

Evaluating the changes of land cover and land surface temperature in the western margin of Rig Boland using Landsat satellite images

Mostafa Abbasi Arani¹ , Sayyed Hojjat Mousavi² 

1. Ph.D. Student, Department of management and control of Arid Lands, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, University of Kashan, Kashan, Iran. E-mail: m.abbasiarani@na.iut.ac.ir
2. Corresponding Author, Associate Professor, Department of Geography and Tourism, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, University of Kashan, Kashan, Iran. E-mail: hmousavi15@kashanu.ac.ir

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received: 28 December 2025

Revised: 25 January 2026

Accepted: 31 January 2026

Published: 29 April 2026

Keywords:

Remote Sensing,
Landuse,
Change Trends,
Thermal Hotspots,
Aran And Bidgol County.

ABSTRACT

Objective: Landuse change due to man-made areas development leads to changes in land surface temperature. These changes in arid and semi-arid areas, especially on the sand fields edge, disrupt the ecological balance of natural ecosystems, and their assessment is a management requirement. Therefore, this study investigated changes in land cover and surface temperature classes on the western edge of Rig Boland

Methods: Landsat satellite data, TM, ETM+ and OLI sensors were used to monitor landuse and temperature trends. The criterion for assessing landuse is the supervised classification using the maximum likelihood method, and for calculating the surface temperature, the spectral radiance of thermal bands is converted to LST.

Results: Results showed 6 KM² of agricultural lands has been converted into man-made areas, 68 KM² of ranges and sand dunes to agriculture, 40 KM² of man-made forest to ranges, and 7 KM² of ranges to bare lands. These changes have a direct impact on surface temperature increase, which in turn affects the ecosystem service efficiency. So, it has caused some of region's lands to become centers of dust storms. Also, due to desilting activities on Rig Boland edge with aim of quicksand stabilizing, an area of 82 KM² of ranges and sand dunes has been converted into man-made forest.

Conclusions: These changes have a direct effect on temperature decrease and have caused quicksand to stabilize in part of the region, which indicates the positive performance of desertification projects. Results of temperature monitoring also showed the area of temperature zones below 35° is decreasing and the area of temperature zones above 40° is increasing. This trend indicates an increase in temperature, especially in maximum temperatures. Part of this increase has occurred as a result of global warming, and the other part is related to changes in the land cover of natural zones to anthropogenic uses.

Cite this article: Abbasi Arani, M. & Mousavi, S.H. (2026). Evaluating the changes of land cover and land surface temperature in the western margin of Rig Boland using Landsat satellite images. *Journal of Remote Sensing and GIS Applications in Environmental Sciences*, 6 (19), 77-89 <http://doi.org/10.22034/rsgi.2026.70900.1154>



© The Author(s).

DOI: <http://doi.org/10.22034/rsgi.2026.70900.1154>

Publisher: University of Tabriz.



Introduction

The marginal areas of Rig Boland, as one of the sensitive natural and desert areas in central Iran, have been directly affected by land use and land cover changes in recent decades. The development of human activities, including urban and industrial lands in the vicinity of this area, such as the cities of Aran, Bidgol, and Kashan, the construction of roads, the development of agricultural lands, and the creation of related infrastructure, have led to the destruction of natural vegetation cover and the increase in man-made surfaces. These changes have transformed the physical characteristics of the earth's surface, such as albedo, soil moisture, and roughness, in the region and disrupted its thermal balance. As a result, the possibility of the formation or intensification of heat centers in this area and its surrounding areas has arisen. Therefore, identifying and zoning thermal hotspots in the Rig Boland Aran and Bidgol regions and analyzing their relationship with land use and land cover changes over a multi-year period is a research necessity. This study, using remote sensing technology and Landsat satellite images, can reveal the trend of changes in land surface temperature and its relationship with the conversion of natural areas to man-made or degraded surfaces. Achieving such knowledge provides the necessary scientific basis for environmental planners and managers to design and implement appropriate adaptation and impact reduction solutions, such as vegetation management, development planning based on thermal considerations, and implementation of projects to reduce the impact of thermal hotspots in this sensitive desert region.

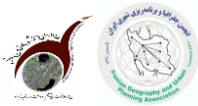
Materials and Methods

The study area of the present study is a part of Aran and Bidgol County in Isfahan Province, which covers an area of 94,920 hectares and includes the cities of Aran and Bidgol, Nooshabad, Sefidshahr, and Abu Zeidabad. This area is located at a geographical location of 51 degrees and 15 minutes to 52 degrees east longitude and 33 degrees and 45 minutes to 34 degrees and 15 minutes north latitude.

In order to investigate the changes in land cover and temperature zoning of the study area, images from the TM, ETM+, and OLI sensors of the Landsat satellite were used on September 9, 1987, September 10, 2002, and September 11, 2017. Since the images may contain errors, preparing these images for analysis and processing requires a series of corrections. In this study, first, the radiometric error of the embedded lines was corrected using the Gap fill tool in ENVI software. Then, the bands were arranged in BSQ format (Band Sequence Sorting). To extract the land cover, the supervised classification method using the maximum likelihood method was used. Also, to calculate the land surface temperature, the spectral radiance of the thermal bands was converted to surface temperature.

Results

The results showed that man-made forests did not cover any area of the study area in 1987, but due to the start of desertification and rangeland restoration operations over the years, extensive changes were observed in the area of man-made forests in 2002. So that 316 square kilometers of the area were covered by man-made forests, and based on the land use change matrix from 1987 to 2002, 197 square kilometers of this amount was the result of the conversion of sand dunes, 76 square kilometers of the result of the conversion of rangeland cover, and 43 square kilometers of the result of the conversion of other covers to man-made forest cover. Man-made forests faced a decrease in area in 2017, so that compared to 2002, about 96 square kilometers of its area decreased. The results showed that 52 square kilometers of this amount had been converted to sand dunes, 42 square kilometers to pasture, and the rest to other land covers. According to the trend matrix, the sand dunes initially had a decreasing trend, with 157 square kilometers of their area reduced by 2002, but according to the results of 2017, the trend was increasing, with 26 square kilometers of their area added. Bare land had a significant decrease in area by 2002, with 80 square kilometers of bare land reduced by 2017, but 11 square kilometers of its area was added by 2017. According to the matrix of changes in agricultural cover, there has always been a positive trend, as the area of bare land, sand dunes and pastures in the study area has decreased and the area of agricultural cover has increased. According to the matrix of changes, pasture cover initially grew with a significant decrease in area, so that from the 134 square kilometers of decrease in area, 40 square kilometers were converted to agricultural cover, 76 square kilometers to man-made forest and the rest to other existing covers, but then 32 square kilometers were added to its area, and the conversion of man-made forests and sand dunes to it is one of the reasons for the increase in the area of pastures. Man-made cover was another cover studied in this study, which according to the matrix of changes has always increased in area. Industrial lands in the study area have also grown, but have not changed significantly.



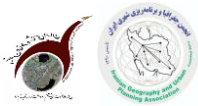
The results of the surface temperature showed that in 1987, most of the region was in the temperature class of 35-40 degrees Celsius, while no temperature <45 was recorded in the study area. In 2002, most of the region was in the temperature class of 40-45 degrees Celsius, and about 10 percent of the study area had a temperature <45. In 2017, most of the region was in the temperature class of 40-45 degrees Celsius, but in this year, 38 percent of the study area had a temperature <45. Overall, the study of the trend of temperature changes in the region during the years 1987, 2002, and 2017 indicates that over time, the area of the classes with low temperatures decreased and the area of the classes with higher temperatures increased.

Conclusion

In summary, it can be said that the increase in global warming and its consequences due to changes in the area of land cover classes of the study area are prominent and significant. Therefore, in order to reduce the adverse effects of increasing surface temperature, the thermal behavior of phenomena and land cover should be evaluated. It also provides the possibility of identifying thermal hotspots that are facing thermal stresses. In addition, due to the development of man-made lands around human use and population centers, there is a need to review policies and decisions for the development of human activities in an appropriate manner, because it has a significant impact on the increase in surface temperature of these areas. The findings of this study serve as a reference for planners to manage the region in the coming years using information based on land cover analysis and changes in surface temperature. Also, the need to conduct research on Earth's surface temperature can be done by considering regular time changes instead of observing changes over long periods of time, so that more accurate results are available to managers and planners and, by adopting efficient policies, provide better living conditions for humans.

References

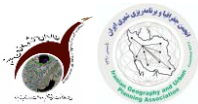
- Abedini, M., & Pasban, A. (2023). Examination and Evaluation of the Assessment between Land Surface, Land Use and Vegetation Index (Case Study: Khiavchai Watershed, Meshginshahr). *Geography and Human Relationships*, 6(3), 22-37. <https://doi.org/10.22034/gahr.2023.418850.1953> [In Persian]
- Amiri, F., & Tabatabaei, T. (2022). The effect of land use change/land cover on land surface temperature in the coastal area of Bushehr. *RS & GIS for Natural Resources*, 13(2), 130-147. https://journals.iau.ir/article_692349.html?lang=en [In Persian]
- Ansari, M., & Norouzi, A. (2021). Investigation of land surface temperature trends relative to land use changes in dust sources of South East Ahwaz Using Landsat 8 Satellite Data. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 52(7), 1825-1840. <https://doi.org/10.22059/ijswr.2021.324040.668978> [In Persian]
- Asghari Saraskanroud, S., Faal Naziri, M., & Ghale, E. (2019). The Relationship of Different Land Uses with Land Surface Temperature based on Spatial Correlation (Moran) Analysis Using Landsat 8 Satellite Images (OLI) (Case Study: Ardebil City). *Geography and Environmental Planning*, 30(1), 93-110. <https://doi.org/10.22108/gep.2019.117845.1170> [In Persian]
- Damayanti, A., Khairunisa, F. I., & Maulidina, K. (2023). Impacts of land cover changes on land surface temperature using landsat imagery with the supervised classification method. *Aceh International Journal of Science and Technology*, 12(1), 116-125. <https://doi.org/10.13170/aijst.12.1.30834>
- Darvishi, S., Rashidpour, M., & Soleimani, K. (2019). Analysis of Land Use Role in the Formation of Thermal Islets of Marivan County Using Landsat Satellite Images. *Geography and Development*, 17(54), 143-162. <https://doi.org/10.22111/gdij.2019.4361> [In Persian]
- Ebrahimi, A., Safarrad, T., & Janbaz Ghobadi, G. (2023). Evaluation of land use changes and its effect on surface albedo and surface temperature Case study: Cities from Sari to Chalous. *Physical Geography*, 16(59), 1-21. https://journals.iau.ir/article_698994.html?lang=en [In Persian]
- Entezari, A., Amir Ahmadi, A., Aliabadi, K., Khosraviyan, M., & Ebrahimi, M. (2016). Monitoring land surface temperature and evaluating change detection land use (case study: Parishan Lake Basin). *Hydrogeomorphology*, 3(8), 113-139. https://hyd.tabrizu.ac.ir/article_5769.html?lang=en [In Persian]
- Fahmy, A. H., Abdelfatah, M. A., & El-Fiky, G. (2023). Investigating land use land cover changes and their effects on land surface temperature and urban heat islands in Sharqiyah Governorate, Egypt. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 26(2), 293-306. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2023.04.001>



