجه رشد بدون برنامه در شهرها پدید آمد، تشکیل جزیره گرمایی به خصوص در شهرهای بزرگ است. شهرهای بزرگ با ساخت و سازهای به هم فشرده و وجود انواع فعالیت‌ها به ویژه در بخش مرکزی کاملاً بر اقلیم خود و پیرامون اثر می‌گذارند. جزیره گرمایی از مخاطراتی است که ناشی از رشد بی‌رویه محیط‌های شهرنشینی به حساب می‌آید. حتی اگر اقلیم جهانی در حال گرم شدن نباشد، شهرها در حال حاضر با مشکل افزایش دما به دلیل اثر پدیده جزیره گرمایی روبه‌رو هستند. دلیل اصلی پیدایش این جزایر گرمایی شهری تحول استفاده از زمین و تغییر پوشش زمین می‌باشد. این تحول از طریق اقداماتی نظیر از بین بردن پوشش گیاهی مناطق، احیای زمین از دریا و رودخانه، ساخت و سازهای جدید و همچنین سازه‌های بتونی که معمولاً به صورت افقی بنا شده‌اند، آسفالت خیابان‌ها و کوچه‌ها، فعالیت‌های صنعتی و خانگی از دلایل اصلی افزایش و توسعه جزایر گرمایی شهری و سرعت بخشیدن به گسترش این پدیده می‌باشد. این دگرگونی با کم شدن پوشش گیاهی و افزایش جمعیت و گسترش فعالیت‌های اقتصادی، به سایر بخش‌های درون شهر کشیده می‌شود. با توجه به اهمیت این موضوع در این زمینه مطالعات زیادی انجام شده است. از جمله (Chen et al., 2006: 133) در بررسی جزایر گرمایی چین دریافتند که جزایر گرمایی در مناطق شهری توسعه بیشتری دارد (Jiang & Tian, 2010: 571). اثر کاربری زمین را بر پوشش سطح بررسی و دریافتند مناطق با پوشش گیاهی اندک دارای دمای بالا و مناطق با پوشش گیاهی زیاد دمای کمتری دارند (Mirzaei & Haghghat, 2010: 2192). در بررسی تأثیر جزایر گرمایی شهری بر وضعیت سلامت عمومی شهروندان اصفهان نشان دادند که شهروندان ساکن در مناطق حومه شهری بیشتر در معرض پدیده UHI بودند (Chen et al., 2014: 364). جزیره گرمایی شهر را شبیه سازی و نتیجه گرفتند جزیره گرمایی در اثر ذخیره انرژی در روز و انتشار آن در شب بوجود می‌آید (Anniballe et al., 2014: 163) جزیره گرمایی شهر میلان را بررسی و دریافتند جزیره گرمایی در روز شدت بیشتری نسبت به شب دارد (Van Hove et al., 2015: 91). به بررسی جزیره حرارتی شهر روتردام پرداختند و دریافتند که در تابستان شدیدتر و در زمستان ضعیفتر می‌باشد (Zhou et al., 2015). جزیره گرمایی چین را بررسی و نتیجه گرفتند بین شدت جزیره گرمایی و دمای مناطق شهری و روستایی ارتباط وجود دارد (Guo et al., 2015: 1) در بررسی جزایر گرمایی چین دریافتند که فقر پوشش گیاهی و تراکم ساختمانها معتمترین عامل تشکیل جزایر حرارتی می‌باشد (Kyungil et al., 2019: 1). در بررسی روند شدت جزیره گرمایی شهری با توجه به تغییر سطح شهری در شهرهای بزرگ آسیا به این نتایج دست یافتند که تغییر الگوی شدت UHI در شهرها و فصول مختلف متفاوت است و شدت آن با افزایش اندازه سطح شهری افزایش یافته است (Wang et al., 2019: 168). در بررسی جزایر گرمایی شهر شنزن دریافتند دمای روبه زمین از شمال غرب به جنوب شرق کاهش می‌یابد (Martinelli et al., 2020) جزایر گرمایی شهر باری را بررسی و دریافتند در مرکز شهر به علت تراکم بالای ساختمانها جزیره گرمایی بیشتر تشکیل می‌شود (Zhao-Liang et al., 2020: 31). جزایر گرمایی شهری را بررسی و در مناطق مختلف مقایسه و بیان کردند تأثیرات شهرنشینی و اقلیم مناطق مختلف باید بیشتر مورد بررسی قرار گیرد. موسوی بایگی و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی جزیره حرارتی شهر مشهد دریافتند با توجه به نقشه اراضی کاربری زمین مناطق مسکونی در سال ۲۰۰۰ نسبت به سال ۱۹۹۲ توسعه یافته و بسیاری از پوشش‌های گیاهی از بین رفته است. دمای تابشی سطح مشهد به طور کلی در طی دهه ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۲ افزایش داشته است و این افزایش در مناطق مسکونی چشم‌گیرتر است.

صادقی نیا و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی جزیره حرارتی کلان شهر تهران نتیجه گرفتند جزیره حرارتی تهران به سمت بخش هایی گسترش یافته است (غرب و جنوب غرب تهران) که با کاهش شدید پوشش گیاهی و بیشترین گسترش کاربری های صنعتی - کارگاهی و انبارداری مواجه شده اند. ساسان پور و همکاران (۱۳۹۲) رابطه کاربری و پوشش اراضی و جزایر گرمایی شهر تهران را بررسی و دریافته بین تشکیل این جزایر با پوشش گیاهی رابطه معکوس و مناطق بایر رابطه گسترده وجود دارد. مزیدی و همکاران (۱۳۹۴) تأثیر تغییر کاربری و پوشش زمین بر جزیره گرمایی در شهر یزد را بررسی و بیان کردند علت افزایش وسعت جزایر گرمایی مستقر در مرکز شهر یزد افزایش مساحت نواحی ساختمانی و کاهش پوشش گیاهی می باشد. احمدی و داداشی رودباری (۱۳۹۶) در بررسی جزایر گرمایی کلان شهر تهران نشان دادند که به دلیل وجود جزایر گرمایی سرد (UCI) بین مرکز شهر و حومه، شیب حرارتی تندی وجود دارد و بزرگ ترین جزیره گرمایی شهری در منطقه ۶ شناسایی شد. مجرد و همکاران (۱۳۹۷) در بررسی تغییرات دوره‌ای و فصلی جزیره گرمایی کرمانشاه نشان دادند که مناطق شهری در طول روز به خصوص در دوره گرم سال، نسبت به مناطق غیرشهری دمای سطح کمتری دارند و در آنها جزیره سرمایی سطحی شهری (SUCI) تشکیل می شود. ملکی و همکاران (۱۳۹۷) دمای مناطق مختلف شهر ارومیه را بررسی و نتیجه گرفتند شدت جزیره گرمایی با دور شدن از مرکز شهر کاهش می یابد. مسعودیان و ترکی (۱۳۹۸) تغییرات زمانی و مکانی جزیره گرمایی کلان شهر اهواز را بررسی و دریافته که شهر اهواز طی روز جزیره سرمایی و هنگام شب جزیره گرمایی دارند. رضانی و نقیبی (۱۳۹۹) تغییرات شاخص پوشش گیاهی را در شکل گیری جزایر حرارتی در ارومیه بررسی و نتیجه گرفتند دمای شهر ارومیه طی ۲۸ سال گذشته افزایش یافته که عمدتاً به دلیل از بین رفتن پوشش گیاهی می باشد. حلییان و سلطانی (۱۳۹۹) جزایر گرمایی شهر شیراز را بررسی و مهمترین عامل گسترش جزایر حرارتی کاهش پوشش گیاهی می باشد. پورزیدی و همکاران (۱۳۹۹) جزیره گرمایی شهر گرگان را بررسی و نتیجه گرفتند جزیره حرارتی شهر گرگان به دو عامل شرایط اقلیمی و شرایط انسانی حاکم بر شهر بستگی دارد. ترکی و همکاران (۱۴۰۰) جزایر گرمایی سرمایی شهرهای بزرگ ایران را بررسی و دریافته در روزها در همه شهرهای ایران به غیر از رشت جزیره سرمایی و در شب هنگام در همه شهرهای ایران جزیره گرمایی تشکیل می شود.

