



Investigation of the role of land use changes in spatial-temporal variations of thermal islands (Case study: Assaluyeh port)

Ali Asghar Abdollahi^{1*}, Sadegh Karimi², Zahra Ahmadi³

¹Associate Professor of Geography and Urban Planning, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

²Associate Professor of Climatology, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

³Master of Geography and Urban Planning, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

Article Info

Abstract

Keywords:

Land use changes,
thermal islands,
spatial distribution
of surface
temperature,
satellite imagery,
Assaluyeh

Today, population growth and economic development are the main drivers of land use and land cover changes worldwide, and these changes have been more pronounced in urban environments than in other regions. One of the effects of this land use change is manifested in the urban climate, in a way that warmer cities have made human comfort and life difficult. Urban heating has been manifested under titles such as urban heat islands in the world; therefore, investigating the distribution of heat islands and its relationship with the type of land use is important in understanding urban microclimate. In the city of Assaluyeh, due to the creation and development of industrial uses, including various refineries in the oil, gas, and petrochemical sectors, changes in its microclimate are observed, which has caused environmental problems. One of these changes is the emergence of urban heat islands in this city. The distribution of these islands in the city of Assaluyeh and its peripheral lands (Assaluyeh Port) has been investigated in relation to land use and cover in this study. For this purpose, Landsat 7 and 8 images were used on 2000.04.15, 2010.04.11 and 2020.04.14. In addition, surface temperature maps, Normalized Difference vegetation index (NDVI), Normalized Difference built-up area index (NDBI), and land use map were prepared. According to surface temperature maps prepared from 2000 to 2020, the expansion of industrial-workshop areas and their establishment in urban areas has led to the creation of hard surfaces such as asphalt, roads for heavy machinery, and the increased use of concrete and bricks. The increase in these levels has consequences such as land use changes, increased temperatures in that area and the formation of heat islands, increased NDBI, and decreased NDVI due to reduced space for vegetation. This phenomenon in the city of Assaluyeh is dependent on two uses, including urban use and industrial areas, which have a positive relationship and in these areas the temperature has increased compared to barren lands; also, in areas with vegetation and coastal areas, the temperature has decreased and has a negative relationship with the heat island.

*Corresponding author. Ali Asghar Abdollahi
Email: Aliabdollahi@uk.ac.ir

<https://doi.org/10.48306/jgrs.2025.511967.1012>

Received 1 November 2024; Received in revised 31 November 2024; Accepted December 2024

Available online December 2024

©2024 Graduate University of Advanced Technology, Kerman, Iran. This is an open article under the CC BY-NC-SA 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)

Extended abstract

1-Introduction:

Today, population growth and economic development are the main drivers of land use change and land cover changes. These changes in urban environments have been more than other regions. One of the effects of these land use changes is crystallized in warmer cities, so that warmer cities it has made human life difficult. Today, urban heating is manifested in the world under such headings as urban heat islands. Therefore, it is important to study the distribution of thermal radiation and its relationship with the type of land use in understanding the urban microclimate. Due to the expansion and development of various uses in Assaluyeh city, particularly industrial activities such as oil and petrochemical refineries, there has been a noticeable change in its local climate. This alteration has led to environmental issues, one of the most significant being the formation of urban heat islands.

2- Results

The analysis of Land Surface Temperature (LST), vegetation cover (NDVI), and land use/land cover (LULC) changes between 2000 and 2020 in the Assaluyeh region reveals significant trends related to local climatic variations and the formation of urban heat islands. The key findings are as follows:

2-1- Land Surface Temperature (LST) Dynamics

LST maps for the years 2000, 2010, and 2020 show that in 2000, the lowest temperature (23.56°C) was observed in water bodies farther from the coastline. This temperature heterogeneity along the coast can be attributed to two main factors: (1) decreasing temperature with increasing water depth, and (2) the addition of large oil and gas facilities along the coastal strip. Satellite image analysis reveals that the temperature difference between minimum and maximum values increased from 2000 to 2020, highlighting greater climatic variability. The difference between minimum and maximum temperatures has intensified, confirming the expansion of thermal heterogeneity and the increased likelihood of urban heat island (UHI) formation. In 2000, surface temperatures ranged between 23.05 °C and 49.99 °C, with the average temperature 34.55 while in 2020, the average temperature decreased to 28.24 °C. This decline is largely attributed to the expansion of vegetation cover and the application of reflective building materials such as cool rooftops (Table 1).

Table 1: Land Surface Temperature (LST) Statistics for Assaluyeh in 2000, 2010, and 2020

Year	Min. Temp. (°C)	Max. Temp.(°C)	Average Temperature (°C)	Standard Deviation
2000/04/15	23.056	49.993	34.558	7.71
2010/04/11	21.814	48.69	34.345	7.71
2020/04/14	17.578	45	28.243	3.211

2-2- Vegetation Cover (NDVI) and Land Use Change

Using Landsat satellite images, quantitative and qualitative changes in vegetation cover from 2000 to 2020 were examined via the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). NDVI values range from -1 to +1, with higher positive values indicating denser vegetation. Maps indicate significant changes in vegetation, mostly due to urban expansion and related land-use changes. The minimum vegetation covers in 2000 was about 2.21 km², increasing to 2.66 km² in 2020. Although the area of vegetation cover in urban zones has increased, this growth is minor compared to the economic development and income volume from oil and gas facilities. Vegetation cover highly influences surface temperature by cooling through evapotranspiration. A negative correlation exists between LST and NDVI, where areas with higher vegetation exhibit lower surface temperatures. NDVI data from 2000, 2010, and 2020 show initial decline followed by significant growth in vegetation cover, corresponding to the decreasing trend in LST during the same period. Agricultural zones and green spaces in central areas exhibit the highest NDVI and lowest temperatures, reinforcing the cooling effect of vegetation.

2-3- Built-up Index (NDBI) and Land Use Change

The Normalized Difference Built-up Index (NDBI) was used to analyze built-up areas and differentiate them from other land uses. Values range from -1 (non-built-up areas such as bare soil) to +1 (densely constructed urban and industrial areas). The Normalized Difference Built-up Index (NDBI) shows a steady rise in impervious surfaces from 2000 to 2020. This trend is consistent with the conversion of barren and rocky lands into industrial and urban areas. The most substantial built-up expansion occurred in 2020, intensifying the spatial extent of UHIs. The findings demonstrate a strong positive relationship between NDBI and LST, where higher built-up densities correspond to elevated temperatures. Water bodies show negative NDBI values below -0.2. In 2000, the lowest density was -0.7251 (water bodies), with the highest urban density at 0.24917. By 2020, urban density increased significantly, with maximum NDBI values reaching 0.694054, indicating intensified built-up development along the coast.

2-3- Land Use and the Formation of Urban Heat Islands

Land-use maps for 2020 show that barren and rocky lands constitute the largest land cover, followed by built-up areas (cities, industrial zones, oil and gas facilities) mainly near the shore, as well as remaining water and vegetation zones. Industrial complexes, oil and gas facilities, and rocky terrains exhibited the highest LST values, while agricultural lands and urban green spaces displayed the lowest. Furthermore, coastal waters showed a temporal increase in temperature, mainly due to contamination and reduced water quality, which likely elevated the thermal capacity of seawater. These findings highlight the role of land use typology in shaping local microclimatic variations. The increase in hard surfaces such as asphalt, concrete, and buildings, driven by industrial growth and urbanization from 2000 to 2020, is directly linked to rising land surface temperatures and formation of urban heat islands. Spatial statistical analysis revealed a strong spatial autocorrelation (about 80%) between temperature occurrence and industrial/residential land uses, confirming a close relationship between built-up areas and heat island formation. Built-up urban and industrial areas in Assaluyeh exhibited higher minimum LST values compared to other land uses, while rocky lands recorded the highest temperatures overall due to their sun-facing slopes and greater solar energy absorption. The difference in minimum temperatures across land uses from 2000 to 2020 reflects the urban heat island effect influenced by expanding industrial zones. Water contamination in coastal areas increased over the study period, raising water temperatures due to pollutants that affect thermal capacity.

3- Conclusion

The results provide empirical evidence that rapid industrial expansion, particularly in the oil and gas sectors, has significantly altered the microclimate of Assaluyeh and accelerated the development of urban heat islands. Although an increase in vegetation cover since 2010 has partially mitigated surface temperatures, these efforts remain insufficient compared to the thermal impacts of impervious surface expansion. Sustainable urban planning, preservation and enhancement of green spaces, and the adoption of reflective building materials are crucial strategies to reduce the negative environmental consequences of UHIs in the region. Overall, the findings emphasize the critical role of preserving vegetation and green spaces to mitigate rising temperatures and expanding urban heat islands driven by industrial and urban growth in Assaluyeh.