- Ghorbannia, V., Mirsanjari, M., Liaghati, H., & Armin, M. (2017). Estimating land surface temperature of land use and land cover in Dena County using single window algorithm and landsat 8 satellite data. *Advanced Environmental Sciences*, 15(2), 55-74. https://envs.sbu.ac.ir/article_97845.html?lang=en [In Persian]
- Houghton, J. T., Ding, Y., & Griggs, D. J. (2001). *Climate Change 2001*. The Scientific Basis New York Cambridge University Press.
- Jafarzadeh, J., & Hassanitabar, S. M. (2022). Application of remote sensing in extracting ground surface temperature and examining its compliance with land use patterns. *Journal of Remote Sensing and GIS Applications in Environmental Sciences*, 1(1), 51-66. https://rsgi.tabrizu.ac.ir/article_14398.html?lang=en [In Persian]
- Jang, J., Lee, W., Choi, M., Kang, C., & Kim, H. (2020). Roles of urban heat anomaly and land-use/land-cover on the heat-related mortality in the national capital region of South Korea: a multi-districts time-series study. *Environment International*, 145, 106127. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106127>
- Kakehmami, A., Ghorbani, A., Asghari, S. S., Ghale, E., & Ghafari, S. (2020). Study of the relationship between land use and vegetation changes with the land surface temperature in Namin County. *Remote Sensing and Geographic Information Systems for Natural Resources*, 11(2), 27-48. https://journals.iau.ir/article_674652-.html [In Persian]
- Khan, S. A., Vanselow, K. A., Sass, O., & Samimi, C. (2022). Detecting abrupt change in land cover in the eastern Hindu Kush region using Landsat time series (1988–2020). *Journal of Mountain Science*, 19(6), 1699-1716. <https://doi.org/10.1007/s11629-021-7297-y>
- Madanian, M., Soffianian, A. R., Koupai, S. S., Pourmanafi, S., & Momeni, M. (2018). The study of thermal pattern changes using Landsat-derived land surface temperature in the central part of Isfahan province. *Sustainable Cities and Society*, 39, 650-661. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.03.018>
- Mahmoudzadeh, H., Hakimi, H., & Asghari Fesghendis, R. (2025). An Examination of the Dynamics of Urban Heat Islands Utilizing a Multi-Temporal Methodology (Case Study: District 4 of Tabriz Metropolis). *Journal of Remote Sensing and GIS Applications in Environmental Sciences*, 5(16), 69-94. https://rsgi.tabrizu.ac.ir/article_20725.html?lang=en [In Persian]
- Mikaili Haji Kandi, K., Sobhani, B., & Vramesh, S. (2021). Detection of Surface Temperature Changes Using Satellite Images and Real Data and its Relationship with the Covered Vegetation in the Southern Part of the Lake Urmia. *Geographical Research*, 36(2), 191-203. <https://georesearch.ir/article-1-1032-fa.html> [In Persian]
- Nadizadeh Shorabeh, S., Hamzeh, S., Kiavarz, M., & Afsharipoor, S. K. (2018). Effects of spatial and temporal land use changes and urban development on the increase of land surface temperature using landsat multi-temporal images (case study: Gorgan city). *Geographical Urban Planning Research (GUPR)*, 6(3), 545-568. <https://doi.org/10.22059/jurbangeo.2018.262673.945> [In Persian]
- 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>
- Ranjbar, A., Vali, A.A., Mokarram, M., & Tari Panah, F. (2019). Evaluation of Land surface temperature and related parameters using Landsat images, Case study: Kharestan Watershed. *Application of Geographic Information Systems and Remote Sensing in Planning*, 35(10), 85-106. https://journals.iau.ir/article_667967-.html [In Persian]
- Ranjbar-Fordoei, A., Mousavi, S. H., & Vaisi, V. (2018). Analysis of solar radiation potential in arid and semiarid areas of Central Iran using remote sensing data. *Scientific-Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR)*, 27(107), 41-48. <https://doi.org/10.22131/sepehr.2018.33550>
- Shabani, M., Darvishan, S., & Solaimani, K. (2019). Investigating the effects of land use change on spatiotemporal patterns of land surface temperature and thermal islands (Case study: Saqqez County). *Geography and Environmental Planning*, 30(1), 37-54. <https://doi.org/10.22108/gep.2019.115781.1127> [In Persian]
- Sufi Bobkaran, O., Rostamzadeh, H., & Valizadeh Kamran, K. (2022). Identification of Urban Growth and Its Impact on UHI Using Remote sensing data case study Tabriz city. *Journal of Remote Sensing and GIS*



- Applications in Environmental Sciences*, 2(4), 56-37. https://rsgi.tabrizu.ac.ir/article_15837.html?lang=en [In Persian]
- Teimouri, I., Asghari Zamani, A., & Torabi, S. (2023). Investigating the impact of urban morphological factors on thermal islands in cities, a case study: Urmia city (2021-2015 period). *Journal of Remote Sensing and GIS Applications in Environmental Sciences*, 2(5), 111-97. https://rsgi.tabrizu.ac.ir/article_16594.html [In Persian]
- Vohra, R., & Kumar, A. (Eds.). (2024). *Advanced geospatial practices in natural environment resource management*. IGI Global.
- Vohra, R., & Tiwari, K. C. (2023). Analysis of land use and land cover changes and their impact on temperature using landsat satellite imageries. *Environment, Development and Sustainability*, 25(8), 8623-8650. <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02416-1>
- Vohra, R., Kumar, A. Jain, R., & Hemanth, D J. (2024). Analysis and prediction of land surface temperature with increasing urbanisation using satellite imagery. *Heliyon*, 10(22), e40378. <https://doi.org/10.1016/j-heliyon.2024.e40378>
- Wang, S., Ma, Q., Ding, H., & Liang, H. (2018). Detection of urban expansion and land surface temperature change using multi-temporal landsat images. *Resources, Conservation and Recycling*, 128, 526-534. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2016.05.011>
- Xiao, H., & Weng, Q. (2007). The impact of land use and land cover changes on land surface temperature in a karst area of China. *Journal of Environmental Management*, 85(1), 245-257. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2006.07.016>
- Zhou, X., & Wang, Y. C. (2011). Dynamics of land surface temperature in response to land-use/cover change. *Geographical Research*, 49(1), 23-36. <https://doi.org/10.1111/j.1745-5871.2010.00686.x>



ارزیابی تغییرات پوشش ارضی و دمای سطح زمین در حاشیه غربی ریگ بلند با تصاویر ماهواره‌ای لندست

مصطفی عباسی آرانی^۱، سیدحجت موسوی^۲

۱. دانشجوی دکتری بیابان‌زدائی، گروه مدیریت و کنترل سرزمین‌های خشک، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران. رایانامه:

m.abbasiarani@na.iut.ac.ir

۲. نویسنده مسئول، دانشیار گروه جغرافیا و گردشگری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران. رایانامه:

hmousavi15@kashanu.ac.ir

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله:

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۰/۰۷

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۱۱/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۱/۱۱

تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۲/۰۹

کلیدواژه‌ها:

دورسنجی،

کاربری اراضی،

روند تغییرات،

کانون‌های حرارتی،

شهرستان آران و بیدگل.