در دهه های اخیر انتظار می رود تا جزایر حرارتی، چالش های فراوانی برای شهرها ایجاد کند؛ از جمله سلامت جامعه، رفاه اجتماعی، زیرساخت های شهری، تقاضای انرژی و منابع آب را تحت تأثیر خود قرار دهد. مطالعات نشان می دهد که تمامی شهرهای بزرگ روی زمین، به دلیل از بین بردن رستنی ها و گیاهان و جایگزینی آنها با مصالح، به ویژه مصالح تیره رنگ ساختمانی، دچار چنین مشکلی شده اند. پدیده جزیره حرارتی شهری امروزه در شهرهای بزرگ و کوچک سراسر جهان از جمله ایران به یک معضل زیست محیطی تبدیل شده است. با توجه به اهمیت این مساله، توجه بسیاری از برنامه ریزان را در حیطه های مختلف به خود جلب نموده است. یکی از مهمترین پدیده هایی که اثرات زیان باری بر محیط زیست جوامع مختلف و از جمله ایران برجای گذاشته افزایش جمعیت و در پی آن گسترش و توسعه شهرها می باشد. توسعه شهرها باعث تغییر در کاربری های زمین در مناطق مختلف شده و منجر به تغییرات اجتماعی، محیط زیستی و کشاورزی می شود. تغییرات نامبرده شامل بهره برداری های بی رویه از زمین، تغییر در نوع کاربری ها و تبدیل کاربری ها به کاربری های دیگری (به عنوان نمونه تبدیل کاربری کشاورزی به مسکونی)، از بین بردن محیط زیست و در نتیجه شکل گیری جزیره حرارتی در شهرها می شود. در شهر اصفهان نیز به دلیل افزایش جمعیت و گسترش فضاهای شهری از یک طرف و آلودگی هوا از طرف دیگر، تغییرات کاربری ها از اهمیت بسیاری برخوردار می باشد. عامل اصلی توسعه فیزیکی شهر اصفهان، افزایش سریع جمعیت آن، مهاجرت پذیری، گسترش خدمات و ... می باشد. این عوامل موجب کمبود زمین و مسکن، گسستگی بافت شهری، رشد شهری پراکنده، نابسامانی سیمای شهر، ازدحام رفت و آمد شهری، تبدیل زمین های کشاورزی مطلوب به فضاهای مسکونی و صنعتی و نابودی امکانات و قابلیت های طبیعی شده و ناپایداری شهر را به دنبال داشته است. ادغام تعداد زیادی از سکونتگاه های روستایی، بخش ها، شهرک ها و شهرها، اراضی زراعی اطراف شهر به همراه حجم گسترده اراضی بایر و ناکارآمد موجود در داخل شهر اصفهان به علت گسترش فیزیکی آن، موجب رشد ناموزون شهری و افزایش آسیب پذیری آن شده است. با توجه به اینکه اکثر کاربری های کشاورزی و باغات شهر اصفهان طی سالهای اخیر تحت تاثیر فعالیتهای انسان ساخت قرار گرفته و تبدیل به کاربری های شهری شده لذا آگاهی از چگونگی این تغییرات در برنامه ریزی مدیران شهری و تصمیم گیری های آنها بسیار کاربردی می باشد. از بین رفتن و تخریب بسیاری از زمین های کشاورزی و باغات، به تدریج باعث ایجاد معضلات زیست محیطی بسیاری از جمله کمبود آب و ... گردیده است. با توجه به اهمیت این موضوع پژوهش حاضر با هدف بررسی تغییرات کاربری اراضی و پوشش گیاهی در شکل گیری جزیره گرمایی شهر اصفهان صورت گرفته است.

## روش پژوهش

این تحقیق با توجه به هدف، از نوع کاربردی و از لحاظ روش تحلیلی-توصیفی می‌باشد. جهت گردآوری داده با مراجعه به سایت علوم و زمین ایالات متحده آمریکا (<http://glovis.usgs.gov>) تصاویر ماهواره‌ای دانلود گردید. در این پژوهش به بررسی توسعه جزایر گرمایی در شهر اصفهان و حومه شهر پرداخته شده است. در این راستا از تصاویر ماهواره‌ای Landsat ETM با تفکیک زمینی بالا استفاده شده است. تصاویر این سنجنده، هر ۱۱ روز یکبار از هر نقطه تصویر تهیه می‌کنند که ابعاد سلول‌های آن ۱۴×۱۴ متر مربع می‌باشد. از آنجایی که استان اصفهان شامل ۱۱ زون می‌باشد لذا، ۱۱ تصویر از سنجنده Landsat طی دوره ۱۹۹۰/۶/۱۲ تا ۲۰۱۹/۶/۵ اخذ و موازی‌یک شد. تصاویر ماهواره‌ای مورد نیاز شامل سنجنده‌های ۴ و ۵ TM و سنجنده ۷ ETM+ و سنجنده ۸ TIRS است که شامل دو مجموعه باندهای طیفی انعکاسی و باندهای حرارتی است. از باندهای حرارتی برای شناسایی دمای سطحی و جزایر گرمایی استفاده گردید. باندهای انعکاسی نیز جهت اعمال شاخص‌ها برای پردازش تصویر بکار گرفته شد. پس از اعمال شاخص‌های مورد نظر بر روی باندهای تصویر، نقشه‌های دمای سطحی و روند توسعه شهر تهیه گردید با استفاده از شاخص‌های LST و NDVI، پوشش شهری و کاربری اراضی طی دوره ۱۹۹۰-۲۰۱۹ به بررسی تاثیر کاربری اراضی و توسعه شهر بر شدت جزایر گرمایی پرداخته شده و توسعه جزایر گرمایی و میزان حرارت هر یک از کاربری‌های طبقه بندی شده مشخص شده است. تحلیل و پردازش تصاویر ماهواره‌ای در نرم افزارهای ArcGIS و ENVI اجرا گردید.

