

## Investigation of Land Surface Temperature Trends Relative to Land Use Changes in Dust Sources of South East Ahwaz Using Landsat 8 Satellite Data

MOHAMMAD REZA ANSARI<sup>1\*</sup>, AZIN NOROUZI<sup>1</sup>

1. Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Khuzestan, Iran.

(Received: May. 22, 2021- Revised: June. 12, 2021- Accepted: June. 15, 2021)

### ABSTRACT

Dust storms are known as one of the most important environmental hazards that affects various parts of the world. Following the intensification of dust storms in Khuzestan province, the internal sources of dust storms in Khuzestan province have been introduced in form of seven areas that southeast of Ahwaz was identified as the No.4 internal dust sources with the first priority of control and rehabilitation practices and the necessary executive measures for land reclamation in this region, including: management practices, biological operation and water distribution were on the agenda. The aim of this study was to investigate the land surface temperature (LST) changes and its relationship with land use changes as effective factors in creating a dust sources in south east Ahwaz. For this purpose, the Landsat 8 satellite data during the (2016-2020) were used and the land use maps of the study area were extracted using support vector machine (SVM) method and Split-Window method was used to extract the land surface temperature (LST) of the study area. The results showed that the area of barren land has been increased from 98.97% in 2016 to 99.81% in 2017 and has been reduced to 76.68% in 2020. The lowest areas of moderate vegetation, good vegetation and water bodies were corresponded to year 2017 which were equal to 0.05%, 0.01% and 0.03%, respectively. The highest areas of moderate vegetation and good vegetation were corresponded to year 2020 which were equal to 13.29% and 3.26%, respectively. The highest area of water body was corresponded to year 2019 which was equal to 7.73%. The results of mean LST estimation during 2016-2017 period showed 3.85°C increase (from 32.62°C to 36.47°C) and during 2017-2020 period showed 10.31°C decrease, which reached to 26.16 °C in 2020. This trend has been affected by the land use changes, improved rainfall and the positive effects of modified measures taken to restore the vegetation of the study area.

**Keywords:** Khuzestan Province, Spatial-Temporal Detection, Split Window, Vegetation, Remote Sensing.

---

\* Corresponding Author's Email: [m\\_ansari@asnrukh.ac.ir](mailto:m_ansari@asnrukh.ac.ir)

## بررسی تغییرات دمای سطح زمین با کاربری اراضی در کانون گردوغبار جنوب شرق اهواز با استفاده از تصاویر ماهواره لندست ۸

محمد رضا انصاری<sup>۱\*</sup>، آذین نوروزی<sup>۱</sup>

۱. گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، خوزستان، ایران.

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۳/۱ - تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۳/۲۲ - تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۳/۲۵)

### چکیده

طوفان‌های گردوغبار به عنوان یکی از مهمترین خطرات زیست محیطی شناخته می‌شوند که مناطق مختلف جهان را تحت تأثیر قرار می‌دهند. در پی تشدید وقوع طوفان‌های گردوغبار در استان خوزستان، منطقه جنوب شرق اهواز به عنوان کانون شماره ۴ منشأ گردوغبار داخلی با اولویت اول اجرای عملیات مهار و احیا شناسایی و عملیات اجرایی لازم شامل برنامه مدیریتی، عملیات بیولوژیک و پخش آب، برای احیا اراضی تخریب شده در این منطقه انجام شده است. این پژوهش با هدف بررسی رابطه تغییرات دمای سطح زمین با کاربری اراضی به عنوان عوامل تأثیر گذار در ایجاد کانون گردوغبار جنوب شرق اهواز انجام شده است. به این منظور از داده‌های ماهواره لندست هشت طی سال‌های (۲۰۲۰-۲۰۱۶) استفاده و نقشه‌های کاربری اراضی به روش ماشین بردار پشتیبان و نقشه‌های دمای سطح زمین به روش پنجره مجزا تهیه شد. نتایج پژوهش نشان داد که مساحت اراضی بدون پوشش از ۹۸/۹۷ درصد در سال ۲۰۱۶ به ۹۹/۸۱ درصد در سال ۲۰۱۷ افزایش و سپس به ۷۶/۶۸ درصد در سال ۲۰۲۰ کاهش یافته است. کمترین میزان مساحت کاربری‌های پوشش گیاهی متوسط، پوشش گیاهی خوب و سطوح آبی در سال ۲۰۱۷ و به ترتیب برابر با ۰/۰۵، ۰/۰۱ و ۰/۰۳ درصد بوده است. بیشترین مساحت کاربری‌های پوشش گیاهی متوسط و خوب مربوط به سال ۲۰۲۰ و به ترتیب برابر با ۱۳/۲۹ و ۳/۲۶ درصد و بیشترین مساحت سطوح آبی مربوط به سال ۲۰۱۹ و برابر با ۷/۷۳ درصد از سطح منطقه مطالعاتی بوده است. بر اساس نتایج حاصل از برآورد دمای سطح زمین طی دوره ۲۰۱۶-۲۰۱۷، میانگین دمای سطح زمین روند افزایشی به میزان ۳/۸۵ درجه سانتی‌گراد داشته و از ۳۲/۶۲ درجه سانتی‌گراد در سال ۲۰۱۶ به ۳۶/۴۷ درجه سانتی‌گراد در سال ۲۰۱۷ رسیده و طی دوره ۲۰۱۷-۲۰۲۰، میانگین دمای سطح زمین روند کاهشی به میزان ۱۰/۳۱ درجه سانتی‌گراد را سپری کرده و به ۲۶/۱۶ درجه سانتی‌گراد در سال ۲۰۲۰ رسیده است که این روند متأثر از تغییرات کاربری اراضی، بهبود وضعیت بارش و نشان‌دهنده تأثیر مثبت اقدامات اصلاحی انجام شده در راستای احیا پوشش گیاهی منطقه مطالعاتی بوده است.

**واژه‌های کلیدی:** استان خوزستان، پایش مکانی-زمانی، پنجره مجزا، پوشش گیاهی، سنجش از دور.

### مقدمه

دمای سطح زمین (LST)<sup>۱</sup> برای بررسی و شناخت تغییرات اقلیمی در سطح جهان استفاده شده و نشانگر خوبی از تعادل انرژی در سطح زمین و یکی از مهم‌ترین پارامترهای کلیدی فرآیندهای فیزیکی سطح زمین در مقیاس منطقه‌ای و جهانی بوده (Khandelwal et al., 2018) و پیوند آب و انرژی بین زمین و جو را کنترل می‌کند (Thakur and Gosavi, 2018). برآورد دمای سطح زمین در مطالعات مربوط به اقلیم، اکولوژی، چرخه هیدرولوژی (Wang et al., 2019)، تغییر کاربری/پوشش اراضی، رطوبت خاک، تنش آبی گیاهان (Thakur and Gosavi., 2018)، بررسی تأثیرات شهر نشینی، نظارت بر خشکسالی و پروژه‌های ارزیابی و آبیاری (Nikam et al., 2016)، از اهمیت بالایی

برخوردار است.

عوامل مختلفی از جمله شرایط توپوگرافی، ویژگی‌های زمانی و جغرافیایی، خصوصیات بیوفیزیکی، پارامترهای اقلیمی، شرایط زیر سطحی، کاربری اراضی و پوشش گیاهی بر توزیع ناهمگون مکانی و زمانی دمای سطح زمین اثر دارند و با تغییر هر یک از این پارامترها، دمای سطح زمین تغییر می‌کند (He et al., 2019; Weng et al., 2019; Vali et al., 2019). کاربری/پوشش اراضی یک منطقه پارامتر مهمی در تعیین مقدار دمای سطح زمین است. فعالیت‌های طبیعی و انسان‌ساز، شرایط فیزیکی و زیستی یک منطقه را تغییر و بر مقدار دمای سطح زمین منطقه تأثیر می‌گذارد. اگر مقدار دمای سطح زمین تغییر کند، منجر به اشباع غیر متوازن محیطی مثل ذوب یخچال‌ها، از بین

\* نویسنده مسئول: m\_ansari@asnrukh.ac.ir

۰/۴۸ و برای سال ۲۰۱۷ برابر با ۰/۵۷ وجود دارد. نتایج مطالعه Nadizadeh Shorabeh *et al.* (2018) در گرگان نشان داد که با تبدیل کاربری فضای سبز به زمین آیش، بیشترین تغییرات دمای سطح زمین رخ داده است، از سوی دیگر به دنبال افزایش مساحت کاربری‌های ساخته‌شده و آیش، سطح طبقات دمایی خیلی سرد و سرد کاهش و سطح طبقات دمایی نرمال و گرم افزایش یافته است. نتایج مطالعه Asghari Sarasekanrood and Emami (2019) در شهرستان اردبیل طی دوره (۲۰۰۰-۲۰۱۷) نشان داد که رابطه قوی بین کاربری اراضی و دمای سطح زمین وجود دارد، بطوریکه خاک و نواحی شهری که دارای پوشش گیاهی کمتری نسبت به نواحی کشاورزی و مرتع می‌باشند، دارای دمای بیشتری هستند. Ghorbani *et al.* (2020) در بررسی ارتباط تغییر کاربری زراعی و دمای سطح زمین در زایل گزارش کردند که بیشترین دما به مناطق ساخته‌شده و بایر تعلق دارد و تغییرات دما با تغییرات پوشش گیاهی رابطه عکس دارد و ضریب تبیین بین دمای سطح زمین و شاخص NDVI برای سال ۱۳۶۵ برابر ۰/۷۲ و برای سال ۱۳۹۵ برابر با ۰/۲۶ است.

در پی تشدید وقوع طوفان‌های گردوغبار در استان خوزستان، کانون‌های داخلی منشأ گردوغبار در این استان در قالب ۷ محدوده شناسایی شدند که منطقه جنوب شرق اهواز با بیشترین مساحت از بین کانون‌های شناسایی شده به عنوان کانون شماره ۴ منشأ گردوغبار داخلی با اولویت اول اجرای عملیات مهار و احیا شناسایی شد (Azhdari *et al.*, 2015; Azhdari *et al.*, 2017). در مطالعات بعدی عملیات اجرایی لازم برای مقابله با این پدیده، شامل برنامه مدیریتی، عملیات بیولوژیک و پخش آب در ۵۴ واحد کاری شناسایی شده در کانون گردوغبار جنوب شرق اهواز در دستور کار قرار گرفت (Fayaz, 2017). با توجه به اقدامات اصلاحی صورت گرفته در منطقه مذکور و نقش افزایش دما و تغییر کاربری اراضی در تخریب اراضی این منطقه (Norouzi *et al.*, 2019) ضروری است که روند تغییرات دمای سطح زمین در منطقه مذکور و ارتباط آن با تغییر کاربری اراضی بررسی شود. این موضوع برای آگاهی از میزان اثر بخشی اقدامات اصلاحی صورت گرفته در منطقه و شناسایی مناطقی که نسبت به مناطق دیگر، حساس‌تر و از دمای بالاتری برخوردارند، حائز اهمیت است. بررسی مطالعات انجام شده نشان داد که تاکنون روند تغییرات دمای سطح زمین با تغییر کاربری‌ها و اقدامات اصلاحی و مدیریتی در کانون گردوغبار جنوب شرق اهواز بررسی نشده است. بنابراین پژوهش حاضر با هدف استخراج و بررسی تغییرات دمای سطح زمین در ارتباط با کاربری اراضی در این منطقه با استفاده از تصاویر ماهواره لندست هشت طی سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۱۶ انجام شده است.

رفتن پوشش گیاهی و بارندگی‌های غیر قابل پیش‌بینی شده و در نهایت تغییر اقلیم محلی یک منطقه را به همراه خواهد داشت (Rajeshwari and Mani., 2014). بنابراین با برآورد درجه حرارت سطح زمین، می‌توان اطلاعات مفیدی در رابطه با خصوصیات فیزیکی سطح زمین و اقلیم که نقش بسزایی را در فرآیندهای محیط زیستی دارند، به دست آورد (Ahmadi *et al.*, 2015).