تغییر کاربری ارضی به واسطه توسعه پهنه‌های انسان‌ساخت، منجر به تغییرات در دمای سطح زمین می‌شود. این تغییرات در نواحی خشک و نیمه‌خشک، به ویژه در حاشیه ریگزارها سبب برهم زدن تعادل اکولوژیک اکوسیستم‌های طبیعی می‌شود که ارزیابی آن از الزامات مدیریتی است. لذا این پژوهش، به بررسی تغییرات پوشش ارضی و طبقات دمای سطح زمین در حاشیه غربی ریگ بلند پرداخته است. برای پایش کاربری ارضی و روند تحولات دما، از داده‌های ماهواره لندست، سنجنده‌های TM، ETM+ و OLI استفاده شد. ملاک برای ارزیابی کاربری ارضی، طبقه‌بندی نظارت‌شده به روش حداکثر احتمال، و برای محاسبه دمای سطح زمین تبدیل رادینانس طیفی باندهای حرارتی به درجه حرارت سطحی است. نتایج نشان داد ۶ کیلومترمربع از اراضی کشاورزی به پهنه‌های انسان‌ساخت، ۶۸ کیلومترمربع از مرتع و تپه‌های ماسه‌ای به کشاورزی، ۴۰ کیلومترمربع از جنگل دست‌کاشت به مرتع و ۷ کیلومترمربع از مرتع به پهنه‌های بدون پوشش تبدیل شده است. این تغییرات تأثیر مستقیمی بر افزایش دمای سطحی دارد که به تبع آن بر کیفیت بازدهی خدمات اکوسیستم نیز اثر می‌گذارد. از طرفی سبب شده تا بخشی از اراضی منطقه به کانون ریزگردها و پهنه‌های مستعد رخداد طوفان‌های گردوغبار تبدیل شود. همچنین به واسطه فعالیت‌های بیابانزدایی در حاشیه ریگ بلند با هدف تثبیت ماسه‌های روان، وسعت ۸۲ کیلومترمربع از مراتع و تپه‌های ماسه‌ای به جنگل دست‌کاشت تبدیل شده است. این تغییرات اثرات مستقیم بر کاهش دما دارد و باعث شده تا ماسه‌های روان در بخشی از منطقه تثبیت شود که حاکی از عملکرد مثبت طرح‌های بیابانزدایی دارد. نتایج پایش دما نیز نشان داد مساحت پهنه‌های دمایی کمتر از ۳۵ درجه سیر نزولی و پهنه‌های دمایی بالای ۴۰ درجه سیر صعودی دارد. این روند نشان از افزایش دما به‌خصوص در دماهای حداکثری دارد. بخشی از این افزایش در اثر گرمایش جهانی به وقوع پیوسته و بخش دیگر آن وابسته به تغییرات پوشش ارضی پهنه‌های طبیعی به کاربری‌های انسان‌ساخت است.

استناد: عباسی آرانی، مصطفی و موسوی، سیدحجت (۱۴۰۵). ارزیابی تغییرات پوشش ارضی و دمای سطح زمین در حاشیه غربی ریگ بلند با تصاویر ماهواره‌ای

لندست. کاربرد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در علوم محیطی، ۶ (۱۹)، ۷۷-۸۹

<http://doi.org/10.22034/rsgi.2026.70900.1154>



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه تبریز.

مقدمه

در دهه‌های اخیر سطح زمین دستخوش تغییرات فراوانی ناشی از افزایش جمعیت و تمایل شدید به توسعه مراکز جمعیتی و به دنبال آن فعالیت‌های مخرب انسان در محیط طبیعی شده است. تغییرات سریع کاربری اراضی و پوشش زمین با تبدیل زمین‌های طبیعی همراه با پوشش گیاهی به زیرساخت‌های شهری همچون جاده‌ها و ساختمان‌ها موجب تغییر چشم‌انداز طبیعی شده است. تغییر کاربری و پوشش ارضی موجب بروز مشکلات عدیده‌ای مانند از بین رفتن زمین‌های کشاورزی، آلودگی آب، فرسایش خاک، افزایش سیلاب، کاهش کیفیت محیط زیست و افزایش دمای سطح می‌شود (صوفی بوبکران و همکاران، ۱۴۰۱، ۳۷). جایگزینی پوشش طبیعی زمین با ساختمان‌ها، بتن، آسفالت، سنگفرش و دیگر ساخت‌وسازها، اثرات خنک‌کنندگی سطوح طبیعی را از بین می‌برد. علاوه بر آن، حرارت وسایل نقلیه و کارخانه‌ها گرمای محیطی را افزایش داده است. تغییر پوشش زمین و کاربری اراضی به نوبه خود ویژگی‌های فیزیکی مختلف سطح زمین مانند ساختار، زبری، ضریب انعکاس سطح، رطوبت خاک و پوشش گیاهی را تغییر داده (Vohra and Kumar, 2024; Houghton et al., 2001) و درنهایت منجر به تغییر آلبیدو و دمای سطح زمین می‌شود (ابراهیمی و همکاران، ۱۴۰۲، ۱). تغییرات در ویژگی‌های فیزیکی بر تعاملات مختلف بین سطح زمین و جو تأثیر می‌گذارد. ویژگی‌های فیزیکی که بر تعاملات تأثیر می‌گذارند، فرآیند تبادل تابش، گرما و رطوبت هستند. این فرآیندها تأثیر مستقیمی بر دمای سطحی، رطوبت و بارش دارند و بر این اساس، تغییرات اقلیمی پیچیده‌تری را در مقیاس‌های بزرگ آغاز می‌کنند (Vohra et al., 2024). این تغییرات منجر به شکل‌گیری کانون‌های حرارتی می‌شود؛ پدیده‌ای که به موجب آن مناطقی درجه حرارت گرمتر از محیط اطراف خود را تجربه می‌کنند. فرآیند توسعه کاربری‌های انسان‌ساخت به همراه رشد جمعیت در نواحی شهری، اثر کانون‌های حرارتی را تشدید کرده و این پدیده همراه با افزایش تقاضای انرژی، آلودگی هوا، تغییر اقلیم و انتشار گازهای گلخانه‌ای، سلامت انسان را به خطر می‌اندازد (تیموری و همکاران، ۱۴۰۲، ۸۰؛ محمودزاده و همکاران، ۱۴۰۴، ۶۹). بنابراین، مطالعه و شناخت تأثیر تغییر پوشش زمین برای ارزیابی تغییر دمای سطح به منظور کاهش سطح تأثیر مخرب بر محیط زیست در آینده نزدیک، بسیار مهم و ضروری است.

دمای سطح زمین، یکی از مولفه‌های مهم در علوم محیطی و برنامه‌ریزی ناحیه‌ای و منطقه‌ای محسوب می‌شود و عامل مهمی در کنترل فرایندهای زیستی، شیمیایی و فیزیکی زمین است (قربان‌نیا خیبری و همکاران، ۱۳۹۶، ۵۵). در این راستا فعالیت‌های انسانی مانند تغییر کاربری اراضی و توسعه نواحی ساخت دست بشر موجب افزایش دمای سطح زمین و پیرو آن پیدایش کانون‌های حرارتی می‌شود و این پدیده در گذر زمان تأثیرات نامطلوبی بر سلامت انسان می‌گذارد (شعبانی و همکاران، ۱۳۹۸، ۳۷). کانون‌های حرارتی آثار سوء بر اراضی پیرامونی، ایجاد خرد اقلیم، کاهش میزان بارش، افزایش دما و جریان باد، افزایش آلودگی‌ها و مصرف منابع آب می‌گذارد. بنابراین شناسایی و ارائه راهکار برای کاهش شدت آن ضروری است. در ماه‌های گرم سال به دلیل رخداد پدیده نقاط داغ حرارتی، در نواحی شهری نیاز به استفاده بیشتر از تجهیزات خنک‌کننده است که موجب مصرف بیشتر انرژی می‌شود. در پهنه‌هایی که کانون‌های حرارتی شدت بیشتری دارد، کمبود شدید پوشش گیاهی و بیش از حد بودن سطوح نفوذناپذیر انسان‌ساخت مشاهده می‌شود. در این پهنه‌ها به علت فقدان فرآیندهای مؤثر اکولوژیکی، افزایش سطح آلاینده‌های گوناگون هوا، آلودگی صوتی، مشکلات روحی و روانی و غیره مشاهده می‌شود. لذا با شناسایی پهنه‌های حرارتی می‌توان راهکارهایی برای ارتقای کیفیت محیط زیست از جمله کاشت درختان مناسب و افزایش آلبیدو را پیشنهاد کرد. گرمایش محیط که به عنوان اثر کانون حرارتی نامیده می‌شود، روندی افزایشی در سراسر جهان به خود گرفته و شرایط محیط زیستی دشواری برای انسان‌ها به وجود آورده است. بنابراین شناخت این فرآیندها و اتخاذ تصمیم مناسب برای مدیران و برنامه‌ریزان دارای اهمیت زیادی است. کاهش شدت کانون حرارتی به معنای پیشگیری از هدررفت سرمایه، ذخیره‌سازی انرژی و سرمایه و جلوگیری از آلودگی هوا و آثار زیانبار آن بر سلامت جسمی، روحی و روانی جامعه است.

از آنجایی که تغییرات کاربری اراضی در پهنه‌های وسیع و گسترده انجام می‌شود، لذا تکنولوژی سنجش‌ازدور، ابزاری کارآمد برای پایش این تغییرات است (عابدینی و پاسبان، ۱۴۰۲، ۲۲)، چرا که امکان پایش با دقت بالا را در اکثر نواحی به صورت پهنه‌ای فراهم می‌کند. با پیشرفت فناوری‌های سنجش‌از دور، از حسگرها به طور گسترده‌ای برای استخراج داده‌های مکانی و زمانی با وضوح بالا استفاده می‌شود که در تخمین دمای سطح زمین و پوشش ارضی بسیار مفید است. طبق نتایج پژوهش‌ها، تصاویر ماهواره‌ای لندست برای تحلیل پوشش زمین و ارزیابی تشخیص تغییرات آن بسیار مناسب هستند (Pandey et al., 2024). در طول سال‌های گذشته، از تصاویر ماهواره‌های لندست با وضوح بالا برای تخمین تغییرات کاربری استفاده شده و تأثیر آن برای اثرسنجی دمای سطحی در پایش حرارت مورد مطالعه قرار گرفته است. در ماهواره لندست، باندهای حرارتی در محدوده ۱۰/۴ تا ۱۲/۵ میکرومتر سنجنده‌های *TM* و *ETM+* برای محاسبه دمای درخشندگی استفاده می‌شود که به تخمین دمای سطح زمین برای طبقات مختلف پوشش زمین کمک می‌کند (Wang et al., 2018). تغییر در پوشش زمین و دمای سطحی، عوامل اصلی هستند که به برنامه‌ریزی، مدیریت و تحلیل کانون‌های حرارتی کمک می‌کند (Madanian et al., 2018).

