Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems
Online ISSN: 1531-2783 Print ISSN: 5970-2423

Analysis of land surface temperature (LST) changes in afforested areas of Khuzestan province (Case study: Dasht-e Azadegan county)

Zohreh Khorsandi Kouhanestani [*1], Masomeh Movaghari Roodposhti [2]

[1] Assistant Professor, Department of Nature Engineering, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran, khorsandi@asnrukh.ac.ir
[2] Assistant Professor, Department of Nature Engineering, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran, Movaghari@asnrukh.ac.ir

ARTICLE INFO.

Article type:
Research Paper

Article history
Received: 15 February 2026
Revised: 6 May 2026
Accepted: 19 May 2026
Published online: 20 May 2026

Keywords:
Arid and Semi-arid, Land Surface Temperature, Microclimate, NDVI

ABSTRACT

Extensive land cover changes, coupled with climate change in recent years, have led to increased land surface temperature (LST), subsequently elevating evaporation rates and reducing available water resources. This study aimed to evaluate the impact of afforestation projects on the trends of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and land surface temperature (LST) in Dasht-e Azadegan County, Khuzestan Province. Landsat 5, 7, 8 and 9 satellite imagery over a 25-year period (before and after afforestation) was utilized. Following land use mapping via supervised classification and the Random Forest algorithm, NDVI and LST (derived using the Single-Channel Algorithm) were extracted. The kappa coefficient and overall accuracy were 0.96 and 89.7%, respectively, that showed very good accuracy of the produced land use map.Trend analysis was performed using time-series graphs and statistical methods. Results indicated that afforested and irrigated agricultural areas significantly increased the regional mean NDVI. Despite a rising trend in air temperature during the study period, the LST in afforestration area increased 0.35 centigrade. But the LST trend was not statistically significant. LST in afforested areas was lower than LST in rangelands. This effect is primarily driven by shading and evapotranspiration mechanisms. However, the cooling intensity varied depending on factors such as vegetation density, albedo, and proximity to moisture sources. Afforestation can serve as an effective management strategy for enhancing vegetation cover, moderating microclimate, and reducing thermal stress in hot and arid regions.

Citation: Khorsandi Kouhanestani, Z., & Movaghari Roodposhti, M. (2026). Analysis of land surface temperature changes in afforested areas of Khuzestan province (Case study: Dasht-e Azadegan county). *Journal of Rainwater Catchment Systems*, 14(1), 1-18.

DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.1.7.4

Publisher: Iranian Rainwater Catchment Systems Association
© Author(s)

***Corresponding author:** Zohreh Khorsandi Kouhanestani
Address: Department of Nature Engineering, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran
Tel: +989132023182
Email: Khorsandi@asnrukh.ac.ir

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.1.7.4]

Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems
Online ISSN: 1531-2783 Print ISSN: 5970-2423

Analysis of land surface temperature changes in afforested areas of Khuzestan province (Case study: Dasht-e Azadegan county)

Zohreh Khorsandi Kouhanestani[*1], **Masomeh Movaghari Roodposhti** [2]

[1] Assistant Professor, Department of Nature Engineering, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran, Email: khorsandi@asnrukh.ac.ir
[2] Assistant Professor, Department of Nature Engineering, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran, Email: khorsandi@asnrukh.ac.ir

EXTENDED ABSTRACT

Introduction: Increased land surface temperature (LST) is a major consequence of land-use change and human pressures in arid and semi-arid regions. Khuzestan province, due to its arid and hot climate, industrial development, and extensive land cover changes, has faced intensifying urban heat island effects and environmental stresses in recent years. Landsat satellite imagery, due to its suitable spatial resolution, free access, and long-term archive, is considered one of the most important data sources for monitoring land cover changes and thermal parameters. The main target of this research is to estimate and analyze changes in NDVI and land surface temperature in some of the fenestration of Khuzestan province using Landsat5, 7, 8 and 9 satellite imagery and to investigate the role of afforestation in moderating land surface thermal conditions. The implementation of afforestation programs has been proposed as a management strategy for mitigating thermal conditions, improving vegetation cover, and increasing ecosystem sustainability.

Methodology: This research employed Landsat 5, 7, 8 and 9 satellite imagery, capturing periods both before and after the establishment of key afforestation projects. All data processing was conducted using the Google Earth Engine platform and ArcGIS software. To ensure robustness in temporal analysis, images with minimal cloud contamination were selected across multiple seasons and years. The spatial extent of the planted forests was delineated by generating a land use/land cover map. This was achieved through a supervised classification approach, utilizing various spectral band combinations and the Random Forest machine learning algorithm. The NDVI was derived from the red and near-infrared bands to serve as a primary indicator of vegetation vigor and density, enabling a detailed analysis of spatio-temporal greening patterns. Time-series plots of NDVI were constructed for each afforestation site to visualize and assess trends over the study period. Land surface temperature (LST) was retrieved using the established Single-Channel Algorithm. This technique leverages the differential atmospheric absorption in two adjacent thermal infrared bands to accurately correct for atmospheric effects and derive surface temperature. LST values were extracted for all land cover classes, and comparative analysis was performed to evaluate temperature changes before and after afforestation.

Results and Discussion: Analysis of the Landsat time series revealed that afforestation and agricultural expansion in the Dasht-e Azadegan region over the past 25 years have substantially increased the regional average NDVI. Notably, these green covers exerted a significant moderating influence on land surface temperature. While a clear warming trend was observed in near-surface air temperature over the 25-year period, this trend was not statistically significant for LST within the afforested patches. This finding points to a distinct cooling effect attributable to the planted forests.

The moderating impact on LST is primarily driven by biophysical mechanisms such as shading and evapotranspiration. However, the strength of this cooling effect varied spatially and was mediated by several factors, including vegetation density, surface albedo, proximity to water sources, and the inherent characteristics of the semi-arid climate. Interestingly, some sparsely planted areas with lower albedo even exhibited higher LST compared to surrounding rangelands or urban zones. In contrast, densely vegetated, irrigated agricultural fields showed a distinct negative temperature trend. A counterintuitive finding was that urban areas in this study displayed a milder temperature increase compared to many natural, dryland surfaces. This phenomenon, noted in

***Corresponding author:** Zohreh Khorsandi Kouhanestani
Address: Department of Nature Engineering, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.
Tel: +989132023182
Email: Khorsandi@basnrukh.ac.ir

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.1.7.4]

ISSN (Online): 2783-1531 - ISSN (Print): 2423-5970

other semi-arid cities, may be explained by factors such as shading from buildings, the use of high-albedo construction materials, extensive irrigated urban greenery, and the higher thermal capacity of moist urban soils relative to the dry, bare soils typical of the surrounding natural landscape.

Conclusion: This study demonstrates that integrating satellite remote sensing with cloud-computing platforms like Google Earth Engine provides a powerful and efficient methodology for assessing the environmental impacts of afforestation. The observed rise in NDVI and concurrent mitigation of LST in planted areas underscore the potential of strategic afforestation to improve local microclimates and alleviate thermal stress in hot, dry regions such as Khuzestan. These findings offer a scientific foundation for informed land management and future afforestation planning aimed at enhancing ecological resilience and sustainability.

Ethical Considerations

Data availability statement: The datasets are available upon a reasonable request to the corresponding author.

Funding:

Authors' contribution: **Khorsandi Kouhanestani, Z.:** Conceptualization, performing software and statistical analyses, and writing the introduction, research methodology, results, and parts of the discussion section of the manuscript; **Movaghari Roodposhti, M.:** Editing and revising the article and participating in writing the introduction, results, and discussion sections.

Conflicts of interest: The authors of this paper declared no conflict of interest regarding the authorship or publication of this article.

Acknowledgment: The authors acknowledge the Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, where this research was conducted as part of an independent study.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.1.7.4]

Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems
مجله علمی سامانه‌های سطوح آبگیر باران ایران
شاپا الکترونیکی: ۲۷۸۳-۱۵۳۱ شاپا چاپی: ۲۴۲۳-۵۹۷۰

بررسی تغییرات دمای سطح زمین در جنگل‌های دست‌کاشت استان خوزستان (مطالعه موردی: شهرستان دشت آزادگان)

زهره خورسندی کوهانستانی *[۱]، معصومه موقری رودپشتی[۲]

[۱] استادیار گروه مهندسی طبیعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران، Khorsandi@asnrukh.ac.ir
[۲] استادیار گروه مهندسی طبیعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران، Movaghari@asnrukh.ac.ir

مشخصات مقاله

نوع مقاله:
علمی-پژوهشی

تاریخچه مقاله

دریافت: ۲۶ بهمن ۱۴۰۴

بازنگری: ۱۶ اردیبهشت ۱۴۰۵

پذیرش: ۲۹ اردیبهشت ۱۴۰۵

انتشار برخط: ۳۰ اردیبهشت ۱۴۰۵

واژه‌های کلیدی:
خشک و نیمه‌خشک، دمای سطح زمین، ریزاقلیم، شاخص نرمال شده تفاضل پوشش گیاهی

چکیده

تغییرات گسترده پوشش زمین، در سال‌های اخیر با تغییرات اقلیمی باعث افزایش دمای سطح زمین و به دنبال آن افزایش تبخیر و کم شدن منابع آبی دردسترس شده است. این پژوهش با هدف ارزیابی تأثیر طرح‌های جنگل‌کاری دست‌کاشت بر روند تغییرات شاخص پوشش گیاهی (NDVI) و دمای سطح زمین (LST) در شهرستان دشت آزادگان استان خوزستان انجام شده است. در این پژوهش، از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ و ۹ طی یک دوره ۲۵ ساله (قبل و پس از اجرای جنگل‌کاری) استفاده شد. پس از تهیه نقشه کاربری اراضی با روش طبقه‌بندی نظارت‌شده و الگوریتم جنگل تصادفی، شاخص NDVI و LST (با استفاده از الگوریتم تک کاناله) استخراج شدند. ضریب کاپا و صحت کلی در این پژوهش به‌ترتیب ۰/۹۶ و ۹۴/۸ درصد، به‌دست آمد که نشان‌دهنده دقت خیلی خوب نقشه کاربری اراضی دشت آزادگان است. تحلیل روند تغییرات با ترسیم نمودارهای سری‌زمانی و روش‌های آماری صورت گرفت. نتایج نشان داد که مناطق جنگل‌کاری شده و کشاورزی آبی، میانگین NDVI منطقه را به‌طور معناداری افزایش داده‌اند. علی‌رغم روند افزایشی دمای هوا در دوره مطالعه، LST در طی این دوره ۰/۳۵ درجه سانتی‌گراد افزایش یافته است اما روند LST از نظر آماری معنادار نبود. دمای سطح زمین در مناطق جنگل کاری شده کم‌تر از مراتع بود. این اثر عمدتاً از طریق مکانیسم‌های سایه‌اندازی و تبخیرتعرق ایجاد می‌شود. با این حال، شدت اثر خنک‌کنندگی تحت تأثیر عواملی چون تراکم پوشش، آلبیدو و مجاورت با منابع رطوبت متغیر بود. جنگل‌کاری می‌تواند به‌عنوان یک راهبرد مدیریتی مؤثر، در بهبود پوشش گیاهی، تعدیل ریزاقلیم و کاهش تنش‌های حرارتی در مناطق گرم و خشک ایفای نقش کند.