بررسی نقش تغییرات کاربری اراضی در تغییرات مکانی - زمانی جزایر حرارتی (مطالعه موردی: بندر عسلویه)

علی اصغر عبدالهی^۱، صادق کریمی^۲، زهرا احمدی^۳

^۱دانشیار جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران،

^۲دانشیار آب و هواشناسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

^۳کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

چکیده:

امروزه، رشد جمعیت و توسعه اقتصاد، محرک‌های اصلی تغییرات کاربری و پوشش زمین در سراسر جهان است که این تغییرات در محیط‌های شهری بیش از سایر مناطق بوده است. یکی از تأثیرات این تغییر کاربری‌ها در اقلیم شهری بروز می‌کند، به نحوی که شهرهای گرم‌تر آسایش و زندگی انسان‌ها را با مشکل مواجه کرده است. گرمایش شهری تحت عناوینی مانند جزایر حرارتی شهری در دنیا نمود یافته است؛ بنابراین بررسی وضعیت پراکندگی جزایر حرارتی و ارتباط آن با نوع کاربری‌ها در شناخت میکرواقلیم شهری اهمیت دارد. در شهر عسلویه به دلیل ایجاد و توسعه کاربری‌های صنعتی شامل انواع پالایشگاه‌های بخش نفت، گاز و پتروشیمی، تغییر در خرداقلیم آن مشاهده می‌گردد که باعث ایجاد مشکلات زیست محیطی شده است. یکی از این تغییرات، پیدایش جزایر حرارتی شهری است. در تحقیق حاضر با بهره‌گیری از سنجش از دور، به بررسی وضعیت توزیع این جزایر در شهر عسلویه و اراضی حاشیه آن (بندر عسلویه) در ارتباط با کاربری و پوشش زمین پرداخته شده است. بدین منظور از تصاویر لندست ۷ و ۸ در روزهای ۲۰۰۰/۴/۱۵، ۲۰۱۰/۴/۱۱، ۲۰۲۰/۴/۱۴ استفاده و با استفاده از آنها نقشه‌های دمای سطحی، شاخص نرمال شده تفاوت پوشش گیاهی (NDVI)، شاخص مناطق ساخته شده (NDBI) و نقشه کاربری اراضی تهیه شد. بر اساس نتایج نقشه‌های دمای سطح تهیه شده از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰، گسترش مناطق صنعتی-کارگاهی و استقرار آنها در مناطق شهری منجر به ایجاد سطوح سخت مانند آسفالت، جاده‌هایی برای ماشین‌آلات سنگین و افزایش استفاده از بتن و آجر شده است. افزایش این سطوح عواقبی از جمله تغییرات کاربری اراضی، بالا رفتن دمای آن منطقه و تشکیل جزایر حرارتی، افزایش NDBI، کاهش NDVI به دلیل کم شدن فضا برای پوشش گیاهی را به دنبال دارد. این پدیده در سطح شهر عسلویه به دو کاربری وابسته است که شامل کاربری شهری و مناطق صنعتی که رابطه مثبت دارد و در این مناطق دما به نسبت اراضی بایر افزایش یافته است. همچنین در پهنه‌های دارای پوشش گیاهی و مناطق ساحلی دما کاهش یافته و رابطه منفی با جزیره حرارتی دارد.

واژگان کلیدی: تغییرات کاربری اراضی، جزایر حرارتی، توزیع مکانی دمای سطح زمین، تصاویر ماهواره‌ای، عسلویه.

^۱ - نویسنده مسوول (Aliabdollahi@uk.ac.ir)

۱- مقدمه

شهر به عنوان یک پدیده پویا دارای ماهیتی زمانی- مکانی بوده که در طول زمان تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی دچار تغییر و تحول شده و گسترش می‌یابد. به طور کلی رشد یک شهر تابعی از عوامل مختلف طبیعی و انسانی است که میزان، ابعاد و جهات گسترش آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. نخستین پیامدی که با گسترش شهر ظاهر می‌شود، تغییر کاربری اراضی اطراف شهر است. از این رو گسترش یک شهر با توجه به اینکه در بستر چه نوع زمین‌هایی گسترش یافته، می‌تواند پیامدهای مثبت و منفی متفاوتی داشته باشد. امروزه یکی از روش‌هایی که با استفاده از آن می‌توان نحوه تغییر و گسترش یک شهر را در یک بازه زمانی بررسی و تحلیل کرد، استفاده از داده‌ها و روش‌های سنجش از دوری است. داده‌های سنجش از دور دارای مزایای زیادی از جمله دسترسی به داده در دوره‌های زمانی مختلف، هزینه کم و کاهش زمان مطالعات است که در دهه‌های اخیر موجب افزایش چشمگیر استفاده از آنها در زمینه‌های گوناگون و به طور خاص در مطالعات شهری شده است (زنگنه شهرکی و همکاران، ۱۳۹۳).

در دهه‌های اخیر توسعه شهرها تأثیرات قابل توجهی در کمیت‌های هواشناسی به وجود آورده است. دما اعم از دمای هوا و دمای سطح زمین بیشتر از سایر کمیت‌ها تحت تأثیر این عوامل قرار می‌گیرد؛ به طوری که هنگام مقایسه، به راحتی می‌توان گرم بودن شهر را نسبت به حومه آن مشاهده کرد. وجود این گرمای اضافی در نواحی شهری را جزیره حرارتی می‌نامند که نتیجه تأثیرات پیچیده فرایندهای شهری بر روی اقلیم است. به عبارتی، گسترش شهرنشینی باعث تغییر نوع پوشش زمین در منطقه شهری و در نتیجه شکل‌گیری آب و هوای شهری می‌شود. آب و هوای شهری از مناطق اطراف شهر، دما، رطوبت، سرعت و جهت باد و میزان بارندگی متمایزی دارد. این تفاوت‌ها عمدتاً به دلیل تغییرات پوشش سطوح طبیعی با تعداد زیادی پارکینگ، توده بتن، آسفالت جاده، صنایع مستقر و ... است. در چنین شرایطی جذب انرژی تابش خورشیدی، ظرفیت حرارتی و هدایت بیشتر است. شهر تحت تأثیر محیط حرارتی قرار می‌گیرد و این امر منجر به ذخیره‌سازی حرارت در طول روز و آزادسازی آن در طول شب می‌شود. این دگرگونی‌ها که به علت گسترش شهرنشینی است به «جزایر حرارتی شهری» منجر می‌شود. جزایر حرارتی شهری به افزایش درجه حرارت هوای شهر بیش از مناطق حومه شهری بر می‌گردد و این تفاوت به طور کلی بیشتر در شب‌هنگام است. دلیل اصلی این پدیده از دست دادن سریع‌تر گرما و سرد شدن سطوح در مناطق حومه شهر نسبت به مناطق متراکم شهری است (Bencheikh and Rchid, 2012).

گرم شدن محیط شهری که به عنوان اثر جزایر حرارتی نامیده می‌شود، روند افزایشی در سراسر جهان به خود گرفته و شرایط زیست‌محیطی دشواری برای ساکنان شهرها به وجود آورده است. به عبارتی اثر جزایر گرمایی شهری یک فاکتور بسیار مهم برای مدیریت کیفیت هوا و بهداشت عمومی در شهرنشینی است (Solecki, 2011). در طی دوره گرم سال در کنار فرآیند جذب پرتو فرابنفش و گسیل فروسرخ در هر منطقه، سقف ساختمان‌ها، خیابان‌ها و سطوح تیره‌رنگ، گرما را جذب نموده و با طول موج بلند آن را گسیل می‌کنند. گرمای گسیل‌شده، دمای منطقه مسکونی را تا حدود ۲ الی ۱۴ درجه سانتیگراد افزایش می‌دهد و سبب شکل‌گیری یا تشدید جزایر حرارتی می‌گردد (رمضانی و دخت محمد، ۱۳۹۸). در زمستان، برخی شهرهای

نواحی سردسیر می‌توانند از حرارت ناشی از جزایر حرارتی در جهت کاهش مصرف انرژی گرمایی لازم و نیز آب شدن یخ و برف جاده‌ها استفاده کنند، ولی در دوره گرم سال به دلیل مشکل تهویه هوا، افزایش آلودگی هوا و نشر گازهای گلخانه‌ای و بیماری‌های مرتبط با آن و در نتیجه، افزایش مرگ و میر دچار مشکل می‌شوند. همچنین در مقایسه با مناطق روستایی، مناطق شهری از آمار بیشتری در مرگ و میر حاصل از گرم‌زدگی برخوردارند و در مواقع تأثیر جزایر گرمایی در دوره گرم سال، یکی از عواملی است که باعث افزایش دمای بدن تا جایی می‌شود که تهدیدی برای سلامت عموم می‌گردد. در نتیجه، اثرات مضر حاصل از آن در دوره گرم سال بیشتر از فواید آن در زمستان می‌باشد و اغلب راهبردهای جزایر گرمایی می‌تواند همراه با کاهش اثر جزایر گرمایی تابستانی به همراه از بین بردن فواید زمستانی آن باشد (قربی، ۱۳۹۱). بنابراین شناخت این فرایندها و اتخاذ تصمیم مناسب مدیریت شهری در مواجهه با جزایر حرارتی، دارای اهمیت زیادی است.

در این تحقیق بررسی و تحلیل نقش تغییرات کاربری اراضی در شکل‌گیری جزایر حرارتی در شهر و بندر عسلویه مورد پژوهش قرار گرفته است. برای این منظور سال‌های ۲۰۱۰، ۲۰۲۰ و ۲۰۲۰ با هدف شناسایی موقعیت مکانی جزایر حرارتی بر اساس تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین در این محدوده انتخاب گردید و در آن ارتباط بین کاربری اراضی و دمای سطحی مورد بررسی قرار گرفت؛ لذا سؤال اصلی این تحقیق عبارت است از: تغییرات زمانی و مکانی جزایر حرارتی در محدوده مورد مطالعه چگونه است و کاربری‌های مختلف چه تأثیری بر این تغییرات و تفاوت‌ها دارد؟ در ادامه به بررسی اجمالی برخی تحقیقات انجام شده در حوزه این تحقیق در ایران و جهان پرداخته می‌شود.