امروزه با افزایش مخاطرات محیط‌زیستی در مکان‌های تحت تسلط انسان و به تبع آن ایجاد کانون‌های حرارتی که می‌تواند باعث تشدید اثرات این مخاطرات شود؛ تمرکز گسترده‌ای بر مطالعات جامع در روند تغییرات کاربری اراضی و پوشش اراضی و به دنبال آن بررسی پارامترهای دمایی متأثر از تغییرات کاربری تحت عنوان ایجاد پهنه‌های حرارتی انجام شده است. از جمله آنها می‌توان به پژوهش ژیاو و وانگ^۱ (۲۰۰۷)، ژو و وانگ^۲ (۲۰۱۱)، وانگ^۳ و همکاران (۲۰۱۸)، جانگ^۴ و همکاران (۲۰۲۰)، خان^۵ و همکاران (۲۰۲۲)، فهمی^۶ و همکاران (۲۰۲۳) و دامایانتی^۷ و همکاران (۲۰۲۳) اشاره کرد که جهت بررسی تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین و رابطه آن با الگوی دمای سطح زمین از تصاویر ماهواره لندست و سنجنده‌های *TM* و *ETM+* در بازه‌های زمانی مختلف استفاده و نتایج تغییرات کاربری و پوشش زمین تعیین و رابطه این تغییرات با افزایش دما در محدوده فعالیت انسان را تحلیل نموده و در نتیجه بر همبستگی فضایی بین کاربری اراضی با دمای سطح زمین و کانون‌های حرارتی تاکید کردند. از مطالعه‌های داخلی نیز می‌توان به پژوهش‌های قربان‌نیا خیربی و همکاران (۱۳۹۶)، انتظار و همکاران (۱۳۹۶)، نادى زاده شورابه و همکاران (۱۳۹۷)، اصغری سراسکانرود و همکاران (۱۳۹۸)، درویش و همکاران (۱۳۹۸)، رنجبر و همکاران (۱۳۹۸)، شعبانی و همکاران (۱۳۹۸)، کاکه ممی و همکاران (۱۳۹۹)، جعفرزاده و حسنی‌تبار (۱۴۰۰)، میکائیلی حاجی‌کندی و همکاران (۱۴۰۰)، صوفی بوبکران و همکاران (۱۴۰۱)، امیری و طباطبایی (۱۴۰۱)، عابدینی و پاسبان (۱۴۰۲) و ابراهیمی و همکاران (۱۴۰۲) اشاره کرد که در هر کدام از آنها بر حسب تصاویر سنجنده‌های ماهواره لندست در بازه‌های زمانی مختلف، تغییرات کاربری اراضی را در ارتباط با الگوهای دمایی سطح زمین تحلیل نموده و براین نتیجه اتفاق نظر دارند که افزایش وسعت پهنه‌های انسان‌ساخت به واسطه گسترش سطوح نفوذناپذیر، منجر به افزایش ضریب آلبیدو و دمای سطحی شده است.

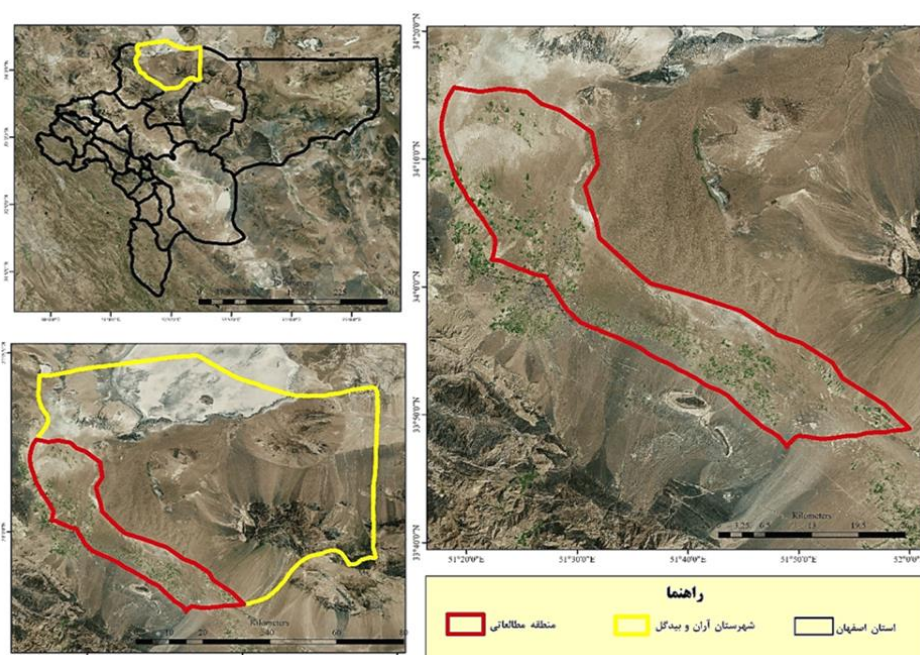
نواحی حاشیه‌ای ریگ بلند، به عنوان یکی از عرصه‌های طبیعی و بیابانی حساس در مرکز ایران، در دهه‌های اخیر تحت تأثیر مستقیم تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین قرار گرفته است. توسعه فعالیت‌های انسانی از جمله اراضی شهری و صنعتی در مجاورت این عرصه نظیر شهرهای آران و بیدگل و کاشان، احداث جاده‌ها، توسعه زمین‌های کشاورزی و ایجاد زیرساخت‌های مرتبط، منجر به تخریب پوشش گیاهی طبیعی و افزایش سطوح انسان‌ساخت شده است. این تغییرات، ویژگی‌های فیزیکی سطح زمین مانند آلبیدو، رطوبت خاک و زبری را در منطقه دگرگون ساخته و تعادل حرارتی آن را برهم زده است. در نتیجه، احتمال شکل‌گیری یا تشدید کانون‌های حرارتی در این پهنه و نواحی اطراف آن به وجود آمده است. لذا مسئله اصلی پژوهش پیش‌رو این

1. Xiao & Weng
2. Zhou & Wang
3. Wang
4. Jang
5. Khan
6. Fahmy
7. Damayanti

است که تغییر کاربری اراضی و کاهش پوشش گیاهی در منطقه، بر الگوهای دمای سطح زمین اثر گذاشته و منجر به تشکیل یا تشدید کانون‌های حرارتی شده است. این پدیده می‌تواند پیامدهای گسترده‌ای از جمله تشدید فرسایش بادی و بیابان‌زایی، اختلال در اکوسیستم‌های شکننده بیابانی، افزایش مصرف انرژی برای خنک‌سازی در سکونتگاه‌های مجاور، کاهش بیشتر منابع آب زیرزمینی در منطقه‌ای که هم‌اکنون با محدودیت آبی مواجه است، و ایجاد خرد اقلیم‌های نامطلوب داشته باشد. با این حال، میزان، الگوی مکانی-زمانی و شدت این اثرات حرارتی ناشی از تغییرات پوشش زمین در منطقه ریگ بلند به طور دقیق و مبتنی بر داده‌های علمی کمی‌سازی و تحلیل نشده است. لذا، شناسایی و پهنه‌بندی کانون‌های حرارتی در منطقه ریگ بلند آران و بیدگل و تحلیل ارتباط آن با تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین در یک بازه زمانی چندساله به عنوان یک ضرورت پژوهشی مطرح می‌گردد. این مطالعه با بهره‌گیری از فناوری سنجش از دور و تصاویر ماهواره‌ای لندست می‌تواند روند تغییرات دمای سطح زمین و ارتباط آن با تبدیل عرصه‌های طبیعی به سطوح انسان‌ساخت یا تخریب‌یافته را آشکار کند. دستیابی به چنین شناختی، مبنای علمی لازم را برای برنامه‌ریزان و مدیران محیطی فراهم می‌آورد تا راهکارهای مناسب سازگاری و کاهش اثرات، نظیر مدیریت پوشش گیاهی، برنامه‌ریزی توسعه مبتنی بر ملاحظات حرارتی و اجرای پروژه‌های کاهش دهنده اثر کانون‌های حرارتی را در این منطقه حساس بیابانی طراحی و اجرا نمایند.

منطقه مطالعاتی

منطقه مطالعاتی پژوهش پیش‌رو، بخشی از شهرستان آران و بیدگل در استان اصفهان است که با مساحت ۹۴۹۲۰ هکتار، شهرهای آران و بیدگل، نوش‌آباد، سفیدشهر و ابوزیدآباد را در بر می‌گیرد. این پهنه در موقعیت جغرافیایی ۵۱ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۵۲ درجه طول شرقی و ۳۳ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی واقع شده است (شکل ۱). جمعیت ساکن در منطقه حدود ۱۰۰,۰۰۰ نفر می‌باشد. میانگین بارندگی سالانه منطقه برابر با ۱۱۰ میلی‌متر است. اقلیم این منطقه بر اساس طبقه‌بندی دومارتن، در ناحیه خشک و بر اساس طبقه بندی آمبرژه، در اقلیم بیابانی قرار دارد. پوشش گیاهی منطقه نیز شامل گونه‌های ماسه‌دوست و شورپسند با غلبه گیاهانی نظیر گز (*Tamarix hispida*)، تاغ (*Haloxylon Spp.*) و قره‌داغ (*Nitraria schoberi*) است.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مطالعاتی

