Kharazmi University

Spatial Analysis Environmental Hazards

Online ISSN: 2588-5146
Homepage: https://khu.ac.ir

Spatial and temporal analysis of land surface temperature in response to land use changes using remote sensing (case study of Bukan County)

Mahmoud Hooshyar [1]✉

1. Corresponding Author, Department of Geography, Faculty of Social Sciences and Law, Payam Noor University, Tehran, Iran. E-mail: hooshyar@pnu.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 04 March 2023
Accepted 10 December 2025
Published online 07 January 2025

Keywords:
Land Surface Temperatur,
Remote Sensing,
Bukan,
Landuse.

ABSTRACT

Objective: The aim of this research is to analyze the spatial and temporal changes in land surface temperature in response to land use changes using remote sensing. The case study is Bukan County in West Azerbaijan Province.

Methods: In this study, the spatial pattern of land use changes and land surface temperature in Bukan County during the 1990-2020 statistical period was evaluated using Landsat satellite images and sensors (OLI-TIRS, ETM+, TM) and the discrete window algorithm.

Results: The results showed that the land use of the region has changed significantly during the period under study, with residential use increasing and agricultural use decreasing. The results of the study of land surface temperature also showed that in 1990, the highest temperature was in pasture and barren areas with temperatures between 32 and 40 degrees Celsius, and the lowest temperature was in areas with dense vegetation with temperatures between 15 and 20 degrees Celsius. The temperature in areas with residential and urban use also varied between 28 and 31 degrees Celsius. In 2020, the average temperature of pasture land use was 35 degrees Celsius, residential land use was 30 degrees Celsius, and land with garden and agricultural use was 14 and 24 degrees Celsius. Apart from pasture land use, which did not change significantly, other land uses studied showed an increase in temperature of 2 to 4 degrees Celsius compared to 1990. A study of temperature in relation to land use changes showed that there is a high correlation between land cover and land surface temperature, so that in some sampled locations it was shown that changing the use of gardens to residential or pasture land use caused an increase of 15 to 20 degrees Celsius in land surface temperature in these areas.

Conclusions: Based on the results, land use and overall vegetation cover have an indirect and strong relationship with land surface temperature, and with the increase in the area of residential and barren lands and the decrease in vegetation cover and agricultural lands, land surface temperature will increase.

Cite this article: Hooshyar, M. (2025). Spatial and temporal analysis of land surface temperature in response to land use changes using remote sensing (case study of Bukan County). *Spatial Analysis Environmental Hazards*, 12 (4), 77-96. http//doi.org/10.66224/jsaeh.12.4.1

© The Author(s)
DOI: http//doi.org/10.66224/jsaeh.12.4.1

Publisher: Kharazmi University

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.4.5.8]
[DOI: 10.66224/jsaeh.12.4.1]

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Land use is one of the most important aspects of natural resource management and environmental change monitoring. An issue that plays an important and fundamental role in national and regional planning is to know about land use changes and to examine the trend of land use changes over time, so that the changes are well revealed. Human activities have sometimes been detrimental to the environment, causing various factors such as global warming, soil erosion and various types of pollution. In this study, using the capabilities of remote sensing techniques and geographic information systems, changes in land cover and land surface temperature in Bukan County between 1990 and 2020 were evaluated using Landsat images (OLI-TIRS, ETM+, TM).

Methods

The study area in this research is Bukan County, located between 36°18' to 36°42' north latitude and 45°30' to 46°30' east longitude.

This study introduces a new methodological framework that combines image processing of Landsat data across a variety of Landsat sensors, time series analysis, and visual interpretation to describe the spatiotemporal relationship between LST and LULC changes, enabling a comprehensive approach to urban environment analysis. In this study, land use and land surface temperature changes were examined in a time series (1990 to 2020) using satellite images including Landsat 8 (https://earthexplorer.usgs.gov/) on seven dates: 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, and 2020.

Results

A study of land use changes in the study area showed that the area of pasture land use and residential land use increased from 1990 to 2020, while agricultural land decreased. The total land use area of the study area in 2020 was 253,000 hectares. A study of changes in land surface temperature in relation to changes in land use in the study area also showed that in 1990 and 1995, the average temperature of residential land use was 28 and 25 degrees Celsius, respectively, and agricultural land use was 20 and 21 degrees Celsius, respectively. In 2005 and 2010, the temperature of orchard land use increased by 2 to 3 degrees Celsius compared to 1990. In 2020, the average temperature of pasture land use was 35 degrees Celsius, residential land use was 32 degrees Celsius, and orchard and agricultural land use was 14 and 24 degrees Celsius. Apart from pasture land use, which did not show any noticeable changes, other land uses studied showed an increase in temperature of 2 to 4 degrees Celsius. In order to determine the relationship between land use changes and temperature changes, it was observed that there is a high correlation between these two factors. According to the results, the land surface temperature of these points has also increased or decreased with land use changes. In 2020, the use of residential areas has become more extensive, and because these areas are mostly heat absorbers, and due to the expansion of factories and the greater use of fossil fuels, the air temperature in this land use is high.

Conclusion

The results of the study of land use changes showed that the area of agricultural and garden lands has decreased during the period under study, but pasture lands have slightly increased,

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.4.5.8]
[DOI: 10.66224/jsaeh.12.4.1]

and residential areas with high slopes have increased during the period under study. The study of changes in land surface temperature also showed that with the change in land use over the period, for example, from agricultural land in 1990, its amount decreased to 47,000 hectares and in 2020 to 38,000 hectares, and residential areas have also decreased to 3,500 hectares in the same period from 2020.

In general, the results obtained show that the surface temperature in each area of the land is affected by surface factors and its characteristics and according to different uses. The highest temperature recorded for Bukan County in 1990 and 2020 is related to pasture use (42 and 45 degrees Celsius, respectively), which indicates the concentration of heat in these areas.

Keywords: Land Surface Temperatur, Remote Sensing, Bukan, Landuse.

Ethical considerations

The authors have observed ethical principles in conducting and publishing this scientific research, and this is confirmed by them.

Funding

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Conflict of interest

The author declare that there is no conflict of interest in this article.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.4.5.8]

[DOI: 10.66224/jsaeh.12.4.1]

دانشگاه خوارزمی

تحلیل فضایی مخاطرات محیطی

شاپا الکترونیکی: ۵۱۴۶- ۲۵۸۸

Homepage: https://khu.ac.ir

تحلیل فضایی و زمانی دمای سطح زمین در پاسخ به تغییرات کاربری زمین با استفاده از سنجش از دور (مطالعه موردی شهرستان بوکان)

محمود هوشیار [۱] ✉

۱. نویسنده مسئول، گروه جغرافیا، دانشکده علوم اجتماعی و حقوق، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران. رایانامه: hooshyar@pnu.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۱۹

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۱۰/۱۷

کلیدواژه‌ها:
دمای سطح زمین،
سنجش از دور،
شهرستان بوکان.
کاربری اراضی.

چکیده

هدف: هدف از این پژوهش تحلیل فضایی و زمانی دمای سطح زمین در پاسخ به تغییرات کاربری زمین با استفاده از سنجش از دور می‌باشد. مطالعه موردی شهرستان بوکان در استان آذربایجان‌غربی است.

روش پژوهش: در این پژوهش الگوی فضایی تغییرات کاربری اراضی و دمای سطح زمین در شهرستان بوکان در دوره آماری ۱۹۹۰-۲۰۲۰ با استفاده از تصاویر ماهواره لندست و سنجنده‌های (OLI-TIRS, ETM+, TM) و الگوریتم پنجره مجزا مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که کاربری اراضی منطقه در طول دوره مورد بررسی دارای تغییراتی زیادی بوده است بدین صورت که کاربری مسکونی افزایش و کاربری کشاورزی کاهش یافته است. نتایج حاصل از بررسی دمای سطح زمین نیز نشان داد که در سال ۱۹۹۰ بیشترین دما مربوط به مناطق مرتع و زمین‌های بایر با دمای بین ۳۲ تا ۴۰ درجه سلسیوس و کمترین دما مربوط به مناطق با پوشش گیاهی انبوه با دمای بین ۱۵ تا ۲۰ درجه سلسیوس می‌باشد. میزان دما در مناطق با کاربری مسکونی و شهری نیز بین ۲۸ تا ۳۱ درجه سلسیوس متغیر است. در سال ۲۰۲۰ نیز میانگین دمای کاربری مرتع ۳۵ درجه سلسیوس، کاربری مسکونی ۳۰ درجه سلسیوس و اراضی با کاربری باغی و کشاورزی برابر با ۱۴ و ۲۴ درجه سلسیوس بوده است که به‌غیر از کاربری مرتع که تغییرات محسوسی نداشته است سایر کاربری‌های مورد مطالعه افزایش دما ۲ تا ۴ درجه سلسیوس نسبت به سال ۱۹۹۰ را نشان می‌دهند بررسی دما نسبت به تغییرات کاربری اراضی نشان داد که همبستگی بالایی بین پوشش اراضی و دمای سطح زمین وجود دارد به طوری که در بعضی از نقاط نمونه برداری شده نشان داد که تغییر کاربری باغات به کاربری مسکونی یا مرتع باعث افزایش ۱۵ تا ۲۰ درجه سلسیوس دمای سطح زمین در این مناطق شده‌است.

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج کاربری اراضی و در کل پوشش گیاهی دارای رابطه غیرمستقیم و قوی با دمای سطح زمین است و با افزایش مساحت زمین‌های مسکونی و بایر و کاهش پوشش گیاهی و زمین‌های کشاورزی، دمای سطح زمین افزایش خواهد یافت.

استناد: هوشیار، محمود (۱۴۰۴). تحلیل فضایی و زمانی دمای سطح زمین در پاسخ به تغییرات کاربری زمین با استفاده از سنجش از دور (مطالعه موردی شهرستان بوکان). *تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، ۱۲ (۴)، ۷۷-۹۶. http//doi.org/10.66224/jsaeh.12.4.1

ناشر: دانشگاه خوارزمی

© نویسندگان

CC BY NC

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.4.5.8]

[DOI: 10.66224/jsaeh.12.4.1]

مقدمه

دمای سطح زمین (LST) یک پارامتر ضروری در درک تعادل انرژی سطح و تبادل انرژی فیزیکی (گرما) بین سطح زمین و جو است (ویانگ[1]، ۲۰۰۹). دمای سطح زمین یک عامل حیاتی در تعیین تابش موج بلند در تابش سطح زمین و بودجه انرژی است. به زبان ساده، LST دمای پوسته سطح است. از منظر ماهواره، اصطلاح "سطح" به هر چیزی که هنگام نگاه کردن به جو به زمین مشاهده می‌کند، اشاره دارد. این مشاهدات می‌تواند عناصر مختلفی مانند برف و یخ، چمن روی چمن‌زارها، پشت بام ساختمان‌ها یا برگ‌های سایبان جنگل را در بر بگیرد. در نتیجه، ذکر این نکته ضروری است که LST با دمای هوا که معمولاً در گزارش‌های هواشناسی روزانه نشان داده می‌شود، متفاوت است (ناسا[2]، ۲۰۲۴). با این حال، مطالعات قبلی ارتباط قوی بین LST و دمای هوا در مناطق شهری را نشان داده‌اند (یانگ[3] و همکاران، ۲۰۲۰، خیانگ[4] و همکاران، ۲۰۲۳و گود[5] و همکاران، ۲۰۲۲). علاوه بر این، LST یک ورودی ضروری برای مدل‌های اقلیمی، هیدرولوژیکی، اکولوژیکی و بیوژئوشیمیایی است (لیانگ[6]، ۲۰۲۴).

