دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی فضای جغرافیایی

سال بیست و چهارم، شماره‌ی ۸۵
بهار ۱۴۰۳ صفحات ۱۸۱-۲۰۲

مریم خسرویان*[۱]
یعقوب زنگنه[۲]
رحمان زندی[۳]
مختار، کرمی[۴]

پایش فرم فضایی جزایر حرارتی در شهر شیراز با استفاده از تصاویر چند طیفی

چکیده

دمای سطح زمین یکی از معیارهای مهم در برنامه ریزی ناحیه ای منطقه ای می باشد. امروزه افزایش درجه حرارت برخی از مناطق پرجمعیت شهری در مقایسه با محدوده روستایی اطراف، پدیده ای تحت عنوان جزیره ی گرمایی شهری را به وجود آورده و موجب بروز مشکلات فروانی شده است. جزیره حرارتی شهری، سطحی از شهر است که به میزان قابل توجهی از مناطق روستایی اطراف گرم تر است. بدین منظور، ابتدا ۸ تصویر ماهواره ای دوره گرم سال شهر شیراز، طی بازه ی زمانی ۱۹۸۵ تا ۲۰۲۰ با استفاده از داده های سنجنده های (TM) لندست های ٤ و ٥، (ETM+) لندست ۷، (OLI/TIRS) لندست ۸ جمع آوری و استخراج گردید. بعد از پیش پردازش های لازم، شاخص های تفاضل پوشش گیاهی نرمال شده (NDVI)، دمای سطح زمین (LST) و شاخص پراکندگی عرصه حرارتی شهر با ارزیابی اکولوژیکی (UTFVI) محاسبه گردید. براساس نتایج حاصل از پردازش تصاویر، مکان های دارای جزایر حرارتی، چگونگی تغییرات دمایی شهر، ارتباط بین تغییرات دمای سطح زمین با پوشش سطحی بررسی و تحلیل گردید تا جزایر حرارتی شهری شیراز شناسایی و تحلیل شوند. تغییرات مقیاس زمانی الگوهای دمایی شیراز نشان داد که از سال ۱۹۸۵ تا ۲۰۲۰ حدود ۱۲/۷٦ کیلومترمربع بر مساحت طبقه ی چهارم دمایی افزوده شده است. نتایج حاصل از محاسبه‌ی شاخص NDVI طی بازه زمانی مورد مطالعه مساحت پوشش گیاهی به دلیل تغییر کاربری های شهری از ۲۲/۲۸ کیلومترمربع در سال ۱۹۸۵ به ۱۷/٥٤ کیلومترمربع در سال ۲۰۲۰ تقلیل یافته است که این مسأله می تواند دلیل بر شکل گیر و افزایش جزایر حرارتی در نواحی مذکور باشد. شاخص UTFVI نشان داد که خیلی خیلی بد (طبقه دمای بسیار گرم) عمدتاً در قسمت های غربی شیراز از شمال غرب تا جنوب غرب (شامل بخش‌هایی از منطقه ۹ و ۱۰)، نواحی جنوب شرقی منطقه ۷ و نواحی شمالی منطقه ۱ متمرکز شده است.

کلمات کلیدی: تصاویر ماهواره ای، جزایر حرارتی شهری، شاخص های، LST، NDVI و UTFVI، شیراز

* [۱] محقق پسا دکتری آب و هواشناسی-تغییرات آب و هوایی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران m.khosravian69@gmail.com
[۲] دانشگاه حکیم سبزواری، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران y.z1345@gmail.com
[۳] دانشگاه حکیم سبزواری، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران rahmanzandi@gmail.com
[٤] دانشگاه حکیم سبزواری، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران M.karami8@yahoo.co.uk

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

مقدمه

شهرنشینی یکی از ویژگی های مهم توسعه ی اقتصادی و اجتماعی است (liu and li,2017). گسترش روزافزون محیط های شهری و روند صنعتی شدن و مهاجرت جمعیت روستایی به نواحی شهری باعث افزایش جمعیت و نیز توسعه پراکنده در شهرها شده است (Senanyak et al., 2012). امروزه با توسعه ی شهرنشینی مساحت بسیار زیادی از مناطق طبیعی از جمله کشاورزی، فضای سبز و غیره جای خود را به مناطق شهری، مناطق صنعتی و دیگر زیرساخت ها داده اند (Maekey et al.,2012). طی دهه های گذشته سطح زمین دستخوش تغییرات فراوانی ناشی از فعالیت های انسانی از جمله تغییرات کاربری اراضی و توسعه ی شهرها شده است (Owen , 1998; liu and Zhany., 2011). این تغییرات گسترده انسانی، پیامدهای ناخواسته و ناخوشایندی همچون افت کیفی محیط زیستی را به همراه دارد که سرانجام به کاهش کیفیت زندگی منجر می شود (;Fan et al ., 2008 ;wu ,2014 ; Chany et al., 1996). گرمایش شهری یکی از شناخته شده ترین اشکال دست کاری محلی اقلیم به دست بشر است (Streutker , 2003). دمای سطح زمین (LST)[5] یکی از پارامترهای کلیدی برای کنترل و ارزیابی فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی سطح زمین و یک عامل مهم برای مطالعه آب و هوای در مناطق شهری محسوب می شود (Jalalzadeh et al.,2008;Miryaghoobzadeh and Ghorbanpur ,2009;Maekey et al 2012).

در طول دو دهه اخیر نیاز فراوان به اطلاعات دمای سطح زمین برای مطالعات محیطی و فعالیت‌های مدیریتی منابع زمین، سنجش از دور دمای سطح زمین را به یکی از موضوعات مهم علمی تبدیل کرده است (Jimen et al ., 2003 ; Rajasekar and Weng , 2009 ; liu and Zhang ,2011).

تصاویر سنجش از دور منبع اطلاعاتی مناسبی برای تهیه نقشه‌های حرارتی به شمار آمده و کاربردهای بسیاری برای بررسی دقیق تغییرات اقلیم، جزیره حرارتی و کاربری اراضی مناطق شهری و غیر شهری دارند (Jimenez et al ., 2003 -2010 ، Voogt and oke , 2003; Weng et al ., 2004).

نخستین مطالعاتی که کوشیدند با استفاده از داده‌های مادون قرمز حرارتی وضعیت حرارتی شهری را مطالعه کنند از داده‌های سنجنده NOAA AVHRR استفاده کردند

Balling et al ., 1988 ; Gallo et al ., 1999 ; Gallo et al ., 1993; Streurtker , 2002 ; Guo et al ., 2015 ; Weng and Yuan and Bauer , 2007.

با استفاده از داده‌های مادون قرمز حرارتی ماهواره‌های لندست و استر امکان استخراج درجه حرارت سطح زمین و دمای سطح مناطق شهری فراهم شده است

(Li et al ., 2012 ; Chen et al .,2006 ; Aniello et al., 1995 ; Hashemi et al ., 2016).

از تصاویر حرارتی بطور گسترده برای استخراج LST و بررسی جزیره حرارتی شهری مورد استفاده قرار گرفته است. این مطالعات بیشتر بر روی رابطه بین دمای سطح زمین و شاخص پوشش گیاهی مانند NDVI، مورد استفاده قرار گرفته است (Kustas et al ., 2003 ; Sobrino et al ., 2008).

[5] Land Surface Temperature

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

یکی از آثار ناخواسته و منفی توسعه شهری، افزایش دمای محیط زیست شهری است (Xiao , 2007). توسعه شهرنشینی و فعالیت‌های صنعتی در شهرهای بزرگ منجر به تغییرات وسیعی در مشخصات فیزیکی سطح زمین، انرژی گرمایی آزاد شده، تغییرات دما و سایر پارامترهای هواشناسی می شود و جزیره گرمایی شهری را ایجاد می کند (Lilly and Deradas , 2009 ; Wong et al ., 20011). تفاوت دمای هوا در داخل شهر در مقایسه با مناطق حومه و روستاهای اطراف شهر، به عنوان جزایر حرارتی شهری (UHI)[6] شناخته می‌شود (Oke , 1982 ; Mackey et al ., 2012 ; Grigoras and Uritescu ,2018).

علت اصلی اثر جزیره گرمایی شهری، ایجاد تغییرات سطح زمین است (Solecki et al ., 2005 , United States Environmental Protection Agency, 2008). تغییراتی مانند جایگزین شدن پوشش طبیعی زمین با عوارض شهری همچون سنگفرش، ساختمان و سایر ساخت و سازهای شهری است که اثرات خنک‌کنندگی سطح را از بین می‌برد (Zhu et al ., 2010 ; Voogt , 2004 ; Schwarz et al ., 2012 ; Chandler , 1970). شکل و اندازه جزیره حرارتی شهری که حاصل ویژگی‌های هواشناختی محلی و شهری است، در زمان‌ها و مکان‌های مختلف متفاوت است (Voogt , 2004) و به همین خاطر پایش و رصد این تغییرات در بازه‌ی زمانی ضروری می‌نماید (Arkhi et al ., 2011). محاسبه‌ی جزایر حرارتی شهری و بررسی روند تغییرات آن مورد توجه بسیاری از پژوهشگران قرارگرفته است که در اینجا به برخی از پژوهش‌های پیشین در زمینه جزایر حرارتی با استفاده از فناوری سنجش از دور به کارگیری تکنیک‌ها و سنجنده‌ها پرداخته می‌شود :

Lin and Yuanzhi(2011) تحلیل کردند که همبستگی منفی میان LST و NDVI، و همبستگی مثبت بین LST و NDBI وجود دارد. در تحقیقات Xiao et al (2014)، نیز نشان داده شد که شدت جزایر حرارتی در مناطق با سرعت شهرنشینی بالا بسیار بیشتر از سایر مناطق بوده است.

weng et al, 2004; Amiri et al, 2009; Buyantuyev & Wu, 2010; Rajeshwari & Mani, 2014; Fei wu et al, 2007; Shahmohamadi et al, 2010; Manik & Syaukat, 2015; Jacobz et al, 2014; Yu et al, 2014; Hardy et al, 2015; Wanga et al, 2015; Rotem-Mindali et al, 2015; Heinl et al, 2015; Deng & Wu, 2013; Pena, 2009; Maloley,2010; Umar & Kumar, 2014; Senanayake et al, 2013. Ukwattage & Dayawansa, 2012.

در دهه‌های اخیر در شهر شیراز به دلیل رشد جمعیت و مهاجرت از روستاها به شهرها و سایر عوامل روزبه‌روز بر جمعیت شهری آن افزوده می‌شود که باعث گسترش فیزیکی و به دنبال آن کاربری‌های شهری دستخوش تغییر شده به طوری که فضاهای سبز شهری به وسیله‌ی خیابان‌ها، ساختمان‌ها و جاده‌های آسفالت جایگزین شده و باعث تشدید جزایر حرارتی شهری شده است. بنابراین هدف از این مطالعه بررسی تغییرات پوشش گیاهی و دمای سطح زمین و تأثیر آن بر روی جزیره حرارتی شهری با استفاده از داده‌های حرارتی سنجش از دور می‌باشد.

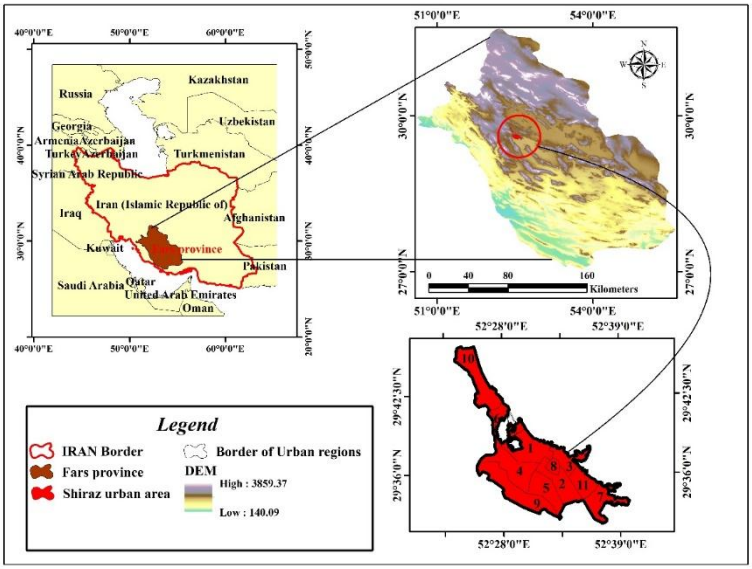
مواد و روش

معرفی منطقه مورد مطالعه

[6] Urban Heat Island

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

شیراز کلان‌شهری در ایران و مرکز استان فارس در جنوب کشور است. جمعیت شیراز در سال ۱۳۹۵ خورشیدی، بالغ بر ۱۵٦۵۵۷۲ تن بوده که این رقم با احتساب جمعیت ساکن در حومه شهر به ۱۸٦۹۰۰۱ تن می‌رسد. شیراز در بخش مرکزی استان فارس، در ارتفاع ۱٤۸٦ متر از سطح دریا و در منطقه‌ی کوهستانی زاگرس واقع شده و آب و هوای معتدلی دارد. این شهر، از سمت غرب به کوه دراک، از سمت شمال به کوه‌های بمو، سبزپوشان، چهل‌مقام و باباکوهی از رشته‌کوه‌های زاگرس محدود شده‌است. شهرداری شیراز به ۱۱ منطقه‌ی مستقل شهری، تقسیم شده و جمعاً مساحتی بالغ بر ۲٤۰ کیلومتر مربع را شامل می‌شود شکل (۱).



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه

Figure1: Location of the study area

به منظور بررسی میزان توسعه مکان‌های گرم شهر و مشخص نمودن الگوهای حرارتی شهری، تصاویر ماهواره‌ای سنجنده‌های لندست ٤، ٥، ۷ و ۸، طی دوره گرم سال در بازه زمانی ۱۹۸۵ تا ۲۰۲۰ استفاده شده است. نحوه انتخاب تصاویر با توجه به مقیاس توزیع زمانی و عوامل تأثیرگذار بر میزان واضح بودن تصویر مثل اغتشاشات جوی و پوشش ابرهای سطوح مختلف جوی صورت گرفته و کوشش شد تا تصاویری انتخاب شود که هیچگونه عوامل محل ر آن وجود نداشته باشد (جدول۱). تصاویر و داده‌های ماهواره‌های سنجنده‌های لندست ٥ (TM)، لندست ۷ (ETM+)، لندست ۸ (OLI/TIRS) دارای باندهای طیفی انعکاسی و باندهای حرارتی هستند (جدول۲). باندهای حرارتی برای شناسایی دمای سطحی و جزایر حرارتی قابل استفاده بوده و باندهای انعکاسی نیز به منظور اعمال شاخص‌ها برای پردزاش تصویر به‌کار گرفته می‌شود. داده‌های سنجنده TM ماهواره لندست در باند ٦ و داده‌های سنجنده +ETM در باند ۸ و داده‌های سنجنده OLI/TIRS در باند ۱۱ مورد استفاده قرار گرفت. از داده‌های باند ٦ حرارتی لندست ٥ و ۷ با طول موج‌های ۱۲/٥-۱۰/٤۰ میکرومتر و باند ۱۰ لندست ۸ با طول موج ۱۰/٦۰ تا ۱۱/۱۹ میکرومتر برای محاسبه الگوهای توزیع دمای سطحی شیراز استفاده شد. باندهای ۳ و ٤ لندست ٥ و ۷ و باندهای ٤

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

و ۵ لندست ۸ نیز برای محاسبه شاخص NDVI به کار گرفت شدند (NASA, 2014). تصویر پهنه شهر شیراز، مربوط به گذر ۱۶۳ و ردیف ۳۹ می‌باشند.

جدول۱- تاریخ های تصویربرداری ماهواره لندست از شهر شیراز

Table1- satellite imagery dates of Landsat from the city of Shiraz

تاریخ برداشت میلادی	ماهواره	سنجنده	روز
۱۹۸۵/۶/۱۱	لندست ۵	TM5	191
۱۹۹۰/۷/۲۴	لندست ۵	TM5	234
۱۹۹۵/۷/۶	لندست ۵	TM5	216
۲۰۰۰/۶/۲۵	لندست ۵	ETM+	205
۲۰۰۵/۷/۹	لندست ۷	ETM+	219
۲۰۱۰/۶/۲۱	لندست ۷	ETM+	201
۲۰۱۵/۷/۱۳	لندست ۸	OLI/TIRS	223
۲۰۲۰/۷/۱۰	لندست ۸	OLI/TIRS	220

جدول۲- مشخصات توان تفکیک مکانی و رادیومتریک سنجنده‌های TM، ETM+ و OLI/TIRS

Table2:-specifications of spatial and radiometric resolution of sensors TM ،ETM+ و OLI/TIRS

ماهواره / سنجنده	تفکیک رادیومتریک	تفکیک مکانی باندهای حرارتی (متر)	تفکیک مکانی باندهای مرئی و مادون‌قرمز نزدیک و میانی (متر)	تفکیک باند پانکروماتیک (متر)
لندست۵ TM	۸ بیت	۱۲۰*۱۲۰	۳۰*۳۰	ندارد
لندست ۷ ETM+	۸ بیت	۶۰*۶۰	۳۰*۳۰	۱۵*۱۵
لندست۸ OLI/TIRS	۱۶ بیت	۱۰۰*۱۰۰	۳۰*۳۰	۱۵*۱۵

محاسبه LST و رادیانس طیفی

برای محاسبه دمای سطحی به روش تک پنجره با استفاده از رابطه (۱) اعداد رقومی تصاویر (Digital Number) به رادیانس طیفی تبدیل شدند. برای تصاویر ETM+، TM مقادیر از هیدر فایل های[۷] تصاویر مذکور استخراج شد. قبل از این مرحله، تصحیح هندسی بر روی تصاویر انجام گرفته و تصاویر دریافتی به اندازه محدوده‌ی مورد مطالعه شهر شیراز برش داده شد. الگوریتم مورد استفاده برای استخراج درجه حرارت سطح زمین، الگوریتم تک پنجره[۸] می‌باشد. مقدار کل تابش رسیده به سطح افقی در مسیر حرکت طول موج به‌طور کامل دریافت نمی‌شود بلکه در مسیر حرکت مستقیم، بخشی از آن توسط مولکول‌ها و ذرات موجود در اتمسفر پراکنده یا جذب می‌گردد، به همین

[7] Header files

[8] . Mono_Window

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

دلیل برای بازیابی دمای روشنایی تصاویر ماهواره‌ای به تابش روشنایی و درخشندگی در هر باند، طبق فرمول (۱) عمل می‌گردد (Laosuwan and Sangpradit , 2012) و رادیانس طیفی با استفاده از فرمول (۱) محاسبه گردید.

$$L\lambda = \frac{(R_{max} - R_{min})}{(QR_{max} - QR_{min})} * (DN - QRmin) + Rmin$$ رابطه ۱)

در این رابطه Lλ، تابش روشنایی در هر باند طیفی است. Ramin[9] و Rmax [10]حداقل و حداکثر مقدار اردیانس طیفی برای باند حرارتی تصویر مربوطه است. Qmax [11] و Qmin [12] باند مربوطه، DN مقدار درجه خاکستری پیکسل تصویر ماهواره‌ای باند مربوطه می‌باشد (Richard et al., 2002).

تبدیل مقدار تابش محاسبه شده به دمای کلوین

بر اساس رابطه‌ی (۲)، دمای درخشندگی به درجه کلوین محاسبه شد.

$$T = \frac{K_2}{\ln(\left(\frac{k2}{L\lambda}\right) + 1}$$ رابطه ۲)

در رابطه (۲) مقادیر K1 و K2 ضرایبی هستند که توسط طول موج مؤثر دریافت شده از حسگر ماهواره محاسبه می‌شوند.

تبدیل دمای کلوین به دمای سانتیگراد

تبدیل دمای کلوین به دمای سانتیگراد، با استفاده از رابطه‌ی (۳) صورت می‌گیرد:

$$t = T - 273.15$$ رابطه ۳)

محاسبه مساحت طبقات دمایی مناطق شیراز

برای محاسبه مساحت طبقات دمایی مناطق مختلف شیراز، در محیط نرم‌افزار (Arc map) ابتدا دما، کلاس‌بندی و سپس طبقات دمایی برای مناطق مختلف محاسبه شد. در این مطالعه دمای مناطق مختلف به ٤ طبقه دمایی تقسیم-بندی و مقدار مساحت هر طبقه محاسبه شد تا از این طریق، میزان تغییرات کاهشی یا افزایشی هر طبقه دمایی شناسایی شود (جدول۳). هدف از محاسبه مساحت دمایی سطح زمین آن است که، میزان تغییرات مساحت نواحی گرم و بسیار گرم (به خصوص طبقه چهارم دما که مربوط به دماهای بسیار بالا و بحرانی است) تشخیص داده شود.

جدول۳- درجه حرارت طبقات دمای سطح زمین به سانتیگراد

Table3- Temperature of surface temperature layers in degrees Celsius.

طبقه اول	طبقه دوم	طبقه سوم	طبقه چهارم
نه چندان گرم	کمی گرم	گرم	بسیار گرم
٤٠-٣٥	٤٥-٤٠	٥٠-٤٥	٥٥-٥٠

محاسبه تراکم طبقه چهارم دما (نقاط بسیار گرم و بحرانی شهر)

[9] Radiance min

[10] Radiance max

[11] Quantize max

[12] Quantize max

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

پس از محاسبه مساحت طبقات دمای شهر شیراز، دمای طبقه‌ی چهارم که دارای بالاترین میزان حرارت و از نظر زیست‌محیطی آزاردهنده است در هر منطقه شهرداری مشخص گردید. هدف از محاسبه درصد طبقه چهارم دمایی، مشاهده تعداد پیکسل‌های نقاط گرم شهر شیراز به صورت منطقه‌ای و سپس بررسی تغییرات این پیکسل‌ها طی دوره ۳۵ می‌باشد.

محاسبه‌ی سری زمانی دمای سطحی زمین با استفاده از سامانه گوگل ارث انجین[۱۳]

با استفاده از کدنویسی در سامانه ی گوگل ارث انجین، دمای سطح زمین (LST) با استفاده از تابع پلانک برای تصاویر ماهواره ی لندست انجام و به این طریق سری زمانی دمای سطح زمین در بازه ی زمانی مورد بررسی تهیه گردید. کدهای نوشته شده در سامانه ی گوگل ارث انجین در شکل های زیر قابل مشاهده است.





[13] Google Erth Engine

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



شکل۲: کدنویسی LST در سامانه‌ی گوگل ارث انجین

Figure 2: Coding LST In the Google Earth Engine system

شاخص گیاهی تفاضلی نرمال شده NDVI

این شاخص گیاهی از معروف ترین و ساده ترین شاخص های گیاهی مورد استفاده است بر حسب دو باند قرمز و مادون قرمز نزدیک به صورت زیر تعریف می‌باشد(Lillesand & Kiefer, 2004) .

رابطه ٤)

$$NDVI = \frac{B_4 - B_3}{B_4 + B_3}$$

از لحاظ عملکرد NDVI رفتاری مشابه RVI دارد البته این شاخص چنانچه از نام آن پیداست دارای مقادیر نرمال در دامنه بین ۱- و ۱+ است که بررسی و نمایش مقادیر را به راحتی امکان پذیر می‌سازد (Rouse et al, 1973).

مقادیر مختلف NDVI نمایانگر پوشش های مختلف می‌باشند مثلاً مقادیر NDVI بین ۰/۰۵ تا ۰/۱ برای مناطق گیاهی تنک، مقادیر بین ۰/۱ تا ۰/۵ برای مناطق گیاهی معمولی و از ۰/۵ به بالا برای مناطق گیاهی بسیار متراکم و غنی می‌باشد.

محاسبه‌ی سری زمانی پوشش گیاهی با استفاده از سامانه گوگل ارث انجین.

با استفاده از کدنویسی در سامانه‌ی گوگل ارث انجین،پوشش گیاهی با استفاده از شاخص NDVI برای تصاویر ماهواره‌ی لندست انجام و به این طریق سری زمانی پوشش گیاهی در بازه‌ی زمانی مورد بررسی تهیه گردید. کدهای نوشته شده در سامانه‌ی گوگل ارث انجین در شکل‌های زیر قابل مشاهده است.



شکل۳- کدنویسی NDVI در سامانه‌ی گوگل ارث انجین

Figure 2: Coding NDVI In the Google Earth Engine system

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

شاخص پراکندگی عرصه حرارتی شهر یا ارزیابی اکولوژیکی UTFVI [14]

این شاخص، برای توصیف کمّی تأثیر جزیره‌ی حرارتی شهری به کار می‌رود و با استفاده از رابطه‌ی (٦) قابل محاسبه است (Liu and zhang , 2011).

$$UTVFI = \frac{TS}{TS-Tmin}$$ رابطه ۵)

جهت بررسی دقیق تغییرات میدان حرارتی شهری (ژانگ و همکاران، ۲۰۰٦)، می‌توان UTFVI را به شش سطح مطابق با شش شاخص ارزیابی اکولوژیکی متفاوات تقسیم کرد (جدول ٤).

جدول٤- آستانه شاخص ارزیابی اکولوژیکی

Table4- threshold of ecological assessment index.

پدیده جزیره حرارتی شهری	شاخص ارزیابی اکولوژیکی
موجود نیست	عالی
ضعیف	خوب
متوسط	عادی
قوی	بد
قوی‌تر	بدتر
بسیار قوی	بدترین

بحث و نتایج

جهت شناسایی الگوهای حرارتی و نقاط گرم طی سال های ۱۹۸۵ تا ۲۰۲۰، نقشه های دمای سطح زمین شهر شیراز تهیه و مشخص گردید که در بخش هایی از شهر همواره درجه حرارت بالا مشاهده می شود (شکل۲). همچنان که از نقشه های شکل(۲) پیداست، فراوانی توزیع زمانی و مکانی درجه حرارت بالای ٤٥ درجه در بخش-های مشخصی از شهر شیراز به ویژه در حاشیه های غربی الی شمال غربی آن در اکثر مواقع سال بسیار زیاد است. در کلیه تصاویر مورد مطالعه، مراکز گرم بالای ٤٥ درجه که با رنگ قرمز مشخص شده است، بیشتر منطبق بر حاشیه‌ی شهر و مناطق ۱۰، ۹، ۵، ۷ و بخش هایی از ٦ شکل گرفته است. دلیل این امر استقرار صنایع و تراکم بخش صنعتی در قسمت غربی شیراز و همجواری با اتوبان و کمربندهای شهری می باشد. تقریباً در تمامی روزهای مورد بررسی با حرکت از نواحی حاشیه به داخل شهر، تسلط بر طبقه ی دمایی سوم (٤۰۰-۳۵۰) بوده است. کم شدن این درجه حرارت به سمت نواحی مرکزی، شرقی و شمال شرقی به رنگ آبی پررنگ مشخص شده است. طبقات دوم و سوم دمای زیر ٤٥ بخش گسترده ای از شیراز را شامل می شود که البته در این بین طبقه ی دوم با میانگین مساحت ۷۵/٦۹ کیلومترمربع (۳۹/٤۷ درصد از مساحت کل شهر) بیشترین مساحت از شهر را تحت سیطره خود قرار داده است، در بخش هایی از شهر که دارای هسته های سرد بوده اند رابطه نزدیکی با پوشش گیاهی در همان بخش مشاهده شد (شکل ۳). به طوریکه پوشش گیاهی از عوامل مؤثر در پایین آمدن دمای سطح زمین در این مناطق بوده

[14] Urban thermal field variance index

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

است. جدول ۵ تغییرات زمانی پهنه های طبقات دمایی سطح زمین شهر شیراز را طی سال های ۱۹۸۵ تا ۲۰۲۰ نشان میدهد. مساحت پهنه های طبقه چهارم دمایی (۴۵-۵۰ درجه سانتیگراد) با میانگین دمایی ۲۶/۳۲ کیلومترمربع و انحراف معیار ۴۲/۳۱ واحد و تغییرات مثبت ۱۲/۷۶ کیلومترمربع بیشترین نوسان را داشته است. به طوری که، از سال ۱۹۸۵ تا ۲۰۲۰ حدود ۱۲/۷۶ کیلومترمربع بر مساحت طبقه ی چهارم دمایی افزوده شده است. از طرفی حدود ۱۳/۷۳ درصد از کل مساحت شیراز طی دوره ی مورد مطالعه تحت سیطره بالاترین طبقه ی دمایی چهارم بوده است. در مجموع، از مساحت طبقه ی دمایی ۲ به نفع سهم مساحت طبقات دمایی ۳ و ۴ کاسته شده است.

به منظور بررسی مساحت تراکم نقاط گرم شیراز طی دوره زمانی مورد نظر، پس از محاسبه طبقات دمایی شهر شیراز، دمای طبقه ی چهارم که دارای بالاترین میزان حرارت (۴۵-۵۰ درجه سانتیگراد) است در هر منطقه مشخص گردید.

هدف از محاسبه ی درصد طبقه ی چهارم دمایی، مشاهده تعداد پیکسل های نقاط گرم و حاد شهر شیراز به صورت منطقه ای و سپس بررسی تغییرات زمانی این پیکسل ها طی دوره ی ۳۵ ساله است. در این بررسی هر پیکسل برابر با ۹۰۰ مترمربع است.

جدول۵- مساحت تراکم نقاط گرم (دمای طبقه چهارم) شهر شیراز

Table 5-area of hot spot density (fourth floor temperature) in the city of Shiraz

سال	منطقه۱	منطقه۲	منطقه۳	منطقه۴	منطقه۵	منطقه۶	منطقه۷	منطقه۸	منطقه۹	منطقه۱۰	منطقه۱۱
۱۹۸۵	۰	۰	۰	۰/۰۲	۰/۲۸	۰	۰/۰۱	۰	۰/۱۲	۰	۰
۱۹۹۰	۰	۰/۰۱	۰	۰/۰۱	۰/۰۲	۰	۰/۷	۰	۱/۲۱	۰/۷۱	۰
۱۹۹۵	۰	۰/۱۸	۰/۰۳	۰/۲	۰	۰	۰/۴۹	۰	۰/۰۷	۰	۰/۰۲
۲۰۰۰	۸/۰۵	۱۲/۳۶	۱۰/۷۲	۱۶/۶۵	۱۴/۲	۵/۱۶	۱۳/۶۹	۶/۳	۱۸/۶۸	۱۸/۸۴	۱۱/۳۴
۲۰۰۵	۱/۷۱	۱/۷۸	۱/۳۵	۱/۹	۲/۵۴	۱/۰۸	۲/۴۸	۱/۰۱	۱/۰۱	۹/۱	۱/۲
۲۰۱۰	۰	۰/۶۶	۰/۰۵	۰	۱/۶۵	۰	۱/۶۸	۰	۱/۱۱	۳/۰۲	۰/۲
۲۰۱۵	۱/۸۴	۲/۸۴	۱/۲۶	۲/۸۸	۲/۵۳	۱/۹	۵/۰۹	۰	۱۴/۲۸	۱	۱/۳۷
۲۲۰	۰/۳۹	۰/۱	۰/۰۱	۰/۶۹	۱/۰۵	۰/۰۱	۱/۵۷	۰	۵/۸۳	۳/۲۶	۰/۰۳

جدول۶- کمینه، بیشینه و میانگین دمای سطح زمین شیراز به سانتیگراد

Table 6- minimum, maximum, and average surface temperature of Shiraz in degrees Celsius

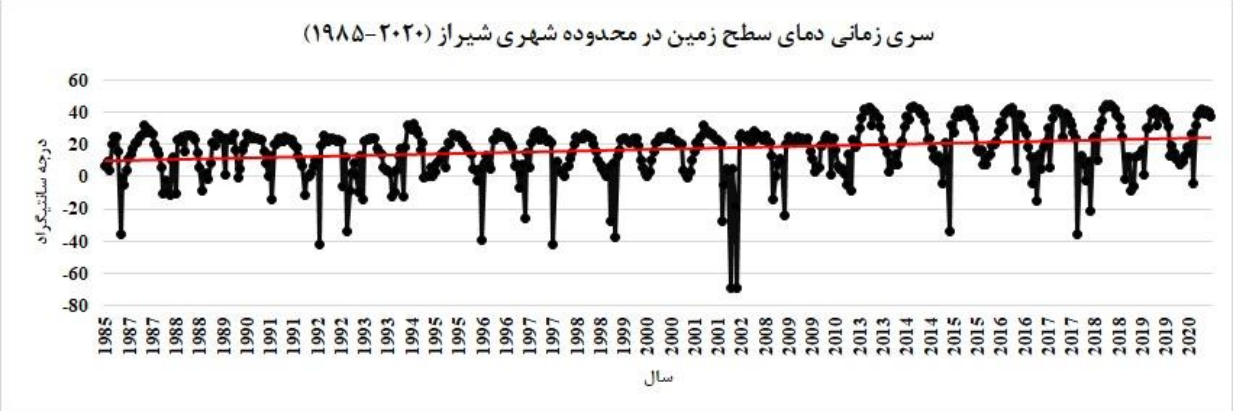
سال	کمینه	بیشینه	میانگین
۱۹۸۵	۲۵/۴	۴۹/۲	۳۸/۰۳
۱۹۹۰	-۰/۲۲	۴۷/۰۳	۳۷/۸۱
۱۹۹۵	۲۳/۶۸	۵۰/۶۴	۳۷/۹۹
۲۰۰۰	۱۹/۴۹	۵۰/۶۷	۴۵/۸۳
۲۰۰۵	۱۵/۲۶	۵۴/۷	۴۱/۳۱
۲۰۱۰	-۱۸/۱۹	۵۴/۲۸	۲۹/۱۸
۲۰۱۵	۲۸/۳۳	۵۴/۸۶	۳۹/۴۹
۲۰۲۰	۲۸/۹۸	۵۰/۷۳	۳۷/۸

همانطور که در جدول(۵) مشاهده می‌شود، مساحت تراکم نقاط گرم مربوط به هر منطقه و سطح شهر در سال-های مختلف محاسبه شده است. در بین ۱۱ منطقه شهرداری شیراز، مساحت نقاط گرم منطقه ۹ شهرداری در سال

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

۲۰۰۰ حدود ۱۸/٦۸ کیلومترمربع و بیشترین میزان پیکسل‌های نقاط گرم را در طی بازه‌ی زمانی مطالعاتی و مناطق مختلف شهر داشت، بطوریکه مساحت نقاط گرم منطقه ۹ از ۰/۱۲ کیلومترمربع در سال ۱۹۸۵، به ۵/۸۳ کیلومترمربع در سال ۲۰۲۰ رسیده که در طول این بازه نیز سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۵ مساحت زیادی را از نقاط گرم شامل شده است. در مجموع، منطقه ۹ از بیشترین فراوانی تکرار و بالاترین مقادیر مساحت نقاط گرم طبقه چهارم دمایی برخوردار است و منطقه ششم شهرداری، کمترین مقادیر مساحت نقاط گرمایی را تجربه کرده است. پس از منطقه ۹، منطقه ۱۰ و منطقه ۷، بیشترین تراکم نقاط گرم طبقه چهار (جزایر حرارتی) را دارند.

به این ترتیب میتوان گفت که، گستره ی طبقه گرمایی چهارم در طی دوره ی مورد مطالعه، به سمت حاشیه ی بخش های غربی تا شمال غربی کشیده شده و توسعه فیزیکی داشته است (شکل۵). نتایج حاصل از بررسی کیمنه، بیشینه میانگین دمای سطح زمین شیراز نشان داد که، بیشترین مقدار بیشینه دما مربوط به سال ۲۰۱۵ در حدود ٥٤/٨٦ درجه سانتیگراد و کمترین مقدار دما مربوط به سال ۲۰۱۰، با مقدار ۱۸/۱۹- درجه سانتیگراد می باشد. میانگین دما نیز در سال های مورد مطالعه، بین ۳۷ تا ٤٥ درجه سانتیگراد در نوسان بوده است (جدول٦). هدف از مشخص نمودن تغییرات توزیع زمانی کمینه و بیشینه دما در هر منطقه، بررسی میزان تغییرات افزایش درجه حرارت و تأثیر آن بر میزان توسعه و گسترش نقاط گرم شهر است. همچنان که از جدول مذکور پیداست، دامنه تغییرات کمینه دما و بیشینه دمایی از سال ۱۹۸۵ به سمت ۲۰۲۰ کاهش پیدا کرده و هردو به سمت دمای میانگین متمایل شده است. از لحاظ موقعیت منطقه‌ای نیز، فراوانی تکرار کمینه‌ی دمایی بیشتر منطبق بر مناطق ۱، و بخش‌هایی از ۱۱، ۵، ٤، ۸ و بوده که می‌توان علت تکرار کمینه دما در مناطق مذکور را وجود پوشش گیاهی که برای تعدیل دما تأثیرگذار است (جدول ۸). بنابر نتایج به دست آمده از کدنویسی در سامانه گوگل ارث انجین، روند کلی دمای سطح زمین در محدوده‌ی شهری شیراز روندی افزایشی بوده است (شکل٤).



شکل٤: سری زمانی دمای سطح زمین در منطقه شهری شیراز (۱۹۸۵-۲۰۲۰)

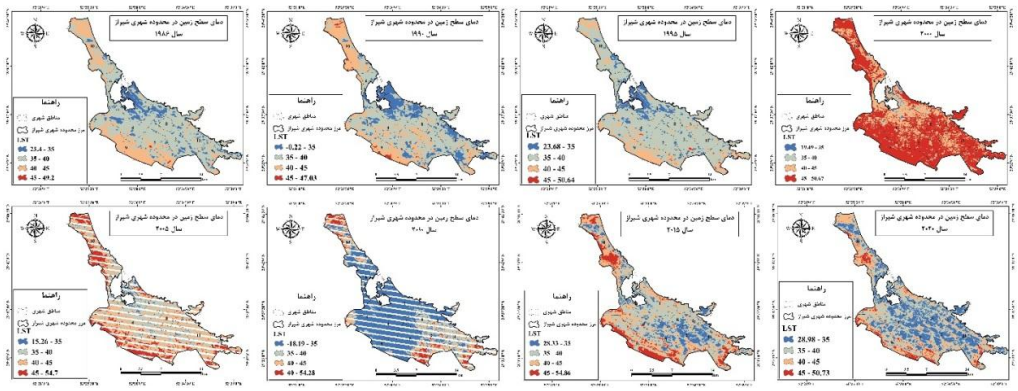
Figure 4: time series of surface temperature in the urban area of Shiraz (1985-2020).

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

جدول۷- مساحت طبقات دمایی شیراز در بازه زمانی ۱۹۸۵ تا ۲۰۲۰ کیلومترمربع

Table 7- area of temperature layers in Shiraz over the period from 1985 to 2020 in square kilometers.

سال	طبقه اول دمایی	طبقه دوم دمایی	طبقه سوم دمایی	طبقه چهارم دمایی
۱۹۸۵	۲٤/۵۸	۱۲۰/۹۳	٤۵/۷۹	۰/٤۳
۱۹۹۰	۳٤/۷۲	۱۰۱/۰۳	۵٦/۸۷	۲/۳
۱۹۹۵	۲۰/۸۹	۱۳۹/۱۳	۳۰/۷۸	۰/۹۱
۲۰۰۰	۱/٤۹	۷/۵۷	۵۵/۸۵	۱۲٦/۸۱
۲۰۰۵	٤/۲۵	٤۵/٦۷	٦۰/٦۷	۲۵/۰۹
۲۰۱۰	۸٤/۹٤	۲٦/۸۹	۱۹/۹	۸/٤٤
۲۰۱۵	٦۰/۳۵	۷۳/۲٦	۵۷/۲۸	۳۳/٤٤
۲۰۲۰	٦۷/۷	۹۱/۰٤	۵۲/۸۹	۱۳/۱۹
انحراف معیار	۳۰/۵٦	٤٦/۱	۱٤/٤	٤۲/۳۱
میانگین مساحت طبقات دمایی	۳۷/۳٦	۷۵/٦۹	٤۷/۱۲	۲٦/۳۲
درصد میانگین طبقات دمایی شهر	٪۱۹/٤۸	٪۳۹/٤۷	٪۲٤/۵٤	٪۱۳/۷۳
تغییرات مساحت طبقات دمایی	+٤۳/۱۲km2	−۲۹/۸۹ km2	+۷/۱ km2	+۱۲/۷٦ km2



شکل۵:نقشه های دمای سطح زمین در محدوده شهری شیراز

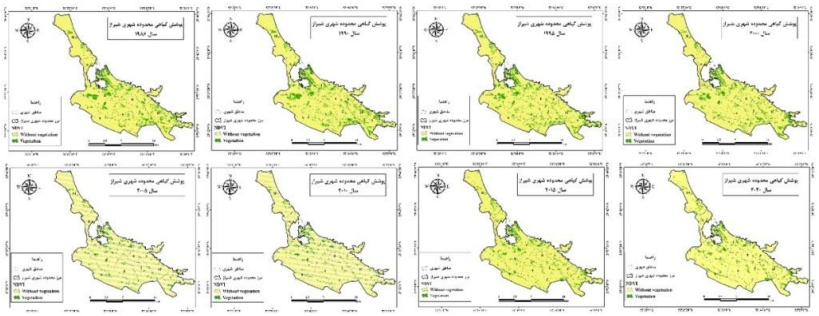
Figure 5: maps of surface temperature in the urban area of Shiraz

تحلیل تغییرات پوشش گیاهی

هدف از کاربرد شاخص (NDVI) بررسی پوشش گیاهی شهر شیراز، انطباق آن با طبقات دمای سطح زمین و بررسی تأثیر پوشش گیاهی با دمای سطح زمین است. براساس نتایج حاصل در شکل‌های (٦ و ۷)و جدول(۸)مشاهده شد که پوشش گیاهی با توجه به کاربری‌های متفاوت اراضی با طبقه‌ی دمایی مطابقت دارد. به طور کلی، دماهای پایین در نواحی مرکزی شیراز مربوط به وجود پوشش گیاهی (پارک و فضای سبز) است. کاهش دما در نواحی مرکزی در نقشه‌های دمای سطح زمین طی دوره‌ی مورد مطالعه گویای تأیید این امر است. همچنین عدم وجود فضای سبز در نواحی غربی شیراز می‌تواند گواهی بر افزایش دمای سطح زمین در این مناطق باشد. بطور کلی تغییرات محسوسی در مساحت پوشش گیاهی مناطق شهرداری شیراز و به تبعیت از آن، تغییرات مکانی در پهنه‌های طبقات دمایی ایجاد شده است. بطوری که، در مناطق ۱، ۱۱، ۵، ٤ . ۸ علاوه بر سوابق پوشش گیاهی از گذشته تا سال ۲۰۲۰، همواره بر

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

مساحت پوشش مذکور و طبقات پایین دمایی افزوده شده است. اما در سایر قسمت‌های شهر از جمله در شمال‌غربی و غرب و تاحدودی مرکز شهر تغییرات کاهشی مشاهده می‌شود. اما در مجموع، طی بازه زمانی مورد مطالعه مساحت پوشش گیاهی به دلیل تغییر کاربری‌های شهری از ۲۲/۲۸ کیلومترمربع در سال ۱۹۸۵ به ۱۷/۵٤ کیلومترمربع در سال ۲۰۲۰ تقلیل یافته است (جدول۸) که این مسأله می‌تواند دلیل بر شکل‌گیر و افزایش جزایر حرارتی در نواحی مذکور باشد.



شکل٦: نقشه‌های پوشش گیاهی (شاخص NDVI) در محدوده شهری شیراز (۱۹۸۵–۲۰۲۰)

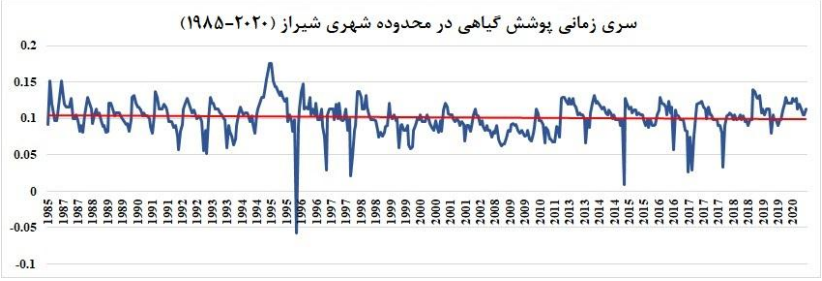
Figure 6: maps of vegetation (index :NDVI) in the urban area of Shiraz(1985-2020)

جدول۸– میزان مساحت پوشش گیاهی در دوره زمانی ۱۹۸۵–۲۰۲۰ به کیلومترمربع

Table 8- The area of vegetation cover during the period from 1985 - 2020 in square kilometers.

سال	پوشش گیاهی	بدون پوشش گیاهی	Number of vegetation pixels
۱۹۸۵	۲۲/۲۸	۱۷۲/۲۳	۲٤۷۵۹
۱۹۹۰	۲٤/٦۰	۱٦۹/۹	۲۷۳٤٤
۱۹۹۵	۲۳/۸۳	۱۷۰/٦۷	۲٦۵۸۸
۲۰۰۰	۲۱/۳۲	۱۷۳/۱۸	۲۳٦۹۹
۲۰۰۵	۱۱/۹٤	۱۱۸/۱	۱۳۲۷۱
۲۰۱۰	۱۲/۳۳	۱۲۲/۱٤	۱۳۷۰۰
۲۰۱۵	۱۷/٤۹	۱۷۷/۰۱	۱۹٤٤۳
۲۰۲۰	۱۷/۵٤	۱۷٦/٦٦	۱۹٤۹۸

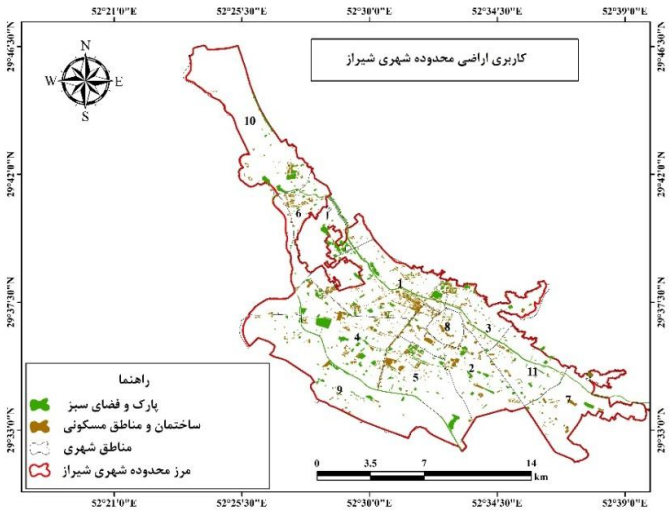
در ادامه جهت بررسی روند تغییرات پوشش گیاهی در محدوده‌ی شهری شیراز، طی بازه زمانی مورد مطالعه (۱۹۸۵–۲۰۲۰) از کدنویسی در سامانه گوگل ارث انجین استفاده شد که نتایج حاکی از روند کاهشی پوشش گیاهی در شیراز می‌باشد (شکل٤).



شکل۷: سری زمانی پوشش گیاهی در محدوده شهری شیراز طی بازه زمانی (۱۹۸۵–۲۰۲۰)

Figure 7: time series of in the urban area of Shiraz during the period from (1985-2020)

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

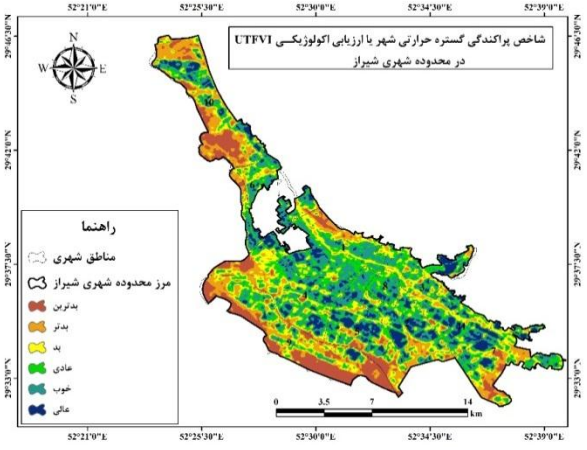


شکل۸: کاربری اراضی محدوده شهری شیراز

Figure 8: Land use in the urban area of Shiraz

تحلیل شاخص پراکندگی گستره حرارتی شهر یا ارزیابی اکولوژیکی (UTFVI)

هدف از بکارگیری این شاخص، طبقه‌بندی دمایی شهر شیراز براساس حداقل و حداکثر مقادیر دما بوده و با استفاده از آن مکان‌های بسیار گرم و بحرانی شهر شیراز شناسایی گردید. جهت تهیه‌ی نقشه ارزیابی اکولوژیکی جزار حرارتی شهر شیراز، هر کدام از ٦ طبقه ایجاد شده در نقشه طبقه‌بندی شده UTFVI شهر شیراز با توجه به مقادیر به دست آمده به یکی از کلاس‌های عالی، خوب، نرمال، بد، خیلی بد، خیلی خیلی بد اختصاص داده می‌شود. مطابق شکل(۹)، بررسی گستره و مساحت طبقه‌های دمایی با درجه حرارت بالاتر از حد انتظار (طبقه دمای خیلی خیلی بد) شهر شیراز نشان داد، که طبقه دمایی بسیار گرم عمدتاً در قسمت‌های غربی شیراز از شمال‌غرب تا جنوب‌غرب (شامل بخش‌هایی از منطقه ۹ و ۱۰)، نواحی جنوب‌شرقی منطقه ۷ و نواحی شمالی منطقه ۱ متمرکز شده است. ایجاد دمای بحرانی در پهنه‌های مذکور مشکلات زیست‌محیطی زیادی به دنبال دارد.



شکل۹: شاخص پراکندگی گستره حرارتی شهر یا ارزیابی اکولوژیکی (UTFVI) در محدوده شهری شیراز

Figure 9 :urban thermal variation Index or ecological assessment (UTFVI) in the urban area of Shiraz:

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

نتیجه گیری

تحلیل و پایش طبقات دمایی شهری با توجه به نوع کاربری های شهری و در مقیاس بلندمدت یکی از مقوله های مهم زیست‌محیطی است. افزایش دمای سطح زمین به‌ویژه پیدایش جزایر گرمایی شهیر، نمایه‌ای از شدت گرما و از عناصر مهم شناخت تغییرات آب و هوایی می‌باشد. گزارش‌ها حاکی از آن است که، تأثیر جزیره‌ی گرمایی در مناطق شهر باعث افزایش دما تا ۱۲ درجه سانتیگراد می‌شود. فناوری‌های سنجش از دور مبتنی بر تصاویر به‌طور گسترده‌ای برای بررسی محیط گرمایی شهری تحت گسترش سریع شهری مورد استفاده قرار می‌گیرد. مطالعه حاضر انجام شده بر روی شهر شیراز، به دنبال ارزیابی و تحلیل تغییرات مکانی و زمانی الگوی دمایی در منطقه شهری شیراز است که می تواند ناشی از فعالیت های انسانی باشد.

بنابراین، کوشش گردید که، مکان‌های با درجه حرارت حاد و بسیار بالای شهر شیراز (طبقه چهرم دمایی) که باعث ایجاد پدیده‌ی الگوهای حرارتی در برخی از مناطق یاد شده را با استفاده از روش تحلیلی آماری-فضایی داده-ها شناسایی و بررسی کند و ویژگی الگوی حرارتی شهر شیراز با بررسی روابط بین دمای سطح زمین و NDVI، UTFVI مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد تا ارتباط میان میان تغییرات مقیاس زمانی و مکانی دمای سطحی با پوشش سطح زمین آشکار شود. از آنجا که، برآورد داده‌های رقومی Landsat قادر به اندازه‌گیری تغییرات LST است از این رو، در تحقیق حاضر از داده‌های طیف‌سنج تصویری Landsat برای اندازه‌گیری تغییرات درجه حرارت سطح زمین (LST) و شاخص پوشش گیاهی نرمال شده (NDVI) سطح شهر شیراز استفاده شد. نقاط گرمایی با استفاده از رویکردهایی مانند مدل‌سازی دمای سطح زمین (LST) مبتنی بر سنجش از دور و نظارت بر دمای محیط مبتنی بر بررسی‌های سنجش از دوری شناسایی شدند.

براساس بررسی‌های انجام شده در این پژوهش، تغییرات مقیاس زمانس الگوهای دمایی اراک نشان داد که از سال ۱۹۸۵ تا ۲۰۲۰ به طور مداوم در برخی از مناطق شهر به ویژه در مناطق ۹، ۱۰ و ۷ (شمال‌غربی تا جنوب‌غربی و نیز جنوب‌شرقی شیراز) افزایش درجه حرارت به وجود آمده است، بطوری که حدود ۱۲/۷٦ کیلومترمربع بر مساحت طبقه چهارم دمایی (٤٥ تا ٥٠ درجه سانتیگراد) افزوده شده است. درواقع برخلاف انتظار و تصور عمومی، الگوهای گرمایی حاد به جای تسلط بر نواحی مرکزی شهر، به سمت حواشی و کاربری‌های صنعتی اطراف شهر هدایت شده که این ادعای محققین با نتایج حاصل از کار تحقیقی مشابه که جابجایی الگوی حرارتی به سمت مناطق صنعتی شهر ژنگ شیان چین که توسط (Yang et al., 2020) مطابقت دارد. با استفاده از شاخصUTFVI ، دمای شیراز براساس حداقل و حداکثر دمای طبقه‌بندی و از این طریق مکان‌های بسیار گرم و بحرانی شیراز مشخص شد. بر این اساس مناطق ۹ و ۱۰ و ۷ شحری دارای دمای بحرانی هستند.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

Refrences

- Amiri, R., Weng, Q., Alimohammadi, A., & Alavipanah, S. K. (2009). Spatial–temporal dynamics of land surface temperature in relation to fractional vegetation cover and land use/cover in the Tabriz urban area, Iran. Remote sensing of environment, 113(12), 2606-2617.
- Aniello, C., Morgan, K., Busbey, A., & Newland, L. (1995). Mapping micro-urban heat islands using Landsat TM and a GIS. Computers & Geosciences, 21(8), 965-969.
- Arkhi, S. Niazi, Y. Adibnezhad, M. (2011). Changes in Vegetation Monitoring Using Remote Sensing Techniques in the Ilam Dam Basin. J. of Geography and Development Iranian, 24(23), 121-136.
- Balling, R., & Brazel, S. (1988). High-resolution surface temperature patterns in a complex urban terrain. Photogrammetric engineering and remote sensing, 54(9), 1289-1293.
- Buyantuyev, A., & Wu, J. (2010). Urban heat islands and landscape heterogeneity: linking spatiotemporal variations in surface temperatures to land-cover and socioeconomic patterns. Landscape ecology, 25(1), 17-33.
- Chandler, T. (1970). Selected bibliography on urban climate. Tech, note.
- Chang, S.A, Kunkel, Jr.K.E., Reinke, B.C. (1996). Impact andresponses to the 1995 heat wave: A call to action. bulletin of the American Meteorological Society, 77(21), 1497-1506.
- Chen, X. L., Zhao, H. M., Li, P., & Yin, Z. (2006). Remote sensing image-based analysis of the relationship between urban heat island and land use/cover changes. Remote sensing of environment, 104(2), 133-146.
- Deng, C., & Wu, C. (2013). Examining the impacts of urban biophysical compositions on surface urban heat island: A spectral unmixing and thermal mixing approach. Remote Sensing of Environment, 131(32), 262-274.
- EPA, U.S. (2007). Basic Information about Heat Island. Available online from following website: http://www.epa.gov/heatisland/about/index.html.
- Fan, F., Wang, Y., & Wang, Z. (2008). Temporal and spatial change detecting (1998–2003) and predicting of land use and land cover in Core corridor of Pearl River Delta (China) by using TM and ETM+ images. Environmental Monitoring and Assessment, 137(1), 127-147.
- Fei wu . P., & Xia Zhang .X. (2007). Study on thedistribution changes of Urban Heat Island Based on Heat-Greenness feature Space. Beijing Forest University, Beijing 100083,P.R.China.
- Gallo, K. P., & Owen, T.W. (1999). Satellite-based adjustments for the urban heat island temperature bias. Journal of Applied Meteorology, 38(6), 806-813.
- Gallo, K. P., McNab, A. L., Karl, T. R., Brown, J. F., Hood, J. J., & Tarpley, J. D. (1993). The use of NOAA AVHRR data for assessment of the urban heat island effect. Journal of Applied Meteorology, 32(5), 899-908.
- Grigoraș, G., & Urițescu, 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.
- Guo, G., Wu, Z., Xiao, R., Chen, Y., Liu, X., & Zhang, X. (2015). Impacts of urban biophysical composition on land surface temperature in urban heat island clusters. Landscape and Urban Planning, 135, 1-10.
- Hardy, C.H. (2015). Data and techniques for studying the urban heat island effect in johannesburg, The international Archive of photogrammary. Remote sening and Spatiol information science. XL-7/W.11-15 May, Berlin, Germany.
- Heinl, M., Hammerle, A., Tappeiner, U., & Leitinger, G. (2015). Determinants of urban–rural land surface temperature differences–A landscape scale perspective. Landscape and Urban Planning, 134(16), 33-42.
- http://landsat.gsfc.nasa.gov.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

- Islam, A., Ahmed, I., Naglaa, Z. (2016). Spatial Variability of Urban Heat Islands in Cairo City, Egypt using Time Series of Landsat Satellite Images. International Journal of Advanced Remote Sensing and GIS, 5(3): 1618-1638.
- Jacobz, C.M.J., Heusinkveld, B.G., Steeneveld, L.W.A., van Holve, A. A., & Holtslag. M. (2014). Spatial variability of the Rotterdam urban heat island as influenced by urban land use. Journal of Geophysical Research : Atmospheres, 119(32),677-692.
- Jalalzade, Z., Torabi, M., Dalaki, A. (2008). The Comparison of Sea Surface Temperature by Satellite and Field Data of South Caspian. Physical Geography Research, 65(21), 110-121.
- Jimén z- Muñoz, J. C., & So, J.A. (2003). A g n aliz ingl - chann l m tho fo t i ving lan u fac t mp atu f om mot n ing ata. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 108(22).
- Jiménez‐Muñoz, J. C., & Sobrino, J.A. (2003). A generalized single ‐ channel method for retrieving land surface temperature from remote sensing data. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 108(22).
- Jiménez‐Muñoz, J. C., & Sobrino, J.A. (2010). A single-channel algorithm for land-surface temperature retrieval from ASTER data. IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, 7(1), 176-179.
- Kustas, W. P., Norman, J. M., Anderson, M. C., & French, A.N. (2003). Estimating subpixel surface temperatures and energy fluxes from the vegetation index–radiometric temperature relationship. Remote sensing of environment, 85(4), 429-440.
- Laosuwan, T., & Sangpradit, S. (2012). Urban heat island monitoring and analysis by using integration of satellite data and knowledge based method. International Journal of Development and sustainability online, 1(2), 99-110.
- Li, X., Zhou, W., Ouyang, Z., Xu, W., & Zheng, H. (2012). Spatial pattern of greenspace affects land surface temperature: evidence from the heavily urbanized Beijing metropolitan area. China, Landscape ecology, 27(6), 887-898.
- Lillesand, T.M., & Kiefer, R.W. (2004). Remote sensing and image interpretation. Wiley, Toronto.
- Lilly Rose, A., & Devadas, M.D. (2009). Analysis of land surface temperature and landuse/land cover types using Remote Sensing imagery a case in Chennai city, India. In The seventh International Conference on Urban Clim, held on.
- Liu, L., & Zhang, Y. (2011). Urban Heat Island Analysis Using the Landsat TM Data and ASTER Data: A Case Study in Hong Kong. Journal Remote Sens, 3(12), 1535-1552.
- Liu1, C., & Li,Y. (2017). Spatiotemporal Features of Urban Heat Island and its Relationship with Land Use /Cover in Mountainous City: A Case Study in Chongqing. Journal sustainability Sustainability.
- Mackey, C. W., Lee, X., & Smith, R.B. (2012). Remotely sensing the cooling effects of city scale efforts to reduce urban heat island. Building and Environment, 49(23), 348-358.
- Mahesh Kumar, J., Choudhary, M., Saxena, A. (2017). Urban growth assessment and prediction using RS, GIS and SLEUTH model for a heterogeneous urban fringe. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences.
- Maloley, M.J. (2010). Thermal remote sensing of urban heat island effects: greater Toronto area. Geological Survey Commission Geologique, 257-270.
- Manik ,T. K., & Syaukat, S. (2015). The impact of urban heat islands Assessing vulnerability in Indonesia. Asian Cities Climate Resilience , Working paper series 13.
- Miryaghoobzadeh, M.H., & Ghanbarpur, M.R. (2009). Using Remote Sensing Data to Estimate Land Surface Temperature (Case study Vardin Basin, East Azerbaijan). Journal of Range, 4(12), 723-734.
- Oke, T.R. (1982). The energetic basis of the urban heat island. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 108(455), 1-24.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

- Owen, T., Carlson, T., & Gillies, R. (1998). An assessment of satellite remotely-sensed land cover parameters in quantitatively describing the climatic effect of urbanization. International journal of remote sensing, 19(9), 1663-1681.
- Pena, M. (2009). Examination of the land surface temperature response for Santiago, Chile. Remote Sensing, 10(12), 4385-4404.
- Quattrochi, C., & Luvall, J. (1997). Application of high-resolution thermal infrared remote sensing and GIS to assess the urban heat island effect. International Journal of Remote Sensing, 18(2), 287-304.
- Rajasekar, U., & Weng, Q. (2009). Urban heat island monitoring and analysis using a non-parametric model: A case study of Indianapolis. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 64(1), 86-96.
- Rajeshwari A. & Mani, N.D. (2014). Estimation of Land Surface Temperature of Dindigual District using Landsat 8 data. International Journal of Research in Engineering and Technology.
- Richard, A., Masahiro, T., Trezza, R., Bastiaanssen,W. (2002). SEBAL: Surface Energy Balance Algorithms for Land, Version 1.0, Funded by a NASA EOSDIS/Synergy grant from the Raytheon Company through The Idaho Department of Water Resources, 97-110.
- Rotem-Mindali, O., Michael, Y., Helman, D., & Lensky, I.M. (2015). The role of local land-use on the urban heat island effect of Tel Aviv as assessed from satellite remote sensing. Applied Geography, 56(24), 145-153.
- Rouse, J.W., Haas, R.H., Schell, J.A., Deering, D.W (1973). Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS (Earth Resources Technology Satellite). In Proceedings of Third Earth Resources Technology Satellite Symposium, Greenbelt, ON, Canada, 351(14), 309–317.
- S. Haashemi, Q., Weng, A., & Alavipanah, S. K. (2016). Seasonal Variations of the Surface Urban Heat Island in a Semi-Arid City. Remote Sensing, *8*(4), 352-361.
- Schwarz, N., Schlink, U., Franck, U.,& Großmann, K. (2012). Relationship of land surface and air temperatures and its implications for quantifying urban heat island indicators— An application for the city of Leipzig (Germany). Ecological Indicators, 18(14), 693-704,
- Senanayake, I. P., Welivitiya, W. D. D. P., Nadeeka, P. M. (2013). Remote sensing based analysis of urban heat islands with vegetation cover in Colombo city, Sri Lanka using Landsat-7 ETM+ data. Urban Climate, 5(17), 19-35.
- Senanayake, I.P., Welivitiya, W.D.D.P., & Nadeeka, P.M. (2013). Remote Sensing based Analysis of Urban Heat Islands with Vegetation cover in Colombo city, SriLanka using Landsat-7 ETM+ data. Urban Climate, 5, 19-35.
- Shahmohamadi, P., Che-Ani, A.L., Ramly, A., Maulud, K.N.A., & Mohd-Nor, M.F.L. (2010). Reducing urban heat island effects : A systematic review to achieve energy consumption balance. International Journal of Physical Sciences, 5(6), 626_636.
- Sobrino, J. A., Jiménez-Muñoz, J. C., Sòria, G., Romaguera, M., Guanter, L., Moreno, J.,& Martínez, P. (2008). Land surface emissivity retrieval from different VNIR and TIR sensors. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 46(2), 316-327.
- Solecki, W.D., Rosenzweig, C., Parshall, L., Pope, G., Clark, M., Cox, J., Wiencke, M .(2005). Mitigation of the heat island effect in urban New Jersey. Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards, 6.(1), 39–49.
- Streutker, d. (2003). Satellite-measured growth of the urban heat island of Houston. TX. Remote sensing of environment, 85(12), 282-289.
- Streutker, D.R. (2002). A remote sensing study of the urban heat island of Houston, Texas. International Journal of Remote Sensing, 23(13), 2595-2608.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

- Ukwattage, N. L,. Dayawansa, N. D. K. (2012). Urban heat islands and the energy demand: An analysis for Colombo city of Sri Lanka using thermal remote sensing data. International Journal of Remote Sensing and GIS, 1(18), 124-131.
- Umar, U. M., Kumar, J.S. (2014). Spatial and temporal changes of urban heat island in Kano metropolis, Nigeria. International Journal of Research in Engineering Science and Technology, 1(2).
- Voogt, J. A., & Oke, T.R. (2003). Thermal remote sensing of urban climates. Remote sensing of environment, 86(3), 370-384.
- Voogt, J. (2004). Urban Heat Island: Hotter Cities. Washington D.C.: American Institute of Biological Sciences.
- Voogt. J.A. & Oke, T.R. (2003). Thermal remote sensing of urban climates. Remote sensing of environment, 86(3), 370-384.
- Wanga, Y., Berardib, U., Akbaria, H. (2015). The Urban Heat Island effect inthe city of Toronto. Procedia Engineering, 118(31), 137–144.
- Weng, Q. (2009). Thermal infrared remote sensing for urban climate and environmental studies: Methods, applications, and trends,"ISPRS. Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 64(4), 335-344.
- Weng, Q. (2011). A remote sensing - GIS evaluation of urban expansion and its impact on surface temperature in the Zhujiang Delta, China. International journal of remote sensing, 22(10), 1999-2014.
- 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.
- Wong, E., Akbari, H., Bell, R., & Cole, D. (2011). Reducing urban heat islands: compendium of strategies. Environmental Protection Agency.
- Wu, J. (2014). Urban ecology and sustainability: The state-of-the-science and future directions. Landscape and Urban Planning, 125(14), 209-221.
- Xiao,R . (2007). Spatial Pattern of impervious surfaces and their impacts on land surface temperature in Beijing, China. Journal of Environ. Science, 19: 250- 256.
- Xiaolei, Y., Guo, X., Wu, Z. (2014). Land Surface Temperature Retrieval from Landsat 8 TIRS—Comparison between Radiative Transfer Equation-Based Method, Split Window Algorithm and Single Channel Method. Remote Sens, 6(14), 9829-9852.
- Yang, H., Xi, C., Zhao, X., Mao, P., Wang, Z., Shi,Y., He, T., & Li, Z. (2020). Measuring the Urban Land Surface Temperature Variations Under Zhengzhou City Expansion Using Landsat-Like Data. Remote Sensing. 12(3), 801-828.
- Yuan, F., & Bauer,M. E. (2007). Comparison of impervious surface area and normalized difference vegetation index as indicators of surface urban heat island effects in Landsat imagery. Remote Sensing of environment, 106(3), 375-386.
- Zha, Y., Gao, J., & Ni, S. (2003). Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urbanareas from TM imagery. International Journal of Remote Sensing, 24(3), 583-594.
- Zhang, Y. (2006). Land surface temperature retrieval from CBERS-02 IRMSS thermal infrared data and its applications in quantitative analysis of urban heat island effect. J. Remote Sens, 10(2), 789-797.
- Zhu, X.L., Chen, J., Gao, F., Chen, X.H. & Masek, J.G. (2010). An enhanced spatial and temporal adaptive reflectance fusion model for complex heterogeneous regions. (in English), Remote Sensing of Environment, 114 (11), 2610-262.
- Lin, Liu., Yuanzhi, Z. (2011). Urban Heat Island Analysis Using the Landsat TM Data and ASTER Data: A Case Study in Hong Kong. Remote Sens, 3, 1535-1552.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

Monitoring the Spatial form of Thermal Islands in Shiraz using Multispectral Images

M. Khosravian[15],Y.zanganeh[16], R.Zandi[17], M.Karimi[18]

Email: m.khosravian69@gmail.com((Corresponding author)

Introduction

Urbanization is one of the important features of economic and social development. The ever-increasing expansion of urban environments and the process of industrialization and migration of the rural population to urban areas have caused population growth and scattered development in cities. Today, with the development of urbanization, a large area of natural areas such as agriculture, green space, etc. have been replaced by urban areas, industrial areas and other infrastructures. Over the past decades, the surface of the earth has undergone many changes due to human activities, including changes in land use and the development of cities. The purpose of this study is to investigate the changes in vegetation and surface temperature and its effect on the urban thermal island of Shiraz using remote sensing thermal data.

Materials and Methods

Satellite images of Landsat 4, 5, 7 and 8 sensors have been used to investigate the development of hot places in the city and to determine urban thermal patterns, during the hot period of the year between 1985 and 2020. Landsat satellite TM sensor data in band 6, ETM+ sensor data in band 8 and OLI/TIRS sensor data in band 11 were used. The data of thermal band 6 of Landsat 5 and 7 with wavelengths of 10.40-12.5 micrometers and band 10 of Landsat 8 with wavelengths of 10.60 to 11.19 micrometers were used to calculate the surface temperature distribution patterns of Shiraz. Bands 3 and 4 of Landsat 5 and 7 and bands 4 and 5 of Landsat 8 were also used to calculate the NDVI index.

Discussion and Results

It can be seen that in order to identify thermal patterns and hot spots during the years 1985 to 2020, maps of the surface temperature of the city of Shiraz were prepared and it was determined that the temperature is always high in parts of the city. From 1985 to 2020, about 12.76 square kilometers have been added to the area of the fourth floor. On the other hand, about 73.13% of the total area of Shiraz during the studied period was under the control of the highest temperature class 4. In total, the area of temperature class 2 has been reduced in favor of the share of the area of temperature classes 3 and 4. It is also effective in terms of regional location, the frequency of repetition of minimum temperature corresponding to regions 1, and parts of 11, 5, 4, 8 and it has been that the reason for repeating the minimum temperature in the mentioned areas is the presence of vegetation that is used to adjust the temperature. The purpose of using the index (NDVI) is to investigate the vegetation cover of Shiraz city, its compliance with the earth surface temperature classes and to investigate the effect of

[15] - Postdoctoral Researcher in Climatology - Climate Change, Faculty of Geography and Environmental Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran.
[16]- Hakim Sabzevari University, Faculty of Geography and Environmental Sciences, Sabzevar, Iran.
[17] - Hakim Sabzevari University, Faculty of Geography and Environmental Sciences, Sabzevar, Iran.
[18] - Hakim Sabzevari University, Faculty of Geography and Environmental Sciences, Sabzevar, Iran.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

vegetation cover on the earth surface temperature. During the studied period, the area of vegetation has decreased due to the change of urban uses from 22.28 square kilometers in 1985 to 17.54 square kilometers in 2020, which can be the reason for the formation and increase of thermal islands in be the mentioned areas. In order to prepare the ecological evaluation map of Shiraz thermal reservoirs, each of the 6 classes created in the UTFVI classified map of Shiraz city, according to the obtained values, is classified into one of the excellent, good, normal, bad, very classes. Bad, very, very bad allocation.

Conclusion

In this research, an attempt was made to identify and investigate the places with acute and very high temperature in Shiraz city (fourth temperature floor) that cause the phenomenon of thermal patterns in some of the mentioned areas by using statistical analysis method. Spatial data and characteristics of the thermal pattern of Shiraz city should be analyzed by examining the relationship between land surface temperature and NDVI, UTFVI to reveal the relationship between temporal and spatial changes in surface temperature and land cover. Since the estimation of Landsat digital data is capable of measuring LST changes, therefore, in this research, Landsat image spectrometer data was used to measure changes in land surface temperature (LST) and index Normalized vegetation cover (NDVI) of Shiraz city. Hot spots were identified using approaches such as modeling of land surface temperature (LST) based on remote sensing and environmental temperature monitoring based on remote sensing studies.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]