## شاخص پوشش گیاهی NDVI

با توجه به اینکه شاخص پوشش گیاهی نقش عمده‌ای در نقل و انتقال انرژی بین زمین و اتمسفر دارد و آثار متفاوتی بر روی عناصر اقلیمی از جمله دمای پیرامون خود می‌گذارد؛ در نتیجه می‌توان آن را به عنوان یکی از عامل‌های تأثیرگذار در محاسبه دمای سطح زمین (LST) به حساب آورد. این شاخص از معروف‌ترین، ساده‌ترین و کاربردی‌ترین شاخص‌هایی است که در زمینه‌ی مطالعات پوشش گیاهی شناخته شده است (Kassa, 1990). فرایند محاسباتی ساده‌ای دارد و در مقایسه با دیگر شاخص‌ها دارای بهترین توان دینامیکی می‌باشد. این شاخص بیشترین حساسیت را به تغییرات پوشش گیاهی داشته و در مقابل اثرات جوی و زمینه‌ی خاک (به جز در مواردی که پوشش گیاهی کم باشد)، حساسیت کمتری دارد. برای برآورد شاخص پوشش گیاهی از باندهای قرمز (۴) و مادون قرمز نزدیک (۵) تصاویر لندست ۸ استفاده شده است. فرمول محاسبه شاخص پوشش گیاهی به شرح زیر است:

$$NDVI = \frac{(Band^5 - Band^4)}{(Band^5 + Band^4)} \quad (1)$$

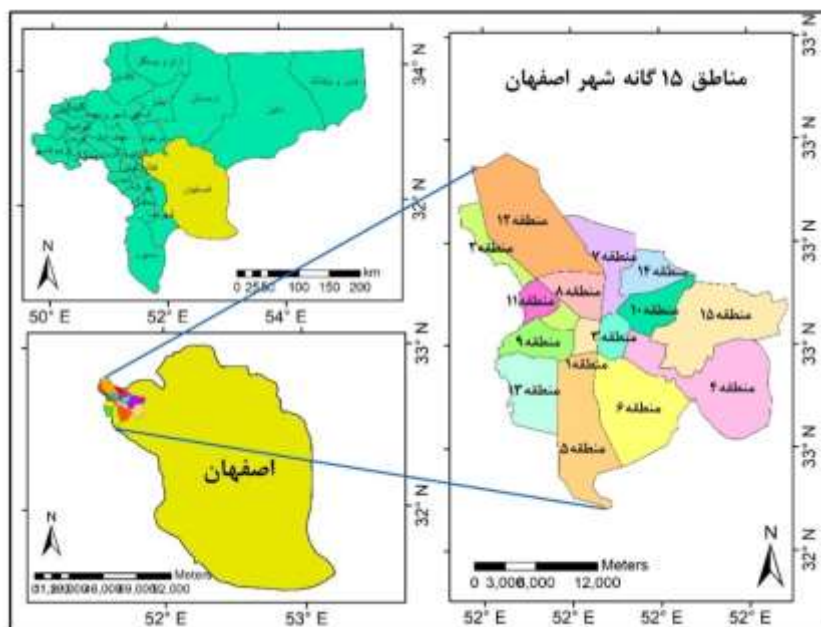
که نتیجه حاصل از این فرمول تصویری با دامنه بین -۱ <math>>+1</math> می‌باشد. این شاخص با استفاده از فرمول NDVI که در بالا ذکر شده محاسبه و مقدار آن بین اعداد +۱ تا -۱ تغییر می‌کند. مقادیر منفی در این شاخص حاکی از عدم حضور پوشش گیاهی و مقادیر مثبت مناطقی با پوشش گیاهی را نشان می‌دهد. مقدار این شاخص تحت تأثیر عواملی قرار می‌گیرد و در دمای منطقه تأثیر گذار می‌باشد. بطوریکه مناطق دارای پوشش گیاهی و آب بدلیل داشتن رطوبت نسبی از دمای کمتری نسبت به مناطق عاری از پوشش گیاهی و آب برخوردار هستند (حاجیلو، ۱۳۹۳).

## محاسبه دمای سطحی زمین با شاخص LST

برای اندازه گیری دمای سطح زمین (LST) هنوز روش کامل و دقیقی وجود ندارد. در سالهای اخیر سنجنده‌های ETM، OLI و TIRS (اسپکترو رادیومتر تصویربردار با قدرت تفکیک متوسط) با عملکرد زمانی، طیفی و مکانی مناسب با پیشرفت‌های قابل توجهی که بر روی ماهواره Landsat 7، Landsat 8 قرار داده شده است که هر ۱۶ روز یکبار از تمام سطح زمین تصویربرداری می‌کند و داده‌هایی در ۸ و ۱۱ باند طیفی اخذ می‌نماید. این سنجنده دارای حساسیت رادیومتریکی بالا (۳۸ بیت) و دامنه طیفی آن از طول موج‌های ۵/۳۱ تا ۳۸/۱ میکرومتر می‌باشد. این سنجنده دارای حساسیت رادیومتریکی بالا (۱۲ بیت) و دامنه طیفی آن از طول موج‌های ۰/۴۵ تا ۱۲/۵ میکرومتر می‌باشد.

## قلمرو جغرافیایی پژوهش

اصفهان شهری باستانی-گردشگری در مرکز ایران است. این شهر با وسعت ۲۲۰ کیلومتر مربع در فاصله ۴۳۵ کیلومتری پایتخت ایران قرار گرفته و با جمعیت حدود ۳ میلیون نفر سومین شهر پرجمعیت ایران است (شکل ۱). محدوده شهری آن به پانزده منطقه شهری (اصفهان) تقسیم می‌شود و در خارج از محدوده شهری نیز از غرب به سمت خمینی شهر و نجف آباد، از جنوب کوه صفه و سپاهان شهر، از سمت شمال به شاهین شهر و از شرق نیز به دشت سگری منتهی می‌شود. اصفهان از نخستین شهرهایی است که آریایی‌ها آن را در سرزمین ایران بنا نهادند و در طی تاریخ چند هزار ساله کشور از شهرهای مهم و بزرگ کشور محسوب شده است. شهر اصفهان یکی از شهرهای مهم تاریخی، فرهنگی، هنری، صنعتی و بعنوان یکی از قطب‌های گردشگری کشور محسوب می‌شود. طبق آمار سال ۱۳۹۵ شهر اصفهان دارای ۳۱۹۰۰۰۰ نفر جمعیت می‌باشد؛ که در ۱۵ منطقه شهری پراکنده گردیده‌اند. در تقسیم بندی مناطق شهری اصفهان، رودخانه زاینده رود شهر را به دو نیمه شمالی و جنوبی تقسیم نموده است. نیمه جنوبی شامل سه منطقه ۵، ۶ و ۱۳ و دوازده منطقه دیگر در نیمه شمالی واقع شده است. محور مصنوع چهارباغ نیز نیمه شرقی و غربی را پدید می‌آورد (آمارنامه شهرداری اصفهان، ۱۳۹۴). از نظر مساحت نیز شهر اصفهان دارای ۲۰۰۳۴ هکتار حریم قانونی و ۳۵۰۳۸ هکتار حریم می‌باشد. کل محدوده و حریم این شهر ۵۵۰۷۲ هکتار می‌باشد.