شهرنشینی شهرها تأثیرات بسیاری بر زندگی انسان دارند. در واقع شهرنشینی تغییر جمعیت روستایی به‌شکل شهری افزایش درصد شهرنشینان است. رشد شهرنشینی در حال حاضر به‌شکل‌ی است که بیش از نیمی از جمعیت جهان در شهرها زندگی می‌کنند، حال آنکه این میزان در ۵۰ سال گذشته ۳۰ درصد و در ۱۰۲ سال گذشته ۱۰ درصد بوده است. در بسیاری از موارد، شهرنشینی به نفع بشر بوده و سطح زندگی انسان را افزایش داده است (برگستروم[7] و همکاران، ۲۰۱۳). این در حالی است که رشد سریع شهرنشینی یک مشکل جهانی در اکثر کشورهای درحال‌توسعه محسوب‌می‌شود. نرخ رشد بالای شهرنشینی، طی دهه های اخیر، آثار مخرب زیادی در محیطزیست شهری، از جمله افزایش حرارت و تغییرات اقلیم، داشته است. از جمله مشکلات پیش آمده در اثر توسعه شهرنشینی، می‌توان به آلودگی‌هوا، افزایش عبورومرور وسایل‌نقلیه و بیماری‌های روحی و روانی اشاره کرد که در جای خود، منجر به تغییرات اقلیمی، همچون آزاد شدن انرژی گرمایی زیاد، افزایش گازهای گلخانه‌ای همچنین تغییرکاربری زمین در شهرها، می‌شود (رفیعیان و رضایی راد، ۱۳۹۶).

با شهرنشینی سریع، محیط ساخته‌شده به افزایش قابل توجه LST در یک محیط شهری کمک می‌کند، بنابراین اثر جزیره گرمایی شهری (UHI) را تسریع می‌بخشد جزیره گرمایی شهری پدیده‌ای است که در آن فعالیت‌های انسانی و تغییرات کاربری زمین منجر به دمای بالاتر در شهرها نسبت به مناطق روستایی هم‌جوار می‌شود (اوکی[8] و همکاران، ۱۹۷۸). اثر جزیره گرمایی شهری از کاهش پوشش گیاهی، افزایش سطوح غیرقابل نفوذ و مصرف بالای انرژی ناشی می‌شود (آمفیلد[9] و همکاران، ۲۰۰۳).

محیط‌های شهری دارای سطوح غیر قابل نفوذی مانند بتن و آسفالت با ظرفیت گرمایی و هدایت حرارتی بالاتر نسبت به سطوح طبیعی می‌باشند. در نتیجه انرژی خورشیدی بیشتری را جذب و ذخیره می‌کنند (سانتاموریس[10]، ۲۰۰۹). جزیره گرمایی شهری با تأثیر بر سلامت عمومی، اقلیم شهری محلی، عملکرد اکوسیستم و تنوع زیستی و همچنین افزایش آلودگی، تأثیرات منفی زیادی بر محیط شهری دارد (جاکوب و همکاران، ۲۰۰۹، گریم و همکاران، ۲۰۰۸، پیکت و همکاران، ۲۰۰۴، کواتس و همکاران، ۲۰۰۸، هوندالا و همکاران، ۲۰۰۸، سانتاموریس و همکاران، ۲۰۱۴و ژانگ و همکاران). درک این اثرات جزیره گرمایی شهری برای برنامه ریزان شهری، سیاستمداران و تصمیم گیران برای توسعه و اجرای استراتژی‌های کاهش مؤثر و اقدامات

1 . weyang
2 . Nasa
3 . Yang
4 . Xiang
5 . Good
6 . Liang
7 . Borgström
8 - Oke
9 - Amfield
10 . Santamouris

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.4.5.8]
[DOI: 10.66224/jsaeh.12.4.1]

متعادل‌کننده، مانند افزایش فضاهای سبز، تراکم نکردن و باز کردن سطوح مهر و موم شده، ارتقای ساختمان‌های کم‌مصرف، و به کارگیری کمتر ضروری است (اکبری[1] و همکاران، ۲۰۰۱).

بررسی دمای سطح زمین (Land Surface Temperature) به عنوان مهم‌ترین معیار برنامه ریزی شهری، ناحیه‌ای و منطقه‌ای، نقش مهمی درکنترل تشعشعات حاصل از گرمایش حرارتی در فرایندهای زیستی، شیمیایی و فیزیکی سطح زمین دارد. با توجه به اینکه دمای سطح زمین پارامتر مهمی است که می تواند نشان دهنده‌ی تغییرات در سطح زمین باشد و نظر به این که فناوری سنجش–ازدور، به عنوان پرکاربردترین روش در جهت مطالعه تغییرات دمای سطح زمین و پوشش گیاهی شناخته شده است، این پژوهش الگوی فضایی تغییرات کاربری اراضی و دمای سطح زمین در شهرستان بوکان در دوره آماری ۱۹۹۰–۲۰۲۰ با استفاده از تصاویر ماهواره لندست و سنجنده‌های (OLI-TIRS, ETM+, TM) و الگوریتم پنجره مجزا را مورد ارزیابی قرار می‌دهد.

پیشینه پژوهش

۱. پیشینه نظری

تجزیه و تحلیل سری زمانی دمای سطح زمین یک روش صریح قوی و مکانی را برای چنین درک از طریق الگوهای مکانی–زمانی دمای سطح زمین شهری و بنابراین، دینامیک حرارتی آنها فراهم می‌کند (ناگلر[2]،۲۰۱۳). سری زمانی دمای سطح زمین می‌تواند روندها، فصلی بودن، نوسانات و تغییرات قابل توجهی را در دمای سطح زمین نشان دهد (باکس[3] و همکاران، ۲۰۱۶). تجزیه و تحلیل سری زمانی شامل بررسی داده‌های جمع آوری شده به‌طور منظم در یک دوره طولانی است. سری زمانی دمای سطح زمین مناطقی با دمای سطح زمین بالا را که دستخوش تغییرات قابل توجه کاربری زمین شده‌اند شناسایی می‌کند و اثربخشی اقدامات کاهشی را در برابر اثرات جزیره گرمایی شهری متصل به دمای سطح زمین ارزیابی می‌کند (اریل[4] و همکاران، ۲۰۱۱، سانتاموریس[5] و همکاران، ۲۰۱۴، هاجت[6] و همکاران، ۲۰۱۰ و کلییرکوپر[7]، ۲۰۱۲).

۲. پیشینه تجربی

درک دینامیک حرارتی یک شهر برای برنامه ریزان شهری بسیار مهم است. در زمینه دمای سطح زمین در رابطه با تغییرات کاربری زمین مطالعات زیادی انجام گرفته است که در زیر به برخی از تحقیقات در رابطه با تغییرات دمای سطح زمین و ارتباط آن با کاربری زمین خواهیم پرداخت.

ستو[8] و همکاران (۲۰۰۲)، بررسی تغییرات کاربری اراضی دلتای رود مروارید با استفاده از داده‌های لندست، نشان دادند که بسیاری از تغییرات TM کاربری این منطقه مربوط به تبدیل زمین‌های کشاورزی به مناطق شهری است ونگ[9] و همکاران (۲۰۰۸) توزیع فضایی LST را در انواع مختلف LULC تجزیه و تحلیل کرد. نتایج آنها نشان داد که مناطق بسیار شهری با سطوح غیرقابل نفوذ و کاهش پوشش گیاهی LST بالا را تجربه کردند. امیری و همکاران (۲۰۰۹) تأثیر انواع مختلف LULC بر LSTرا با استفاده از داده‌های ماهواره لندست بررسی کرد. یافته‌های آنها نشان داد که مناطق شهری با تراکم بالا با غلبه سطوح بتنی و آسفالت مقادیر LST بالاتری نسبت به مناطق مسکونی کم تراکم با فضاهای سبز و زمین باز بیشتر نشان می‌دهند. رابطه بین LST و انواع مختلف LULC اغلب با استفاده از LST و مقدار از شاخص‌های طیفی مختلف که نماینده پوشش‌های

1 . Akbari
2 . Nagler
3 . Box
4 . Erell
5 . Santamouris
6 . Hajat
7 . Kleerekoper
8 . Settow
9 . Wong

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.4.5.8]
[DOI: 10.66224/jsaeh.12.4.1]

مختلف زمین هستند تجزیه و تحلیل می‌شود. درویشی و همکاران (۱۳۹۶)، ارتباط تغییرات کاربری اراضی با دمای سطح زمین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در شهر مریوان را بررسی و به این نتیجه رسیدند که با افزایش مساحت زمین‌های مسکونی و بایر و همچنین با کاهش پوشش گیاهی دما روند افزایشی داشته است. یاقوتی و همکاران (۱۳۹۷)، در بررسی تغییرات کاربری اراضی در حوزه آبخیز تنکابن با استفاده از فنآوری‌های GIS و RS[1] نتیجه گرفتند که بیشترین تخریب و تغییر کاربری در اراضی جنگلی صورت گرفته است. نتایج پژوهش امامی و همکاران (۱۳۹۷)، در پژوهشی نشان دادند که کاربری شهری دارای دمائی حدود ۴۱ درجه سلسیوس می‌باشد که به دلیل جاذب حرارت بودن عوارض شهری دارای دمای بیشتری است. مجرد و همکاران (۱۳۹۷) با پردازش تصاویر ماهواره‌ای و استخراج دمای سطحی آن و شناسایی جزایر حرارتی به این نتیجه رسیدند که سطوح نفوذناپذیر از طریق جذب و ذخیره انرژی خورشیدی اثر گرمایشی دارند، در حالیکه پوشش گیاهی از طریق ایجاد توازن گرمایی به وسیله تبخیر و تعرق و تولید سایه دارای اثر خنک‌کننده می‌باشد. مرادی و همکاران (۱۳۹۹) در استخراج و شناسایی دمای سطحی زمین و تبیین ارتبا آن با کاربر اراضی شهری تهران دریافتند که ارتباط نزدیکی بین کاربری زمین و دمای سطحی وجود دارد. بزمی و همکاران (۱۴۰۰) با استفاده از تصاویر ماهواره لندست به بررسی تغییرات کاربری اراضی شهر ارومیه در دورهء زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ پرداختند. نتایج نشان داد که مساحت اراضی دارای پوشش سطوح نفوذناپذیر ۵۴ درصد افزایش یافته و مساحت اراضی دارای پوشش گیاهی و خاک لخت ۲۴ درصد کاهش یافته است. بررسی‌ها نشان داد که تصاویر سنجش ازدور از قابلیت بالایی برای استخراج نقشه‌های کاربری اراضی و بررسی روند تغییرات کاربری اراضی برخوردار بوده و در سراسر جهان توسط محققین برای ارزیابی کاربری اراضی به کار رفته است. در تحقیقات گذشته بیشتر کاربری اراضی را بررسی کردند.

۳. مدل مفهومی

هدف از این پژوهش تحلیل فضایی و زمانی دمای سطح زمین در پاسخ به تغییرات کاربری زمین با استفاده از سنجش از دور (مطالعه موردی شهرستان بوکان) می باشد. این مطالعه از یک رویکرد نوآورانه با استفاده از تحلیل سری‌های زمانی برای بررسی جامع دینامیک حرارتی در زمینه برنامه‌ریزی و نظارت شهری استفاده می‌کند. علاوه بر این، روش مطالعه نشان‌دهنده یک پیشرفت روش‌شناختی با استفاده از یک فرآیند نیمه خودکار برای تحلیل رویکردهای مشابه در سایر مناطق شهری است که از تکنیک‌های نظارت به راحتی قابل تکرار استفاده می‌کند. این رویکرد تجزیه و تحلیل دقیق تری از تأثیر شهرنشینی بر پارامترهای زیست محیطی را امکان پذیر می‌کند و زمینه را برای توسعه برنامه ریزی شهری مبتنی بر داده‌ها و سیاست‌های زیست محیطی متمرکز بر فضایی فراهم می‌کند. یافته‌های این مطالعه آماده ارائه بینش‌های ارزشمندی برای برنامه‌ریزان شهری، دانشمندان محیطزیست و سیاست‌گذاران است که به استفاده از سنجش از دور در برنامه‌ریزی و پایش شهری پایدار کمک می‌کند.