عادل عفت و همکاران (۲۰۱۴) شناسایی تغییر جزایر حرارتی شهری و برخی پارامترهای مرتبط با آن را با استفاده از تصاویر چند طیفی سنجنده TM ماهواره لندست در شهر کایروی مصر مورد بررسی قرار دادند. برای استخراج نقشه تغییرات کاربری اراضی از روش نظارت شده استفاده شد. نتایج این تحقیق نشان داد در طی بازه زمانی مورد نظر جزایر حرارتی در نواحی شرقی‌تر که ساختمان‌های متراکم‌تری داشته‌اند نسبت به سایر نواحی شرقی بایر افزایش یافته است.

آیکو ناکانو و همکاران (۲۰۱۵) در پژوهشی با عنوان «توسعه رابط کاربر ژنراتور آب و هوای شهری: گردش کار جدید برای تلفیق اثر جزایر گرمایی شهری در فرایند طراحی شهری» به این نتیجه رسیدند که اثرات جزایر گرمایی شهری محلی (UHI) از نظر بهداشت عمومی و با توجه به انرژی گرمایش و سرمایش مورد استفاده ساختمان‌ها، بر محیط شهری تأثیر می‌گذارد. این کار کاربردی به عنوان ابزاری برای ارائه توصیه‌های خاص آب و هوا برای هندسه منظر شهری و استفاده از زمین است. این با یک ماژول شبیه‌سازی پارامتری ترکیب می‌شود که به صورت مستقل یا از طریق رابط مدل‌سازی شهری (UMI) در 3DRhinoceros کار می‌کند. در این تحقیق، پارامترهای اصلی روی نسبت پوشش سایت، نسبت نما به سایت، آلبیدوی سطح ساختمان و میزان انتشار؛ همچنین گرمای انسانی قابل درک در شهر با استفاده از ابزار توسعه‌یافته از طریق مطالعه توسعه سایت پردیس دانشگاه MIT در کمبریج و MA در ایالات متحده تمرکز داشت.

تانگ و همکاران (۲۰۱۷) به بررسی اثرات کاربری زمین و الگوهای اجتماعی اقتصادی بر جزایر حرارتی شهری در کلانشهر بالتیمور دی‌سی پرداختند. سطح غیر قابل نفوذ و شاخص پوشش گیاهی نرمال شده به عنوان مهمترین فاکتورهای چشم‌انداز

طبیعی و تراکم جمعیت به عنوان تاثیرگذارترین معیار اجتماعی اقتصادی شناخته شدند. نتایج نشان داد که معیارهای اجتماعی اقتصادی نسبت به فاکتورهای طبیعی، تأثیر کمتری بر شدت جزایر گرمایی دارند و در کل اثر آنها غیرمستقیم و به صورت تغییرات فیزیکی محیط است.

سراوانان و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهشی با عنوان «تأثیر تغییرات پوشش زمین در جزایر گرمایی شهری مطالعه موردی کویمباتور هند» با استفاده از الگوریتم تک کانال در فصل زمستان جزایر گرمایی این شهر تعیین شد. در پژوهش مذکور از داده‌های سنجنده ETM⁺ ماهواره لندست و OLI/TIRS برای استخراج LST استفاده شد. برای طبقه‌بندی تصاویر در پنج کلاس از طبقه‌بندی تحت نظارت با تکنیک حداکثر احتمال استفاده شد. نتایج نشان داد که تغییرات کاربری زمین ۱۴/۵ درصد و کاهش گیاهان ۶/۱۱ درصد بوده است؛ بنابراین با توجه به توسعه سریع شهری که در منطقه کویمباتور اتفاق افتاد با همبستگی معنادار تمام این سناریوها از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵ در یک فاصله پنج‌ساله، منجر به کاهش پوشش گیاهی و افزایش دمای سطح زمین شد.

احمدی و همکاران (۱۳۹۱) در پژوهشی با عنوان «شناسایی جزایر گرمایی شهری بر اساس رویکرد زیست‌محیطی، مطالعه موردی شیراز» نه تصویر برای دوره گرم سال‌های ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۵ از ماهواره لندست ۸ بارگیری و پس از پیش‌پردازش، دمای سطح زمین (LST) و شاخص NDVI را محاسبه نمودند؛ سپس از شاخص بحران محیطی (ECI) برای شناسایی مناطق حساس استفاده شد. نتایج نشان داد که به دلیل وجود یک جزیره حرارتی نسبتاً خنک در مرکز شهر، یک شیب گرمایی شدید بین مرکز شهر و حومه شهر وجود دارد. بزرگ‌ترین جزایر حرارتی شهری در منطقه ۶ شناسایی شد. بیشترین حساسیت زیست‌محیطی در قسمت جنوبی شهر (منطقه ۶) و کمترین حساسیت زیست‌محیطی در مرکز شهر (مناطق شهری ۱ تا ۳) بود. به منظور حل این بحران، توسعه بام سبز را می‌توان به عنوان بهترین روش برای کاهش جزایر حرارتی و متناسب با آب و هوای بومی در نظر گرفت.

متکان و همکاران (۱۳۹۳) در پژوهشی با عنوان «تحلیل کاربری اراضی در شکل‌گیری جزایر حرارتی با استفاده از داده‌های چند زمانه سنجنده ASTER مطالعه موردی شهر بندرعباس» به این نتیجه رسیدند که در مناطق با پوشش اراضی مشابه، دماهای متفاوت وجود دارد و بیانگر آن است که علاوه بر پوشش اراضی، شرایط دیگری نیز دمای سطح را کنترل می‌کند. این عوامل کنترل‌کننده بیشتر مربوط به نوع کاربری‌های اراضی شهری و وجود پوشش گیاهی و مناطق آبی است که باعث کاهش دما می‌شود و این موضوع لزوم توجه به ایجاد فضای سبز و مناطق آبی را نشان می‌دهد.

علوی‌پناه (۱۳۹۵) در پژوهشی با عنوان «بررسی غیرقابل نفوذ و شاخص تفاضل پوشش گیاهی نرمال شده به عنوان پارامترهای نمایشگر جزایر حرارتی شهری با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای» به این نتیجه رسیدند که شاخص ISA دارای رابطه مثبت و معنادار با LST و با NDVI رابطه منفی و البته ضعیف دارد؛ لذا نمی‌توان از این شاخص در مطالعات مربوط به جزایر حرارتی شهری استفاده نمود. این موضوع بیانگر این مطلب است که بررسی رابطه بین شاخص‌های LST و LSA می‌تواند جایگزین روابط سنتی NDVI و LST شود.

محمدرضایی و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهشی با عنوان «راهکارهای سهم بندرها در کاهش پدیده جزایر گرمایی شهرها در اقلیم گرم و خشک» به این نتیجه رسیدند که تنها تغییر لازم پوشش سطوح ساختمان‌ها با مصالح است که یا ضریب انعکاس بالاتری دارند و یا سطوحی که قابلیت تعریق و تنفس را داشته باشند تا هرکدام به نوعی تأثیرات جزیره گرمایی را کاهش داده و سبب کاهش درجه حرارت شهری شوند. باید توجه داشت که استفاده از پوشش گیاهی به عنوان یک خاصیت خنک‌کنندگی مؤثر در تابستان‌های گرم و خشک می‌تواند به کاهش بیشتر درجه حرارت منجر گردد.

نجفیان کرجی (۱۳۹۶) در پژوهشی با عنوان «ارزیابی تغییرات دما، الگوی جزیره حرارتی و پوشش گیاهی ایام گرم شهر تهران» به این نتیجه رسیدند که بر اساس داده‌های ایستگاه هواشناسی مهرآباد در مؤلفه‌های دمایی (دمای کمینه، بیشینه و میانگین دمای هوا) در بلندمدت برای شش دهه، بیشتر روند افزایشی در دمای هوا مشاهده می‌شود. این روند افزایشی در سال‌های اخیر از شیب بیشتری برخوردار است؛ همچنین نتایج نشان داد که تصاویر ماهواره لندست به درستی وضعیت دمای سطح شهر تهران را نشان می‌دهد.

هاشمی دره‌بادامی (۱۳۹۸) در پژوهشی با عنوان «تحلیل تغییرات جزیره حرارتی سطوح شهری در روز و شب با استفاده از محصولات چند زمانه سنجنده مادیس مطالعه موردی کلان‌شهر تهران» به این نتیجه رسید با توجه به تغییرات و تنوع فنولوژیکی در پوشش گیاهی شهر تهران و تعامل متفاوت پوشش‌های زمین با تابش خورشید ورودی در شبانه‌روز و ماه‌های مختلف سال و دیگر خصوصیات تأثیرگذار سطحی نظیر آلبیدو، ارتفاع و سطوح نفوذناپذیر کاربری زمین در ماه‌های مختلف از لحاظ مکانی و شدت، دارای نوسان است؛ همچنین نتایج این تحقیق از بررسی SUHI نشان داد که علاوه بر تغییرات مقدار شاخص جزیره حرارتی در شبانه‌روز و ماه‌های مختلف سال، از لحاظ مکانی نیز این پدیده تغییرات روزانه و ماهانه دارد.