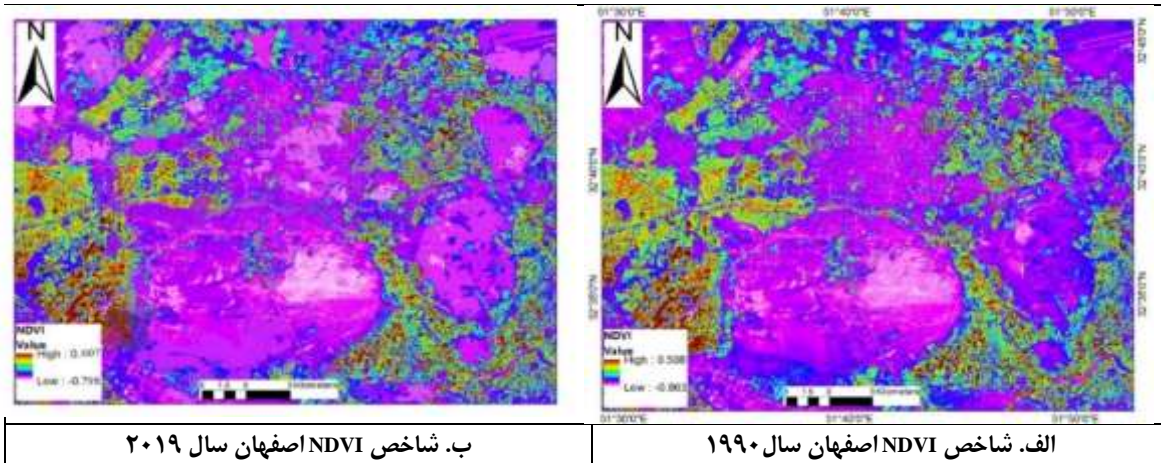


شکل ۱. موقعیت جغرافیایی شهر اصفهان در شهرستان و استان اصفهان

## یافته‌ها و بحث

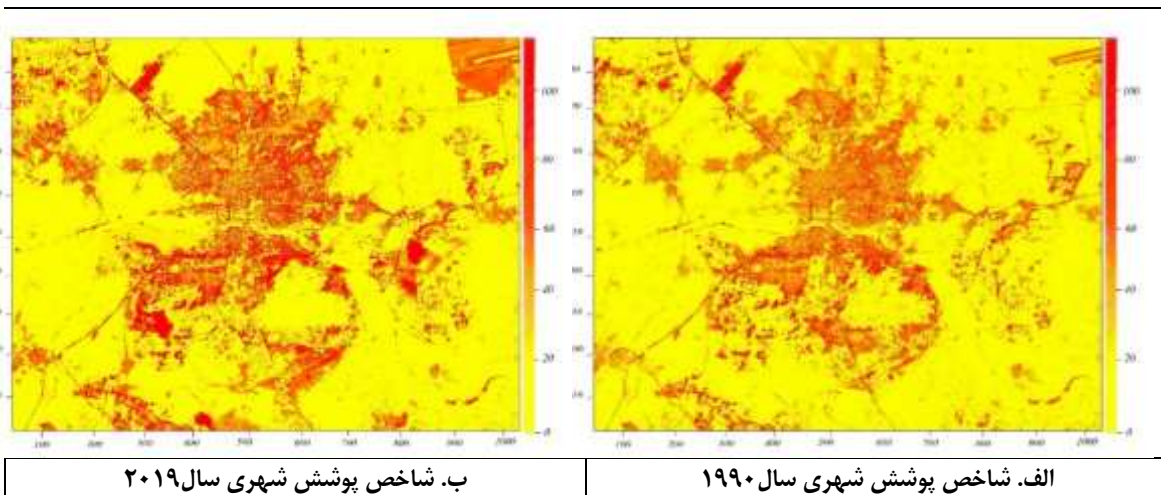
پدیده جزیره گرمایی یکی از عوامل موثر در افزایش دماست که علت اصلی تشکیل آن نیز فعالیت انسانی و ساخت و ساز آنها می‌باشد و به عنوان مشخص ترین عامل تغییر آب و هوای شهری شناخته می‌شود. با توجه به نقش بسیار مهم پوشش گیاهی در رخداد و یا عدم رخداد جزیره حرارتی، از این رو برای بررسی جزیره حرارتی شهر اصفهان شاخص پوشش گیاهی نیز مورد مطالعه قرار گرفت. برای شناسایی تغییرات پوشش گیاهی و کاربری اراضی شهر اصفهان از تصاویر ماهواره‌ای Landsat ETM با تفکیک زمینی بالا طی دوره ۱۹۹۰-۲۰۱۹ استفاده شده است. ابرها و آلودگی‌های جوی از قبیل دود و مه و غبار باعث بروز خطاهایی در مقادیر NDVI می‌گردد. اگر روی تصاویر دارای پوشش گیاهی متراکم لکه ابری وجود داشته باشد، افت زیادی در مقدار NDVI آن به وجود خواهد آمد و مطالعات مربوط به آن پیکسل از دست خواهد رفت (انتظاری و همکاران، ۱۳۹۸). بنابراین، استفاده از یک تصویر NDVI در یک زمان نمی‌تواند به طور کامل مشخص کننده پوشش گیاهی منطقه باشد. برای رفع این مشکل، معمولا برای یک دوره زمانی مشخص مقادیر NDVI منطقه محاسبه شده و در نهایت، برای هر پیکسل بیشترین مقدار موجود در مقادیر

NDVI این دوره زمانی انتخاب می‌شود که تصحیحات رادیومتریک و هندسی با استفاده از نرم افزار ENVI بر روی تصاویر انجام شد. شاخص NDVI برای سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۱۹ در شکل (۲) ارایه شده است. همان طور که ملاحظه می‌شود، پهنه‌های فاقد پوشش گیاهی و یا با پوشش گیاهی حداقل با استفاده از طیف رنگی قابل تشخیص هستند. بیشترین پهنه‌های فاقد پوشش گیاهی علاوه بر پهنه شهری و مناطق مسکونی در ارتفاعات جنوبی و شرقی شهر اصفهان قابل مشاهده هستند. حداکثر شاخص NDVI در پهنه‌های غربی و جنوب شرق شهر اصفهان هستند که حاوی پوشش اراضی کشاورزی و باغات حاشیه‌ای شهر می‌باشند.