منبع اصلی و رایج داده‌های اقلیمی مانند دما، ایستگاه‌های سینوپتیکی هستند. با این وجود استفاده از روش‌های سنتی برای برآورد دمای سطح زمین برای همه انواع شرایط زمینی امکان‌ناپذیر و زمان‌بر است. از سوی دیگر ایستگاه‌های هواشناسی فقط اطلاعات دما را برای نقاط خاصی اندازه‌گیری می‌کنند، در حالی که دما در نقاط مختلف یک منطقه، نسبت به دمای ثبت شده برای نقطه خاص، متفاوت بوده و می‌تواند چندین درجه سانتی‌گراد پایین‌تر یا بالاتر باشد. بنابراین، نمی‌توان این داده‌ها را به سطح کل منطقه تعمیم داد و ضروری است که از روش‌های علمی استفاده شود که امکان محاسبه دمای هر نقطه از سطح زمین را فراهم می‌کنند (Ghorbannia *et al.*, 2017). در این راستا، داده‌های سنجش از دور به علت ویژگی‌هایی همچون رقومی بودن، فراهم آوردن دید وسیع و یکپارچه، پوشش تکراری، ارائه اطلاعات بهنگام، سرعت انتقال و همچنین صرفه‌جویی در وقت و هزینه کمتر (Rusta *et al.*, 2012) از کاربرد گسترده‌ای در مطالعات منابع طبیعی برخوردارند و تکنولوژی سنجش از دور مادون قرمز حرارتی یکی از ابزارهای کارآمد برای بررسی ویژگی‌های حرارتی سطح زمین است.

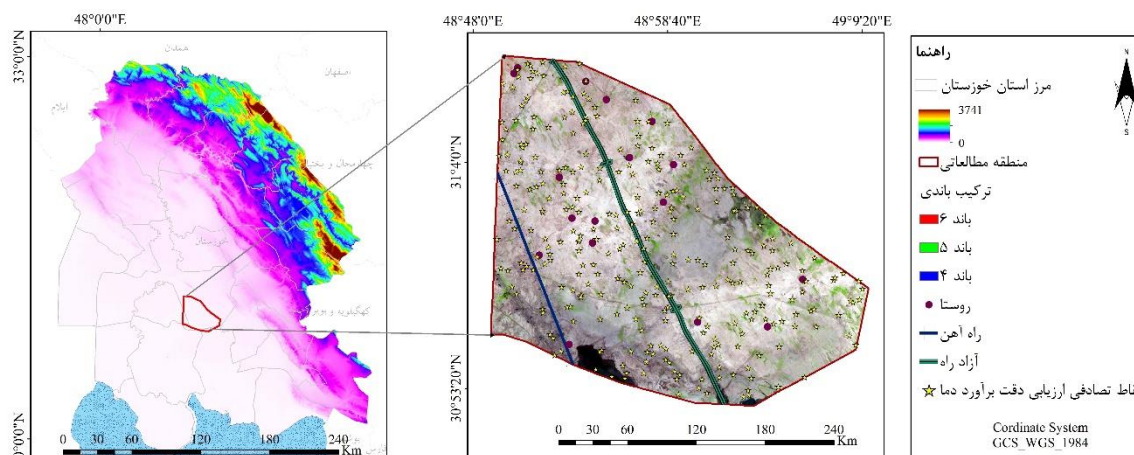
مطالعات مختلفی توسط محققان در ارتباط با بررسی روند تغییرات دمای سطح زمین با تغییر کاربری اراضی صورت گرفته است. بر اساس نتایج مطالعه Alemu (2019) در حوضه آنداسا اتیوپی، در طی دوره ۱۹۸۶-۲۰۱۶ بین دمای سطح زمین و شاخص پوشش گیاهی NDVI همبستگی معکوسی وجود داشته و در طی دوره ۳۰ ساله پوشش گیاهی تخریب و میزان LST افزایش یافته است. بر اساس نتایج مطالعه Abdul Athick *et al.* (2019) در اتیوپی، همبستگی قوی بین دمای سطح زمین و پوشش گیاهی وجود دارد و مقادیر بالاتر LST نشان‌دهنده NDVI کمتر و بالعکس است، این محققین گزارش کردند که کاهش سطوح آبی و پوشش گیاهی، افزایش دمای سطح زمین را به همراه داشته و با افزایش پوشش گیاهی و کشت و زرع می‌توان این وضعیت را برگرداند. Bevel and Korme (2020) در نتیجه پژوهش خود بیان کردند که میانگین شاخص NDVI از ۰/۱۸ در سال ۱۹۸۷ به ۰/۲۶ در سال ۲۰۱۷ افزایش یافته است و همبستگی منفی بین LST و NDVI برای سال ۱۹۸۷ برابر با

## مواد و روش‌ها

### الف) منطقه مورد مطالعه

منطقه مطالعاتی کانون گردوغبار جنوب شرق اهواز با مساحت ۶۵۲۷۸/۷۱ هکتار است و در موقعیت جغرافیایی ۴۸° ۴۹' ۲۳" تا

۴۲' ۰۹" ۴۹° طول شرقی و ۳۲' ۵۲" ۳۰° تا ۲۲' ۰۹" ۳۱° عرض شمالی گسترده شده است (شکل ۱). ارتفاع متوسط منطقه مطالعاتی ۱۲/۶۴ متر از سطح دریا و متوسط بارش بلند مدت سالانه ۲۲۴/۴۷ میلی‌متر و بر اساس روش دمارتن اصلاح شده دارای اقلیم فراخشک گرم است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

### داده‌های مورد استفاده

با توجه به شروع اقدامات مربوط به مقابله با کانون‌های گردوغبار در سال ۲۰۱۶ (Azhdari et al., 2016; Fayaz, 2017) و نتایج مطالعه Norouzi et al (2019) که با بررسی روند تغییرات کاربری اراضی در منطقه جنوب شرق اهواز طی دوره ۱۹۸۶-۲۰۱۶ گزارش نمودند که در سال ۲۰۱۶ تغییر کاربری اراضی در جهت از بین رفتن پوشش گیاهی، خشک شدن تالاب شریفیه و کاهش سطح تالاب منصوریه و افزایش سطح اراضی بایر، شرایط را برای ایجاد طوفان گردوغبار فراهم کرده است؛ بنابراین دوره مطالعاتی ۲۰۱۶-۲۰۲۰ برای بررسی رابطه تغییر دمای سطح زمین با کاربری اراضی انتخاب شد و با توجه به رخداد طوفان‌های گردوغبار در فصل زمستان و در نظر گرفتن نبود پوشش ابری در منطقه، ماه اسفند مبنای مقایسات قرار گرفت و تصاویر دوره‌های ماهواره لندست ۸ از تارنمای سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده دریافت شدند (جدول ۱). به منظور استخراج نقشه‌های کاربری اراضی از باندهای مرئی و مادون قرمز (۷-۱) سنجنده OLI<sup>۱</sup>

استفاده و عملیات طبقه‌بندی تصاویر به روش ماشین بردار پشتیبان انجام شد. به منظور استخراج دمای سطح زمین طی سال‌های ۲۰۱۶-۲۰۲۰ از باندهای چند طیفی و باندهای حرارتی (۱۰ و ۱۱) سنجنده TIRS<sup>۲</sup> استفاده و نقشه دمای سطح زمین به روش پنجره مجزا برای هر یک از سال‌های مطالعاتی استخراج شد. در طی انجام پژوهش از داده‌های ایستگاه سینوپتیک اهواز شامل: دما و رطوبت نسبی روزانه برای تکمیل پارامترهای مورد نیاز برای استخراج دمای سطح زمین استفاده شد. علاوه بر آن از داده‌های بلند مدت مجموع بارش سالانه در دوره آماری (۱۹۷۹-۲۰۲۰) و شاخص استاندارد بارش<sup>۳</sup> (SPI) برای شناسایی دوره‌های خشکسالی و ترسالی طبق رابطه ۱ استفاده شد (Mckee, 1993).  
 (رابطه ۱)  

$$SPI = \frac{P_i - \bar{P}}{SD}$$
 که در آن  $P_i$  بارندگی سال  $i$  برحسب میلی‌متر،  $\bar{P}$  میانگین بارندگی بلندمدت و  $SD$  انحراف معیار بارش است. طبقه‌بندی درجه‌های خشکسالی به صورت جدول (۲) ارائه می‌شود (Mckee, 1993).

جدول ۱- مشخصات تصاویر ماهواره‌ای لندست در محدوده مطالعاتی

شماره	تاریخ میلادی	تاریخ شمسی	ماهواره	سنجنده	ردیف	مسیر
۱	۲۰۱۶/۰۳/۰۷	۱۳۹۴/۱۲/۱۷	Landsat-8	OLI-TIRS	۳۹	۱۶۵
۲	۲۰۱۷/۰۳/۱۰	۱۳۹۵/۱۲/۲۰	Landsat-8	OLI-TIRS	۳۹	۱۶۵
۳	۲۰۱۸/۰۳/۱۳	۱۳۹۶/۱۲/۲۲	Landsat-8	OLI-TIRS	۳۹	۱۶۵
۴	۲۰۱۹/۰۳/۱۶	۱۳۹۷/۱۲/۲۵	Landsat-8	OLI-TIRS	۳۹	۱۶۵
۵	۲۰۲۰/۰۳/۰۲	۱۳۹۸/۱۲/۱۲	Landsat-8	OLI-TIRS	۳۹	۱۶۵

از طبقه‌بندی به صورت جدول‌بندی افقی استفاده شد.

### محاسبه شاخص‌های گیاهی

در این پژوهش به منظور بررسی نقش پوشش گیاهی بر تغییرات دمای سطح زمین، آنالیز رگرسیون خطی بین مقادیر پیکسل‌های شاخص‌های پوشش گیاهی و LST با استفاده از نرم افزار TerrSet انجام شد؛ این روش با استفاده از ضریب همبستگی رابطه بین دو یا چند متغیر را یافته و بر این اساس روابط را تحلیل می‌کند. با توجه به اینکه ارزش‌های پیکسل‌های منفی شاخص‌های گیاهی مربوط به اجزا غیر گیاهی مانند آب است، ابتدا با ایجاد ماسک باینری از دخالت این مقادیر در تجزیه و تحلیل جلوگیری و آنالیزها فقط با مقادیر مثبت پیکسل‌های شاخص نرمال شده اختلاف پوشش گیاهی<sup>۲</sup> (NDVI)، شاخص گیاهی تعدیل کننده اثر خاک<sup>۳</sup> (SAVI) و شاخص گیاهی بهبود یافته<sup>۴</sup> (EVI) انجام شد که با استفاده از روابط ارائه شده در جدول (۳) محاسبه می‌شوند. در این مطالعه با توجه دامنه متغیر میزان تراکم پوشش مقدار فاکتور تصحیح ۰/۵ در نظر گرفته شد (Azhdari et al., 2015)؛ که در اکثر مطالعات نیز این مقدار به عنوان پیش فرض در نظر گرفته می‌شود (Rahdari et al., 2014).

جدول ۳- مشخصات شاخص‌های گیاهی مورد استفاده در منطقه مطالعاتی

شاخص	معادله	منبع
NDVI	$\frac{(\rho_{NIR} - \rho_{Red})}{(\rho_{NIR} + \rho_{Red})}$	Tucker (1979)
SAVI	$\frac{(\rho_{NIR} - \rho_{Red})}{(\rho_{NIR} + \rho_{Red} + L)} \times (L + 1)$	Huete (1988)
EVI	$G \times \frac{(\rho_{NIR} - \rho_{Red})}{(\rho_{NIR} + C1 \times \rho_{Red} - C2 \times \rho_{Blue} + L)}$	Huete et al (1997)

در این معادلات،  $\rho_{NIR}$  مقادیر بازتاب سطحی در باند مادون قرمز نزدیک،  $\rho_{Red}$  مقادیر بازتاب سطحی در باند قرمز،  $\rho_{Blue}$  مقادیر بازتاب سطحی در باند آبی،  $G=2/5$ ،  $C1=6$ ،  $C2=7/5$  و  $L$  فاکتور تنظیم کننده خاک برابر با ۰/۵.