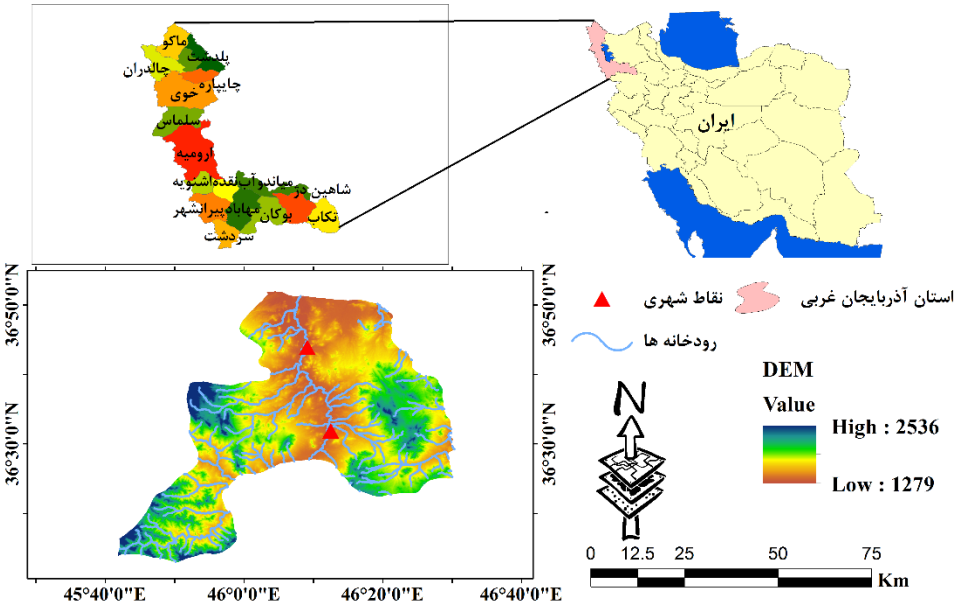
روش‌شناسی پژوهش

۱. قلمرو جغرافیایی مورد مطالعه

شهرستان بوکان در موقعیت بین ۳۶ درجه و ۱۸ دقیقه تا ۳۶درجه و ۴۲ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۴۶ دقیقه و ۳۰ دقیقه طول شرقی واقع شده‌است. شهر بوکان بزرگ‌ترین شهر جنوب استان آذربایجان غربی می‌باشد. جمعیّت شهری آن بالغ بر ۱۹۳۵۰۱ نفر است و مساحت شهر به صورت طولی بیش از ۱۲ کیلومتر مربّع و از مسطح‌ترین شهرهای منطقه به شمار می‌رود. این شهرستان در جنوب مرکزی دریاچه ارومیه و در ارتفاع ۱۳۷۰ متری از سطح دریا و در منطقه‌ی کوهستانی واقع شده و آب‌وهوای معتدلی دارد. شکل (۱) موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در کشور و استان آذربایجان غربی را نشان می‌دهد.

[1] - Remote Sensing

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.4.5.8]
[DOI: 10.66224/jsaeh.12.4.1]



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در استان و کشور

۲. داده‌ها و روش کار

این مطالعه یک چارچوب روش‌شناختی جدید را معرفی می‌کند که پردازش تصویر از داده‌های Landsat را در انواع سنسور Landsat، تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی، و تفسیر بصری برای تشریح رابطه مکانی-زمانی بین تغییرات LST و LULC ترکیب می‌کند و یک رویکرد جامع برای تحلیل محیط شهری را امکان‌پذیر می‌کند. در این تحقیق برای بررسی کاربری اراضی و تغییرات دمای سطح زمین به‌صورت سری زمانی (۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰) با استفاده از تصویر ماهواره شامل لندست ۸ (https://earthexplorer.usgs.gov/) در هفت تاریخ ۱۹۹۰، ۱۹۹۵، ۲۰۰۰، ۲۰۰۵، ۲۰۱۰، ۲۰۱۵ و ۲۰۲۰ برای بررسی کاربری اراضی و تغییرات دمای سطح زمین استفاده شد. در جدول ۱ تصاویر مورد استفاده این پژوهش ذکر شده‌است.

جدول ۱- خصوصیات تصاویر ماهواره ای مورد استفاده

نوع ماهواره	نوع سنجنده	ستون	سطر	درصد پوشش ابر	زمان (گرینویچ)	تاریخ
لندست ۵	TM	۱۶۸	۰۳۵	۲	۰۷:۳۵:۰۴	۱۹۹۰/۰۷/۱۵
لندست ۵	TM	۱۶۸	۰۳۵	۳	۰۷:۳۵:۱۵	۱۹۹۵/۰۷/۱۶
لندست ۷	ETM+	۱۶۸	۰۳۵	۵	۰۷:۳۰:۵۲	۲۰۰۰/۰۷/۱۸
لندست ۷	ETM+	۱۶۸	۰۳۵	۳	۰۷:۲۸:۳۰	۲۰۰۵/۰۷/۱۸
لندست ۷	ETM+	۱۶۸	۰۳۵	۴	۰۷:۲۹:۴۲	۲۰۱۰/۰۷/۱۹
لندست ۸	OLS-TIRS	۱۶۸	۰۳۵	۳	۰۷:۱۴:۱۰	۲۰۱۵/۰۷/۲۰
لندست ۸	OLS-TIRS	۱۶۸	۰۳۵	۱	۰۷:۱۵:۰۱	۲۰۲۰/۰۷/۲۲

استخراج تغییرات کاربری اراضی

به منظور شناسایی و آشکارسازی تغییرات کاربری‌ها، معمولا میزان و روند تغییراتی که تابع شرایط محیطی و طبیعی منطقه است، تعیین می شود؛ البته اگرتغییرات چشم انداز در یک تصویر با مقیاس مناسب تهیه شده باشد. آشکارسازی تغییرات به طور نسبی آسان خواهد بود، مگر در صورتی که تغییر مکانی به صورت خیلی ریز در سطح تصویر توزیع شده و در سطح پیکسل مرئی و قابل شناسایی نباشد. از جنبهٔ کاربردی استخراج تغییرات شامل به کارگیری مجموعه داد ههای چندزمانه به منظور تعیین مناطقی است که در تاریخ های مختلف تصویر برداری تغییراتی داشته باشند (محی‌الدین[1] و همکاران، ۲۰۲۴).

[1] . Mohiuddin

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.4.5.8]
[DOI: 10.66224/jsaeh.12.4.1]

تصحیحات اتمسفری

اصولا تصاویری که توسط ماهواره ها دریافت می شوند، از تعداد زیادی سلول یا پیکسل تشکیل شده است. هر پیکسل نشان دهندهٔ بازتاب ۲ نوری است که از عارضه ای از زمین ساطع شده و توسط ماهواره دریافت می شود. این بازتاب دارای مقادیر رقومی است که آن را DN می نامند. بنابراین اصلاحات زیر جهت مرتفع کردن این انحرافات با استفاده از نرم افزارENVI ۵,۱ صورت پذیرفته است: اتفاق DN بابررسی هیستوگرام باندها مقدار کمترین افتاده در هر یک از آن ها مشخص شد. مربوط DN در میان اجسام مختلف، کمترین مقدار به آب است که در حدود صفر می باشد؛ بنابراین با توجه به این مطلب که این عوارض در منطقه وجود ها با صفر DN داشت، اختلاف حد پایین کمترین مشخص شد و در قسمت محاسبات نقشه ای این اختلاف از تمام اعداد رقومی باندها کسر شد (ژائو[1] و همکاران، ۲۰۲۴).

ماشین بردار پشتیبان (Support Vector Machine)

روش ماشین بردار پشتیبان (SVM) طبقه بندی خوبی را از داده‌های پیچیده و زیاد ارائه می‌دهد. روش (SVM) بر اساس نظریه یادگیری آماری بنا نهاده شده و یک روش آماری غیر پارامتریک نظارت شده است و با این فرض عمل می‌کند که هیچ اطلاعی از چگونگی توزیع مجموعه داده‌ها وجود ندارد. در این روش با استفاده از همه باندها و یک الگوریتم بهینه سازی، نمونه‌هایی که مرزهای کلاس‌ها را تشکیل می‌دهند به دست می‌آید و با استفاده از آنها یک مرز تصمیم گیری خطی بهینه برای جدا کردن کلاس‌ها محاسبه می‌شود. داخل نرم افزار چهار نوع کرنل به نام‌های خطی، چندجمله‌ای، تابع پایه شعاعی و هلالی برای طبقه بندی با استفاده از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان دارد که روی تصاویر ماهواره‌ای اجرا می‌شود. روش ماشین بردار پشتیبان با نمونه‌های معرف (آموزشی) کوچک نیز می‌تواند دقت تصویر کلاس بندی شده خوبی ارائه دهد که این مزیت سبب کاهش هزینه ها و افزایش سرعت کار می‌شود (فایشال[2]، ۲۰۲۴).

بازیابی دمای سطح زمین (LST)

بازیابی دمای سطح زمین موضوع تعیین دمای سطحی زمین و روش های تعیین دمای سطحی مورد توجه بسیاری از محققان علوم محیطی است. هرچند که تاکنون روش های مختلف به ویژه برای داد ههای حرارتی مربوط به سنجنده های مختلف ارائه شده است، ولی همچنان موضوع دقت نتایج، مورد ارزیابی و بحث است(علوی پناه و همکاران، ۱۳۷۸). در این مطالعه به منظور استخراج و بازیابی دمای سطح زمین، از الگوریتم سبال ۲ استفاده شد. برای استخراج دمای سطح و تبدیل آن به درجهٔ سلسیوس، هفت مرحله انجام شد (تامابوریبال[3]، ۲۰۲۴).

تبدیل عدد رقومی (DN) به تابش طیفی

تبدیل عدد رقومی به تابش طیفی براساس مقادیر مرجع تابش طیفی ارائه شده در کتابچهٔ راهنمای سنجنده براساس رابطهٔ (۱) صورت گرفت:

$$L\lambda=\frac{LMAX-LMIN}{QMAX-QMIN}*(DN-LMIN)+QMIN$$ رابطه (۱)

در رابطه بالا پیوستگی کالیبراسیون LMIN و LMAX یا به عبارتی مقادیر حداقل (Calibration Constants) و حداکثر رایانس باند حرارتی سنجنده است. QCALMIN وQCALMAX بزرگ ترین و کوچک ترین و عدد رقومی است که برای باند ۶ سنجنده هایTM وETM+ به ترتیب برابر با ۲۵۵ و ۱ و همچنین برای OLI باند ۱۰ سنجنده به ترتیب برابر است با ۶۵۵۳۵ و ۱ که همهٔ این مقادیر از هدر فایل تصویر استخراج شد.

تبدیل رادیانس طیفی به دمای جسم سیاه

[1] . Zhao
[2] . Fayshal
[3] . Thmmabribal

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.4.5.8]
[DOI: 10.66224/jsaeh.12.4.1]

با استفاده داده های باند حرارتی +ETM، TM و OLI از رابطهٔ پلانک از تابش طیفی به دمای جسم سیاه با فرض توان تشعشعی یک (حداکثر توان ،(TB) تشعشعی) در آن، تبدیل می شوند (ادیاری[1] و همکارا، ۲۰۲۴).

رابطه (۲)

$$TB T_B = \frac{K2}{Ln(\frac{k1}{l\lambda})+1}$$ که =

دمای مؤثر در ماهواره برحسب کلوین (K)، k_1ثابت کالیبراسیون اول ، k_2ثابت کالیبراسیون دوم، Lλ رایانس طیفی پیکسل موردنظر .مقادیر k_1 و k_2 در جدول (۲) آورده شده است.