استناد: خورسندی کوهانستانی، زهره و موقری رودپشتی، معصومه (۱۴۰۵). بررسی تغییرات دمای سطح زمین در جنگل‌های دست‌کاشت استان خوزستان (مطالعه موردی: شهرستان دشت آزادگان). *سامانه‌های سطوح آبگیر باران*، ۱۱(۳)، ۱۲۱-۱۳۶.

DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.1.7.4

ناشر: انجمن علمی سیستم‌های سطوح آبگیر باران ایران

© نویسندگان

* **نویسنده مسئول:** زهره خورسندی کوهانستانی

نشانی: استادیار گروه مهندسی طبیعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان،ملاثانی، ایران

تلفن: ۰۹۱۳۲۰۲۳۱۸۲

پست الکترونیکی: Khorsandi@asnrukh.ac.ir

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-24]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.1.7.4]

مقدمه

پوشش گیاهی جزء اصلی بیوسفر است که از طریق تبادل انرژی، کربن و آب بین بیوسفر و اتمسفر نقش مهمی در سیستم اقلیمی ایفا می کند. مطالعات نشان داده است تغییرات اقلیمی و تغییر در چرخه آب به شدت بر روی بیوسفر و جزء اصلی آن یعنی گیاهان اثر گذار است. در دهه های اخیر پوشش گیاهی با فعالیت‌های انسانی مانند شهرنشینی و کشاورزی و سایر عوامل به شدت تغییر کرده است. بنابراین، می‌توان از تغییرات پوشش گیاهی به عنوان شاخصی برای بیان تغییر اقلیم، تخریب طبیعت و فعالیت‌های انسانی استفاده کرد (Bagherzadeh et al.,2022). تغییرات حاصل از فعالیت‌های انسانی در سطحی کوچک و با شدت کم در بلندمدت می‌تواند موجب تغییراتی در الگوهای پوشش گیاهی و کاربری زمین و در نهایت ریزاقلیم منطقه شود (Gao et al., 2019) پایش تغییرات پوشش گیاهی در سطح منطقه‌ای و استانی با استفاده از روش‌های میدانی برای بررسی و پایش پوشش گیاهی در زمان و مکان، به دلیل وسعت زیاد، پیچیدگی، میزان و ماهیت آن دشوار است. روش‌های مختلفی برای ارزیابی تغییرات پوشش گیاهی در مقیاس زمانی و مکانی وجود دارد. در این بین استفاده از سنجش از دور به عنوان ابزاری قدرتمند در این زمینه مورد استفاده قرار گرفته است (Jahantigh and Jahantigh, 2020). یکی از شاخص‌هایی که در این زمینه بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرد شاخص تفاوت پوشش گیاهی نرمال شده (NDVI)[1] است. این شاخص بر این اساس استوار است که میزان کلروفیل موجود در ساختار گیاهان می‌تواند نور قرمز را جذب و لایه مزوفیل برگ نور مادون قرمز نزدیک را منعکس سازد. بنابراین بررسی تغییرات شاخص NDVI می‌تواند در زمینه پایش تغییرات پوشش گیاهی بسیار کمک کننده باشد (Gao et al., 2019).

یکی از پارامترهای تاثیرپذیر از تغییرات پوشش گیاهی دمای سطح زمین است. بیش از یک دهه است که دمای سطح زمین به عنوان یک پارامتر برای درک تغییرات اقلیمی در سطح جهانی مورد استفاده قرار گرفته است. این شاخص در بسیاری از فرایندهای سطحی و تغییرات اقلیمی کاربرد دارد به همین دلیل دمای سطح زمین (LST)[2] یک پارامتر مهم در تعادل انرژی سطح زمین به شمار می‌رود. دمای سطح زمین نقش مؤثری بر فرایندهای محیطی دارد. دمای سطح زمین بر مسایل زیست محیطی مثل میزان تبخیر و تعرق، جزایر حرارتی، رطوبت خاک و پوشش گیاهی اثرگذار است، که این عوامل بر تبادل آب و انرژی بین سطح زمین و اتمسفر نقش مهمی دارد (Gao et al., 2019).

تغییرات کاربری اراضی به واسطه تغییر در پوشش زمین، میزان نفوذ خاک، نوع پوشش گیاهی، تغییر شیب و میزان بازتاب خورشید، ذخیره سازی گرمای خاک، تبخیر، دما و مقدار رطوبت خاک را تحت تاثیر قرار می‌دهند. جنگل‌های دست‌کاشت با توجه به اینکه میزان و نوع و میزان پوشش گیاهی زمین را تغییر می‌دهد بر روی میزان دمای منطقه جنگل‌کاری اثرگذار است. اما میزان تغییرات ایجاد شده در دمای خاک باید مورد ارزیابی قرار گیرد چرا که میزان تغییر کاربری یا به عبارتی تغییر پوشش زمین بر روند دمای سطح زمین برای مدیریت منابع آب و خاک بسیار موثر است (Khaledi et al., 2022).

مطالعات بسیاری استفاده از داده های چند طیفی ماهواره‌ای را به طور موفقیت‌آمیز در پژوهش های محیطی استفاده کرده‌اند (Sohrabi et al., 2021; Jahani et al., 2024; Jahdi, 2023) از سال ۱۹۸۰ تاکنون از تصاویر ماهواره‌ای برای برآورد دمای سطح زمین استفاده شده است (Lillesand, 2014) فناوری سنجش‌ازدور، امکان پایش مکانی و زمانی این کمیت را در سطوح وسیع فراهم می‌آورد (Zarei et al., 2021) برای این منظور روش‌های متعددی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. Arvin (2019) با استفاده از الگوریتم پنجره مجزا برای برآورد دمای سطح خاک منطقه اصفهان استفاده کرد و دریافت این الگوریتم دارای کارایی مناسب برای برآورد دمای سطح زمین است. Mohammadi et al. (2021) تغییرات دمایی کاربری‌های اراضی مختلف در شهر زنجان را در بازهٔ زمانی ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۹ با مقایسه الگوریتم‌های برآورد LST، ارزیابی کردند. نتایج این پژوهش نشان داد دوره مورد مطالعه الگوریتم تک کانال (SC)[3] دارای کمترین RMSE و MAE و بیشترین دقت است. Sekertekin and Bonafoni (2022) میزان دمای سطح زمین را با سه الگوریتم انتقال تابش، الگوریتم تک کاناله و تک پنجره برآورد کردند و نتایج نشان داد برآورد ها دارای نتایج رضایت‌بخشی بوده است.

Bondar et al. (2021) در دشت مشهد، با استفاده از تصاویر ماهواره لندست ۵، لندست ۷ و لندست ۸ بین سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۶ به کمک روش‌های مختلف تعیین دمای سطح (LST)، دمای پوشش گیاهی را محاسبه کردند. نتایج استفاده از الگوریتم‌های مختلف محاسبه LST در دشت مشهد نشان داد که روش پنجره مجزا (SW)[4] نسبت به سایر روش‌ها مقادیر بالاتری از LST را ارائه می‌دهد، در مناطق شهری، از بین روش‌های مختلف تعیین LST، بیش‌ترین همبستگی‌ها بین دمای هوا در ایستگاه سینوپتیک مشهد و LST محاسباتی به روش تک کاناله یا SC دیده شد (R^2=0.964) در مناطق کوهستانی و کشاورزی، نیز بیش‌ترین همبستگی‌ها بین دمای هوا و LST

[1] Normalized Difference Vegetation Index
[2] Land Surface Temperature
[3] Single-Channel Algorithm
[4] Split-Window Algorithm

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-24]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.1.7.4]

محاسباتی به روش تک پنجره اصلاحی یا IMW دیده شد. Feng et al. (2019) رابطه بین تغییرات دمای سطح خاک را با سه فاکتور شاخص نرمال شده تفاضل پوشش گیاهی (NDVI)،شاخص نرمال شده تفاضل ساخت و ساز (NDBI)[1] و شاخص نرمال شده تفاضل آب (NDWI)[2] را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این مطالعه نشان داد که دمای سطح خاک به شدت تحت تاثیر سه عامل ذکر شده قرار دارد.

Moradpour et al. (2022) از داده‌های ماهواره لندست برای برآورد دمای سطح زمین استفاده نمودند و نتایج نشان داد که دمای بالا در برخی از نقاط شهر اهواز، حاکی از فعالیت‌های صنعتی موجود در شهر اعم از صنایع فولاد، شرکت‌های نفت و نبود پوشش گیاهی کافی در زمین‌های بایر شهر بود. همچنین، Abiyat et al. (2023) ابتدا تأثیر تغییرات کاربری اراضی بر دمای سطح زمین در شهر اهواز را بررسی کردند بدین منظور از تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۲۰۰۲، ۲۰۱۳ و ۲۰۲۰ استفاده نمودند و با روش شیءگرا، طبقه‌بندی‌شده انجام گرفت و دمای سطح زمین با استفاده از الگوریتم پنجره مجزا محاسبه شد. نتایج این مطالعه بر اثر زیاد پوشش‌گیاهی در کاهش دمای سطح زمین و شدت جزایر حرارتی تاکید کرد. Alemu (2019) طی مطالعه‌ای تغییرات زمانی و مکانی دمای سطح زمین را با شاخص NDVI در حوضه آبخیز آنداسا در اتیوپی دریافتند که شاخص دمای سطح با NDVI رابطه معکوس دارند.(2020) .Kakehmami et al طی مطالعه‌ای رابطه دمای سطح زمین و کاربری اراضی در شهرستان نمین، دریافتند نوع کاربری و تغییرات کاربری اراضی و پوشش گیاهی تاثیر محسوسی در تغییرات دمای سطح زمین دارد. در مناطق با دمای کمتر، پوشش گیاهی انبوه‌تری وجود دارد که بیانگر رابطه معکوس بین شاخص پوشش گیاهی و دمای سطح زمین است.