### برآورد دمای سطح زمین به روش پنجره مجزا

در پژوهش حاضر برای استخراج دمای سطح زمین از الگوریتم پنجره مجزا استفاده شد که کاربرد گسترده‌ای در مطالعات مربوط به برآورد دمای سطح زمین دارد (Ghorbannia Kheybari et al., 2017; Abdul Athick et al., 2019; Weng et al., 2019; Kakehmami et al., 2020). روش پنجره مجزا با استفاده از تلفیق دو باند حرارتی مجاور سعی در کاهش اثرات اتمسفری دارد. از مزایای این روش عدم نیاز به پروفیل اتمسفری دقیق و کارآمدی

جدول ۲- طبقه‌بندی شاخص استاندارد شده بارش

مقدار SPI	طبقات SPI
$\geq 2$	ترسالی بسیار شدید
۱/۵ تا ۱/۹۹	ترسالی شدید
۱ تا ۱/۴۹	ترسالی متوسط
۰ تا ۰/۹۹	ترسالی خفیف
۰ تا -۰/۹۹	خشکسالی خفیف
-۱ تا -۱/۴۹	خشکسالی متوسط
-۱/۹۹ تا -۱/۵	خشکسالی شدید
$\leq -2$	خشکسالی حاد

### تهیه نقشه کاربری اراضی

در مرحله پیش‌پردازش داده‌ها، ابتدا مقادیر ارزش‌های رقومی پیکسل‌های تصاویر به تابش طیفی تبدیل و سپس تصاویر با استفاده از مدل تصحیح اتمسفری FLAASH<sup>۱</sup> تصحیح شدند. در مرحله پردازش داده‌ها، نمونه‌های تعلیمی مورد نیاز برای استخراج طبقات کاربری اراضی تعریف شده شامل: بدون پوشش، پوشش گیاهی، سطوح آبی و ساخته‌شده به تعداد حدود ۴۰۰۰ پیکسل نمونه در هر یک از سال‌های مورد بررسی با در نظر گرفتن پراکندگی مناسب از سراسر تصویر اخذ شد و عملیات طبقه‌بندی با استفاده از روش ماشین بردار پشتیبان با کرنل چند جمله‌ای صورت پذیرفت که بر اساس نتایج مطالعه Norouzi et al (2019) که سه روش طبقه‌بندی حداقل فاصله از میانگین، حداکثر احتمال و روش ماشین بردار پشتیبان را برای استخراج نقشه کاربری اراضی کانون جنوب شرق اهواز به کار بردند؛ روش ماشین بردار پشتیبان در کرنل چند جمله‌ای در طبقه‌بندی تصویر OLI نسبت به دو روش دیگر، بهتر عمل کرده و ضریب کاپا و دقت کلی بالاتری داشته است. ارزیابی نتایج طبقه‌بندی با استفاده از نمونه‌های واقعیت زمینی و تشکیل ماتریس خطا و بررسی پارامترهای آماری دقت کلی و ضریب کاپا انجام شد. در مرحله بعدی کلاس پوشش گیاهی، با استفاده از شاخص SAVI که شاخصی مناسب برای بارزسازی عوارض پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه است (Azhdari et al., 2015)؛ به دو کلاس پوشش گیاهی متوسط (پیکسل‌های دارای ارزش شاخص بزرگتر مساوی ۰/۲ و کوچکتر از ۰/۵) و پوشش گیاهی خوب (پیکسل‌های دارای ارزش شاخص بزرگتر مساوی ۰/۵) طبقه‌بندی شد. پژوهشگران دیگری از جمله (Liu et al., 2018; Zhu et al., 2019; Bayat et al., 2021) نیز در مطالعات خود از شاخص‌های پوشش گیاهی برای طبقه‌بندی پوشش گیاهی استفاده کردند. برای آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی و دمای سطح زمین از روش مقایسه پس

3. Soil adjusted Vegetation Index  
4. Enhanced Vegetation Index

1. Fast Line of sight Atmospheric Analysis of Hypercubes  
2. Normalized Difference Vegetation Index

$$w_i = 0.0981 \times \left\{ 10 \times 0.6108 \times \exp\left[\frac{17.27 \times (T_0 - 273.15)}{237.3 + (T_0 - 273.15)}\right] \times RH \right\} + 0.1697$$

در این رابطه،  $w_i$  مقدار بخار آب موجود در جو ( $\text{g/cm}^2$ )،  $T_0$  دمای ثبت شده توسط ایستگاه سینوپتیک (K) و RH درصد رطوبت نسبی در سال، روز، ماه و ساعت اخذ تصویر است.

#### برآورد قابلیت انتشار سطح زمین (گیلیمندی)

اجسام با درجه حرارت بالاتر از صفر مطلق، تشعشعات الکترومغناطیسی از خود ساطع می‌کنند که به آن شار تابشی گفته می‌شود. در یک جسم سیاه تمام حرارت جذب شده، منتشر شده و نسبت بین گسیلش از یک شیء به گسیلش از جسمی سیاه در دمای ثابت را گیلیمندی<sup>۱</sup> می‌گویند. مقدار گیلیمندی برای تبدیل دمای درخشندگی به دمای جنبشی سطح مورد نیاز است (Ahmadi et al., 2015). مقادیر گیلیمندی به طور جداگانه برای هر یک از باندهای حرارتی ماهواره لندست ۸ با توجه به رابطه ۶ محاسبه شد (Rongali et al., 2018).

$$\varepsilon = \varepsilon_s(1 - FVC) + \varepsilon_V \times FVC \quad (\text{رابطه ۶})$$

در این رابطه  $\varepsilon_V$  گیلیمندی پوشش گیاهی،  $\varepsilon_s$  گیلیمندی خاک در باندهای حرارتی است که برای باند ۱۰ به ترتیب برابر با ۰/۹۸۷ و ۰/۹۷۱ و برای باند ۱۱ به ترتیب برابر با ۰/۹۸۹ و ۰/۹۷۷ است، FVC شاخص کسری پوشش گیاهی است که از رابطه ۷ محاسبه شد (Rongali et al., 2018).

$$FVC = \frac{NDVI - NDVI(s)}{NDVI(v) - NDVI(s)} \quad (\text{رابطه ۷})$$

در این رابطه؛ NDVI شاخص نرمال شده اختلاف پوشش گیاهی و  $NDVI(s)$  برابر با ۰/۲ و  $NDVI(v)$  برابر با ۰/۵ در نظر گرفته شد.

#### محاسبه میانگین و اختلاف گیلیمندی

برای محاسبه میانگین و اختلاف گیلیمندی باندهای حرارتی از روابط ۸ و ۹ استفاده شد (Rongali et al., 2018).

$$m = (LSE10 + LSE11)/2 \quad (\text{رابطه ۸})$$

$$\Delta m = LSE10 - LSE11 \quad (\text{رابطه ۹})$$

در این روابط LSE10 مقدار گیلیمندی باند ۱۰ و LSE11 مقدار گیلیمندی باند ۱۱ است.

پس از به دست آوردن پارامترهای مورد نیاز، دمای سطح زمین برای سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۱۶ با استفاده از رابطه ۲ محاسبه و سپس از رابطه ۱۰ برای تبدیل واحد نقشه دمای سطح زمین از درجه کلون به درجه سانتی‌گراد استفاده شد.

$$LST(C) = (LST(k) - 273 \cdot 15) \quad (\text{رابطه ۱۰})$$

برای تمام سنسورهای با حداقل ۲ باند حرارتی و از محدودیت‌های این روش وابستگی به اطلاع از ضریب گسیل و وابستگی ضرایب هر مدل به نوع منطقه است (Kakehmami et al., 2020). رابطه برآورد دمای سطح زمین با استفاده از الگوریتم پنجره مجزا برای لندست ۸ در فرمول ۲ ارائه شده است (Rongali et al., 2018).

(رابطه ۲)

$$LST = (TB_{10} + C_1(TB_{10} - TB_{11}) + C_2(TB_{10} - TB_{11})^2 + C_0 + (C_3 + C_4W(1 - m) + (C_5 + C_6W)\Delta m)$$

در این رابطه،  $TB_{10}$  و  $TB_{11}$  دمای درخشندگی باندهای حرارتی (۱۰ و ۱۱)،  $m$  میانگین گیلیمندی،  $W$  بخار آب موجود در جو،  $\Delta m$  اختلاف گیلیمندی باندهای حرارتی (۱۰ و ۱۱) و  $C_0$  تا  $C_6$  ضرایب الگوریتم پنجره مجزا هستند که در جدول (۴) ارائه شده است.

جدول ۴- ضرایب الگوریتم پنجره مجزا

ضریب	$C_6$	$C_5$	$C_4$	$C_3$	$C_2$	$C_1$	$C_0$
مقدار	۱۶/۴۰۰	-۱۲۹/۲۰۰	-۲/۲۳۸	۵۴/۳۰۰	۰/۱۸۳	۱/۳۷۸	-۰/۲۶۸

#### محاسبه تابش طیفی

به منظور تبدیل ارزش‌های رقومی باندهای حرارتی (۱۰ و ۱۱) ماهواره لندست ۸ به تابش طیفی از رابطه ۳ استفاده شد.

$$L_\lambda = M_L Q_{cal} + A_L \quad (\text{رابطه ۳})$$

در این رابطه،  $L_\lambda$  تابش طیفی بالای اتمسفر،  $Q_{cal}$  ارزش رقومی پیکسل و  $M_L$  فاکتور تبدیل ضربی و  $A_L$  ضریب تبدیل تجمیع کننده و به ترتیب برابر با  $3/342 \cdot E^{-0.4}$  و ۰/۱ است که از متادیتای تصویر استخراج شد.

#### محاسبه دمای درخشندگی

داده‌های باند حرارتی با استفاده از رابطه ۴، از تابش طیفی به دمای درخشندگی تبدیل شدند (Qin, 2001).

$$TB = k_2 / \ln(k_1/L_\lambda + 1) \quad (\text{رابطه ۴})$$

در این رابطه،  $TB$  دمای درخشندگی بر حسب کلون،  $k_1$  و  $k_2$  ضرایب ثابت کالیبراسیون برای باندهای ۱۰ و ۱۱ که هستند که مقادیر آن‌ها برای باند ۱۰ به ترتیب برابر با ۷۷۴/۸۸۵۳ و ۱۳۲۱/۰۷۸۹ و برای باند ۱۱ به ترتیب برابر با ۴۸۰/۸۸۸۳ و ۱۲۰۱/۱۴۴۲ است که از متادیتای تصویر استخراج شد.

#### محاسبه بخار آب موجود در جو

در این پژوهش، مقدار بخار آب موجود در جو با استفاده از داده‌های ثبت شده توسط ایستگاه سینوپتیک اهواز با استفاده از میانگین دما و رطوبت نسبی از رابطه ۵ محاسبه شد (Liu and Yuanzhi, 2011).

(رابطه ۵)

## اعتبارسنجی برآورد دمای سطح زمین

در پژوهش حاضر برای اعتبارسنجی نتایج برآورد دمای سطح زمین استخراج شده از تصاویر لندست هشت، با توجه به نبود ایستگاه سینوپتیک در منطقه مطالعاتی، از محصول آماده دمای سطح زمین سنجنده مودیس به نام MOD11A1 استفاده شد که توسط الگوریتم روزانه مجزای تعمیم یافته و با استفاده از تابش باندهای ۳۱ و ۳۲ مودیس در پیکسل سایز یک کیلومتری تولید می‌شود. سنجنده‌های مودیس و لندست از لحاظ ویژگی‌های مدار (ارتفاع از سطح زمین، خورشید آهنگ بودن و مدار قطبی، زمان عبور بین ساعت ۱۰ تا ۱۰:۳۰ به وقت محلی) و ویژگی‌های طیفی (داشتن دو باند حرارتی در محدوده ۱۰ تا ۱۲/۵ میکرومتر) به هم شباهت زیادی دارند که قابلیت مقایسه ویژگی‌های حرارتی دو تصویر را فراهم می‌کند (Kaffash et Sanaei Nejad, 2020). در این راستا داده‌های روزانه این محصول در سال‌های مورد بررسی دریافت شدند. ابتدا سیستم مختصات این تصاویر که سینوسی است به سیستم مختصات UTM تبدیل و تصاویر به اندازه مرز محدوده مطالعاتی برش داده شدند. در ادامه مقدار ارزش پیکسل‌های تصاویر در ضریب فاکتور ۰/۲ ضرب شد تا دما بر حسب کلونین به دست بیاید و سپس دمای کلونین از رابطه ۱۰ به درجه سانتی‌گراد تبدیل شد. در این پژوهش مرحله اعتبارسنجی طی ۲ رویکرد انجام شد. در رویکرد اول میانگین دمای سطح زمین برآورد شده از تصاویر ماهواره لندست با میانگین دمای ثبت شده توسط محصول مودیس مقایسه و روند تغییرات و ضریب همبستگی بین آن‌ها محاسبه شد. در رویکرد دوم از روش اعتبارسنجی تقاطعی<sup>۱</sup> استفاده شد که (Sekertekin and Zadbagher, 2021) نیز در مطالعه خود از این روش استفاده کرده‌اند. در این راستا با توجه به متفاوت بودن اندازه پیکسل‌های تصاویر مودیس و لندست، نمونه‌برداری مجدد<sup>۲</sup> برای تطبیق اندازه

پیکسل‌های دو تصویر انجام و اندازه پیکسل‌های تصاویر ماهواره لندست به ۱۰۰۰ متری تبدیل شد که معادل با اندازه پیکسل‌های مودیس است. در مرحله بعدی تعداد ۳۰۰ نقطه تصادفی از سطح محدوده مطالعاتی اخذ و ارزش‌های متناظر با دمای سطح زمین برآورد شده از لندست و ثبت شده توسط مودیس در هر یک از سال‌های مطالعاتی در این نقاط استخراج و میزان جذر میانگین مربعات خطا (RMSE)<sup>۳</sup> از رابطه ۱۱ و ضریب همبستگی بین نقاط تصادفی دمای سطح زمین در دو تصویر لندست و مودیس محاسبه شد.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)^2}{n}} \quad (\text{رابطه ۱۱})$$

در این رابطه،  $A_t$  و  $F_t$  به ترتیب میزان دمای سطح زمین در تصاویر لندست و مودیس،  $n$  تعداد نقاط است.

## نتایج و بحث

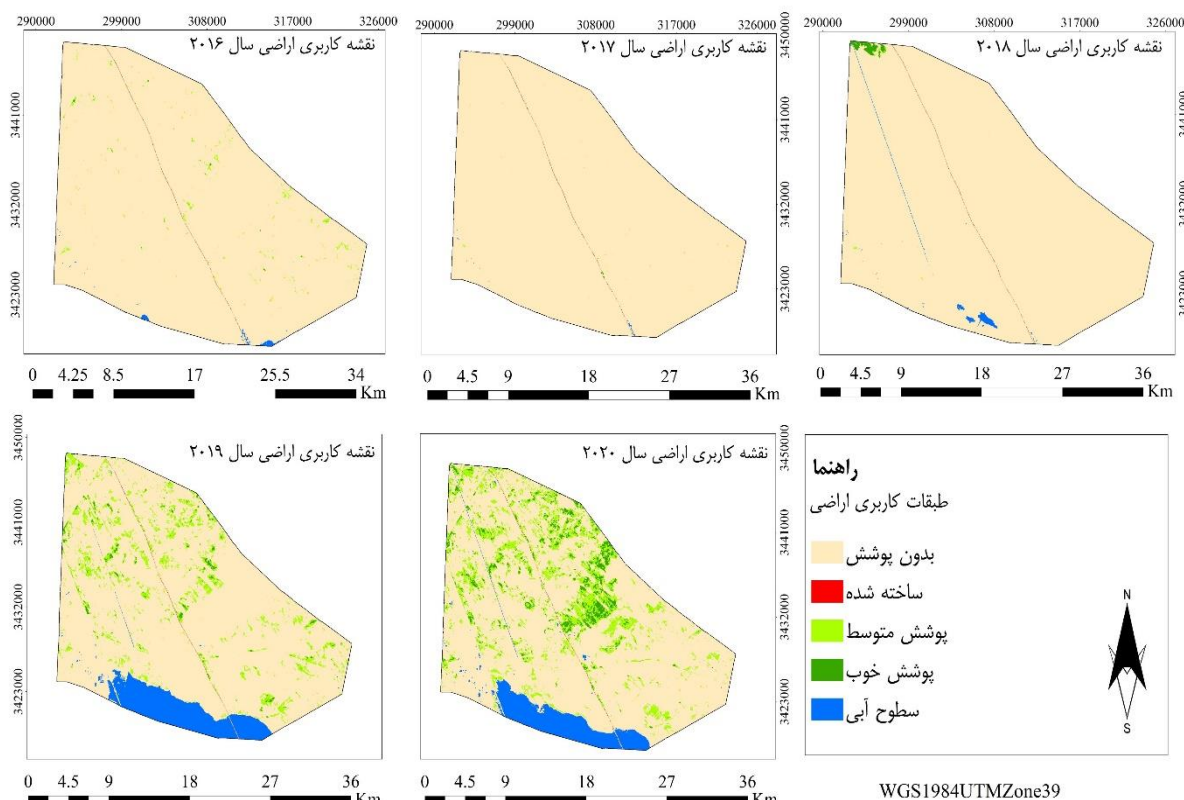
## نقشه‌های کاربری اراضی

نتایج حاصل از ارزیابی نتایج طبقه‌بندی در جدول (۵) ارائه شده است، ضریب کاپا برای سال‌های مورد بررسی بالای ۰/۹ به دست آمد که نشان‌دهنده قابل قبول بودن روش طبقه‌بندی است (شکل ۲). در هر پنج سال مورد بررسی، کاربری بدون پوشش با دارا بودن بیش از ۷۰ درصد از کل مساحت منطقه مطالعاتی، بیشترین مساحت را داشته است. کمترین میزان مساحت کاربری‌های پوشش گیاهی متوسط، پوشش گیاهی خوب و سطوح آبی در سال ۲۰۱۷ و به ترتیب برابر با ۰/۰۵ درصد، ۰/۰۱ درصد و ۰/۰۳ درصد است. بیشترین مساحت کاربری‌های پوشش گیاهی متوسط و پوشش گیاهی خوب مربوط به سال ۲۰۲۰ و به ترتیب برابر با ۱۳/۲۹ درصد و ۳/۲۶ درصد و بیشترین مساحت سطوح آبی مربوط به سال ۲۰۱۹ و برابر با ۷/۷۳ درصد بوده است (جدول ۵).

جدول ۵- ارزیابی نتایج طبقه‌بندی و مساحت طبقات کاربری اراضی (۲۰۱۶-۲۰۲۰)

ردیف	نوع کاربری	سال ۲۰۱۶		سال ۲۰۱۷		سال ۲۰۱۸		سال ۲۰۱۹		سال ۲۰۲۰	
		درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار
۱	بدون پوشش	۹۸/۹۷	۶۴۶۰۶	۹۹/۸۱	۶۴۶۲۶	۹۹	۶۴۶۲۶	۸۴/۰۷	۵۴۸۷۸/۷۹	۵۰/۱۷۲/۰۲	۷۶/۶۸
۲	پوشش گیاهی متوسط	۰/۶۷	۴۴۰/۱۴	۰/۰۵	۳۵/۶۷	۰/۰۹	۶۲/۰۱	۷/۳۱	۴۷۶۹/۲۳	۸۶۷۳/۳۴	۱۳/۲۹
۳	پوشش گیاهی خوب	۰/۰۴	۲۵/۵۶	۰/۰۱	۳/۷۸	۰/۳۵	۲۲۷/۶۱	۰/۷۹	۵۱۶/۰۷	۲۱۲۶/۸۲	۳/۲۶
۴	سطوح آبی	۰/۲۱	۱۳۹/۸۱	۰/۰۳	۱۹/۹۷	۰/۴۵	۲۹۵/۹	۷/۷۳	۵۰۴۷/۴۲	۴۲۳۹/۳۲	۶/۴۹
۵	ساخته شده	۱۰	۶۷/۲۰	۱۰	۶۷/۲۰	۱۰	۶۷/۲۰	۱۰	۶۷/۲۰	۶۷/۲۰	۱۰
	دقت کلی	۹۹/۹۷		۹۹/۹۴		۹۹/۷۷		۹۹/۹۵		۹۹/۹۷	
	ضریب کاپا	۰/۹۹		۰/۹۶		۰/۹۴		۰/۹۹		۰/۹۹	





شکل ۲- نقشه‌های کاربری اراضی منطقه مطالعاتی

جدول ۶- اعتبار سنجی نتایج برآورد دمای سطح زمین

سال	RMSE	ضریب همبستگی
۲۰۱۶	۹/۹	۰/۷۵**
۲۰۱۷	۱۰/۲۱	۰/۶۳**
۲۰۱۸	۸/۸۴	۰/۸۳**
۲۰۱۹	۶/۲۳	۰/۸۱**
۲۰۲۰	۸/۶۴	۰/۸**

دوره	روند تغییرات دما		اختلاف روند	ضریب همبستگی
	لندست	مودیس		
۲۰۱۶-۲۰۱۷	+۳/۸۵	+۴/۰۵	۰/۲	۰/۹۲*
۲۰۱۷-۲۰۲۰	-۱۰/۳۱	-۱۱/۶۱	-۱/۳	

\*همبستگی معنی‌دار در سطح ۵ درصد، \*\* همبستگی معنی‌دار در سطح ۱ درصد

#### نقشه‌های دمای سطح زمین

بر اساس نتایج حاصل از استخراج دمای سطح زمین با الگوریتم پنجره مجزا، سال ۲۰۱۷ با متوسط دمای ۳۶/۴۷ درجه سانتی‌گراد و سال ۲۰۲۰ با متوسط دمای ۲۶/۱۶ درجه سانتی‌گراد به ترتیب بیشترین و کمترین میانگین دما را به خود اختصاص داده‌اند (نمودار ۱). میانگین دمای سطح زمین طی دوره ۲۰۱۶-۲۰۱۷ روند افزایشی به میزان ۳/۸۵ درجه سانتی‌گراد و طی دوره ۲۰۱۷-۲۰۲۰ روند کاهشی به میزان ۱۰/۳۱ درجه سانتی‌گراد را داشته است (نمودار ۱). بیشترین مقدار به دست آمده برای حداقل و حداکثر دمای سطح زمین مربوط به سال

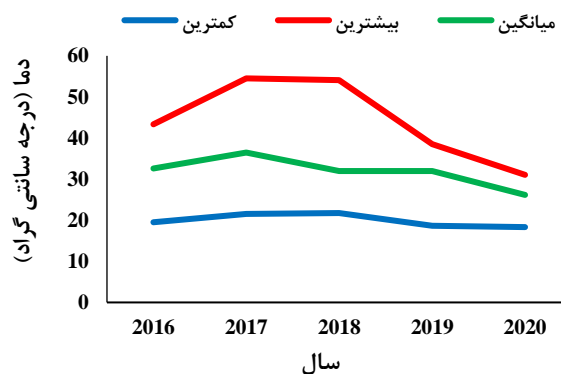
#### نتایج اعتبار سنجی برآورد دمای سطح زمین

نتایج حاصل از اعتبار سنجی دمای سطح زمین برآورد شده از تصاویر لندست هشت در جدول (۶) ارائه شده است. هر پیکسل از تصویر مودیس میزان دمای سطح زمین را در سطح ۱۰۰۰ متری نشان می‌دهد، در صورتیکه هر پیکسل از تصویر لندست میزان دمای سطح زمین را در یک سطح ۳۰ در ۳۰ متری نشان می‌دهد؛ در تصاویر مودیس به علت اندازه پیکسل‌ها، تعداد زیادی از عوارض در یک پیکسل قرار می‌گیرند و عدم تمایز بین عوارض بر میزان دمای ثبت شده اثر گذاشته و در نتیجه میزان RMSE نقاط تصادفی اخذ شده برای مقایسه دمای سطح زمین لندست و مودیس افزایش یافته است؛ با این وجود همبستگی معنی‌داری در سطح  $\alpha=0/01$ ، بین مقدار دمای سطح زمین برآورد شده توسط لندست و مودیس وجود دارد (جدول ۶). روند تغییرات میانگین دمای سطح زمین برآورد شده از تصاویر لندست هشت در دوره ۲۰۱۶-۲۰۱۷ افزایشی و در دوره ۲۰۱۷-۲۰۲۰ کاهشی است که در مودیس نیز روند مشابهی به دست آمد و ضریب همبستگی آن برابر با ۰/۹۲ و در سطح  $\alpha=0/05$  معنا دار شده است (جدول ۶). این نتایج صحت نتایج برآورد دمای سطح زمین به روش پنجره مجزا با استفاده از تصاویر لندست هشت را تأیید می‌کند.



برای بررسی دقیق تر تغییرات دمای سطح زمین، نقشه های دمای سطح زمین به پنج کلاس دمایی شامل: کلاس ۱ ( $LST < 20^{\circ}C$ )، کلاس ۲ ( $20 \leq LST < 25^{\circ}C$ )، کلاس ۳ ( $25 \leq LST < 30^{\circ}C$ )، کلاس ۴ ( $30 \leq LST < 35^{\circ}C$ ) و کلاس ۵ ( $LST \geq 35^{\circ}C$ ) طبقه بندی شدند (شکل ۳). در سال ۲۰۱۶ طبقه دمایی ۴ بیشترین مساحت به میزان ۹۴/۳ درصد را به خود اختصاص داده است. در سال ۲۰۱۷ بیشترین مساحت مربوط به طبقه دمایی ۵ است و این طبقه ۸۱/۴۴ درصد از مساحت منطقه را شامل شده که نشان دهنده افزایش دمای سطح زمین نسبت به سال ۲۰۱۶ است. در سال های ۲۰۱۸ و ۲۰۱۹ طبقه دمایی ۴ بیشترین مساحت را داشته و مساحت آن با روند کاهشی از ۹۳/۲۶ درصد در سال ۲۰۱۸ به ۷۵/۱۴ درصد در سال ۲۰۱۹ رسیده است. در سال ۲۰۲۰ بیشترین مساحت با ۸۱/۳۸ درصد مربوط به طبقه دمایی ۳ و روند کاهشی در دمای سطح زمین مشاهده گردید (جدول ۷).

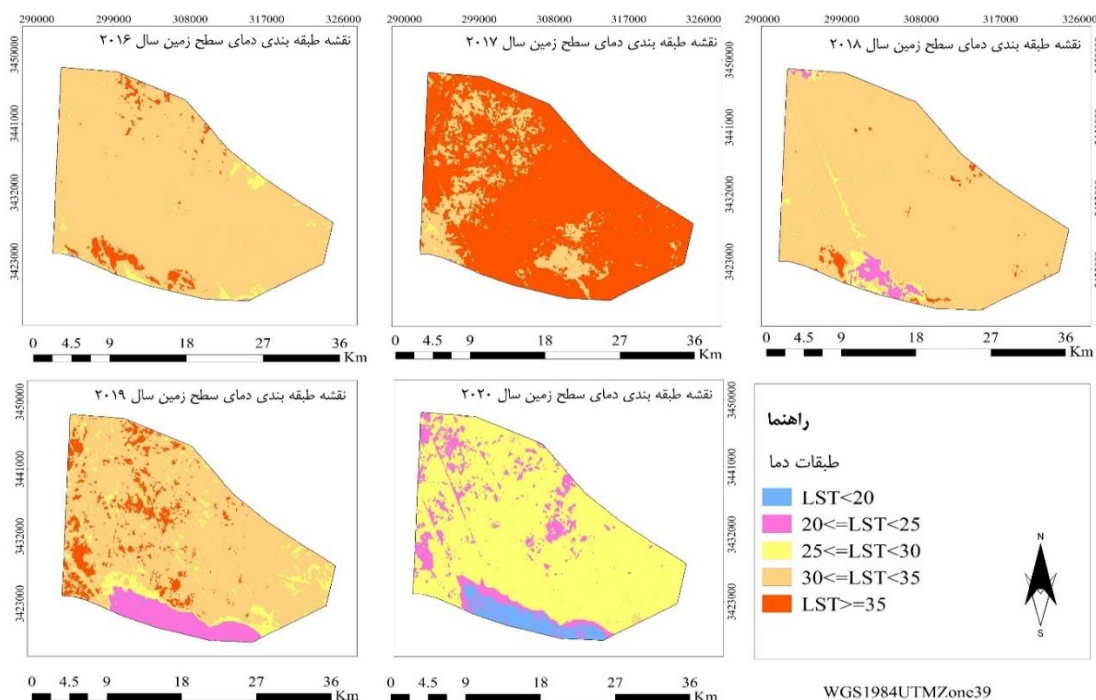
۲۰۱۷ و به ترتیب برابر با ۲۱/۵۲ و ۵۴/۵۲ درجه سانتی گراد و کمترین مقدار بدست آمده برای حداقل و حداکثر دمای سطح زمین در سال ۲۰۲۰ و به ترتیب برابر با ۱۸/۳۳ و ۳۱/۰۴ است (نمودار ۱).



نمودار ۱- خصوصیات آماری دمای سطح زمین طی دوره مطالعاتی (۲۰۱۶-۲۰۲۰)

جدول ۷- مساحت طبقات دما (۲۰۱۶-۲۰۲۰)

سال	کلاس ۱ ( $LST < 20^{\circ}C$ )		کلاس ۲ ( $20 \leq LST < 25^{\circ}C$ )		کلاس ۳ ( $25 \leq LST < 30^{\circ}C$ )		کلاس ۴ ( $30 \leq LST < 35^{\circ}C$ )		کلاس ۵ ( $LST \geq 35^{\circ}C$ )	
	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار
۲۰۱۶	۰/۱۸	۵۱/۳	۰/۰۸	۱۴۵۶/۸۳	۲/۳۳	۱۴۵۶/۸۳	۹۴/۳	۶۱۵۵۷/۰۳	۳/۳۹	۲۲۱۳/۳۷
۲۰۱۷	۰	۱۳/۳۲	۰/۰۲	۱۴۷/۴۲	۰/۲۳	۱۴۷/۴۲	۱۸/۳۲	۱۱۹۵۵/۹۶	۸۱/۴۴	۵۳۱۶۲/۰۱
۲۰۱۸	۰	۱۵۰۷/۱۴	۲/۳۱	۲۱۲۹/۷۶	۳/۲۶	۲۱۲۹/۷۶	۹۳/۲۶	۶۰۸۸۱/۰۴	۱/۱۷	۷۶۰/۷۷
۲۰۱۹	۴۵/۵۴	۵۱۴۳/۶۸	۷/۸۸	۴۹۹۲/۰۳	۷/۶۵	۴۹۹۲/۰۳	۷۵/۱۴	۴۹۰۵۳/۲۴	۹/۲۶	۶۰۴۴/۲۲
۲۰۲۰	۳۵۸۰/۷۴	۸۴۱۱/۷۶	۱۲/۸۹	۵۳۱۲۶/۶۴	۸۱/۳۸	۵۳۱۲۶/۶۴	۰/۲۴	۱۵۹/۵۷	۰/۰۰	۰



شکل ۳- نقشه های طبقه بندی دمای سطح زمین در منطقه مطالعاتی

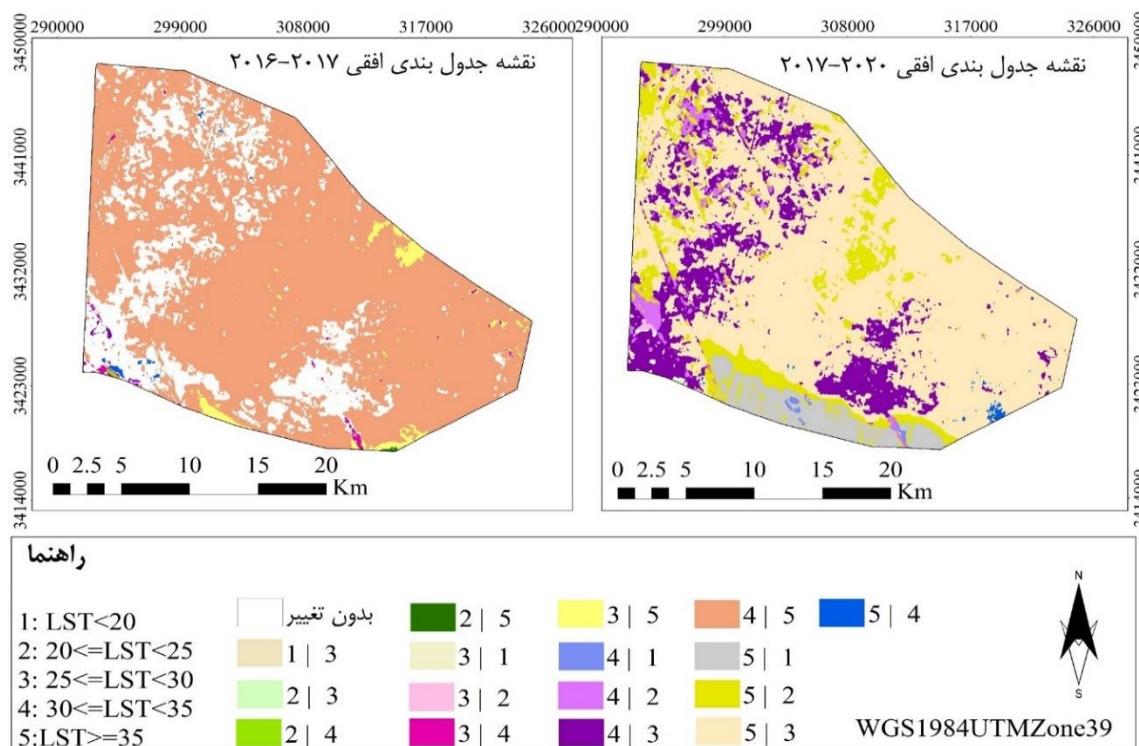
هستیم، بطوریکه طبقه‌های دمایی ۴ و ۳ به ترتیب به میزان ۸۱/۰۶ درصد و ۴۹/۸۲ درصد به طبقه دمایی ۵ تبدیل شده است (جدول ۸). طی دوره ۲۰۱۷-۲۰۲۰ طبقات با دمای بیشتر به طبقات با دمای کمتر تبدیل شده است؛ بطوریکه طبقه‌های دمایی ۴ و ۵ به ترتیب به میزان ۸۳/۲۷ درصد و ۸۱/۰۲ درصد به طبقه دمایی ۳ و ۳ به طبقه دمایی ۳ به میزان ۴۲/۱۲ درصد به طبقه دمایی ۲ تبدیل شده است (جدول ۸).

با توجه به نتایج به دست آمده، روند افزایشی دمای سطح زمین طی سال‌های ۲۰۱۶-۲۰۱۷ و روند کاهشی دمای سطح زمین طی سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۱۷ مشاهده شد که برای درک بهتر تبدلات دمایی در این سال‌ها، آشکارسازی تغییرات دمای سطح زمین به صورت جدول‌بندی افقی انجام شد که نتایج آن در جدول (۸) ارائه و نقشه‌های مشخص کننده محل تغییرات دمای سطح زمین در شکل (۴) ارائه شده است. طی دوره ۲۰۱۷-۲۰۱۶ شاهد تبدیل طبقات با دمای کمتر به طبقات با دمای بیشتر

جدول ۸- تغییرات طبقات دمای سطح زمین طی دوره‌های ۲۰۱۶-۲۰۱۷ و ۲۰۲۰-۲۰۱۷

سال	۲۰۱۶-۲۰۱۷		سال		۲۰۱۷-۲۰۲۰		۲۰۱۷-۲۰۲۰	
	هکتار	درصد	تبدلات	هکتار	درصد	هکتار	درصد	
۱ به ۳	۰/۱۸	۱۰۰	۴ به ۱	-	۰	۱۴۶/۹۷	۱/۲۳	
۲ به ۳	۱/۳۵	۲/۶۳	۴ به ۲	۸/۳۷	۹۸/۶۵	۱۸۴۷/۳۴	۱۵/۴۵	
۴ به ۲	۲۴/۳	۴۷/۳۷	۴ به ۳	۷۳/۷۱	-	۹۹۵۶/۰۷	۸۳/۲۷	
۵ به ۲	۲۵/۵۶	۴۹/۸۲	۴ به ۵	۴۹۹۰۰/۴۱	-	-	-	
۱ به ۳	-	-	۱ به ۵	-	۱/۵۳	۳۴۳۱/۵۲	۶/۴۵	
۲ به ۳	۴/۸۶	۰/۳۳	۲ ب ۵	-	۶۲/۱	۶۵۰۲/۱۴	۱۲/۲۳	
۴ به ۳	۲۳۴/۴۵	۱۶/۰۹	۳ به ۵	۰/۴۷	-	۴۳۰۷۴/۳۶	۸۱/۰۲	
۵ به ۳	۱۱۵۵/۷۸	۷۹/۳۴	۴ به ۵	۵/۵۴	-	۱۵۳/۹۹	۰/۲۹	

در این جدول، ۱ (LST<20)، ۲ (20<LST<25)، ۳ (25<LST<30)، ۴ (30<LST<35) و ۵ (LST>=35)، بر حسب درجه سانتی‌گراد



شکل ۴- نقشه‌های تغییرات طبقات دمای سطح زمین طی دوره‌های ۲۰۱۶-۲۰۱۷ و ۲۰۲۰-۲۰۱۷

کاربری اراضی، میانگین دمای سطح زمین در هر یک از طبقات کاربری اراضی در طی سال‌های مطالعاتی محاسبه و در نمودار ۲ ارائه شده است. در کل سال‌های مطالعاتی، کاربری بدون پوشش

بررسی ارتباط دمای سطح زمین با کاربری اراضی تغییرات کاربری اراضی یکی از عواملی است که بر دمای سطح زمین اثر می‌گذارد، برای درک رابطه بین دمای سطح زمین و

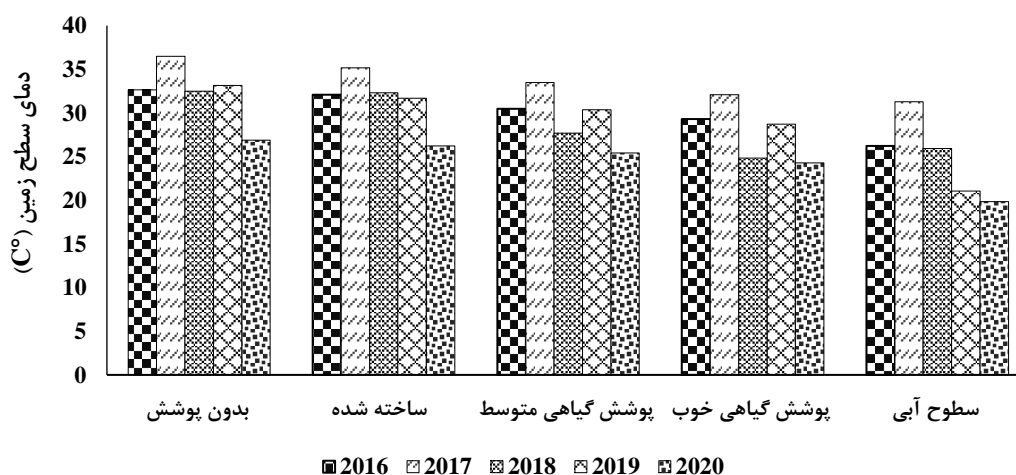
در طی دوره‌های ۲۰۱۷-۲۰۲۰ میانگین دمای سطح زمین در این کاربری‌ها روند کاهشی داشته است، بطوریکه برای پوشش گیاهی متوسط از ۳۳/۴۸ درجه سانتی‌گراد در سال ۲۰۱۷ به ۲۵/۴۳ درجه سانتی‌گراد در سال ۲۰۲۰ و برای پوشش گیاهی خوب از ۳۲/۰۹ درجه سانتی‌گراد در سال ۲۰۱۷ به ۲۴/۲۷ درجه سانتی‌گراد در سال ۲۰۲۰ رسیده است. در طی این دوره‌ها، کاربری‌های پوشش گیاهی خوب و متوسط تغییرات خالص مثبت را سپری کرده‌اند، بطوریکه سطح این کاربری‌ها در دوره ۲۰۱۷-۲۰۱۸ به ترتیب ۲۶/۳۳ هکتار و ۲۲۳/۸۲ هکتار و در دوره ۲۰۱۸-۲۰۱۹ به ترتیب ۴۷۰۷/۲۲ هکتار و ۲۸۸/۴۵ هکتار و در دوره ۲۰۱۹-۲۰۲۰ به ترتیب ۳۹۰۴/۱ هکتار و ۱۶۱۰/۷۵ هکتار افزایش یافته است (نمودار ۳).

میانگین دمای سطح زمین در کاربری‌های ساخته‌شده و سطوح آبی طی دوره ۲۰۱۷-۲۰۲۰ کاهش یافته است، بطوریکه به ترتیب از ۳۵/۱۷ و ۳۱/۲۸ درجه سانتی‌گراد در سال ۲۰۱۷ به ۲۶/۲۲ و ۱۹/۸۶ درجه سانتی‌گراد در سال ۲۰۲۰ رسیده است. مساحت کاربری ساخته‌شده در طول دوره مطالعاتی ثابت است و سطوح آبی در دوره ۲۰۱۷-۲۰۱۶ تغییرات خالص منفی و کاهش سطح به میزان ۱۱۹/۸۳ هکتار را داشته و طول دوره‌های ۲۰۱۸-۲۰۱۷ و ۲۰۱۹-۲۰۱۸ تغییر خالص مثبت به ترتیب برابر با ۲۷۵/۹۲ هکتار و ۴۷۵۱/۵۱ هکتار را داشته و در دوره ۲۰۲۰-۲۰۱۹ تغییر خالص منفی به میزان ۸۰۸ هکتار را داشته است (نمودار ۳).

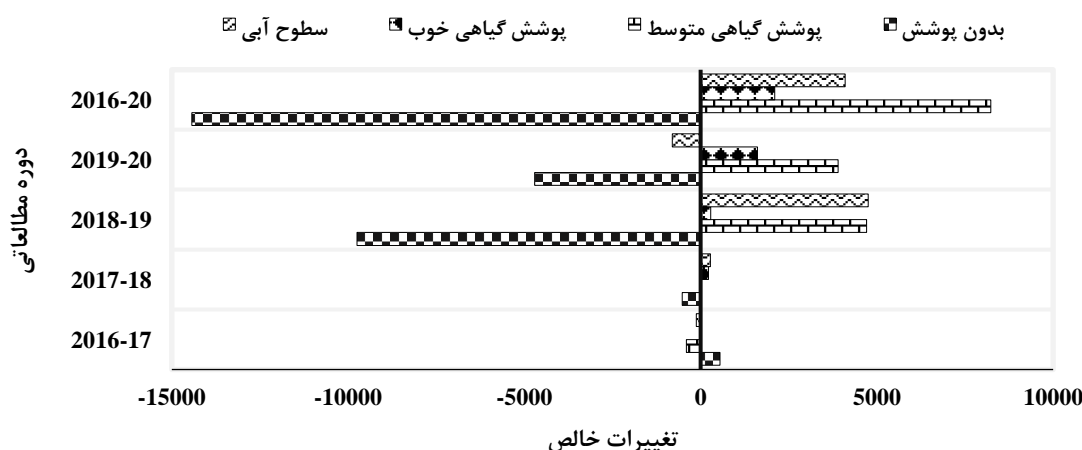
به علت عدم وجود رطوبت و پوشش گیاهی، ظرفیت حرارتی و قابلیت انتقال حرارتی پایین، میانگین دمای سطح بالاتری نسبت به سایر کاربری‌ها دارد که با نتایج Entezari et al (2016) و et al (2019) Jamali مطابقت دارد. از سوی دیگر، سطوح آبی منطقه به علت گرمای ویژه بالای آب، میزان انرژی ورودی بیشتری از خورشید را در خود ذخیره کرده و از میانگین دمای سطح پایین‌تری نسبت به سایر کاربری‌ها برخوردار است که با نتایج Asghari Sarasekanrood and Emami, 2019; Choudhury et al, 2020; Kakehmami et al, 2019) مطابقت دارد.

بررسی نتایج نشان داد که میانگین دمای سطح زمین در کاربری بدون پوشش در دوره ۲۰۱۶-۲۰۱۷ با روند افزایشی از ۳۲/۶۴ درجه سانتی‌گراد در سال ۲۰۱۶ به ۳۶/۴۸ درجه سانتی‌گراد در سال ۲۰۱۷ رسیده و در دوره‌های بعدی با روند کاهشی به ۲۶/۸۹ درجه سانتی‌گراد در سال ۲۰۲۰ رسیده است. بر اساس نتایج حاصل از آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی در نمودار ۳، کاربری بدون پوشش در دوره ۲۰۱۶-۲۰۱۷ تغییرات خالص مثبت به میزان ۵۴۶/۰۸ هکتار را داشته و در دوره‌های بعدی روندی کاهشی را سپری کرده و تغییر خالص منفی برابر با ۵۲۶/۰۹ هکتار (۲۰۱۷-۲۰۱۸)، ۹۷۴۷/۲ هکتار (۲۰۱۸-۲۰۱۹) و ۴۷۰۶/۷۷ هکتار (۲۰۲۰-۲۰۱۹) را داشته است.

میانگین دمای سطح زمین در کاربری‌های پوشش گیاهی خوب و متوسط طی دوره ۲۰۱۶-۲۰۱۷ روند افزایشی داشته است، کاربری‌های مذکور در این دوره تغییرات خالص منفی و به ترتیب کاهش سطح ۴۰۴/۴۶ هکتار و ۲۱/۷۸ هکتار را داشته‌اند.



نمودار ۲- میانگین دما در طبقات کاربری اراضی طی دوره مطالعاتی (۲۰۱۶-۲۰۲۰)



نمودار ۳- تغییرات خالص طبقات کاربری اراضی طی سال‌های ۲۰۱۶-۲۰۲۰ (هکتار)

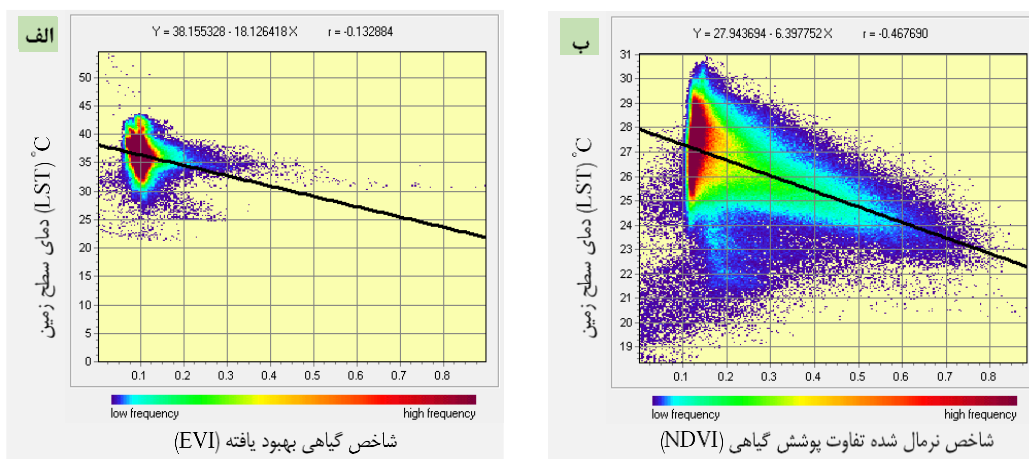
زمین کاهش یافته است (شکل ۵). اقدامات اصلاحی صورت گرفته در منطقه مطالعاتی از جمله نهالکاری و پخش آب از طریق کانال آبرسانی شهید پورشریفی (کانال احداث شده توسط جهاد نصر برای آبرسانی به عرصه‌های فوق بحرانی جنوب شرق اهواز) به همراه بارندگی مناسب در بهبود وضعیت پوشش گیاهی منطقه مؤثر بوده است؛ میانگین بارش سالانه در سال‌های آبی ۲۰۱۸-۲۰۱۹ و ۲۰۱۹-۲۰۲۰ به ترتیب برابر با ۳۲۱/۸ و ۳۰۶/۳ میلی متر بوده که این مقادیر از میانگین بلند مدت بارش سالانه (۲۲۴/۴۷ میلی‌متر) بیشتر و در نتیجه ترسالی متوسط در سال ۲۰۱۸-۲۰۱۹ و ترسالی ضعیف در سال ۲۰۱۹-۲۰۲۰ رخ داده است (نمودار ۴). افزایش تراکم پوشش گیاهی موجب کاهش دمای سطح زمین می‌شود، زیرا در نواحی با پوشش گیاهی بخشی از انرژی تابش‌های ورودی صرف تبخیر و تعرق و فتوسنتز گیاه می‌شود، مصرف انرژی خورشیدی برای تعرق گیاه به صورت گرمای نهان ظاهر می‌شود و افزایش گرمای نهان موجب کاهش گرمای محسوس می‌شود و از آنجاییکه گرمای محسوس ارتباط مستقیمی با دمای محیط دارد در نتیجه مقدار دمای سطح زمین نیز کاهش می‌یابد. در صورت عدم وجود پوشش گیاهی فرآیند تعدیل دما صورت نمی‌گیرد و اکثر انرژی رسیده از خورشید جذب شده و این مسئله موجب افزایش دما می‌شود.

بررسی ارتباط دمای سطح زمین با شاخص‌های پوشش گیاهی نتایج حاصل از آنالیز رگرسیون خطی نشان داد که در سال ۲۰۱۶ شاخص SAVI، در سال‌های ۲۰۱۷ و ۲۰۱۹ شاخص EVI و در سال‌های ۲۰۱۸ و ۲۰۲۰ شاخص NDVI، بالاترین ضریب همبستگی با LST را نسبت به سایر شاخص‌ها دارند (جدول ۹). کمترین ضریب همبستگی بین شاخص‌های پوشش گیاهی و LST مربوط به سال ۲۰۱۷ است که علت آن را می‌توان کاهش پوشش گیاهی و افزایش سطح اراضی بدون پوشش در این سال در نتیجه عواملی همچون کمبود بارش و وقوع خشکسالی و همچنین اثرات پس زمینه خاک در پوشش گیاهی غیر متراکم و تداخل حواشی اراضی کشاورزی با سطوح طبیعی پوشش گیاهی دانست. میانگین بارش سالانه در سال‌های آبی ۲۰۱۶-۲۰۱۷ و ۲۰۱۷-۲۰۱۸ به ترتیب برابر با ۹۹ و ۱۰۴/۹ میلی‌متر بوده که این مقادیر از میانگین بلند مدت بارش سالانه (۲۲۴/۴۷ میلی‌متر) کمتر بوده و در نتیجه خشکسالی شدید در سال آبی ۲۰۱۶-۲۰۱۷ و خشکسالی متوسط در سال آبی ۲۰۱۷-۲۰۱۸ رخ داده است (نمودار ۴).

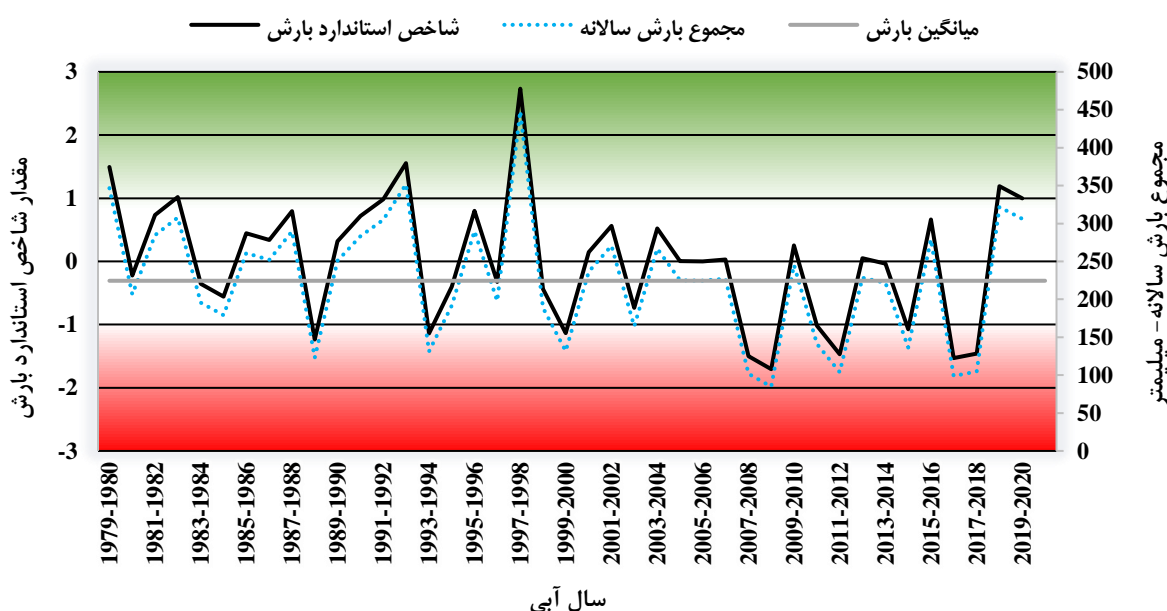
نمودار رگرسیون خطی بین شاخص‌های پوشش گیاهی و LST در سال ۲۰۱۷ با بالاترین میانگین دمای سطح زمین و سال ۲۰۲۰ با پایین‌ترین میانگین دمای سطح زمین نشان داد که با افزایش ارزش شاخص‌های پوشش گیاهی، میانگین دمای سطح

جدول ۹- ضرایب همبستگی بین دمای سطح زمین و شاخص‌های پوشش گیاهی

	سال	تعداد پیکسل‌ها	SAVI	تعداد پیکسل‌ها	NDVI	تعداد پیکسل‌ها	EVI	تعداد پیکسل‌ها
	۲۰۱۶	۷۲۶۴۸۵	-۰/۲۷	۷۲۶۴۹۲	-۰/۲۶	۷۲۶۴۸۳	-۰/۲۵	۷۲۶۴۸۳
	۲۰۱۷	۷۲۶۵۸۳	-۰/۰۲	۷۲۶۵۸۴	-۰/۰۱	۷۲۳۴۴۹۸	-۰/۱۳	۷۲۶۵۸۳
LST	۲۰۱۸	۷۲۳۴۹۶	-۰/۳	۷۲۳۵۰۵	-۰/۳۵	۶۷۰۴۲۸	-۰/۲۳	۷۲۳۴۴۹۸
	۲۰۱۹	۶۷۰۴۳۶	-۰/۴۹	۶۷۰۴۷۴	-۰/۴۸	۶۷۹۳۶۶	-۰/۵۴	۶۷۰۴۲۸
	۲۰۲۰	۶۷۹۳۷۸	-۰/۴۲	۶۷۹۴۶۹	-۰/۴۷	۶۷۹۳۶۶	-۰/۴۲	۶۷۹۳۶۶



شکل ۵- نتایج رگرسیون خطی بین دما و شاخص پوشش گیاهی، الف: سال ۲۰۱۷ و ب: سال ۲۰۲۰



نمودار ۴- روند تغییرات شاخص استاندارد بارش ایستگاه سینوپتیک اهواز طی دوره ۱۹۷۹-۲۰۲۰

### نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف بررسی رابطه تغییرات دمای سطح زمین با کاربری اراضی به عنوان عوامل تأثیرگذار در ایجاد کانون گردوغبار جنوب شرق اهواز انجام شد. به این منظور از داده‌های ماهواره لندست هشت طی سال‌های (۲۰۱۶-۲۰۲۰) استفاده و نقشه‌های کاربری اراضی به روش ماشین بردار پشتیبان و نقشه‌های دمای سطح زمین به روش پنجره مجزا تهیه شد. بر اساس نتایج به دست آمده، تغییرات کاربری اراضی نقش بسزایی در تغییرات دمای سطح زمین داشته و مقدار آن در سطح منطقه مطالعاتی با توجه به نوع کاربری اراضی متفاوت بوده که با نتایج دیگر محققان از جمله (Asghari Sarasekanrood and Emami, 2019; Das et al., 2020; Ullah et al, 2019) هم سو است. بر

اساس نتایج حاصل از پایش تغییرات کاربری اراضی، در سال ۲۰۱۷ کاربری‌های پوشش گیاهی متوسط، پوشش گیاهی خوب و سطوح آبی کمترین و اراضی بدون پوشش بیشترین مساحت را نسبت به دیگر سال‌ها داشته‌اند که این روند متأثر از وقوع خشکسالی و تغییرات کاربری اراضی بوده است. بیشترین مساحت کاربری‌های پوشش گیاهی متوسط و پوشش گیاهی خوب مربوط به سال ۲۰۲۰ و بیشترین مساحت سطوح آبی مربوط به سال ۲۰۱۹ بوده است که علت آن را می‌توان وقوع دوره‌های ترسالی و تأثیر مثبت اقدامات اصلاحی و مدیریتی در راستای احیا اراضی تخریب شده در منطقه جنوب شرق اهواز دانست. نتایج حاصل از برآورد دمای سطح زمین نشان داد که در دوره ۲۰۱۶-۲۰۱۷ میانگین دمای سطح از ۳۲/۶۲ درجه سانتی‌گراد در سال ۲۰۱۶

LST منطقه ناهمگون و رابطه‌ای با ضریب همبستگی بالا برای ارتباط بین این دو پارامتر وجود ندارد. بر اساس مطالعات رابطه بین شاخص‌های پوشش گیاهی و عوامل محیطی مانند دمای سطح زمین در مناطق ناهمگون می‌تواند پیچیده و غیر خطی باشد و وجود ناهمگنی مقدار ضریب همبستگی بین شاخص پوشش گیاهی و LST را کاهش می‌دهد (Guha and Govil, 2020; Ranjbar *et al.*, 2020) و در کلاس‌های کاربری اراضی که میانگین درجه حرارت بالاتری دارند، همبستگی بین دمای سطح زمین و پوشش گیاهی به دلیل تراکم پایین پوشش گیاهی، منفی و ضعیف است (Ahmadi *et al.*, 2015; Entezari *et al.*, 2016). پیشنهاد می‌شود که در پژوهش‌های آینده از روش‌های دیگر همچون رگرسیون وزن دار فضایی استفاده شود و دیگر عوامل مؤثر بر تغییرات دمای سطح زمین مانند رطوبت سطحی خاک و تبخیر و تعرق برای بررسی و شناخت عوامل تأثیر گذار بر تغییرات دمای سطح زمین در نظر گرفته شوند.

### سپاس‌گزاری

این مطالعه نتیجه طرح پژوهشی به شماره مصوب ۹۹۱/۲۴ تحت حمایت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان بوده است. بدین‌وسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه بابت حمایت های مالی طرح تحقیقاتی تقدیر و تشکر بعمل می‌آید.

"هیچ‌گونه تعارض منافع بین نویسندگان وجود ندارد"

به ۳۶/۴۷ درجه سانتی‌گراد در سال ۲۰۱۷ رسیده که بیشترین میانگین دمای سطح زمین نسبت به دیگر سال‌ها است. در دوره‌های بعدی (۲۰۲۰-۲۰۱۷) میانگین دمای سطح زمین روند کاهشی به میزان ۱۰/۳۱ درجه سانتی‌گراد را داشته و کمترین میانگین دمای سطح زمین مربوط به سال ۲۰۲۰ و برابر با ۲۶/۱۶ درجه سانتی‌گراد به دست آمد.