۲- روش‌شناسی پژوهش و نحوه گردآوری اطلاعات

عسلویه، شهر بندری و مرکز شهرستان عسلویه از توابع استان بوشهر در جنوب ایران قلمرو این پژوهش است. این بندرگاه گازخیز در شرق استان بوشهر در حاشیه خلیج فارس و در ۳۰۰ کیلومتری شرق بندر بوشهر و در ۴۲۰ کیلومتری غرب بندرلنگه و در ۵۷۰ کیلومتری غرب بندرعباس واقع شده است.

تحقیق حاضر از نظر ماهیت، کاربردی و از نظر روش، توصیفی-تحلیلی و نیمه‌تجربی است. از تصاویر سنجنده ETM+ ماهواره لندست به ترتیب در ۱۵ تیرماه ۲۰۰۰ و ۱۱ تیرماه ۲۰۱۰ و از تصاویر سنجنده OLI در ۱۴ تیرماه ۲۰۲۰ که کمترین میزان پوشش ابر وجود داشت، استفاده شد. در ادامه از شاخص نرمال شده تفاوت پوشش گیاهی (NDVI)، برای بررسی تغییرات پوشش گیاهی، برای آنالیز مناطق ساخت و ساز شده از شاخص مناطق ساخته‌شده (NDBI) و از شاخص دمای سطح زمین^۴ (LST) برای تعیین دمای سطح زمین و استخراج جزایر حرارتی استفاده گردید. برای بررسی رابطه LST، NDVI و

^۲ Normalized Difference vegetation index

^۳ Normalized Difference built-up area index

^۴ Land Surface Temperature (LST)

NDBI از رگرسیون خطی تا روند هر یک از پارامترها تحلیل شود. از نرم‌افزارهای ArcGIS 10.5 ، ENVI 5.3 و Google Earth Engine برای تهیه نقشه‌های مورد نیاز استفاده شد.

دمای سطح زمین عامل مهمی در تغییر جهانی آب و هوا، رشد پوشش گیاهی و یخچال‌های طبیعی و از دیدگاه آسایش اقلیمی در شهرها و مناطق مسکونی یکی از پارامترهای مهم آسایش زندگی انسان‌ها است. استفاده از روش‌های دورسنجی و تصاویر ماهواره‌ای از جمله روش‌هایی هستند که می‌توانند در تخمین دمای سطح زمین بسیار مفید عمل کنند. از جمله ماهواره‌هایی که می‌توان با استفاده از آنها دمای سطح زمین را تخمین زد ماهواره‌های لندست و استر است. از طرفی روش‌های متعددی جهت تخمین دمای سطح زمین وجود دارد که در این پژوهش با توجه به اینکه حجم زیادی از کاربری منطقه خاک لخت است و در منطقه خشک قرار دارد، از روش Single-window استفاده شد. ساختار محاسباتی LST بر اساس الگوریتم Split window از یک تفاوت مهم در مقایسه با سایر روش‌های مشابه برخوردار است. این تفاوت در تعداد باندهای حرارتی مورد استفاده است. عموماً سایر الگوریتم‌های محاسباتی از یک باند حرارتی برای محاسبه LST استفاده می‌کنند؛ اما در این الگوریتم به صورت هم‌زمان از دو باند حرارتی برای انجام محاسبات استفاده می‌شود. بر همین اساس، این روش تنها برای سنجنده‌ها و ماهواره‌هایی کاربردی است که دارای بیش از دو باند حرارتی باشند. زمانی که از ۲ باند حرارتی استفاده می‌شود یعنی به دو نوع گسیل‌مندی و دو دسته از پارامترهای اتمسفری برای انجام محاسبات احتیاج است که در این محصول به صورت کامل تشریح شده است.

پس از فراخوانی تصویر مربوط به باند حرارتی در محیط متن‌باز پایگاه پردازش تصاویر ماهواره‌ای Google Earth Engine ابتدا می‌بایست تصویر باند حرارتی مورد نظر را به رادیانس طیفی تبدیل کرد. به توان تابش الکترومغناطیس در واحد سطح، رادیانس طیفی گفته می‌شود که در واقع انرژی است که سنجنده از پدیده‌های مورد نظر آشکار می‌سازد و در اثر پخش جوی کاهش می‌یابد. برای تبدیل تصویر خام به رادیانس طیفی، از رابطه (۱) استفاده گردید:

$$L\lambda = ML Q_{cal} + AL \quad \text{رابطه (۱)}$$

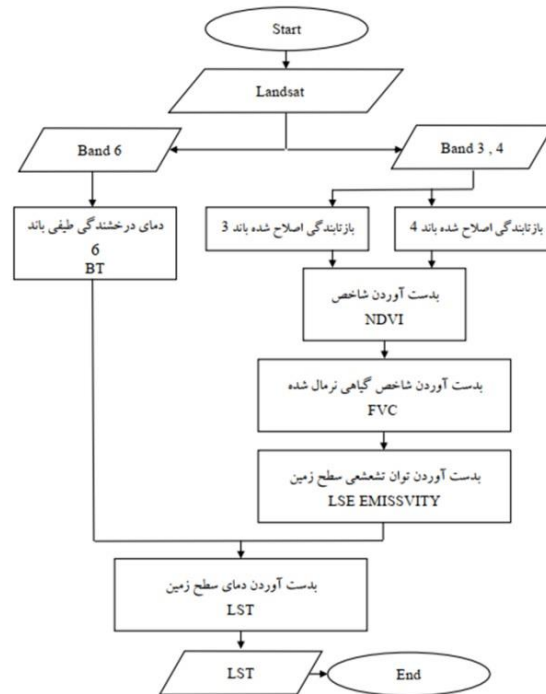
در این رابطه، $L\lambda$ تصویر رادیانس طیفی باند حرارتی؛ Q_{cal} تصویر خام؛ ML و AL ضرایب تبدیل هستند که به تفکیک برای هر یک از باندها، به ترتیب با عناوین در هدر فایل تصویر قرار داده شده است؛ همچنین اطلاعاتی همچون ضرایب $K1$ و $K2$ را که در فرمول نهایی به دست آوردن دمای سطحی مورد نیاز است، باید از هدر فایل هر تصویر دریافت کرد و در فرمول قرار داد. پس از به دست آمدن رادیانس طیفی بایستی دمای درخشندگی تصویر محاسبه می‌شود. دمای درخشندگی یا روشنایی میزان گسیل انرژی پدیده‌های سطح زمین را در مقایسه با جسم سیاه بیان می‌کند. برای محاسبه دمای روشنایی از رابطه (۲) استفاده گردید.

$$TBT = K2 / \ln (K1 / L\lambda + 1) \quad \text{رابطه (۲)}$$

در این رابطه $K1$ و $K2$ ضرایب عددی برای به دست آوردن دمای درخشندگی (TBT) در هدر فایل هر تصویر قرار دارند. در مرحله آخر جهت محاسبه دمای سطح زمین، تبدیل دمای درخشندگی، با اعمال گسیل‌مندی سطح، به دمای واقعی زمین به دست می‌آید که قبل از اعمال فرمول نهایی، بایستی گسیل‌مندی محاسبه شود که این فرایند مستلزم محاسبه شاخص اختلاف نرمال شده پوشش گیاهی است. با محاسبه گسیل‌مندی، متغیرهای مورد نیاز برای محاسبه دمای سطح زمین، آماده شده و در دسترس هستند. در نتیجه با استفاده از رابطه (۳) دمای سطح زمین قابل محاسبه است:

$$LST = BT/1 + w * (BT/P) * \ln(e)$$

فرایند پژوهش در قالب مدل مفهومی (شکل ۱) نشان داده شده است.



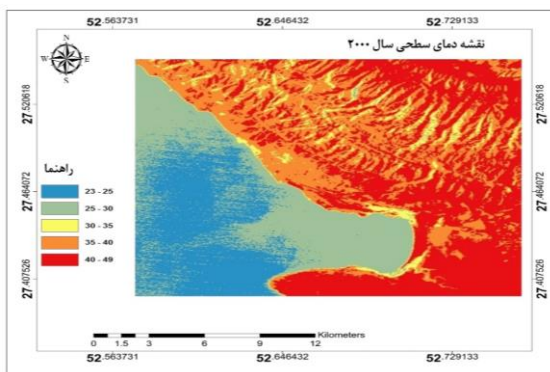
شکل ۱: مدل مفهومی تحقیق

۳- بحث و نتایج

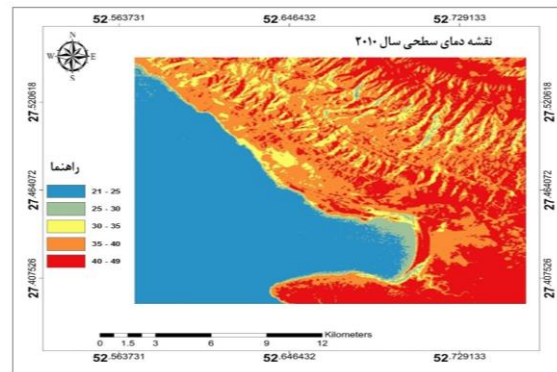
۳-۱- بررسی دمای سطح زمین (LST) در دوره‌های زمانی

نقشه‌های زیر دمای سطح زمین را برای سال‌های ۲۰۱۰، ۲۰۲۰، ۲۰۳۰ نشان می‌دهد که در سال ۲۰۰۰، کمترین دما ۲۳/۰۵۶ سانتی‌گراد مربوط به پهنه‌های آبی دورتر از خط ساحلی است که این ناهمگنی دما در خط ساحل می‌تواند دو دلیل داشته باشد ۱- با افزایش عمق آب دمای آن کاهش می‌یابد ۲-افزوده شدن تأسیسات عظیم نفت و گاز در نوار ساحلی.

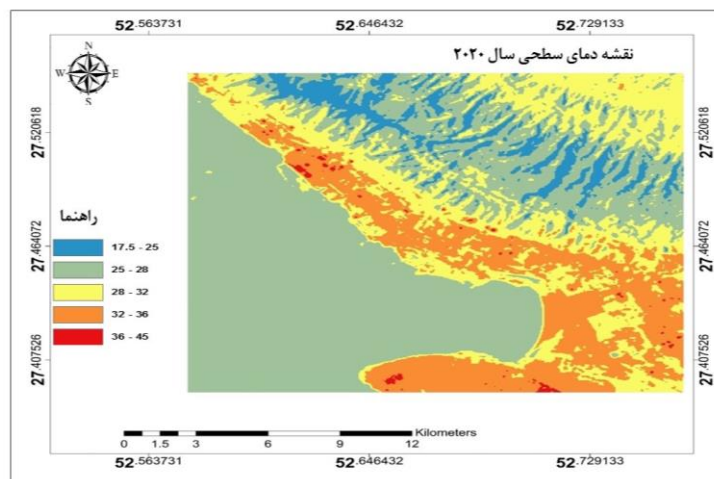
طبق بررسی‌های انجام شده بر اساس تصاویر ماهواره‌ای، اختلاف بین کمینه و پیشینه دما از سال ۲۰۰۰ تا سال ۲۰۲۰ بیشتر شده است. این اختلاف دمای روزانه و همچنین اختلاف دمای پهنه‌های آبی با نوار ساحلی میزان تغییرات اقلیمی منطقه را نمایان تر می‌سازد. همچنین دلایل متعددی وجود دارد که باعث شده تا دمای سال ۲۰۲۰ نسبت به سالها قبل کمتر باشد: ۱- مساحت پوشش گیاهی که دمای پایینی دارد، نسبت به سالهای قبل بیشتر شده است. ۲- شاخص نرمال شده تفاوت پوشش گیاهی (سبزی‌نگی)، در سال ۲۰۲۰ حدود دو برابر سال ۲۰۱۰ و نسبت به سال ۲۰۰۰ حدود ۱۰ برابر شده است. ۳- یکی دیگر از موارد، کاهش دمای کاربری ساخته شده است که اغلب بر اثر استفاده از پشت بام های انعکاسی است (ملکی و همکاران ۱۳۹۹). ۴- مساحت کاربری سنگلاخ که بیشترین دما را دارد، در سال ۲۰۲۰ نسبت به سال ۲۰۰۰ نزدیک به نصف و نسبت به سال ۲۰۱۰ در حدود ۳۰ درصد کاهش یافته است.



شکل ۲: دمای سطح زمین (۲۰۰۰/۴/۱۵)



شکل ۳: دمای سطح زمین (۲۰۱۰/۴/۱۱)



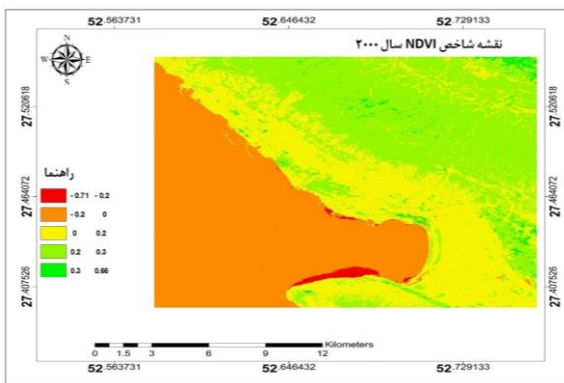
شکل ۴: دمای سطح زمین (۲۰۲۰/۴/۱۴)

جدول ۱: دمای سطح زمین در سال‌های ۲۰۲۰، ۲۰۱۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۲۰

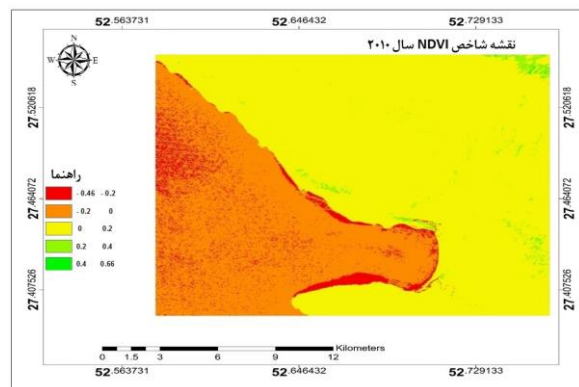
سال	کمترین	بیشترین	میانگین	انحراف معیار
۲۰۰۰/۴/۱۵	۲۳/۰۵۶	۴۹/۹۹۳	۳۴/۵۵۸	۷/۷۱
۲۰۱۰/۴/۱۱	۲۱/۸۱۴	۴۸/۶۹	۳۴/۳۴۵	۷/۷۱
۲۰۲۰/۴/۱۴	۱۷/۵۷۸	۴۵	۲۸/۲۴۳	۳/۲۱۱

۳-۲- تهیه نقشه شاخص نرمال شده تفاوت پوشش گیاهی (NDVI)

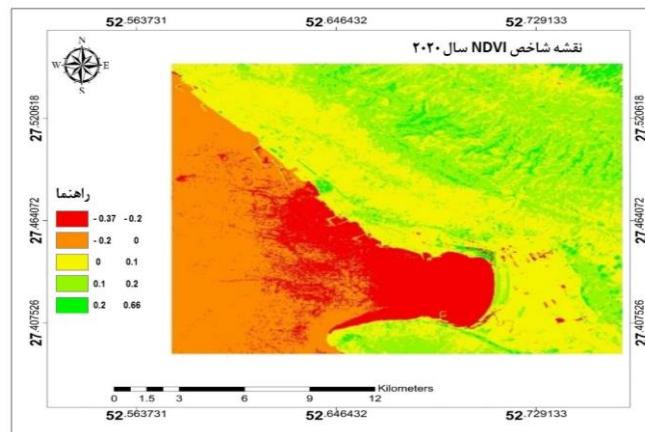
در این پژوهش از تصاویر ماهواره‌ای لندست برای به دست آوردن تغییرات کمی و کیفی پوشش گیاهی در سال‌های مورد مطالعه استفاده و همچنین برای بررسی تغییرات کمی (مساحت) و کیفیت پوشش گیاهی از شاخص نرمال شده پوشش گیاهی استفاده شده است. برای بررسی پوشش گیاهی (NDVI) در سنجش از دور از +۱ تا -۱ داریم که هر چه به سمت -۱ سوق پیدا کند این پوشش گیاهی کمتر و هر چه به سمت +۱ حرکت کند پوشش گیاهی بیشتری داریم. همان‌طور که نقشه‌های شاخص نرمال شده تفاوت پوشش گیاهی نشان می‌دهد، شکل‌های زیر نقشه تغییرات مساحت کمی و کیفی پوشش گیاهی منطقه عسلویه را برای سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۰۰ نشان می‌دهد. به نظر می‌رسد منطقه مورد مطالعه، نشان‌دهنده تغییرات وسیع در پوشش گیاهی بر اثر کاربری به دنبال گسترش ساخت‌وسازها در نواحی شهری را در برداشته است. بررسی تغییرات کمی سال ۲۰۰۰ نشان می‌دهد که کمترین پوشش گیاهی ۲/۲۲۱۳۰۱ کیلومترمربع بوده و بیشترین آن ۲/۶۲۱۱۳ کیلومترمربع بوده است. در سال ۲۰۱۰ کمترین پوشش گیاهی ۲/۲۰۱۶۱ و بیشترین آن ۲/۱۰۸۱۱ کیلومترمربع را نشان می‌دهد و همچنین در سال ۲۰۲۰ کمترین ۲/۲۱۶۶۱۸ کیلومترمربع و بیشترین آن ۲/۶۶۲۶۳۱ کیلومترمربع بوده است. در رابطه با تغییرات کاربری اراضی و تأسیسات نفت و گاز در منطقه عسلویه بر طبق تفاضل نقشه پوشش گیاهی سال ۲۰۰۰ در مناطق شهری با نقشه پوشش گیاهی در سال ۲۰۲۰ در همین مناطق مساحت پوشش گیاهی افزایش مناسبی داشته است، هرچند بر اساس بعد اقتصادی و حجم درآمد منطقه این توسعه پوشش گیاهی اندک است.



شکل ۵: NDVI (۲۰۰۰/۴/۱۵)



شکل ۶: NDVI (۲۰۱۰/۴/۱۱)



شکل ۷: NDVI (۲۰۲۰/۴/۱۴)

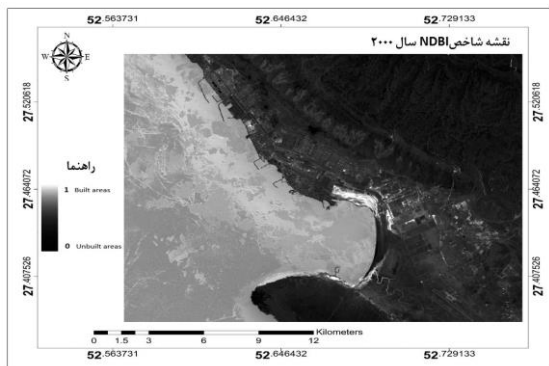
جدول ۲: NDVI در سال‌های ۲۰۲۰، ۲۰۱۰، ۲۰۰۰

سال	میانگین	بیشترین	کمترین	انحراف معیار
۲۰۰۰/۴/۱۵	۲/۱۶۸۰۰ -	۲/۶۲۱۱۳	۲/۲۲۱۳۰۱	۲/۰۱۷۰۶۶
۲۰۱۰/۴/۱۱	-۲/۱۶۸۳۰۰	۲/۱۰۸۱۱	۲/۲۰۱۶۱	۲/۰۰۱۸۱
۲۰۲۰/۴/۱۴	-۲/۷۲۸۸۷۱	۲/۶۶۲۶۳۱	۲/۲۱۶۶۱۸	۲/۰۲۰۷۲۰

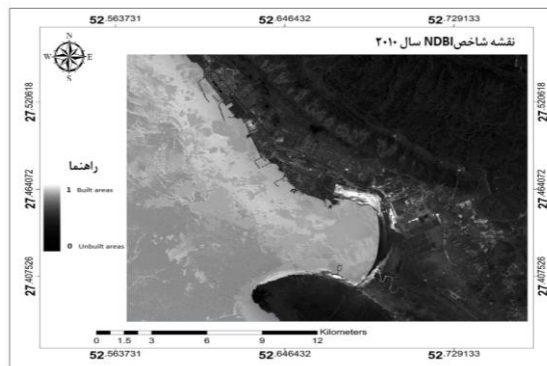
۳-۳- محاسبه شاخص مناطق ساخته‌شده یا شاخص ساخت‌وساز تفاضلی نرمال شده^۵

شاخص‌های بسیاری برای آنالیز مناطق ساخت‌وساز شده در سنجش‌ازدور وجود دارد. که یکی از رایج‌ترین این شاخص‌ها برای آنالیز مناطق ساخت‌وساز شده شاخص NDBI به حساب می‌آیند. این شاخص‌ها هرکدام فرمول، محاسبات و روش مربوط به خودشان را دارند. مناطق ساخت‌وساز شده و خاک عریان، مادون‌قرمز موج‌کوتاه SWIR را بیش از مادون‌قرمز نزدیک NIR منعکس می‌دهد، پهنه‌های آبی، در طیف مادون‌قرمز انعکاس ندارند. در مورد موج سبز و پوشش گیاهی، انعکاس NIR بیش از طیف SWIR می‌باشد. در این پژوهش از شاخص NDBI برای شناخت و تجزیه و تحلیل مناطق ساخته‌شده استفاده شده که در دوره زمانی سال‌های ۲۰۲۰، ۲۰۱۰، ۲۰۰۰ از همان تصاویری که برای تهیه نقشه پوشش گیاهی و دمایی سطحی استفاده شده است مورد استفاده قرار می‌گیرد. بر اساس این شاخص مقادیر هر نقشه بین ۱ تا -۱ است که مقدار منفی یک بیان‌کننده عدم ساخت‌وساز و یا پهنه‌های خاک و زمین بایر است و مقدار مثبت یک نشان‌دهنده منطقه ساخته‌شده شامل شهرها مراکز صنعتی است. همچنین اگر میزان شاخص NDBI از ۰/۲- بیشتر شود آب می‌باشد و برای مثبت‌ها نیز برعکس می‌باشد. هر چه عدد

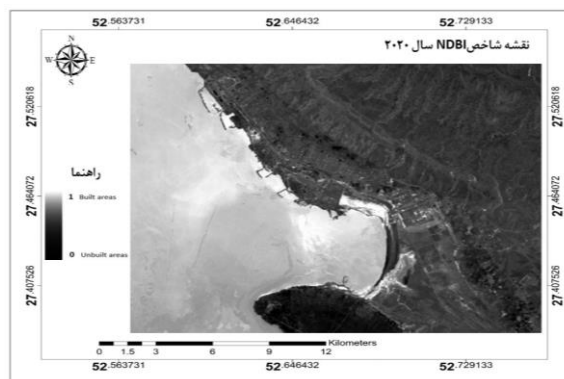
مثبت بیشتر باشد تراکم بیشتری دارد. در سال ۲۰۰۰، کمترین میزان تراکم $۰/۷۲۵۱$ - بوده که آب می باشد و بیشترین تراکم $۰/۲۴۹۱۷$ بوده و در سال ۲۰۱۰، کمترین میزان تراکم $۰/۶۲۴۹$ - و بیشترین تراکم $۰/۳۹۴$ بوده است. همچنین در سال ۲۰۲۰ کمترین تراکم (یا فاقد تراکم) $۰/۹۳۶۲۴۹$ - و بیشترین میزان تراکم $۰/۶۹۴۰۵۴$ می باشد.



شکل ۸: شاخص NDBI (۲۰۰۰/۴/۱۵)



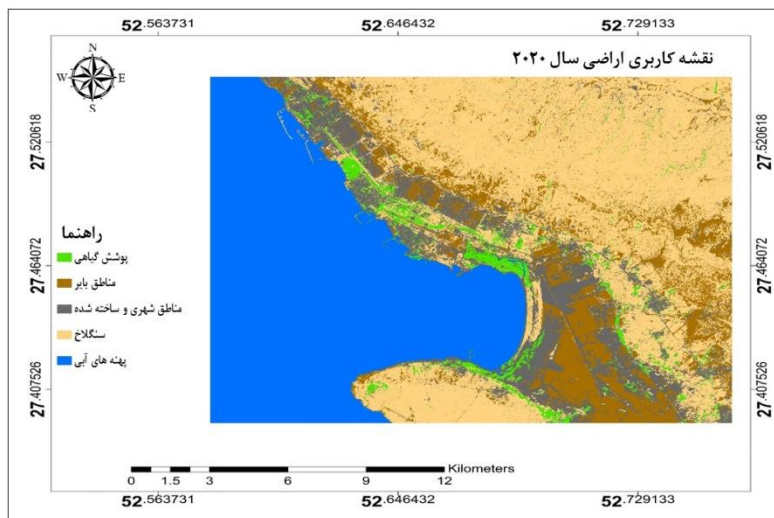
شکل ۹: شاخص NDBI (۲۰۱۰/۴/۱۱)



شکل ۱۰: شاخص NDBI (۲۰۲۰/۴/۱۴)

۳-۴- بررسی وضعیت کاربری اراضی

در منطقه مورد مطالعه شاهد انواع کاربری‌ها هستیم که کاربری‌های غالب بر اساس نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۲۰ به صورت زیر است. بیشترین سطح کاربری را در این منطقه اراضی بایر و سنگلاخ تشکیل می‌دهد، کاربری دیگری که بیشترین سطح را اشغال می‌کند اراضی ساخته شده شامل شهرها و اراضی صنعتی و تأسیسات نفت و گاز که در مجاورت ساحل قرار دارند. کاربری دیگری که در منطقه وجود دارد پهنه‌های آبی و پوشش گیاهی است

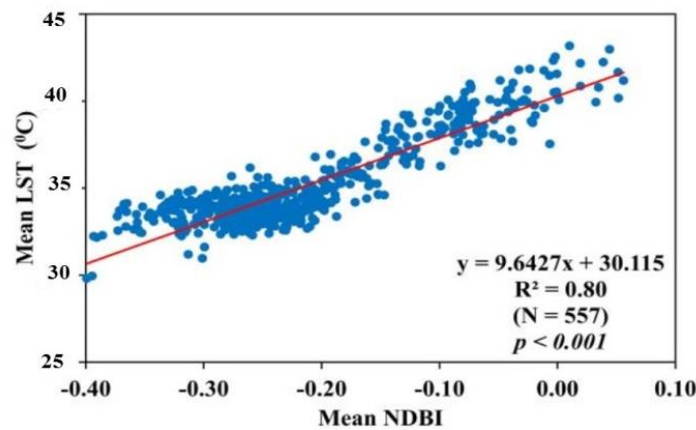


شکل ۱۱: کاربری اراضی در سال ۲۰۲۰ میلادی

۳-۵- بررسی تغییرات دمای سطح زمین و رابطه آن با شاخص NDBI

یکی از مهم‌ترین عوامل شکل‌گیری جزایر حرارتی یا جزایر گرمای شهری، دمای سطح زمین بوده است که با توجه به نوسانات دمایی در طول بازه زمانی موردپژوهش به علت تغییرات کاربری اراضی و شناخت جامع منطقه مورد مطالعه، پتانسیل تشکیل جزایر حرارتی را داشته. لازم به ذکر است که تمام تصاویر ماهواره‌ای استفاده شده جهت استخراج حرارتی فاقد ابرناکی بوده است و لذا بررسی این امر، اتخاذ راهکارهای مناسب در کاهش این پدیده میسر می‌کند. با توجه به نقشه‌های دمای سطحی که از بازه زمانی ۲۰۲۰ تا ۲۰۰۰ تهیه شده، نشان‌دهنده گسترش محدوده‌های صنعتی- کارگاهی و استقرار آن در مناطق شهری باعث ایجاد سطوح سخت مانند آسفالت، جاده‌هایی برای ماشین‌آلات سنگین، استفاده بیشتر از بتن و اجر شده است. افزایش این سطوح عواقبی از جمله تغییرات کاربری اراضی، بالا رفتن دمای آن منطقه و تشکیل جزایر حرارتی، افزایش NDBI، کاهش NDVI به دلیل کم شدن فضا برای پوشش گیاهی را به دنبال دارد. اگرچه با توسعه کاربری‌های تأسیسات نفت و گاز در عسلویه شاهد گسترش فضای سبز هستیم اما میزان فضایی سبز گسترش یافته در مقابل تأثیر این تأسیسات در تولید دما و افزایش انواع آلودگی‌ها ناچیز است. با توجه به بررسی جزیره حرارتی بر روی انواع کاربری‌ها مشاهده شده است که در کاربری‌های صنعتی دما نسبت به سایر مناطق بیشتر است. یکی از عوامل تأثیرگذار در دمای سطح زمین وجود کارگاه‌ها و آلاینده‌ها و دیگر ساخت‌وسازهای دست انسان، نوع خاک، همچنین میزان پوشش گیاهی می‌باشد. بررسی نقشه‌های کاربری زمین مربوط به سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ حاکی از کاهش تدریجی زمین‌های بایر و افزایش نواحی ساخته شده در منطقه مورد مطالعه است. در این مکان، علاوه بر کاهش زمین‌های بایر و افزایش نواحی ساخته شده، مکان‌های کارگاهی و تولیدی و کارخانه‌ای گسترش چشمگیری پیدا کرده ولی تا حدودی پوشش گیاهی در این مناطق حفظ شده و روند کاهش زمین‌های خالی، افزایش ساخت‌وساز، افزایش کارگاه‌ها و صنایع و سایر کاربری‌ها را در پی داشته که این عوامل باعث کاهش فضای پوشش گیاهی و افزایش دما در

مناطق مرکزی شهر گردیده و این افزایش دما موجب پیدایش لکه‌ها و خوشه‌های گرم (جزایر حرارتی) و اتصال آن‌ها به یکدیگر ناشی از این تغییرات کاربری می‌باشند. لذا حفظ پوشش گیاهی و گستره‌های سبز باقی‌مانده ضرورت دارد. بنابراین دمای سطح زمین (LST) با سطوح غیرقابل نفوذ رابطه مستقیم دارد و هرچقدر مقادیر و وسعت سطوح غیرقابل نفوذ بیشتر شود افزایش دما افزایش یافته و باعث وسعت بخشیدن به لکه‌های جزایر حرارتی می‌شود. در این پژوهش جهت بررسی رابطه بین انواع کاربری‌ها و جزایر حرارتی از روش آمار فضایی و خودهمبستگی فضایی استفاده شده است. خودهمبستگی فضایی به رابطه بین مقادیر باقیمانده در طول خط رگرسیون مربوط می‌شود. خودهمبستگی قوی زمانی رخ می‌دهد که مقادیر باقیمانده در طول خط رگرسیون شدیداً باهم در ارتباط باشند. به عبارت دیگر تغییراتشان به صورتی سیستماتیک رخ دهند. خودهمبستگی فضایی مفهومی نسبتاً ساده است و در حقیقت بسط همین مفهوم در آمار کلاسیک است. خودهمبستگی قوی زمانی رخ می‌دهد که مقادیر یک متغیر که از نظر جغرافیایی به هم نزدیک هستند باهم مرتبط باشند. اگر عوارض و یا مقادیر متغیرهای مربوط به آن‌ها به‌طور تصادفی در فضا توزیع شده باشند شاهد عدم خودهمبستگی فضایی خواهیم بود.



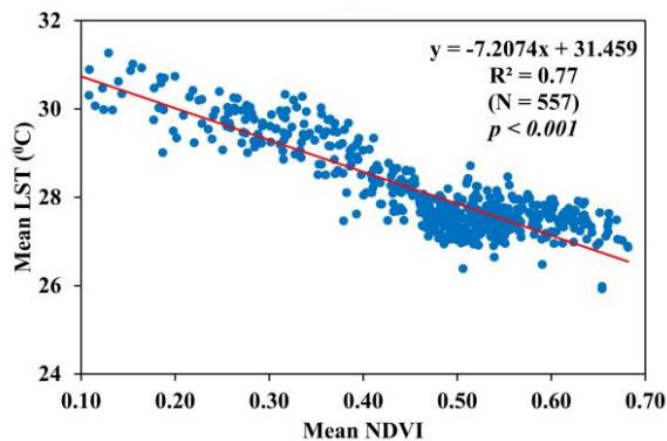
شکل ۱۲: بررسی رابطه بین توزیع فضایی دما و شاخص NDBI

خروجی تصاویر نشان می‌دهد که در پیکسل‌هایی که دارای مناطق با کاربری صنعتی و مسکونی است، شاهد وابستگی مکانی ۸۰ درصدی رخداد دما و وجود کاربری صنعتی و مسکونی هستیم که این رابطه نشان‌دهنده ارتباط نزدیک بین ایجاد جزیره حرارتی در مناطق ساخته شده است.

۳-۶- بررسی تغییرات دمای سطح زمین و رابطه آن با شاخص NDVI

مقدار پوشش گیاهی تا حدود زیادی تعیین‌کننده دمای سطح زمین می‌باشد، زیرا بخشی از گرمای محیط از طریق تبخیر و تعرق گیاهان در قالب جریان گرمای نهان تبخیر و از محیط خارج می‌گردد. به دلیل وجود همبستگی منفی بین شاخص دمای سطحی و شاخص NDVI، معمولاً دمای پایین‌تر در نواحی پیدا گردیده که دارای مقدار NDVI بالاتری می‌باشد. با توجه به

اهمیت پوشش گیاهی در مطالعه جزایر حرارتی تغییرات فضایی و زمانی پوشش گیاهی عسلویه در طول مدت زمان مورد بررسی قرار گرفته و جهت بررسی تغییرات فضایی و زمانی پوشش گیاهی این منطقه از شاخص NDVI استفاده شده است. طبق نقشه‌های مربوط به پوشش گیاهی در سال ۲۰۰۰ با بیشترین ۰/۶۰۳۳۹ درصد بوده و در سال ۲۰۱۰ بیشترین میزان پوشش گیاهی به ۰/۴۲۸۳۳ درصد کاهش یافته و در سال ۲۰۲۰ بیشترین میزان پوشش گیاهی ۰/۶۶۰۶۹۴ درصد بوده است که کاهش دما نسبت به سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰ و همچنین تغییر در وضعیت بارندگی و رطوبت خاک و تلاش برای حفظ پوشش گیاهی عسلویه باعث ایجاد روند افزایشی پوشش گیاهی شده است. به دلیل محاسبه دمای سطح زمین طی سال‌های ۲۰۲۰، ۲۰۱۰، ۲۰۰۰ دمای سطح زمین روند کاهشی را داشته و از آنجایی که رابطه دما با پوشش گیاهی رابطه عکس دارند پوشش گیاهی روند افزایشی داشته است. با توجه به نقشه سال ۲۰۰۰ میانگین دما سطح ۳۴/۵۵۸ و میانگین پوشش گیاهی ۰/۴۹۱۳ بوده و در سال ۲۰۱۰ میانگین دمای سطح ۳۳/۳۴۵ و میانگین پوشش گیاهی ۰/۲۴۶۵۳ بوده که به دلیل پایین آمدن میانگین دما، پوشش گیاهی افزایش چشمگیری داشته است و در سال ۲۰۲۰ با میانگین دمای ۲۸/۲۴۳ و میانگین پوشش گیاهی ۰/۴۶۶۳۸ نسبت به ده سال گذشته پوشش گیاهی روند افزایشی خود را ادامه داده است. هر سال مشاهده شد که شاخص پوشش گیاهی کاملاً تأیید کننده نتایج دمای سطح زمین می‌باشد به گونه‌ای که مناطقی با پوشش گیاهی بالاتر نسبت به سایر مناطق دارای دمای به مراتب پایین‌تری هستند. مطابق با نتایج، بخش کشاورزی با پوشش متراکم که در مرکز محدوده قرار دارد و همچنین فضای سبز درون بیشترین میزان شاخص و کمترین دما را دارند.



شکل ۱۳: بررسی رابطه بین دمای سطحی و شاخص نرمال شده تفاوت پوشش گیاهی

نتایج حاصل از نمودارها در شکل‌های فوق حاکی از همبستگی مناسب میان NDVI و دمای سطحی است. اگرچه این همبستگی با توجه به مقادیر پوشش‌های گیاهی و دمای سطحی به دست آمده و در هر یک دوره‌های زمانی بر اساس تغییرات پوشش گیاهی می‌تواند متفاوت باشد.

۳-۷- شناخت کاربری‌ها و پوشش‌های مختلف در ایجاد جزایر حرارتی شهر

همان‌طور که در نقشه‌های تهیه‌شده از دمای سطحی در دوره‌های زمانی مختلف نشان داده شده است، حداقل دمای سطح زمین اراضی شهری و ساخته‌شده در عسلویه گرم‌تر از سایر کاربری‌ها می‌باشد، اما باید به پهنه‌های سنگلاخی هم توجه کرد که بیشترین دما را به خود اختصاص داده‌اند. در واقع در این مناطق به دلیل زاویه تابش مناسب و شیب متمایل به خورشید، میزان زیادی انرژی به آن‌ها تابیده می‌شود که این امر باعث ایجاد گرم‌ترین اراضی در منطقه شده است. میانگین‌های تفاوت حداقل دما بین اراضی شهری و تأسیسات گاز و نفت و سایر کاربری‌ها در طی دوره آماری حاکی از وجود جزیره حرارتی و تأثیر آن در حداقل دمای سطح زمین عسلویه می‌باشد. همچنین به دلیل وجود آلودگی در آب ساحلی در روند زمانی سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ شاهد افزایش دما در آب ساحل هستیم که دلیل آن وجود ناخالصی و انواع آلودگی‌ها در آب است که می‌تواند ظرفیت دمایی آب را بالا ببرد.

۴- نتیجه‌گیری:

این پژوهش از طریق ترکیب داده‌های حرارتی یا داده‌های انعکاسی، درصد بررسی روابط میان تشکیل جزایر حرارتی شهری با تغییر کاربری پوشش گیاهی و سطوح نفوذناپذیر بوده است. استفاده از سنجش‌ازدور حرارتی، انعکاسی این امکان را می‌دهد که تأثیر سطوح نفوذناپذیر و پوشش سبز بر روی حرارت سطح زمین و دمای هوا بررسی شود. نتیجه کلی تحقیق در ارتباط با جزایر حرارتی در عسلویه نشان داد که طبق نقشه‌های مربوطه، پوشش گیاهی در سال ۲۰۰۰ بیشترین درصد بوده و در سال ۲۰۱۰، پوشش گیاهی کاهش یافته که از عوامل این کاهش می‌توان به کمبود بارندگی، عدم رطوبت خاک و از بین بردن و یا کمتر شدن فضای پوشش گیاهی اشاره کرد. در سال ۲۰۲۰ میزان پوشش گیاهی افزایش یافته که کاهش دما نسبت به سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰ و همچنین تغییر در وضعیت بارندگی و رطوبت خاک و تلاش برای حفظ پوشش گیاهی عسلویه باعث ایجاد روند افزایشی پوشش گیاهی شده است. همچنین نتایج نشان می‌دهند که ارتباط مستقیمی بین کاهش مقدار توده گیاهی و افزایش حرارت سطح و دمای هوا برقرار است. شناخت شاخص‌های گیاهی و رابطه‌ی آن‌ها با دمای سطح زمین امکان مقایسه بین کاربری‌های درون شهری را فراهم می‌آورد. شناخت کاربری‌های ایجادکننده جزایر حرارتی شهری نه تنها سبب توجه خاص به اهمیت فضای سبز در کاهش دما و در نهایت جزیره حرارتی می‌شود، بلکه در اولویت‌بندی گسترش و توسعه فضای سبز در هر یک از کاربری‌ها موثر خواهد بود. همچنین وجود همبستگی بین حرارت با مشخصه‌های فیزیکی و بیوفیزیکی، نقش غالب مشخصه‌های بیوفیزیکی را بر روی حرارت در منطقه، تایید می‌کند بدین ترتیب می‌توان با برنامه‌ریزی جهت افزایش پوشش سبز، الگوی توزیع حرارت را در بلندمدت دست کاری و کنترل کرد. بررسی‌های نتایج حاصله نشان داد که نقش عوامل انسان‌ساز کاربری‌ها در اقلیم شهرها به‌ویژه عامل دما، واضح و آشکار است. تحلیل نقشه‌ی پهنه‌بندی دما در ارتباط با تغییر کاربری نشان داد که تمرکز نقاط داغ حرارتی با فقر پوشش گیاهی و یا مناطق کاربری‌های صنعتی در عسلویه همراه است.

منابع:

۱. احمدی، محمود، عاشورلو، داوود، نارنگی فرد، مهدی. (۱۳۹۱). تغییرات زمانی- مکانی الگوهای حرارتی و کاربری شهر شیراز با استفاده از داده های سنجنده TM&ETM+، سنجش از دور و GIS ایران سال چهارم، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۱ ص: ۵۵-۶۸.
۲. رضانی، بهمن و سیده مریم دخت محمد، (۱۳۸۹). شناخت محدوده مکانی تشکیل جزایر گرمایی در شهر رشت، فصلنامه جغرافیایی چشم انداز زاگرس، سال دوم، شماره ۴.
۳. زنگنه شهرکی، سعید، کاظم زاده، علی، هاشمی دره بادامی، سیروس. (۱۳۹۳). تحلیل زمانی- مکانی گسترش کالبدی شهر مشهد و پایش تغییرات کاربری اراضی اطراف، پژوهشهای جغرافیای برنامه ریزی شهری، دوره ۲، شماره ۴.
۴. علوی پناه، سید کاظم، رضایی، عبدالعلی، آزادی قطار، سعید، جدی ازغندی، حمید رضا. (۱۳۹۵). بررسی سطوح غیر قابل نفوذ و شاخص تفاضل پوشش گیاهی نرمال شده به عنوان پارامترهای نمایشگر جزایر حرارتی شهری با استفاده از تصاویر ماهواره ای، نشریه علمی- پژوهشی جغرافیا و برنامه ریزی، سال ۲۰، شماره ۵۵، بهار ۱۳۹۵، صفحات ۲۰۷-۱۸۳.
۵. قربی، میترا. (۱۳۹۱). تاثیر معماری و شهرسازی معاصر بر ایجاد جزایر گرمایی دومین همایش ملی ساختمان و بهینه سازی مصرف انرژی.
۶. متکان، علی اکبر، نوحه گر، احمد، میر باقری، بابک، ترک چین، ناهید. (۱۳۹۳). سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، سال ۵، شماره ۴، ص ۱-۱۴.
۷. نجفیان کرجی محمدرضا، مقیمی ابراهیم، محمدی حسین، (۱۳۹۶). در مقاله ارزیابی روند تغییرات دما، الگوی جزیره حرارتی و پوشش گیاهی ایام گرم شهر تهران، فصل نامه جغرافیای طبیعی، سال دهم، شماره ۳۸، صص ۱۷-۱.
۸. نوری، سمیرا، ثنایی نژاد، حسین، هاشمی نیا، مجید. (۱۳۸۹). برآورد دمای سطح زمین با استفاده از تصاویر مودیس در زیرحوضه آبریز مشهد، کنفرانس بین المللی مدلسازی گیاه، آب، خاک و هوا، مرکز بین المللی علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۲۳ و ۲۴، کرمان.
۹. هاشمی دره بادامی، سیروس، درویشی، علی، علوی پناه، کاظم، ملکی، محمد. (۱۳۹۸). پایان نامه تحلیل تغییرات جزیره حرارتی سطوح شهری در روز و شب با استفاده از محصولات چند زمانه سنجنده مادیس (مطالعه موردی: کلان شهر تهران) نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی سال نوزدهم، شماره ۵۲.
۱۰. هاشمی، م، علوی پناه، ک، دیناروندی، مرتضی، (۱۳۹۲). ارزیابی توزیع مکانی دمای سطح زمین در محیط زیست شهری با کاربرد سنجش از دور حرارتی، نشریه محیط شناسی، دوره ۳۹، شماره ۶۵، شماره ۸۱ تا ۹۹.
11. Adel Effat, H., Ossman Abdel Kader, H., (2014). Change detection of urban heat islands and somere lated parameters using multi-temporal Landsat images (case study for Cairo city). Urban Climate. 10: 171-188.

12. Aiko Nakano, Bruno Bueno, Leslie Norford, Christoph F Reinhar (2015): Urban Weather Generator User Interface Development: New Workflow for Integrating Urban Heat Island Effect in Urban Design Process: ICUC9 - 9th International Conference on Urban Climate jointly with 12th Symposium on the Urban Environment.
13. Bencheikh, H. and Rchid, A.(2112). “The Effects of Green Spaces (Palme Trees) on the Microclimate in Arid Zones. Case Study: Ghardaia, Algeria”. Architecture Research. 2(1), pp. 12-14.
14. Joao, M.B., Jose, M.C and JOAO, S,(2006) “Estimation of tree canopy cover in evergreen oak woodland using remote sensing. “Forest Ecology and Management, 223: 45-53
15. Mahmoud Ahmadi, AbbasAli Dadashi Roudbari, (2017), The Identification of Urban Thermal Islands based on an Environmental Approach, Case Study: Isfahan Province: Journal of Geography and Environmental Planning, Vol 28, No. 3, Ser No. (67) Autumn 2017
16. Saravanan. S., Parthasarathy. K.S.S, Sivaranjani. S., (2018). Impacts of Land Use/Land Cover Changes on Surface Urban Heat Islands: a case study of Coimbatore, India, Journal of Rural Development, Vol. 37, and No. (2), pp. 325-340 NIRD&PR, Hyderabad
17. Solecki, D.& William, C. & Gregory, P. & Mark, Ch. & Richard, G. & Alex, P. (2011) Urban Heat Island and Climate Change: An Assessment of Interacting and Possible Adaptations in the Camden, New Jersey Region, Environmental Assessment and Risk Analysis Element, Research Project Summary, pp:1-104
18. Tang, junmei, Di, liping, Xiao, jingfeng, Lu, Dengsheng and Zhou, Yuyu. (2017): Impacts of land use and socioeconomic patterns on urban heat Island. Journal of Remote Sensing, VOL. 38, NO. 11, 3445–346.