شکل ۲. شاخص NDVI در سالهای ۱۹۹۰ و ۲۰۱۹

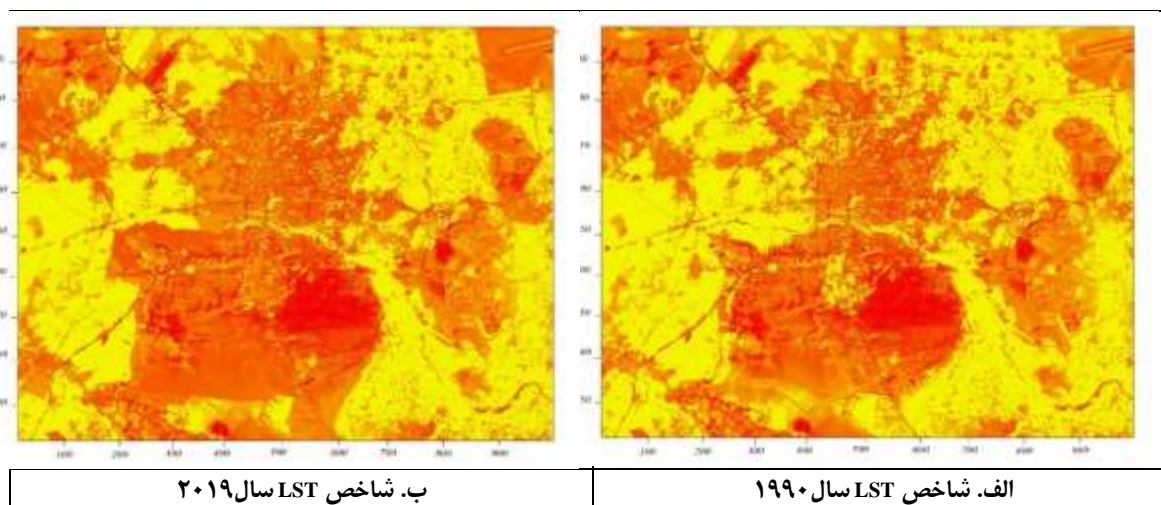
شاخص پوشش شهری بررسی و تصاویر آن در شکل (۳) نشان داده شده است. همان گونه که مشاهده می‌شود، بخش‌های مسکونی در مرکز شهر و حاشیه شهر با طیفی از رنگ مشخص شده است. بیشترین شاخص پوشش شهری در مرکز شهر و نیز کاربری‌های مسکونی حاشیه‌ای در جنوب غربی، شرق میانی و شمال غربی شهر به صورت پراکنده قابل مشاهده است. وسعت این اراضی طی دوره مورد مطالعه افزایش داشته است. این افزایش به خصوص در بخش‌هایی از شمال غربی و جنوب غربی محدوده مورد مطالعه دیده می‌شود. روند توسعه شهر بیشتر به صورت پراکنده شکل گرفته است و جز در بخش‌های محدودی از شهر، روند خاصی قابل تشخیص نیست و این توسعه به صورت پراکنده بوده است.



شکل ۳. شاخص پوشش شهری اصفهان

در شهرها لایه‌ای از ذرات آلاینده که همچون مه آسمان شهرها را دربرمی‌گیرد، عملکردی مشابه گازهای گلخانه‌ای در جو دارد و اجازه نمی‌دهد که گرما از محدوده شهری خارج شود. شکل (۴) نشان دهنده توزیع جغرافیایی دمای سطح زمین یا LST در محدوده مورد مطالعه می‌باشد. با توجه به مطالعات صورت گرفته، مقایسه تصاویر دمای سطح زمین یا LST نشان دهنده آن است که بیشترین جمعیت شهر اصفهان دهه ۹۰ به بعد بوده است، بیشترین دمای سطح زمین در دوره زمانی مورد مطالعه در این دهه

مطالعاتی بیش از دوره قبل است. بیشترین مقادیر درجه حرارت با استفاده از دامنه‌ای از رنگ‌های زرد تا قرمز تیره نشان داده شده است. رنگ زرد کمترین درجه حرارت که مربوط به پوشش گیاهی اراضی کشاورزی، باغی و پهنه‌های آبی است را در بر می‌گیرد.