با توجه به مطالب ارائه شده می توان دریافت استفاده از سنجش از دور در برآورد دمای سطح زمین نتایج رضایت بخش داشته است و محققین مختلف کاربرد این ابزار را توصیه نموده‌اند. همچنین بر پوشش گیاهی و تراکم آن به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل موثر بر دمای سطح خاک تاکیده شده است، تغییرات دمای سطح زمین نیز می‌تواند بر چرخه آب و تغییرات اقلیمی موثر باشد. یکی از مناطق گرم و خشک ایران که به شدت توسط بیابانزایی مورد تهدید است، شهرستان دشت آزادگان در استان خوزستان است. در این منطقه به منظور کنترل و کاهش روند بیابانزایی، برنامه جنگل کاری اجرا شده است. این پژوهش با هدف بررسی تاثیر جنگل های دست کاشت بر دمای سطح زمین و تغییرات درصد پوشش گیاهی از طریق برآورد NDVI در طی ۲۵ سال اخیر انجام شده است.

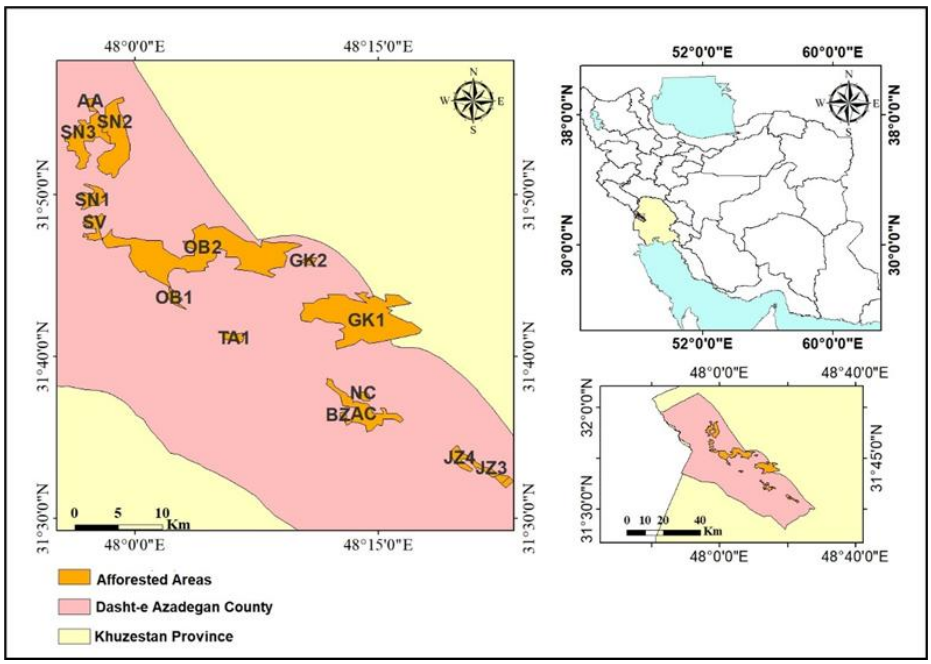
مواد و روش تحقیق

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش، شهرستان دشت آزادگان در غرب استان خوزستان است. در این منطقه در سالهای گذشته توسط اداره منابع طبیعی استان خوزستان جنگل‌های دست کاشت به منظور کنترل بیابان‌زایی صورت گرفته است. در این مطالعه تغییرات دمای سطح زمین در ۱۷ محدوده جنگل دست کاشت بیابانی مورد ارزیابی و بررسی قرار گرفت که موقعیت این جنگل‌ها در شهرستان دشت آزادگان و استان خوزستان در شکل (۱) ارائه شده است.

[1] Normalized Difference Built-up Index
[2] Normalized Difference Water Index

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-24]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.1.7.4]



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

Figure 1- Location of the study area

در این منطقه برای ایجاد جنگل های دست کاشت در همه قطعات گونه سمر (Prosopis juliflora) و در قطعات SN1-3 و GK1 به جز سمر، گونه گز شاهی (Tamarix aphylla) نیز کاشته شده است. سن درختان در اکثر قطعات مورد مطالعه اغلب بیش‌تر از ۲۵ سال و سایر قطعات نیز بین ۲۰ تا ۲۵ سال است. تراکم درختان در بیش‌تر قطعات ۵۰ تا ۱۰۰ اصله در هکتار است اما در قطعات AA و ob2 تراکم بالاتری (۱۰۰–۲۰۰ اصله در هکتار) دیده می شود، در حالی که برخی مناطق مانند NC و بخش‌هایی از SN و JZ3 تراکم‌های پایین‌تر (کم‌تر از ۵۰ اصله در هکتار) دارند. درصد تاج پوشش بیش‌تر قطعات مورد مطالعه ۱۱–۲۰ درصد و در مناطق AA، ob2 و بخش‌هایی از SN1 پوشش بالاتر (۲۱–۵۰ درصد) و منطقه GK1 پوشش بسیار کم (کم‌تر از ۱۰ درصد) وجود دارد. در نهایت، از نظر ارتفاع درختان، اکثر قطعات دارای ارتفاع غالب بیش از ۳ متر هستند. در برخی قطعات مانند TA1, JZ1, JZ3, JZ4, SV, SN1, SN3, NC ارتفاع ۲ تا ۳ متر است و در قطعه GK1 درختان با ارتفاع کم‌تر از ۲ متر نیز دیده می شود.

روش کار

بررسی تغییرات دمای هوا در محدوده مورد مطالعه با کمک داده های ثبت شده دمای هوا در ایستگاه سوسنگرد و بستان در طی دوره آماری ۱۳۷۸ تا ۱۴۰۲ انجام شد. به منظور برآورد دما و شاخص پوشش استاندارد شده در برخی از جنگل‌های دست‌کاشت استان خوزستان از تصاویر ماهواره لندست۵، ۷، ۸ و ۹، Collection 2 استفاده شد. کلیه تصاویر موجود در آرشیو سامانه گوگل ارث انجین که دارای پوشش ابر کم‌تر از ۱۰ درصد بودند برای براورد میانگین ماهانه دمای سطح زمین و NDVI به کار گرفته شدند. پردازش ها به کمک سامانه گوگل ارث انجین و Arcgis انجام گرفت. ویژگی داده های به کار رفته در این پژوهش در جدول (۱) آورده شده است. تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده و با کمک الگوریتم جنگل تصادفی، بدست آمد و مرز محدوده جنگل‌های دست کاشت مشخص شد.

جدول ۱- ویژگی های سری زمانی تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده

Table 1 - Characteristics of the satellite image time series used

Bands	Sensor	Row	Path	Time period	Satelite
Band 3, 4, 6	TM	38	166	1999-2013	Landsat 5
Band 3, 4, 6	ETM+	38	166	2013-2014	Land sat 7
SR_B 4, SR_B 5, B 10	OLI/TIRS	38	166	2014-2022	Land sat 8
SR_B 4, SR_B 5, B 10	OLI-2/TIRS-2	38	166	2022-2024	Land sat 9

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.1.7.4]

شاخص تفاوت پوشش گیاهی نرمال شده با استفاده از باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک و با کمک رابطه زیر بدست می‌آید. برای بررسی تغییرات این شاخص و بررسی تاثیر جنگل‌کاری‌ها در منطقه لازم نمودار سری زمانی تغییرات NDVI ترسیم گردد. برای براورد این شاخص از رابطه (۱) استفاده می‌گردد.

$$NDVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R)} \quad (۱)$$

برای این منظور سری زمانی تصاویر بازتاب زمینی (Surface reflectance) باند های ۴ و ۵، ماهواره لندست ۸ و ۹ و تصاویر بازتاب زمینی سنجنده TM و +ETM باند های ۳ و ۴ به‌ترتیب در ماهواره‌های لندست ۵ و ۷ در سامانه گوگل ارث انجین مورد استفاده قرار گرفته و نمودار سری زمانی شاخص NDVI برای منطقه جنگل‌کاری ترسیم شد.