جدول ۲- ضرایب برای باند های مختلف سنجنده های لندست

سنجنده	K1	K2
TM	۶۰۷,۷۶	۱۲۶۰,۵۶
ETM+	۰۹,۶۶۶	۷۱,۱۲۸۱
OLI	۸۸۵۳,۸۴	۰۷۸۹,۱۳۲۱

شاخص NDVI

این شاخص طیفی برای مطالعه پوشش گیاهی از جهت میزان کلروفیل موجود در آن طراحی شده است .هرچه میزان کلروفیل موجود در گیاه بیشتر باشد به همان میزان شاخص NDVI افزایش پیدا میکند بازه مقادیر در شاخص NDVI بین منفی یک تا مثبت یک متغیر است .عموما مقادیر کمتر از صفر به عنوان نواحی مرطوب و آب در نظر گرفته میشوند .مقادیر بین ۰ تا ۰,۳ نیز پوششهای خاک و مراتع را شامل میشوند .مقادیر بیشتر از ۰,۳ نیز نشان دهنده پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه است. در این پژوهش به منظور به دست آوردن دقت بالاتر در طبقه بندی از این شاخص به عنوان یکی از پارامترها استفاده شد. این شاخص با استفاده از رابطه(۱) به دست می آید (تامابوریبال[2]، ۲۰۲۴).

رابطه (۳)

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

در این رابطه NIR باند مادون قرمز و Red باند قرمز می باشد. قبل از محاسبه شاخص پوشش گیاهی ابتدا باندهای قرمز و مادون قرمز مورد استفاده را از طریق رابطه زیر به رادیانس طیفی تبدیل کردیم.

نسبت پوشش گیاهی

برای محاسبهٔ نسبت پوشش گیاهی از رابطهٔ (۴) استفاده شده است.

رابطه (۴)

$$p_v = \frac{NDVI - NDVImin}{NDVImax - NDVImin}$$

تصحیح توان تشعشعی

تصحیح توان تشعشعی ضریب نشر ماهیت انتقال حرارت تشعشعی جذب و نشر تابش های الکترومغناطیسی است. یکی از پارامترهایی که در انتقال حرارت به وسیلهٔ تشعشع جسم تاب شکننده (ε) تأثیر فراوانی دارد، ضریب نشر به جسم گیرنده است. به طوری که ضریب نشر بین صفر تا یک تغییر می کند. برای جسمی که هیچ تابشی ندارد، این ضریب صفر بوده و برای جسمی که ماکزیمم تابش را دارد و توان تشعشعی یک جسم سیاه (ایده آل) را دارد، یک است. یکی از گزینه های عملیاتی و کاربردی برای به دست آوردن توان تشعشعی، (روش آستانهٔ شاخص پوشش گیاهی) است، که براساس مقادیرNDVIتقسیم بندی شد (هیمایا[3] و سوگاندی[4]، ۲۰۲۴).

[1] . Adeyeri
[2] . Thammaboribal
[3] . Himayah
[4] . Sugandi

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.4.5.8]
[DOI: 10.66224/jsaeh.12.4.1]

رابطه (۵)
$$\varepsilon = \varepsilon_{evg} P_v + \varepsilon_{soil}(1 - P_v)$$

برآورد دمای سطح زمین (LST)

بعد از به دست آوردن مقادیر توان تشعشعی، دمای سطح زمین (LST) از فرمول زیر محاسبه می شود

رابطه (۶)
$$LST = \frac{T_B}{1+(\lambda * T_B\, p) ln\varepsilon}$$

λ= طول موج ساطع شده ϵ = توان تشعشعی

تبدیل درجهٔ کلوین به درجهٔ سلسیوس

سرانجام نقشهٔ حرارتی براساس رابطهٔ (۵) از درجهٔ کلوین به درجهٔ سلسیوس تبدیل شد.

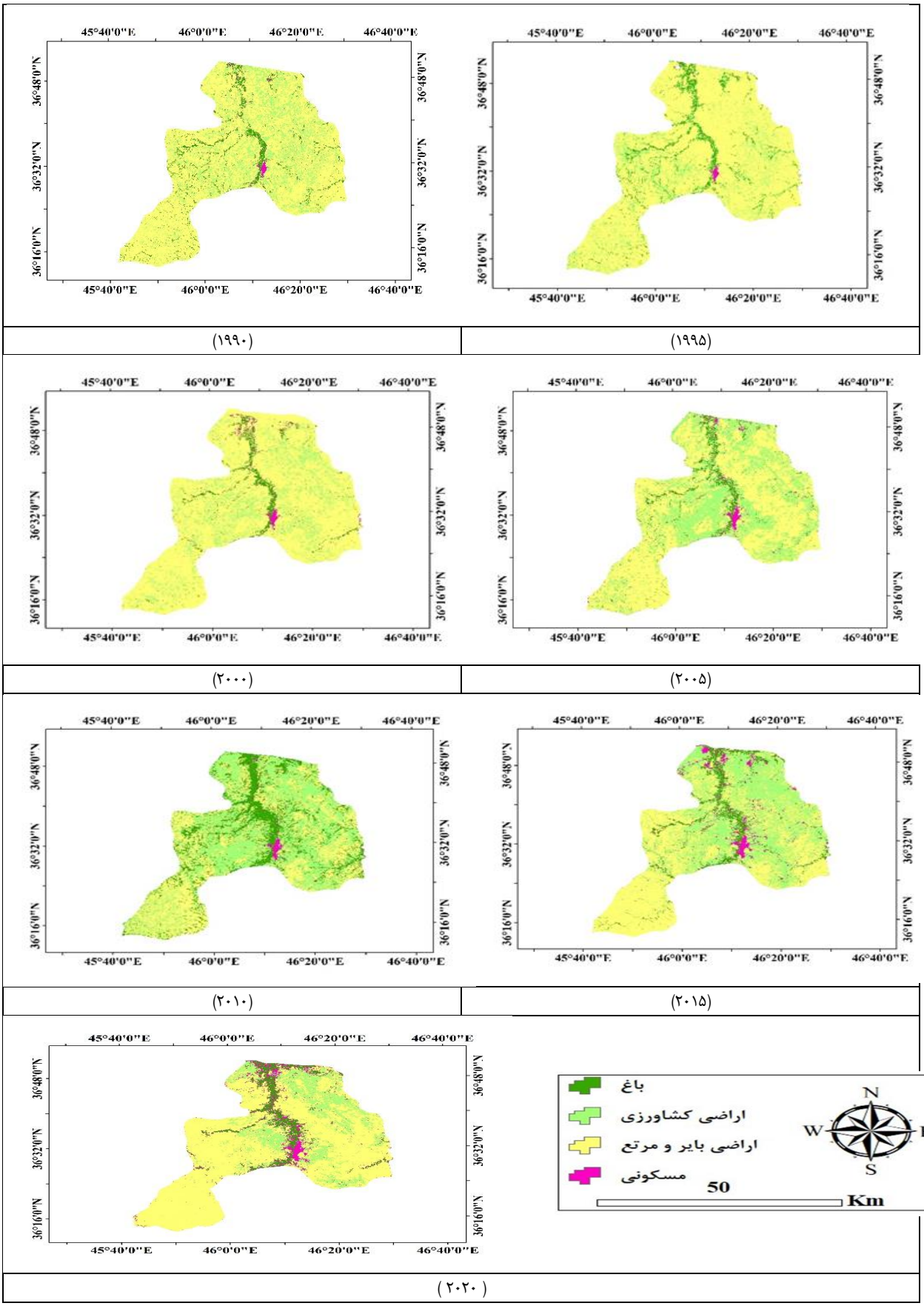
رابطه (۷)
$$TC = Tk - 273.15$$

یافته‌های پژوهش

تغییرات کاربری اراضی

بررسی تغییرات کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه نشان داد که در سال ۱۹۹۰ بیشترین میزان کاربری اراضی منطقه را مرتع و بعد از آن اراضی کشاورزی و باغات در آخر مناطق مسکونی تشکیل داده است(شکل۲). در سال ۱۹۹۰ مساحت مناطق مسکونی ۲۰۰۰ هکتار و مساحت باغات و اراضی کشاورزی به ترتیب ۱۳۰۰۰ و ۴۸۰۰۰ هکتار بوده است، همچنین در این سال مساحت مناطق مرتع نیز ۱۹۰۰۱۰ هکتار می‌باشد. در سال ۱۹۹۵ نیز بیشترین میزان کاربری منطقه را مناطق مرتع فرا گرفته است و بیشترین میزان پوشش گیاهی نیز در مرکز و شرق منطقه قرار دارد. در سال ۱۹۹۵ میزان مرتع منطقه ۱۹۲۰۰۰ هکتار و مناطق مسکونی نیز ۲۱۲۰ هکتار بوده است. در این سال سهم اراضی کشاورزی ۴۷۱۰۰ هکتار بوده، که نسبت به سال ۱۹۹۰ کاهش ۹۰۰ هکتاری را نشان می‌دهد. همچنین مناطق مسکونی نیز افزایش ۱۲۰ هکتاری نسبت به سال ۱۹۹۰ داشته است. در سال ۲۰۰۰ و ۲۰۰۵ میزان کاربری مناطق مسکونی به ترتیب برابر با ۲۴۰۰ و ۲۵۵۰ هکتار و سهم باغات نیز ۱۳۵۱۰ و ۱۳۵۰۰ هکتار می‌باشد. در سال ۲۰۱۰ و ۲۰۱۵ نیز سهم کاربری مناطق مسکونی به ترتیب ۲۸۹۰ و ۳۰۱۰ هکتار و سهم اراضی کشاورزی نیز به ترتیب بین ۴۰۰۱۰ و ۳۸۰۰۰ هکتار بوده است. در سال ۲۰۲۰ مناطق مسکونی نسبت به سال ۱۹۹۰ با افزایش ۱۴۰۰ هکتاری به ۳۴۰۰ هکتار رسیده است. همچنین در این سال باغات به میزان ۱۳۷۱۰ هکتار و اراضی کشاورزی که نسبت به سال ۱۹۹۰ کاهش ۲۶۰۰ هکتاری را نشان می‌دهد به ۳۵۴۰۰ هکتار رسیده است. کاربری مرتع نیز در سال ۲۰۲۰ نسبت به سال ۱۹۹۰ افزایش ۸۱۹۰ هکتاری را نشان می‌دهد در مجموع بررسی تغییرات کاربری اراضی نشان داد که میزان مساحت کاربری مرتع و همچنین کاربری مسکونی از سال ۱۹۹۰ تا سال ۲۰۲۰ دارای روند افزایشی و اراضی کشاورزی دارای روند کاهشی هستند. کل میزان کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه در سال ۲۰۲۰ برابر با ۲۵۳۰۰۰ هکتار بوده است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.4.5.8]
[DOI: 10.66224/jsaeh.12.4.1]



شکل ۲- تغییرات کاربری اراضی در بازه زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰

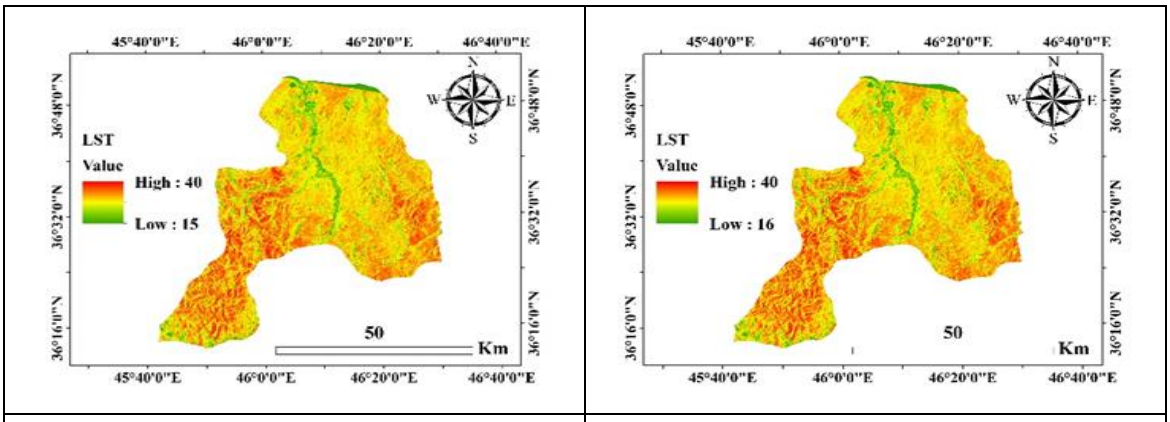
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.4.5.8]
[DOI: 10.66224/jsaeh.12.4.1]