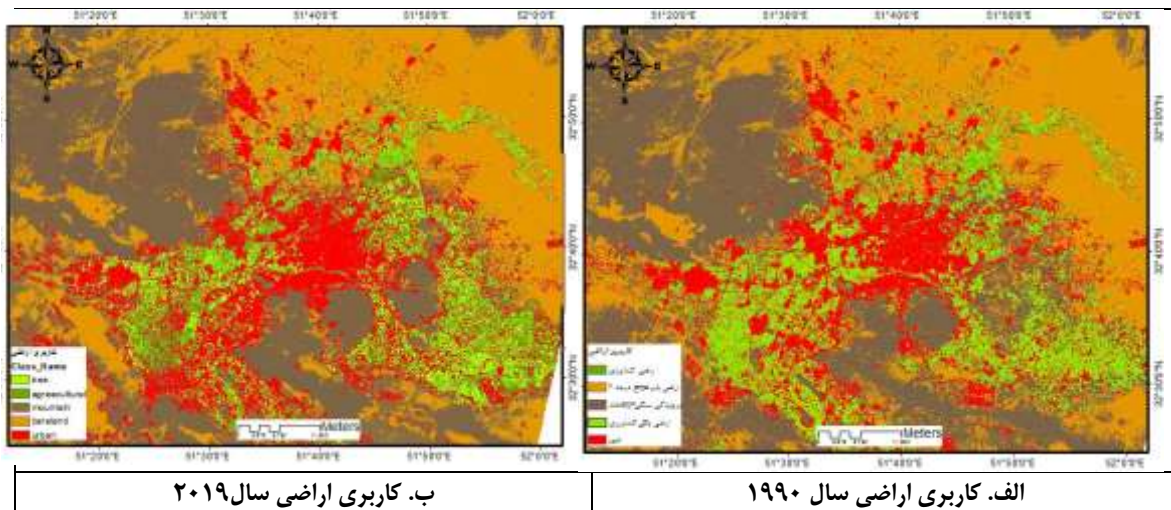


شکل ۴. شاخص LST شهر اصفهان

کاربری زمین نشان دهنده نوع فعالیت‌هایی است که در آن زمین انجام می‌شود و برای استفاده از زمین و برنامه ریزی کاربرد دارد. تغییرات کاربری زمین در زمانها و مکانهای مختلف متفاوت می‌باشد. در صورتی که داده‌ها و اطلاعات کاربری زمین به روز باشد در مدیریت و برنامه ریزی و استفاده بهتر از زمین مفید می‌باشد. با بررسی و مطالعه تغییرات کاربری زمین می‌توان برای آینده برنامه ریزی و پیش بینی‌های لازم و متناسب با هر منطقه‌ای را انجام داد و در جهت رسیدن به توسعه پایدار آن شهر یا منطقه گام برداشت. برای تهیه نقشه کاربری اراضی از روش طبقه بندی نظارت شده و الگوریتم حداکثر احتمال استفاده شده است. در این فرایند ابتدا تصاویر ماهواره‌ای لندست با باندهای انتخابی مناسب در برنامه Geomatica تولید شده است. سپس با استفاده از مدارک و اطلاعاتی که به نوعی در شناسایی پدیده‌های تصویر موثر هستند نظیر نقشه توپوگرافی و بازدیدهای محلی بر روی هر پدیده تعدادی مناطق یا سطوح به عنوان نمونه انتخاب شده تا از آنها برای طبقه بندی استفاده شود. در انتخاب نمونه رعایت نکاتی ضروری است از جمله به صورتی انتخاب شوند که بر روی پدیده‌های گوناگون تصویر به شکل مناسب پراکنده شده باشند. نمونه به گونه‌ای انتخاب شود تا از نظر انعکاس طیفی همگنی مطلوب مشاهده شود و به علاوه نمونه‌ها از نظر اندازه به طور مناسب انتخاب شوند. پس از رعایت موازین فوق تعداد پیکسل‌های هر منطقه محاسبه شده است. با استفاده از متدولوژی فوق در نهایت ۵ کلاس شامل اراضی کشاورزی، ترکیب باغ و اراضی دیم و آبی، اراضی شهری، برون زدگی‌های سنگی و اراضی بایر بر روی تصویر انتخاب شده است. غالب ترین کاربری منطقه متعلق به اراضی بایر است. عمده فعالیت‌های انسانی در مرکز تصویر قرار گرفته است. با استفاده از تطبیق نقشه کاربری اراضی و شاخص NDVI می‌توان نوع شدت و ضعف پراکنش پوشش گیاهی را بهتر مطالعه نمود. همان طور که در تصاویر قابل مشاهده است اراضی بایر و مراتع ضعیف در حاشیه شهر اصفهان به خصوص در شرق و شمال شرقی پراکنده هستند و میزان کمتری از شاخص پوشش گیاهی را به خود اختصاص داده اند. بیشترین پراکنش اراضی کشاورزی در قسمت‌های جنوب غربی و جنوب شرقی قرار گرفته است. مقایسه تغییرات حاصل از کاربری‌های اراضی شهر اصفهان حاکی از افزایش وسعت شهر و کاهش وسعت اراضی باغی و مراتع حاشیه‌ای شهر است. وسعت اراضی کشاورزی و باغات بخصوص در بخش‌های جنوبی و جنوب غرب شهر کاهش یافته است و این اراضی با تغییر کاربری به نفع کاربری‌های شهری مواجه بوده اند (شکل ۴). تصویر کاربری اراضی شهر اصفهان در سال ۲۰۱۹ در شکل (۵) نشان دهنده آن است که افزایش وسعت کاربری‌های مسکونی و ساخت و سازهای پراکنده ی حاشیه‌ای در اطراف شهر اصفهان طی دوره مورد مطالعه به وضوح قابل ملاحظه است. توسعه ساخت و سازهای و کاربری‌های انسانی از جمله عوامل بارز در کاهش وسعت اراضی جنگلی بوده است. در برخی مناطق اراضی کشاورزی نیز تغییر کاربری یافته اند. در بخش‌هایی از جنوب غربی محدوده مورد مطالعه، چرای بی رویه دام و تغییرات کاربری اراضی سبب گسترش فرسایش آبی و بادی شده است. بنابراین، در این نواحی اراضی بایر توسعه یافته است و به دلیل



توسعه فرسایش شرایط برای گسترش پوشش گیاهی کاهش یافته و یا پوشش گیاهی از بین رفته است. موارد قید شده می‌توانند سبب گسترش جذب باند حرارتی و توسعه جزایر گرمایی بر فراز نواحی مسکونی و بایر شوند.



شکل ۵. نقشه کاربری اراضی شهر اصفهان

## نتیجه‌گیری

در عصر حاضر، شهرنشینی رونق زیادی پیدا کرده و همین امر سبب گردیده است تا کره زمین تحت تأثیر مسائل مختلف قرار گرفته، وضعیت طبیعی خود را تا حد زیادی از دست بدهد که یکی از پیامدهای آن افزایش دماست. این افزایش دما منجر به ایجاد پدیده جزیره حرارتی در شهرها شده است. بسیاری از شهرها و نواحی حومه شهر دماهای بالاتری را در مقایسه با محیط‌های روستایی شان تجربه می‌کنند. افزایش دماهای رخ داده و یا به عبارت بهتر تشکیل شدن جزیره حرارتی منجر به ایجاد مشکلات زیست محیطی و نیز کاهش کیفیت زندگی شهری گشته و علاوه بر اینکه مصرف انرژی را افزایش می‌دهد، موجب افزایش انتشار آلاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ای نیز می‌گردد. همچنین می‌تواند اثر جدی در بالا بردن مصرف انرژی در شهرها و تأثیر منفی در آسایش و سلامت در سکونتگاه‌های شهری داشته باشد. زیرا که افزایش تقاضای انرژی جهت برطرف نمودن اثرات گرم شدن شهرها، با توجه به مصرف منابع فسیلی بیشتر در این مورد، سبب افزایش بیشتر دمای هوای شهر و ایجاد تنش‌های گرمایی در محیط شده که عامل ایجاد عدم آسایش و در نتیجه کاهش کارایی ذهنی و جسمی و فیزیولوژیک و تغییرات رفتاری می‌گردد. جزایر حرارتی در مقیاس بزرگ بیشتر مربوط به نحوه شهرسازی می‌باشد ولی در مقیاس کوچکتر یکسری اصول و قواعدی وجود دارد که می‌تواند در جهت کنترل آن موثر باشد. کنترل انرژی تابشی خورشید، استفاده و هدایت مناسب جریان باد و ایجاد رطوبت در فضا، رعایت فاصله و ارتفاع مناسب ساختمان‌ها نسبت به هم، استفاده از سطوح سرد با قابلیت کمتر جذب نور، استفاده از آب نماها و آبنشانها راهکارهایی در رابطه با معماری ساختمانها به منظور جلوگیری از تشکیل جزیره حرارتی می‌باشد.

مطالعات صورت گرفته در این پژوهش نشان داد مناطق غربی و جنوب شرق شهر اصفهان از حداکثر شاخص NDVI برخوردار می‌باشند. در مقابل مناطق فاقد پوشش گیاهی علاوه بر مناطق شهری در ارتفاعات جنوبی و شرقی اصفهان نیز مشاهده می‌شود. بیشترین شاخص پوشش شهری نیز در مرکز شهر و مناطق مسکونی حاشیه شهر مشاهده شده است. همزمان با رشد و توسعه شهر وسعت این شاخص نیز رو به افزایش می‌باشد به طوری که در مناطقی که شهر رو به توسعه می‌باشد این شاخص نیز در حال افزایش می‌باشد. با توجه به تصاویر دمای سطح زمین یا LST بیشترین جمعیت شهر اصفهان دهه ۹۰ به بعد بوده که این مساله باعث افزایش دمای سطح زمین در سال ۲۰۱۹ نسبت به سال ۱۹۹۰ می‌باشد. بیشترین مقادیر درجه حرارت در مناطق شهری و کمترین درجه حرارت در اراضی کشاورزی، باغی و پهناهای آبی مشاهده شده است. با توجه به تصاویر کاربری اراضی، اراضی بایر در حاشیه شهر اصفهان به خصوص در شرق و شمال شرقی و اراضی کشاورزی در مناطق جنوب غربی و جنوب شرقی پراکنده هستند. این تصاویر بیان کننده توسعه شهر و کاهش وسعت اراضی کشاورزی و باغی می‌باشند. به طوری که در مناطق جنوب و