برای تهیه نقشه دمای سطح زمین از روش تک کاناله استفاده شد، در طول سه دهه گذشته محققین زیادی بر اساس روشهای تجربی پارامترهای الگوریتم تک کاناله را محاسبه کرده‌اند. بدین منظور علاوه بر نقشه شاخص نرمال شده تفاضل پوشش گیاهی (NDVI)، برای برآورد رادیانس طیفی لایه بالای اتمسفر از باند ۱۰ سنجنده حرارتی سنجنده TIRS_2و TIRS ماهواره لندست ۸ و ۹ و باند ۶ سنجنده TM و +ETM ماهواره های لندست ۵ و ۷ نیز استفاده شد. ابتدا مقادیر DN باند حرارتی با استفاده از ضرایب مقیاس‌دهی موجود در فایل Meta Data به TOA Radiance تبدیل شد، سپس با استفاده از ثابت‌های حرارتی ، دمای روشنایی (Brightness Temperature) محاسبه شد و در ادامه با اعمال گسیلمندی استخراج‌شده از NDVI، دمای سطح زمین برآورد شد. با کمک رابطه (۲) ارزش رقومی تصاویر به رادیانس طیفی تبدیل می‌شود.

$$L_Y = M_L Q_{cal} + A_L \quad (۲)$$

در این رابطه Ly رادیانس طیفی بالای اتمسفر، ML عامل مقیاس سازی ضربی باند خاص، AL عامل مقیاس سازی جمعی باند خاص، Qcal ارزش رقومی باند (DN) می باشد. مقادیر Ml و Al از فایل مرجع تصاویر قابل استخراج است. سپس با کمک ثابت حرارتی در فایل مرجع تصویر، رادیانس طیفی به دمای روشنایی تبدیل می‌شود.

$$\mathrm{BT}=\frac{K_2}{Ln\left(\frac{K_1}{L_Y}+1\right)} \quad (۳)$$

که در این رابطه BT دمای روشنایی ماهواره بر حسب کلوین، K1 ثابت حرارتی، K2 ثابت حرارتی دوم است. سپس شاخص پوشش گیاهی تفاضلی نرمال شده (NDVI) محاسبه می‌شود و با کمک این شاخص به شاخص پوشش گیاهی سبز جز به جزئ (FVC) خواهیم رسید که از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$FVC=\left(\frac{NDVI-NDVI_{min}}{NDVI_{max}-NDVI_{min}}\right)^2 \quad (۴)$$

با استفاده از رابطه زیر گسیلندگی سطح زمین (LSE) برای منطقه مورد مطالعه محاسبه می شود. گسیلمندی نسبت میان گسیلش از یک شی به گسیلش از جسم سیاه در دمای ثابت است.

$$\varepsilon = 0.004FVC + 0.986 \quad (۵)$$

در نهایت با استفاده از رابطه (۶) مقدار دمای سطح زمین بر حسب درجه سانتی گراد بدست می‌آید.

$$LST=\frac{BT}{1+\left(\frac{\lambda\times BT}{\rho}\times Ln\varepsilon\right)}-273 \quad (۶)$$

در این رابطه ρ ضریب ثابت (۱۰ −۳× ۱۴/۳۸۱)، λ برای باند ۱۰ در حدود ۱۰/۹ نانومتر و ε نیز گسیلمندی است.

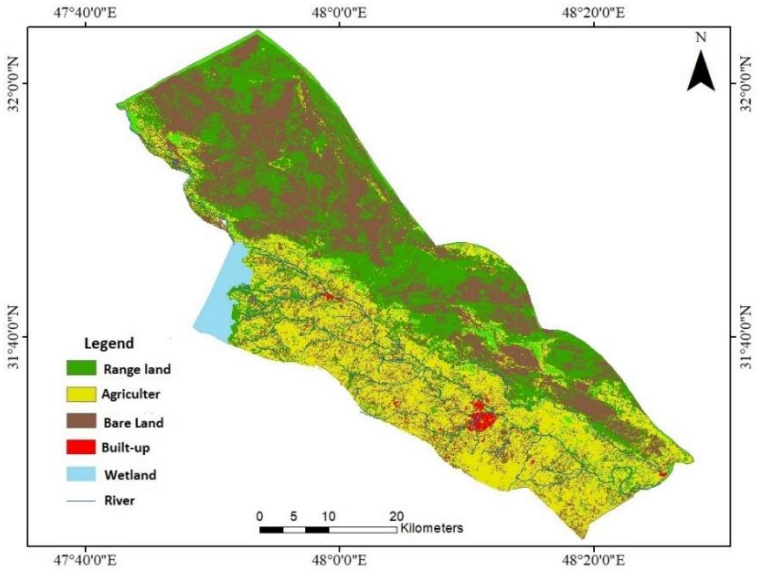
در روش مورد استفاده گسیلمندی سطح به صورت ترکیب خطی از گسیلمندی پوشش گیاهی و خاک لخت بر اساس FVC محاسبه می شود. اما در مناطق خشک با توجه به درصد زیاد خاک لخت، محاسبه گسیلمندی دچار خطا می شود و در نهایت میزان دمای سطح زمین دچار کم‌براوردی می‌گردد که این مسئله در تفسیر نتایج مدنظر قرار می‌گیرد. بعد از محاسبه دمای سطح زمین، تغییرات دمای سطح زمین در منطقه

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-24]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.1.7.4]

جنگل دست کاشت مورد بررسی قرار گرفت. همچنین با استفاده از داده‌های دمای هوای ایستگاه بستان و سوسنگرد تغییرات دمای هوا نیز با استفاده از آزمون من کندال مورد ارزیابی قرار گرفته و میزان تغییرات اقلیمی بر تغییرات دمای سطح زمین نیز بررسی شد.

نتایج و بحث

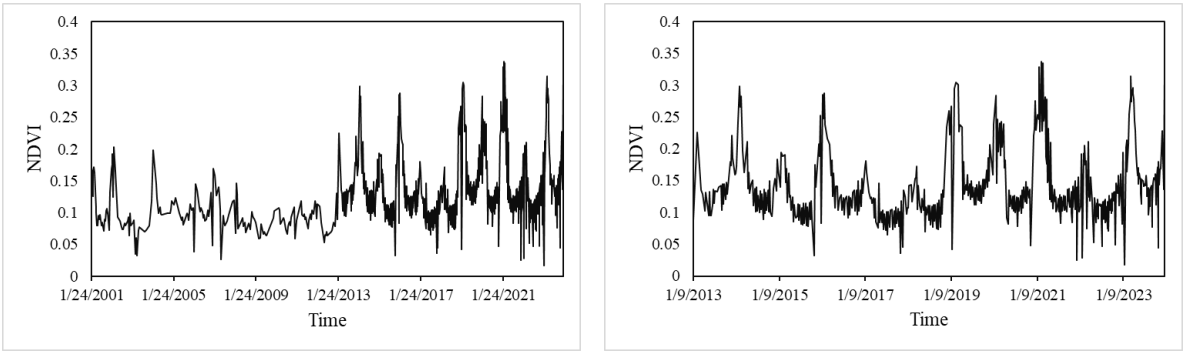
این پژوهش با هدف بررسی تأثیر جنگل‌کاری‌های انجام‌شده در دشت آزادگان بر تغییرات دمای سطح زمین (LST) انجام شد. بدین منظور ابتدا نقشه کاربری اراضی این منطقه تهیه شد و کاربری‌های جنگل‌های دست کاشت، اراضی مسکونی، زمین‌های کشاورزی و اراضی بایر تفکیک شدند. که نقشه آن در شکل (۲) نشان داده شده است. به منظور ارزیابی صحت نقشه تهیه شده از ضریب کاپا استفاده شد. ضریب کاپا و صحت کلی در این مطالعه به‌ترتیب ۰/۹۶ و ۹۴/۸ درصد، بدست آمد که نشان دهنده دقت خیلی خوب نقشه کاربری اراضی دشت آزادگان است.



شکل ۲- نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه

Figure 2- Land use map for the study area

همچنین نتایج بررسی تغییرات NDVI در جنگل های دست‌کاشت منطقه مورد مطالعه نشان‌دهنده تغییرات مقدار این شاخص در طی دوره مورد بررسی است. شکل (۳) تغییرات متوسط NDVI را در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد. همان‌طور که در نمودار نشان داده شده، در ۲۵ سال اخیر متوسط NDVI منطقه روبه افزایش بوده است. به طوریکه متوسط NDVI مناطق جنگل‌کاری در قبل از جنگل‌کاری کم‌تر از ۰/۱ و در انتهای دوره به ۰/۱۸ رسیده است که نشان از افزایش حدود دو برابری مقدار NDVI در مناطق جنگل کاری شده دارد. لازم به ذکر است در همه قطعات جنگل‌کاری شده NDVI به یک میزان افزایش نشان نداده است.



(B) (A)

شکل ۳- تغییرات مقادیر NDVI در منطقه جنگل کاری شده (الف:بعد از جنگل کاری و ب: دوره مورد مطالعه)

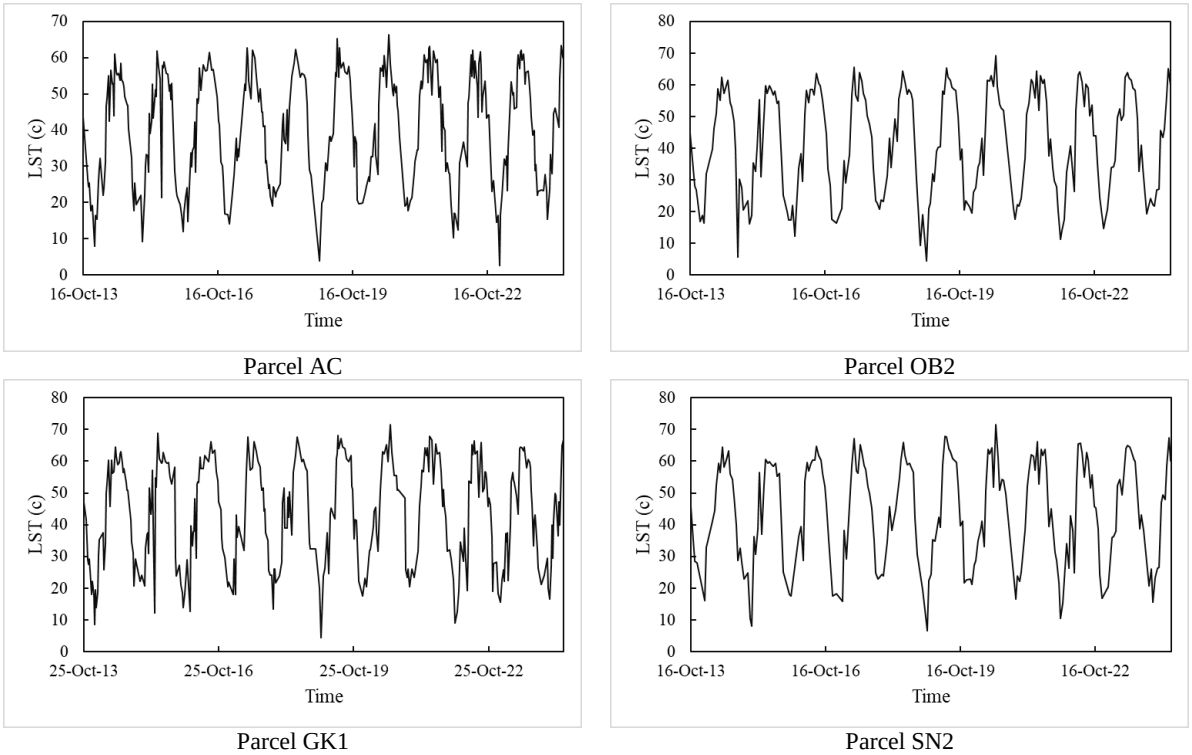
Figure 3- Changes in NDVI values in the afforested area (A: Post-afforestation, B: Study period)

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.1.7.4]

تغییرات دمای سطح زمین

در این مطالعه تغییرات دمای مناطق جنگل‌کاری شده به تفکیک هر قطعه مورد بررسی قرار گرفت. شکل (۴) تغییرات دمای سطح زمین در قطعات مختلف دشت آزادگان را نشان می‌دهد.