Figure 1. Geographical location of the study area

روش پژوهش

به منظور بررسی تغییرات پوشش زمین و پهنه‌بندی دمایی منطقه مورد مطالعه از تصاویر سنجنده‌های *TM*، *ETM+* و *OLI* ماهواره لندست در تاریخ‌های ۹ سپتامبر ۱۹۸۷، ۱۰ سپتامبر ۲۰۰۲ و ۱۱ سپتامبر ۲۰۱۷ استفاده شد. از آنجایی که تصاویر ممکن است دارای خطا باشند، آماده‌سازی این تصاویر برای تحلیل و پردازش نیازمند اعمال یک سری تصحیحات می‌باشد. در این پژوهش ابتدا با استفاده از ابزار *Gap fill* در نرم‌افزار *ENVI* خطای رادیومتریک خطوط جاافتاده اصلاح شد. سپس چینش باندها^۱ با فرمت *BSQ* (چینش براساس توالی باندی) صورت پذیرفت. برای استخراج پوشش زمین از روش طبقه‌بندی نظارت شده به روش حداکثر احتمال^۲ استفاده شد. بدین منظور با استفاده از ترکیب رنگی کاذب، نقشه‌های کاربری موجود، تصاویر گوگل ارث و بازدیدهای میدانی نمونه‌های تعلیمی برای طبقات مختلف تهیه شد و طبقه‌بندی نظارت شده بر اساس روش حداکثر احتمال به طور جداگانه برای هر ترکیب باند در نرم‌افزار *ENVI* انجام شد. نقشه‌های پوشش زمین سال ۲۰۱۷ و ۲۰۰۲ به ترتیب با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت شده و ترکیب رنگی کاذب ۲-۴-۷ و ۳-۴-۵ در قالب ۷ طبقه انسان‌ساخت، کشاورزی، صنعتی، جنگل دست‌کاشت، بدون پوشش، تپه‌های ماسه‌ای و مرتع تهیه گردید. نقشه پوشش زمین سال ۱۹۸۷ نیز با استفاده از ترکیب رنگی کاذب ۳-۴-۵ در قالب ۵ طبقه انسان‌ساخت، کشاورزی، بدون پوشش، تپه ماسه‌ای و مرتع تهیه گردید.

زمانی که توزیع مکانی دمای سطح در پهنه‌های وسیع و به طور همزمان مورد نیاز است، فن‌آوری سنجش از دور و بانددهای حرارت تصاویر ماهواره‌ای دارای قابلیت‌های بسیاری هستند (جعفرزاده و حسنی‌تبار، ۱۴۰۰، ۵۱). لذا در پژوهش پیش‌رو برای استخراج دمای سطح زمین *LST* (۳)، ابتدا رادیانس طیفی با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد (رنجبرفردویی و همکاران، ۱۳۹۷؛ *Vohra et al., 2024*) که در این رابطه، L_λ رادیانس در بالای اتمسفر ($watts/m^2 * srad * \mu m$)، M_L ضریب تبدیل ضربی، Q_{cal} ارزش پیکسل باندهای حرارتی و A_L ضریب تبدیل تجمیع کننده است که مقدار ضرایب M_L و A_L در جدول (۱) آمده است.

$$L_\lambda = M_L Q_{cal} + A_L \quad \text{رابطه (۱)}$$

داده‌های باندهای حرارتی می‌تواند از طریق رادیانس طیفی در سنجنده به دمای درخشندگی تبدیل شود. دمای درخشندگی با فرض اینکه زمین جسم سیاه ۴ است ($emissivity = 1$) محاسبه می‌شود و شامل تأثیرات اتمسفر است. دمای درخشندگی با استفاده از ضرایب کالیبراسیون سنجنده از رابطه (۲) بدست می‌آید (رنجبرفردویی و همکاران، ۱۳۹۷؛ *Vohra & Tiwari, 2023*). در این رابطه T_{BT} دمای مؤثر درخشندگی در سنجنده بر حسب کلونین، K_2 ضریب کالیبراسیون ۲ بر حسب کلونین، K_1 ضریب کالیبراسیون ۱ بر حسب $[W/(m^2 sr \mu m)]$ و L_λ رادیانس طیفی در سنجنده است. مقدار ضرایب K_1 و K_2 با توجه بر اساس جدول (۱) است.

$$T_{BT} = K_2 / \ln(K_1 / L_\lambda + 1) \quad \text{رابطه (۲)}$$

در نهایت مقدار دمای سطح زمین بر اساس مقادیر نرمال شده بدست آمده از معیارهای گسیلندگی و دمای درخشندگی از طریق معادله (۳) محاسبه می‌شود (رنجبرفردویی و همکاران، ۱۳۹۷؛ *Vohra et al., 2024*) که در آن، LST دمای سطح زمین بر حسب درجه سانتیگراد، BT دمای مؤثر درخشندگی در سنجنده بر حسب کلونین، λ میانگین طول موج باند مادون قرمز حرارتی تصاویر لندست ($\lambda = 10.8$) و $C2$ ثابتی برابر با ۱۴۳۸۸ است.

$$LST = BT / (1 + (\lambda * BT / C2) \ln \epsilon) \quad \text{رابطه (۳)}$$

1. Layer Stacking
2. Maximum Likelihood Classification
3. Land Surface Temperature (LST)
4. Black Body

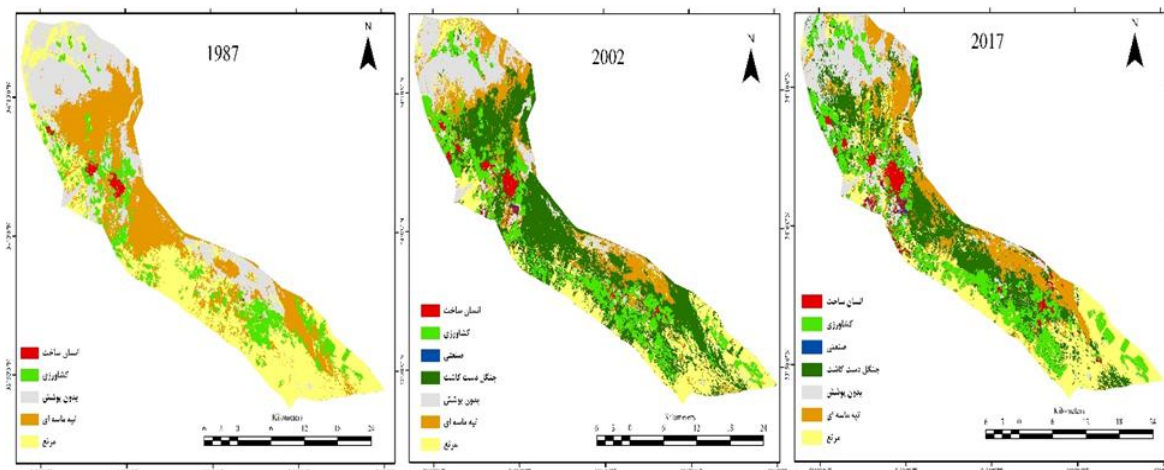
جدول ۱. ضرایب ML و AL برای محاسبه رادیانس طیفی و ضرایب K1 و K2 برای محاسبه دمای موثر درخشندگی

Table 1. ML and AL coefficients for calculating spectral radiance and K1 and K2 coefficients for calculating effective brightness temperature

سال	سنجنده	باند	A_L	M_L	K_1	K_2
۲۰۱۷	OLI	B10	۰/۰۰۰۳۳۴۲	۰/۱	۱۳۲۱/۰۸	۷۷۴/۸۹
		B11	۰/۰۰۰۳۳۴۲	۰/۱	۱۲۰۱/۱۴	۴۸۰/۸۹
۲۰۰۲	ETM+	B61	۰/۰۶۷۰۸۷	۰/۰۶۷	۶۶۹/۰۹	۱۲۸۲/۷۱
		B62	۰/۰۳۷۲۰۵	۳/۱۶۲۸	۶۶۹/۰۹	۱۲۸۲/۷۱
۱۹۸۷	TM	B6	۰/۰۵۵۳۷۵	۱/۱۸۲۴۳	۶۰۷/۷۶	۱۲۶۰/۵۶

نتایج و بحث

نتایج حاصل از طبقه‌بندی تصاویر و تهیه نقشه پوشش اراضی منطقه مطالعاتی برای مقاطع زمانی ۱۹۸۷، ۲۰۰۲ و ۲۰۱۷ به صورت شکل (۲) می باشد که شامل طبقات انسان‌ساخت، کشاورزی، صنعتی، جنگل دست کاشت، بدون پوشش، تپه‌های ماسه‌ای و مرتع است. همچنین نتایج مساحت سنجی طبقات مذکور به صورت جدول (۲) است. همانگونه که مشاهده می شود مساحت طبقات پوششی در سال ۱۹۸۷ به ترتیب ۹، ۱۱۶، ۰، ۰، ۲۲۶، ۲۸۵ و ۳۱۲ کیلومترمربع، در سال ۲۰۰۲ به ترتیب ۲۴، ۱۵۶، ۰، ۳، ۱۷۸ و ۱۲۸ کیلومترمربع و در سال ۲۰۱۷ به ترتیب ۳۳، ۱۷۲، ۴، ۲۲۰، ۱۵۷ و ۲۱۰ کیلومترمربع است.