جنوب غربی شهر وسعت این اراضی بسیار کاهش یافته و بر وسعت مناطق شهری افزوده شده است. در مجموع با توجه به نتایج بدست آمده افزایش وسعت کاربری‌های مسکونی و ساخت و سازهای پراکنده حاشیه‌ای در اطراف شهر اصفهان طی دوره مورد مطالعه به وضوح قابل ملاحظه است. توسعه ساخت و سازهای و کاربری‌های انسانی از جمله عوامل بارز در کاهش وسعت اراضی جنگلی بوده است. در برخی مناطق اراضی کشاورزی نیز تغییر کاربری یافته اند. در بخش‌هایی از جنوب غربی محدوده مورد مطالعه، چرای بی رویه دام و تغییرات کاربری اراضی سبب گسترش فرسایش آبی و بادی شده است. بنابراین، در این نواحی اراضی بایر توسعه یافته و به دلیل توسعه فرسایش شرایط برای گسترش پوشش گیاهی کاهش یافته و یا پوشش گیاهی از بین رفته است. موارد قید شده می‌توانند سبب گسترش جذب باند حرارتی و توسعه جزایر گرمایی بر فراز نواحی مسکونی و بایر شوند. در هر کلانشهر ممکن است عوامل گوناگون و متفاوتی سبب پیدایش جزیره گرمایی شود، بنابراین مبارزه با پیدایش و گسترش جزیره گرمایی در هر شهر نیازمند شناخت عامل یا عواملی است که در پیدایش جزیره گرمایی نقش داشته اند. از عواملی مانند گرمایش جهانی گرفته تا عوامل ثابت و متغیر محلی مانند عرض جغرافیایی، ارتفاع از تراز دریا، توپوگرافی، وسعت شهر و پایداری جوی و به دنبال آن افزایش مصرف انرژی، موفولوژی شهر، بافت و ساخت شهر در پیدایش و گسترش جزیره گرمایی شهر نقش بازی کنند. جزیره گرمایی شهری نه تنها بر کیفیت زندگی و رفاه انسانی در نواحی شهری مؤثر است بلکه عملکردهای بوم شناسی همچون تأمین منابع آب و هوای با کیفیت و تنوع گونه ای را دستخوش تغییر می‌کند. دلایل اصلی افزایش دماها در مناطق شهری از طرفی به دلیل نوع مصالح بکار رفته در شهرها می‌باشد. با توجه به اینکه بیشتر مصالح مورد استفاده در شهرها نفوذ ناپذیرند؛ بنابراین رطوبت نمی‌تواند در سطوح شهری نفوذ کرده و عملکرد مطلوب سرمایشی در راستای کاهش دمای شهر را داشته باشد. از طرف دیگر، استفاده از مصالح تیره در سطوح شهری و همچنین، دره های شهری ایجادشده توسط ساختمانها، سبب جذب مقدار زیادی از انرژی خورشیدی و به تبع آن افزایش دمای شهر می‌شود. در حقیقت، زمانی که یک منطقه شهری ایجادشده و گسترش می‌یابد، تغییرات ساختاری در منطقه مورد بحث اتفاق می‌افتد. ساختمان ها، جاده ها و سطوح شهری جایگزین محیطها و زمین‌های طبیعی پوشیده از خاک و گیاهان منطقه می‌شوند. در واقع جزیره گرمایی بر محیط زیست انسانی از طریق تخریب کیفیت هوای داخلی و خارجی ساختمان ها، افزایش مصرف انرژی در بعد تک بنا و در ابعاد گسترده تر شهری، کاهش کیفیت آب و تهدید سلامت عمومی تأثیرات جبران ناپذیری می‌گذارد. لذا امروزه در طراحی شهرها باید شرایط اقلیمی هر محل به خصوص زاویه تابش خورشید و جهت باد در نظر گرفته شود و جهت خیابان‌ها و کوچه‌ها به نحوی طراحی شود که با عناصر اقلیمی هر محل سازگاری لازم را داشته باشد. یعنی تهویه مناسب را داشته باشد تا هم در فصول گرم دمای هوا کاهش پیدا کند و هم آلودگی داخل شهرها خارج گردد تا اثر جزایر گرمایی در درون شهرها کاهش یابد. مطالعات صورت گرفته بر روی جزایر گرمایی در شهرهای مختلف نیز همگی نشان دهنده افزایش جزایر گرمایی در شهرها همزمان با رشد و توسعه شهرها می‌باشد. از جمله رضوانی و نقیبی (۱۳۹۹) بیان کرد شاخص پوشش گیاهی شهر ارومیه رو به کاهش و دمای شهر رو به افزایش می‌باشد. موسوی بایگی و همکاران (۱۳۹۱) نیز بیان کردند که توسعه شهر مشهد رو به افزایش و شاخص پوشش گیاهی آن رو به کاهش می‌باشد. مزیدی همکاران (۱۳۹۸) نیز نشان دادند که بین تراکم ساخت و ساز و پوشش گیاهی با دمای سطح زمین در شهر اصفهان رابطه معکوس وجود دارد. پژوهش‌های قبلی انجام شده همگی نظر بر افزایش دمای شهرها همزمان با رشد و توسعه شهرها و کاهش پوشش گیاهی شهرها دارند لذا نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج مطالعات صورت گرفته در این زمینه هماهنگ می‌باشد. در مجموع با انجام اقداماتی می‌توان از ایجاد جزیره حرارتی در شهرها جلوگیری و یا شدت آن را کاهش داد. از جمله این موارد می‌توان بهینه‌سازی خیابان‌ها و اولویت دادن به پروژه‌های کاهش حرارت شهری، استفاده از پوشش خنک‌کننده آسفالت در سطح خیابان‌ها، بهبود وضعیت عایق‌بندی حرارتی، افزایش پوشش گیاهی و استفاده از وسایل گرمایشی و سرمایشی بهینه و جلوگیری از اتلاف انرژی را نام برد.

## تقدیر و تشکر

این مقاله مستخرج از رساله دکتری زهره گلستانی دانشجوی دکتری رشته آب‌وهواشناسی گروه جغرافیای دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات است.