شکل ۴- تغییرات دمای سطح زمین دربرخی قطعات جنگل‌کاری

Figure 4- Changes in Land Surface Temperature within specific afforestation parcels

نتایج حاصل از بررسی سری زمانی دمای سطح زمین در دوره مورد مطالعه که در جدول (۲) آمده، نشان داد، دمای سطح زمین در کلیه جنگل‌های دست کاشت از ۳/۵ تا ۷۰ ، در مراتع ۶/۸ تا ۷۳ ، در مناطق کشاورزی ۵ تا ۶۲ و در مناطق مسکونی ۳ تا ۵۳/۹ درجه سانتی‌گراد متغیر بوده است. متوسط دمای سطح زمین در اراضی جنگل‌کاری شده ۴۱، مراتع ۴۴/۵، اراضی زراعی ۳۴/۸ و در اراضی مسکونی ۳۳/۵ درجه سانتی‌گراد برآورد شده است. همچنین ضریب تغییرات دمای سطح زمین در مناطق مسکونی و کشاورزی نسبت به مرتعی و جنگل‌کاری شده کم‌تر بوده است. در مناطق جنگل‌کاری شده نیز ضریب تغییرات و حداکثر دما کم‌تر از مناطق مرتعی است که می‌تواند تا حدودی به نقش نسبی جنگل‌کاری در کاهش دما نسبت به مراتع اشاره داشته باشد. تغییرات دما در همه قطعات جنگل های دست کاشت یکسان نبوده است به طوری که در قطعات SN1، SN2 و AA تغییرات دمایی بیش‌تری نسبت به قطعات BZ و AC مشاهده شد.

جدول ۲- ویژگی‌های دمای سطح زمین در کاربری‌های مختلف

Table 2- properties of the land surface temperature trend across various land use

Parcel/Landuse	Maximum	Minimum	Cv
Afforested Areas	70.0	3.5	15.5
Rangeland	73.0	6.8	16.6
Agriculture	62.2	5.0	13.6
Urban	53.9	3.7	13.0

به منظور بررسی تغییرات دمایی در طی سال‌های انجام جنگل‌کاری اقدام به بررسی روند داده‌ها با استفاده از آزمون من‌کندال شد. نتایج نشان داد که اگرچه نمودارها روند افزایشی جزئی در LST را نشان می‌دهند، اما این روند از نظر آماری در سطح ۵ درصد معنادار نبود.

علاوه بر بررسی تغییرات روند دمای سطح زمین در هر منطقه جنگل‌کاری شده، به منظور مقایسه این تغییرات، تغییرات دمای سطح زمین در کاربری‌های مختلف نیز بررسی شد. نتایج نشان داد که در کاربری‌های مختلف نیز روند افزایشی دما در طی سال‌های مورد بررسی

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-24]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.1.7.4]

مشاهده شده است. شیب روند دمای سطح زمین در کاربری‌های مختلف و قطعات جنگل کاری شده در جدول (۳) ارائه شده است. با توجه به شیب سن، میزان LST در مناطق جنگل کاری شده ۰/۰۷ تا ۰/۵ درجه سانتی‌گراد و به طور متوسط در کل قطعات جنگل‌کاری حدود ۰/۳۵ و در مناطق شهری ۰/۱۹ درجه سانتی‌گراد افزایش یافته است. از سوی دیگر LST در مناطق کشاورزی ۰/۰۲۵ کاهش یافته است.

جدول ۳- شیب روند دمای سطح زمین در مناطق مختلف

Table 3– Slope of the land surface temperature trend across various parcels

Parcel	Sen (c/year) slope	P value
AA	0.022	0.201
AC	0.0137	0.08
ob1	0.0051	0.762
ob2	0.015	0.293
BZ	0.023	0.169
TA1	0.0157	0.311
JZ1	0.0065	0.23
JZ2	0.0052	0.32
JZ3	0.0076	0.176
JZ4	0.0078	0.177
SV	0.017	0.296
SN1	0.022	0.152
SN2	0.012	0.416
SN3	0.0131	0. 417
GK1	0.0133	0.403
GK2	0.022	0.21
NC	0.016	0.254
Agriculture	-0.0009	0.88
Urban	0.0078	0.532
Rangeland	0.0103	0.518
Air Temperature	0.012	0.0001

با بررسی روند داده‌های دمای متوسط هوای محدوده مورد مطالعه با استفاده از آزمون من‌کندال مشخص شد که دمای هوا در این محدوده دارای روند تغییرات معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد بوده و این روند نیز افزایشی است، اما دمای سطح زمین (LST) در مناطق جنگل‌کاری شده فاقد روند افزایشی معنی‌دار بوده است. یافته‌های این پژوهش حاکی از آن است که جنگل‌کاری و پوشش گیاهی زراعی در منطقه دشت آزادگان در ۲۵ سال اخیر متوسط NDVI منطقه را افزایش داده بر کاهش دمای سطح زمین اثر نسبی داشته‌اند. لازم به ذکر است نتایج ارائه‌شده تنها مربوط به لحظه عبور ماهواره لندست از روی منطقه مورد مطالعه می باشد. ماهواره‌های لندست در یک مدار خورشیدآهنگ قرار گرفته‌اند و معمولاً در حدود ساعت ۱۰ به وقت محلی از ایران عبور می‌کنند. از این رو، در سایر زمانها مثل عصر و شب ممکن است الگوهای دمایی متفاوتی داشته باشند که در این پژوهش مورد بررسی قرار نگرفته است و بنابراین نمی توان این نتایج را به همه ساعات شبانه روز تعمیم داد.

اثر خنک‌کنندگی می‌تواند تحت تأثیر عواملی چون تراکم ناکافی پوشش، آلبیدو، مجاورت با منابع رطوبت و همچنین ویژگی‌های خاص اقلیم نیمه‌خشک قرار گیرد که در ادامه به تفصیل بررسی می‌شود. پوشش گیاهی از طریق دو مکانیسم اصلی باعث کاهش LST می‌شود: اول، سایه‌اندازی که از تابش مستقیم خورشید به سطح خاک جلوگیری می‌کند و دوم، تبخیر–تعرق که انرژی گرمایی را به صورت گرمای نهان جذب می‌کند و از گرمایش سطح می‌کاهد. جنگل‌کاری‌های انجام‌شده توانسته‌اند تا حدی در برابر روند گرمایش جهانی مقاومت ایجاد کرده و از افزایش معنی‌دار LST در این مناطق بکاهند. ضمن اینکه کم‌ترین شیب دمایی (غیر معنی دار) در بین کاربری‌های مختلف مربوط به اراضی کشاورزی (۰/۰۰۰۹-) با شیب منفی است که نشان می‌دهد پوشش گیاهی متراکم در زمین‌های کشاورزی آبی، منجر به کاهش دمای سطح زمین و شیب دمایی منفی شده است که این مسأله می‌تواند به دلیل آبیاری این زمین‌ها باشد. در واقع آبیاری زمینهای کشاورزی با کاهش دمای سطحی و افزایش رطوبت، هم بر شیب دمایی عمودی (کاهش اختلاف دما با ارتفاع) و هم بر شیب افقی (ایجاد مناطق خنکتر نسبت به محیط خشک) تأثیر می‌گذارد. این تغییرات ممکن است الگوهای آب وهوایی محلی و حتی منطقه‌ای را تعدیل کند. در مطالعات دیگر نیز نتایج مشابه مشاهده شده است. به عنوان مثال، در دشت گرگان، کاربری زراعت آبی با بالاترین میزان سبزینگی (NDVI) کم‌ترین میانگین LST (۳۴/۰۳درجه سانتی‌گراد) را داشت، در حالی‌که اراضی بایر تا دمای ۴۵/۹۶ درجه سانتی‌گراد را نشان دادند (Jamali et al.,

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-24]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.1.7.4]

2019). این رابطه معکوس قوی بین شاخص پوشش گیاهی (NDVI) و LST در مطالعات بسیاری از جمله Ebrahimi et al. (2020) در شهرستان ارسنجان، Khodai and Zandi (2024) در شهرستان خداآفرین و کلیبر، Zakerinejad et al. (2023) در شهرستان اصفهان و Zandi et al. (2023) در شهرستان اصفهان مشاهده شده است .

این نکته حائز اهمیت است که بر خلاف تصور در پژوهش حاضر، برخی قطعات جنگل‌کاری شیب دمایی بالاتری نسبت به اراضی مرتعی (Range) و حتی نسبت به اراضی شهری نشان دادند. به نظر می‌رسد با وجود پوشش گیاهی در این مناطق، تراکم درختان کم و درصد تاج پوشش در اکثر مناطق جنگل کاری کم‌تر از ۲۰ درصد است که برای ایجاد اثر خنک‌کنندگی کافی نمی‌باشد. خاک لخت در طول روز شار حرارتی بالایی دارد یعنی انرژی جذب شده صرف گرم کردن لایه‌های بالایی خاک می‌شود. اما این خاک دارای ظرفیت حرارتی پایین و رسانایی حرارتی محدود (به دلیل تخلل بالا در صورت خشک بودن) است. در نتیجه سطح به سرعت داغ می‌شود (دمای سطحی بالا) اما این گرما به عمق نفوذ نمی‌کند. در حالی‌که پوشش گیاهی متراکم تر مرتع (اگرچه کم ارتفاع) باعث سایه‌اندازی کامل بر سطح خاک می‌شود و از تابش مستقیم به سطح خاک جلوگیری می‌کند. زمین‌های مرتعی اغلب پوشش علفی کوتاه و روشن‌تر دارند که آلبیدوی بالاتری دارند و گرمای کم‌تری جذب می‌کنند در حالی‌که درختان (به‌ویژه اگر برگ‌های تیره داشته باشند) آلبیدوی پایین‌تری دارند و گرمای بیش‌تری جذب می‌کنند. ضمن اینکه در مراتع ریشه‌های فشرده و مالچ گیاهی باعث افزایش رطوبت خاک و افزایش ظرفیت حرارتی می‌شود.

