

Analyzing the Trend of The Temperature Parameters Related to The Central Plateau of Iran Using a Time Series of Satellite Data

M. Zolfaghari¹, B. Rayegani^{2*}, B. Nezami Balouchi³, H. Goshtasb⁴, A. Jahani²

1. Graduated from Biodiversity & Natural Environment Department, College of Environment, Karaj, Iran.
2. Associate Professor, Assessment and Environment Risks Department, Research Center of Environment and Sustainable Development, Tehran, Iran.
3. Associate Professor of Biodiversity and Biosafety Department, Research Center of Environment and Sustainable Development, Tehran, Iran.
4. Associate Professor, Biodiversity & Natural Environment Department, College of Environment, Karaj, Iran.

* Corresponding Author: Rayegani@alumni.ut.ac.ir

Received date: 07/08/2023

Accepted date: 03/10/2023



[10.22034/JDMAL.2023.2008659.1433](https://doi.org/10.22034/JDMAL.2023.2008659.1433)

Extended Abstract

Introduction

The temperature of the earth has been rising by about 0.74 degrees Celsius over the past century. A gradual increase in the average annual temperature has been reported by many researchers worldwide, while other reports suggest a decrease in this parameter. The assumption is that there will be more areas of the world experiencing higher temperatures. The climate changes are effectively represented by temperature changes, which is considered one of the main indicators in climate studies. The chemical composition of the atmosphere has changed because of the increase in human industrial activities, so it is responsible for unprecedented changes in the global climate in the past century. The increase in greenhouse gas concentration is the cause of this change. The evidence indicates that the increase in atmospheric gas concentration has caused a significant increase in global temperature. The use of thermal data from sensors is widely used in the study of terrestrial phenomena, as indicated by many studies. The temperature of the earth's surface is directly and indirectly linked to all human activities. It is still not possible to calculate the temperature of the earth's surface with perfect and accurate methods, but some sensors with suitable temporal, spectral, and spatial performance are able to take photos of the entire surface of the Earth. The study is more important due to the fact that various species of animals, such as Jebeer (belonging to the *Bovidae*), are exposed to climate changes in arid and desert areas. Due to its impact on humans, other creatures, and the entire environment, it is imperative to pay attention to climate change nowadays. In this regard, the main aim of the current study is to evaluate the LST (Land Surface Temperature) trends, changes, and temperature threats of the land surface in the Central Plateau of Iran. Time series remote sensing data of the MODIS (MOD11A2) sensor and Terra satellite, in 8 days with spatial resolution of 1km from 2002 to 2018 have been used.

Material and Methods



The current study has been focused on the central plateau of Iran. The central plateau of Iran lies within the arid lands belt of the northern hemisphere. The current study has been attempting to extract exact information from the images by employing specific techniques. To achieve this goal, the MOD11A2 product of Terra satellite MODIS sensor, the trend of temperature changes and time series construction of the significance of Mann Kendall methods and linear correlation parameters such as maximum monthly temperature, maximum annually temperature based on maximum monthly temperature, median monthly temperature, maximum annually temperature based on median monthly temperature, minimum monthly temperature, minimum annually temperature for daily and nightly temperature were used in TerrSet software and Earth Trends Modeler section to extract significant increasing and decreasing areas. After identifying some parts of provinces with significant temperatures based on analysis and results, we can identify the vital numerical value of the temperature in each pixel of those significant parts in the next stage. This can be achieved by utilizing the difference between the final temperature and the initial temperature. Trend analysis was used to simulate daily and nightly temperature changes for parameters of maximum monthly temperature, maximum annually temperature based on maximum monthly temperature, median monthly temperature, maximum annually temperature based on median monthly temperature, minimum monthly temperature and minimum annual temperature.

Results and Discussion

Daily temperature data in the Central Plateau of Iran, which includes monthly minimum temperature, annual minimum temperature, monthly maximum temperature, annual maximum temperature based on monthly maximum temperature, monthly median temperature and annual maximum temperature based on monthly median temperature, common in Semnan and Isfahan provinces, showed a significant increase in linear correlation according to the results. In Isfahan province, the linear correlation decreased significantly between the maximum annual temperature based on the maximum monthly temperature and the median monthly temperature. There was no significant trend in other provinces. The linear correlation between temperature data in Isfahan and Semnan provinces, including the minimum monthly, minimum annual, maximum annual, and median monthly temperature, decreased significantly. The linear correlation between average annual temperature, average monthly temperature, maximum annual temperature determined by maximum monthly temperature, average monthly temperature, and maximum annual temperature determined by median monthly temperature increased significantly in Yazd and Isfahan provinces. No significant trends were observed in other provinces. To estimate the amount and approximate number of significant increases and decreases, simulations of temperature changes were conducted. The range and approximate range of numbers for significant increase and decrease in temperature were calculated in degrees Celsius. In all analyses, the parts with higher temperatures had a reddish color. The intensity of the red color increased as the temperature increased, and as the temperature decreased, the red color became fainter and turned blue. The central plateau of Iran recorded a maximum temperature of 44°C and a minimum temperature of -7°C according to this study. The central plateau of Iran has three main provinces, which include Isfahan, Semnan, and Yazd. Considering the temperatures mentioned for these three provinces, the temperatures obtained from this study are very similar, which means that the conducted study is approved to a large extent. Animals are considered to be at risk due to temperature changes. Future research should emphasize the impact of climate change and temperature increase on the living conditions of various animals, particularly those found on the central plateau of Iran.

Keywords: Mann-Kendall test; Linear correlation; MODIS sensor; Terra satellite





واکاوی روند دمای سطح زمین در ایران مرکزی به پایه سری زمانی داده‌های ماهواره‌ای در طی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۶

مریم ذوالفقاری^۱، بهزاد رایگانی^{۲*}، باقر نظامی بلوچی^۳، حمید گشتاسب^۴، علی جهانی^۲

۱. دانش آموخته گروه محیط زیست طبیعی و تنوع زیستی، دانشکده محیط زیست کرج، کرج، ایران.
 ۲. دانشیار گروه ارزیابی و مخاطرات محیط زیست، پژوهشکده محیط زیست و توسعه پایدار، سازمان حفاظت محیط زیست، تهران، ایران.
 ۳. دانشیار گروه تنوع زیستی و ایمنی زیستی، پژوهشکده محیط زیست و توسعه پایدار، سازمان حفاظت محیط زیست، تهران، ایران.
 ۴. دانشیار گروه محیط زیست طبیعی و تنوع زیستی، دانشکده محیط زیست کرج، کرج، ایران.
- * نویسنده مسئول: Rayegani@alumni.ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۷/۱۱

doi [10.22034/JDMAL.2023.2008659.1433](https://doi.org/10.22034/JDMAL.2023.2008659.1433)

چکیده

دمای اتمسفر زمین نسبت به گذشته تقریباً 0.74°C افزایش یافته است و موجب ایجاد تغییرات گسترده آب و هوایی و وسیع در زندگی و فعالیت‌های انسان‌ها، گیاهان، جانوران و به‌طور کلی محیط زیست شده‌است. شواهد نشان می‌دهند که تغییرات آب و هوایی منجر به انقراض‌های زیادی در جهان خواهد شد. هدف از پژوهش حاضر، بررسی و تحلیل روند تغییرات دمای سطح زمین در محدوده ایران مرکزی با به کارگیری داده‌های سنجنش از دور و فناوری‌های سری زمانی است. داده‌های مورد استفاده در پژوهش حاضر، مربوط به سنجنده مودیس و ماهواره ترا هستند و پژوهش حاضر طی سال‌های ۲۰۰۲ (۱۳۸۰) تا ۲۰۱۸ (۱۳۹۶) انجام شد. به منظور انجام پژوهش، از آزمون‌های روش‌های من‌کنдал و همبستگی خطی استفاده شد. این آزمون‌ها برای بررسی متغیرهای مختلف دمایی مانند بیشینه، کمینه و میانه دمای ماهانه و سالانه و با هدف تحلیل دمای سطح زمین روزانه و شبانه استفاده شدند. با بررسی نقشه‌های خروجی مشخص شد این دو آزمون دارای نتایج یکسانی هستند. از این‌رو، بررسی روند تغییرات دمای سطح زمین با استفاده از هر دو آزمون‌ها امکان‌پذیر است. در پژوهش حاضر، نقشه‌های آزمون همبستگی خطی مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد در محدوده مورد بررسی، بیشترین افزایش معنی‌داری درجه حرارت در استان‌های قم، سمنان و اصفهان مشاهده شد و کاهش معنی‌داری، در استان‌های یزد و اصفهان مشاهده شد. پژوهش‌ها حاکی از اختلاف درجه حرارت شبانه روز، افزایش دمای سطح زمین و شکنندگی بوم‌نظام‌ها در اثر تغییر اقلیم در مناطق خشک و بیابانی است که مطالعه حاضر این مطلب را تایید کرد و نتایج می‌تواند برای مدیریت بهتر درجه حرارت و متغیرهای وابسته به آن، موثر باشد.

واژگان کلیدی: آزمون من‌کنдал؛ رگرسیون خطی؛ سنجنده مودیس؛ ماهواره ترا



■ مقدمه

دمای سطح زمین، جزء اصلی و موثر آب و هوایی، اقلیم شناسی و ردیابی تغییر اقلیم است که اطلاعات مفیدی در رابطه با ویژگی‌های مختلف زمین و اقلیم ارائه می‌کند (۳). تغییر اقلیم، تغییرات معنی‌دار در داده‌های هواشناسی در یک دوره زمانی مشخص است. برای بررسی تغییرات اقلیمی، از بررسی روند تغییرات میانگین دمای سطح زمین استفاده می‌شود (۱۱). تغییر اقلیم و دمای سطح زمین موجب تغییرات گسترده و وسیع در زندگی و فعالیت‌های انسان‌ها، گیاهان، جانوران و به طور کلی محیط زیست می‌شود. دمای سطح زمین نشان دهنده میزان گرما و از شاخص‌های اصلی شناخت آب و هوا و تعادل انرژی کره زمین و تاثیرگذار در حیات انسان‌ها در مقیاس منطقه‌ای و جهانی است (۷، ۳۴)؛ زیرا تمامی فعالیت‌های بشری، مستقیم و غیر مستقیم، به دمای هوا که متاثر از دمای سطح زمین است، ارتباط دارد (۱۲، ۴۹). از فعالیت‌های انسانی به عنوان یکی از علل اصلی تغییرات دمایی نام برده می‌شود. طی قرن گذشته به دلیل گسترش فعالیت‌های صنعتی بشر، ترکیب شیمیایی اتمسفر تغییر کرده که این امر بروز تغییرات بی‌سابقه‌ای را در اقلیم جهانی به دنبال داشته است. این تغییر، ناشی از افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای است. شواهد نشان داده است که با زیاد شدن گازهای اتمسفری، دمای سطح زمین به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است (۲۵). وقوع پدیده‌هایی مانند عقب نشینی یخچال‌های طبیعی و بالا آمدن سطح آب دریاها نشان دهنده وقوع تغییرات اقلیمی و افزایش دمای سطح زمین هستند. به همین دلیل، تحلیل روند دما اهمیت زیادی دارد (۴۳، ۳۲، ۵). تعدادی بررسی محدودی در مورد درجه حرارت در مقیاس جهانی انجام شده است (۱۴). اخیراً، کارهای جهانی در مورد متغیرهای اقلیمی، از جمله دمای سطح زمین و بارش، به روز شده است (۴). کار منطقه‌ای از این نوع در خاورمیانه از جمله ایران نیز، انجام شده است (۴۷). دمای سطح زمین عامل مهمی در مطالعات مختلف مانند تغییرات دمایی، تخمین مقادیر تابشی و سایر مطالعات است (۳۵). با طولانی‌تر شدن دوره آماری و گستردگی تغییرات، عناصر جوی مانند دمای سطح زمین با دقت

بیش‌تری آشکارسازی می‌شوند. این نکته را باید در نظر داشت که بررسی تغییرات اقلیمی در یک منطقه، از طریق بررسی دمای آن انجام‌پذیر می‌باشد (۱۳). بررسی الگوی رفتاری دما، به عنوان یکی از مهم‌ترین عناصر اقلیمی به ویژه در مناطق گرم و خشک و دارای اختلاف دمای سطح زمین، دارای اهمیت است (۳۸). فلات مرکزی ایران به عنوان یکی از مناطق خشک، به شدت تحت تاثیر تغییرات دما قرار دارد. اغلب اقلیم موجود در منطقه فلات مرکزی ایران، گرم و خشک است و تغییرات قابل توجهی در متغیرهای مختلف موجود در این منطقه از جمله دمای سطح زمین مشاهده می‌گردد (۳۲)، همچنین گونه‌های کمیاب و حائز اهمیتی در این منطقه سکونت دارند و حیات این گونه‌ها می‌تواند بر حیات سایر موجوداتی که از آن‌ها تغذیه می‌کنند و حتی انسان نیز، تاثیر گذار باشد. انقراض موجودات زیادی در جهان توسط تغییرات آب و هوایی انجام می‌شود. در حال حاضر یک عامل عمده تهدید کننده حیات وحش تغییر اقلیم جهانی است، بنابراین درک آن که تغییر اقلیم چگونه بر تنوع زیستی و حیات وحش در سرتاسر جهان تاثیرگذار است مسئله‌ای ضروری و حیاتی است. گونه‌های جانوری مختلفی مانند جیبیر که متعلق به خانواده گاوسانان است، در معرض تغییرات آب و هوایی قرار دارند (۲۰، ۳۷). لذا اهمیت بررسی تغییرات دمایی در منطقه فلات مرکزی ایران مشخص می‌گردد. به منظور بررسی تغییرات و تحلیل روند دمایی در مناطق مختلف جهان، امروزه به دلیل اهمیت و گسترش تصاویر ماهواره‌ای و علم سنجش از دور و دشواری بررسی‌های میدانی، با دقت و سهولت در مناطق مختلف ایران و جهان این تصاویر به کار گرفته می‌شوند و باعث پیشرفت در زمینه‌های مختلف می‌گردند. سنجش از دور^۱ ابزاری قوی در پایش و ارزیابی محیط‌زیستی است و با بهره‌گیری از این فناوری در زمانی کوتاه به برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری دقیقی در مورد نحوه‌ی استفاده از محیط‌زیست دست می‌یابند (۴۵). به دست آوردن اطلاعات در کم‌ترین زمان و با کم‌ترین هزینه از جمله عوامل مهم و تاثیرگذار در تصمیم‌گیری‌ها است (۳۶). تعیین تغییرات سنجش از دوری، کمیت یک پدیده را از تصاویر چند زمانه بررسی می‌کند و

¹ Remote sensing

محدوده مورد بررسی

محدوده مورد بررسی بخشی از منطقه ایران مرکزی با طول جغرافیایی $53^{\circ} 21' 45''$ و عرض جغرافیایی $33^{\circ} 26' 52''$ از شمال غرب و غرب به رشته کوه‌های زاگرس و از شمال به البرز محدود است و در جنوب آن سرزمین‌های کم ارتفاع و خشک مانند استان‌های یزد و فارس است. این مناطق به دلیل شرایط آب و هوایی گرم و خشک، بیابان‌های پوشیده از ماسه‌زارها، بیابان‌ها، کوهستان‌های مرتفع و رودخانه‌های غیر دائمی، با تنوع محیط زیستی و جغرافیایی زیادی است. در جنوب غربی آن نیز، سرزمین‌های پست بین النهرین قرار دارد. دمای سطح زمین در این محدوده در تابستان بسیار گرم است و میانگین دما در برخی مناطق به بیش از 40°C می‌رسد. در زمستان نیز، دمای سطح زمین در این منطقه بسیار پایین است و در بعضی مناطق به منفی 30°C می‌رسد. شرایط آب و هوایی ایران خشک و کویری است. فلات ایران روی کمربند خشک نیمکره شمالی قرار گرفته است (۱۶).

داده‌های مورد استفاده

داده‌های دمای سطح زمین MOD 11A2

برای بررسی و ارزیابی متغیر دمای سطح زمین از محصول MOD11A2 طی سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۸ پایگاه ناسا (۲۸) استفاده شد. داده‌های دمای سطح زمین محصول سنجنده مودیس^۴ و ماهواره ترا^۵ هستند و به صورت ۸ روزه ارائه شده و قدرت تفکیک مکانی آن‌ها ۱ km (اندازه پیکسل آن‌ها ۱ km) است. این داده‌ها در ۳ سطح ارائه می‌شوند.

روش اجرای تحقیق

روش پژوهش

در پژوهش حاضر، با استفاده از محصول سنجنده مودیس ماهواره ترا روند تغییرات دمای سطح زمین با استفاده از آزمون همبستگی خطی^۶ هریک از متغیرها از قبیل بیشینه دما ماهانه^۷، بیشینه دما سالانه^۸ بر پایه بیشینه

این روش معمولاً به کمک سنجنده‌های چندطیفی ماهواره‌ای صورت می‌پذیرد (۴۰). در سنجنش از دور دمای سطح زمین توسط سنجنده‌ها محاسبه می‌شود. این دما به نظر کم‌تر از دمای واقعی در سطح زمین است (۷). با توجه به محدودیت‌های زمینی تخمین دمای سطح زمین در مقیاس‌های بزرگ، سنجنش از دور حرارتی روشی مناسب می‌باشد (۶). استفاده از داده‌های سنجنش از دور به دلیل پوشش گسترده، داده‌های پیوسته و به هنگام در تهیه نقشه‌های دمای سطح زمین کاربرد بسیاری دارد (۴۴). بسیاری از بررسی‌ها نشان دادند که داده‌های حرارتی حاصل از سنجنده‌ها کاربرد فراوانی در مطالعات پدیده‌های زمینی دارد. برای اندازه‌گیری دمای سطح زمین هنوز روش کامل و دقیقی وجود ندارد (۳۷). در سال‌های اخیر سنجنده‌های ETM+، OLI و TIRS که اسپکترو رادیومتر تصویر بردار با قدرت تفکیک متوسط هستند، با عملکرد زمانی، طیفی و مکانی مناسب با پیشرفت‌های قابل توجهی که بر روی ماهواره‌های لندست^۲ و ۸ قرار داده شده است، هر ۱۶ روز یک بار از تمام سطح زمین تصویر برداری می‌کنند (۴۵). سنجنده مودیس در مقایسه با دیگر سنجنده‌های محیطی دیگر مانند ای وی اچ آر^۳ قدرت تفکیک زمینی بهتری دارد و باندهای طیفی بیشتری دارد (۲، ۴۱). علاوه بر این، تغییر دمای سطح زمین می‌تواند جامعه گیاهی و خاک را از لحاظ ترکیب و عملکرد تغییر دهد (۹). با توجه به این که دمای سطح خاک موجب رشد پوشش گیاهی می‌شود، مقدار دمای سطح زمین برای بررسی پوشش گیاهی استفاده می‌شود (۱۷، ۴۶).

در پایان می‌توان بیان نمود هدف اصلی در پژوهش حاضر، بررسی تأثیر و تهدیدها تغییر اقلیم بر محدوده ایران مرکزی به عنوان بخش مهمی از مناطق خشک و دارای گونه‌های کمیاب بود.

■ مواد و روش

⁵ Terra

⁶ Linear correlation @

⁷ Max monthly

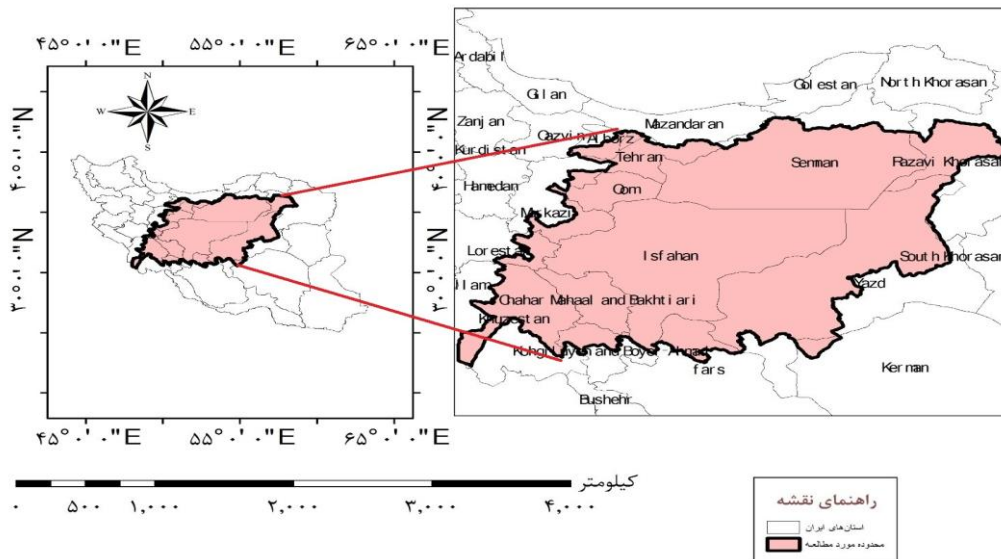
⁸ Max annual

¹ Land Surface Temperature (LST)

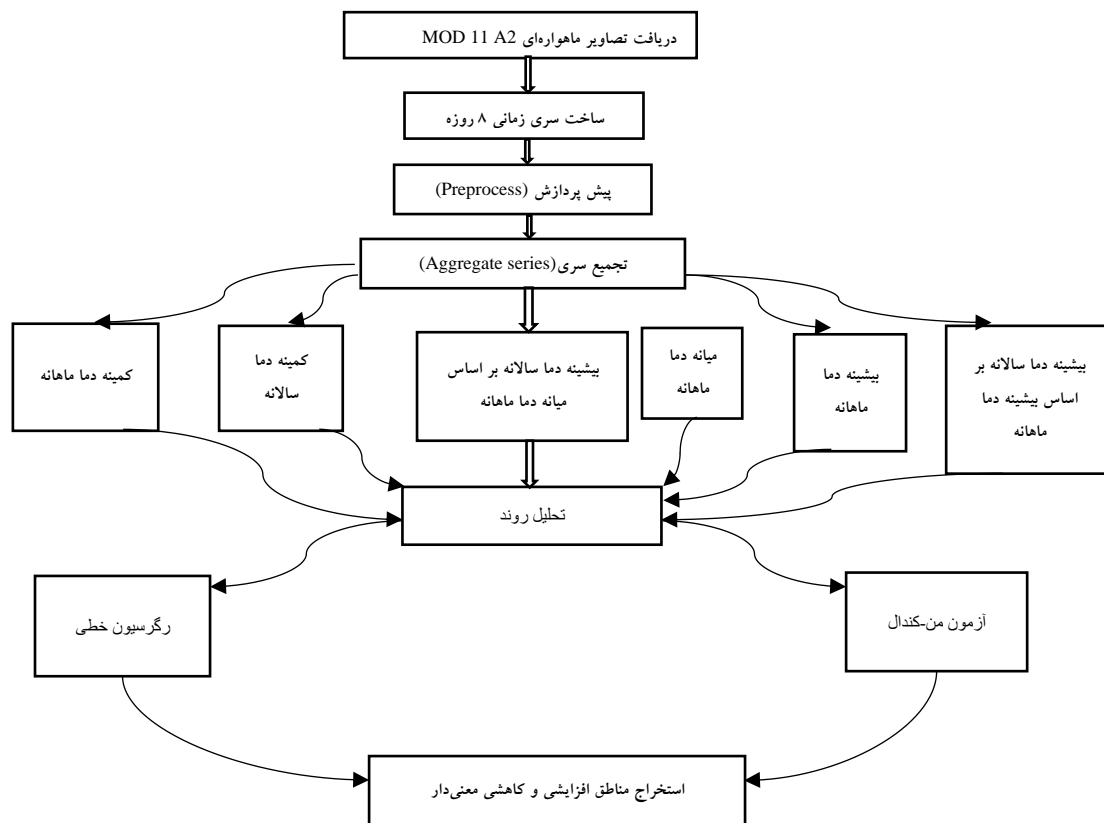
² Landsat

³ AVHRR

⁴ MODIS



شکل ۱. منطقه مورد مطالعه در محدوده فلات مرکزی ایران



شکل ۲. روندنمای انجام پژوهش

تهیه شد. فرمت تصاویر در ابتدا به صورت hdf بود، بنابراین این تصاویر به فرمت قابل استفاده توسط نرم افزار ترست^۴ تبدیل شد. همچنین، تصاویر روزانه و شبانه دمای سطح زمین بررسی شد. در مرحله بعد سری زمانی به صورت ۸

دما ماهانه، میانه دما ماهانه^۱، بیشینه دما سالانه بر اساس میانه دما ماهانه، کمینه دما ماهانه^۲ و کمینه دما سالانه^۳ مشخص گردید به این صورت که در آغاز، تصاویر MOD11A2 برای بررسی دمای سطح زمین از سال ۲۰۰۲ تا سال ۲۰۱۸

³ Min annual
⁴ TerrSet

¹ Median monthly
² Min monthly

قسمت‌های معنی دار آن‌ها مشخص شده بودند، از طریق بخش Overlay ضرب گردید. به این صورت مقدار عددی افزایش و کاهش معنی داری درجه حرارت برای بخش‌های معنی دار مشخص شد.

آزمون همبستگی خطی

در این آزمون بر اساس تعداد دوره بررسی، درجه آزادی (n-2) برآورد شد و بر اساس مقادیر ضریب همبستگی و درجه آزادی، سطح معنی‌داری ۰.۱ و ۰.۵٪ مطابق با جدول فیشر (۲۹) معنی‌داری روند بررسی شد. در صورتی که مقدار ضریب همبستگی از جدول بیش‌تر بود روند معنی‌دار تشخیص داده شد. معنی‌داری تصاویر همبستگی خطی از اهمیت برخوردار است. اعداد این معنی‌داری برای تصاویر ماهانه ۰/۰۱۸ ± و برای تصاویر سالانه ۰/۰۶۰۶ ± است.

نتایج

در مطالعه حاضر، مناسب‌ترین محصول سری زمانی دمای سطح زمین، تصاویر سنجنده مودیس بود. دمای سطح زمین، یک متغیر کلیدی در تعامل و انتشار انرژی بین سطح زمین و جو است.

تحلیل و بررسی دمای سطح زمین روزانه در طی سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۸

در آغاز، به تحلیل و بررسی دمای سطح زمین روزانه در محدوده مورد بررسی طی سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۸ پرداخته شد. تحلیل دمای سطح زمین، شامل ۶ بخش است. این بخش‌ها عبارتند از: کمینه دما ماهانه داده‌های روزانه، کمینه دما سالانه داده‌های روزانه، بیشینه دما ماهانه داده‌های روزانه، بیشینه دما سالانه بر اساس بیشینه دما ماهانه داده‌های روزانه، میانه دما ماهانه داده‌های روزانه و بیشینه دما سالانه بر اساس میانه دما ماهانه داده‌های روزانه. همچنین در پژوهش حاضر، در تمام تحلیل‌ها آزمون من‌کنندال تقریباً مشابه همبستگی خطی بود و در سطح ۰/۱٪

روزه ساخته شد. برای ساخت سری زمانی، از بخش Earth Trend Modeler استفاده شد. پس از ساخت سری زمانی و انجام تحلیل‌های مختلف، تصاویر مختلف نامبرده با توجه به سری زمانی و با کمک بخش پیش پردازش^۱ و سپس گزینه تجمیع سری و یا تلفیق سری^۲ ساخته شدند. سپس، به بررسی وجود یا عدم وجود نویز و اثر نواری^۳ در تصاویر، به عنوان مثال تصاویر همبستگی خطی پرداخته شد و برای برطرف نمودن آن‌ها در تصاویر از روش تحلیل مولفه اصلی معکوس^۴ استفاده شد. با این روش اختلال‌ها از بین رفت. پس از مشخص نمودن قسمت‌هایی از برخی استان‌ها که دارای افزایش یا کاهش معنی‌داری بودند، در مرحله بعد شبیه‌سازی مقدار عددی دمای سطح زمین در هر سلول بر پایه روند تغییرات انجام شد. این کار با کمک اختلاف^۵ درجه حرارت نهایی^۶ و درجه حرارت اولیه^۷ انجام شد.

$$\text{Slope (OLS)} = T \text{ end} * \text{تعداد سال‌ها یا تعداد} \quad (۱)$$

$$\text{Intercept (OLS)} + \text{موردبررسی}$$

مطابق با رابطه ۱، ابتدا یک تصویر درجه حرارت نهایی برای هر ۶ متغیر مورد بررسی تهیه شد. برای به دست آوردن تصویر درجه حرارت نهایی، تصویر Slope (OLS) برای هر متغیر در تعداد سال‌های مورد بررسی یا تعداد ماه‌ها ضرب شد و سپس با تصویر Intercept (OLS) جمع شد. این کار در ماشین حساب رستری و توسط نرم افزار ترست انجام پذیرفت. تصاویر Slope و Intercept، در بخش Earth Trend Modeler محاسبه شدند. در مرحله بعد، مقدار اختلاف محاسبه شد به این ترتیب که مقدار درجه حرارت اولیه از مقدار درجه حرارت نهایی کم شد. تصویر درجه حرارت اولیه، اولین تصویر هر متغیر مورد بررسی بود. در نهایت مقدار اختلاف به دست آمده در عدد ۰/۰۲ ضرب شد و مقدار °C به دست آمد. در مرحله بعد، تصویری که بر اساس °C بود، در تصویر معنی داری همبستگی خطی یا تصویر معنی داری من‌کنندال که از طریق بخش Reclash

⁵ Difference

⁶ T end

⁷ T initial

¹ Preprocess

² Aggregate series

³ Bounding

⁴ The Denoise Panel (Inverse PCA)

۰/۶۰۶- برای تصاویر سالانه همبستگی خطی، در استان اصفهان در شکل‌های ۹، ۱۰، ۱۲ و ۱۴ مشاهده گشت. استان یزد در شکل‌های ۹، ۱۲ و ۱۴، کاهش معنی‌داری وجود داشت. در استان سمنان، در شکل‌های ۹، ۱۰، ۱۲، ۱۳ و ۱۴ کاهش معنی‌داری وجود داشت. در استان قم، این کاهش در شکل‌های ۱۰، ۱۲، ۱۳ و ۱۴ وجود داشت. استان خراسان جنوبی در شکل‌های ۱۲ و ۱۴ کاهش معنی‌داری مشاهده گردید. سایر قسمت‌های فلات مرکزی ایران بدون روند معنی‌داری درجه حرارت بودند (مقادیر عددی بین اعداد ۰/۱۸± و ۰/۶۰۶± برای تصاویر ماهانه و سالانه).

شبیه‌سازی تغییرات دمای سطح زمین (روزانه و شبانه) بر اساس تحلیل روند

در این مرحله، میزان و عدد تقریبی افزایش و کاهش معنی‌داری درجه حرارت به صورت °C مشخص گردید. در تمام تحلیل‌ها، قسمت‌های با دمای بالاتر مایل به رنگ قرمز بودند و هرچه دما کاهش می‌یافت، به رنگ آبی متمایل می‌گردید.

شبیه‌سازی تغییرات دمای سطح زمین روزانه بر اساس تحلیل روند

تغییرات دما در شکل ۱۵، از °C-۶ تا °C+۲۷ متغیر بود.

در شکل ۱۶، دامنه تغییرات دما از -۱ تا °C+۲۹ بود. بر اساس شکل ۱۷، از -۶ تا °C+۴۲ وجود داشت. در شکل ۱۸ تغییرات دمایی ۵- تا °C+۴۲ ملاحظه گردید. در شکل ۱۹، از -۶ تا °C+۱۵ وجود داشت. در شکل ۲۰، تغییرات دمایی ۵- تا °C+۱۳ مشاهده گردید.

شبیه‌سازی تغییرات دمای سطح زمین شبانه بر اساس تحلیل روند

تغییرات دمایی، در شکل ۲۱، از صفر تا °C+۴۰ بود. در شکل ۲۲، از حدود دما °C-۴ تا °C+۲۷ ملاحظه گردید. در شکل ۲۳، از +۱ تا °C+۴۴ وجود داشت. بر طبق شکل ۲۴، از صفر تا °C+۲۹ مشاهده گردید. در شکل ۲۵، از -۷ تا °C+۶ وجود داشت. در شکل ۲۶ تغییرات دمایی از -۶ تا °C+۶ مشاهده گردید.

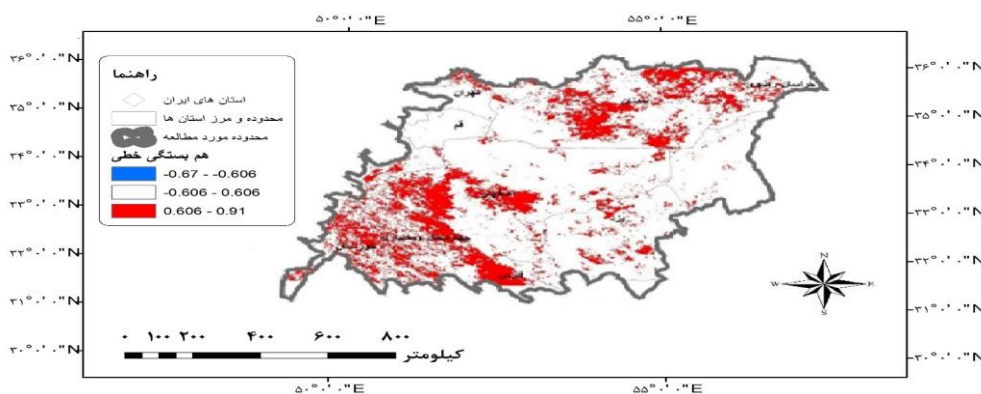
معنی‌داری بررسی شدند و نقشه‌های همبستگی خطی نمایش داده شدند. در تمام تحلیل‌ها، رنگ قرمز نشان دهنده افزایش معنی‌داری است که اعداد ضریب همبستگی بزرگ‌تر از مقدار عددی ۰/۱۸+ برای تصاویر ماهانه و اعداد بیش‌تر از ۰/۶۰۶+ برای تصاویر سالانه همبستگی خطی را شامل می‌شد و رنگ آبی نشان دهنده کاهش معنی‌داری است که شامل اعداد ضریب همبستگی کوچک‌تر از مقدار عددی ۰/۱۸- برای تصاویر ماهانه و اعداد کم‌تر از ۰/۶۰۶- برای تصاویر سالانه همبستگی خطی بود. افزایش و یا کاهش معنی‌داری، به معنای افزایش یا کاهش واقعی و به لحاظ آماری معنی‌دار درجه حرارت بود. افزایش معنی‌داری، در استان‌های سمنان و اصفهان در شکل‌های ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸ و در استان قم، در شکل‌های ۳، ۴، ۵، ۶، ۷ و ۸ ملاحظه شد. استان‌های خراسان رضوی و خراسان جنوبی، در شکل‌های ۴، ۶، ۸ دارای افزایش معنی‌داری بودند. در استان یزد، در شکل‌های ۴ و ۸ این افزایش مشاهده گشت. همچنین استان‌های یزد و اصفهان در شکل ۶ و استان اصفهان در شکل ۸، دارای کاهش معنی‌داری بودند. سایر استان‌ها در محدوده فلات مرکزی ایران، بدون روند معنی‌داری بودند (مقادیر عددی بین اعداد ۰/۱۸± و ۰/۶۰۶± برای تصاویر ماهانه و سالانه).

تحلیل و بررسی دمای سطح زمین شبانه در طی سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۸

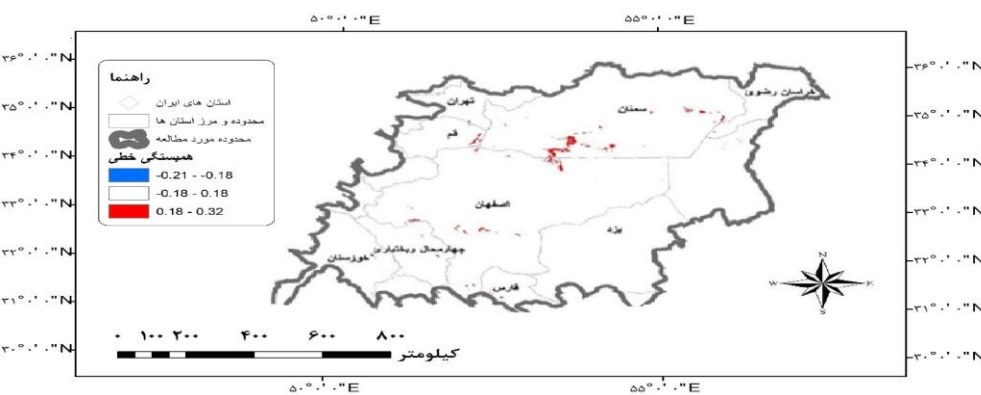
افزایش معنی‌داری شامل اعداد ضریب همبستگی بزرگ‌تر از مقدار عددی ۰/۱۸+ برای تصاویر ماهانه و اعداد بیش‌تر از ۰/۶۰۶+ برای تصاویر سالانه همبستگی خطی در استان اصفهان در شکل‌های ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴ و مشاهده گشت. در استان سمنان، در شکل‌های ۱۰، ۱۲ و ۱۴ وجود داشت. همچنین این افزایش در استان خراسان رضوی در شکل‌های ۱۰، ۱۲، ۱۴ بود. در استان خراسان جنوبی، شکل‌های ۱۰، ۱۲ و ۱۴ دارای افزایش معنی‌داری بودند. استان یزد در شکل‌های ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳ و ۱۴ افزایش معنی‌داری مشاهده شد. استان قم نیز در شکل‌های ۱۲ و ۱۴ دارای افزایش معنی‌داری بود. درباره کاهش معنی‌داری شامل اعداد ضریب همبستگی کوچک‌تر از مقدار عددی ۰/۱۸- برای تصاویر ماهانه و اعداد کم‌تر از



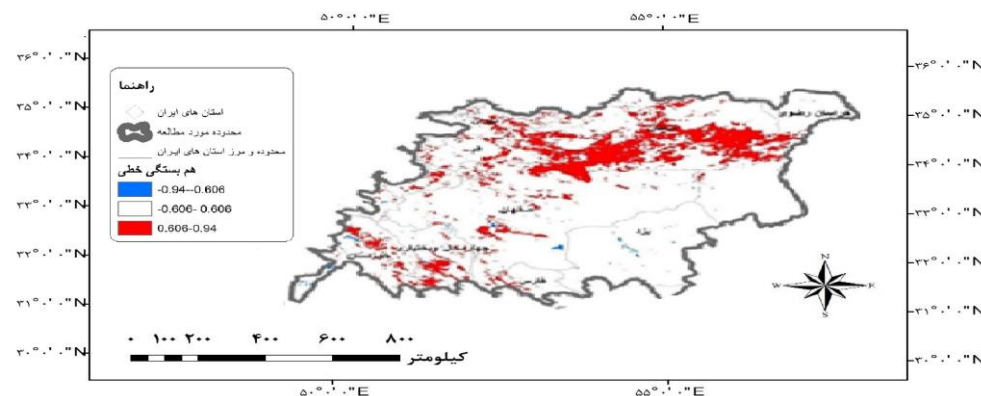
شکل ۳. کمینه دما ماهانه داده‌های روزانه



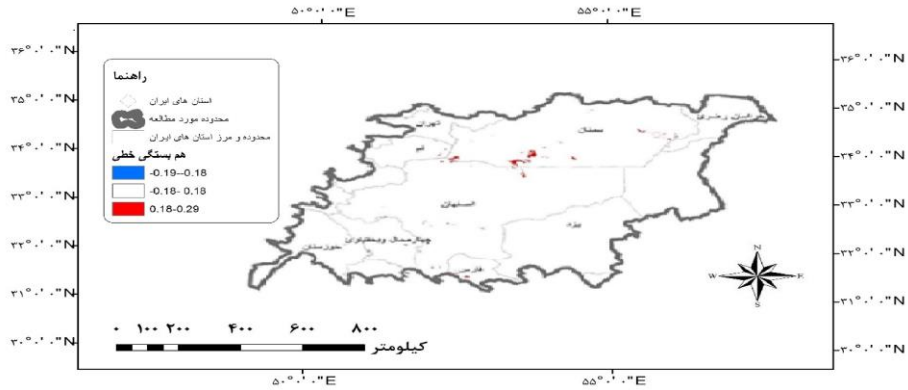
شکل ۴. کمینه دما سالانه داده‌های روزانه



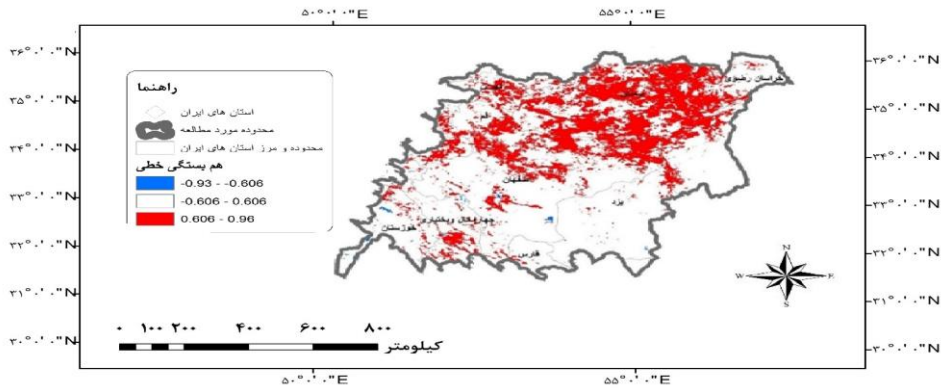
شکل ۵. بیشینه دما ماهانه داده‌های روزانه



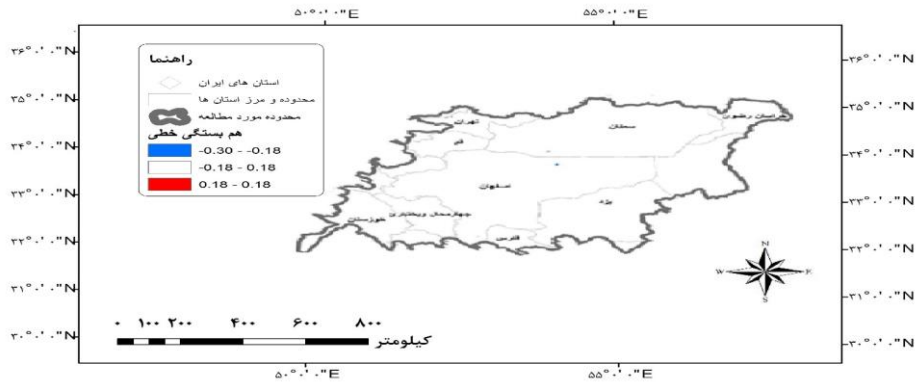
شکل ۶. بیشینه دما سالانه بر اساس بیشینه دما ماهانه داده‌های روزانه



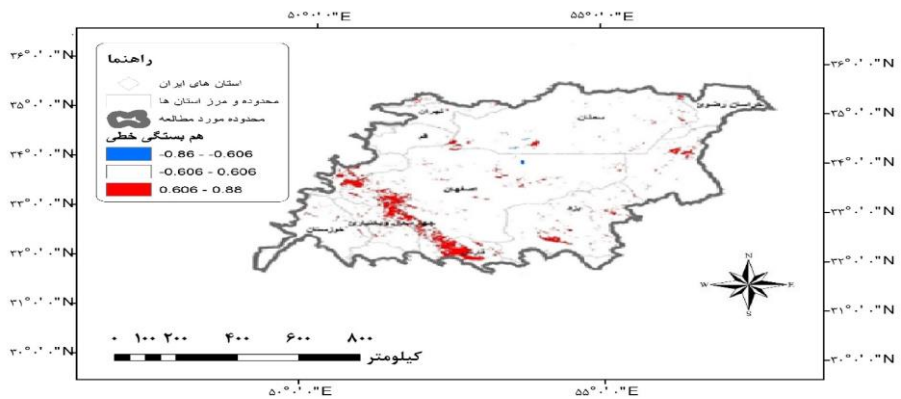
شکل ۷. میانه دما ماهانه داده‌های روزانه



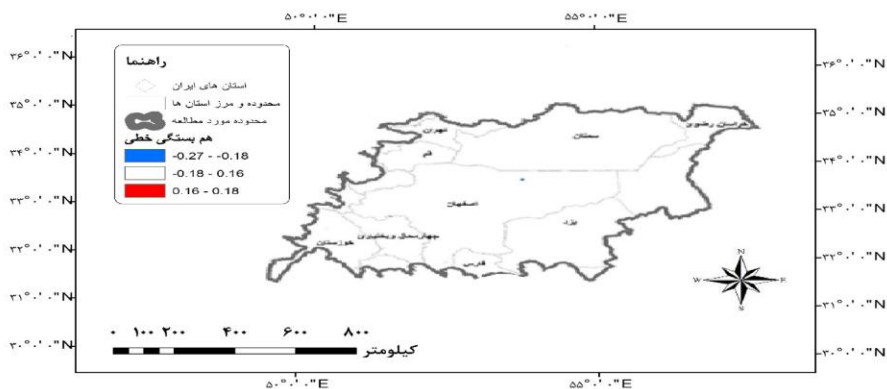
شکل ۸. بیشینه دما سالانه بر اساس میانه دما ماهانه داده‌های روزانه



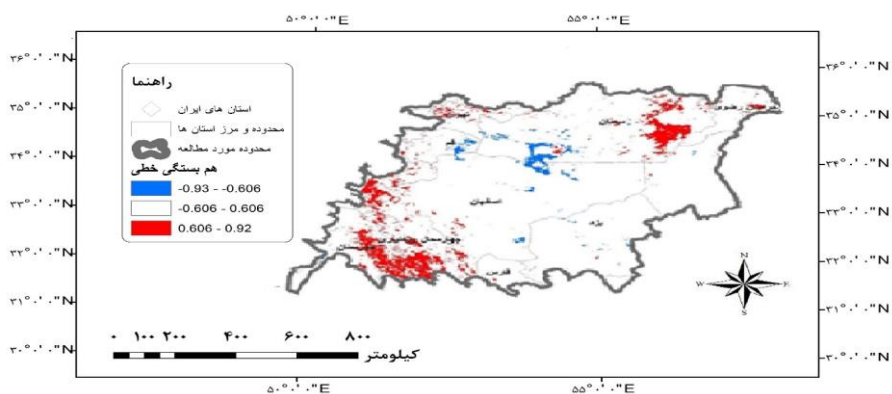
شکل ۹. کمینه دما ماهانه داده‌های شبانه



شکل ۱۰. کمینه دما سالانه داده‌های شبانه



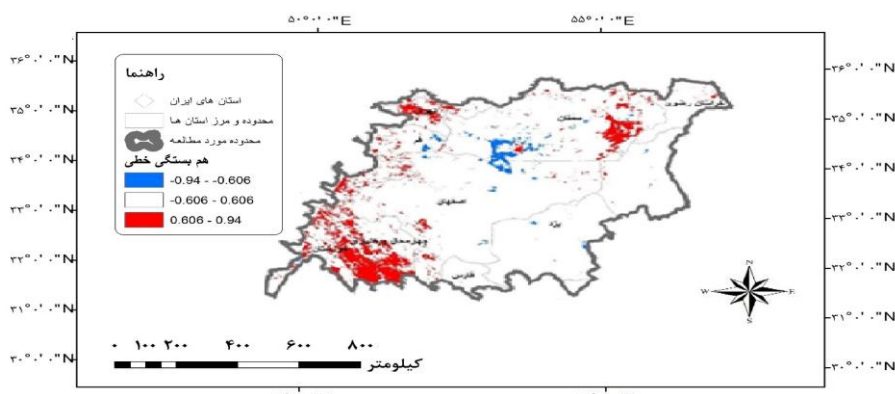
شکل ۱۱. بیشینه دما ماهانه داده های شبانه



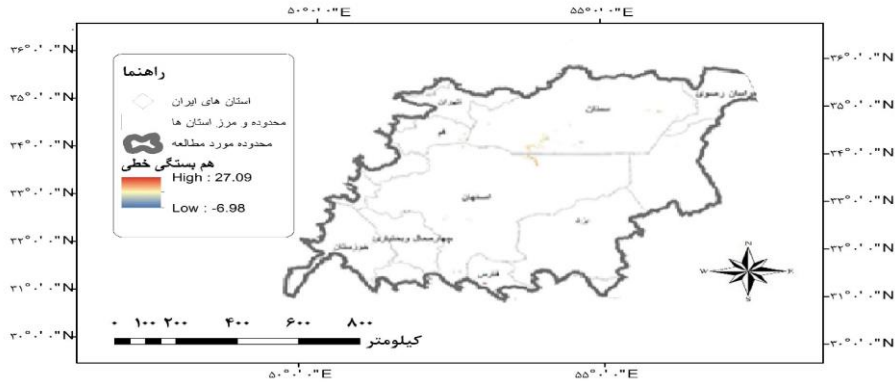
شکل ۱۲. بیشینه دما سالانه بر اساس بیشینه دما ماهانه داده های شبانه



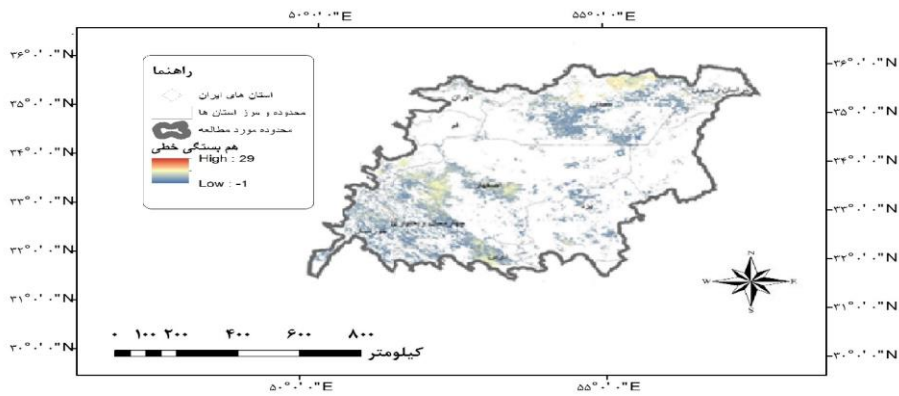
شکل ۱۳. میانه دما ماهانه داده های شبانه



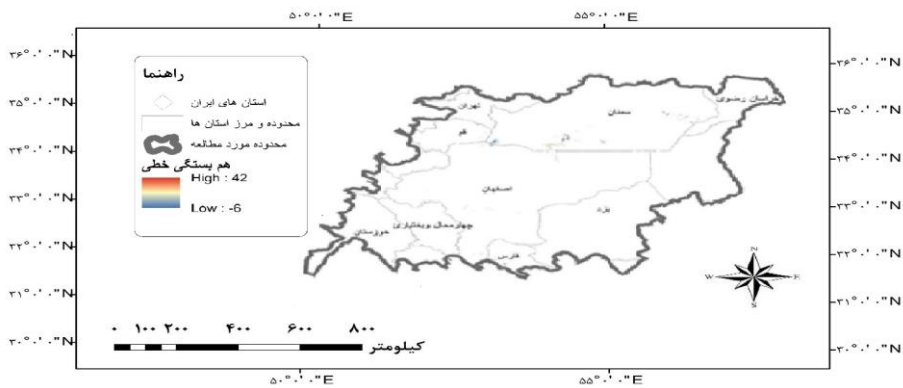
شکل ۱۴. بیشینه دما سالانه بر اساس میانه دما ماهانه داده های شبانه



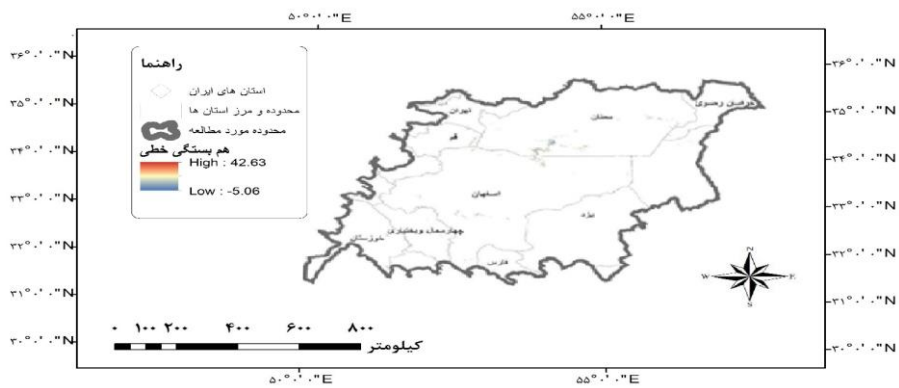
شکل ۱۵. شبیه سازی تغییرات کمینه دما ماهانه داده‌های روزانه بر اساس تحلیل روند



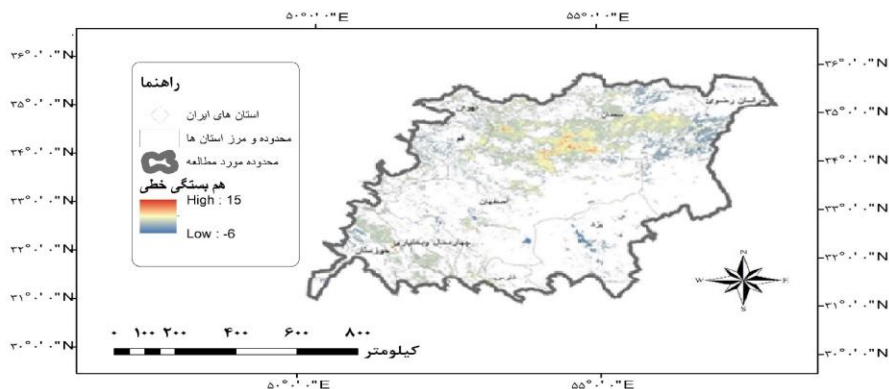
شکل ۱۶. شبیه سازی تغییرات کمینه دما سالانه داده‌های روزانه بر اساس تحلیل روند



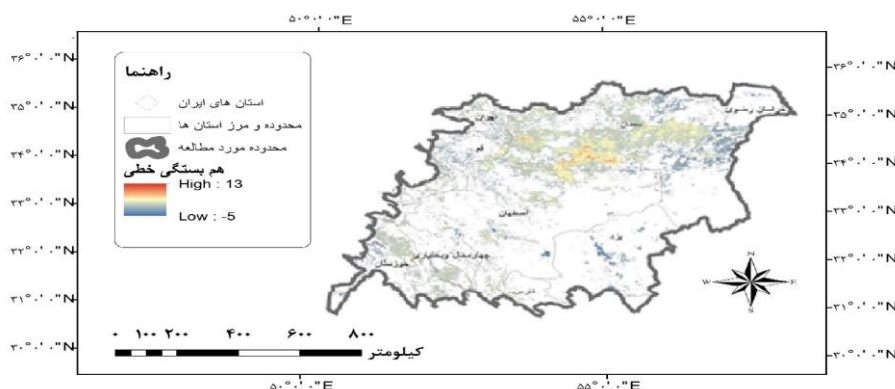
شکل ۱۷. شبیه سازی تغییرات میانه دما ماهانه داده‌های روزانه بر اساس تحلیل روند



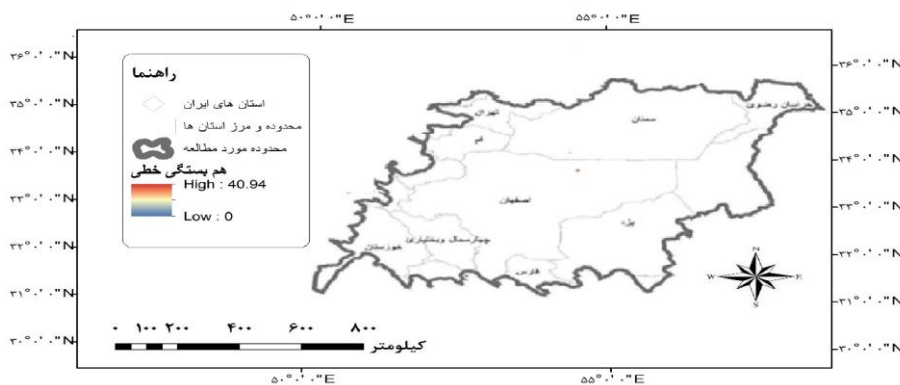
شکل ۱۸. شبیه سازی تغییرات بیشینه دما ماهانه داده‌های روزانه بر اساس تحلیل روند



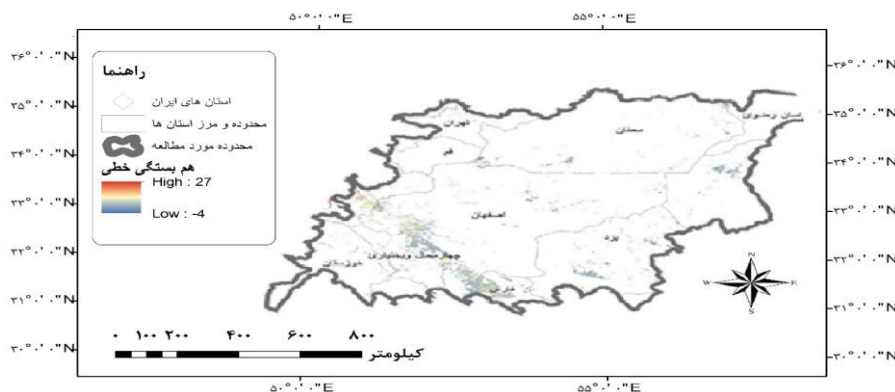
شکل ۱۹. شبیه سازی تغییرات بیشینه دما سالانه بر اساس میانه دما ماهانه داده‌های روزانه بر اساس تحلیل روند



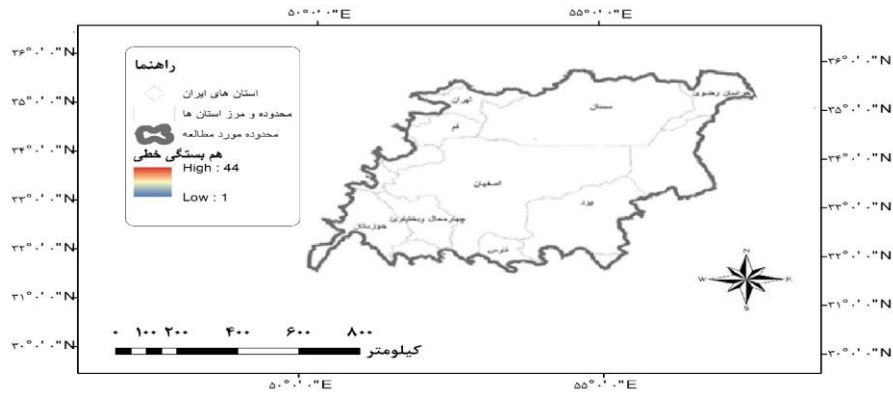
شکل ۲۰. شبیه سازی تغییرات بیشینه دما سالانه بر اساس بیشینه دما ماهانه داده‌های روزانه بر اساس تحلیل روند



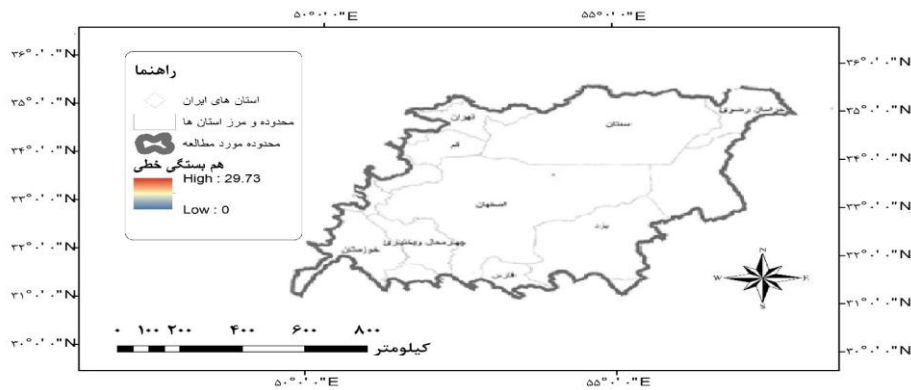
شکل ۲۱. شبیه سازی تغییرات کمینه دما ماهانه داده‌های شبانه بر اساس تحلیل روند



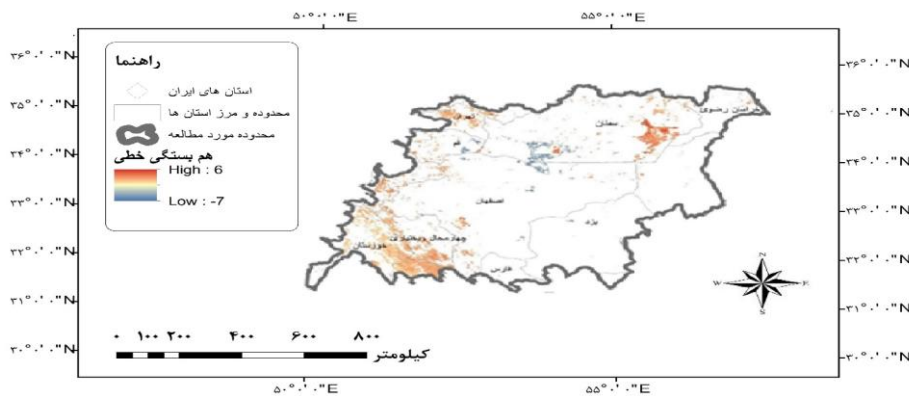
شکل ۲۲. شبیه سازی تغییرات کمینه دما سالانه داده‌های شبانه بر اساس تحلیل روند



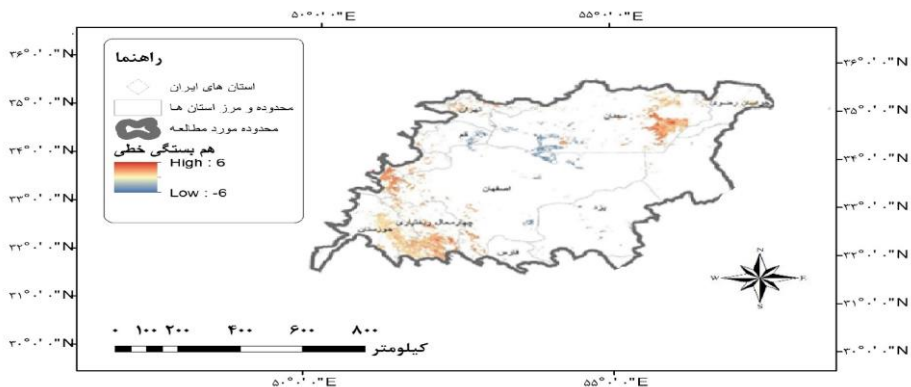
شکل ۲۳. شبیه سازی تغییرات میانه دما ماهانه داده‌های شبانه بر اساس تحلیل روند



شکل ۲۴. شبیه سازی تغییرات پیشینه دما ماهانه داده‌های شبانه بر اساس تحلیل روند



شکل ۲۵. شبیه سازی تغییرات پیشینه دما سالانه بر اساس میانه دما ماهانه داده‌های شبانه بر اساس تحلیل روند



شکل ۲۶. شبیه سازی تغییرات پیشینه دما سالانه بر اساس پیشینه دما ماهانه داده‌های شبانه بر اساس تحلیل روند

■ بحث و نتیجه‌گیری

مناطق خشک کشور ایران حدود ۹۰٪ مساحت را تشکیل می‌دهند و عرصه‌های وسیعی از آن‌ها را نواحی مختلف کویری و بیابانی شامل می‌شوند. مناطق خشک که طبق تقسیم‌بندی یا طبقه‌بندی اقلیم شناسان، مقدار متوسط بارش سالانه آن از ۲۰۰ mm کم‌تر است، خود به چهار ناحیه قابل تقسیم است: نواحی نیمه خشک، نواحی خشک، نواحی نیمه بیابانی و نواحی بیابانی که در جدول ۲ مقدار بارش سالانه هریک، ذکر شده است:

ایران مرکزی در مناطق خشک واقع شده است جدول ۲، که متوسط بارش آن ۱۵۴ mm در چندین سال گذشته است. ویژگی نواحی خشک مانند شهرهای تهران تا نزدیک مشهد (گرمسار، سمنان، دامغان و سایر شهرها) از تهران تا قم، کاشان، نطنز، اردستان، اصفهان و دیگر شهرها، به این صورت است که فقط چند بار بارندگی در طول سال صورت می‌گیرد (فصل‌های مرطوب ندارد و لذا، زراعت دیمی امکان پذیر نیست) (۲۱). قسمت اعظم کشور ما دارای آب و هوای خشک است. در مناطق خشک به علت فقر ابر و وجود تابش شدید خورشید، هوا به خصوص در تابستان و روزها، خیلی گرم و شب‌ها نسبتاً خنک است، به این ترتیب اختلاف دمای سطح زمین در طول شبانه روز زیاد است. خروج تشعشعات از زمین در شب‌های صاف مناطق خشک، ممکن است دمای سطح زمین را نیز در مناطق مجاور حاره‌ای، تا نقطه انجماد پایین ببرد. بنابراین نه تنها دمای سطح زمین، بلکه اختلاف آن‌ها در طول سال و شبانه روز نیز بسیار زیاد است (۲۲). در واقع، به دلیل رطوبت کم و دوری از دریا، اختلاف دمای سطح زمین در طی شبانه روز، زیاد است.

در این بررسی با مقایسه تصاویر دمای سطح زمین روزانه، مشخص شد دمای سطح زمین در این تصاویر افزایش معنی‌داری قابل ملاحظه‌ای داشته است. اما کاهش معنی‌داری قابل توجهی وجود نداشت. اما در تصاویر دمای سطح زمین شبانه، کاهش معنی‌داری مشاهده شد. بر اساس گزارش ایستگاه همدیدی (سینوپتیک) شهر اصفهان در سال ۱۳۷۳، بیشینه درجه حرارت $40/6^{\circ}\text{C}$ ، حداقل درجه حرارت $10/6^{\circ}\text{C}$ و میانگین درجه حرارت از نوع سالانه $16/7^{\circ}\text{C}$ ثبت شده است.^۱ شهر اصفهان دارای اقلیم گرم و خشک است و تغییرات و نوسان زیاد دمای سطح زمین شبانه روزی و همچنین اختلاف دمای سطح زمین بیشینه و کمینه در طول سال در این شهر زیاد است (۳۵) که این نتایج کاملاً با نتایج حاصل از پژوهش حاضر مطابقت دارد. همچنین، استان سمنان تحت تأثیر جریان‌های هوایی گرم و خشک دشت کویر است ولی عواملی چون دوری از دریا، جهت و امتداد کوه‌ها، ارتفاع مکان و وزش بادهای نیز در آب و هوای آن موثرند. میانگین حرارت سالانه شهر سمنان $17/8^{\circ}\text{C}$ است. میانگین حداکثر مطلق دمای سطح زمین در ماه‌های تیر و مرداد به 25°C و میانگین حداقل دمای سطح زمین در ماه‌های دی و بهمن به زیر 11°C می‌رسد. همچنین اختلاف حداکثر مطلق دمای سطح زمین بین ماه‌های گرم و سرد سال به 31°C می‌رسد.^۲ حداکثر مطلق دما در تیر ماه برابر 43°C و حداقل آن در دی ماه برابر $7/2^{\circ}\text{C}$ گزارش شده و اختلاف دمای سطح زمین سالانه حوالی یزد 50°C است و استان یزد دارای زمستان‌های سرد و نسبتاً مرطوب و تابستان‌های گرم و طولانی و خشک است.^۳

جدول ۱. طبقه‌بندی مناطق خشک از لحاظ مقدار بارش سالانه

ردیف	نوع ناحیه	متوسط بارش سالانه بر حسب mm
۱	Semiarid regions نواحی نیمه خشک	۴۵۰-۲۵۰
۲	Arid regions نواحی خشک	۲۵۰-۱۰۰
۳	Semi regions desert نواحی نیمه بیابانی	۱۰۰-۵۰
۴	Deserts نواحی بیابانی (بیابان‌های واقعی)	کم‌تر از ۵۰

³ <http://www.irimo.ir>

¹ <http://www.irimo.ir/far/services/climate/796->

² <http://www.irimo.ir>

و دماهای سطح زمین به دست آمده از این مطالعه به لحاظ افزایش درجه حرارت و اختلاف دمای سطح زمین، شباهت زیادی دارند، بنابراین می توان گفت مطالعه انجام شده تا حد زیادی صحیح است. هم چنین تغییرات دمایی تهدیدی برای جانوران است. پیشنهاد می شود در بررسی های آینده بر تأثیر تغییر اقلیم و افزایش دمای سطح زمین بر شرایط حیات جانوران مختلف، به ویژه جانوران موجود در محدوده فلات مرکزی ایران، توجه شود. همچنین، از تصاویر ماهواره ای مربوط به سنجنده مودیس برای نمایش تغییرات دمای سطح زمین در طول سری زمانی به دلیل اینکه این سنجنده روند تغییرات را به خوبی نمایش می دهد استفاده شود. در قسمت هایی که افزایش معنی داری یا کاهش معنی داری درجه حرارت وجود دارد، پیشنهاد می شود دیگر متغیرهای مرتبط با متغیر درجه حرارت و متأثر از آن نیز مانند مصرف آب برای مقایسه با یکدیگر بررسی شوند.

■ سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از پایان نامه مقطع کارشناسی ارشد دانشکده محیط زیست کرج می باشد. لذا از این دانشکده تقدیر و تشکر می شود.

بررسی اختلاف دمای سطح زمین در طول شبانه روز، یکی از متغیرهای مهم در ارزیابی تغییر اقلیم منطقه است. در سال های اخیر، فعالیت های مختلف انسان در سطح کره زمین، منجر به ایجاد تغییرات اقلیمی می گردد که یکی از عمده ترین پیامدهای آن افزایش میانگین دما در سطح زمین است. با توجه به تغییرات اقلیمی، دمای سطح زمین اغلب دارای روند افزایشی است که موجب برجا ماندن آثار سوء بر جانوران، گیاهان و انسان ها دارد. میانگین سالانه دمای کشور دارای افزایش معنی داری است (۱، ۵) پژوهش های مختلف و این مطالعه این موضوع را تایید می کنند. باید در نظر داشت که در بررسی روند تغییر دما در اقلیم های مختلف، ذکر این نکته که نوع روند، درصد معنی داری یا عدم معنی داری به مقیاس زمانی بستگی دارد (۲۸). در ایران مرکزی، به جهت تغییرات اقلیمی رخ داده در سال های اخیر و هم چنین به علت کاهش پوشش گیاهی موجود، با افزایش دمای سطح زمین مواجه هستیم. در این مطالعه، بیشترین و کمترین درجه حرارت به ترتیب $+44^{\circ}\text{C}$ و -7°C بود؛ و با توجه به این که استان های اصفهان، سمنان و یزد جزء سه استان اصلی در محدوده فلات مرکزی ایران هستند و هم چنین با توجه به این مسئله که درجه حرارت های ذکر شده برای این سه استان

■ References

1. Abbasi, F., Kouhi, M., Flamarzi, Y., Javanshiri, Z., Malbousi, Sh., & Babaian, A. (2019). Analysis of the trend of average temperature and annual precipitation in Iran for the period from 1988 to 2017. *Newar*, 43(106-107), 36-49. DOI:10.30467/nivar.2019.184059.1128 [In Persian]
2. Ackerman, S. A., Strabala, K. I., Menzel, W. P., Frey, R. A., Moeller, C. C., & Gumley, L. E. (1998). Discriminating clear sky from clouds with MODIS. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 103(D24), 32141-32157. DOI: <https://doi.org/10.1029/1998JD200032>
3. Alavi Panah, K. (2004). Application of remote sensing in environmental studies. *Journal of Environmental Studies*, 30(34), 29-38 [In Persian]
4. Alexander, L. V., Zhang, X., Peterson, T. C., Caesar, J., Gleason, B., Klein Tank, A., & Rahimzadeh, F. (2006). Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 111(D5). DOI:10.1029/2005JD006290
5. Alipour, Y., Bayat, N., & Osanlu, A. (2022). Detection and analysis of temperature trend at the 1000 hPa level in Iran. *Geographical Data (SEPEHR)*, 31(121), 191-203. DOI:10.22131/sepehr.2022.252778 [In Persian]

6. Asgarzadeh, P., Darvishi Blourani, A., Bahrami, H., & Hamzeh, S. (2016). Comparison of ground surface temperature estimation in single-band and multi-band methods using Landsat 8 image. *Journal of RS and GIS for Natural Resources*, 7(3), 18-29. [In Persian]
7. Asghari, S., & Emami, H. (2019). Monitoring the earth surface temperature and relationship land use with surface temperature using of OLI and TIRS Image. *Journal of Applied researches in Geographical Sciences*, 19(53), 195-215. DOI:10.29252/jgs.19.53.195. [In Persian]
8. Bagherpour, M., Seyedian, M., Fathabadi, A., & Mohamadi, A. (2017). Study of Mann-Kendall test performance in detecting the series of autocorrelation. *Iranian Journal of Watershed Management Science & Engineering*, 11(36), 11-21. [In Persian]
9. De Long, J. (2016). *Climate change impacts upon plants and soils along environmental gradients*. PhD thesis, Acta Universitatis Agriculturae Sueciae.
10. Eastman, J., (2015). *Chapter TerrSet Manual*. Worcester: Clark University.
11. Ebrahimi, H., Alizadeh, A. & Javanmard S. (2005). Investigating the presence of temperature changes in the Mashhad Plain as an index of climate change in the region. *Journal of Geographical Researches*, 20(4), 5-18. [In Persian]
12. Ebrahimi Heravi, B., Rangzan, K., Riahi Bakhtiari, H. R., & Taghi Zadeh, A. (2016). Introducing the most appropriate method to extract land surface temperature using landsat 8 satellite images in Karaj metropolitan. *Iranian Journal of Remote Sencing & GIS*, 8(3), 59-76 [In Persian]
13. Fanai, R., Qavidel, Y., & Farajzadeh, M. (2021). Reanalyzing the trend of long-term spatial changes in the minimum temperature of Iran. *Journal of Geography and Environmental Sustainability*, 11(4), 1-17. DOI:10.22126/ges.2021.6938.2453 [In Persian]
14. Frich, P., Alexander, L. V., Della-Marta, P., Gleason, B., Haylock, M., Tank, A. K., & Peterson, T. (2002). Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century. *Climate Research*, 19(3), 193-212. DOI:10.3354/cr019193
15. Ghalandari, S., & Janalizadeh, M. (2015). *Climate change and ecophysiology of crops*. International Conference on Research in Science and Technology papers, University of Tabriz, Tabriz, Iran. [In Persian]
16. Ghobadian, A., (1982). *Central plateau of Iran, natural landscape of Yazd province in relation to desert issues (general study, geomorphology, pedology, hydrology and hydrogeology)*. Ahvaz: Ahvaz Publishing House, Jundishapur University Publisher, 1st edition. [In Persian]
17. Hajilou, M., Almodarresi, A., Zerang, N., & Sarkargar Ardakani, A. (2014). *Surface temperature monitoring and investigation of land use relationship with surface temperature using ETM + and OLI image sensor (Case study: Qom province)*. The fifth National and Second International Conference on the Application of Advanced spatial Analysis models (Rs/GIS) in land-use planning papers, Islamic Azad University, Yazd, Iran. [In Persian]
18. Hamed, K. H. (2008). Trend detection in hydrologic data: the Mann-Kendall trend test under the scaling hypothesis. *Journal of Hydrology*, 349(3-4), 350-363. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2007.11.009
19. Hamed, K. H., & Rao, A. R. (1998). A modified Mann-Kendall trend test for autocorrelated data. *Journal of Hydrology*, 204(1-4), 182-196. DOI: 10.1016/S0022-1694(97)00125-X.

20. Jowkar, H., Ostrowski, S., Tahbaz, M., & Zahler, P. (2016). The conservation of biodiversity in Iran: threats, challenges and hopes. *Iranian Studies*, 49(6), 1065-1077. DOI: 10.1080/00210862.2016.1241602
21. Kardovani, P., (1988). Characteristics (climatic, soil and geomorphological) of arid regions and its problems. *Journal of The Faculty of Literature and Humanities*, 26(1, 2, 3 and 4), 154-168 [In Persian]
22. Kardovani, P. (1999). Discussion on the definitions and characteristics of arid, desert and desert areas. *Journal of The Faculty of Literature and Humanities*, 38(2), 26-54 [In Persian]
23. Khaliq, M. N., Ouarda, T. B., Gachon, P., Sushama, L., & St-Hilaire, A. (2009). Identification of hydrological trends in the presence of serial and cross correlations: A review of selected methods and their application to annual flow regimes of Canadian rivers. *Hydrology*, 368(1-4), 117-130. DOI:10.1016/j.jhydrol.2009.01.035
24. Khazaei, M., & Mirzaei, M. (2014). Forecasting climatic variables using the time series analysis of the Zahre watershed, *Journal of Applied Research in Geographical Sciences*, 14(34): 233-250. [In Persian]
25. Khorram Del, S., kouchaki, A., & Reza Zadeh, M. (2014). *Effects of climate change and global warming on biodiversity*. National Conference on Climate Change and Sustainable Agriculture, University of Mashhad, Mashhad, Iran. [In Persian]
26. Khosh Akhlagh, F., & Rousta, I. (2009). *Investigation of global warming and its consequences on Iran and the world*. 01st International Conference on Iran & World Contemporary Developments, University of Tehran, Tehran, Iran. [In Persian]
27. NASA Earth Observing System's (EOS). (2002, 2018). *The level-1 and atmosphere archive & distribution system distributed active archive center (LAADS DAAC)*, Retrieved February 9, 2019, from <https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/search/>
28. Lawlor, D. W. (2005, 2005//). *Plant responses to climate change: impacts and adaptation*. Paper presented at the Plant Responses to Air Pollution and Global Change, Tokyo. DOI: 10.1007/4-431-31014-2_10
29. Mahdavi, M., (2013). *Applied hydrology*. Tehran: Tehran University Printing and Publishing Institute. [In Persian]
30. Malekpour, P., & Taleie, M. (2010). Investigation of surface temperature and cover-land use changes of urban land using ETM + sensor data (Case study: Tehran). *Iranian Journal of Remote Sensing & GIS*, 2(3), 89-102. [In Persian]
31. Masoudian, S. A. (2004). Examining Iran's temperature trend in the last half century. *Journal of Geography and Development*, 3(2), 89-106. [In Persian]
32. Mesbahzadeh, T., Soleimani Sardo, F., Selajeghe, A., Zehtabian, G., Ranjbar, A., & Marcelo, M. (2020). Analyzing the temporal and spatial variations of dusty days in the central plateau of Iran. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 27(4), 752-762. DOI:10.22092/ijrdr.2020.123150. [In Persian]
33. Mirmomtaz, S., & Kikhaei, R. (2014). *Human interaction with the climate in the architectural design of traditional housing in Isfahan city, the design model of new residential buildings in Isfahan city*. 5th International Conference on Sustainable development & Urban Construction, Isfahan, Iran. [In Persian]

34. Miryaghoubzadeh, M H., & Ghanbarpour, M. (2009). Application of Remote Sensing Data in Estimating Land Surface Temperature (Case Study of Verdin Watershed, East Azerbaijan). *Journal of Rangeland*, 3(4), 723-734. [In Persian]
35. Mokari, m., & Abbasnia, M. (2020). Trends analysis of maximum temperature by using Mann-Kendall and Spearman tests in various regions of Iran. *Nivar*, 44(108-109), 31-44. DOI: 10.30467/NIVAR.2020.211885.1143
36. Morovvati, M., & Ghorbani Dashtaki, P. (2016). *Application of remote sensing in the environment (identification and prediction of various pollutants)*. The 8th National Conference & Exhibition on Environmental Engineering, University of Ardakan, Ardakan, Iran. [In Persian]
37. Pahlevani, A. (2004). Study of reproduction in captivity of Jabir (*Gazella dorcas*) in Shir Ahmad wildlife sanctuary in Sabzevar. *Journal of Environmental Studies*, 30(36), 49-54. DOI: 20.1001.1.10258620.1383.30.36.7.4 [In Persian]
38. Pouyan, S., Jebali, A., Montazerghaem, M., Zare, M., & Minejad, S. O. R. (2017). Comparison of air temperature changes in different ground surfaces in arid regions. *Desert Management*, 4(8), 107-112. DOI: 10.22034/JDMAL.2017.24801 [In Persian]
39. Rahimzadeh, F., Asgari, A., & Fattahi, E. (2009). Variability of extreme temperature and precipitation in Iran during recent decades. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 29(3), 329-343. DOI: 10.1002/joc.1739
40. Rayegani, B. (2020). Automatic extraction of Pseudo-Invariant Features (PIFs) for digital change detection. *Scientific- Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR)*, 28(112), 151-166. DOI:10.22131/sepehr.2020.38613 [In Persian]
41. Rayegani, B., Koopani, S. S., Khajeddin, S. J., & Barati, S. (2011). Estimate of snowmelt runoff using MODIS data. *Watershed Engineering and Management*, 2(4), 221-236. [In Persian]
42. Sabziparvar, A., Mirgaloybayat, R., & Ghyami Shamami, F. (2019). Evaluation of the possible changes in diurnal temperature range (DTR) trend in some arid climates of Iran since last five decades. *Iranian Journal of Physics Research*, 11(1), 27-37. [In Persian]
43. Sabziparvar, A. A., Seif, Z., & Qiami, F. (2012). Analysis of temperature trend in some stations of arid and semi-arid regions of the country. *Journal of Geography and Development*, 30(11), 117-138. [In Persian]
44. Safari Shad, M., & Yari, T. (2011). *Earth surface temperature estimation using remote sensing and separate daily algorithms*. 3rd Conference on Rangeland, Watershed and Desert, University of Sari, Sari, Iran. [In Persian]
45. Salman Bayati, T., & Rashtian, A. (2015). *Remote sensing and environmental*. Third National Conference on Environmental and Agricultural Research in Iran, University of Yazd, Yazd, Iran. [In Persian]
46. Shamsi pur, A., Alavi panah, K., & Mohammadi, H. (2010). Efficiency of vegetation and thermal indices of NOAA-AVHRR satellite in ecological drought analysis of Kashan region. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 17(3), 445-465. [In Persian]

47. Stroppiana, D., Antoninetti, M., & Brivio, P. A. (2014). Seasonality of MODIS LST over Southern Italy and correlation with land cover, topography and solar radiation. *European Journal of Remote Sensing*, 47(1), 133-152. DOI: 10.5721/EuJRS20144709
48. Yue, S., Pilon, P., Phinney, B., & Cavadias, G. (2002). The influence of autocorrelation on the ability to detect trend in hydrological series. *Hydrological Processes*, 16(9), 1807-1829. DOI:10.1002/hyp.1095
49. Zhang, J., Wang, Y., & Li, Y. (2006). A C++ program for retrieving land surface temperature from the data of Landsat TM/ETM+ band6. *Computers & geosciences*, 32(10), 1796-1805. DOI:10.1016/j.cageo.2006.05.001
50. Zhang, X., Aguilar, E., Sensoy, S., Melkonyan, H., Tagiyeva, U., Ahmed, N., . . . Hantosh, T. (2005). Trends in Middle East climate extreme indices from 1950 to 2003. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 110(D22). DOI: 10.1029/2005JD006181