جدول ۳- میزان مساحت کاربری اراضی شهرستان بوکان در دوره آماری ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰

سال	مناطق مسکونی (مساحت به هکتار)	باغات (مساحت به هکتار)	اراضی کشاورزی (مساحت به هکتار)	مرتع (مساحت به هکتار)	ضریب کاپا
۱۹۹۰	۲۰۰۰	۱۳۰۰۰	۴۸۰۰۰	۱۹۰۰۱۰	۰/۸۲
۱۹۹۵	۲۱۲۰	۱۳۲۰۰	۴۷۱۰۰	۱۹۲۰۰۰	۰/۸۰
۲۰۰۰	۲۴۰۰	۱۳۵۱۰	۴۵۰۰۰	۱۹۲۷۰۰	۰/۸۱
۲۰۰۵	۲۵۵۰	۱۳۵۰۰	۴۲۱۰۰	۱۹۳۰۰۰	۰/۸۵
۲۰۱۰	۲۸۹۰	۱۳۴۲۰	۴۰۰۱۰	۱۹۳۴۵۰	۰/۸۲
۲۰۱۵	۳۰۱۰	۱۳۲۰۰	۳۸۰۰۰	۱۹۸۱۰۰	۰/۸۴
۲۰۲۰	۳۴۰۰	۱۳۷۱۰	۳۵۴۰۰	۱۹۸۲۰۰	۰/۸۲

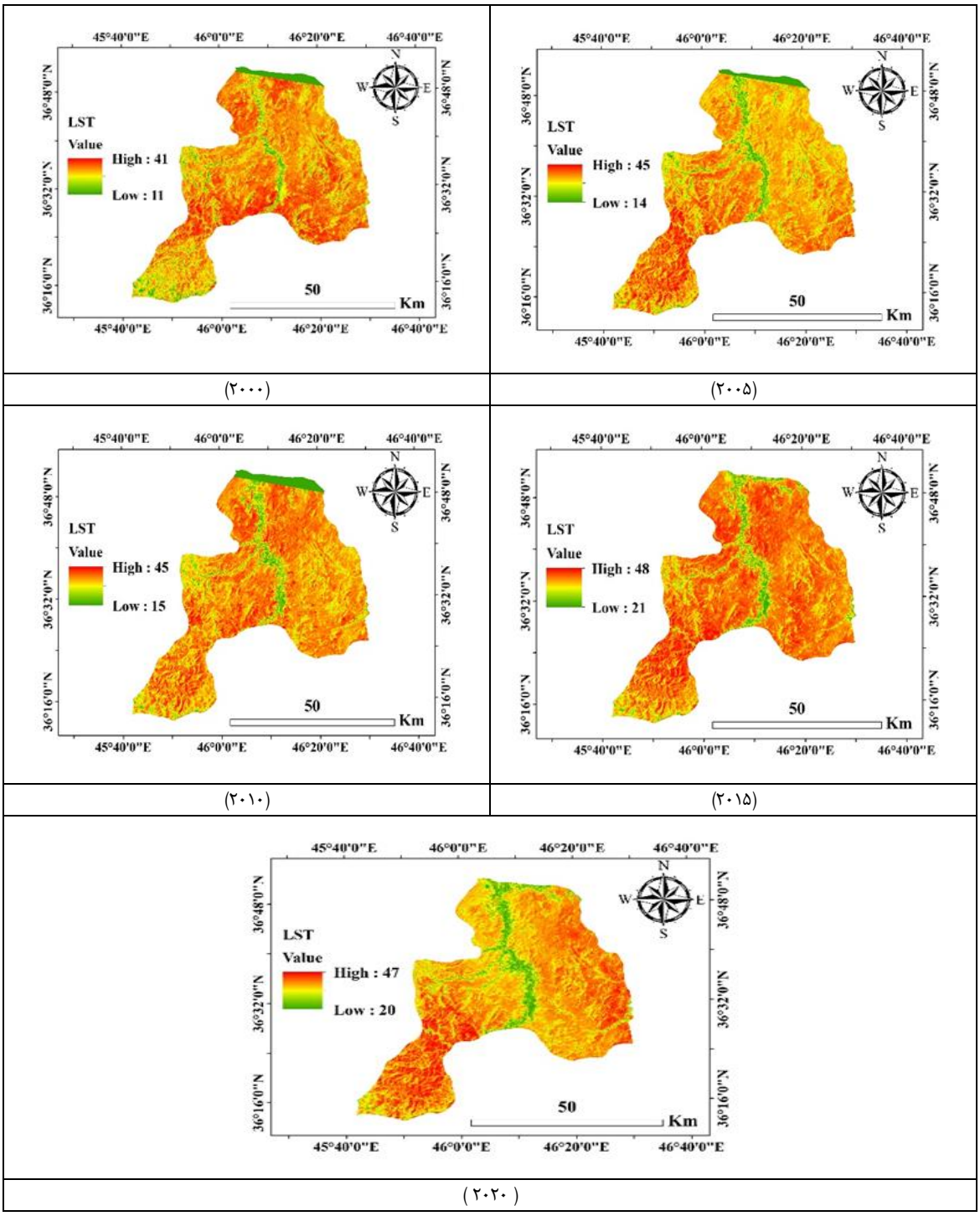
تغییرات دمای سطح زمین

بررسی تغییرات دمای سطح زمین نسبت به تغییرات کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه نیز نشان داد که در سال ۱۹۹۰ دما بین ۱۵ تا ۴۰ درجه سلسیوس بوده است. در این سال بیشترین دما مربوط به مناطق مرتع با دمای بین ۳۲ تا ۴۰ درجه سلسیوس و کمترین میزان دما که بین ۱۵ تا ۲۰ درجه سلسیوس است، مربوط به مناطق پوشش گیاهی انبوه می‌باشد. میزان دما نیز در مناطق شهری نیز بین ۳۰ تا ۳۱ درجه سلسیوس متفاوت است. این تفاوت دما در مناطق شهری از وجود یا عدم وجود پوشش گیاهی ناشی می‌شود. در سال ۱۹۹۵ و ۲۰۰۰ نیز حداکثر و حداقل دما بین ۱۶ تا ۴۰ و ۱۱ تا ۴۱ درجه سلسیوس می‌باشد. در سال ۲۰۰۵ بیشترین دما مربوط به مناطق مرتع با دمای ۳۸ درجه و کمترین آن با ۱۵ درجه سلسیوس مربوط به مناطق با پوشش گیاهی انبوه می‌باشد. همچنین در سال ۲۰۱۰ و ۲۰۱۵ حداقل و حداکثر دما بین ۱۴ تا ۴۵ درجه سانتی گراد که سال ۲۰۱۵ نسبت به سال ۲۰۱۰ حداقل دمای آن ۱ درجه سلسیوس افزایش را نشان می‌دهد. سرانجام در سال ۲۰۲۰ که آخرین سال دوره مطالعاتی است بیشترین دما دوباره مربوط به مناطق دارای زمین‌های لخت و کمترین آن مربوط به پوشش گیاهی انبوه می‌باشد (شکل ۳).



(۱۹۹۰) (۱۹۹۵)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.4.5.8]
[DOI: 10.66224/jsaeh.12.4.1]



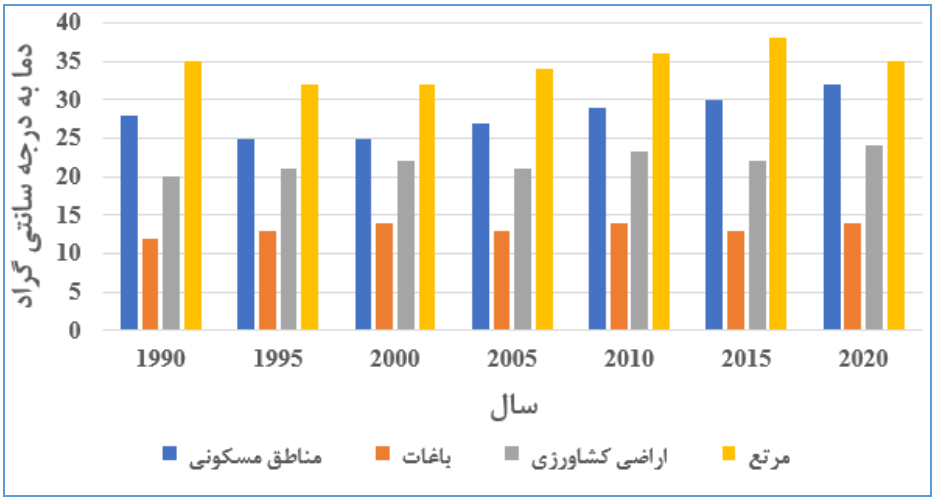
شکل ۳- وضعیت تغییرات دمای سطح زمین در طول دوره آماری مورد مطالعه (۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰)

بررسی میانگین دما در سطوح کاربرهای مورد مطالعه در طول دوره آماری مورد بررسی نیز نشان داد که در سال ۱۹۹۰ و ۱۹۹۵ میانگین دمای کاربری مسکونی به ترتیب برابر با ۲۸ و ۲۵ درجه سلسیوس و کاربری اراضی کشاورزی نیز به ترتیب برابر با ۲۰ و ۲۱ درجه سلسیوس بوده است. در سال ۲۰۰۵ و ۲۰۱۰ دمای کاربری باغات نسبت به سال ۱۹۹۰ افزایش ۲ تا ۳ درجه سلسیوس را نشان می‌دهند. در سال ۲۰۲۰ میانگین دما کاربری مرتع ۳۵ درجه سلسیوس و کاربری مسکونی ۳۲ درجه سلسیوس و کاربری باغات و اراضی کشاورزی ۱۴ و ۲۴ درجه سلسیوس بوده است که به‌غیر از کاربری مرتع که تغییرات محسوسی نداشته است سایر کاربری‌های مورد مطالعه افزایش دما ۲ تا ۴ درجه سلسیوس را نشان می‌دهند (جدول ۴ و شکل ۴).

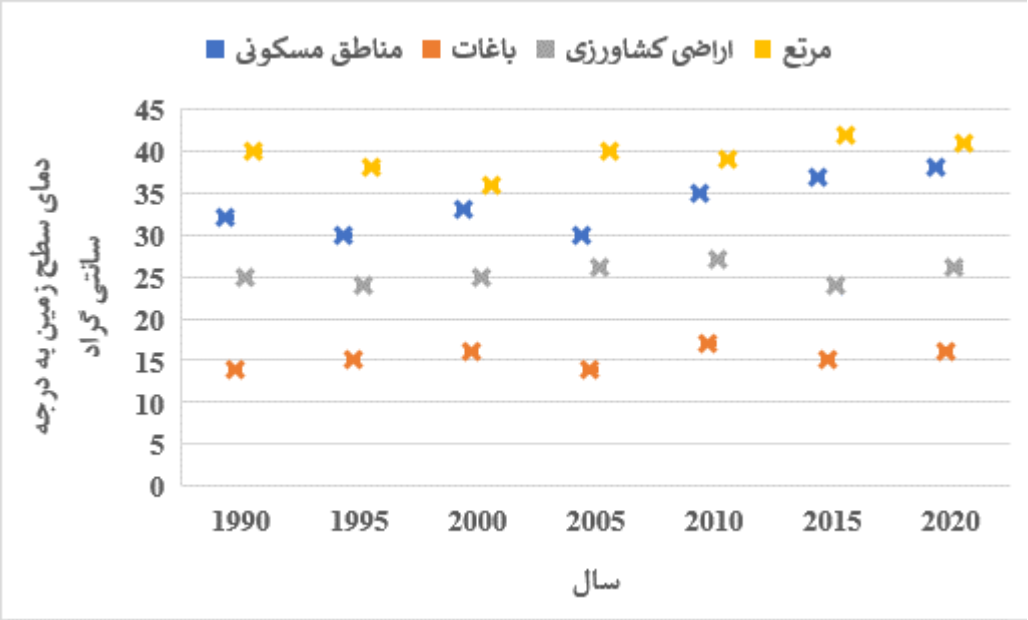
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.4.5.8]
[DOI: 10.66224/jsaeh.12.4.1]