شکل ۲. نقشه طبقات پوشش اراضی در محدوده مطالعاتی

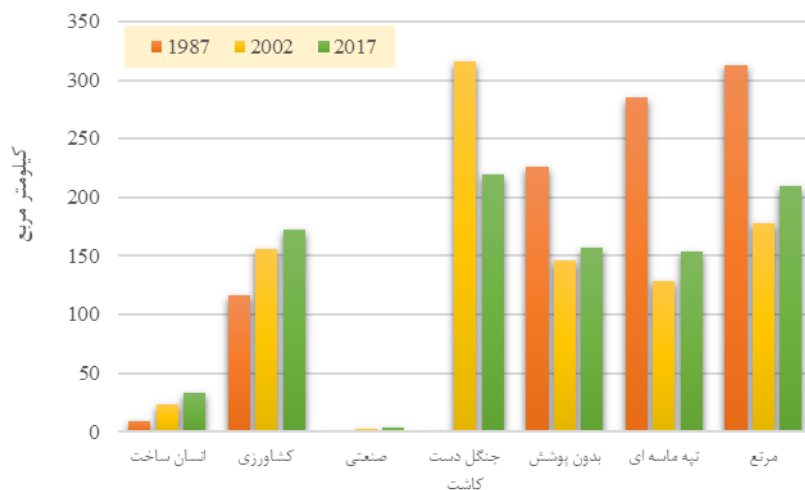
Figure 2. Land cover class map in the study area

جدول ۲. مساحت طبقات پوشش اراضی در محدوده مطالعاتی

Table 2. Area of land cover classes in the study area

کلاس	۲۰۱۷		۲۰۰۲		۱۹۸۷	
	درصد	کیلومتر مربع	درصد	کیلومتر مربع	درصد	کیلومتر مربع
انسان ساخت	۳	۳۳	۲	۲۴	۱	۹
کشاورزی	۱۸	۱۷۲	۱۶	۱۵۶	۱۲	۱۱۶
صنعتی	۰	۴	۰	۳	۰	۰
جنگل دست کاشت	۲۴	۲۲۰	۳۴	۳۱۶	۰	۰
بدون پوشش	۱۷	۱۵۷	۱۵	۱۴۶	۲۴	۲۲۶
تپه ماسه ای	۱۶	۱۵۴	۱۳	۱۲۸	۳۰	۲۸۵
مرتع	۲۲	۲۱۰	۱۹	۱۷۸	۳۳	۳۱۲

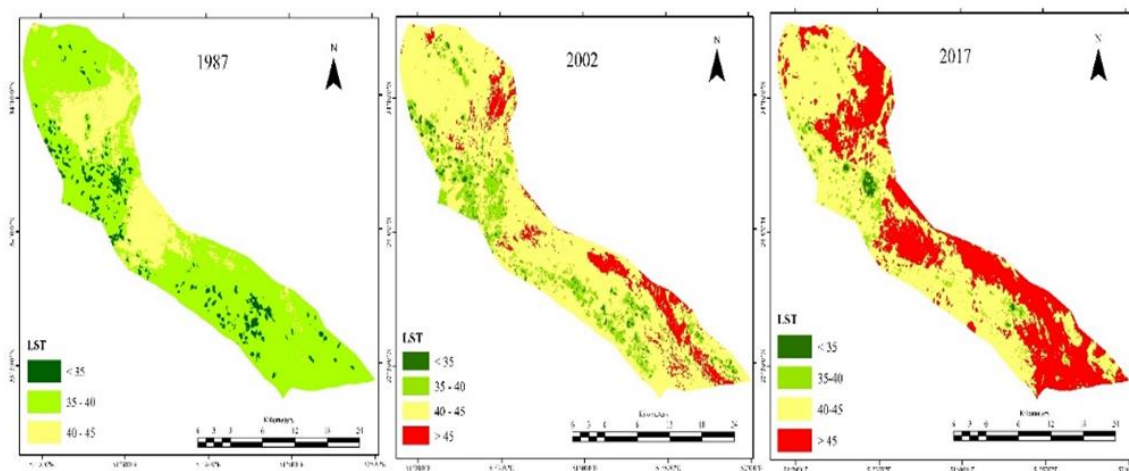
بررسی روند تغییرات مساحت طبقات پوشش زمین در منطقه مطالعاتی به صورت شکل (۳) می‌باشد و همانگونه که مشاهده می‌شود جنگل‌های دست‌کاشت در سال ۱۹۸۷ مساحتی از منطقه مطالعاتی را در برنگرفته بوده ولیکن با توجه به شروع عملیات بیابان‌زدایی و احیای مراتع طی سالیان متمادی، در سال ۲۰۰۲ تغییرات گسترده‌ای در مساحت جنگل‌های دست‌کاشت مشاهده می‌شود. به طوریکه ۳۱۶ کیلومترمربع از سطح منطقه را جنگل‌های دست‌کاشت دربرگرفته که بر اساس ماتریس تغییرات کاربری‌های سال ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۲، وسعت ۱۹۷ کیلومترمربع از این مقدار نتیجه تبدیل تپه‌های ماسه‌ای، ۷۶ کیلومترمربع نتیجه تبدیل پوشش مرتع و ۴۳ کیلومترمربع نتیجه تبدیل سایر پوشش‌ها به پوشش جنگل دست‌کاشت شده است. جنگل‌های دست‌کاشت در سال ۲۰۱۷ با کاهش مساحت مواجه شده به طوریکه نسبت به سال ۲۰۰۲، حدود ۹۶ کیلومترمربع از مساحت آن کاهش پیدا کرد. بررسی نتایج حاکی از این بود که ۵۲ کیلومترمربع از این مقدار به تپه‌های ماسه‌ای، ۴۲ کیلومترمربع به مرتع و مابقی به سایر پوشش‌های زمین تبدیل شده است. بر اساس ماتریس تغییرات روند تغییرات تپه‌های ماسه‌ای ابتدا روندی کاهشی داشت به طوریکه ۱۵۷ کیلومترمربع از مساحت آن تا سال ۲۰۰۲ کاهش یافت ولیکن طبق بررسی نتایج سال ۲۰۱۷، روند افزایشی بود به طوریکه ۲۶ کیلومتر مربع بر مساحت آن افزوده شده است. اراضی بدون پوشش تا سال ۲۰۰۲ با کاهش چشمگیر مساحت مواجه شد به طوریکه بر اساس بررسی نتایج ۸۰ کیلومترمربع از مساحت اراضی بدون پوشش کاهش پیدا کرد ولیکن تا سال ۲۰۱۷، ۱۱ کیلومترمربع بر مساحت آن افزوده شد. بر اساس ماتریس تغییرات پوشش کشاورزی همواره روندی مثبتی داشته به طوریکه از وسعت اراضی بدون پوشش، تپه‌های ماسه‌ای و مراتع منطقه مطالعاتی کاسته و بر وسعت پوشش کشاورزی افزوده شده است. طبق بررسی ماتریس تغییرات پوشش مرتعی در ابتدا با کاهش قابل توجه مساحت روبه‌رو شد به طوریکه از ۱۳۴ کیلومترمربع کاهش مساحت، ۴۰ کیلومترمربع به پوشش کشاورزی، ۷۶ کیلومترمربع به جنگل دست‌کاشت و مابقی به سایر پوشش‌های موجود تبدیل گردید ولی در ادامه ۳۲ کیلومترمربع بر مساحت آن افزوده شد که تبدیل جنگل‌های دست‌کاشت و تپه‌های ماسه‌ای به آن از جمله دلایل افزایش سطح مراتع است. پوشش انسان ساخت دیگر پوشش مورد بررسی در این مطالعه بود که بر اساس ماتریس تغییرات همواره بر مساحت آن افزوده شده است. اراضی صنعتی نیز در منطقه مطالعاتی با وجود روند روبه‌رشد ولیکن تغییرات قابل توجهی را نداشته است.



شکل ۳. روند تغییرات مساحت طبقات پوشش زمین در منطقه مطالعاتی
Figure 3. Trend of changes in land cover classes in the study area

نتایج حاصل از برآورد دمای سطح زمین به صورت شکل (۴) می‌باشد. در این خصوص به منظور طبقه‌بندی دمایی تصاویر و بررسی روند تغییرات آن در منطقه مطالعاتی طی سال‌های ۱۹۸۷، ۲۰۰۲ و ۲۰۱۷، نتایج دمایی تصاویر هر سال به ۴ طبقه با دمای 35، $35-40$، $40-45$ و 45 سانتیگراد تقسیم‌بندی شد. همانگونه که در جدول (۳) مشاهده می‌شود مساحت طبقات

دمایی در سال ۱۹۸۷ به ترتیب ۵۱/۷، ۶۸۲/۱، ۲۱۵/۲، و ۰ کیلومترمربع، در سال ۲۰۰۲ به ترتیب ۲۳، ۱۳۱/۷، ۶۹۷/۷ و ۹۷ کیلومترمربع و در سال ۲۰۱۷ به ترتیب ۸/۲، ۳۹/۷، ۵۳۶/۴ و ۳۶۴/۹ کیلومترمربع می‌باشد.



شکل ۴. نقشه طبقات دمای سطح زمین در محدوده مطالعاتی

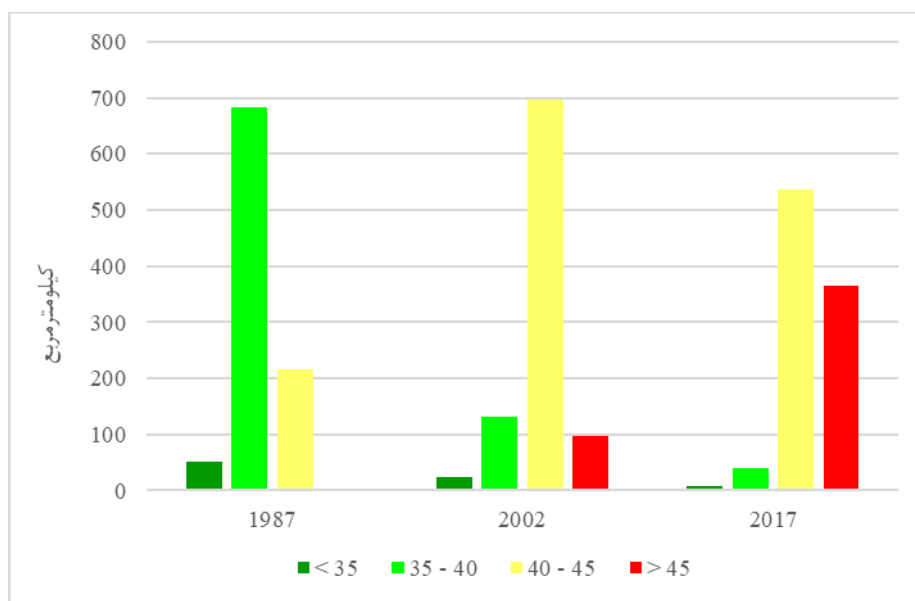
Figure 4. Map of land surface temperature classes in the study area

جدول ۳. مساحت طبقات دمای سطح زمین در محدوده مطالعاتی

Table 3. Area of land surface temperature classes in the study area

۲۰۱۷		۲۰۰۲		۱۹۸۷		
درصد	کیلومتر مربع	درصد	کیلومتر مربع	درصد	کیلومتر مربع	
۱	۸/۲	۲	۲۳	۵	۵۱/۷	۳۵ <
۴	۳۹/۷	۱۴	۱۳۱/۷	۷۲	۶۸۲/۱	۳۵ - ۴۰
۵۷	۵۳۶/۴	۷۴	۶۹۷/۷	۲۳	۲۱۵/۲	۴۰ - ۴۵
۳۸	۳۶۴/۹	۱۰	۹۷	-	-	> ۴۵

نتایج بررسی روند تغییرات مساحت طبقات دمای سطح زمین در منطقه مطالعاتی به صورت شکل (۵) می‌باشد و همانگونه که مشاهده می‌شود در سال ۱۹۸۷، قسمت اعظم منطقه در طبقه دمایی ۳۵-۴۰ درجه سانتیگراد قرار دارد و این در حالی است که در منطقه مطالعاتی دمای > 45 ثبت نشده است. در سال ۲۰۰۲، قسمت اعظم منطقه در طبقه دمایی ۴۰-۴۵ درجه سانتیگراد قرار دارد و حدود ۱۰ درصد از منطقه مطالعاتی دارای دمای > 45 می‌باشد. در سال ۲۰۱۷ نیز قسمت اعظم منطقه در طبقه دمایی ۴۰-۴۵ درجه سانتیگراد قرار دارد ولیکن در این سال ۳۸ درصد از منطقه مطالعاتی دارای دمای > 45 می‌باشد. در مجموع بررسی روند تغییرات دمایی منطقه طی سال‌های ۱۹۸۷، ۲۰۰۲ و ۲۰۱۷ حاکی از این است که با گذشت زمان از مساحت طبقات با دمای پایین کاسته و بر مساحت طبقات با دمای بالاتر افزوده می‌شود.



شکل ۵. روند تغییرات مساحت طبقات دمای سطح زمین در منطقه مطالعاتی

Figure 5. Trend of changes in the area of land surface temperature classes in the study area

نتیجه‌گیری

در این پژوهش، تغییرات زمانی-مکانی پوشش ارضی و دمای سطح زمین با استفاده از داده‌های سنجش از دور تخمین زده شد. نتایج نشان داد که در بازه زمانی ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷، وسعت ۶ کیلومترمربع از اراضی کشاورزی به پهنه‌های انسان‌ساخت، وسعت ۶۸ کیلومترمربع از اراضی بدون پوشش، مرتعی و تپه‌های ماسه‌ای به کشاورزی، وسعت ۴۰ کیلومترمربع از جنگل دست‌کاشت به مرتع و وسعت ۷ کیلومترمربع از مرتع به پهنه‌های بدون پوشش تبدیل شده است. به عبارتی مساحت مناطق ساخت انسان افزایش و مساحت اراضی مرتعی و پهنه‌های پوشش گیاهی طبیعی کاهش یافته است. این تغییرات تأثیر مستقیمی بر افزایش افزایش دمای سطحی دارد که به تبع آن بر کیفیت بازدهی خدمات اکوسیستم‌های طبیعی نیز اثر می‌گذارد. از طرفی سبب شده است تا بخشی از اراضی منطقه به کانون وقوع ریزگرد و پهنه‌های مستعد رخداد طوفان‌های گردوغبار محلی و منطقه‌ای تبدیل شود. این نتایج با یافته‌های ابراهیمی و همکاران (۱۴۰۲) که بیان کردند جایگزینی اراضی انسان‌ساخت دارای سطوح نفوذناپذیر با سطوح طبیعی و نفوذپذیر طی سال‌های ۱۹۷۸ تا ۲۰۱۷، سبب کاهش شاخص پوشش گیاهی و افزایش ضریب آلبیدو و دمای سطح زمین شده است مطابقت دارد. همچنین نتایج انتظاری و همکاران (۱۳۹۵) که بیان کردند حدود ۹۷/۳۵ درصد وسعت دریاچه پریشان در بازه ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۳، به زمین‌های بایر و اراضی کشاورزی تغییر کاربری داده و سبب کاهش پوشش گیاهی طبیعی و افزایش بیابان‌زایی و دمای سطح زمین شده، با یافته‌های این پژوهش همسو است.

علاوه بر این نتایج پایش مکانی پوشش ارضی نشان داد که در این بازه زمانی وسعت ۸۲ کیلومترمربع از مراتع و تپه‌های ماسه‌ای به جنگل دست‌کاشت تبدیل شده است. این تغییرات به واسطه فعالیت‌های بیابان‌دایی در حاشیه ریگ بلند بوده که طی دهه‌های ۶۰ تا ۸۰ با هدف تثبیت ماسه‌های روان انجام شده بود. به عبارتی مساحت اراضی طبیعی با پوشش گیاهی ضعیف و تنک کاهش یافته و مساحت اراضی با پوشش گیاهی متوسط افزایش یافته است. این تغییرات تأثیر مستقیمی بر کاهش دما در این پهنه‌ها دارد. از طرفی باعث شده تا ماسه‌های روان در بخشی از اراضی منطقه تثبیت شود که خود نشان از عملکرد مثبت طرح‌های بیابان‌دایی دارد. این نتایج با یافته‌های انصاری و نوروزی (۱۴۰۰) همسو است که بیان کردند طی بازه ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۰ با کاهش مساحت اراضی بدون پوشش و افزایش مساحت کاربری‌های پوشش گیاهی متوسط و سطوح آبی، میانگین دمای سطح زمین در جنوب شرق اهواز به‌عنوان کانون شماره ۴ منشأ گردوغبار داخلی، روند کاهشی داشته که این روند متأثر از تغییرات

کاربری اراضی و نشان دهنده تاثیر مثبت اقدامات اصلاحی انجام شده در راستای احیا پوشش گیاهی بوده است.

نتایج برآورد دمای سطحی از طریق تصاویر ماهواره‌ای نشان داد مقدار دمای سطح زمین از تراکم پوشش گیاهی و رطوبت سطحی تأثیر می‌پذیرد، به‌گونه‌ای که پهنه‌هایی با پوشش گیاهی ضعیف و رطوبت کم، دمای بیشتری را روی باندهای حرارتی تصاویر ماهواره‌ای نشان می‌دهد. لذا پوشش گیاهی و رطوبت سطحی سبب کاهش مقدار دما می‌شود. این نتایج با یافته‌های رنجبر و همکاران (۱۳۹۸) که دریافتند کاربری‌های اراضی با پوشش گیاهی متراکم دمای کمتری نسبت به کاربری با پوشش گیاهی ضعیف دارند، و همچنین یافته‌های جعفرزاده و حسنی‌تبار (۱۴۰۰) که بیان کردند زمین‌های بایر دمای بیشتری از سطوح آبی و دریاچه پشت سد مخزنی دارند، مطابقت دارد. در این راستا کاکه ممی و همکاران (۱۳۹۹) نیز بیان نمودند در اکثر مناطق با دمای کمتر، پوشش گیاهی انبوه‌تری وجود دارد و این بیانگر رابطه معکوس بین شاخص پوشش گیاهی و دمای سطح زمین است. همچنین محمودزاده و همکاران (۱۴۰۴) به این نتیجه رسیدند که رطوبت و پوشش گیاهی اثر خنک‌کنندگی بر کانون‌های حرارتی داشته و با ضرایب منفی، شدت آن را کاهش می‌دهد.

نتایج پایش دمای سطحی در بازه زمانی ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷ نشان داد وسعت پهنه‌های دمایی کمتر از ۴۰ درجه سیر نزولی و مساحت پهنه‌های دمایی بالای ۴۰ درجه سیر صعودی دارند. این روند نشان از افزایش دما بخصوص در طبقات دمایی حداکثری دارد. بخش از این افزایش در اثر گرمایش جهانی به وقوع پیوسته است و بخش دیگر آن وابسته به تغییرات پوشش ارضی که عمده پهنه‌های طبیعی را به کاربری‌های انسان‌ساخت مبدل ساخته است. تحلیل مکانی پهنه‌های طبیعی و پوشش گیاهی با طبقات دمایی نشان‌دهنده ارتباط بین آنها است. برای نمونه افزایش مقدار دمای سطح زمین بیشتر با تغییرات کاربری‌های انسان‌ساخت تطابق مکانی دارد به‌گونه‌ای که افزایش قابل توجهی در دمای مناطق ساخته شده مشاهده می‌شود. این نتایج با یافته‌های درویشی و همکاران (۱۳۹۸)، شعبانی و همکاران (۱۳۹۸) و صوفی بوبکران و همکاران (۱۴۰۱) که بیان کردند روند دمای سطحی افزایش بوده و این افزایش منطبق بر زمین‌های مسکونی، بایر و با پوشش گیاهی ضعیف است، مطابقت دارد.

در مجموع می‌توان گفت افزایش گرمایش زمین و پیامدهای آن به دلیل تغییر در مساحت طبقات پوشش ارضی منطقه مطالعاتی، برجسته و قابل توجه است لذا برای کاهش اثرات نامطلوب افزایش دمای سطحی، باید رفتار حرارتی پدیده‌ها و پوشش زمین مورد ارزیابی قرار گیرد. همچنین، امکان تشخیص کانون‌های حرارتی که با تنش‌های گرمایی مواجه هستند را فراهم می‌کند. علاوه بر این در اثر توسعه اراضی انسان‌ساخت در اطراف کاربری‌ای انسانی و مراکز تجمع جمعیت، نیاز به بازبینی سیاست‌ها و تصمیمات توسعه فعالیت‌های انسان به شیوه‌ای مناسب وجود دارد، چرا که تأثیر قابل توجهی بر افزایش دمای سطحی این مناطق دارد. یافته‌های این پژوهش به عنوان مرجعی برای برنامه‌ریزان جهت مدیریت منطقه در سال‌های آینده با استفاده از اطلاعات مبتنی بر تحلیل پوشش زمین و تغییر در دمای سطحی عمل می‌کند. همچنین ضرورت انجام پژوهش روی دمای سطح زمین می‌تواند با در نظر گرفتن تغییرات زمانی منظم به جای مشاهده تغییرات در بازه‌های طولانی مدت انجام شود تا نتایج دقیق‌تری در اختیار مدیران و برنامه‌ریزان قرار گیرد و با اتخاذ سیاست‌های کارآمد، شرایط زندگی بهتری برای انسان‌ها فراهم آورد.