نتایج حاصل از آنالیز رگرسیون خطی بین شاخص‌های پوشش گیاهی و دمای سطح زمین نشان داد که همبستگی منفی بین این دو پارامتر وجود دارد و پوشش گیاهی نقش مثبت در کاهش دمای سطح زمین در منطقه مطالعاتی داشته که با نتایج Das and Angadi, 2020; Ebrahimi *et al.*, 2020; Govil *et al.*, 2020; Sekertekin and Zadbagher, 2021; Wang and Murayama, 2020)؛ مطابقت دارد. کمترین ضریب همبستگی بین شاخص‌های پوشش گیاهی و LST در سال ۲۰۱۷ به دست آمد که علت آن را می‌توان وقوع خشکسالی و کمبود پوشش گیاهی در این سال دانست. Kianisalmi *et al.* (2019) نیز در پژوهش خود میزان ضریب همبستگی بین شاخص LST و NDVI در سال ۲۰۰۳ را برابر با ۰/۴۱- و در سال ۲۰۱۶ برابر با ۰/۲۸- به دست آوردند و علت آن را کاهش شدید پوشش گیاهی به دلیل بروز خشکسالی‌های اخیر در منطقه دانستند. Mijani *et al.* (2019) ضریب تعیین بین NDVI و LST را برابر با ۰/۱۷ گزارش و بیان کردند که به علت تنوع در شرایط توپوگرافی و اقلیمی،

### REFERENCES

- Abdul Athick, A. S. M., Shankar, K., & Raja Naqvi, H. (2019). Data on time series analysis of land surface temperature variation in response to vegetation indices in Twelve Wereda of Ethiopia using mono window, split window algorithm and spectral radiance model. *Journal of Data in Brief*, 27, 1-12.
- Ahmadi, B., Ghorbani, A., Safarrad, T., & Sobhani, B. (2015). Evaluation of surface temperature in relation to land use/cover using remote sensing data. *Journal of RS & GIS for Natural Resources*, 6(1), 61-77. (In Farsi)
- Alemu, M. 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), 77-86.
- Asghari Sarasekanrood, S., & Emami H. (2019). Monitoring the earth surface temperature and relationship land use with surface temperature using of oli and tirs images. *Researches in Geographical Sciences*, 19(53), 195-215. (In Farsi)
- Azhdari, A., Heidarian, P., Fathtabar, S., Salehi, H., & Fuladi, A. (2017). Prioritizing the dust sources in khuzestan province. *Ministry of Industry, Mine and Trade Geological Survey of Iran South West Regional Center*, pp. 1-66. (In Farsi)
- Azhdari A., Heidarian, P., Joudaki, M., Darvishi Khatoni, J., & Shahbazi R. (2015). Recognized dust sources in khuzestan province. *Ministry of Industry, Mine and Trade Geological Survey of Iran South West Regional Center*, pp. 1-73. (In Farsi)
- Bayat, R., Iranmanesh, F., & Kazemi, R. (2021). Investigating effect of dust storms on the vegetation of Shadegan Wetland. *Environment Water Engineering*, 7(1), 1-13. (In Farsi)
- Bevel, A., & Korme, T. (2020). Monitoring land surface temperature in Bahir Dar city and its surrounding using landsat images. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*, 23(3), 371-386.
- Choudhury, D., Kalikinkar, D., & Arijit, D. (2019). Assessment of land use land cover changes and its impact on variations of land surface temperature in Asansol-Durgapur development region. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*, 22(2), 203-218.
- Das, N., and Angadi, D. P. (2020). Land use-land cover (LULC) transformation and its relation with land surface temperature changes: A case study of Barrackpore Subdivision, West Bengal, India.

- Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 19, 10322.
- Das, N., Mondal, p., Sutradhar, S., & Ghosh, R. (2020). Assessment of variation of land use/land cover and its impact on land surface temperature of Asansol subdivision. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*, 24(1), 131-149.
- 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 country, Iran. *Journal of RS & GIS for Natural Resources*, 11(4), 65-86. (In Farsi)
- Entezari, A., Amir Ahnadi, A., Aliabadi, K., Khosravian, M., & Ebrahimi M. (2016). Monitoring land surface temperature and evaluating change detection land use (case study: Parishan Lake Basin). *Journal of Hydrogeomorphology*, 3(8), 113-139. (In Farsi)
- Fayaz, M. (2017). The combat dust project in internal dust sources of Khuzestan province, final report, dust surces of south-east ahwaz. *Research Lnstitute of Forestes and Ranglands*, pp.1-263. (In Farsi)
- Ghorbani, M., Nazari Katooli, M., & Aslani, S. (2020). Investigating the relationship between agronomic change and surface temperature using remote sensing data (case study: zabol). *Geographical Planning of Quarterly Journal*, 10(37), 143-156. (In Farsi)
- Ghorbannia Kheybari, V., Mirsanjari, M., Liaghati, H., & Armin M. (2017). Estimating land surface temperature of land use and land cover in Dena country using single window algorithm and landsat 8 satellite data. *Environmental Sciences*, 15(2), 55-74. (In Farsi)
- Govil, H., Guha, S., Diwan, P., Gill, N., & Dey, A. (2020). Analyzing linear relationships of 1st with ndvi and mndisi using various resolution levels of landsat 8 oli and tirs data. *Data Management, Analytics and Innovation*, 1, 171-184.
- Guha, S., & Govil, H. (2020). An assessment on the relationship between land surface temperature and normalized difference vegetation index. *Environment, Development and Sustainability*, 23, 1944-1963.
- He, J., Zhao, W., Li, A, Wen, F., & Yu, D. (2019). The impact of the terrain effect on land surface temperature variation based on Landsat-8 observations in mountainous areas. *International Journal of Remote Sensing*, 40 (5-6), 1808-1827.
- Huete, A.R., Liu, H.Q., Batchily, K., & Vanleeuwen, W. (1997). A comparison of vegetation indices global set of TM images for EOS-MODIS. *Remote Sensing of Environment*, 59, 440-451.
- Huete, A. (1988). A soil-adjusted vegetation index (SAVI). *Remote Sensing of Environment*, 25(3), 295-309.
- 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*, 23(3), 175-194. (In Farsi)
- Kaffash, M., & Sanaei Nejad, S. H. (2020). Fusion of MODIS and Landsat-8 land surface temperature images using spatio-temporal image fusion model. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 15(3), 763-773. (In Farsi)
- Takehmami, 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 & GIS for Natural Resources*, 11(2), 27-48. (In Farsi)
- Khandelwal, S., Goyal, R., Nivedita, K., & Aneesh, M. (2018). Assessment of land surface temperature variation due to change in elevation of area surrounding Jaipur, India. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*, 21, 87-94.
- Kianisalmi, E., & Ebrahimi, A. (2019). Assessing the impact of urban expansion and land cover changes on land surface temperature in Shahrekord city. *Journal of RS & GIS for Natural Resources*, 9(4), 102-118. (In Farsi)
- Liu, L., & Yuanzhi, Z. (2011). Urban heat island analysis using the landsat tm data and aster data: a case study in hong kong. *Remote Sensing*, (3), 1535-1552.
- Liu, H., Zhang, Y., & Zhang, X. (2018). Monitoring vegetation coverage in Tongren from 2000 to 2016 based on Landsat 7 ETM+ and Landsat 8. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, 90(3), 2721-2730.
- Mckee, T. B., Doesken N.J., and Kleist J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. *Proceeding of the Eighth Conference of Applied Climatology*, 17-22 jan., Anaheim, California, pp. 1-6.
- Mijani, N., Hamzeh, S., & Karimi Firozjaei, M. (2019). Quantifying the effect of surface parameters and climatic conditions on land surface temperature using reflective and thermal remote sensing data. *Journal of RS & GIS for Natural Resources*, 10(1), 36-59. (In Farsi)
- 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*, 6(3), 545-568. (In Farsi)
- Nikam, B. R., Ibragimov, F., Chouksey, A., Vaibhav, G., & Aggarwal, S.P. (2016). Retrieval of land surface temperature from landsat 8 tirs for the command area of mula irrigation project. *Environmental Earth Sciences*, 75, 1-17.
- Norouzi, A., Ansari, M. R., Moazami, M., & Asghari Pour Dasht Bozorg, N. (2019). Land Use Changes in Dust Sources of South and South-East Ahwaz. *Journal of Water and Soil Science (Science and Technology of Agriculture and Natural Resources)*, 23(3), 341-354. (In Farsi)
- Qin, Z., and Karnieli, A. (2001). A mono-window



- algorithm for retrieving land surface temperature from Landsat TM data and its application to the Israel-Egypt border region, *International Journal of Remote Sensing*, 22(18), 3719–3746.
- Rahdari, V., Soffianian, A., Khajaldin., S. J., & Maleki Najafabadi, S. (2014). Identification of Satellite image ability for vegetation cover crown percentage mapping in arid and semi arid region (case study: Mouteh wild life sanctuary). *Journal of environmental Science and Technology*, 4(4), 43-54. (In Farsi)
- Rajeshwari, A., & Mani N. D. (2014). Estimation of land surface temperature of Dindigul district using landsat 8 data. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 3(5), 122-126.
- Ranjbar, A., Valia, A., Mokarramb, M., & Taripanahc. (2020). Analyzing of the spatio-temporal changes of vegetation and its response to environmental factors in north of Fars province, Iran. *Iranian Remote Sensing & GIS*, 11(4), 61-82. (In Farsi)
- Rongali, G., Keshari, A. K., Gosain, A. K., & Khosa R. (2018). Split-Window Algorithm for Retrieval of Land Surface Temperature Using Landsat 8 Thermal Infrared Data. *Journal of Geovisualization and Spatial Analysis*, 2(14), 1-19.
- Rusta, Z., Monavvari, S. M., Darvishi, M., & Falahati, F. (2012). Application of remote sensing and geographic information system in extraction of Shiraz land use maps. *Town and Country Planning*, 4(6), 149-164. (In Farsi)
- Sekertekin, A., & Zadbagher, E. (2021). Simulation of future land surface temperature distribution and evaluating surface urban heat island based on impervious surface area. *Ecological Indicators*, 122, 1-11.
- Thakur, P.K., & Gosavi V. E. (2018). Estimation of Temporal Land surface temperature using thermal remote sensing of landsat-8 (oli) and landsat-7 (etm+): a study in Sainj river basin, himachal pradesh, India. *Society for Environment and Development*, 13, 29-45.
- Tucker, C. J. (1979). Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sensing of Environment*, 8, 127–150.
- Ullah, S., Ahmad, K., Sajjad, R. U., Abbasi, A. M., Nazzar, A., & Tahir, A. A. (2019). Analysis and simulation of land cover changes and their impacts on land surface temperature in a lower Himalayan region. *Journal of Environmental Management*, 245, 348-357.
- Vali, A., Ranjbar, A., Mokarram, M., & Taripanah, F. (2019). An investigation of the relationship between land surface temperatures, geographical and environmental characteristics, and biophysical indices from Landsat images. *Journal of RS & GIS for Natural Resources*, 10(3), 35-58. (In Farsi)
- Wang, M., He, G., Zhang, Z., Wang, G., Wang, Z., Yin, R., Cui, S., Wu, Z., & Cao, X. (2019). A radiance-based split-window algorithm for land surface temperature retrieval: Theory and application to MODIS data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 76, 204–217.
- Wang, R., & Murayama, Y. (2020). Geo-simulation of land use/cover scenarios and impacts on land surface temperature in sapporo, japan. *Sustainable Cities and Society*, 63, 1-11.
- Weng, Q., Karimi firozjaei, M., Kiavarz, M., Alavipanah S. K., & Hamzeh, S. (2019). Normalizing land surface temperature for environmental parameters in mountainous and urban areas of a cold semi-arid climate. *Science of the Total Environment*, 650, 515-529.
- Zhu, Y., Zhang, J., Zhang, Y., Qin, S., Shao, Y., & Gao, Y. (2019). Responses of vegetation to climatic variations in the desert region of northern China, *Catena*, 175, 27–36.