جدول۴- میانگین دما در سطوح کاربرهای مورد مطالعه در دوره آماری ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰

سال	مناطق مسکونی	باغات	اراضی کشاورزی	مرتع	ضریب کاپا
۱۹۹۰	۲۸	۱۲	۲۰	۳۵	۰,۸
۱۹۹۵	۲۵	۱۳	۲۱	۳۲	۰,۸۵
۲۰۰۰	۲۵	۱۴	۲۲	۳۲	۰,۸۲
۲۰۰۵	۲۷	۱۳	۲۱	۳۴	۰,۹۲
۲۰۱۰	۲۹	۱۴	۲۳,۲	۳۶	۰,۹۰
۲۰۱۵	۳۰	۱۳	۲۲	۳۸	۰,۹۴
۲۰۲۰	۳۲	۱۴	۲۴	۳۵	۰,۹۵

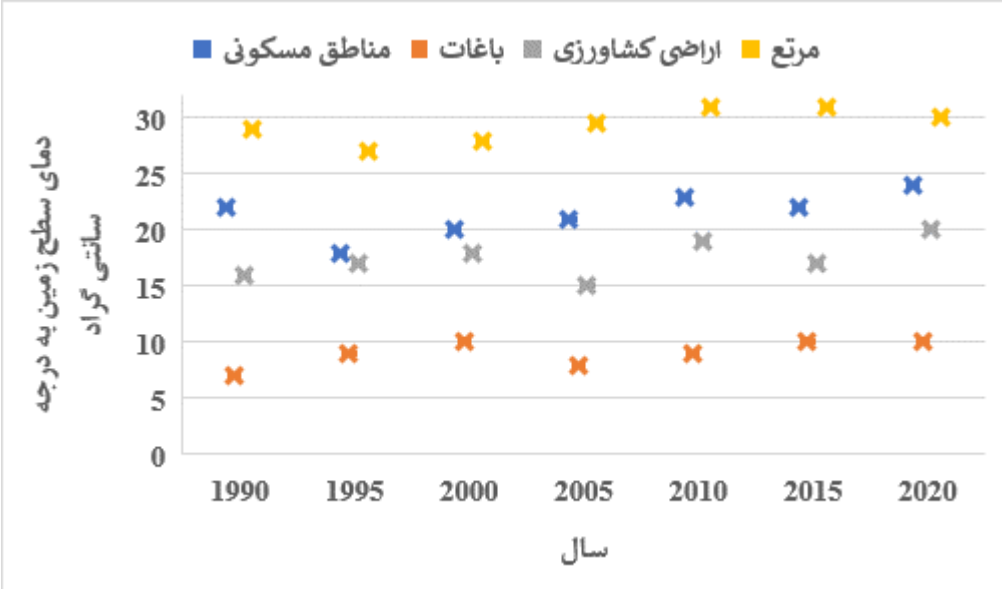


شکل ۴- میانگین دما در سطوح کاربری‌های مورد مطالعه در بازه زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰



شکل ۵- حداکثر دما در سطوح کاربری‌های مورد مطالعه در بازه زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰

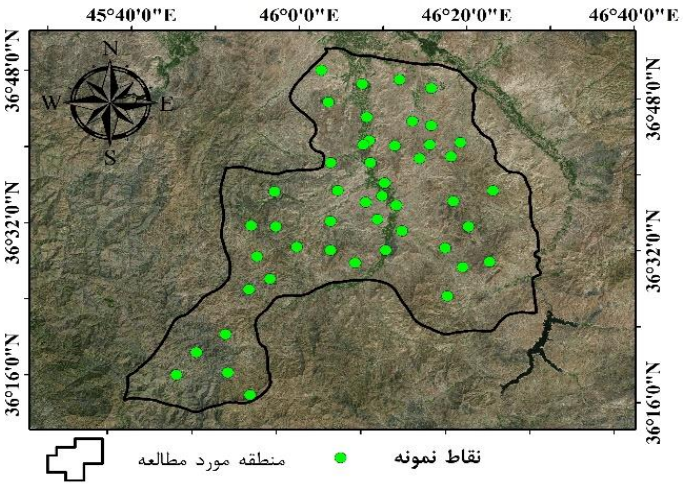
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.4.5.8]
[DOI: 10.66224/jsaeh.12.4.1]



شکل ۶- حداقل دما در سطوح کاربری‌های مورد مطالعه در بازه زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰

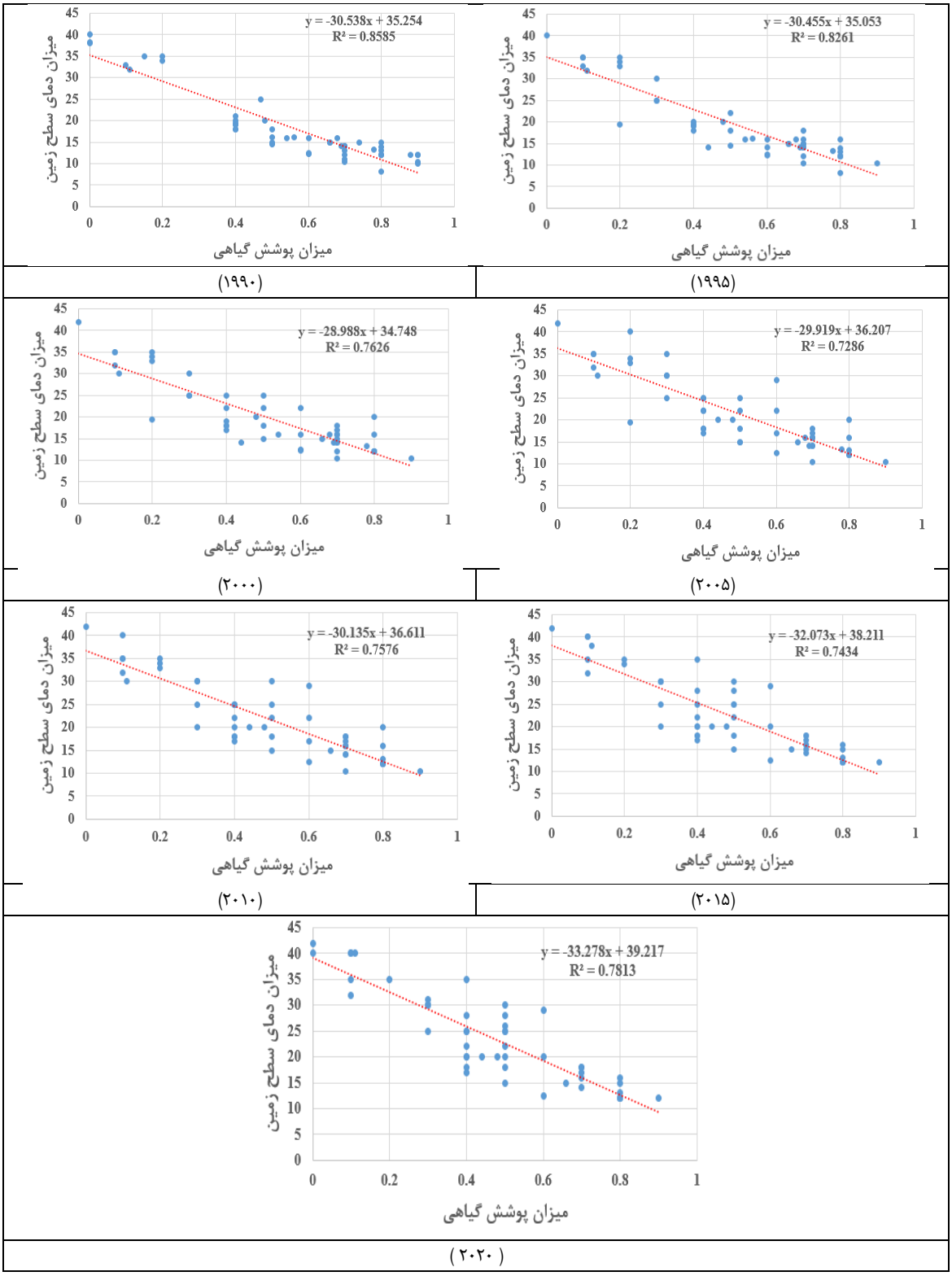
تغییرات دما نسبت به تغییرات کاربری اراضی

به منظور تعیین رابطه بین تغییرات کاربری اراضی با تغییرات دما ابتدا ۵۰ نقطه در سطح منطقه روی تصویر که در شکل(۷) موقعیت نقاط نمونه برداری در سری زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ دمای سطح زمین و پوشش گیاهی منطقه را نشان می‌دهد، انتخاب شد. این نقاط نمونه به صورت تصادفی از روی تصویر انتخاب شدند. همانطور در شکل (۸) نشان داده شده‌است، همبستگی قوی و بالای بین ۰٫۷۲ تا ۰٫۸۵ در جهت شیب منفی بین پوشش گیاهی و دمای سطح زمین برقرار است. سطح معنادار بین کاربری اراضی و دمایی سطح زمین باید از ۰٫۶۰ به بالا باشد. در سال ۱۹۹۰ همبستگی بین دو شاخص ۰٫۸۵ و در سال ۱۹۹۵ و ۲۰۰۰ به ترتیب ۰٫۸۲ و ۰٫۷۶ بوده است. همچنین در سال ۲۰۰۵ و سال ۲۰۱۰ همبستگی بین دو عامل ۰٫۷۲ و ۰٫۷۵ بوده و سرانجام در سال‌های ۲۰۱۵ و ۲۰۲۰ همبستگی بین ۰٫۷۴ و ۰٫۷۸ می‌باشد. همانطور که مشاهده می‌شود، همبستگی بالای بین دو عامل برقرار است.



شکل ۷- نقاط نمونه برداری شده روی تصویر در بازه زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.4.5.8]
[DOI: 10.66224/jsaeh.12.4.1]

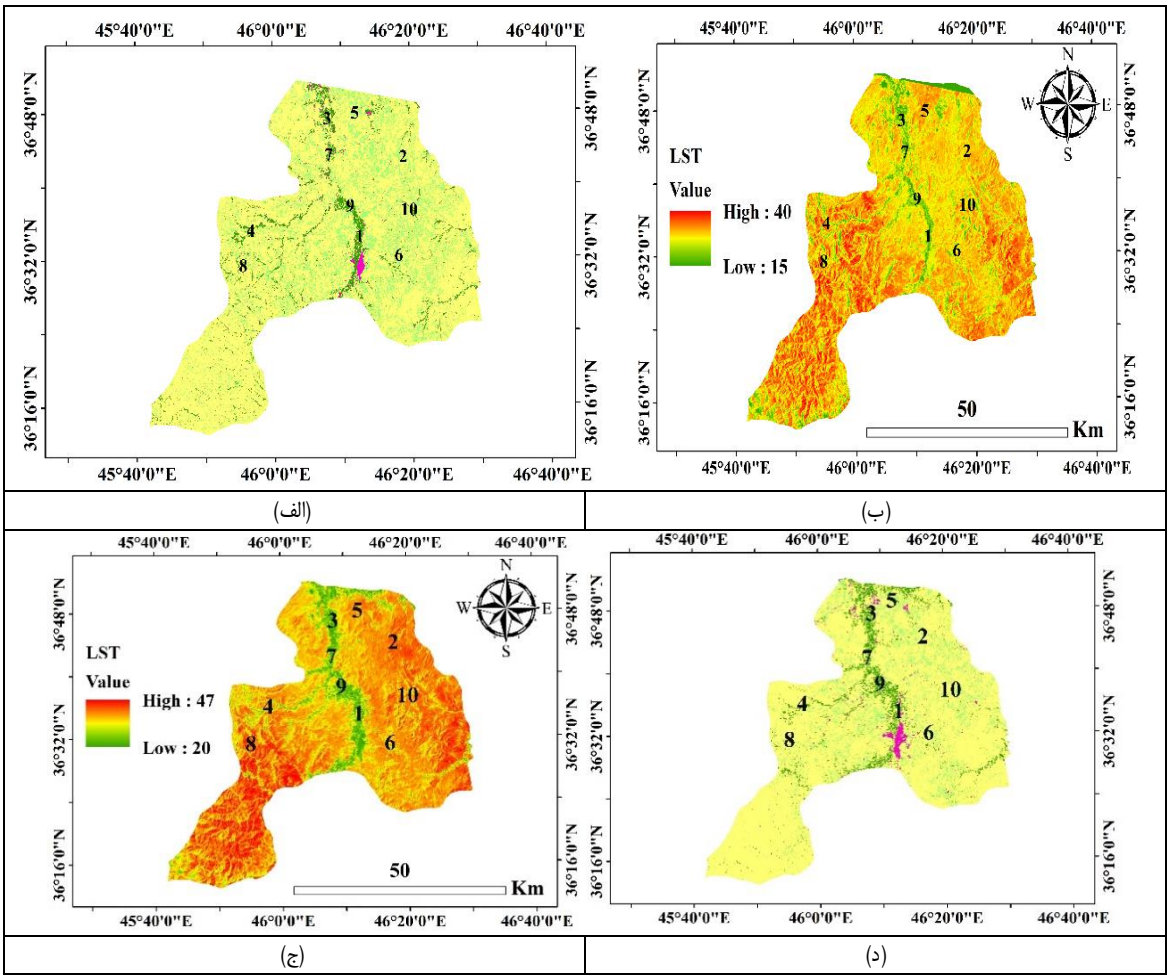


شکل ۸- رابطه بین تغییرات دمای سطح زمین و پوشش گیاهی در بازه زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰

شکل (۹) و جدول (۵) که تغییرات دما و کاربری اراضی ۱۰ نقطه منتخب در ابتدا و انتهای دوره آماری مورد بررسی را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود، کمترین میزان دما در اراضی باغ و کشاورزی و بیشترین میزان دما در زمین‌های لخت و مناطق مسکونی بوده است. همچنین میزان دما در سال ۲۰۲۰ نسبت به ۱۹۹۰ در بیشتر نقاط مورد بررسی بیشتر بوده است. بر اساس نتایج با تغییرات کاربری اراضی دمای سطح زمین این نقاط نیز افزایش یا کاهش پیدا کرده است. در سال ۲۰۲۰ کاربری

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.4.5.8]
[DOI: 10.66224/jsaeh.12.4.1]

مناطق مسکونی وسعت بیشتری پیدا کرده است و چون این مناطق اکثراً جاذب حرارت می‌باشند و به دلیل گسترش کارخانه‌ها و استفاده بیشتر از سوخت‌های فسیلی، دمای هوا در این کاربری زیاد است.



شکل ۹- نقاط نمونه برداری شده روی تصویر دمای سطح زمین و کاربری اراضی سال ۱۹۹۰ (الف: کاربری اراضی سال ۱۹۹۰، ب: دمای سطح زمین سال ۱۹۹۰، ج: کاربری اراضی سال ۲۰۲۰، د: دمای سطح زمین سال ۲۰۲۰)

جدول ۵. تغییرات دما و کاربری اراضی در سال ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰

شاخص	نقطه ۱	نقطه ۲	نقطه ۳	نقطه ۴	نقطه ۵	نقطه ۶	نقطه ۷	نقطه ۸	نقطه ۹	نقطه ۱۰
دما	۱۷	۲۸	۱۶	۱۶,۵	۱۶,۵	۱۶	۱۸	۱۸	۱۵	۱۹,۲
کاربری راضی	کشاورزی	مرتع	کشاورزی	کشاورزی	باغات	باغات	کشاورزی	کشاورزی	باغات	کشاورزی
دما	۲۰	۲۷	۲۸	۲۱	۱۶	۲۹	۲۱	۲۰	۱۹,۵	۲۷,۵
کاربری راضی	باغات	مرتع	مسکونی	کشاورزی	باغات	مسکونی	کشاورزی	کشاورزی	باغات	مسکونی

نتیجه‌گیری

عاملی که دارای نقش مهم و اساسی در برنامه‌ریزی ملی و منطقه‌ای است، اطلاع از تغییرات کاربری اراضی و بررسی روند تغییرات کاربری اراضی در طول زمان می‌باشد، تا تغییرات به خوبی آشکار شود. فعالیت-های انسان‌ها برای محیط زیست در بعضی از اوقات زیان آورد بوده که باعث عوامل مختلفی مثل گرم شدن کره زمین، فرسایش خاک و انواع آلودگی‌ها را به دنبال دارد. استفاده از زمین و کارکردی‌های مختلف آن را کاربری زمین می‌گویند. منطقه مورد مطالعه مستعد تاثیر ابرهای زیاد است. این امر یافتن تصاویر مربوط به همان روز سال برای مقایسه دقیق دمای سطح زمین را دشوار می کند. از این رو، چنین مقایسه سالانه دمای سطح زمین ممکن است برخی ناسازگاری ها را در اندازه گیری دمای سطح زمین مطلق به دلیل تغییرات در تاریخ

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.4.5.8]
[DOI: 10.66224/jsaeh.12.4.1]

های دریافت تصویر ایجاد کند. هدف این مطالعه بررسی الگوهای فضایی و زمانی دمای سطح زمین در منطقه مورد مطالعه و تجزیه و تحلیل انواع مختلف تغییرات کاربری اراضی در مکان‌های خاص بود. با ترکیب پردازش ، تجزیه و تحلیل عمیق مکانی-زمانی، و تفسیر بصری پوشش زمین، مطالعه ما رویکرد روش‌شناختی در دسترس محققان و برنامه‌ریزان را ارتقا می‌دهد و راه‌حل‌های مقیاس‌پذیر را از نظارت دمای سطح زمین در طول زمان تا چالش‌های ناشی از شهرنشینی ارائه می‌کند.

نتایج بررسی تغییرات کاربری اراضی نشان داد که میزان مساحت اراضی کشاورزی و باغی در طول دوره مورد بررسی روند کاهشی داشته است ولی اراضی مرتعی بصورت جزئی روند افزایشی و مناطق مسکونی با شیب زیاد روند افزایشی در دوره زمانی مورد مطالعه طی کرده است. بررسی تغییرات دمای سطح زمین نیز نشان داد که دمای سطح زمین در منطقه مورد مطالعه در سال ۱۹۹۰ بین ۱۵ تا ۴۰ درجه سلسیوس بوده است. در این سال بیشترین دما مربوط به مناطق مرتع و زمین‌های لخت با دمای بین ۳۲ تا ۴۰ درجه سلسیوس و کمترین میزان دما که بین ۱۵ تا ۲۰ درجه سلسیوس بوده است، مربوط به مناطق پوشش گیاهی انبوه می‌باشد. میزان دما نیز در مناطق شهری نیز بین ۲۸ تا ۳۱ درجه سلسیوس متفاوت است. این تفاوت دما در مناطق شهری از وجود یا عدم وجود پوشش گیاهی ناشی می‌شود. در سال ۲۰۰۵ و ۲۰۱۰ دمای کاربری باغات نسبت به سال ۱۹۹۰ افزایش ۲ تا ۳ درجه سلسیوس را نشان می‌دهند. در سال ۲۰۲۰ میانگین دما کاربری مرتع ۳۵ درجه سلسیوس و کاربری مسکونی ۳۰ درجه سلسیوس و کاربری باغات و اراضی کشاورزی ۱۴ و ۲۴ درجه سلسیوس بوده است. در مجموع نتایج دمای سطح زمین نشان داد که با تغییر کاربری در دوره زمانی به طور مثلا از زمین کشاورزی در سال ۱۹۹۰ میزان آن ۴۷۰۰۰ هکتار و در سال ۲۰۲۰ به ۳۸۰۰۰ هکتار کاهش یافته و مناطق مسکونی نیز در همین دوره زمانی از ۲۰۲۰ به ۳۵۰۰ هکتار رسیده است .

اطلاع از نسبت کاربریها و نحوه تغییرات آن درگذر زمان یکی از مهمترین موارد در برنامهریزی و سیاست گذاری است. نتایج طبقه بندی نشان داد بیشترین کاربری تغییریافته در شهرستان بوکان، کاربری مرتع به کشاورزی دیم و مسکونی (۸۱۹۰ هکتار) بوده است که نشان دهنده تخریب مراتع است. از سوی دیگر با توسعه شهرنشینی شهرستان بوکان، بخش قابلتوجهی از مساحت مناطق طبیعی، جای خود را به مناطق صنعتی، ساختمانها و سایر زیرساختها داده اند. محدوده های شهری دارای بیلان انرژی متفاوتی در قیاس با نواحی غیرشهری هستند. این تفاوت و تغییر در مفهوم بیلان انرژی، باعث از دست رفتن توازن انرژی در محیط شهری می شود که مشکلات زیست محیطی جدی همانند آلودگی حرارتی را برای ساکنین این شهر به دنبال می آورد. همچنین برای پوشش سبز نیز مقدار زیادی از انرژی دریافتی در فرآیند تبخیر و تعرق مصرف شده و مقدار کمی از انرژی برای گرم کردن هوا باقی می ماند. از طرفی افزایش تراکم جمعیت موجب افزایش انرژی وارده شده به محیط توسط بشر می شود که نتیجه آن ایجاد خرد اقلیم های متفاوت و بالا بودن گرمایش شهری نسبت به اطراف آن در سطح شهر خواهد بود. نتایج به دست آمده نشان می دهد که دمای سطحی در هر محدودهای از زمین متأثر از عوامل سطحی و خصوصیات آن و با توجه به کاربریهای مختلف، متفاوت است. بیشترین دمای ثبت شده برای شهرستان بوکان در سالهای ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰ مربوط به کاربری مرتع (به ترتیب با ۴۲ و ۴۵ درجه سانتیگراد) است که نشان از تمرکز حرارت در این مناطق است. مقایسهٔ نتایج این مطالعه با سایر پژوهش‌های مرتبط نشان می‌دهد که یافته‌های این پژوهش، نتایج مطالعات درویشی و همکاران (۱۳۹۸)، مرادی و همکاران (۱۳۹۹) و بزمی و همکاران (۱۴۰۰) را مورد تأیید قرار می‌دهد. از نتایج حاصل از این مطالعه می‌توان در زمینه‌های مختلف کشاورزی، محیط زیست، میکروکلیمای شهری و برنامه ریزهای شهری و روستایی استفاده کرد.

ملاحظات اخلاقی

این مطالعه مطابق با شیوه‌های پژوهش اخلاقی انجام شده است. تمام داده‌های استفاده شده در این تحقیق از منابع عمومی در دسترس یا توسط مؤسسات مجاز تأمین شده‌اند. هیچ انسانی یا حیوانی در این مطالعه درگیر نبود و بنابراین نیازی به اخذ تأییدیه اخلاقی نبود.

تعارض منافع

بنا بر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.4.5.8]
[DOI: 10.66224/jsaeh.12.4.1]

حامی مالی

مقاله حاضر از حمایت مالی هیچ سازمان و یا موسسه‌ای برخوردار نبوده است.

منابع

امامی، هادی و سراسکانرود، صیاد. (۱۳۹۷). پایش دمای سطح زمین و بررسی کاربری اراضی با دمای سطح زمین با استفاده از تصاویر OLI و ETM (مطالعه موردی شهرستان اردبیل). *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*. ۱۹(۵۳)، ۱۹۵-۲۱۵.

بزمی، نسرین‌السادات؛ حجازی‌زاده، زهرا؛ ضیائیان فیروزآبادی، پرویز و جانبازقبادی، غلامرضا (۱۴۰۰). آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی شهرستان ارومیه با استفاده از سنجش از دور. *نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*. ۲۳(۷۰).

درویشی، شادمان؛ رشید پور، مصطفی و سلیمانی، کریم (۱۳۹۸). بررسی ارتباط تغییرات کاربری اراضی با دمای سطح زمین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مطالعهٔ موردی: شهرستان مریوان. *فصلنامه جغرافیا و توسعه*، ۱۷(۵۴)، ۱۴۳-۱۶۲.