References

- Abedini, M., & Pasban, A. (2023). Examination and Evaluation of the Assessment between Land Surface, Land Use and Vegetation Index (Case Study: Khiavchai Watershed, Meshginshahr). *Geography and Human Relationships*, 6(3), 22-37. <https://doi.org/10.22034/gahr.2023.418850-1953> [In Persian]
- Amiri, F., & Tabatabaei, T. (2022). The effect of land use change/land cover on land surface temperature in the coastal area of Bushehr. *RS & GIS for Natural Resources*, 13(2), 130-147. https://journals.iau.ir/article_692349.html?lang=en [In Persian]

- Ansari, M., & Norouzi, A. (2021). Investigation of land surface temperature trends relative to land use changes in dust sources of South East Ahwaz Using Landsat 8 Satellite Data. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 52(7), 1825-1840. <https://doi.org/10.22059/ijswr.2021.324040.668978> [In Persian]
- Asghari Saraskanroud, S., Faal Naziri, M., & Ghale, E. (2019). The Relationship of Different Land Uses with Land Surface Temperature based on Spatial Correlation (Moran) Analysis Using Landsat 8 Satellite Images (OLI) (Case Study: Ardebil City). *Geography and Environmental Planning*, 30(1), 93-110. <https://doi.org/10.22108/gep.2019.117845.1170> [In Persian]
- Damayanti, A., Khairunisa, F. I., & Maulidina, K. (2023). Impacts of land cover changes on land surface temperature using landsat imagery with the supervised classification method. *Aceh International Journal of Science and Technology*, 12(1), 116-125. <https://doi.org/10.13170/aijst-12.1.30834>
- Darvishi, S., Rashidpour, M., & Soleimani, K. (2019). Analysis of Land Use Role in the Formation of Thermal Islets of Marivan County Using Landsat Satellite Images. *Geography and Development*, 17(54), 143-162. <https://doi.org/10.22111/gdj.2019.4361> [In Persian]
- Ebrahimi, A., Safarrad, T., & Janbaz Ghobadi, G. (2023). Evaluation of land use changes and its effect on surface albedo and surface temperature Case study: Cities from Sari to Chalous. *Physical Geography*, 16(59), 1-21. https://journals.iau.ir/article_698994.html?lang=en [In Persian]
- Entezari, A., Amir Ahmadi, A., Aliabadi, K., Khosravian, M., & Ebrahimi, M. (2016). Monitoring land surface temperature and evaluating change detection land use (case study: Parishan Lake Basin). *Hydrogeomorphology*, 3(8), 113-139. https://hyd.tabrizu.ac.ir/article_5769.html?lang=en [In Persian]
- Fahmy, A. H., Abdelfatah, M. A., & El-Fiky, G. (2023). Investigating land use land cover changes and their effects on land surface temperature and urban heat islands in Sharqiyah Governorate, Egypt. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 26(2), 293-306. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2023.04.001>
- Ghorbannia, V., Mirsanjari, M., Liaghati, H., & Armin, M. (2017). Estimating land surface temperature of land use and land cover in Dena County using single window algorithm and landsat 8 satellite data. *Advanced Environmental Sciences*, 15(2), 55-74. https://envs.sbu.ac.ir/article_97845.html?lang=en [In Persian]
- Houghton, J. T., Ding, Y., & Griggs, D. J. (2001). *Climate Change 2001. The Scientific Basis* New York Cambridge University Press.
- Jafarzadeh, J., & Hassanitabar, S. M. (2022). Application of remote sensing in extracting ground surface temperature and examining its compliance with land use patterns. *Journal of Remote Sensing and GIS Applications in Environmental Sciences*, 1(1), 51-66. https://rsgi.tabrizu.ac.ir/article_14398.html?lang=en [In Persian]
- Jang, J., Lee, W., Choi, M., Kang, C., & Kim, H. (2020). Roles of urban heat anomaly and land-use/land-cover on the heat-related mortality in the national capital region of South Korea: a multi-districts time-series study. *Environment International*, 145, 106127. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106127>
- Kakehmami, A., Ghorbani, A., Asghari, S. S., Ghale, E., & Ghafari, S. (2020). Study of the relationship between land use and vegetation changes with the land surface temperature in Namin County. *Remote Sensing and Geographic Information Systems for Natural Resources*, 11(2), 27-48. https://journals.iau.ir/article_674652.html [In Persian]
- Khan, S. A., Vanselow, K. A., Sass, O., & Samimi, C. (2022). Detecting abrupt change in land cover in the eastern Hindu Kush region using Landsat time series (1988–2020). *Journal of Mountain Science*, 19(6), 1699-1716. <https://doi.org/10.1007/s11629-021-7297-y>

- Madanian, M., Soffianian, A. R., Koupai, S. S., Pourmanafi, S., & Momeni, M. (2018). The study of thermal pattern changes using Landsat-derived land surface temperature in the central part of Isfahan province. *Sustainable Cities and Society*, 39, 650-661. <https://doi.org/10.1016/j.scs.-2018.03.018>
- Mahmoudzadeh, H., Hakimi, H., & Asghari Fesghendis, R. (2025). An Examination of the Dynamics of Urban Heat Islands Utilizing a Multi-Temporal Methodology (Case Study: District 4 of Tabriz Metropolis). *Journal of Remote Sensing and GIS Applications in Environmental Sciences*, 5(16), 69-94. https://rsgi.tabrizu.ac.ir/article_20725.html?lang=en [In Persian]
- Mikaili Haji Kandi, K., Sobhani, B., & Vramesh, S. (2021). Detection of Surface Temperature Changes Using Satellite Images and Real Data and its Relationship with the Covered Vegetation in the Southern Part of the Lake Urmia. *Geographical Research*, 36(2), 191-203. <https://georesearch.ir/article-1-1032-fa.html> [In Persian]
- Nadizadeh Shorabeh, S., Hamzeh, S., Kiavarz, M., & Afsharipoor, S. K. (2018). Effects of spatial and temporal land use changes and urban development on the increase of land surface temperature using landsat multi-temporal images (case study: Gorgan city). *Geographical Urban Planning Research (GUPR)*, 6(3), 545-568. <https://doi.org/10.22059/jurbangeo.2018.262673.945> [In Persian]
- 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>
- Ranjbar, A., Vali, A.A., Mokarram, M., & Tari Panah, F. (2019). Evaluation of Land surface temperature and related parameters using Landsat images, Case study: Kharestan Watershed. *Application of Geographic Information Systems and Remote Sensing in Planning*, 35(10), 85-106. https://journals.iau.ir/article_667967.html [In Persian]
- Ranjbar-Fordoei, A., Mousavi, S. H., & Vaisi, V. (2018). Analysis of solar radiation potential in arid and semiarid areas of Central Iran using remote sensing data. *Scientific-Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR)*, 27(107), 41-48. <https://doi.org/10.22131/sepehr.2018.33550>
- Shabani, M., Darvishan, S., & Solaimani, K. (2019). Investigating the effects of land use change on spatiotemporal patterns of land surface temperature and thermal islands (Case study: Saqez County). *Geography and Environmental Planning*, 30(1), 37-54. <https://doi.org/10.22108/gep.-2019.115781.1127> [In Persian]
- Sufi Bobkaran, O., Rostamzadeh, H., & Valizadeh Kamran, K. (2022). Identification of Urban Growth and Its Impact on UHI Using Remote sensing data case study Tabriz city. *Journal of Remote Sensing and GIS Applications in Environmental Sciences*, 2(4), 56-37. https://rsgi.tabrizu.ac.ir/article_15837.html?lang=en [In Persian]
- Teimouri, I., Asghari Zamani, A., & Torabi, S. (2023). Investigating the impact of urban morphological factors on thermal islands in cities, a case study: Urmia city (2021-2015 period). *Journal of Remote Sensing and GIS Applications in Environmental Sciences*, 2(5), 111-97. https://rsgi.tabrizu.ac.ir/article_16594.html [In Persian]
- Vohra, R., & Kumar, A. (Eds.). (2024). *Advanced geospatial practices in natural environment resource management*. IGI Global.
- Vohra, R., & Tiwari, K. C. (2023). Analysis of land use and land cover changes and their impact on temperature using landsat satellite imageries. *Environment, Development and Sustainability*, 25(8), 8623-8650. <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02416-1>
- Vohra, R., Kumar, A. Jain, R., & Hemanth, D J. (2024). Analysis and prediction of land surface temperature with increasing urbanisation using satellite imagery. *Heliyon*, 10(22), e40378. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e40378>

- Wang, S., Ma, Q., Ding, H., & Liang, H. (2018). Detection of urban expansion and land surface temperature change using multi-temporal landsat images. *Resources, Conservation and Recycling*, 128, 526-534. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2016.05.011>
- Xiao, H., & Weng, Q. (2007). The impact of land use and land cover changes on land surface temperature in a karst area of China. *Journal of Environmental Management*, 85(1), 245-257. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2006.07.016>
- Zhou, X., & Wang, Y. C. (2011). Dynamics of land surface temperature in response to land-use/cover change. *Geographical Research*, 49(1), 23-36. <https://doi.org/10.1111/j.1745-5871.2010.00686.x>