در مناطق خشک درختان معمولا برای بقا، روزنه‌های خود را در ساعات گرم روز می‌بندند تا آب را ذخیره کنند و این مکانیسم باعث کاهش شدید تعرق می‌شود. در نتیجه سهم شار گرمای نهان (تبخیر و تعرق) که یک سردکننده قوی است بسیار ناچیز خواهد بود. در واقع در جنگل‌کاری مناطق خشک چون تبخیر و تعرق محدود و آلبیدو پایین است، انرژی جذب شده بیش‌تر است و منجر به گرمایش محسوس هوا و سطح می‌شود. در حالی‌که مراتع مناطق خشک به دلیل آلبیدو بالاتر است و در صورت وجود رطوبت اندک در خاک، تبخیر سطحی خاک می‌تواند نقش خنک‌کننده داشته باشد. همچنین عامل باد نیز در مناطق خشک، معمولا نقش مهمی در خنک کردن سطح خاک دارد. اما درختان در مناطق جنگل‌کاری شده با کاهش سرعت باد در سطح خاک، ضریب انتقال حرارتی همرفتی را کاهش می‌دهند. بنابراین گرمایی که در طول روز توسط سطح جذب می‌شود به سختی توسط باد جابه‌جا می‌شود و در منطقه جنگل‌کاری تجمع می‌یابد. در حالی‌که در مراتع باز، وزش باد ، گرما را به صورت مؤثرتری از سطح خارج می‌کند.

نتیجه اینکه با وجود سایه‌اندازی درختان جنگلی، اما به دلیل افزایش جذب تابش خالص خورشیدی توسط سطح (درخت و خاک زیراشکوب) به دلیل ضریب آلبیدوی پایین‌تر، تبخیر و تعرق محدود و نقش بادشکن درختان جنگلی، پتانسیل گرمایش سطح در این مناطق بیش‌تر از مراتع است. در مقابل، برخی از مناطق جنگل‌کاری مانند JZ3، JZ1، JZ2 وob1، شیب دمایی کم‌تری نسبت به اراضی مرتعی و مناطق شهری داشتند که احتمالا ناشی از مجاورت با منابع رطوبت و اراضی زراعی دشت آزادگان است. در این پژوهش خصوصیاتی مانند سن، تراکم، درصد تاج پوشش و ارتفاع درختان تأثیر معنی‌داری بر شیب دمایی منطقه نداشته‌اند. به عنوان مثال دو منطقه جنگلی با کد BZ و ob1 که به‌ترتیب بیش‌ترین (۰/۰۲۳) و کم‌ترین (۰/۰۰۵۱) شیب دمایی را در بین جنگل‌های دست‌کاشت منطقه به خود اختصاص داده‌اند از نظر ویژگی‌های ذکر شده باهم مشابهت داشته‌اند. لازم به ذکر است با توجه به قدرت تفکیک تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده هر پیکسل مخلوطی از پوشش گیاهی و خاک لخت است و دمای سطح زمین برآورد شده برای هر پیکسل متوسط دمای سطح خاک لخت و پوشش گیاهی است. همچنین با توجه به خطای وارد شده از طریق FVC در محاسبه گسیلمندی سطح که منجر به کم برآوردی دمای سطح زمین می شد می‌توان گفت، میزان اثر خنک کنندگی پوشش گیاهی کم‌تر از مقدار واقعی برآورد شده است.

نکته جالب توجه دیگر در این مطالعه، الگوی متفاوت مشاهده‌شده در مناطق شهری بود به این دلیل که در این پژوهش بر خلاف تصور، مناطق شهری (Urban) نسبت به اراضی طبیعی (اراضی مرتعی و اکثر جنگل‌های دست کاشت) شیب و میزان LST کم‌تری را تجربه کرده‌اند که این نتیجه بر خلاف نتایج Shabani et al. (2019) در شهرستان سقز، Zakerinejad et al. (2023) در شهرستان اصفهان، Asghari Saraskanroud. and Faal Naziri (2024) در شهرستان کرج و Darvishi et al. (2019) در شهرستان مریوان می‌باشد. این تناقض در شهرهایی که سطح وسیعی از زمین‌های پیرامون آن بایر وخشک باشد، به دلیل ویژگی‌های خاک بدون پوشش اتفاق می‌افتد که در مطالعات Parvar et al. (2024) در شهر بجنورد استان خراسان شمالی، Haashemi et al. (2016) در شهر تهران،(2023) Firoozi et al. در دشت یزد– اردکان، مشاهده شده است. علت این امر می‌تواند سایه‌اندازی ساختارهای شهری و استفاده از مصالح بازتابنده با آلبدوی بیش‌تر (سطوحی مانند آسفالت روشن، بتن، یا سنگفرش‌های سفید) باشد این در حالی است که در عرصه‌های طبیعی در مناطق خشک و نیمه خشک، خاک به طور مداوم و بدون محافظت در معرض تابش خورشید قرار دارد. از سوی دیگر وجود پوشش گیاهی و فضای سبز متراکم در اراضی شهری نسبت به مناطق خارج از شهر و همچنین آبیاری مداوم آنها باعث می‌شود مقدار قابل توجهی از انرژی گرمایی از طریق فرآیند تبخیر و تعرق (Evapotranspiration) جذب شده و در نتیجه باعث خنک شدن سطح خاک و هوای اطراف آن شود. این در حالی است که در

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-24]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.1.7.4]

اراضی طبیعی واقع در مناطق خشک و نیمه خشک، پوشش گیاهی ناچیز و یا وجود ندارد و خاک معمولاً خشک است، بنابراین مکانیسم خنک‌کننده تبخیر و تعرق اتفاق نمی‌افتد؛ ضمن اینکه خاک خشک تمام انرژی خورشیدی را به گرما تبدیل می‌کند. همچنین خاک مرطوب (که در فضاهای سبز شهری رایج است) ظرفیت گرمایی بالاتر و هدایت حرارتی بهتری نسبت به خاک مناطق خشک دارد، درنتیجه دمای سطح کم‌تر افزایش می‌یابد. آنچه در این پژوهش اتفاق افتاده این است که حتی اگر هوای کل شهر به دلیل جزیره گرمایی گرمتر از حومه باشد، سطح خاک در پارک‌ها و فضاهای سبز شهری اغلب به دلیل سایه و رطوبت، خنک‌تر از سطح خاک خشک و بدون پوشش یا با پوشش ناچیز اراضی طبیعی در خارج از شهر است. آنچه که در مطالعه Parvar et al. (2024) به آن اشاره شده و ایشان مراکز اصلی انتشار گرمای بالا در مناطق شهری را تأسیسات عمومی، پارکینگ خودروها و مناطق صنعتی دانسته‌اند که دمای سطح زمین بالاتری (بیش از ۳۸ درجه سانتیگراد) نسبت به فضاهای سبز شهری (کمتر از ۳۶ درجه سانتیگراد) نشان دادند. در مطالعه ایشان وجود نقاط گرم در سطوح نفوذپذیر مانند زمین‌های کشاورزی و نقاط سرد در مناطق غیرقابل نفوذ (مناطق ساخت و ساز شده) نشان دهنده اثر معکوس جزایر حرارتی شهری در این مناطق است و این پدیده را ناشی از ویژگی‌های اقلیمی مناطق نیمه‌خشک دانسته‌اند. در مطالعه Haashemi et al. (2016) نیز پدیده معکوس SUHI (یعنی جزیره خنک سطحی شهری) در طول روز وجود داشت و نتیجه گرفتند که در شهرهای نیمه‌خشک مانند تهران، هنگام استفاده از شاخص شهری–روستایی، ممکن است در طول روز جزیره خنک سطحی شهری (SUCI) و در شب جزیره گرمایی شهری (SUHI) مشاهده شود. ایشان معتقدند که روند تشکیل جزیره گرمایی سطحی شهری (SUHI) با عرض جغرافیایی، اقلیم، توپوگرافی و شرایط هواشناسی تغییر می‌کند. Firoozi et al. (2023) نیز نشان دادند که الگوی تغییرات دمای زمین در کاربری ساخت و ساز شده در مناطق گرم و خشک بر خلاف مناطق مرطوب باعث کاهش دمای سطح زمین و به عبارتی پدیده جزایر سطحی سرد شهری می‌شود. Saedpanah et al. (2021) نیز جزایر خنک شهری را ناشی از احاطه مناطق شهری با اراضی بایر با دمای سطحی زیاد دانسته‌اند.

نتیجه‌گیری

روند افزایشی شاخص NDVI در ۲۵ سال اخیر در این شهرستان، حاکی از موفقیت طرح‌های جنگل‌کاری و توسعه پوشش گیاهی در این منطقه بوده و این افزایش در پوشش سبز، به طور کلی با اثر خنک‌کنندگی همراه است. با این حال، مشاهده روند افزایشی (غیرمعنی‌دار) دما در مناطق جنگل‌کاری شده می‌تواند ناشی از تأثیر قوی‌تر گرمایش منطقه‌ای و جهانی باشد. به عبارت دیگر، جنگل‌کاری به‌ویژه در مناطق خشک ممکن است نتواند به طور کامل روند گرمایش را متوقف کند، اما بدون شک می‌تواند از سرعت و شدت آن بکاهد. جنگل‌کاری‌های انجام‌شده در دشت آزادگان نیز با وجود روند افزایشی دمای هوا، در تثبیت و تا حدودی تعدیل دمای سطح زمین نقش ایفا کرده‌اند. این یک یافته امیدوارکننده است که نشان می‌دهد حتی در یک بستر گرمایشی، پروژه‌های جنگل‌کاری می‌توانند خدمات اکوسیستمی ارزشمندی ارائه دهند. از سوی دیگر، مقدار LST کم‌تر در مناطق مسکونی و اراضی کشاورزی نسبت به سایر کاربری‌ها، بر اثر رطوبت خاک در اراضی کشاورزی و پدیده جزایر سطحی سرد شهری در زمان مورد مطالعه در مناطق خشک و نیمه خشک تاکید می‌کند البته هرچند به دلیل عدم بررسی زمان‌های دیگر شبانه روز ممکن است این پدیده در شب یا عصر متفاوت باشد. با توجه به نیازهای اکولوژیک درختان ممکن است در این منطقه کشت درختان با تراکم بیش‌تر مقدور نباشد لذا پیشنهاد می‌شود در برنامه های آتی کشت گونه های سازگار با فرم‌های رویشی متفاوت از جمله درختچه و بوته با تراکم بیش‌تر در دستور کار قرار گیرد، چرا که کشت با تراکم بیش‌تر می تواند درصد خاک لخت را کاهش داده و تاثیر بیش‌تر بر روی دمای سطح زمین داشته باشد. استفاده از تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی بالاتر و یا تکنیک‌هایی مانند تفکیک زیرپیکسلی (Sub-pixel unmixing) یا روش‌های مبتنی بر یادگیری عمیق برای کاهش خطای ناشی از پیکسل‌های مخلوط و یا استفاده از سایر روش های برآورد دمای سطح زمین برای کاهش خطا در محاسبه گسیلمندی سطح زمین توصیه می گردد. همچنین از آنجا که نتایج بدست آمده محدود به زمان عبور ماهواره‌های لندست از منطقه مورد مطالعه است، لذا تعمیم نتایج به ساعات دیگر شبانه روز امکانپذیر نمی باشد. لذا پیشنهاد می‌شود از سنجنده های دیگر با قدرت تفکیک زمانی بیش‌تر برای پایش دمای سطح زمین درظهر، عصر و یا شب استفاده شود.

ملاحظات اخلاقی

دسترسی به داده‌ها: داده‌ها و نتایج استفاده شده در این پژوهش از طریق مکاتبه با نویسنده مسئول در اختیار قرار خواهد گرفت.

حمایت مالی: این پژوهش در قالب طرح پژوهشی در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان انجام شده است.

مشارکت نویسندگان: **خورسندی کوهانستانی، ز.**: مفهوم‌سازی، انجام تحلیل‌های نرم‌افزاری و آماری، و نگارش مقدمه، روش پژوهش، نتایج و بخش هایی از بحث مقاله؛ **موقری رودپشتی، م.**: ویرایش و بازبینی مقاله و مشارکت در نگارش بخش های مقدمه، نتایج و بحث.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.1.7.4]

تضاد منافع نویسندگان: نویسندگان این مقاله اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تضاد منافعی در خصوص نگارش و انتشار مطالب و نتایج این پژوهش ندارند.
سپاس‌گزاری: نویسندگان ، از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان که این پژوهش به‌عنوان بخشی از یک طرح پژوهشی مستقل در آن انجام شده است، قدردانی می کنند.

منابع

آروین، عباسعلی (۱۳۹۸). آشکارسازی دمای رویه سطح زمین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای. *مخاطرات محیط طبیعی*, ۸(۱۹), ۹۱-۱۰۲. **doi:** 10.22111/jneh.2017.20855.1284

اصغری سراسکانرود، صیاد و فعال نذیری، مهدی (۱۴۰۳). تحلیل کاربری اراضی و اثرات آن بر تغییرات دمای سطح زمین، مطالعه موردی: شهرستان کرج. *پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری*، ۱۵ (۱)، ۷۹-۱۰۰. **doi:** 10.30473/grup.2020.49570.2448

ابراهیمی، علی، معتمدوزیری، بهارک، ناظم السادات، سیدمحمدجعفر، و احمدی، حسن (۱۳۹۹). بررسی رابطه بین دمای سطح زمین با تغییرات پوشش گیاهی و گستره آبی در شهرستان ارسنجان، ایران. *سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی (کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی)*، ۱۱(۴)، ۶۵-۸۶. SID. https://sid.ir/paper/393438/fa

بندار، حسین، موسوی بایگی، محمد و قهرمان، بیژن (۱۴۰۰). بررسی و تفکیک جزیره حرارتی و گرمایش جهانی در دشت مشهد، *آب و خاک*، ۳۵(۱)، ۱۳۷-۱۵۱. magiran.com/p2257626

پرور، زهرا، محمدزاده، مرجان و سعیدی، سپیده (۱۴۰۳). بررسی تغییرات دمای سطح زمین (LST) درمنطقه‌بندی آب‌وهوای محلی (LCZs) مناطق نیمه‌خشک (مطالعهٔ شهر بجنورد). *محیط زیست طبیعی*، ۷۷(۲), ۳۷۱-۳۸۴. **doi:** 10.22059/jne.2024.372929.2653

جمالی، زهرا، اونق، مجید، و سلمان ماهینی، عبدالرسول (۱۳۹۸). بررسی ارتباط دمای سطح زمین با کاربری اراضی و شاخص اختلاف گیاهی نرمال شده در دشت گرگان. برنامه ریزی و آمایش فضا (مدرس علوم انسانی)، ۲۳(۳)، ۱۷۵-۱۹۴. SID. https://sid.ir/paper/407570/fa

جهان‌تیغ، منصور و جهان‌تیغ، معین (۱۳۹۸). بررسی تأثیر بهره‌وری سیلاب برروند تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از داده های میدانی و تصاویر لندست (مطالعه موردی: منطقه شندک سیستان). *سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی (کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی)*، ۱۰(۴ (۳۷))، ۵۷-۷۳. SID. https://sid.ir/paper/189577/fa

جهانی، محمد، دستورانی، محمدتقی دستورانی، و راشکی، علیرضا (۱۴۰۳) پیش‌بینی جریان‌های سیلابی بر اساس راهکار ترکیبی داده های گوگل ارث انجین و مدل های هوش مصنوعی. *سامانه‌های سطوح آبگیر باران*، ۱۲ (۴)، ۵۱-۷۲.

جهدی، رقیه (۱۴۰۱). تحلیل و پیش بینی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از سنجش از دور و افزونه QGIS MOLUSCE در شهرستان سیاهکل. *سامانه‌های سطوح آبگیر باران*، ۱۰ (۴) :۲۹-۴۲

خالدی، شهریار، کیخسروی، قاسم، و احمدی براتی، فرزانه (۱۴۰۱). بررسی اثر تغییرات پوشش زمین بر دمای رویه سطحی زمین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سنجنده مودیس-مطالعه موردی: شمال شرق ایران .*فصلنامه علمی-پژوهشی اطلاعات جغرافیایی سپهر* (۱۲۳)۳۱، ۱۹۷-۱۷۹ **doi:** .10.22131/sepehr.2022.699921

خدائی، علی و زندی، رحمان (۱۴۰۳). پایش تغییرات پوشش گیاهی و ارتباط آن با دمای سطح زمین و کاربری اراضی در شهرستان خداآفرین و کلیبر با استفاده از فناوری سنجش از دور. *محیط زیست طبیعی*، ۷۷(۱)، ۵۹-۷۳. **doi:** 10.22059/jne.2023.365834.2602

درویشی، شادمان، رشیدپور، مصطفی و سلیمانی، کریم (۱۳۹۸). بررسی ارتباط تغییرات کاربری اراضی با دمای سطح زمین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مطالعهٔ موردی: شهرستان مریوان. *جغرافیا و توسعه*، ۱۷(۵۴), ۱۴۳-۱۶۲. **doi:** 10.22111/gdij.2019.4361

ذاکری نژاد، رضا، موحدی، سعید، جزی، زهرا (۱۴۰۲). بررسی تاثیر پوشش گیاهی بر تغییرات دمای سطحی زمین شهرستان اصفهان با استفاده از داده‌های سنجش از دور، فصلنامه برنامه ریزی فضایی (جغرافیا)، ۱۳(۱)، ۲۱-۴۰. magiran.com/p2608996

زارعی، ارسطو، شاه حسینی، رضا و قنبری، روناک (۱۴۰۰). محاسبه و ارزیابی دمای سطح زمین با استفاده از الگوریتم پنجره مجزای غیرخطی و تصاویر ماهواره سنتینل ۳- مطالعه موردی: استان تهران. *اطلاعات جغرافیایی «سپهر»*، ۳۰(۱۱۹), ۵۹-۷۴. **doi:**10.22131/sepehr.2021.247876

زندی، رحمان، سلمانی مقدم، محمد و روکی، زهره (۱۴۰۲). سنجش میزان خودهمبستگی فضایی دمای سطح زمین با کاربری اراضی نمونهٔ مطالعه: شهر اصفهان. *جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، ۳۴(۱)، ۶۱-۷۶. **doi:** 10.22108/gep.2022.132524.1488

ساعدپناه، مهین، امان‌اللهی، جمیل، قربانی، فرشید (۱۴۰۰). بررسی تأثیر تغییرات کاربری اراضی بر دمای سطح زمین در مناطق سرد و نیمه خشک (مطالعه موردی: بخش مرکزی شهرستان سنندج). *محیط زیست طبیعی*، ۷۴ (۱)، ۸۲-۶۹.

سهرابی، حریر، اسماعیل‌پور، یحیی، مهدوی نجف‌آبادی، رسول، بذرافشان، ام‌البنین، زمانی، حسین (۱۴۰۲). طبقه‌بندی و بررسی داده‌های شاخص نرمال شده تفاضلی پوشش گیاهی در حوضه‌های آبریز دز، کارون و کرخه. *سامانه‌های سطوح آبگیر باران*، ۱۱ (۳)، ۵۴-۷۰.