## منابع

- احمدی، محمود و داداشی رودباری، عباسعلی. (۱۳۹۶). شناسایی جزایر گرمایی شهری مبتنی بر رویکرد زیست محیطی (مطالعه موردی: کلان شهر تهران). *جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، ۲۸ (۶۷)، ۱-۲۰.
- انتظاری، علیرضا؛ زندی، رحمان و خسرویان، مریم. (۱۳۹۸). ارزیابی تغییرات فضایی پوشش گیاهی و دمای سطح زمین با استفاده از تصاویر لندست و مادیس، مطالعه موردی: استان فارس ۱۹۸۶-۲۰۱۷. *نشریه علمی پژوهشی مهندسی و مدیریت آب/خیز*، جلد ۱۱ (۴)، ۹۴۰-۹۲۹.
- پورزیدی، علی محمد؛ علیجانی، بهلول؛ اکبری، مه‌ری و ضیاییان، پرویز. (۱۳۹۹). تحلیل فضایی و زمانی جزایر گرمایی مناطق شهری گرگان. *مجله آمایش جغرافیایی فضا*، ۱۰ (۳۸)، ۱۵۷-۱۷۲.
- ترکی، مسلم؛ مسعودیان، سیدابوالفضل و منتظری، مجید. (۱۴۰۰). آب و هواشناسی جزایر گرمایی - سرمایه‌های شهرهای بزرگ ایران. *جغرافیا و توسعه*، ۶۴، ۱-۲۰.
- حاجیلو، مرضیه؛ المدرسی، سید علی؛ زرنگ، نسیم؛ سرکارگردرکانی، علی. (۱۳۹۳). پایش دمای سطح زمین و بررسی رابطه کاربری اراضی با دمای ETM + OLI سطح با استفاده از تصویر سنجنده (مطالعه موردی: استان قم). *نخستین همایش ملی کاربرد مدل‌های پیشرفته تحلیل فضایی در آمایش سرزمین*، یزد.
- حلبیان، امیرحسین و سلطانی، زهرا. (۱۳۹۹). واکاوی تغییرات فضایی زمانی جزایر گرمایی شهری و کاربری اراضی با رویکرد زیست محیطی در شیراز. *مطالعات ساختار و کارکرد شهری*، ۷ (۲۴)، ۷۳-۹۷.
- رضمانی، صادق و نقیبی، فریدون. (۱۳۹۹). واکاوی تغییرات شاخص پوشش گیاهی در شکل‌گیری جزایر حرارتی شهری (مطالعه موردی: شهر ارومیه). *فصلنامه علمی پژوهش و برنامه‌ریزی شهری*، ۱۱ (۴۲)، ۱۹۵-۲۰۶.
- ساسان پور، فرزانه؛ ضیاییان، پرویز و بهادری، مریم. (۱۳۹۲). بررسی رابطه پوشش و کاربری اراضی و جزایر حرارتی در شهر تهران. *مجله جغرافیا*، ۳۹، ۲۶۱-۲۴۷.
- صادقی‌نیا، علیرضا؛ علیجانی، بهلول و ضیاییان، پرویز. (۱۳۹۲). تحلیل فضایی زمانی جزیره حرارتی کلان شهر تهران با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی. *جغرافیا و مخاطرات محیطی*، ۱ (۴)، ۱-۱۷.
- مجرد، فیروز؛ ناصریه، مهتاب و هاشمی، سیروس. (۱۳۹۷). بررسی تغییرات دوره‌ای و فصلی جزیره گرمایی شهر کرمانشاه در شب و روز با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای. *فیزیک زمین و فضا*، ۲ (۲)، ۴۴-۴۷۹.
- مزیدی، احمد؛ امیدوار، کمال؛ مظفری، غلامعلی و تقی‌زاده، زهرا. (۱۳۹۸). آشکار سازی تغییرات جزیره گرمایی شهر اصفهان با تاکید بر توسعه شهری. *کاوش‌های جغرافیایی مناطق بیابانی*، ۷ (۱)، ۳۹-۲۱.
- مزیدی، احمد و حسینی، فاطمه. (۱۳۹۴). تاثیر تغییر کاربری و پوشش زمین بر جزیره گرمایی در منطقه شهر یزد با استفاده از داده‌های سنجش از دور. *جغرافیا و توسعه*، ۳۸، ۱۲-۱.
- مسعودیان، سیدابوالفضل و ترکی، مسلم. (۱۳۹۸). واکاوی تغییرات زمانی و مکانی جزیره گرمایی کلان‌شهر اهواز به کمک داده‌های مودیس. *جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، ۳۰ (۱)، ۲-۷۵.
- ملکی، سعید؛ جاعیان، علی و فرهمند، قاسم. (۱۳۹۷). ارزیابی تغییر پذیری فضایی - زمانی جزایر حرارتی در ارتباط با کاربری‌های شهری مطالعه موردی: شهر ارومیه. *اطلاعات جغرافیایی*، ۲۷ (۱۰۵)، ۱۹۷-۱۸۳.
- 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. *مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی*، ۱، ۳۵-۴۹.
- Chen, F., Yang, X., & Zhu, W. (2014). WRF simulations of urban heat island under hot-weather synoptic conditions: The case study of Hangzhou City, China, *Atmospheric research*, 138: 364-377. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2013.12.005>.
- Chen, X.L., Zhao, H.M., Li, P.X., & Yin, Z.Y. (2006). Remote sensing image-based analysis of the relationship between urban heat island and land use/cover changes. *Remote sensing of environment*, 104(2): 133-146. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2005.11.016>.
- Guo, G., Wu, Z., Xiao, R., Chen, Y., Liu, X., & Zhang, X. (2015). Impacts of urban biophysical composition on land surface temperature in urban heat island clusters. *Landscape and Urban Planning*, 135, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.11.007>.
- Jiang, J., & Tian, G. (2010). Analysis of the impact of land use/land cover change on land surface temperature with remote sensing. *Procedia environmental sciences*, 2, 571-575. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2010.10.062>.

- Kassa, Alemayehu. (1990). Drought risk monitoring for Sudan using NDVI. A Dissertation submitted to the University College London, 1982-1993.
- Kyungil, Lee., Yoonji, Kim., Hyun, Chan Sung., Jieun, Ryu., & Seong, Woo Jeon. (2019). Trend Analysis of Urban Heat Island Intensity According to Urban Area Change in Asian Mega Cities. *Division of Environmental Science*, 1-12. 112. <https://doi.org/10.3390/su12010112>
- Martinelli, A., Kolokotsa, D. D., & Fiorito, F. (2020). Urban Heat Island in Mediterranean Coastal Cities: The Case of Bari (Italy). *Climate*, 8(6), 79. <https://doi.org/10.3390/cli8060079>
- Mirzaei, P., & Haghighat, F. (2010). Approaches to study urban heat island – Abilities and limitations. *Building and Environment*, 45, 2192-2201. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.04.001>.
- Van Hove, L. W. A., C. M. J. Jacobs., B. G. Heusinkveld, J. A., Elbers, B. L. Van Driel., & A. A. M. Holtslag. (2015). Temporal and spatial variability of urban heat island and thermal comfort within the Rotterdam agglomeration. *Building and Environment*, 83, 91-103. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.08.029>.
- Wang, W., Liu, K., Tang, R., & Wang, S. (2019). Remote sensing image-based analysis of the urban heat island effect in Shenzhen, China. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 110, 168-175. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2019.01.002>.
- Zhao-Liang, Li., Menglin, Si., & Pei, L. (2020). A Review of Remotely Sensed Surface Urban Heat Islands from the Fresh Perspective of Comparisons among Different Regions. *Progress In Electromagnetics Research C*, 102, 31–46, 2020. doi:10.2528/PIERC20020403.
- Zhou, D., Zhao, S., Zhang, L., Sun, G., & Liu, Y. (2015). The footprint of urban heat island effect in China. *Scientific reports* 5, 11160. <https://www.nature.com/articles/srep11160>.

**How to cite this article:**

Zahedi kelaki, E., Motevalli, S., Mahmoudzadeh, H., & Janbaz Ghobadi, G. (2024). Evaluation of Changes in the Ecological Structure of Behshahr City in Order to Provide Solutions to Improve Landscape Continuity and Promote Environmental Resilience. *Journal of Studies of Human Settlements Planning*, 19(1), 67-77.

**ارجاع به این مقاله:**

گلستانی، زهره؛ برنا، رضا؛ محمدی، حسین و اسدیان، فریده (۱۴۰۲). واکاوی نقش پوشش گیاهی و کاربری اراضی در رخدادهای جزیره گرمایی (مطالعه موردی: شهر اصفهان). فصلنامه مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی، ۱۹(۱)، ۶۷-۷۷.

## فصلنامه

# مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی