



Golestan University



Journal of the Climate Change Research

Scientific Journal of Golestan University
Vol. 4, No. 16, Winter 2024



Evaluation of changes in land surface temperature (LST) of villages on holidays (case study: villages of Taft, Yazd)

Mohammad Mansourmoghaddam¹, Iman Rousta^{2*}

¹ PhD student in Remote Sensing, Center for Remote Sensing and GIS Research, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

² Assistant Professor of Climatology, Department of Geography, Yazd University, Yazd, Iran, Email: irousta@yazd.ac.ir

Article Info

Article type:

Research Full Paper

Article history:

Received: 2023-11-12

Accepted: 2023-11-26

Keywords:

Land surface temperature

Hot Spot

Rural planning

Rural tourism

Remote Sensing

Yazd

ABSTRACT

One of the two-way consequences of global warming and climate change is its effects on water and air pollution, which can affect rural livelihoods or the destruction of rural areas. The current research examines the effect of human presence and his heat-generating devices and activities on the Land Surface Temperature (LST) of the summer residences of Taft city, Yazd province. For this purpose, the images of two comparative periods of April (April 10 with April 2) and summer (Friday with Thursday and Saturday) of Landsat 8 and 9 satellites were used. Then the surface temperature map and hot-spot analysis (G-i-star) of the area were prepared and the changes were evaluated. The results showed that in April period, 64% and in summer period, 60.1% of rural areas experienced an increase in LST. Also, 1.43% to 43.5% of the rural area of the region had experienced an increase in temperature in April and 31.2% to 31.8% in summer. An increase in temperature variance was also observed in these areas, which shows an increase in temperature variation in these areas. The number of hot spots in these areas also increased by 111.4% in April and 48% and 21.1% in summer. The results also showed that 65.1% of rural vegetation in April and 49.8% in summer faced an increase in LST, of which there was a 19% increase in April and 49.9 and 8.6% in summer in temperature variance and 3.118 percent of April and 9.5 and 0.2 percent of summer in the number of hot spots, the share of areas with vegetation was. According to the results, all the villages had experienced an increase in LST, and the fluctuations of this increase were greater in the villages with less vegetation and less area. The current research can be considered as a warning for the creation of rural thermal islands (like cities) on holidays with many tourists and serious damage to vegetation and rural climate.

Cite this article: Mansourmoghaddam, M., Rousta, I. (2024). Evaluation of changes in land surface temperature (LST) of villages on holidays (case study: villages of Taft, Yazd). *Journal of the Climate Change Research*, 4 (16), 21-44.



©The author(s)

Publisher: Golestan University

Doi: 10.30488/CCR.2023.424989.1173



ارزیابی تغییرات دمای سطح زمین (LST) روستاها در روزهای تعطیل (مطالعه موردی: روستاهای شهرستان تفت یزد)

محمد منصورمقدم^۱، ایمان روستا^{۲*}

^۱ دانشجوی دکتری سنجش از دور، مرکز مطالعات سنجش از دور و GIS، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
^۲ استادیار اقلیم‌شناسی، گروه جغرافیا، دانشگاه یزد، یزد، ایران، رایانامه: irousta@yazd.ac.ir

اطلاعات مقاله چکیده

از پیامدهای دو سویه گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی، تأثیرات آن بر آلودگی آب و هوا است که خود می‌تواند به اثرگذاری بر معیشت روستایی و یا از بین رفتن مناطق روستایی شود. پژوهش حاضر اثر حضور انسان و وسایل و فعالیت‌های گرم‌ساز وی در روزهای تعطیل بر دمای سطح زمین (LST) ییلاقات شهرستان تفت استان یزد را بررسی می‌کند. بدین منظور تصاویر دو دوره مقایسه‌ای فروردین (۱۰ فروردین با ۲ فروردین) و تابستان (جمعه با پنجشنبه و شنبه) سال ۱۴۰۲ ماهواره‌های لندست ۸ و ۹ مورد استفاده قرار گرفتند. سپس نقشه دمای سطح زمین و تحلیل هات-اسپات (G-i-star) از منطقه تهیه شده و تغییرات مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد در دوره فروردین، ۶۴٪ و در دوره تابستان، ۶۰٪ از نقاط روستایی دچار افزایش LST شده بودند. همچنین ۴۳٪ تا ۴۳٪ از سطح روستایی منطقه در فروردین و ۳۱٪ تا ۳۱٪ در تابستان افزایش دما را تجربه کرده بودند. افزایش واریانس دمایی نیز در این مناطق مشاهده شد که افزایش تنوع دمایی در این مناطق را نشان می‌دهد. تعداد نقاط داغ (Hot Spot) در این مناطق همچنین نشان داد ۶۵٪ از پوشش گیاهی روستایی در فروردین و ۴۹٪ در تابستان با افزایش LST روبرو بوده‌اند که از این بین افزایش ۱۹ درصدی فروردین و ۴۹٪ و ۸٪ درصدی تابستان در واریانس دما و ۱۱۸٪ درصدی فروردین و ۹٪ و ۰٪ درصدی تابستان در تعداد نقاط داغ سهم مناطق دارای پوشش گیاهی بوده است. بر اساس نتایج همچنین تمامی دهستان‌ها افزایش LST را تجربه کرده بودند که نوسانات این افزایش در دهستان‌های دارای پوشش گیاهی کمتر و نیز مساحت کمتر، بیشتر بوده است. پژوهش حاضر می‌تواند به منزله زنگ خطری برای ایجاد جزایر حرارتی روستایی (همچون شهرها) در روزهای تعطیل با گردشگر فراوان و آسیب‌های جدی به پوشش گیاهی و اقلیم روستایی تلقی شود.

نوع مقاله:

مقاله کامل علمی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۸/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۹/۵

واژه‌های کلیدی:

دمای سطح زمین
هات اسپات
برنامه‌ریزی روستایی
گردشگری روستایی
سنجش از دور
یزد

استناد: منصورمقدم، محمد؛ روستا، ایمان. (۱۴۰۲). ارزیابی تغییرات دمای سطح زمین (LST) روستاها در روزهای تعطیل (مطالعه موردی: روستاهای شهرستان تفت یزد). نشریه پژوهش‌های تغییرات آب و هوایی، ۴ (۱۶)، ۴۴-۲۱.



مقدمه

گرمایش جهانی به‌عنوان روند بلندمدت افزایش میانگین دمای جهانی تعریف می‌شود. به‌طور متناوب، تغییر اقلیم به‌عنوان تغییر در الگوهای آب و هوایی جهانی یا منطقه‌ای، به‌ویژه تغییری که از اواسط تا اواخر قرن بیستم به بعد ظاهر می‌شود و به افزایش سطوح دی‌اکسید کربن اتمسفر ناشی از استفاده از سوخت‌های فسیلی نسبت داده می‌شود، تعریف می‌شود (Change, 2007). تغییر اقلیم به‌عنوان نتیجه تغییر دما به دلیل انتشار گازهای گلخانه‌ای گازهایی که توسط فعالیت‌های انسانی تولید شده تعریف می‌شود (Hope Sr, 2009). از پیامدهای دو سوپه گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی تأثیرات آن بر آلودگی آب و هوا که خود می‌تواند ناشی از بین رفتن مناطق روستایی برای کشاورزی و مناسب نبودن خاک و مهاجرت روستاییان برای زندگی به شهرها و در نتیجه آن افزایش جمعیت و استفاده بیش از حد از سوخت‌های انسان ساخت و آلودگی بیشتر می‌باشد که این آلودگی‌ها خود بر سلامت انسان همانند بیماری‌های ریوی و پوستی و مشکلات جسمی تأثیرگذار است (عزیزی و همکاران، ۲۰۱۴).

انسان با فعالیت‌هایی مانند سوزاندن سوخت‌های فسیلی، تولیدات صنعتی، قطع جنگل‌های بارانی تغییر ترکیب جو با افزایش مقدار گازهای گلخانه‌ای، که به نوبه خود گرما را در جو به دام می‌اندازد و در نتیجه تغییرات آب و هوایی را تسهیل می‌کند باعث تغییرات اقلیمی می‌شود (علوی پناه و همکاران، ۲۰۲۲؛ منصورمقدم و همکاران، ۲۰۲۱؛ مندلسون^۱ و دینار^۲، ۲۰۰۵). تأثیر تغییر اقلیم دو جانبه می‌باشد، زیست‌فیزیکی و اجتماعی - اقتصادی که به موجب آن اثرات بیوفیزیکی شامل بالا آمدن آب دریا، طوفان‌های شدید، انقراض گونه‌ها، تشدید خشکسالی، شکست محصول. و همچنین تغییرات در پوشش ابر و بارش، ذوب شدن یخ‌های قطبی و یخچال‌های طبیعی، و

کاهش پوشش برف می‌شود (موبایا^۳، ۲۰۱۰). انتظار می‌رود تغییرات آب و هوایی تأثیر قابل توجهی بر معیشت ساکنان روستایی در کشورهای در حال توسعه داشته باشد. تغییرات آب و هوا در هر منطقه‌ای باعث خشکسالی، باران ناسازگارتر و بارش‌های سیل آسا شدیدتر می‌شود که همه آنها پدیده‌هایی هستند که خطر فرسایش خاک را افزایش می‌دهند و باعث آسیب به پوشش گیاهی می‌شود. هم‌چنین دمای بالا باعث افزایش تبخیر رطوبت خاک می‌شود که در نتیجه آن تأثیرات منفی بر پوشش گیاهی خواهد داشت. تغییرات اقلیمی باعث تشدید تنش آبی می‌شود که قبلاً جهان به آن دچار شده است و هر روزه مناطق بیشتری در معرض خطر تنش آبی قرار خواهند گرفت (مک کارتی^۴، ۲۰۰۱). در نتیجه این تغییرات بر کار کشاورزان در مقیاس کوچک از نظر بهره‌وری، امنیت غذایی و درآمد خانواده تأثیر می‌گذارد. با این حال، در نواحی عرض‌های جغرافیایی متوسط و بالاتر، تأثیر تغییرات آب و هوایی برای فصول رشد در حال افزایش است (مبیلینی^۵ و همکاران، ۲۰۱۳).

سنجش از دور ابزاری سریع و کارآمد برای نقشه‌برداری از سطح زمین را فراهم می‌کند، که می‌تواند اولین گام مهم در مدیریت سطح زمین باشد (کاظمی و همکاران، ۲۰۲۲؛ منصورمقدم و همکاران، ۲۰۲۳). مطالعات قبلی نیز پتانسیل داده‌های سنجش از دور و تجزیه و تحلیل تصاویر ماهواره‌ای را در مشاهده تغییرات زمین و منابع طبیعی برجسته کرده‌اند (منصورمقدم و همکاران، ۲۰۲۳؛ زارع نقادهی و همکاران، ۲۰۲۱). جمع‌آوری داده‌های دمای سطح زمین (LST) با استفاده از حسگرهای حرارتی سنجش‌از‌دور ممکن است و می‌تواند برای نظارت بر تغییرات پوشش زمین مورد استفاده قرار گیرد. سنجش از دور همچنین برای تخمین خواص فیزیکی حائز اهمیت در تحقیقات حرارتی ضروری است و در

^۳ Mubaya^۴ McCarthy^۵ Mbilinyi^۶ Land Surface Temperature^۱ Mendelsohn^۲ Dinar

اثرپذیری محصولات کشاورزی روستایی (زارع و غفاریان، ۱۳۹۹) که نقش مهمی در اقتصاد روستایی و نیز محصولات اساسی کشوری (رضویان، ۱۳۷۴) دارند، انجام شده است. با توجه به اینکه اختلاف دما بین شهر یزد و ییلاقات آن گاه به بیش از ۱۵ درجه سانتی‌گراد می‌رسد، این مکان‌ها یکی از مقصدهای جدی تفریحی برای مردم یزد در روزهای تعطیل می‌باشد (ایرنا، ۱۴۰۲). با توجه به اینکه ییلاقات مهم یزد در ارتفاعات شیرکوه از جمله ده‌بالا و طزرجان و غالباً در شهرستان تفت قرار گرفته‌اند، این شهرستان به یکی از مقاصد جدی مسافران و گردشگران از استان یزد تبدیل شده است (ایرنا، ۱۳۹۵). بدین ترتیب، پژوهش پیش رو به بررسی تغییرات رخ داده بر دمای سطح زمین در روستاهای شهرستان تفت و در سطوح مختلف از دهستان تا سطوح لخت و دارای پوشش گیاهی این روستاها در روزهای تعطیل که مهاجرت از شهر به روستا زیاد است پرداخته است. نتایج این پژوهش می‌تواند به منزله زنگ خطر برای تغییرات اقلیمی در روستاها و ایجاد جزایر حرارتی روستایی در روزهای خاص در روستاها که متعاقباً می‌تواند از بین رفتن اقلیم، محصولات کشاورزی و سلامت روستایی را در پی داشته باشد تلقی شود.