شعبانی، مرتضی، درویشی، شادمان و سلیمانی، کریم (۱۳۹۸). بررسی آثار تغییرات کاربری اراضی بر الگوهای زمانی - مکانی دمای سطح زمین و جزایر حرارتی؛ مطالعهٔ موردی: شهرستان سقز. *جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، ۳۰(۱)، ۳۷-۵۴. **doi:** 10.22108/gep.2019.115781.1127

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-24]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.1.7.4]

عبیات، محمد، ملکی، سعید، عبیات، محمود و عبیات، ماجده (۱۴۰۲). ارزیابی اثر تغییرات کاربری بر الگوی مکانی-زمانی دمای سطح زمین و جزایر حرارتی در شهر اهواز با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای. *پژوهشهای جغرافیای انسانی*، ۵۵(۲)، ۳۹-۶۲ **doi:** 10.22059/jhgr.2022.326267.1008331

کاکه ممی، آزاد، قربانی، اردوان، اصغری سراسکانرود، صیاد، قلعه، احسان و غفاری، سحر (۱۳۹۹). بررسی رابطه تغییرات کاربری اراضی و پوشش گیاهی با دمای سطح زمین در شهرستان نمین. *سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی*، ۲(۱۱)، ۴۸-۲۷. **doi:**10.30495/girs.2020.674652

فیروزی، ابوالقاسم، بمانی، اکرم، عرفانی، ملیحه (۱۴۰۲). آشکارسازی ارتباط تغییرات مکانی- زمانی جزایر سرد و حرارتی با گرادیان تغییرات کاربری اراضی/پوشش اراضی در دشت یزد- اردکان. *تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، ۱۰ (۱) :۱۹۳-۲۱۲

محمدی، علیرضا، خدابنده لو، بهروز و بابایی، پریسا (۱۴۰۰). ارزیابی تغییرات دمایی کاربری اراضی شهر زنجان در بازه زمانی ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۹ با استفاده از مقایسه الگوریتم‌های برآورد دمای سطح زمین. *آمایش جغرافیایی فضا*، ۱۱(۴۱)، ۱۲۷-۱۴۴. **doi**: 10.30488/gps.2021.250592.3313

مرادپور، هومن، رستمی پایدار، قدرت اله، باقری، سمانه و بندرزاده، مهسا (۱۴۰۱). بررسی تغییرات دمای سطح زمین با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ در شهر اهواز. کاربرد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در علوم محیطی، ۲(۲)، ۸۸-۷۳.

References

Abiyat, M., Maleki, S., Abiyat, M. and Abiyat, M. (2023). Evaluation of the Effect of Land-Use Changes on the Spatio-Temporal Pattern of Land Surface Temperature and Heat Islands in Ahvaz City Using Satellite Images. *Human Geography Research*, 55(2), 39-62. doi: 10.22059/jhgr.2022.326267.1008331[In Persian]

Aghaei, R., Alvaninejad, S., Basiri, R., & Zolfaghari, R. (2013). Relationship between ecological species groups and environmental factors (Case study: Vezg region in southeast of Yasouj). *Iranian Journal of Applied Ecology*, 1(2), 53-64. http://ijae.iut.ac.ir/article-1-186-fa.htm [In Persian]

Alemu, M. (2019). Analysis of spatio-temporal land surface temperature and normalized difference vegetation index changes in the Andassa Watershed, Blue Nile Basin, Ethiopia. *Journal of Resources and Ecology*, 10(1), 77-85. https://doi.org/10.5814/j.issn.1674-764X.2019.01.010

Arvin, A. (2019). Land surface temperature detection using of satellite images. *Journal of Natural Environmental Hazards*, 8(19), 91-102. doi: 10.22111/jneh.2017.20855.1284 [In Persian]

Asghari Saraskanroud, S., & Faal Naziri, M. (2024). Land use analysis and its effects on land surface temperature changes (case study: Karaj City). *Journal of Urban Ecology Researches*, 15(1), 79-100. doi: 10.30473/grup.2020.49570.2448 [In Persian]

Bagherzadeh, A., Hoseini, A. V., & Totmaj, L. H. (2020). The effects of climate change on normalized difference vegetation index (NDVI) in the Northeast of Iran. *Modeling Earth Systems and Environment*, 6(2), 671–683. https://doi.org/10.1007/s40808-020-00724-x.

Bondar, H. Mousavi Baygi, M., & Ghahraman, B. (2021). Evaluation and Separation between Urban Heat Island and Global Warming in Mashhad Region, *Journal of Water and Soil*, 35(1), 137-151. magiran.com/p2257626 [In Persian]

Ebrahimi, A., Motamedvaziri, B, Nazemosadat, S.M.J., & Ahmadi, H. (2020). Assessing the relationship between land surface temperature with vegetation and water area change in Arsanjan county, Iran. *Journal of RS and GIS for Natural Resources*, 11(4), 65-86. 10.30495/girs.2020.676475 [In Persian]

Feng, Y., Gao, C., Tong, X., Chen, S., Lei, Z., & Wang, J. (2019). Spatial patterns of land surface temperature and their influencing factors: A case study in Suzhou, China. *Remote Sensing*, *11*(2), 182. **doi:**10.3390/rs11020182

Firoozi, A., Bemani, A., & Erfani, M. (2023). Revealing the relationship between spatial and temporal changes of cold and thermal islands with the gradient of land use/land cover changes in the Yazd-Ardakan Plain, *Journal of Spatial Analysis Environmental Hazards*, 10(1), 193-211. magiran.com/p2626896[In Persian]

Gao, J., Jiao, K., & Wu, S. (2019). Investigating the spatially heterogeneous relationships between climate factors and NDVI in China during 1982 to 2013. *Journal of Geographical Sciences*, 29(10), 1597–1609. **doi:**10.1007/s11442-019-1682-2

Haashemi, S., Weng, Q., Darvishi, A., & Alavipanah, S. K. (2016). Seasonal variations of the surface urban heat island in a semi-arid city. *Remote Sensing*, 8(4), 352. https://doi.org/10.3390/rs8040352.

Jahantigh, M., & Jahantigh, Moien. (2020). Study effect of flood productivity on vegetation changes using field work and Landsat satellite images (Case study: Shandak of Sistan region). *Journal of RS and GIS for Natural Resources*, 10(4), 57-73. SID. https://sid.ir/paper/189577[In Persian].

Jahani, M., Dastorani, M.T., & Rashki, A. (2024) Prediction of flood flows based on the combined solution of Google Earth Engine data and artificial intelligence models. *Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems*, 12 (4), 4. [In Persian]

Jahdi, R. (2023) Land use changes analysis and prediction using remote sensing and QGIS MOLUSCE Plugin in the Siahkal County. *Journal of Rainwater Catchment Systems*, 10 (4), 3 [In Persian]

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.1.7.4]

Jamali, Z., Ownegh, M., & Salman Mahini, A. R. (2019). Investigation the relationship between surface temperature and land use and Normalized Difference Vegetation Index in Gorgan plain. *The Journal of Spatial Planning and Geomatics*, 23(3), 175-194. [In Persian]

Kakehmami, A., Ghorbani, A., Asghari Sarasekanrood, S., Ghale, E., & Ghafari, S. (2020). Study of the relationship between land use and vegetation changes with the land surface temperature in Namin County. Journal of RS and GIS for Natural Resources, 11(2), pp. 27-48. 10.30495/girs.2020.674652 [In Persian]

Khaledi, S., Keikhosravi, G., & Ahmadibarati, F. (2022). Investigation of the effect of land cover changes on the surface temperature of the earth using MODIS satellite images - Case study: Northeast of Iran. *Scientific-Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR)*, 31(123), 179-197. **doi:** 10.22131/sepehr.2022.699921[In Persian]

Khodaie, A., & Zandi, R. (2024). Monitoring changes in vegetation cover and its relationship with surface temperature and land use in Khodaafrin and Kalibar cities using Remote sensing technology. *Journal of Natural Environment*, 77(1), 59-73. **doi:** 10.22059/jne.2023.365834.2602[In Persian]

Mohammadi, A., Khodabandehlou, B., & Babaie, P. (2021). Evaluation of landuses temperature changes in Zanjan in the period 2013 to 2019 using comparison of land surface temperature estimation algorithms. *Geographical Planning of Space Quarterly Journal*, 11(41), 127-144. **doi:** 10.30488/gps.2021.250592.3313 [In Persian]

Moradpour, H., Rostami Paydar, G., Bagheri, S., & bandarzadeh, M. (2022). Investigation of surface temperature changes using Landsat 8 satellite image processing in Ahvaz. *Remote Sensing and GIS Applications in Environmental Sciences*, 2(2), 88-73. [In Persian]

Parvar, Z., Mohammadzadeh, M., & Saeidi, S. (2024). Land surface temperature (LST) variability in local climate zones (LCZs) in semi-arid regions (Case study: Bojnourd City). *Journal of Natural Environment*, 77(2), 371-384. **doi:** 10.22059/jne.2024.372929.2653[In Persian]

saedpanah, M., Amanoallahi, J., & Ghorbani, F. (2021). Investigating the effect of land use changes on land surface temperature in cold and semi-arid areas (Case study: Central Zone of Sanandaj City). *Journal of Natural Environment*, 74(1), 69-82. **doi:** 10.22059/jne.2021.314241.2121 [In Persian]

Sekertekin, A., & Bonafoni, S. (2020). Land surface temperature retrieval from Landsat 5, 7, and 8 over rural areas: Assessment of different retrieval algorithms and emissivity models and toolbox implementation. *Remote Sensing*, 12, 294; doi:10.3390/rs12020294

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. **doi:** 10.22108/gep.2019.115781.1127 [In Persian]

Sohrabi, H., Esmaeilpour, Y., Mahdavi Najafabadi, R., Bazrafshan, O., & Zamani, H. (2023). Classification and analysis of normalized difference vegetation index data in Dez, Karun, and Karkheh watersheds. Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems, 11(3), 54-71 [In Persian]

Zakerinejad, R., Movaheid, S., & Jazi, Z. (2023). The effect of vegetation covers on surface temperature changing of Isfahan City (2001-2020). *Spatial Planning*, 13(1), 21-40. **doi:** 10.22108/sppl.2023.136224.1689 [In Persian]

Zandi, R., Salmani Moghadam, M., & Roki, Z. (2023). Measuring the Degree of Spatial Autocorrelation of Land Surface Temperature with Land Use (Isfahan City). *Geography and Environmental Planning*, 34(1), 61-76. **doi:** 10.22108/ gep.2022.132524.148 [In Persian]

Zarei, A., Shahhoseini, R., & Ghanbari, R. (2021). Calculating land surface temperature using non-linear split window algorithm and sentinel-3 satellite imagery - Case study: Tehran Province. *Scientific- Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR), 30*(119), 59-74. **doi:** 10.22131/sepehr.2021.24787 [In Persian]

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.1.7.4]