رفیعیان، مجتبی و رضایی راد، هادی (۱۳۹۶). روندیابی تغییرات حرارتی سطوح نواحی شهر تهران. *پژوهش های محیط زیست*، ۸(۱۶)، ۱۶۷-۱۷۶.

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. *مجله فیزیک زمین و فضا*. ۴۴، ۴۹۴-۴۷۹ .

مرادی، غلامرضا و حسنی، علیرضا (۱۴۰۱). استخراج و شناسایی دمای سطحی زمین و تبیین ارتباط آن با کاربری اراضی شهری (نمونه موردی: مناطق ۱ و ۲۱ تهران). *فصلنامه آمایش محیط*. ۵۸، ۸۱-۱۰۲.

یاقوتی، حدیث؛ امیری، ابراهیم؛ سکوتی اسکویی، رضا و مهدیان، محمدحسین (۱۳۹۷). بررسی تغییرات کاربری اراضی در حوزه آبخیز توتکابن با استفاده از فن آوریهای GIS و RS. *فصلنامه جغرافیا و توسعه*. ۱۶(۵۳)، ۱۹-۳۶.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.4.5.8]

[DOI: 10.66224/jsaeh.12.4.1]

References

Adeyeri, O. E., Folorunsho, A. H., Ayegbusi, K. I., Bobde, V., Adeliyi, T. E., Ndehedehe, C. E., & Akinsanola, A. A. (2024). Land surface dynamics and meteorological forcings modulate land surface temperature characteristics. Sustainable Cities and Society, 101, 105072. yeri). *Contents lists available at ScienceDirect Sustainable Cities and Society journal*. https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.105072

Akbari, H., Pomerantz, M., & Taha, H. (2001). Cool surfaces and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban areas. *Solar energy*, 70(3), 295-310. https://doi.org/10.1016/S0038-092X(00)00089-X

Amiri, R. Qihao, W. Alimohammadi, A. Kazem, S.A.(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*, 113 (2009) 2606–2617. https://doi.org/10.1016/j.rse.2009.07.021

Arnfield, A. J. (2003). Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. *International Journal of Climatology: a Journal of the Royal Meteorological Society*, 23(1), 1-26. https://doi.org/10.1002/joc.859

Bazmi, N., Al-Sadat; Zahra. H, Parviz, Z,F., & Gholamreza J-Gh. 2021. Detecting land use changes in Urmia County using remote sensing. *Journal of Applied Research in Geographical Sciences*. 23(70), (in Persian) https://doi.org/10.61186/jgs.23.70.359

Borgström, S., Lindborg, R., & Elmqvist, T. (2013). Nature conservation for what? Analyses of urban and rural nature reserves in southern Sweden 1909–2006. *Landscape and Urban Planning*, 117, 66-80. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.04.010

Box, G. E., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., & Ljung, G. M. (2015). Time series analysis: forecasting and control. John Wiley & Sons. https://doi.org/10.1111/jtsa.12194

Darvishi, Sh., Mostafa, R., & Karim S. 2019. Investigating the relationship between land use changes and land surface temperature using satellite images, case study: Marivan County. *Quarterly Journal of Geography and Developme*nt, 17(54), 143-162. (in Persian) https://doi.org/10.22111/gdij.2019.4361

Emami, H. & Saraskanroud, S. (2018). Monitoring land surface temperature and investigating land use with land surface temperature using OLI and ETM images (case study of Ardabil city). *Applied Research in Geographic Sciences*. 19(53), 195-215. (in Persian) https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.22287736.1398.19.53.13.1

Erell, E., Pearlmutter, D., & Williamson, T. (2012). Urban microclimate: designing the spaces between buildings. Routledge. *Journal of Environmental Protection*, 6(9), August 31, 2015

Fayshal, M. A. (2024). Simulating Land Cover Changes and It's Impacts on Land Surface Temperature: A Case Study in Rajshahi, Bangladesh. *Bangladesh* (January 21, 2024). https://doi.org/10.2139/ssrn.4701838

Good, E. J., Aldred, F. M., Ghent, D. J., Veal, K. L., & Jimenez, C. (2022). An analysis of the stability and trends in the LST_cci land surface temperature datasets over Europe. *Earth and Space Science*, 9(9), e2022EA002317. https://doi.org/10.1029/2022EA002317

Grimm, N. B., Faeth, S. H., Golubiewski, N. E., Redman, C. L., Wu, J., Bai, X., & Briggs, J. M. (2008). Global change and the ecology of cities. science, 319(5864), 756-760. https://doi.org/10.1126/science.1150195

Hajat, S., O'Connor, M., & Kosatsky, T. (2010). Health effects of hot weather: from awareness of risk factors to effective health protection. *The Lancet*, 375(9717), 856-863. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)61711-6

Himayah, S., & Sugandi, D. (2024). Vegetation Greenness Changes and Land Surface Temperatures Monitoring in the Bandung City, West Java. In E3S Web of Conferences (Vol. 600, p. 03005). EDP Sciences. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202460003005

Hondula, D. M., Georgescu, M., & Balling Jr, R. C. (2014). Challenges associated with projecting urbanization-induced heat-related mortality. *Science of the total environment*, 490, 538-544. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.04.130

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.4.5.8]

[DOI: 10.66224/jsaeh.12.4.1]

Jacob, D. J., & Winner, D. A. (2009). Effect of climate change on air quality. *Atmospheric environment*, 43(1), 51-63. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2008.09.051

Karakus, C.B. (2019) The Impact of Land Use/Land Cover (LULC) Changes on Land Surface Temperature in Sivas City Center and Its Surroundings and Assessment of Urban Heat Island. *Asian-Pacific Journal of Atmospheric Sciences*, 55, 669-684. https://doi.org/10.1007/s13143-019-00109-w

Kleerekoper, L., Van Esch, M., & Salcedo, T. B. (2012). How to make a city climate-proof, addressing the urban heat island effect. Resources, *Conservation and Recycling*, 64, 30-38. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2011.06.004

Kovats, R. S., & Hajat, S. (2008). *Heat stress and public health: a critical review*. Annu. Rev. Public Health, 29(1), 41-55. https://doi.org/10.1146/annurev.publhealth.29.020907.090843

Mohiuddin, G., & Mund, J. P. (2024). Spatiotemporal analysis of land surface temperature in response to land use and land cover changes: a remote sensing approach. *Remote Sensing*, 16(7), 1286. https://doi.org/10.3390/rs16071286

Mojard,F., Mahtab, N., & Sirous, H. (2018). Investigating the periodic and seasonal changes of Kermanshah city's heat island during the day and night using satellite images. *Journal of Earth and Space Physics*. 44, 479-494. (in Persian) https://doi.org/10.22059/jesphys.2018.247773.1006952

Moradi, Gh.,& Alireza, H. (2012). Extraction and identification of land surface temperature and explanation of its relationship with urban land use (case study: Tehran areas 1 and 21). *Environmental Planning Quarterly*. 58, 81-102. (in Persian)

Nagler, P. L., Glenn, E. P., Nguyen, U., Scott, R. L., & Doody, T. (2013). Estimating riparian and agricultural actual evapotranspiration by reference evapotranspiration and MODIS enhanced vegetation index. *Remote Sensing*, 5(8), 3849-3871. https://doi.org/10.3390/rs5083849

NASA. Land Surface Temperature. NASA Earth Observatory. National Aeronautics ndpaceAdministration(NASA).2024. Available nline:https://earthobservatory.nasa.gov/global-maps/MOD_LSTD_M (accessed on 18 March 2024).

Oke, T. R., & Cleugh, H. A. (1987). Urban heat storage derived as energy balance residuals. *Boundary-Layer Meteorology*, 39, 233-245. https://doi.org/10.1007/BF00116120

Pandey, A., Mondal, A., Guha, S., Upadhyay, P. K., & Singh, D. (2024). Land use status and its impact on land surface temperature in Imphal city, India. *Geology, Ecology, and Landscapes*, 8(3), 261-275. https://doi.org/10.1080/24749508.2022.2131962

Patz, J. A., Campbell-Lendrum, D., Holloway, T., & Foley, J. A. (2005). Impact of regional climate change on human health. *Nature*, 438(7066), 310-317. https://doi.org/10.1038/nature04188

Pickett, S. T., Cadenasso, M. L., & Grove, J. M. (2004). Resilient cities: meaning, models, and metaphor for integrating the ecological, socio-economic, and planning realms. *Landscape and urban planning*, 69(4), 369-384. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.10.035

Rafiian, M., & Hadi, R. (2017). Trending of thermal changes in the surfaces of Tehran city areas. *Environmental Research*, 8(16), 167-176. (in Persian) https://ensani.ir/file/download/article/20180314182433-10003-270.pdf

Santamouris, M. (2013). Energy and climate in the urban built environment. *Routledge*. https://doi.org/10.4324/9781315073774

Santamouris, M. (2014). Cooling the cities–a review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments. *Solar energy*, 103, 682-703. https://doi.org/10.1016/j.solener.2012.07.003

Santamouris, M. (2014). On the energy impact of urban heat island and global warming on buildings. *Energy and buildings*, 82, 100-113. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.07.022

Seto, K. C., Kaufmann, R. K., Woodcock, C. E. (2002). Monitoring land use change in the Pearl River Delta, China. In Linking people, place, and policy (pp. 69-90). Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1080/01431160110075532

Thammaboribal, P. (2024). Investigating Land Surface Temperature Variation and Land Use Land Cover Changes in Pathumthani, Thailand (1997-2023) using Landsat Satellite Imagery: A

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.4.5.8]

[DOI: 10.66224/jsaeh.12.4.1]

Comprehensive Analysis of LST and Urban Hot Spots (UHS). *International Journal of Geoinformatics*, 20(2). https://doi.org/10.52939/ijg.v20i2.3063

Weng, Q. (2009). Thermal infrared remote sensing for urban climate and environmental studies: Methods, applications, and trends. *ISPRS Journal of photogrammetry and remote sensing*, 64(4), 335-344. https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2009.03.007

Xiang, Y., Zheng, B., Bedra, K. B., Ouyang, Q., Liu, J., & Zheng, J. (2023). Spatial and seasonal differences between near surface air temperature and land surface temperature for Urban Heat Island effect assessment. *Urban Climate*, 52, 101745. https://doi.org/10.1016/j.uclim.2023.101745

Yang, C., Yan, F., & Zhang, S. (2020). Comparison of land surface and air temperatures for quantifying summer and winter urban heat island in a snow climate city. *Journal of environmental management*, 265, 110563. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110563

Yaqouti, H., Ebrahim, A, Reza, S- O., & Mohammad, H-M. (2018). Investigating land use changes in the Totkabon watershed using GIS and RS technologies. *Quarterly Journal of Geography and Development*. 16(53), 19-36. (in Persian) https://ensani.ir/file/download/article/1552721488-9505-53-2.pdf

Zhang, P., Imhoff, M. L., Wolfe, R. E., & Bounoua, L. (2010). Characterizing urban heat islands of global settlements using MODIS and nighttime lights products. *Canadian Journal of Remote Sensing*, 36(3), 185-196. https://doi.org/10.5589/m10-039

Zhang, X., Zhou, J., Liang, S., Chai, L., Wang, D., & Liu, J. (2020). Estimation of 1-km all-weather remotely sensed land surface temperature based on reconstructed spatial-seamless satellite passive microwave brightness temperature and thermal infrared data. *ISPRS journal of photogrammetry and Remote Sensing*, 167, 321-344. https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2020.07.014

Zhao, Q., Haseeb, M., Wang, X., Zheng, X., Tahir, Z., Ghafoor, S., ... & Almutairi, K. F. (2024). Evaluation of Land Use Land Cover Changes in Response to Land Surface Temperature With Satellite Indices and Remote Sensing Data. *Rangeland Ecology & Management*, 96, 183-196. https://doi.org/10.1016/j.rama.2025.12.006

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.4.5.8]

[DOI: 10.66224/jsaeh.12.4.1]