روش تحقیق

منطقه مورد مطالعه: پژوهش حاضر در سطح دهستان‌ها و روستاهای شهرستان تفت واقع در استان یزد که در عرض جغرافیایی بین ۳۱° و ۱۰' تا ۳۱° و ۴۰' شمالی و طول جغرافیایی ۵۳° و ۱۰' تا ۵۴° و ۲۰' شرقی واقع شده انجام شده است. شهرستان تفت در فاصله ۱۰ کیلومتری از شهر یزد (مرکز استان یزد) قرار گرفته، مساحتی حدود ۵،۸۴۶ کیلومتر مربع دارد و مرکز این شهرستان نیز شهر تفت است. این شهرستان در کنار ارتفاعات شیرکوه بین ارتفاع ۱،۲۰۰ تا ۴،۰۷۵ متری از سطح دریا در بلندترین نقطه استان واقع شده است (استاندارد یزد، ۱۴۰۲). شهرستان تفت به دلیل واقع شدن در دامنه‌های شیرکوه از نزولات جوی مناسبی برخوردار بوده و آب و هوای

همین راستا، حسگرهای حرارتی بسیاری در سنجش‌ازدور وجود دارد که می‌توان از آن برای مطالعات LST استفاده کرد (منصورمقدم و همکاران، ۲۰۲۳-ب؛ روتری^۷ و همکاران، ۱۹۹۸).

در مطالعه‌ای که پیشتر توسط دو^۸ و میائو^۹ (۲۰۱۷) انجام شد، اثر حضور و مهاجرت موقت انسان بر تغییر پارامترهای حرارتی و جزایر گرمایی سنجدیده شد. نتایج این پژوهش اثرگذاری حضور انسان و مناطق عملکردی جمعیتی تا ۵۵٪ بر ماکسیمم دما، ۵٪ بر مینیوم دما و ۸۰٪ بر جزایر گرمایی در شهر بیجین^{۱۰} را در شرایط ثابت سایر پارامترهای اقلیمی (از جمله سرعت باد، رطوبت خاک، ابرینگی و...) نشان داد. بدین ترتیب این مطالعه نشان داد مهاجرت و حضور انسان در از یک منطقه می‌تواند نقش مؤثری بر تغییرات دمایی در آن منطقه داشته باشد. همچنین در ارتباط با اهمیت تغییرات اقلیمی بر روستاها، مقاله‌ای تحت عنوان بررسی تغییرات مؤلفه‌های فنولوژی پوشش گیاهی در پاسخ به تغییرات اقلیمی و افزایش دما که توسط زارع و غفاریان (۱۳۹۹) انجام شد مورد بررسی قرار گرفت. این مقاله به منظور بررسی اثرات تغییرات اقلیم بر پوشش گیاهی و کشاورزی در ارتفاعات البرز و زاگرس و همچنین در مناطق پست و دشتی به ویژه در حاشیه خلیج فارس و دریای خزر انجام شد. نتایج پژوهش مذکور بیانگر آن بود که تغییرات پارامترهای فنولوژی نظیر زمان شروع فصل رشد، زمان پایان فصل رشد و طول فصل رشد می‌تواند تأثیر منفی بر تولید محصولات کشاورزی و سیستم‌های زیست محیطی کشور داشته و آسیب‌های ناشی از آنها، می‌تواند امکان تولید بسیاری از محصولات کشاورزی و باغی را در مناطق آسیب پذیر کاهش دهد.

پژوهش حاضر با در نظر گرفتن اهمیت مطالعه تغییرات حرارتی و تغییر اقلیم در روستاها با توجه به

^۷ Rothery

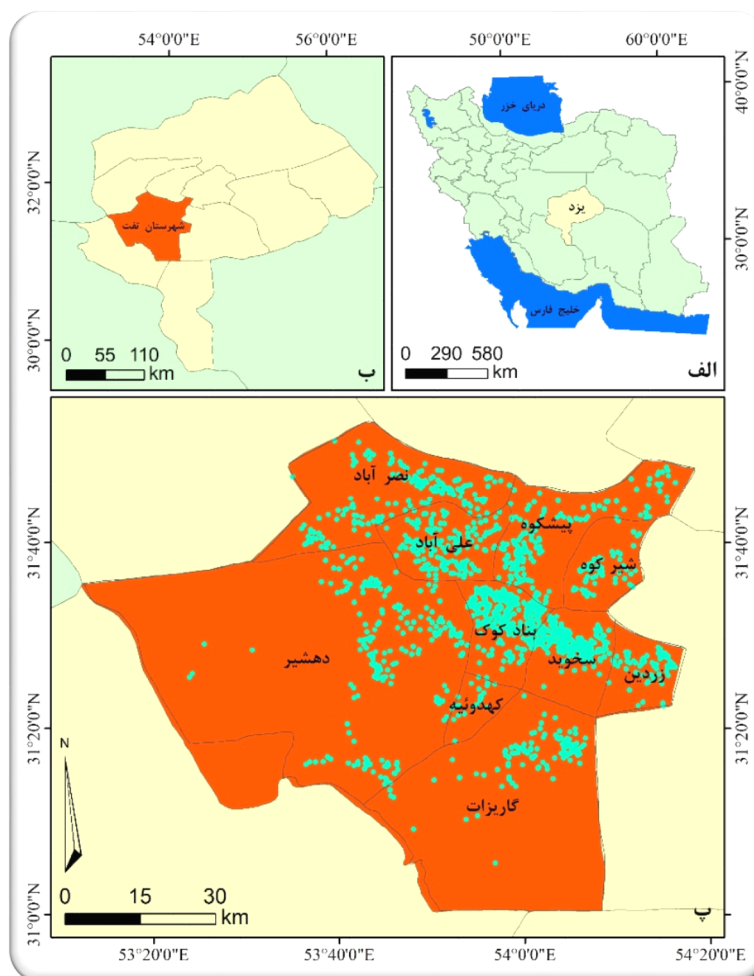
^۸ Dou

^۹ Miao

^{۱۰} Beijing

۴۵،۳۵۷ نفر را در خود جای داده‌است. با توجه به استعداد ناحیه، بیشتر مردم شهرستان تفت کشاورز و باغ دار هستند (استانداری یزد، ۱۴۰۲). اختلاف دمای شدید بین شهرهای کویری و ییلاقی استان یزد در برخی مواقع که تا بیش از ۱۵ درجه هم می‌رسد موجب شده تا ییلاقات یزد به عنوان مأمنی برای ساکنان یزد در تعطیلات روز طبیعت فروردین (فارس، ۱۴۰۱) و همچنین برای فرار از گرمای شدید تابستان قرار گرفته باشد (ایرنا، ۱۴۰۲).

خنک، ارتفاع مناسب و واقع شدن در بین کویرهای مروست و ابرکوه، این شهرستان را به عنوان یکی از مناطق ییلاقی استان یزد تبدیل کرده است. میانگین بارش در سال در این شهرستان حدود ۱۴۱ میلی‌متر است. بر اساس تقسیمات جدید کشور، شهرستان تفت شامل سه بخش، سه شهر و ۱۰ دهستان است. جمعیت شهرستان تفت حدود ۱،۴۴۴ روستا و آبادی است که ۳۳۶ روستا دارای سکونت و ۱۱۰۸ روستا (و آبادی) خالی از سکنه می‌باشد. شهرستان تفت با وسعتی بیش از ۶،۰۰۰ کیلومتر مربع جمعیتی بالغ بر



شکل ۱- نقشه شماتیک از منطقه مورد مطالعه در سطح کشور ایران با تقسیم‌بندی استانی (الف)، استان یزد با تقسیم‌بندی شهرستانی (ب) و شهرستان تفت با تقسیم‌بندی دهستانی و نقاط روستایی (پ)

استفاده شد. با در نظر گرفتن در دسترس بودن تصاویر ماهواره‌ای و ماهیت پژوهش مبنی بر مقایسه تغییرات LST در روزهای تعطیل و غیر تعطیل، دوره اول مطالعاتی مقایسه‌ای، در فروردین ۱۴۰۲، برابر با

داده‌های پژوهش

در پژوهش حاضر به منظور اخذ تصویر ماهواره‌ای لندست-۸ و لندست-۹، از وب‌سایت USGS ایالات متحده آمریکا (www.earthexplorer.usgs.gov)

و در روزهای پنجشنبه، جمعه و شنبه با توجه به حضور خیل مسافران و مهمانان به مناطق ییلاقی تفت (ایرنا، ۱۳۹۵؛ ایرنا ۱۴۰۲)، انتخاب، تصاویر مربوطه دانلود و آماده پردازش‌های بعدی شدند. مشخصات تصاویر مورد استفاده در این پژوهش در جدول ۱ ارائه شده است.

روزهای ۲ فروردین بعنوان روز نسبتاً خلوت مناطق روستایی با توجه به قرار گرفتن در روزهای اول و ۱۰ فروردین به دلیل قرار گیری در تعطیلات متصل به روز طبیعت و هجوم هرساله سیل گردشگران به مناطق طبیعی ییلاقی (ایرنا، ۱۴۰۱؛ فارس، ۱۴۰۱) در این ایام انتخاب شد. دوره دوم نیز در فصل تابستان ۱۴۰۲

جدول ۱: مشخصات تصاویر استفاده شده در پژوهش حاضر

ابرینگی (%)	تاریخ تصاویر (میلادی)	Path Row	باندهای مورد استفاده	ویژگی سنسور		ماهواره
				حرارتی	طیفی	
				رزولوشن مکانی	رزولوشن مکانی	
	۲۲-۰۳-۲۰۲۳					لندست-۸
	۲۸-۰۷-۲۰۲۳	۱۶۲	۱۰، ۵، ۴	TIRS	OLI	
<۵	۳۰-۰۳-۲۰۲۳	۰۳۸		۱۰۰ متر	۳۰ متر	
	۲۰-۰۷-۲۰۲۳					لندست-۹
	۰۵-۰۸-۲۰۲۳					

در فاصله ۱۰۰ متری از پوشش گیاهی به منظور بررسی دقیق‌تر سطوح روستایی، پ (۴۰،۶۵۲ سمپل از پوشش گیاهی روستاهای منطقه و در نهایت ت) سطح ۱۰ دهستان شهرستان تفت انجام و نتایج مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت.

دمای سطح زمین: جهت محاسبه LST، ابتدا تصویر باند ۱۰ (حرارتی) لندست-۸ از حالت خام^{۱۶} به صورت رادیانس طیفی تبدیل شد (به دلیل وجود عدم قطعیت در دیگر باند حرارتی (باند ۱۱) لندست (یواس جی اس^{۱۷}، ۲۰۱۴)، این باند در محاسبات آورده نشد) (رابطه ۲) (منصـورمقدم و همکاران، ۱۴۰۰؛ LANDSAT 8 data users handbook).

$$L_{\phi} = M_L * Q_{Cal} + A_L \quad (2)$$

که L_{ϕ} بیانگر تابش طیفی بالای اتمسفر (وات بر متر مربع بر استر رادیان)، M_L بیانگر ضریب هم‌مقیاس‌سازی باندها براساس متادیتای تصویر، Q_{Cal} مقادیر پیکسل کالیبره شده (عدد رقومی) در

تصاویر اخذ شده از نظر هندسی، رادیومتریکی و اتمسفری، تنها پیش پردازش‌های رادیومتریکی و اتمسفری مورد نیاز بودند که این تصحیحات به منظور تبدیل مقدار رقومی تصاویر به بازتابش، توسط ابزار تصحیح رادیومتریکی^{۱۱} و به منظور حذف اثر خطاهای اتمسفری توسط الگوریتم QUAC^{۱۲} (مدول^{۱۳}، ۲۰۰۹) در نرم‌افزار انوی^{۱۴}، پیش از شروع پردازش، صورت پذیرفت. سپس تصاویر به صورت میانگین تابستانی محاسبه شده و به منظور محاسبه شاخص‌های محیطی در مرحله بعد مورد استفاده قرار گرفتند.

روش شناسی پژوهش

پژوهش حاضر به منظور بررسی تغییرات LST، در چهار سطح الف) ۱،۴۶۳ نقطه روستایی و آبادی ب) ۴۰،۱۴۱ نمونه^{۱۵} از سطح فاقد پوشش گیاهی روستاها

^{۱۱} Radiometric Correction

^{۱۲} Quick Atmospheric Correction

^{۱۳} Module

^{۱۴} ENVI

^{۱۵} Sample

^{۱۶} Raw data

^{۱۷} USGS

و $NDVI_{min}$ و $NDVI_{max}$ به ترتیب ماکسیمم و مینیمم آن می‌باشند. این شاخص از طریق نسبت بین دو باند قرمز (R) و مادون قرمز (NIR) نزدیک محاسبه می‌شود (منصورمقدم و همکاران، ۲۰۲۳-پ؛ ادوان و جوانوفسکا، ۲۰۱۶؛ لی^{۲۴} و همکاران، ۲۰۱۷) (رابطه ۷):

$$DVI = \frac{NIR-R}{NIR+R} \quad (7)$$

که در آن، R باند قرمز (باند ۳ ام لندست-۵ و باند ۴ ام لندست-۸) است.

هات اسپات: آماره G-i-star^{۲۵} در تحلیل هات-اسپات، روشی است که برای شناسایی خوشه‌های فضایی معنی‌دار آماری مقادیر LST بالا (نقاط داغ^{۲۶}) و پایین (نقاط سرد^{۲۷}) در مقیاس محلی استفاده می‌شود. معیار شناسایی یک نقطه داغ یا نقطه خنک از نظر آماری این است که یک فیچر/منطقه باید بالاترین یا کمترین مقدار را داشته باشد، در حالی که توسط سایر فیچرها/مناطق با مقادیر مشابه احاطه شده باشد (اورد^{۲۸} و جتیس^{۲۹}، ۱۹۹۵). در آماره G-i-star، به ازای هر فیچر، از طریق تجزیه و تحلیل نقطه داغ محاسبه می‌شود. در این تحلیل، هر مشخصه از یک فیچر، در ارتباط با فیچرهای نزدیک آن بررسی می‌شود. حتی یک ویژگی با ارزش بالا ممکن است از نظر آماری نقطه داغ مهمی نباشد. یک ویژگی باید ارزش بالایی داشته باشد و نیز باید توسط ویژگی‌های دیگری که دارای مقادیر بالایی هستند احاطه شود تا از نظر آماری یک نقطه داغ مهم باشد. زمانی که مجموع مقدار محلی یک فیچر و همسایگان آن از مجموع مقدار محلی پیش‌بینی شده به‌طور قابل توجهی انحراف داشته باشد، یک امتیاز z آماری معنی‌دار ایجاد می‌شود که شانس تصادفی بودن آن بسیار پایین است (منصورمقدم و همکاران، ۲۰۲۳، ازری^{۳۰}، ۲۰۲۲).

محصول ۱۸ استاندارد و A_L فاکتور هم مقیاس‌سازی افزایشی بر اساس باندهای مشخص شده در متادیتای تصویر است. سپس دمای روشنایی سنجنده از طریق رابطه زیر به دست می‌آید (رابطه ۳) (منصورمقدم و همکاران، ۱۴۰۲؛ ادوان^{۱۹} و جوانوفسکا^{۲۰}، ۲۰۱۶؛ دوس سنتوس^{۲۱} و همکاران، ۲۰۱۷؛ زینال^{۲۲} و پال^{۲۳}، ۲۰۱۶):

$$\tau = \left[\frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\rho} + 1\right)} \right] \quad (3)$$

که در آن، τ دمای روشنایی بالای اتمسفر به کلین، L_ρ تابش بالای اتمسفری (وات بر متر مربع بر استر رادیان)، K_1 و K_2 ضرایب ثابت کالیبراسیون باند حرارتی است که برای سنجنده TIRS لندست-۸ بر اساس متادیتای تصویر، به ترتیب ۷۷۴،۸ و ۱۳۲۱،۰ است. پس از محاسبه دمای روشنایی بالای اتمسفر، با کسر تصویر از عدد ۲۷۳،۱۵ واحد دمایی را از کلین به سانتی‌گراد تبدیل شده و در نهایت LST از رابطه (۴) زیر به دست می‌آید (منصورمقدم و همکاران، ۲۰۲۳-پ؛ ادوان و جوانوفسکا، ۲۰۱۶؛ زینال و پال، ۲۰۱۶):

$$LST = \tau / \left[1 + \left(\lambda * \frac{\tau}{c_2} \right) * \ln(e) \right], \quad (4)$$

که τ دمای روشنایی بالای اتمسفر، λ طول موج باند حرارتی ($10,9 \mu m$ برای باند ۱۰ لندست-۸)، c_2 عدد ثابت $14388 \mu m$ می‌باشد. همچنین به‌منظور محاسبه گسیلمندی، از رابطه (۵) استفاده می‌گردد که در آن، PV به شرح رابطه (۶) می‌باشد (منصورمقدم و همکاران، ۲۰۲۲؛ ادوان و جوانوفسکا، ۲۰۱۶؛ دوس سنتوس و همکاران، ۲۰۱۷؛ زینال و پال، ۲۰۱۶):

$$e = 0.004 * PV + 0.986, \quad (5)$$

$$PV = \frac{((NDVI - NDVI_{min}) / (NDVI_{max} - NDVI_{min}))^2}{(NDVI_{max} - NDVI_{min})} \quad (6)$$

که در آن NDVI شاخص تفاضلی نرمال شده پوشش گیاهی است که در معادله (۷) توضیح داده شده است

^{۲۴} Li

^{۲۵} Getis-Ord Gi*

^{۲۶} Hot Spot

^{۲۷} Cold Spot

^{۲۸} Ord

^{۲۹} Getis

^{۳۰} Esri

^{۱۸} Product

^{۱۹} Avdan

^{۲۰} Jovanovska

^{۲۱} Dos Santos

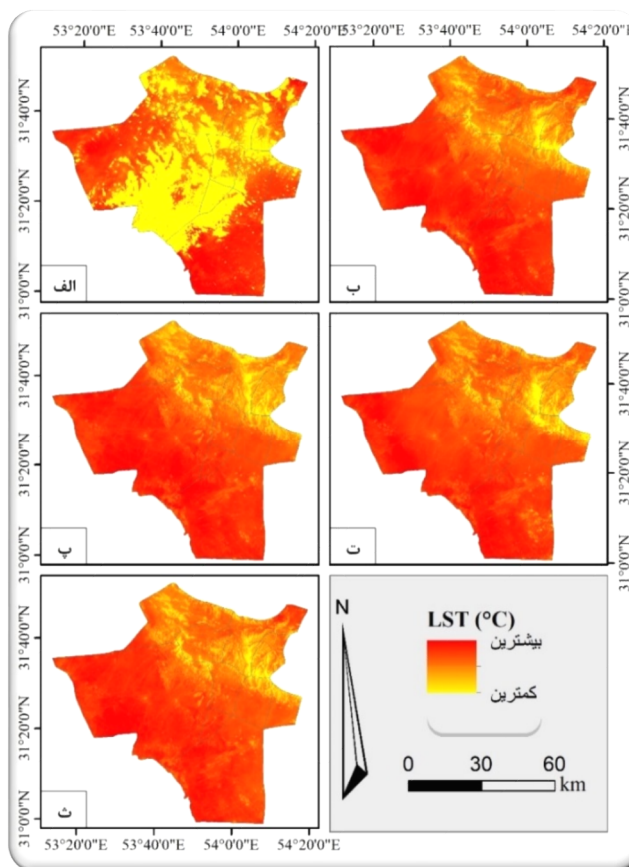
^{۲۲} Ziaul

^{۲۳} Pal

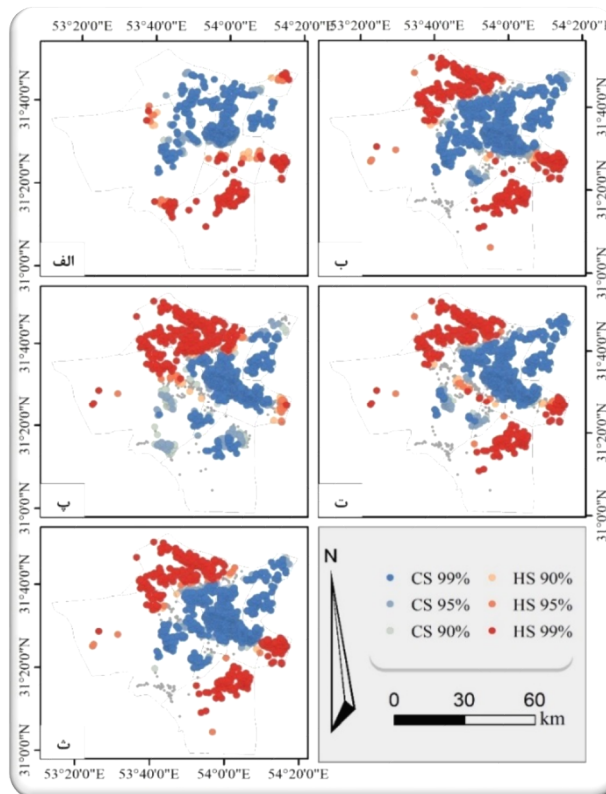
بدین منظور ابتدا نقشه دمای سطح زمین در سطح شهرستان تفت محاسبه (شکل ۲) و اطلاعات آن در سطح نقاط روستایی استخراج و مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج

سطح نقاط روستایی: پژوهش حاضر با هدف ارزیابی تغییرات رخ داده در دمای سطح زمین روستاهای شهرستان تفت یزد در روزهای تعطیلی انجام شده است.



شکل ۲: نقشه مقادیر LST در سطح شهرستان تفت



شکل ۳: نقشه مقادیر هات-اسپات در سطح شهرستان تفت

مرداد) نسبت به روز پیش (پنجشنبه، ۱۹ تیر) و پس از خود (شنبه، ۱۴ مرداد) در ایام هفته، ۱ درجه سانتی‌گراد افزایش دما در میانگین LST را تجربه کرده است. بیشتر بودن دما در این روز در واحد مینیمم LST، تنها نسبت به روز پیش از خود با ۶/۸ درجه سانتی‌گراد و در ماکسیمم صرفاً نسبت به روز پس از خود با ۰/۴ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شده است. در این روز همچنین واریانس دما نسبت به روز پیش و پس از آن، به ترتیب با ۴/۷ و ۹ درجه سانتی‌گراد افزایش همراه بوده است. تحلیل هات-اسپات تابستان بیانگر آن است که ۵۷ نقطه روستایی در روز جمعه، تغییر از نقاط سرد به نقاط گرم هات-اسپات نسبت به دو روز پنجشنبه و شنبه اتفاق افتاده است و در ۱۶ نقطه روستایی این تغییر در پنجشنبه نیز نسبت به شنبه وجود داشته است. مجموعاً در روز جمعه، نسبت به پنجشنبه و شنبه به ترتیب ۱۷۷ و ۹۵ نقطه گرم بیشتر و نیز ۱۹۶ و ۶۶ نقطه سرد (با سطح اطمینان بالای ۰/۹۰) کمتری وجود داشته است (جدول ۲).

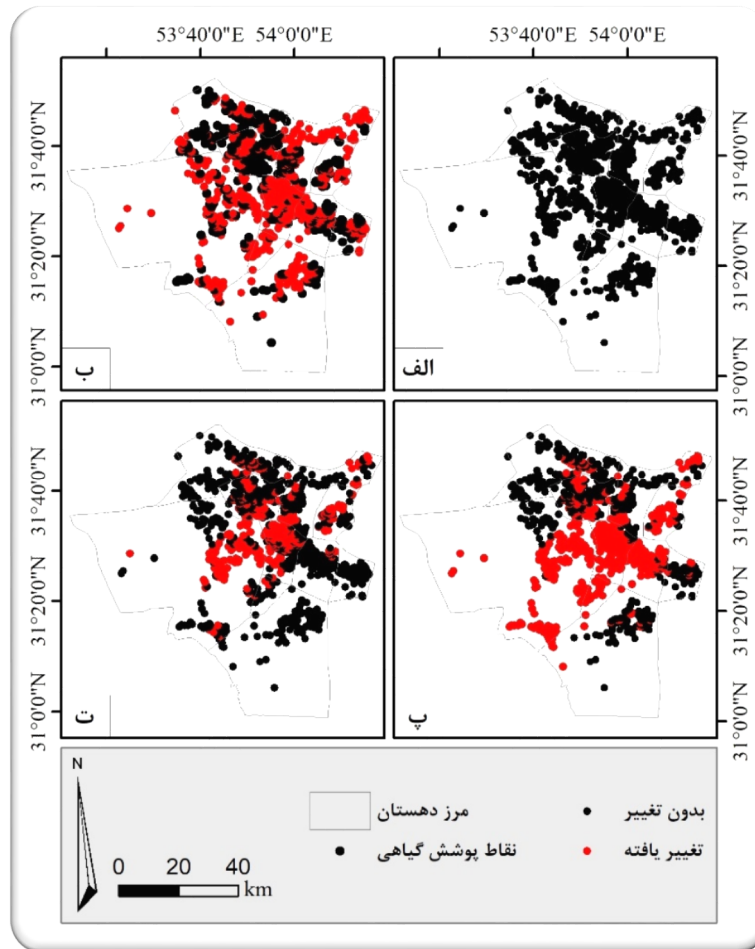
همچنین به منظور بررسی تغییر ارتباطات همسایگی بین LST نقاط، نقشه تحلیل هات-اسپات نیز برای هر یک از نقاط در زمان‌های مورد مطالعه محاسبه شد که در شکل ۳ نمایش داده شده است. بر اساس اطلاعات استخراج شده از نقشه‌های LST و هات-اسپات در سطح نقاط روستایی (جدول ۲)، در فروردین، در روز مطالعاتی تعطیل شلوغ‌تر (۱۰ فروردین) نسبت به روز مطالعاتی خلوت‌تر (۲ فروردین)، ماکسیمم LST در نقاط روستایی، با ۱۳/۱ درجه سانتی‌گراد افزایش همراه بوده است. همچنین مینیمم و میانگین دما نیز به ترتیب با ۱۶/۵ و ۱۶/۷ درجه سانتی‌گراد افزایش همراه بوده است. واریانس دما نیز در این روز با ۱۱/۳ درجه سانتی‌گراد افزایش روبرو بوده است. تحلیل هات-اسپات روز شلوغ‌تر بیانگر آن است که نسبت به روز خلوت‌تر، ۲۸۸ نقطه روستایی، به سمت نقاط داغ تغییر پیدا کرده‌اند که در این بین، مجموعاً ۲۳۴ نقطه داغ افزوده و ۴۲۸ نقطه سرد (با سطح اطمینان بالای ۰/۹۰) کاسته شده است. در فصل تابستان نیز روز تعطیل شلوغ‌تر (جمعه، ۶

جدول ۲: آمار مستخرج از تغییرات LST و هات-اسپات در دوره‌های مطالعاتی در سطح نقاط روستایی

زمان		LST								Hotspot				
فصل	روز	م.م.م.م.	م.م.م.	م.م.	م.م.	م.م.	م.م.	م.م.	م.م.	نقاط سرد				
										رخداد تغییر	نقاط داغ	رخداد تغییر	نقاط سرد	
										۹۰٪	۹۵٪	۹۹٪	۱	۲
بهار	۲ فروردین	۲۵/۹	-۵	۱۷/۴۲	۳۶/۱	۱۴	۵۰	۱۴۶	۱۵	۲۶	۸۰/۴	۲۸۸	-	
	۱۰ فروردین	۴۹	۱۱/۵	۳۴/۱۴	۴۷/۴	۲۵	۵۳	۳۶۶	۸	۱۱	۳۹۸			
	۲۹ تیر	۶۵	۲۲/۷	۴۹	۳۶	۲۱	۳۱	۳۱۷	۱۹	۵۵	۸۴۷			
تابستان	۶ مرداد	۶۲/۹	۲۹/۵	۵۱	۴۰/۷	۸۸	۸۵	۳۷۳	۵	۱۹	۷۰/۱	۵۷	۱۶	
	۱۴ مرداد	۶۲/۵	۳۰/۳	۵۰	۳۱/۷	۴۶۱	۸۷۹	۲۴	۸۱	۲۰	۷۵۹			

یافته در شکل ۴ نمایش داده شده‌اند که مقایسه‌های این شکل بیانگر آن است که در تابستان تمرکز بیشتر این نقاط تغییر یافته در با شروع از قسمت شرقی مرکز تا جنوب غربی شهرستان تفت بوده است که تمرکز بیشتر نقاط روستایی را نیز رقم زده است در حالیکه در فروردین، نقاط تغییر یافته سراسر منطقه پراکنده هستند.

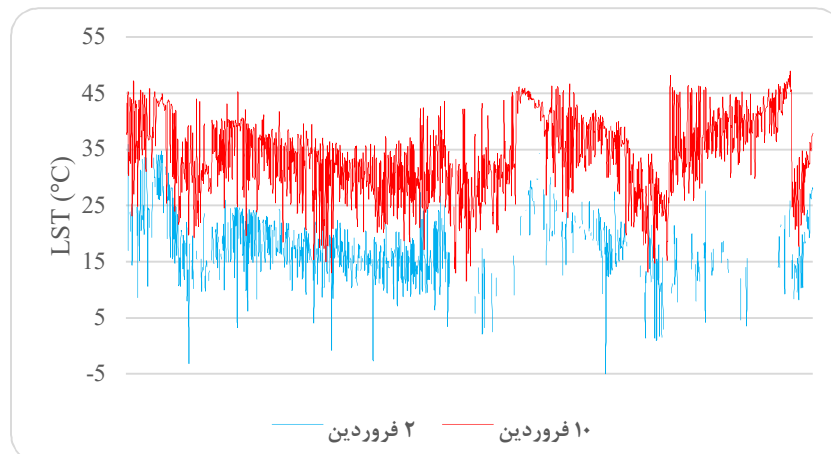
اطلاعات جدول ۲ بیانگر آن است که در دوره مقایسه‌ای فروردین، ۹۳۶ نقطه روستایی افزایش LST را تجربه کرده بودند. همچنین بیانگر آن است که در مقایسه دو دوره مطالعاتی تابستان، ۸۷۹ نقطه روستایی در روز جمعه نسبت به دو روز پنجشنبه و شنبه افزایش دما داشته‌اند که ۴۶۱ نقطه در پنجشنبه نیز گرم‌تر از شنبه بوده‌اند. این نقاط روستایی تغییر



شکل ۴: نقشه شماتیک از موقعیت نقاط روستایی (الف)، نقاط روستایی که در فروردین افزایش LST اتفاق افتاده است (ب)، نقاط روستایی که در جمعه تابستان LST بیشتری از پنجشنبه و شنبه داشته‌اند (پ) و نقاط روستایی که LST آنها در پنجشنبه نیز بیشتر از شنبه بوده است (ت).

است که در اکثر نقاط، روز ۱۰ فروردین با افزایش محسوس LST نسبت به ۲ فروردین همراه بوده است.

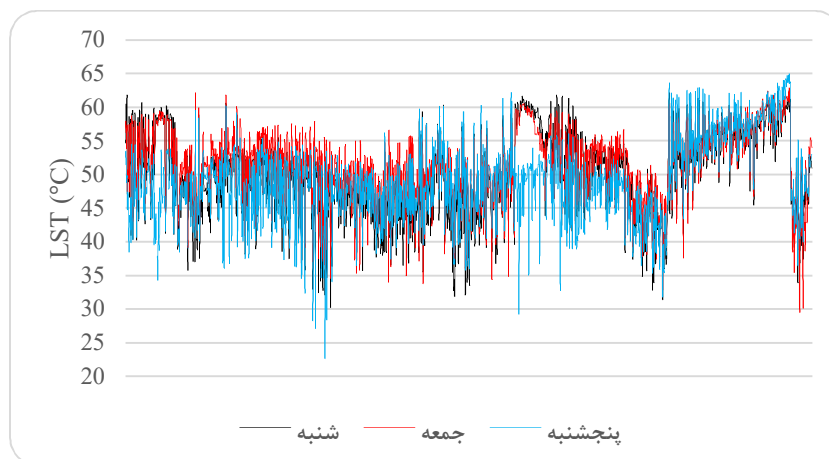
شکل ۵ همچنین روند تغییرات مکانی LST در سطح پیکسل به ازای هر نقطه روستایی در فصل فروردین را نشان می‌دهد. نتایج به خوبی بیانگر آن



شکل ۵: روند خطی تغییرات مکانی LST در سطح پیکسل در نقاط روستایی در فروردین

موارد زیادی نیز پنجشنبه‌ها نسبت به شنبه را نشان می‌دهد.

همچنین این روند برای فصل تابستان در شکل ۶ نمایش داده شده است که به وضوح، افزایش LST در اکثر نقاط در روز جمعه نسبت به هر دو روز دیگر و در



شکل ۶: روند خطی تغییرات مکانی LST در سطح پیکسل در نقاط روستایی در تابستان

در تابستان، جمعه به ترتیب ۴/۸ و ۷/۸ درجه سانتی‌گراد افزایش نسبت به پنجشنبه و شنبه را ثبت کرده است (جدول ۳). همچنین مینیمم دما در فروردین با ۹/۱ درجه سانتی‌گراد و در تابستان در روز جمعه با ۴/۵ و ۷/۸ درجه سانتی‌گراد افزایش نسبت به پنجشنبه و شنبه همراه بوده است. میانگین دما نیز در فروردین با ۹/۱ درجه سانتی‌گراد و در جمعه تابستان با ۴/۵ و ۷/۸ درجه سانتی‌گراد افزایش نسبت به پنجشنبه و شنبه همراه بوده است.

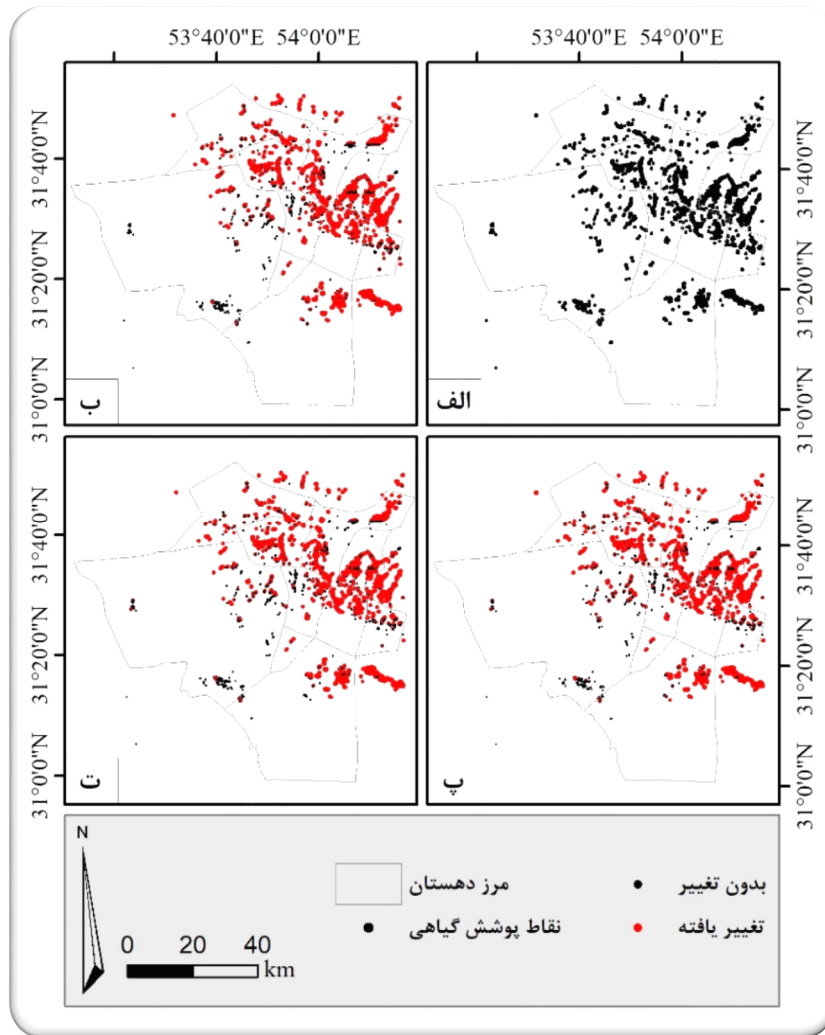
سطح پهنه روستایی: بررسی تغییرات LST در سطوح روستاها در فاصله ۱۰۰ متری با پوشش گیاهی بیانگر الگوی منظم و نزدیک به همی از تغییرات است. بدین نحو که در تمام دوره‌ها ماکسیمم، مینیمم و میانگین به هم نزدیک بوده و بنابراین اختلاف‌ها تقریباً باهم مشابه‌اند. همچنین اختلاف‌ها در تابستان بین جمعه با شنبه بیشتر از جمعه با پنجشنبه است. بدین ترتیب که در فروردین، واریانس ماکسیمم دما با ۹/۴ درجه سانتی‌گراد افزایش همراه بوده است در حالیکه

جدول ۳: آمار مستخرج از تغییرات LST و هات-اسپات در دوره‌های مطالعاتی در سطح مناطق اطراف پوشش گیاهی منطقه

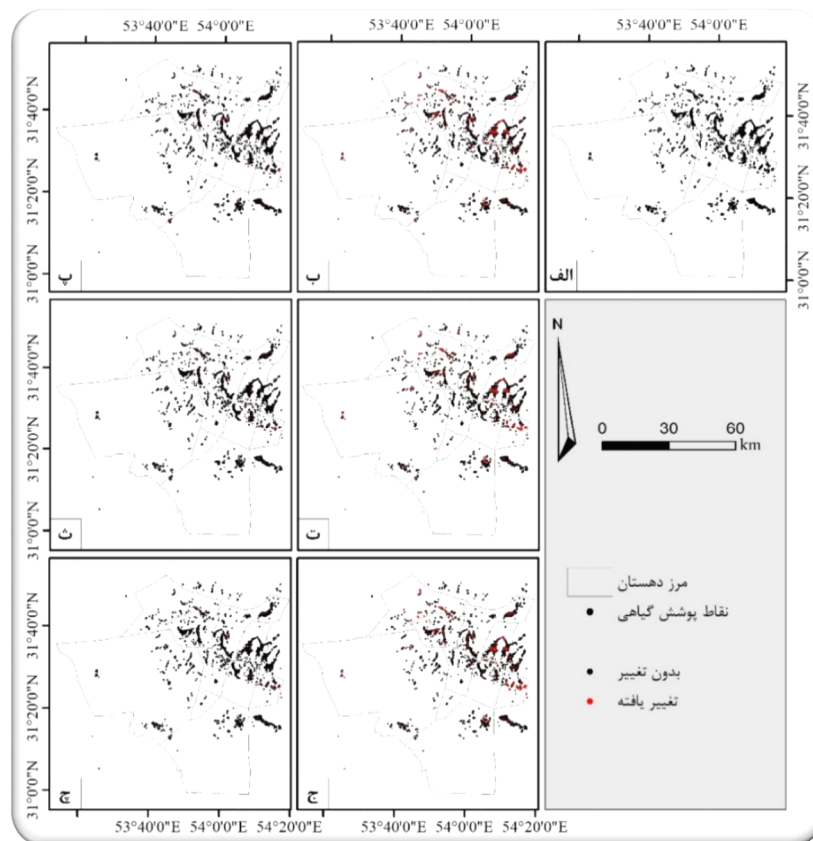
روز	زمان	LST						
		ماکسیمم			مینیمم			
		وارینانس	رخداد تغییر		وارینانس	رخداد تغییر		
حالت ۱	حالت ۲	حالت ۱	حالت ۲	حالت ۱	حالت ۲	حالت ۱	حالت ۲	
۲ فروردین	۲۳/۷۲	۱۷۴۶۲	-	۲۱/۲	۱۷۳۱۸	-	۱۷۳۹۵	-
۱۰ فروردین	۳۳/۱	۲۵/۷۴	۳۰/۱۲	۳۱/۲۴	۲۲/۱	۳۱/۲۴	۲۶/۷۲	۱۵۶۴
۲۹ تیر	۲۸/۳۳	۱۲/۷۷۹	۱۶۷۶	۳۰/۱۲	۱۲/۵۱۷	۱۵۲۷	۳۱/۲۴	۱۲/۶۶۴
۶ مرداد	۳۳/۱	۲۵/۲۶	۲۲/۴	۲۳/۴۶				

بوده است که از این تعداد به ترتیب ۱،۶۷۶، ۱،۵۲۷ و ۱،۵۶۴ نقطه در پنجشنبه گرم‌تر از شنبه ثبت شده‌اند. تغییرات این نقاط در شکل ۷ و شکل ۸ نمایش داده شده است.

بر اساس اطلاعات مندرج در جدول ۳، ۱۷،۶۴۲ نقطه در ماکسیمم و ۱۷،۳۹۵ نقطه در میانگین LST دچار افزایش شده‌اند. این مقدار در تابستان برای جمعه نسبت به همه دوره‌ها به ترتیب ۱۲،۷۷۹، ۱۲،۵۱۷ و ۱۲،۶۶۴ نقطه



شکل ۷: نقشه شماتیک از موقعیت نقاط اطراف پوشش گیاهی (الف)، نقاطی که در فروردین ماکسیمم (ب)، مینیمم (ت) و میانگین (ج) LST افزایش پیدا کرده است

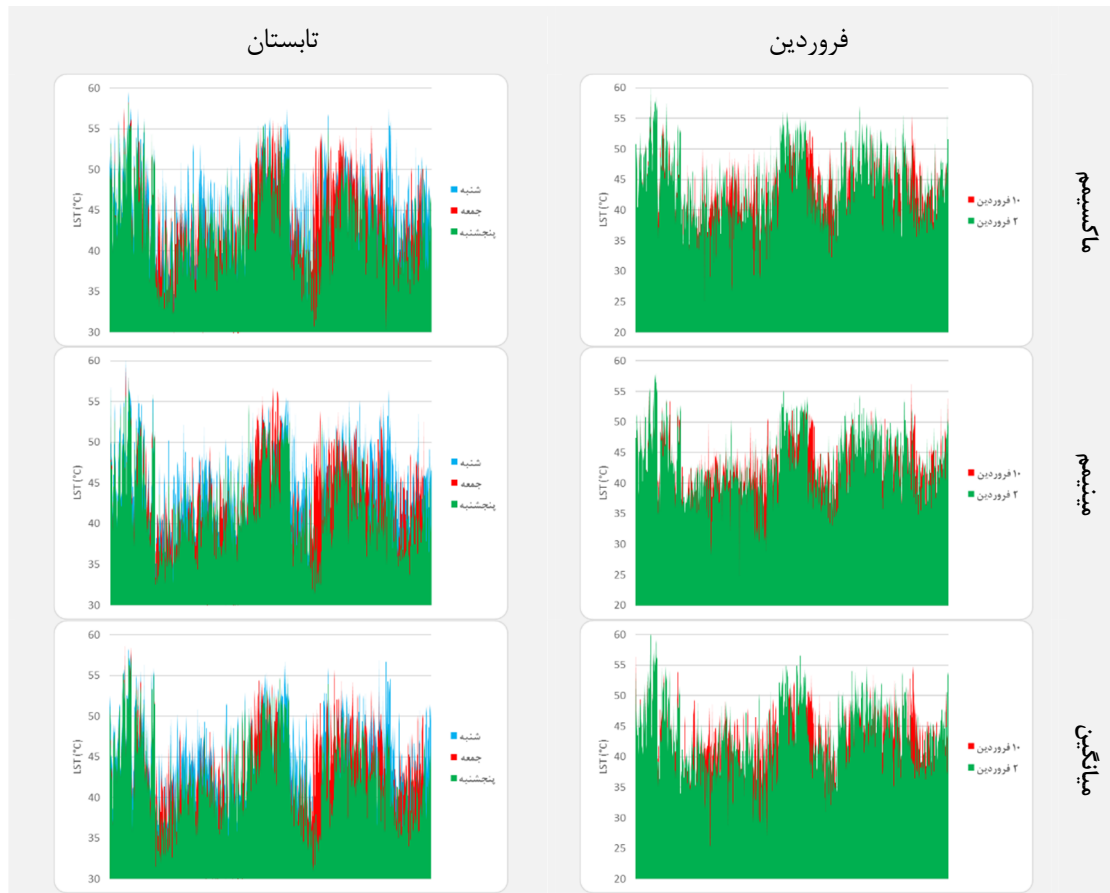


شکل ۸: نقشه شماتیک از موقعیت نقاط اطراف پوشش گیاهی (الف)، نقاطی که در جمعه ماکسیمم (ب)، مینیمم (ت) و میانگین (ج) LST بیشتری از پنجشنبه و شنبه داشته‌اند و نقاطی که ماکسیمم (پ)، مینیمم (ث) و میانگین (چ) LST آنها در پنجشنبه نیز بیشتر از شنبه بوده است.

فروردین با ۳،۶۸۴ نقطه، بیشتر از ۲ فروردین با ۱،۵۵۲ نقطه در ۲ فروردین بوده است. بطور کلی در مقایسه با ۲ فروردین، ۱۰۷۲ نقطه تغییر مقادیر هات-اسپات به سمت مقادیر گرم‌تر این تحلیل را تجربه کرده‌اند. در تابستان اما ماکسیمم، مینیمم، میانگین و واریانس دمای جمعه از هر دو روز پنجشنبه و جمعه بیشتر بوده است. این اختلاف نسبت به شنبه با به‌ترتیب ۰/۱۳، ۹/۶، ۰/۶ و ۴/۳ درجه سانتی‌گراد تفاوت کمتر از پنجشنبه بوده است. در همین حال، روز جمعه با به‌ترتیب بیشترین نقاط گرم، ۳،۰۵۰ نقطه و کمترین نقاط سرد، ۱،۹۰۶ نقطه گرم نسبت به پنجشنبه و جمعه همراه بوده است. مجموعاً ۱۲۱ نقطه در جمعه، تغییر مقادیر هات-اسپات به سمت نقاط گرم‌تر را تجربه کرده‌اند که ۷۹ نقطه در پنجشنبه نیز بیشتر از شنبه بوده است (جدول ۴).

همچنین روند تغییر مقادیر ماکسیمم، مینیمم و میانگین دما در سطح پیکسل برای مناطق اطراف پوشش گیاهی در محدوده مورد مطالعه برای فروردین و تابستان در شکل ۹ نمایش داده شده است.

سطح پوشش گیاهی روستایی: همچنین اطلاعات مستخرج از تغییرات LST در سطح پوشش گیاهی محدوده مورد مطالعه (جدول ۴) بیانگر افزایش ماکسیمم و میانگین LST با به‌ترتیب ۱۱/۳ و ۱۴/۵ درجه سانتی‌گراد در ۱۰ فروردین نسبت به ۲ فروردین می‌باشد. همچنین واریانس دما با ۸/۶ درجه سانتی‌گراد افزایش روبرو بوده است. این درحالیست که مینیمم دما با بیشترین اختلاف، ۲۶/۷ درجه سانتی‌گراد افزایش داشته است. در همین حال، این روز با ۱۷۳۳ نقطه داغ هات-اسپات تفاوت معناداری با ۸۱۲ نقطه داغ ثبت شده در ۲ فروردین از خود نشان می‌دهد. در طرف مقابل اما نقاط سرد ۱۰



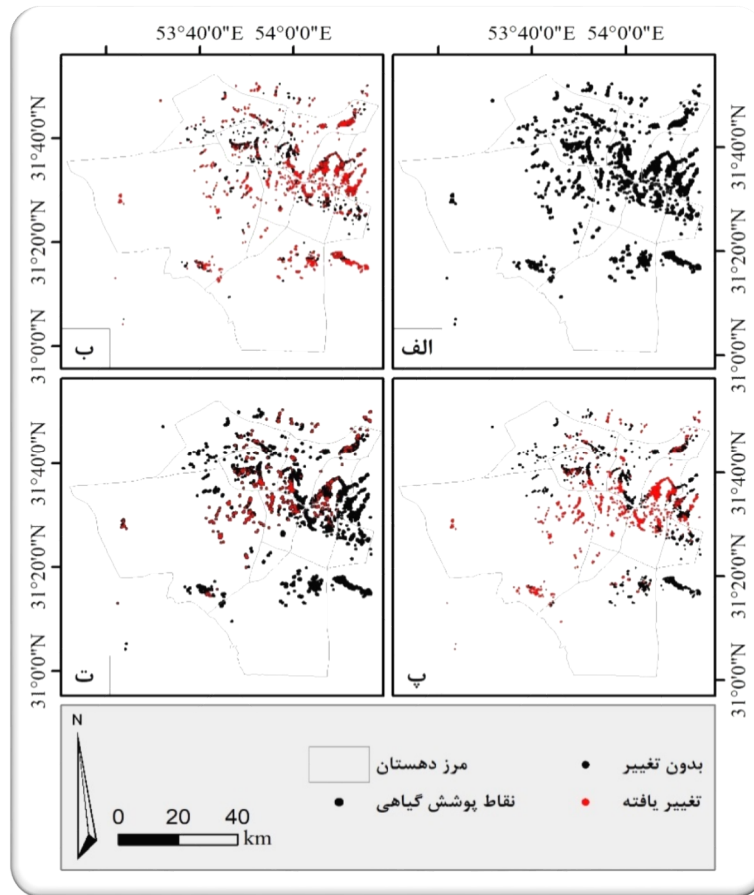
شکل ۹: روند تغییرات مکانی ماکسیمم، مینیمم و میانگین LST در سطح پیکسل بر روی مناطق اطراف پوشش گیاهی منطقه در فروردین (ستون راست) و تابستان (ستون چپ)

جدول ۴: آمار مستخرج از تغییرات LST و هات-اسپات در دوره‌های مطالعاتی در سطح پوشش گیاهی منطقه

زمان		LST						Hotspot	
فصل	روز	ماکسیمم	مینیمم	میانگین	واحد	رخداد تغییر	نقاط داغ	نقاط سرد	رخداد تغییر
		%	%	%	%	%	%	%	%
فروردین	۲ فروردین	۳۷/۶	-۱۷/۲	۱۸/۴	۴۵/۱	۱	۸	۱۴۸	۱۰۷۲
	۱۰ فروردین	۴۸/۹	۹/۵	۳۲/۹	۵۳/۷	۲	۳۱	۱۳۱	-
تابستان	۲۹ تیر	۶۳/۲	۹/۸	۳۷/۳	۳۳/۸	۱	۴۸	۳۴۹	۳۰
	۶ مرداد	۶۴/۸	۲۷/۳	۳۹/۷	۵۰/۶	۲	۲۷	۱۸۰	۱۲۱
	۱۴ مرداد	۶۴/۷	۲۰/۴	۳۹/۱	۴۶/۲	۱	۰	۲۴۹	۱۸۱۵

از شنبه بوده است. نقاط تغییر یافته در شکل ۱۰ نمایش داده شده است که بر اساس آن این نقاط تغییر یافته گستردگی زیادی در سطح شهرستان تفت داشته اما قسمت متمرکز آن در جهت شرقی مرکز این شهرستان رخ داده است.

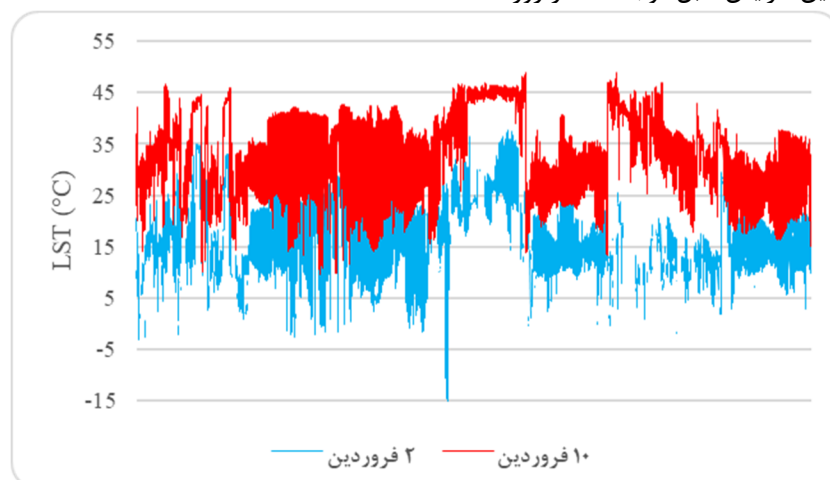
بر اساس اطلاعات نمایش داده شده در جدول ۴، ۲۶،۴۶۷ نقطه در دوره مقایسه‌ای فروردین افزایش LST را تجربه کرده‌اند که این مقدار در دوره تابستان ۲۰،۲۶۲ نقطه در جمعه نسبت به پنجشنبه و شنبه بوده است که ۸،۱۲۵ مورد آن در پنجشنبه نیز گرم‌تر



شکل ۱۰: نقشه شماتیک از موقعیت نقاط پوشش گیاهی (الف)، نقاط روستایی که در فروردین افزایش LST اتفاق افتاده است (ب)، نقاط روستایی که در جمعه تابستان LST بیشتری از پنجشنبه و شنبه داشته‌اند (پ) و نقاط روستایی که LST آنها در پنجشنبه نیز بیشتر از شنبه بوده است (ت).

فروردین نسبت به ۲ فروردین در اکثریت منطقه را نشان می‌دهد.

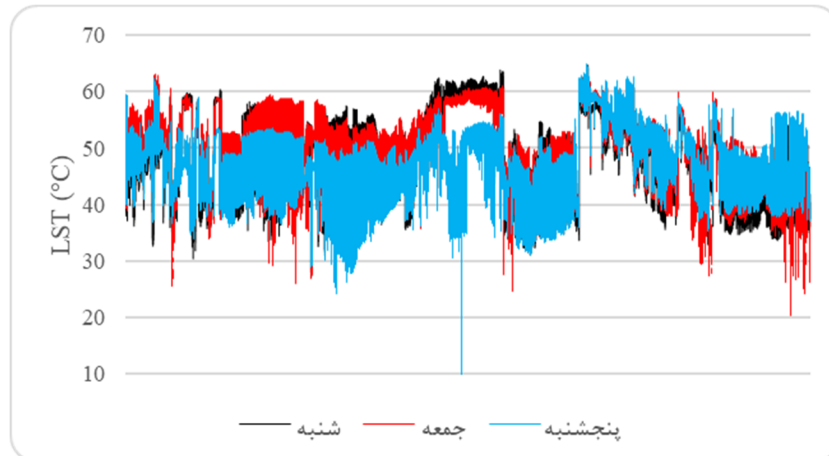
روند خطی تغییرات LST در سطح پیکسل بر روی پوشش گیاهی منطقه در دوره مقایسه‌ای فروردین (شکل ۱۱) همچنین افزایش قابل توجه دما در روز ۱۰



شکل ۱۱: روند خطی تغییرات مکانی LST در سطح پیکسل بر روی پوشش گیاهی منطقه در فروردین.

این مقدار در شنبه و در برخی مناطق در پنجشنبه در پایین‌ترین میزان خود بوده است. همچنین در مواردی افزایش چشمگیر LST در شنبه و جمعه نسبت به پنجشنبه مشاهده می‌گردد.

روند خطی تغییرات LST در سطح پیکسل بر روی پوشش گیاهی منطقه برای دوره مقایسه‌ای تابستان (شکل ۱۲) همچنین حکایت از افزایش این مقدار در روز جمعه در اکثر نقاط، همراه با افزایش در برخی مناطق در روزهای پنجشنبه می‌باشد. در برخی مناطق



شکل ۱۲: روند خطی تغییرات مکانی LST در سطح پیکسل بر روی پوشش گیاهی منطقه در تابستان

نقاط روستایی را در اختیار دارند. روستای پیشکوه نیز با ۸/۲۳ کیلومترمربع از نظر مالکیت مساحت پوشش گیاهی بیشترین و روستای کهدویی با ۰/۰۵ کیلومترمربع (۵/۱۳ هکتار) از این نظر نیز در رتبه آخر قرار گرفته است (جدول ۵).

سطح دهستان‌ها: بررسی وضعیت دهستان‌های مورد مطالعه بیانگر آن است که دهشیر با ۲۱۲۶/۹ کیلومترمربع بیشترین و کهدویی با ۹۵/۲ کیلومترمربع کمترین مساحت در بین دهستان‌ها قرار گرفته‌اند. همچنین روستای بنادکوک با ۲۹۰ نقطه روستایی بیشترین و کهدویی با ۲۲ نقطه روستایی کمترین

جدول ۵: وضعیت دهستان‌های مورد مطالعه از نظر مساحت، تعداد نقاط روستایی و مساحت پوشش گیاهی

دهستان	مساحت (km ²)	تعداد نقطه روستایی	پوشش گیاهی (km ²)
دهشیر	۲۱۲۶/۹	۲۲۳	۲/۱۷
کهدویی	۹۵/۲	۲۲	۰/۰۵
بنادکوک	۲۲۴/۳	۲۹۰	۰/۶۶
علی‌آباد	۲۶۳/۹	۱۵۲	۲/۷۵
نصرآباد	۵۸۶/۲	۱۵۶	۱/۹۸
گاریزات	۱۲۴۹/۳	۱۰۸	۲/۵۶
زردین	۱۷۶/۴	۷۶	۱/۱۷
سخوید	۲۵۲/۵	۲۳۰	۲/۵۸
شیرکوه	۲۰۰/۳	۶۰	۷/۰۱
پیشکوه	۴۳۰/۶	۱۴۴	۸/۲۳

سانتی‌گراد مربوط به دهستان شیرکوه و ۰/۲ درجه سانتی‌گراد مربوط به دهستان زردین بوده است. همچنین ماکسیمم و میانگین LST در مقایسه جمعه و شنبه با به ترتیب ۰/۷ درجه سانتی‌گراد در دهستان بنادکوک و ۱/۳ درجه سانتی‌گراد در دهستان کهدوئیه کمترین میزان افزایش را تجربه کرده‌اند. مینیمم LST در تابستان بر خلاف فروردین، الگوی مشخصی نداشته و در برخی مناطق کاهش و برخی دیگر افزایشی بوده است اما بطور کلی در مقایسه جمعه و پنجشنبه، بیشترین میزان افزایش آن با ۱۳ درجه سانتی‌گراد و در دهستان نصرآباد و بیشترین میزان کاهش آن با ۱۶/۹ درجه سانتی‌گراد در دهستان سخوید بوده است. همچنین در مقایسه جمعه و شنبه، بیشترین میزان افزایش آن با ۵/۱ درجه سانتی‌گراد در دهستان علی‌آباد و بیشترین میزان کاهش آن با ۱۳/۲ درجه سانتی‌گراد در دهستان بنادکوک بوده است. لازم به ذکر است، در دوره مقایسه‌ای تابستان، هم در ماکسیمم و هم در میانگین LST، دما در پنجشنبه نسبت به شنبه بیشتر بوده است که بیشترین اختلاف آن‌ها به ترتیب با ۴ درجه سانتی‌گراد در دهستان شیرکوه و با ۲/۳ درجه سانتی‌گراد در دهستان گاریزات بوده است (جدول ۶).

بررسی تغییرات LST بر اساس ماکسیمم، مینیمم و میانگین در سطح دهستان‌های تفت نیز در جدول ۶ ارائه شده است. بر اساس اطلاعات این جدول، تمام دهستان‌ها در هر سه آماره، شاهد افزایش مقادیر LST در دوره مقایسه‌ای فروردین شده‌اند. این افزایش در دهستان کهدوئیه با به ترتیب ۳۰، ۴۵/۷ و ۳۸/۸ درجه سانتی‌گراد تغییر در ماکسیمم، مینیمم و میانگین LST بیشتر بوده است. همچنین این افزایش با ۷/۹ درجه سانتی‌گراد در ماکسیمم LST برای دهستان پیشکوه، ۷/۷ درجه سانتی‌گراد در مینیمم LST برای دهستان شیرکوه و ۱۰/۲ درجه سانتی‌گراد در میانگین LST برای دهستان زردین کمترین بوده است. در تابستان اما صرفاً ماکسیمم و میانگین LST در تمامی دهستان‌ها در جمعه، نسبت به پنجشنبه و شنبه افزایش یافته است که این افزایش در مقایسه جمعه و پنجشنبه با به ترتیب ۳ و ۲/۶ درجه سانتی‌گراد مربوط به دهستان علی‌آباد و در مقایسه جمعه و شنبه با ۵/۷ درجه سانتی‌گراد افزایش در ماکسیمم LST مربوط به دهستان پیشکوه و با ۳/۷ درجه سانتی‌گراد در میانگین LST مربوط به دهستان علی‌آباد بوده است. در مقایسه جمعه و پنجشنبه، کمترین میزان افزایش در ماکسیمم و میانگین LST، به ترتیب با ۰/۱ درجه

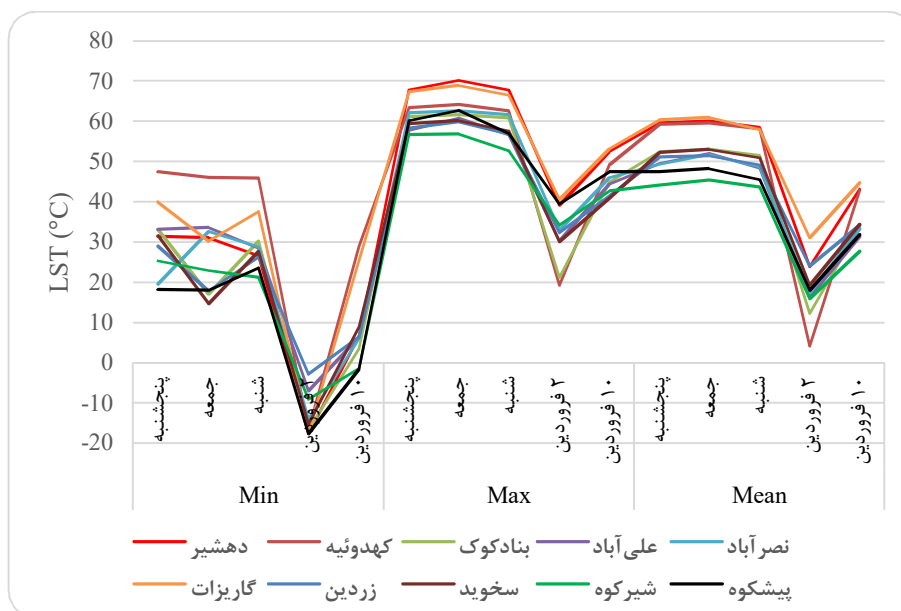
جدول ۶: آمار مستخرج از تغییرات LST در دوره‌های مطالعاتی در سطح دهستان‌های تفت

دهستان	LST														
	ماکسیمم				مینیمم				میانگین						
	فروردین	فروردین	۲۴ تیر	۴ مرداد	فروردین	فروردین	۲۴ تیر	۴ مرداد	فروردین	فروردین	۲۴ تیر	۴ مرداد	فروردین		
دهشیر	۳۹,۳	۵۲,۷	۶۷,۸	۷۰,۲	۶۷,۸	-۱۷,۶	۶,۷	۳۱,۳	۳۱,۰	۲۶,۶	۲۳,۹	۴۳,۲	۵۹,۵	۶۰,۰	۵۸,۴
کهدوئیه	۱۹,۲	۴۹,۲	۶۳,۳	۶۴,۱	۶۲,۷	-۱۶,۷	۲۹,۰	۴۷,۵	۴۶,۱	۴۵,۹	۴,۱	۴۲,۹	۵۹,۲	۵۹,۵	۵۸,۲
بنادکوک	۲۱,۲	۴۵,۰	۶۱,۱	۶۱,۶	۶۰,۹	-۱۶,۷	۳,۶	۳۳,۲	۱۷,۱	۳۰,۳	۱۲,۳	۳۳,۸	۵۲,۳	۵۳,۱	۵۱,۵
علی‌آباد	۳۰,۳	۴۴,۵	۵۷,۸	۶۰,۸	۵۶,۸	-۷,۰	۶,۵	۳۳,۲	۳۳,۶	۲۸,۵	۱۶,۴	۳۱,۵	۴۹,۵	۵۲,۱	۴۸,۴

نصرآباد	۳۲٫۹	۴۶٫۰	۶۲٫۱	۶۲٫۶	۶۱٫۶	-۱۳٫۹	۶٫۲	۱۹٫۶	۳۲٫۷	۲۸٫۹	۱۷٫۳	۳۳٫۳	۴۹٫۵	۵۱٫۸	۴۸٫۷
گاریزات	۴۰٫۶	۵۳٫۲	۶۷٫۳	۶۹٫۰	۶۶٫۶	-۱۷٫۴	۲۵٫۵	۴۰٫۰	۳۰٫۴	۳۷٫۶	۳۱٫۱	۴۴٫۸	۶۰٫۳	۶۱٫۰	۵۸٫۱
زردین	۳۲٫۳	۴۱٫۵	۵۸٫۲	۵۹٫۹	۵۶٫۹	-۲٫۸	۶٫۴	۲۹٫۰	۱۷٫۹	۲۶٫۲	۲۴٫۱	۳۴٫۲	۵۱٫۲	۵۱٫۴	۴۹٫۳
سرخوید	۳۰٫۱	۴۱٫۰	۵۹٫۴	۶۰٫۲	۵۷٫۷	-۱۵٫۲	۸٫۹	۳۱٫۶	۱۴٫۷	۲۷٫۸	۱۹٫۳	۳۴٫۵	۵۲٫۲	۵۳٫۱	۵۱٫۰
شیرکوه	۳۴٫۲	۴۲٫۶	۵۶٫۷	۵۶٫۸	۵۲٫۷	-۹٫۰	-۱٫۴	۲۵٫۳	۲۳٫۰	۲۱٫۲	۱۶٫۰	۲۷٫۷	۴۴٫۱	۴۵٫۴	۴۳٫۶
پیشکوه	۳۹٫۶	۴۷٫۵	۶۰٫۱	۶۲٫۷	۵۷٫۰	-۱۷٫۷	-۱٫۶	۱۸٫۳	۱۸٫۰	۲۳٫۶	۱۸٫۰	۳۱٫۹	۴۷٫۴	۴۸٫۳	۴۵٫۶

شکل ۱۳ این روند تغییرات LST در دهستان‌ها را نشان می‌دهد. این شکل در بخش مینیمم، به طور واضح بیانگر دمای بیشتر در دهستان کهدوئیه در تابستان و بطور مشترک دهستان‌های کهدوئیه و گاریزات در فروردین می‌باشد. در بخش ماکسیمم نیز تا حدودی دو دهستان دهشیر و گاریزات، دمای

بیشتری را در فروردین و تابستان نمایان کرده‌اند. دهستان‌های گاریزات، دهشیر و کهدوئیه نیز در هر دو دوره تابستان و فروردین مقادیر بیشتری از میانگین LST را ثبت و به نمایش گذاشته‌اند. این در حالیست که دهستان کهدوئیه در فروردین نیز کمترین مقادیر ماکسیمم و میانگین LST را از خود نشان داده است.



شکل ۱۳: روند تغییرات (استک شده) مقادیر ماکسیمم، مینیمم و میانگین LST در سطح دهستان‌های تفت در دوره‌های زمانی مورد مطالعه

بحث

پژوهش حاضر با هدف ارزیابی کمی تغییرات رخ داده در LST در روستاهای شهرستان تفت در روزهای تعطیلی شلوغ‌تر در مقایسه با روزهای عادی انجام شده است. بدین منظور دو دوره مقایسه‌ای مورد مطالعه قرار گرفت. اول، روزهای ۲ و ۱۰ فروردین ۱۴۰۲ و دوم، پنجشنبه، جمعه و شنبه تابستان ۱۴۰۲. از آنجا که نتایج به دست آمده نشان داد در روندی مشابه، در هر دو دوره مقایسه‌ای فروردین و تابستان، در روزهای تعطیل شلوغ آماره‌های دمایی و حرارتی افزایش داشته‌اند و این افزایش در دوره مقایسه‌ای فروردین شدیدتر و بارزتر می‌باشد، در این بخش صرفاً دوره فروردین مورد بحث قرار گرفته است. چنانکه نتایج این پژوهش نشان داد، در دوره مقایسه‌ای فروردین، ۱۰ فروردین ماه نسبت به ۲ فروردین، ۶۴٪ از نقاط روستایی مطالعه شده افزایش LST را تجربه کرده بودند. بجز نقاط روستایی، بررسی تغییرات LST در سطح روستا و تا فاصله ۱۰۰ متری پوشش گیاهی نیز نشان داد ۴۳/۱٪ تا ۴۳/۵٪ از این مناطق با افزایش دما روبرو بوده‌اند. این می‌تواند بیانگر اثر حضور بیشتر انسان، وسایل نقلیه و کلیه فعالیت‌های گرمای او در محیط‌های روستایی در روزهای تعطیل باشد. افزایش ۳۶/۵ درصدی ماکسیمم و ۳۳۰ درصدی مینیمم LST همراه با افزایش ۹۶ درصدی میانگین LST در نقاط روستایی در این دوره مقایسه‌ای می‌تواند تایید معقولی بر این مدعی باشد. پژوهش‌های پیشین همچون (دو و میائو، ۲۰۱۷) نیز اثر افزایش حضور انسان و فعالیت‌های وی بر افزایش مقادیر LST و ایجاد جزایر حرارتی را نشان داده‌اند. در این دوره همچنین واریانس دما در نقاط روستایی ۳۱/۳٪ افزایش داشته است. این میزان افزایش در واریانس دما در سطح روستا ۳۹/۵٪ و ۴۲/۱٪ برای ماکسیمم و مینیمم و ۴۱/۴٪ برای میانگین LST بوده است که با در نظر گرفتن اینکه افزایش واریانس، بیانگر افزایش سطح و ناپایداری مقادیر داده شده و پیش‌بینی آن‌ها را نیز سخت‌تر می‌کند (دورمان^۱ و همکاران، ۲۰۱۳؛

بهانداری^۲، ۲۰۲۰) می‌تواند روشن‌نگر حضور فعالیت‌های متنوع انسانی که تنوع دمایی را در این نقاط روستایی افزایش داده است باشد. همچنین نتایج تحلیل هات-اسپات نشان داد در این دوره، ۱۹/۷٪ از نقاط روستایی مورد مطالعه (۲۸۸ نقطه روستایی) به سمت نقاط گرم تغییر کرده‌اند و تعداد نقاط داغ نیز ۱۱۱/۴٪ افزایش داشته است که این می‌تواند بیانگر افزایش حضور انسان در روستاهای مجاور که شرایط آب و هوایی مشابه و فاصله کمی از یکدیگر دارند و در نتیجه تجمیع مقادیر LST بالا در نقاط روستایی همسایه باشد. پژوهش‌های دیگری همچون (گریگوراس^۳ و اریتسکو^۴، ۲۰۱۸؛ گوری^۵ و همکاران، همکاران، ۲۰۲۱؛ سریف^۶ و همکاران، ۲۰۲۲) نیز کاربرد تحلیل هات-اسپات در شناسایی تغییرات فضایی تجمیع حرارتی را تایید کرده‌اند.

در این دوره مقایسه‌ای، ۶۵/۱٪ از مناطق دارای پوشش گیاهی نیز با افزایش LST روبرو بوده‌اند. این افزایش می‌تواند بر اثر افزایش حضور و فعالیت‌های گرمای انسانی و همچنین افزایش خودروها در روستاها در این دوره باشد. پیشتر نیز اثرپذیری پوشش گیاهی از تغییرات خرداقلیم^۷ و تغییرات در منابع انرژی^۸ اثبات شده است (اکبری و همکاران، ۲۰۰۱؛ تودرت^۹ و مایر^{۱۰}، ۲۰۰۶؛ موون^{۱۱} و همکاران، ۲۰۱۲). این افزایش LST در سطح پوشش گیاهی به میزان ۳۰/۱٪ در ماکسیمم، ۱۵۵/۳٪ در مینیمم و همچنین ۷۸/۷٪ در میانگین اتفاق افتاده است و می‌تواند به پاسخ گیاه نسبت به افزایش حرارت از جمله افزایش استرس پوشش گیاهی، کاهش تبخیر و

^۲ Bhandari^۳ Grigoras^۴ Urişescu^۵ Guerri^۶ Sarif^۷ Microclimate^۸ Energy budgets^۹ Toudert^{۱۰} Mayer^{۱۱} Moonen^۱ Dormann

۸/۸۴٪، کمترین افزایش ماکسیمم و مینیمم را تجربه کرده‌اند که این دو دهستان نیز با در اختیار داشتن ۳/۲۲٪ و ۱۹٪ از مساحت پوشش گیاهی منطقه، در رتبه اول و دوم در این زمینه قرار گرفته‌اند. پژوهش‌های دیگری نیز ارتباط بین کاهش پوشش گیاهی و افزایش نوسان LST را به اثبات رسانده‌اند (ونگ^۵ و همکاران، ۲۰۰۴؛ ژیبین^۶ و همکاران، ۲۰۱۵؛ ژو^۷ و کائو^۸، ۲۰۲۰). همچنین با توجه به اینکه کهدوئیه در رتبه آخر و زردین در رتبه قبل از آخر مساحت دهستان‌های شهرستان تفت قرار دارد به این دلیل باشد که در مساحت‌های کوچک، LST رنج تغییرات بیشتری را در ارتباط با سایر پارامترها تجربه می‌کند. در این راستا، پژوهش‌های دیگری همانند (ژو و کائو، ۲۰۲۰) نیز تایید کرده‌اند که همبستگی منفی بین LST و معیارهای محیطی (از جمله مساحت هر مسیر) وجود دارد و مقدار این همبستگی در مقیاس‌های کوچک‌تر بیشتر است.

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف ارزیابی تغییرات، نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان داد که در دوره مقایسه‌ای فروردین، دما در نقاط روستایی افزایش یافته بود و همچنین، نقاط روستایی با مساحت کوچکتر، تغییرات دمای بیشتری را تجربه می‌کنند. افزایش واریانس دما نیز نشان دهنده افزایش ناپایداری مقادیر دمایی در این نقاط است. همچنین، تحلیل هات-اسپات نشان داد که تعداد نقاط گرم و داغ در نقاط روستایی افزایش یافته است. در این دوره مقایسه‌ای، حدود ۶۴٪ از مناطق با پوشش گیاهی نیز افزایشی را تجربه کرده‌اند. افزایش این پوشش می‌تواند ناشی از حضور و فعالیت‌های انسانی و افزایش تعداد خودروها در روستاها باشد. این افزایش در دما در سطح پوشش گیاهی به میزان ۳۰٪ در حداکثر، ۱۵۵٪

تغرق (موران، ۲۰۰۴؛ دورسما^۱ و همکاران، ۲۰۱۴؛ کریگسبی^۲ و همکاران، ۲۰۱۵؛ ودرلی^۳ و همکاران، ۲۰۱۸)، کاهش جذب کربن گیاه و همچنین افزایش از دست دادن آب (موری^۴ و همکاران، ۲۰۲۱) مرتبط باشد. همچنین مطالعه واریانس LST در پوشش گیاهی در دوره مقایسه‌ای فروردین بیانگر افزایش ۱۹ درصدی آن بود که این می‌تواند افزایش متغیر LST در گونه مختلف پوشش گیاهی (ودرلی و همکاران، ۲۰۱۸). در این منطقه بر اثر حضور بیشتر انسان و فعالیت‌های گرم‌زای وی را نشان دهد. تحلیل هات-اسپات همچنین نشان داد ۲/۶٪ از سطح پوشش گیاهی منطقه به سمت نقاط داغ تغییر داشته و نقاط داغ در سطح پوشش گیاهی، در مجموع ۳/۱۱۸٪ افزایش داشته است. این افزایش در تعداد نقاط داغ همسو با افزایش در LST پوشش گیاهی، می‌تواند از یک طرف به دلیل افزایش دما در پوشش گیاهی مناطق روستایی نزدیک به هم و از طرف دیگر به دلیل افزایش دما در گونه‌های شبیه به هم در پوشش گیاهی بر اثر حضور بیشتر انسان و فعالیت‌ها و وسایل گرم‌زای وی در محیط روستا در این دوره‌ها رخ داده باشد.

نتایج این مقایسه همچنین نشان داد در دوره فروردین، ماکسیمم، مینیمم و میانگین LST در تمامی دهستان‌ها افزایش یافته است. این افزایش برای ماکسیمم و میانگین در دهستان کهدوئیه با به ترتیب ۷/۱۵۵٪ و ۱/۹۳۵٪ افزایش و برای مینیمم در دهستان زردین با ۱/۳۲۶٪ بیشتر از دهستان‌های دیگر بوده است. این تغییر شدید می‌تواند به دلیل پوشش گیاهی نسبی کمتر در این دو دهستان که با در اختیار داشتن به ترتیب ۱/۰٪ و ۲/۳٪ از پوشش گیاهی منطقه، آخرین رتبه‌ها یعنی ۱۰ و ۸ را در این زمینه کسب کرده‌اند مرتبط باشد. در طرف مقابل، دهستان‌های پیشکوه با به ترتیب ۲۰٪ و شیرکوه با

^۵ Weng

^۶ Zhibin

^۷ Zhou

^۸ Cao

^۱ Duursma

^۲ Grigsby

^۳ Wetherley

^۴ Moore

بیشتری به آنجا سفر می‌کند، نتایج این پژوهش می‌تواند تأثیرات مهمی در توسعه پایدار و مدیریت صحیح منابع طبیعی داشته باشد. اولاً، به وسیله بررسی تغییرات دمای سطح زمین در روزهای تعطیلی، می‌توان به طور دقیق روند تغییرات اقلیمی و تأثیر آن بر روستاها را مشاهده کرد. این اطلاعات می‌تواند به مدیران روستاها و مقامات محلی کمک کند تا در برنامه‌ریزی و توسعه زیرساخت‌های روستایی، اقداماتی را انجام دهند که با توجه به تغییرات اقلیمی، روستاها در مقابل آثار ناگوار آن مقاومت کنند. ثانیاً، نتایج این مطالعه می‌تواند به مردم و گردشگران کمک کند تا در روزهای تعطیلی که به روستاها سفر می‌کنند، برنامه‌ریزی بهتری انجام دهند. اطلاع از تغییرات دمای سطح زمین می‌تواند به آن‌ها کمک کند تا در صورت نیاز به تجهیزات و لباس‌های مناسب برای محافظت از خود در برابر آب و هوای سرد یا گرم، اقدام کنند. در نهایت، براساس نتایج این مطالعه، می‌توان نیازمندی‌ها و چالش‌های مرتبط با تغییرات دمای سطح زمین در روزهای تعطیلی را شناسایی کرد و پیشنهادهایی در زمینه بهبود مدیریت و ایجاد تدابیر پیشگیرانه ارائه داد. به عنوان مثال، ایجاد سامانه‌های هشداردهنده در روستاها برای اطلاع رسانی به مردم در مورد تغییرات دما و آب و هوا، می‌تواند از اهمیت بالایی برخوردار باشد.

در حداقل و ۷۸٪ در میانگین رخ داده است و ممکن است به عواملی مانند استرس در گیاهان، کاهش تبخیر و تعرق، جذب کربن کمتر توسط گیاهان و افزایش از دست دادن آب مرتبط باشد. تحلیل‌های اسپات نیز نشان داد که حدود ۲٪ از سطح پوشش گیاهی منطقه به نقاط داغ تغییر کرده و نقاط داغ در پوشش گیاهی تقریباً ۱۱۸٪ افزایش داشته‌اند. این افزایش تعداد نقاط داغ با افزایش دما در مناطق روستایی نزدیک به هم و گونه‌های مشابه در پوشش گیاهی به علت حضور و فعالیت‌های گرمای انسانی در محیط روستا در این دوره‌ها مرتبط است. نتایج مقایسه‌ای همچنین نشان داد که دهستان‌ها در میانگین LST افزایش قابل توجهی داشته‌اند. افزایش بیشتر در ماکسیمم و میانگین در دهستان کهدوئیه بوده است، در حالی که دهستان زردین بیشترین افزایش در مینیمم LST را داشته است. این افزایش ممکن است به دلیل پوشش گیاهی کمتر در این دو دهستان باشد. در مقابل، دهستان‌های پیشکوه و شیرکوه کمترین افزایش را تجربه کرده‌اند و دارای پوشش گیاهی بیشتری هستند. این نتایج نشان داد که دهستان‌های با مساحت کوچکتر، تغییرات LST بیشتری را تجربه می‌کنند.

با توجه به اهمیت موضوع مطالعه تغییرات دمای سطح زمین در روستاها در روزهای تعطیلی که انسان

منابع

- استانداری یزد (۱۴۰۲). معرفی شهرستان تفت. دریافت شده از <https://taft.gov.ir> در ۱۹-۰۸-۱۴۰۲.
- ایرنا (۱۴۰۲). یزد و ییلاق‌هایی باورنکردنی. دریافت شده از <https://irna.ir/xjMPYx> در ۲۰-۰۸-۱۴۰۲.
- ایرنا (۱۴۰۱). رییس پلیس‌راه یزد: جاده تفت به ده‌بالا از ساعت ۱۸ تا ۲۴ یک طرفه است. دریافت شده از <https://irna.ir/xjHY89> در ۲۰-۰۸-۱۴۰۲.
- ایرنا (۱۳۹۵). ورود خودروهای سنگین به مناطق ییلاقی یزد در پایان هفته ممنوع شد. دریافت شده از <https://irna.ir/xjg8R2> در ۲۰-۰۸-۱۴۰۲.
- رضویان، محمد تقی (۱۳۷۴). صنایع روستایی و نقش آن در اقتصاد ملی. مجله دانشکده ادبیات و علوم
- انسانی، ا. (۱۳۳۳). https://jflh.ut.ac.ir/article_13749.html
- زارع، هادی، غفاریان، حمیدرضا (۱۳۹۹). بررسی تغییرات مؤلفه های فنولوژی پوشش گیاهی ایران در پاسخ به تغییرات اقلیمی با استفاده از NDVI سنجنده AVHRR در دوره زمانی ۱۹۸۲ تا ۲۰۱۸. نشریه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۱۱(۴)، ۸۷-۱۱۳. https://girs.bushehr.iau.ir/article_675970.html
- عزیزی، قاسم، شمسی پور، علی اکبر، ماهفروزی، مجتبی، میری، مرتضی (۱۳۹۲). تأثیرپذیری شدت جزیره گرمایی شهری تهران از الگوهای همدیدی جو.

- <https://www.scribbr.com/statistics/variability/>
16. Change, I. P. O. C. (2007). Climate change 2007: The physical science basis. *Agenda*, 6(07), 333 .
 17. Dormann, C. F., Elith, J., Bacher, S., Buchmann, C., Carl, G., Carré, G., . . . Leitão, P. J. (2013). Collinearity: a review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance. *Ecography*, 36(1), 27-46.
 18. Dos Santos, A. R., de Oliveira, F. S., da Silva, A. G., Gleriani, J. M., Gonçalves, W., Moreira, G. L., da Silva, R. G. (2017). Spatial and temporal distribution of urban heat islands. *Science of the Total Environment*, 605, 946-956 .
 19. Dou, J., & Miao, S. (2017). Impact of mass human migration during Chinese New Year on Beijing urban heat island. *International Journal of Climatology*, 37(11), 4199-4210 .
 20. Duursma, R. A., Barton, C. V., Lin, Y.-S., Medlyn, B. E., Eamus, D., Tissue, D. T., . . . McMurtrie, R. E. (2014). The peaked response of transpiration rate to vapour pressure deficit in field conditions can be explained by the temperature optimum of photosynthesis. *Agricultural and forest meteorology*, 189, 2-10.
 21. Esri. (2022). *How Hot Spot Analysis (Getis-Ord Gi*) works*. Retrieved 2022-03-04 from [https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-statistics/h-how-hot-spot-analysis-getis-ord-gi-spatial-stati.htm#:~:text=The %20Hot %20 Spot%20Analysis% 20tool,the%20 context%20of%20neighboring%20featur es](https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-statistics/h-how-hot-spot-analysis-getis-ord-gi-spatial-stati.htm#:~:text=The%20Hot%20Spot%20Analysis%20tool,the%20context%20of%20neighboring%20features).
 22. Grigoraş, G& Urişescu, B. (2018). Spatial hotspot analysis of Bucharest's urban heat island (UHI) using modis data. *Annals of Valahia University of Targoviste. Geographical Series*, 18(1), 14-22 .
 23. Grigsby, S. P., Hulley, G. C., Roberts, D. A., Scheele, C., Ustin, S. L & ., Alsina, M. M. (2015). Improved surface temperature estimates with MASTER/AVIRIS sensor fusion. *Remote Sensing of Environment*, 167, 53-63.
 - محیط شناسایی، ۳۹(۴)، ۵۵-۶۶.
https://jes.ut.ac.ir/article_36462.html
 ۸. فارس (۱۴۰۱). ریسک پلیس راه یزد: جاده تفت-دهبالا از ساعت ۱۸ تا ۲۴ یک طرفه است. دریافت شده از <http://fna.ir/1o7kp7> در ۲۰-۰۸-۱۴۰۲.
 ۹. منصورمقدم، محمد، روستا، ایمان، زمانی، محمد صادق، مختاری، محمد حسین، کریمی فیروزجایی، محمد، علوی پناه، سید کاظم. (۱۴۰۲). بررسی و مدل سازی تأثیر ترکیب و آرایش چشم انداز شهر یزد بر دمای سطح زمین با استفاده از یادگیری ماشین و داده های لندست-۸ و سنتینل-۲. نشریه سنجش از دور و GIS ایران، ۱۵(۳)، ۱-۲۶.
[10.48308/gisj.2023.102195](https://doi.org/10.48308/gisj.2023.102195)
 ۱۰. منصورمقدم، محمد، روستا، ایمان، زمانی، محمد صادق، مختاری، محمد حسین، کریمی فیروزجایی، محمد، علوی پناه، سید کاظم. (۱۴۰۰). مطالعه و پیش بینی تغییرات دمای سطح زمین شهر یزد: بررسی اثر مجاورت و تغییرات پوشش اراضی. سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۱۲(۴)، ۲۷-۱.
[10.30495/girs.2021.682083](https://doi.org/10.30495/girs.2021.682083)
 11. Akbari, H., Pomerantz, M., & Taha, H. (2001). Cool surfaces and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban areas. *Solar energy*, 70(3), 295-310 .
 12. Alavipanah, S. K., Mansourmoghaddam, M., Gomeh, Z., Galehban, E., & Hamzeh, S. (2022). The reciprocal effect of global warming and climatic change (new perspective): A review. *Desert*, 27(2), 291-305 .
 13. Ali-Toudert, F., & Mayer, H. (2006). Numerical study on the effects of aspect ratio and orientation of an urban street canyon on outdoor thermal comfort in hot and dry climate. *Building and Environment*, 41(2), 94-108.
 14. Avdan, U., & Jovanovska, G. (2016). Algorithm for automated mapping of land surface temperature using LANDSAT 8 satellite data. *Journal of Sensors*, 2016.
 15. Bhandari, P. (2020, 2023). *Variability | Calculating Range, IQR, Variance, Standard Deviation*. Scribbr. Retrieved 2023-11-11 from

- (2022). Investigating And Modeling the Effect of The Composition and Arrangement of The Landscapes of Yazd City on The Land Surface Temperature Using Machine Learning and Landsat-8 and Sentinel-2 Data. *Iranian Journal of Remote Sensing & GIS*, 15(3), 1-26 .
33. Mbilinyi, A., Saibul, G. O., & Kazi, V. (2013). Impact of climate change to small scale farmers: Voices of farmers in village communities in Tanzania. *Dares Salaam: Economic and Social Research Foundation*, 36 .
34. McCarthy, J. J. (2001). *Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability: contribution of Working Group II to the third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Vol. 2). Cambridge University Press .
35. Mendelsohn, R., & Dinar, A. (2005). Exploring Adaptation to Climate Change in Agriculture: The potential of cross-sectional analysis .
36. Module, F. (2009). Atmospheric correction module: QUAC and FLAASH user's guide. *Version*, 4, 44 .
37. Moonen, P., Defraeye, T., Dorer, V., Blocken, B., & Carmeliet, J. (2012). Urban Physics: Effect of the micro-climate on comfort, health and energy demand. *Frontiers of Architectural Research*, 1(3), 197-228 .
38. Moore, C. E., Meacham-Hensold, K., Lemonnier, P., Slattery, R. A., Benjamin, C., Bernacchi, C. J., . . . Cavanagh, A. P. (2021). The effect of increasing temperature on crop photosynthesis: from enzymes to ecosystems. *Journal of Experimental Botany*, 72(8), 2822-2844 .
39. Moran, M. S. (2004). Thermal infrared measurement as an indicator of plant ecosystem health. *Thermal remote sensing in land surface processes*, 257-282 .
40. Mubaya, C. P., Njuki, J., Liwenga, E., Mutsvangwa, E. P., & Mugabe, F. T. (2010). Perceived impacts of climate related parameters on smallholder farmers in Zambia and Zimbabwe.
24. Guerri, G., Crisci, A., Messeri, A., Congedo, L., Munafò, M., & Morabito, M. (2021). Thermal summer diurnal hot-spot analysis: The role of local urban features layers. *Remote Sensing*, 13(3), 538 .
25. Hope Sr, K. R. (2009). Climate change and poverty in Africa. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 16(6), 451-461.
26. Kazemi Garajeh, M., Li, Z., Hasanlu, S., Zare Naghadehi, S., & Hossein Haghi, V. (2022). Developing an integrated approach based on geographic object-based image analysis and convolutional neural network for volcanic and glacial landforms mapping. *Scientific Reports*, 12(1), 21396 .
27. LANDSAT 8 data users handbook. (2015). Department of the Interior US Geological Survey .
28. Li, X., Zhou, Y., Asrar, G. R., Imhoff, M., & Li, X. (2017). The surface urban heat island response to urban expansion: A panel analysis for the conterminous United States. *Science of The Total Environment*, 605, 426-435 .
29. Mansourmoghaddam, M., Naghipur, N., Rousta, I., Alavipanah, S. K., Olafsson, H., & Ali, A. A. (2023). Quantifying the Effects of Green-Town Development on Land Surface Temperatures (LST) (A Case Study at Karizland (Karizboom), Yazd, Iran). *Land*, 12(4), 885.
30. Mansourmoghaddam, M., Rousta, I., Zamani, M., Mokhtari, M. H., Karimi Firozjaei, M., & Alavipanah, S. K. (2021). Study and prediction of land surface temperature changes of Yazd city: assessing the proximity and changes of land cover. *Journal of RS and GIS for Natural Resources*, 12(4), 1-27 .
31. Mansourmoghaddam, M., Rousta, I., Zamani, M., & Olafsson, H. (2023). Investigating and predicting Land Surface Temperature (LST) based on remotely sensed data during 1987–2030 (A case study of Reykjavik city, Iceland). *Urban Ecosystems*, 1-23 .
32. Mansourmoghaddam, M., Rousta, I., Zamani, M. S., Mokhtari, M. H., Karimi Firozjaei, M., & Alavipanah, S. K.

- analysis of urban vegetation temperatures. *Remote Sensing of Environment*, 213, 18-33.
47. Zare Naghadehi, S., Asadi, M., Maleki, M., Tavakkoli-Sabour, S.-M., Van Genderen, J. L., & Saleh, S.-S. (2021). Prediction of urban area expansion with implementation of MLC, SAM and SVMs' classifiers incorporating artificial neural network using landsat data. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 10(8), 513.
48. Zhibin, R., Haifeng, Z., Xingyuan, H., Dan, Z., & Xingyang, Y. (2015). Estimation of the relationship between urban vegetation configuration and land surface temperature with remote sensing. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 43, 89-100.
49. Zhou, W., & Cao, F. (2020). Effects of changing spatial extent on the relationship between urban forest patterns and land surface temperature. *Ecological Indicators*, 109
50. Ziaul, S., & Pal, S. (2016). Image based surface temperature extraction and trend detection in an urban area of West Bengal, India. *Journal of Environmental Geography*, 9(3-4), 13-25.
- Journal of Sustainable Development in Africa*, 12(5), 170-186 .
41. Ord, J. K., & Getis, A. (1995). Local spatial autocorrelation statistics: distributional issues and an application. *Geographical analysis*, 27(4), 286-306 .
42. Rothery, D., Francis, P., & Wood, C. (1988). Volcano monitoring using short wavelength infrared data from satellites. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 93(B7), 7993-8008 .
43. Sarif, M. O., Gupta, R. D., & Murayama, Y. (2022). Assessing Local Climate Change by Spatiotemporal Seasonal LST and Six Land Indices, and Their Interrelationships with SUHI and Hot-Spot Dynamics: A Case Study of Prayagraj City, India (1987–2018). *Remote Sensing*, 15(1), 179 .
44. USGS. (2014). OLI and TIRS Calibration Notices. In *Landsat 8 Reprocessing to Begin February 3, 2014*.
45. Weng, Q., Lu, D., & Schubring, J. (2004). Estimation of land surface temperature-vegetation abundance relationship for urban heat island studies. *Remote Sensing of Environment*, 89(4), 467-483.
46. Wetherley, E. B., McFadden, J. P., & Roberts, D. A. (2018). Megacity-scale